BDeBooks.com

E-BOOK

www.BDeBooks.com
FB.com/BDeBooksCom
BDeBooks.Com@gmail.com

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রবর্তিত চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের নতুন সিলেবাস অনুযায়ী
ষষ্ঠ পর্ব : ইলেকট্রনিক্স ও সপ্তম পর্ব : ইলেকট্রিক্যাল টেকনোলজির ছাত্রছাত্রীদের জন্য প্রণীত

ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

Instrumentation and Process Control

Subject Code : 6863

[অতি সংক্ষিপ্ত, সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক প্রশ্নোত্তরসহ]

রচনায়

হালেহ আহমদ
এমএসসি, টিই (ই.ই. ইঞ্জিনিয়ারিং), আইইউটি-ওআইসি
পিজিডি, টিই (ই. ইঞ্জিনিয়ারিং), আইআইটি-ওআইসি
বিএসসি, টিই (ই.ই. ইঞ্জিনিয়ারিং), ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়
ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং (ইলেকট্রনিক্স)
অধ্যক্ষ
চট্টগ্রাম পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, চট্টগ্রাম
প্রাক্তন অধ্যক্ষ, কুমিল্লা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট
ফেনী পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট ও ফেনী কম্পিউটার ইনস্টিটিউট
চীফ ইনস্ট্রাক্টর (ইলেকট্রনিক্স), চট্টগ্রাম ও খুলনা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট
ইনস্ট্রাক্টর (ইলেকট্রনিক্স), ঢাকা ও চট্টগ্রাম পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট

শেখ আহসান কবীর
বিএসসি ইঞ্জিনিয়ারিং (ইইই) (আইইউটি)
ইনস্ট্রাক্টর (টেক), ইলেকট্রনিক্স
সাতক্ষীরা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, সাতক্ষীরা

হক পাবলিকেশনস্
HAQUE PUBLICATIONS
৩৮ বাংলাবাজার (২য় তলা), ঢাকা-১১০০

প্রকাশক ঃ হক পাবলিকেশনস্-এর পক্ষে
হাজী জাহানারা হক
৩৮ বাংলাবাজার (২য় তলা), ঢাকা-১১০০
ফোন ঃ ৯৫৮০৩৭০

[প্রকাশক কর্তৃক সকল স্বত্ব সংরক্ষিত]

প্রথম প্রকাশ ঃ ২৬ জানুয়ারি ২০০৩
দ্বিতীয় প্রকাশ ঃ ১৫ এপ্রিল ২০০৬
তৃতীয় সংস্করণ ঃ ২০ আগস্ট ২০১৩
চতুর্থ সংস্করণ ঃ ১ জানুয়ারি ২০১৫
পরিমার্জিত ও সংশোধিত সংস্করণ ঃ
পঞ্চম সংস্করণ ঃ ২৫ জানুয়ারি ২০১৬
ষষ্ঠ সংস্করণ ঃ ১ ফেব্রুয়ারি ২০১৭

প্রচ্ছদ পরিকল্পনায় ঃ মোঃ আশরাফুল হক আলো

সার্বিক তত্ত্বাবধানে ঃ ইঞ্জিঃ মোঃ হামিদুল হক মামুন

চিত্রাঙ্কনে ঃ লেখক

বর্ণবিন্যাসে ঃ জি. মাওলা কম্পিউটার

মুদ্রণে ঃ জি. মাওলা প্রিন্টিং প্রেস
৩৪ শ্রীস দাস লেন, বাংলাবাজার
ঢাকা-১১০০

[বাংলাদেশ পুস্তক প্রকাশক ও বিক্রেতা সমিতি কর্তৃক গৃহীত]

মূল্য (MRP) ঃ ২৬০.০০ টাকা মাত্র

লেখকের কথা

বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহিম

সৃষ্টির সেরা জীব মানুষ। সেই মানুষের কল্যাণেই সভ্যতা আবর্তিত হচ্ছে। আর এই সভ্যতা নির্মাণে প্রকৌশলীরা কাজ করে যাচ্ছেন। প্রকৌশল সিস্টেমে সহায়তা করার মানসেই আমাদের এই ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা। "ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল (৬৮৬৩)" বিষয়টির সংশোধিত নতুন সিলেবাস অনুযায়ী বাংলা ভাষায় কোন বই না থাকায় ছাত্রছাত্রীদের অসুবিধার কথা চিন্তা করেই বইটি প্রণয়নে ব্রতী হই।

বইটিতে সর্বশেষ প্রযুক্তির তথ্য, বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ডের প্রশ্নপত্রের নতুন নিয়ম অনুযায়ী অতি সংক্ষিপ্ত, সংক্ষিপ্ত এবং রচনামূলক প্রশ্নোত্তর সংযোজন করেছি। সিলেবাসের ধারাবাহিকতা রক্ষায় সচেষ্ট ছিলাম। আশা করি বইটি পাঠে ছাত্রছাত্রী উপকৃত হবে।

বইটি প্রণয়নে সহকারি পরিচালক (পি.আই.ইউ) কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তর-এর মোঃ নুরুল হক সাহেবের উদ্যোগের কথা স্মরণ রেখেই তাকে ধন্যবাদ জানাচ্ছি। আর যারা আমাদেরকে উৎসাহ, তথ্য এবং সহযোগিতা দিয়ে কৃতজ্ঞতা পাশে আবদ্ধ করেছেন, তাদের সকলকে ধন্যবাদ জানাচ্ছি। বইটি প্রকাশ করায় হক পাবলিকেশনস-এর স্বত্বাধিকারিণী হাজী জাহানারা হককে ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

বইটিতে মুদ্রণজনিত ভুলভ্রান্তি থাকতে পারে, পরবর্তী সংস্করণে তা সংশোধনের আশা রাখি। বইটির পরিবর্তন, পরিবর্ধন, সংশোধন ও অলংকরণে আপনাদের যে-কোন পরামর্শ সাদরে গৃহীত হবে।

পরিশেষে বলতে চাই, যাদের উদ্দেশ্যে বইটি প্রণীত, বইটি পড়ে তারা যদি সামান্যও উপকৃত হয়, তবেই আমাদের এই প্রচেষ্টা সার্থক হবে।

ধন্যবাদান্তে

হালেহ আহমেদ

শেখ আহসান কবীর

উৎসর্গ

সর্বকালের সর্বশ্রেষ্ঠ মানব

নবী করিম মোহাম্মদ মোস্তফা (স)-কে

যাঁর সৃষ্টি না হলে সৃষ্টি হতো না এই পৃথিবীর

সিলেবাস

Subject code	Name of the subject	T	P	C	MARKS				
					Theory		Practical		Total
					Cont. assess	Final exam.	Cont. assess	Final exam.	
6863	instrumentation and process control	3	4	4	20	80	25	25	150

AIMS

To provide the student with an opportunity to acquire knowledge, skill and attitude in the area of instrumentation and process control with special emphasis on:

- transducer
- signal conditioning
- measuring techniques of special quantities
- data acquisition
- control theory
- application of process control
- Recorders.

SHORT DESCRIPTION

Transducers; Passive transducer; Self generating type transducer; Measuring technique by transducer; Signal conditioning; Recorders; Measuring techniques of special quantities; Data acquisition; Control theory; Servo control; Application of process control and application of recorders.

DETAIL DESCRIPTION

Theory:

1. Understand the basic features of transducers.

1.1 State the meaning of transducer and sensor.
1.2 Mention different types of transducer and sensor.
1.3 Describe difference between transducers and sensors
1.4 Describe the parameters of electrical transducer.
1.5 Describe the factors to be considered in selecting a transducer.
1.6 Describe mechanical devices as primary detector.
1.7 Mention the different electrical phenomena employed in transducers.

2. Understand the features of passive transducers.

2.1 Describe the operation of different types of resistive transducers.
2.2 Explain the basic principle of strain gauges.
2.3 Describe the working principle of resistance thermometer.
2.4 Describe the construction of different types of thermistor.
2.5 Describe the working principle of inductive transducer.
2.6 Explain the operation of differential output transducers.

2.7 Describe the construction and working principle of linear variable differential transformer (LVDT).
2.8 Describe the construction and working principle of rotary variable differential transformer (RVDT).
2.9 Describe the working principle of pressure inductive transducer.
2.10 Describe the working principle of pressure capacitive transducer.

3. Understand the features of self-generating type transducers.

3.1 Describe the working principle of Piezoelectric transducers.
3.2 Explain the basic principle of photoemissive, photoconductive and photo- voltaic cell.
3.3 Describe the construction of thermocouples and thermopile.
3.4 Describe the working principle of thermocouple and thermopile.
3.5 Describe the concept of digital encoding transducer.
3.6. Describe the principle and operation of optical displacement transducer.
3.7 Describe the principle and operation of photo optic transducer.

4. Understand the measuring technique by transducers.

4.1 Describe the weight measuring technique by load cell (pressure cell).
4.2 Explain the basic principle of resistance temperature detector (RTD).
4.3 Explain the basic principle of reluctance pulse pick-up.
4.4 Describe the working principle of magnetic flow meter.
4.5 Describe the sound intensity measurement technique by capacitor microphone.
4.6 Describe the liquid level measurement technique by dielectric gauge.
4.7 Describe the torque measurement technique by magnetostriction gauge.
4.8 Explain synchro system.
4.9 Describe the angular displacement measurement technique by synchro system.

5. Understand the concept of signal conditioning.

5.1 Describe signal conditioning system with block diagram.
5.2 Explain the basic principles of DC and AC signal conditioning system.
5.3 Explain the basic principle of data conversion system.
5.4 Describe the operation of an instrumentation amplifier.
5.5 Describe the basic principle of instrumentation system.
5.6 Describe the use of operational amplifier with capacitive displacement transducer.
5.7 Describe radio telemetry with block diagram.

6. Understand the features of recorders.

6.1 State the necessity of recorder in instrumentation system.
6.2 State different types of recorders.
6.3 Describe the principle of operation of strip chart recorder.
6.4 Describe the principle of operation of X-Y recorder (galvanometer and null type).
6.5 Describe the principle of operation of magnetic recorder.
6.6 Describe the operation of frequency modulation recording.
6.7 Explain the method of recording temperature and sound by strip chart recorder.

7. Understand the measuring techniques of special quantities.

7.1 Describe the method of temperature, compensation and cancellation techniques.
7.2 Describe the method of measurement of pressure using electrical transducer.
7.3 Describe the method of measurement of torque by using different method such as by inductive transducer, digital method.

7.4 Describe the method of measurement of temperature by using thermometer, thermocouple.
7.5 Describe the method of measurement of flow by electromagnetic flow meter.
7.6 Describe the method of measurement of humidity by humidity hygrometers.

8. Understand the concept of data acquisition.

8.1 Explain the basic principle of data acquisition system.
8.2 Describe the component of analog and digital data acquisition system.
8.2 Describe the principle single channel and multi channel data acq isit on system.
8.4 Describe the basic principle of operation of data logger.
8.5 Describe the method of data transmission.
8.6 Describe the digital recording and use of recorder in digital system.

9. Understand the concept of control theory.

9.1 Mention the types of control systems.
9.2 Describe the principles of open loop & closed loop control system.
9.3 State the meaning of transfer lag.
9.4 Describe two-step & three step control systems.
9.5 Describe proportional, derivative and integral control.
9.6 Explain compound control system such as PI, PD, DI & PID control.
9.7 Mention the advantages & disadvantages of proportional, derivative and integral control system.

10. Understand the concept of servo control.

10.1 Describe the construction of DC servo, AC servo, stepper motor, electrical modulator, hydraulic servomotor and hydraulic modulator.
10.2 Describe the principle of operation of DC servo & AC servo stepper motor, electrical modulator, hydraulic servomotor and hydraulic modulator.
10.3 Describe the basic concepts of DC position control with servo system.
10.4 Describe the idea of AC position control with synchro sensing element.
10.5 Describe the speed control system for sheet metal processing unit.
10.6 Describe online and offline computer control system with block diagram.

11. Understand the different applications of process control.

11.1 Explain the basic concept of process control.
11.2 Describe the pneumatic system and controller with block diagram.
11.3 Describe the analogue electronic process controller.
11.4 Explain the temperature, speed, pressure and flow control using an analogue electronic controller.
11.5 Describe the injection molding system for plastic, PET, PVC production process with block diagram.

Practical :

1. Measure the displacement by linear variable resistance transducer.

1.1 Select a potentiometer and required tools & materials.
1.2 Couple the object with sliding contact to the potentiometer.
1.3 Build up the circuit for measurement of displacement.
1.4 Switch on the power supply.
1.5 Measure input and output voltage of the potentiometer.
1.6 Measure the displacement or force using appropriate formula.

2. **Measure the temperature by resistance thermometer.**
   - 2.1 Select a resistance thermometer (such as platinum resistance thermometer) and a heat source with mounting facility and required tools & materials.
   - 2.2 Measure the thermometer resistance at room temperature.
   - 2.3 Record the temperature of heat source.
   - 2.4 Make the temperature of the source steady.
   - 2.5 Measure the resistance of the thermometer.
   - 2.6 Calculate the temperature using appropriate formula.

3. **Determine the temperature coefficient of thermistor.**
   - 3.1 Select a thermistor and required tools & equipment.
   - 3.2 Connect the thermistor with measuring equipment.
   - 3.3 Provide a temperature regulated heat-source for the thermistor.
   - 3.4 Rise temperature in step and measure the corresponding resistance of the thermistor.
   - 3.5 Plot the data for temperature verses resistance characteristics.
   - 3.6 Observe the graph.

4. **Measure the thickness of a material by capacitive transducer.**
   - 4.1 Select an appropriate capacitive transducer with required tools and materials.
   - 4.2 Set up the materials to measure the thickness between the plates of the capacitor.
   - 4.3 Connect the meter and source as required.
   - 4.4 Switch on the power supply.
   - 4.5 Measure the capacitance between two plates.
   - 4.6 Calculate the thickness using appropriate data and formula.

5. **Measure the displacement by linear variable differential transformer (LVDT).**
   - 5.1 Select an iron core, wire and required tools & equipment.
   - 5.2 Construct a LVDT with an iron core and coil with one primary and secondary keeping iron movable.
   - 5.3 Connect the primary with AC source.
   - 5.4 Connect the two secondary with the oscilloscope.
   - 5.5 Move the iron core from left to right.
   - 5.6 Observe the wave shapes.
   - 5.7 Observe the null position.
   - 5.8 Measure the voltage increasing or decreasing with core movement or displacement.

6. **Measure the temperature by thermo couple.**
   - 6.1 Select a thermocouple (such as iron-constant) and required tools & materials.
   - 6.2 Connect one end of the thermocouple to a voltmeter with proper arrangement.
   - 6.3 Apply heat on the other end of the thermocouple in the fire.
   - 6.4 Observe the reading of the meter.
   - 6.5 Calibrate the meter for temperature.
   - 6.6 Measure the temperature.

7. **Measure the strain by strain gauge.**
   - 7.1 Select a strain gauge bridge and required tools & materials.
   - 7.2 Attach the strain gauge at the point where strain or torque is to be measured.
   - 7.3 Apply strain.
   - 7.4 Read the change in the resistance due to strain.
   - 7.5 Calculate the value of strain or torque using appropriate formula.

8. Measure the light intensity by photocell.

8.1 Select a photoelectric device, light source and required tools & materials.

8.2 Construct the circuit with photoelectric device.

8.3 Separate the light source from the photoelectric device with a window having small aperture which is controlled by force summing member of the pressure transducer.

8.4 Open the aperture for the photoelectric device.

8.5 Measure the change in output.

8.6 Measure the light intensity.

9. Measure the vibration by Piezoelectric transducer.

9.1 Select a Piezoelectric crystal and necessary tools & materials.

9.2 Construct the circuit for Piezoelectric pickup.

9.3 Set up the object whose displacement or pressure is to be measured to the appropriate crystal plane.

9.4 Energize the circuit and measure the voltage and hence measure the displacement or pressure.

10. Study the operation of magnetic tape recorder.

10.1 Select a magnetic tape recorder.

10.2 Observe the tape transport mechanism.

10.3 Identify the electronic components of magnetic tape recorder.

10.4 Observe the recording and playback operation.

11. Study the operation of closed loop speed control with DC servo system.

11.1 Select a DC servo system with required tools & materials.

11.2 Construct the circuit as per diagram.

11.3 Adjust all the controls properly.

11.4 Change speed of the system.

11.5 Observe the operation of DC servo system.

12. Study the operation of AC servo system.

12.1 Select required equipment, tools & materials.

12.2 Construct the circuit as per diagram.

12.3 Change the input signal.

12.4 Observe mechanism of control.

13. Study the operation of an analogue electronic control system.

13.1 Select required materials, tools and equipment.

13.2 Construct the circuit as per diagram.

13.3 Change the command input.

13.4 Observe mechanism of the control system.

13.5 Observe the output.

সূচিপত্র

অধ্যায়-১ ঃ ট্রান্সডিউসারের মৌলিক অংশসমূহ

১.১ ট্রান্সডিউসার ও সেন্সরের অর্থ ১৫
১.২ বিভিন্ন প্রকার ট্রান্সডিউসার ১৬
১.৩ ট্রান্সডিউসার ও সেন্সরের মধ্যে পার্থক্য ১৮
১.৪ ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারের প্যারামিটার ১৯
১.৫ ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ ২০
১.৬ প্রাইমারি ডিটেক্টর হিসেবে যান্ত্রিক ডিভাইস ২০
১.৭ ট্রান্সডিউসারে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য বস্তু বা ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনা ২৩

অনুশীলনী-১

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৬

অধ্যায়-২ ঃ প্যাসিভ ট্রান্সডিউসারের বিশেষ ধরন

২.১ বিভিন্ন প্রকার রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি ২৭
২.২ স্ট্রেইন গেইজের মূলনীতি ৩০
২.৩ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের কার্যনীতি ৩৪
২.৪ বিভিন্ন প্রকার থার্মিস্টরের গঠন ৩৬
২.৫ ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি ৩৭
২.৬ ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসার ৪০
২.৭ লিনিয়ার ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমারের গঠন ও কার্যপ্রণালি ৪১
২.৮ রোটারি ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমারের গঠন ও কার্যনীতি ৪৩
২.৯ প্রেসার ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি ৪৩
২.১০ প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি ৪৪

অনুশীলনী-২

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৫
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৭
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪৯

অধ্যায়-৩ ঃ স্বয়ং উৎপাদনকারী ট্রান্সডিউসারের বিভিন্ন অংশ

৩.১ পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি ৫১
৩.২ ফটো ইমিসিভ, ফটোকন্ডাকটিভ এবং ফটোভোল্টাইক সেলের মূলনীতি ৫২
৩.৩ থার্মোকাপলের গঠন ৫৫
৩.৪ থার্মোকাপল ও থার্মোপাইলের কার্যনীতি ৫৫
৩.৫ ডিজিটাল এনকোডিং ট্রান্সডিউসারের ধারণা ৫৬
৩.৫.১ টেকোমিটার ট্রান্সডিউসার/এনকোডার ৫৬
৩.৫.২ ইনক্রিমেন্টাল ট্রান্সডিউসার/এনকোডার ৫৭
৩.৫.৩ অ্যাবসলিউট ট্রান্সডিউসার/এনকোডার ৫৭
৩.৬ অপটিক্যাল ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি ৫৮
৩.৭ ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি ৫৮

অনুশীলনী-৩

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫৯
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬০
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬২

অধ্যায়-৪ ঃ ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে পরিমাপ কৌশল

৪.১ লোড সেলের সাহায্যে ওজন পরিমাপ পদ্ধতি ৬৩
৪.২ রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টরের মূলনীতি ৬৩
৪.৩ রিল্যাকট্যান্স পালস্ পিক-আপ এর মূলনীতি ৬৪
৪.৪ ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের কার্যনীতি ৬৫
৪.৫ ক্যাপাসিটিভ মাইক্রোফোনের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল ৬৬
৪.৬ ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল ৬৬
৪.৭ ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেজ দ্বারা টর্ক পরিমাপ কৌশল ৬৮
৪.৮ সিনক্রো পদ্ধতির ব্যাখ্যা ৬৮
৪.৯ সিনক্রো পদ্ধতির মাধ্যমে কৌণিক সরণ পরিমাপ কৌশল ৬৯

অনুশীলনী-৪

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭০
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭১
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭২

অধ্যায়-৫ ঃ সিগন্যাল কন্ডিশনিং এর ধারণা

৫.১ ব্লক চিত্রের সাহায্যে সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির বর্ণনা ৭৩
৫.২ এসি ও ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির মৌলিক নীতি ৭৩
৫.৩ ডাটা কনভার্শনের মূলনীতি ৭৪

৫.৪ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি ৭৫
৫.৫ ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মূলনীতি ৭৬
৫.৬ ক্যাপাসিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসারের সাথে অপারেশন অ্যাম্প্লিফায়ারের ব্যবহার ৭৭
৫.৭ ব্লক চিত্রের সাহায্যে রেডিও টেলিমিট্রি-এর বর্ণনা ৭৭

অনুশীলনী-৫

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৮
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৯
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮০

অধ্যায়-৬ ঃ রেকর্ডারের বিভিন্ন রূপ

৬.১ ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতিতে রেকর্ডার এর প্রয়োজনীয়তা ৮১
৬.২ বিভিন্ন ধরনের রেকর্ডার ৮১
৬.৩ স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের কার্যনীতি ৮২
৬.৪ X-Y রেকর্ডারের কার্যনীতি ৮৩
৬.৫ ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের কার্যনীতি ৮৪
৬.৬ ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন রেকর্ডিং এর কার্য ৮৫
৬.৭ স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের সাহায্যে শব্দ এবং তাপমাত্রা রেকর্ডিং এর পদ্ধতি ৮৬

অনুশীলনী-৬

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮৭
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮৮
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯০

অধ্যায়-৭ ঃ বিশেষ গুণাগুণের পরিমাপ পদ্ধতি

৭.১ উষ্ণতার ক্ষতিপূরণ এবং দূরীকরণের কৌশল পদ্ধতি ৯১
৭.২ ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার ব্যবহার করে চাপ পরিমাপ পদ্ধতি ৯২
৭.৩ ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার ও ডিজিটাল পদ্ধতি ব্যবহার করে টর্ক পরিমাপ ৯২
৭.৪ থার্মোমিটার ও থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি ৯৩
৭.৫ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সাহায্যে প্রবাহের পরিমাণ পরিমাপ পদ্ধতি ৯৬
৭.৬ আর্দ্রতা পরিমাপক হাইগ্রোমিটার দ্বারা আর্দ্রতা পরিমাপ পদ্ধতি ৯৭

অনুশীলনী-৭

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৯
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৯
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১০০

অধ্যায়-৮ ঃ ডাটা অ্যাকুইজিশন সম্পর্কে ধারণা

৮.১ ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি ১০১
৮.২ অ্যানালগ ও ডিজিটাল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির উপাদানসমূহ ১০২
৮.৩ সিঙ্গেল চ্যানেল এবং ম্যাল্টিচ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি ১০৩
৮.৪ ডাটা লগারের মৌলিক কার্যনীতি ১০৪
৮.৫ ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতি ১০৬
৮.৬ ডিজিটাল রেকর্ডিং এবং ডিজিটাল পদ্ধতিতে রেকর্ডারের ব্যবহার ১০৬

অনুশীলনী-৮

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০৮
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০৯
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১১০

অধ্যায়-৯ ঃ কন্ট্রোল মতবাদ সম্পর্কে ধারণা

৯.১ কন্ট্রোল পদ্ধতির প্রকারভেদ ১১১
৯.২ ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল এর নীতি ১১১
৯.৩ ট্রান্সফার ল্যাগ এর অর্থ ১১৩
৯.৪ দুই স্টেপ এবং তিন স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম ১১৩
৯.৫ সমানুপাতিক, ডেরিভেটিভ এবং ইনটিগ্রাল নিয়ন্ত্রণ ১১৪
৯.৬ কম্পাউন্ড কন্ট্রোল পদ্ধতি ১১৫
৯.৭ প্রপোরশনাল, ডেরিভেটিভ এবং ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা-অসুবিধা ১১৭

অনুশীলনী-৯

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১৭
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১৮
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১২০

অধ্যায়-১০ ঃ সার্ভো কন্ট্রোল সম্পর্কে ধারণা

১০.১ ও ১০.২ ডিসি সার্ভো, এসি সার্ভো, স্টেপার মোটর, ইলেকট্রিক্যাল মডুলেটর, হাইড্রোলিক সার্ভোমোটর এবং হাইড্রোলিক মডুলেটরের গঠন ও কার্যপ্রণালি ১২১
১০.৩ সার্ভো পদ্ধতিতে ডিসি পজিশন কন্ট্রোল সম্পর্কে ধারণা ১২৮
১০.৪ সিংক্রো সেন্সিং এলিমেন্টের সাহায্যে এসি পজিশন কন্ট্রোলের ধারণা ১২৯
১০.৫ শীট মেটাল প্রসেসিং ইউনিটে স্পিড নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি ১৩০
১০.৬ ব্লক চিত্রের সাহায্যে অন-লাইন এবং অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি ১৩০

অনুশীলনী-১০

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩২
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৩
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৩৪

অধ্যায়-১১ ঃ প্রসেস কন্ট্রোলের বিভিন্ন প্রয়োগ

১১.১ প্রসেস কন্ট্রোল সম্পর্কে মৌলিক ধারণা ১৩৫
১১.২ নিউম্যাটিক পদ্ধতি এবং নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার ১৩৫
১১.৩ অ্যানালগ ইলেকট্রনিক প্রসেস কন্ট্রোলার ১৩৬
১১.৪ অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা, স্পিড, চাপ এবং প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতি ১৩৭
১১.৫ প্লাস্টিক, পেট, পি.ভি.সি উৎপাদন প্রক্রিয়ার ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতির ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা ১৩৯

অনুশীলনী-১১

❑ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪০
❑ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪১
❑ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৪২

ব্যবহারিক

১। লিনিয়ার ভেরিয়েবল রেজিস্ট্যান্স ট্রান্সডিউসার-এর মাধ্যমে ডিসপ্লেসমেন্ট পরিমাপকরণ ১৪৫
২। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের মাধ্যমে তাপমাত্রা পরিমাপকরণ। ১৪৭
৩। থার্মিস্টরের তাপমাত্রা সহগ নির্ণয় ১৪৮
৪। লিনিয়ার ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সডিউসার এর মাধ্যমে ডিসপ্লেসমেন্ট পরিমাপকরণ ১৪৯
৫। থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ ১৫০
৬। ফটোসেলের মাধ্যমে লাইট ইনটেনসিটি পরিমাপ ১৫২
৭। ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডারের কার্য পর্যবেক্ষণ ১৫৩
৮। অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল সিস্টেম চালু করা পর্যবেক্ষণ ১৫৪
৯। ডিসি সার্ভো সিস্টেমের সাহায্যে ক্লোজড লুপ স্পিড কন্ট্রোল-এর কার্যাবলি পর্যবেক্ষণ ১৫৫

✪ সুপার সাজেশনস্ ..... ১৫৭ – ১৭৮

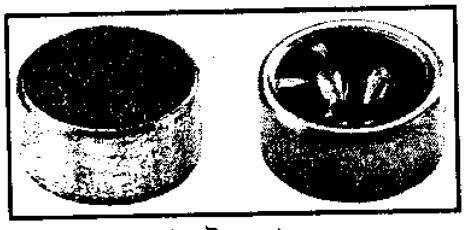
বাকাশিবো প্রশ্নাবলি ..... ১৭৯ – ২২২

অধ্যায় ১ ট্রান্সডিউসারের মৌলিক অংশসমূহ (Basic features of transducers)

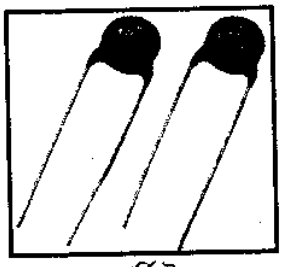
১.১ ট্রান্সডিউসার ও সেন্সরের অর্থ (Meaning of transducer and sensor) ঃ

ট্রান্সডিউসার (Transducer) ঃ ইলেকট্রনিক ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেম মূলত কতগুলো পরিমাপক, কন্ট্রোল ও রেকর্ডিং ডিভাইসের সমন্বয়ে গঠিত। এসব ডিভাইস ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালের মাধ্যমে কাজ করে থাকে। কিন্তু অনেক সময় নন-ইলেকট্রিক্যাল বৈশিষ্ট্য পরিমাপ ও রেকর্ডিং-এর দরকার হয়। যেমন– তাপমাত্রা, প্রেসার, সরণ, বল ইত্যাদি পরিমাপের ক্ষেত্রে উক্ত রাশিসমূহকে প্রথমে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করতে হয়। আর এর জন্য কতগুলো সেন্সিং ডিভাইস বা সেন্সর ব্যবহার করা হয়। এসব সেন্সর আধুনিক ইলেকট্রনিক যন্ত্রের প্রায় প্রতিটি ক্ষেত্রেই ব্যবহার করা হচ্ছে।

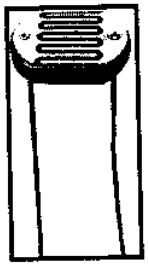
অর্থাৎ ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে শক্তিকে অনবরত এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তর করতে হয়। আর এর জন্য ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় ডিভাইসই হল ট্রান্সডিউসার। সুতরাং বলা যায়, **ট্রান্সডিউসার এমন এক ধরনের ডিভাইস, যা কোন শক্তির এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তর করতে পারে।** আর যে সব ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে যে কোন নন-ইলেকট্রিক্যাল শক্তিকে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জিতে রূপান্তর করে, তাকে ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলে। এসব ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার মূলত রেজিস্ট্যান্স, ক্যাপাসিট্যান্স ও ইন্ডাকট্যান্স এর পরিবর্তনের ভিত্তিতে কাজ করে। আর এ পরিবর্তনের উপর নির্ভর করে কোনটিকে বলা হয় রেজিস্টিভ, কোনটিকে ক্যাপাসিটিভ আর কোনটিকে ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার। তা ছাড়া কিছু কিছু ট্রান্সডিউসার আছে, যা নিজেই বৈদ্যুতিক সিগন্যাল উৎপন্ন করে– এদেরকে অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার বলা হয়। মাইক্রোফোন, থার্মিস্টর, থার্মোকাপল, ফটোসেল, LVDT, RTD ইত্যাদি হল ট্রান্সডিউসারের উদাহরণ।



(ক) মাইক্রোফোন



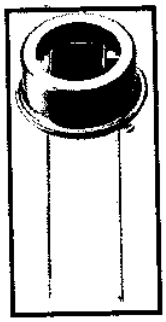
(খ) থার্মিস্টর



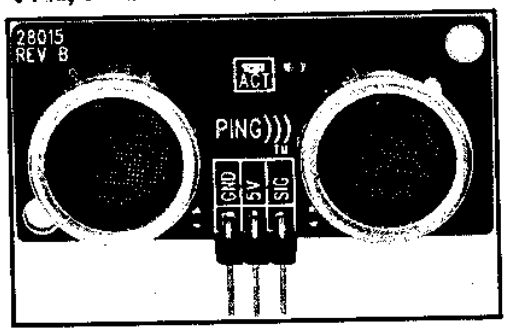
(গ) ফটোসেল

চিত্র ঃ ১.১

সেন্সর (Sensor) ঃ যে সকল ডিভাইস এটির পারিপার্শ্বিক ভৌত, রাসায়নিক বা বায়োলজিক্যাল অবস্থা বা অবস্থার পরিবর্তনকে শনাক্ত করতে পারে, তাকে সেন্সর বলে। এ সকল অবস্থাসমূহ সেন্সরের ইনপুটে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সেন্সরকে ট্রান্সডিউসারও (Transducer) বলা হয়। কারণ এ ডিভাইস এক প্রকার এনার্জিকে অন্য প্রকার এনার্জিতে রূপান্তর করে। কয়েকটি সেন্সরের উদাহরণ– **ফটোডায়োড, ফটোট্রানজিস্টর, আল্ট্রাসনিক সেন্সর, টেম্পারেচার সেন্সর ইত্যাদি।**



(ক) ফটোডায়োড



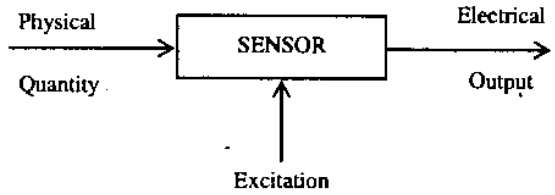
(খ) আল্ট্রাসনিক সেন্সর

চিত্র ঃ ১.২

সেন্সর-এর কাজ দুটি, যথা ঃ

১। ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটির উপস্থিতি ডিটেক্ট করা ও এর পরিবর্তনের পরিমাণ নির্ণয় করা এবং

২। ইনপুটের সমানুপাতিক ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল উৎপন্ন করা, যা চিত্র ১.৩-এ প্রদর্শিত।



চিত্র ঃ ১.৩ সেন্সরের ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটি হতে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল উৎপাদন

১.২ বিভিন্ন প্রকার ট্রান্সডিউসার (Different types of transducer) ঃ

(ক) ট্রান্সডিউসারকে মূলত তিনভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

১। মেকানিক্যাল ট্রান্সডিউসার (Mechanical Transducer),

২। ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার (Electrical Transducer),

৩। ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল ট্রান্সডিউসার (Electro-Mechanical Transducer)।

(খ) প্রয়োজনীয় পাওয়ার উৎপাদনের ভিত্তিতে ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

১। অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার (Active Transducer),

২। প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার (Passive Transducer)।

(গ) আউটপুট সিগন্যালের উপর ভিত্তি করে ট্রান্সডিউসারকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

১। অ্যানালগ ট্রান্সডিউসার (Analog Transducer),

২। ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার (Digital Transducer)।

(ঘ) কার্যভেদে (Operation) ট্রান্সডিউসারকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

১। প্রাইমারি ট্রান্সডিউসার (Primary Transducer),

২। সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার (Secondary Transducer)।

ইলেকট্রিক্যাল বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে ট্রান্সডিউসারকে চার ভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

১। রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার (Resistive Transducer),

২। ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসার (Capacitive Transducer),

৩। ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার (Inductive Transducer),

৪। ইলেকট্রোনিক ট্রান্সডিউসার (Electronic Transducer)।

এখানে কয়েকটি প্রয়োজনীয় ট্রান্সডিউসারের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দেয়া হলো ঃ

প্রাইমারি ট্রান্সডিউসার (Primary Transducer) ঃ যে সকল Transducer কোন Physical quantity-কে ইলেকট্রিক্যাল Quantity-তে রূপান্তর করতে পারে না তবে অন্য কোন ট্রান্সডিউসারকে উক্ত কার্যে সহায়তা করে, তাকে প্রাইমারি ট্রান্সডিউসার বলে। মূলত ইহা একটি Detector-এর ন্যায় কাজ করে।

সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার (Secondary Transducer) ঃ প্রাইমারি ট্রান্সডিউসারের Output সিগন্যালকে যে Transducer-এর মাধ্যমে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়, তাকে Secondary Transducer বলে।

অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার (Active Transducer) ঃ যে Transducer-এর মাধ্যমে কোন Physical quantity-কে Electrical quantity-তে রূপান্তর করতে বাহ্যিক পাওয়ার সোর্সের প্রয়োজন হয় না, যেমন–Photocell, thermocouple.

প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার (Passive Transducer) ঃ যে Transducer এর মাধ্যমে কোন Physical quantity-কে ইলেকট্রিক্যাল quantity-তে রূপান্তর করতে আলাদা বাহ্যিক পাওয়ার সোর্সের প্রয়োজন হয়।

ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার (Electrical Transducer) ঃ যে সকল Transducer, physical quantity-কে Electrical quantity-তে রূপান্তর করে।

মেকানিক্যাল ট্রান্সডিউসার (Mechanical Transducer) ঃ যে সব Transducer, Physical quantity-কে মেকানিক্যাল quantity-তে পরিণত করে।

অ্যানালগ ট্রান্সডিউসার (Analog Transducer) ঃ যে সব Transducer-এর রূপান্তরিত আউটপুট অ্যানালগ প্রকৃতির।

ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার (Digital Transducer) ঃ যে সব Transducer-এর রূপান্তরিত আউটপুট ডিজিটাল প্রকৃতির।

রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার (Resistive Transducer) ঃ যে সব Transducer-এর Resistivity ইহার উপর প্রয়োগকৃত Physical quantity-এর পরিবর্তনের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়।

ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসার (Capacitive Transducer) ঃ প্রয়োগকৃত Physical quantity পরিবর্তনের ফলে Capacitance-এর পরিবর্তন হয়।

ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার (Inductive Transducer) ঃ প্রয়োগকৃত Physical quantity পরিবর্তনের ফলে Inductance পরিবর্তিত হয়।

ট্রান্সডিউসারের শ্রেণিবিভাগ, উদাহরণ, প্রকৃতি এবং ব্যবহার নিচের ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো ঃ

শ্রেণিবিভাগ এবং উদাহরণ	ডিভাইসের প্রকৃতি	পরিমাপকৃত রাশি এবং ব্যবহার
ভেরিয়্যাবল রেজিস্ট্যান্স ঃ স্লাইড ওয়্যার রেজিস্টর	স্লাইডার অথবা কন্টাক্ট, যার মাধ্যমে পটেনশিওমিটারের অথবা ব্রীজ সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়।	আকার বা আকৃতি, বিচ্যুতি।
রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজ	পীড়ন বা বিকৃতির মাধ্যমে ওয়্যার, ফয়েল অথবা সেমিকন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তিত হয়।	পীড়ন, বল, টর্ক, প্রেসার।
রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার	তাপমাত্রার সাথে রেজিস্টিভিটির কো-ইফিশিয়েন্ট বিশিষ্ট ওয়্যার অথবা থার্মিস্টর।	তাপমাত্রা এবং তাপমাত্রার প্রভাব, বিকিরিত তাপ।
হট ওয়্যার মিটার	গ্যাস প্রবাহের ফলে ইলেকট্রিক্যাল হিটেড তার।	প্রভাবের হার, টার্বুলেন্স, গ্যাস ডেনসিটি, ভ্যাকুয়াম।
রেজিস্ট্যান্স হাইগ্রোমিটার	ময়েশ্চারের জন্য কন্ডাকটিভ স্টিপের রেজিস্টিভিটি পরিবর্তিত হয়।	আপেক্ষিক আর্দ্রতা।
থার্মিস্টর রেডিও মিটার	থার্মিস্টর বলমিটারে রেডিয়েশন ফোকাস হয়।	মিসাইল এবং স্যাটেলাইট ট্র্যাকিং।
কন্টাক্ট থিকনেস গেজ	দু'টি কন্টাক্টের মধ্যকার রেজিস্ট্যান্স ম্যাটেরিয়ালের পুরুত্বের উপর নির্ভর করে।	সিটের পুরুত্ব, লিকুইড লেভেল।
ফটোকন্ডাকটিভ সেল	আপাতন বিকিরণের উপর সার্কিটের সেলের রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তিত হয়।	আলোক সেনসিটিভিটির অথবা ইনফ্রারেড রেডিয়েশনকে অনুভব করা।
ফটোইমিসিভ এবং ফটো-মাল্টিপ্লায়ার টিউব	রেডিয়েশন এর জন্য ইলেকট্রন বিচ্ছুরণ হয় এবং কারেন্ট প্রবাহিত হয়।	ফটোসেনসিটিভ রিলে।
আয়োনাইজেশন গেজ	আয়োনাইজেশন দ্বারা ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়।	রেডিয়েশন এবং পার্টিক্যাল গণনা, ভ্যাকুয়াম।
ভেরিয়্যাবল ইন্ডাকট্যান্স ঃ এয়্যার গ্যাপ গেজ	ম্যাগনেটিক পাথকে পরিবর্তন করে সেল্‌ফ অথবা মিউচুয়াল ইন্ডাকট্যান্স পরিমাপ করা হয়।	প্রশস্ততা, বিচ্যুতি এবং চাপ।
রিলাকট্যান্স পিকআপ	অবস্থান অথবা ম্যাটেরিয়ালকে পরিবর্তিত করে ম্যাগনেটিক সার্কিটের রিলাকট্যান্স পরিবর্তন করা হয়।	পজিশন, বিচ্যুতি ফনোগ্রাফ পিকআপ, ভাইব্রেশন, প্রেসার।
এডি কারেন্ট গেজ	এডি কারেন্ট প্লেটের অবস্থানকে পরিবর্তন করে এসি কয়েলের ইন্ডাকট্যান্সকে পরিবর্তন করা হয়।	প্রশস্ততা, বিচ্যুতি।
ডিফারেনশিয়াল ট্র্যান্সফরমার	চলমান ম্যাগনেটিক কোর বিশিষ্ট ডিফারেনশিয়াল সেকেন্ডারি সম্বলিত ট্রান্সফরমার।	বিচ্যুতি, পজিশন, প্রেসার, বল।

শ্রেণিবিভাগ এবং উদাহরণ	ডিভাইসের প্রকৃতি	পরিমাপকৃত রাশি এবং ব্যবহার
ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেজ	প্রেসার এবং স্ট্রেস দ্বারা ম্যাগনেটিক বৈশিষ্ট্যাবলি পরিবর্তিত হয়।	শব্দ, প্রেসার, বল।
হল ইফেক্ট পিক আপ	সেমিকন্ডাক্টরের মধ্য দিয়ে সমকোণে ভোল্টেজ উৎপাদনের জন্য ম্যাগনেটিক ফিল্ড দেয়া হয়।	ফিল্ড স্ট্রেংথ কারেন্ট।
ভেরিয়্যাবল ক্যাপাসিট্যান্স ঃ অ্যাডজাস্টেবল ক্যাপাসিটর	মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং ক্ষেত্রফল পরিবর্তনের মাধ্যমে ইলেকট্রোডের ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তিত হয়।	বিচ্যুতি, প্রেসার।
কনডেনসার মাইক্রোফোন	ডায়াফ্রাম এবং ফিক্সড ইলেকট্রোডের মধ্যকার ক্যাপাসিট্যান্স সাউন্ড প্রেসার দ্বারা পরিবর্তিত হয়। ডাই-ইলেকট্রিক পরিবর্তনের মাধ্যমে ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তিত হয়।	স্পীচ এবং মিউজিক নয়েজ, ভাইব্রেশন।
ডাই-ইলেকট্রিক গেজ	ডাই-ইলেকট্রিক পরিবর্তনের মাধ্যমে ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তিত হয়।	লিকুইড লেভেল, প্রশস্ততা।
অ্যাকটিভ	সেল্ফ জেনারেটিং ট্রান্সডিউসার	এক্সটারনাল পাওয়ারের প্রয়োজন হয় না।
মুভিং কয়েল জেনারেটর	আউটপুট ভোল্টেজ পরিবর্তন করে ম্যাগনেট এবং কয়েল-এর তুলনামূলক অবস্থান পরিবর্তন করা হয়।	ভাইব্রেশন ভেলোসিটি, বিচ্যুতির গতি।
থার্মোকাপল এবং থার্মোপাইল	বিপরীত মেটাল এর জোড়া অথবা বিভিন্ন তাপমাত্রার সেমিকন্ডাক্টর।	তাপমাত্রার পরিবর্তন রেডিয়েশন তাপমাত্রার প্রবাহ।
পিজোইলেকট্রিক পিকআপ	কোয়ার্টজ অথবা অন্যান্য ক্রিস্টাল, যা চাপ, মোচড় অথবা বাঁকানোর মাধ্যমে কাজ করে।	ভাইব্রেশন, অ্যাক্সিলারেশন, সাউন্ড প্রেসার ভাইব্রেশন।
ফটোভোল্টাইক সেল	এখানে সেমিকন্ডাক্টর সেল দ্বারা লেয়ার তৈরি করা হয় এবং আলো থেকে ভোল্টেজ উৎপাদন করানো হয়।	এক্সপোজার মিটার লাইট মিটার সোলার ব্যাটারিজ।

১.৩ ট্রান্সডিউসার ও সেন্সরের মধ্যে পার্থক্য (Difference between transducers and sensors) ঃ

Sensors হলো একটি বিশেষ ঘটনা (event)-এর সাথে যোগাযোগ কিংবা কোন বিশেষ event-কে বাছাই করা। অপরপক্ষে, Transducer একটি Sensing mission সম্পাদনের মাধ্যমে ইহার ইনপুটকে অন্যরূপে আউটপুটে রূপান্তরিত করে।

Sensors ও Transducer-এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য পার্থক্যগুলো তুলনামূলকভাবে নিচে দেওয়া হল ঃ

সেন্সর (Sensor)	ট্রান্সডিউসার (Transducer)
(i) ইহা শুধুমাত্র কোন event-কে detect করে।	(i) ইহা এক প্রকারের শক্তিকে অন্য প্রকারে রূপান্তরিত করে।
(ii) সেন্সর কন্ট্রোল সিস্টেমের ইনপুটে ব্যবহৃত একটি সেন্সিং এলিমেন্ট।	(ii) ট্রান্সডিউসার ইনস্ট্রুমেন্টেশন ও কন্ট্রোল সিস্টেমে ইনপুট ও আউটপুটে ব্যবহৃত হয়।
(iii) সেন্সরের আকার সাধারণত ছোট হয়ে থাকে এবং কম এনার্জি বহন করে।	(iii) ট্রান্সডিউসারের আকার ছোট বা বড় হয়ে থাকে এবং বেশি এনার্জি বহন করে।
(iv) কোন আকৃতির পরিবর্তন ঘটায় না।	(iv) আকৃতির পরিবর্তন ঘটায়।
(v) ইহা প্রাথমিক উপাদান (Primary element)।	(v) ইহা সেকেন্ডারি ডিভাইস।
(vi) সেন্সরের সবসময় ইলেকট্রিক আউটপুট হয়।	(vi) ট্রান্সডিউসারের সবসময় ইলেকট্রিক্যাল আউটপুট হয় না।
(vii) সকল সেন্সর ট্রান্সডিউসার হিসেবে পরিচিত।	(vii) সকল ট্রান্সডিউসার সেন্সর নয়।

১.৪ ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারের প্যারামিটার (Parameters of electrical transducers) ঃ

ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার ঃ যে সকল ট্রান্সডিউসার মেকানিক্যাল বা ভৌতিক পরিমাণকে ইলেকট্রিক্যাল পরিমাণে পরিণত করে, তাকে ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলে।

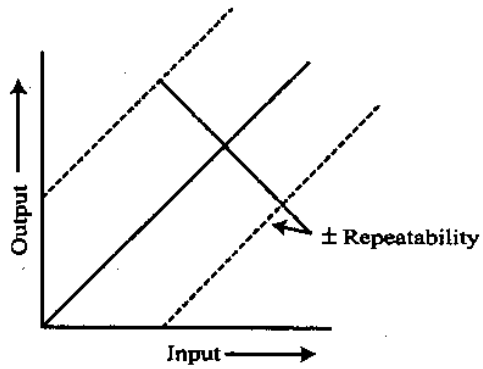
কোন বাহ্যিক (External) পাওয়ার সোর্স ছাড়া ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারের যে অংশটি মেকানিক্যাল বা ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটিকে অন্য আর একটি ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটিতে রূপান্তরিত করে, তাকে অ্যাকটিভ এলিমেন্ট বলে এবং যে অংশটি উক্ত রূপান্তরিত ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটিকে ইলেকট্রিক্যাল কোয়ান্টিটিতে রূপান্তরিত করে, তাকে প্যাসিভ এলিমেন্ট বলে এবং অ্যাকটিভ এলিমেন্টকে ট্রান্সডিউসারের সেন্সিং বা ডিটেক্টর এলিমেন্ট বলা হয়।

ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারের প্যারামিটারগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। **লিনিয়ারিটি (Linearity) ঃ** ভৌতিক প্যারামিটার (চাপ, তাপ, কম্পন) এবং প্রাপ্ত রূপান্তরিত বৈদ্যুতিক সিগন্যালের মধ্যে রৈখিক (Linear) সম্পর্ক থাকতে হবে।

২। **স্পর্শকাতরতা (Sensitivity) ঃ** ভৌতিক প্যারামিটারের (Physical parameter) প্রতি একক পরিবর্তনের ফলে ইলেকট্রিক্যাল আউটপুটকে সেনসিটিভিটি বলে। (যেমন– টেম্পারেচার সেন্সরের ক্ষেত্রে V/°C) ট্রান্সডিউসারের জন্য উচ্চমানের সেনসিটিভিটি কাম্য।

৩। **গতিময় রেঞ্জ (Dynamic range) ঃ** ট্রান্সডিউসারের অপারেটিং রেঞ্জ প্রশস্ত (Wide) হতে হবে, যাতে পরিমাপিত অবস্থায় বিস্তৃত রেঞ্জ ব্যবহার করা যায়।



চিত্র ঃ ১.৪

৪। **রিপিটেবিলিটি (Repeatability) ঃ** একটি প্রদত্ত ইনপুট পরিমাণকে (ভোল্টেজ, কারেন্ট ফ্রিকুয়েন্সি ইত্যাদি) বার বার পরিমাপ করে একই মান কিংবা একই মানের কাছাকাছি পরিমাপ পাওয়া গেলে তাকে পরিমাপের রিপিটেবিলিটি বৈশিষ্ট্য বলে। চিত্র-১.৪-এ Repeatability দেখানো হলো ঃ

ইহা অপারেশনের নির্ভরযোগ্যতাকে নিশ্চিত করে।

৫। **ভৌতিক আকার (Physical size) ঃ** ট্রান্সডিউসারের ওজন, আয়তন নিম্নমানের হতে হবে, যাতে ইহার উপস্থিতি চলমান পরিমাপ পদ্ধতিতে ব্যাঘাত ঘটাতে না পারে।

● **ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারের বৈশিষ্ট্যসমূহ ঃ**

১। অ্যামপ্লিফিকেশন ও অ্যাটিনিউয়েশন সহজ।

২। ভর জড়তা (Mass-inertia) কম।

৩। ঘর্ষণজনিত বিক্রিয়া কম।

৪। আউটপুটকে মডুলেশন, ট্রান্সমিশন সহজ।

৫। দূরবর্তী স্থান থেকে সেন্সরের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

৬। ইহার আউটপুট নিয়ন্ত্রণ, ডিসপ্লে, রেকর্ডিং সহজ।

৭। ইহাতে সিগন্যাল কন্ডিশনিং ও প্রসেসিং সহজতর।

১.৫ ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ (Factors to be considerd in selecting a transducer) ঃ

ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে নিচের বিষয়গুলোর (Factors) উপর লক্ষ রাখতে হবে। যথা ঃ

১। **অপারেটিং রেঞ্জ (Operating Range) ঃ** এখানে আকাঙ্ক্ষিত রেঞ্জ এবং ভাল রেজোলুশন বিশিষ্ট ট্রান্সডিউসারকে নির্বাচন করতে হয়।

২। **সেনসিটিভিটি (Sensitivity) ঃ** প্রয়োজনীয় আউটপুট উৎপাদন করার ক্ষমতা থাকতে হবে এবং অল্পমানের পরিবর্তনের জন্যও সংবেদনশীলতা থাকতে হবে।

৩। **ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স এবং রেজোন্যান্ট ফ্রিকুয়েন্সি (Frequency response and resonant Frequency) ঃ** আকাঙ্ক্ষিত রেঞ্জের জন্য ফ্লাট রেসপন্স থাকতে হবে। অর্থাৎ নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে সমতল রেসপন্স থাকতে হবে।

৪। **পরিবেশগত সুসঙ্গমতা (Environmental Compatibility) ঃ** তাপমাত্রার পরিসীমা, ক্ষয়কর তরল, চাপ, শক, মিথস্ক্রিয়া, আকার এবং স্থাপনের সীমাবদ্ধতা থাকতে হবে।

৫। **সর্বনিম্ন সংবেদনশীলতা (Minimum sensitivity) ঃ** পরিমাপকৃত রাশির জন্য সর্বনিম্ন ও আকাঙ্ক্ষিত সংবেদনশীলতা থাকতে হবে।

৬। **অ্যাকুরেসি (Accuracy) ঃ** পর্যায়ক্রমিক এবং দাগাঙ্কিত ত্রুটি, যা সেনসিটিভিটির জন্য পাওয়া যায় তা কম থাকতে হবে।

৭। **লোডিং ইফেক্ট (Loading Effect) ঃ** ট্রান্সডিউসারকে লোডিং ইফেক্ট-মুক্ত রাখার জন্য অবশ্যই উচ্চ ইনপুট ইম্পিড্যান্স ও নিম্ন আউটপুট ইম্পিড্যান্স বিশিষ্ট হতে হবে।

৮। **অপ্রত্যাশিত সিগনালের জন্য স্পর্শকাতরতাবিহীন (Insensitivity to Unwanted Signals) ঃ** অপ্রয়োজনীয় বা অপ্রত্যাশিত সিগন্যালে ট্রান্সডিউসার যেন কোন রেসপন্স না করে বা সর্বনিম্ন রেসপন্স করে এবং প্রয়োজনীয় সিগন্যালের ট্রান্সডিউসার উচ্চ মানের সেনসিটিভিটি রেসপন্স করে।

৯। **স্ট্যাবিলিটি ও রিলাইয়্যাবিলিটি (Stability and Reliability) ঃ** ট্রান্সডিউসারকে অপারেশনের সময় এবং স্থায়িত্বের ক্ষেত্রে অবশ্যই স্ট্যাবল হতে হবে এবং ব্যবহারে বিশ্বস্ত হতে হবে।

১০। **ব্যবহার ও অসচেতনতা (Usage and Ruggedness) ঃ** ট্রান্সডিউসারকে যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক উভয় প্রকার ইনটেনসিটি বনাম আকার ও ওজনের জন্য অসহন হতে হবে।

১১। **ইলেকট্রিক্যাল বৈশিষ্ট্য (Electrical Aspects) ঃ** ট্রান্সডিউসার নির্বাচনে যে সমস্ত ইলেকট্রিক্যাল বিষয় বিবেচনা করতে হবে তা হলো– ক্যাবরের দৈর্ঘ্য কম হতে হবে, ব্যবহৃত অ্যামপ্লিফায়ারের সিগন্যাল টু নয়েজ রেশিও বেশি হতে হবে, ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্সের সীমাবদ্ধতা অবশ্যই বিবেচনা করতে হবে।

১.৬ প্রাইমারি ডিটেক্টর হিসেবে যান্ত্রিক ডিভাইস (Mechanical devices as primary detector) ঃ

মেকানিক্যাল সিস্টেম হতে তথ্য পাওয়ার জন্য যান্ত্রিক সরণ অথবা যান্ত্রিক বেগ ব্যবহার করা হয়। তাই সিস্টেমে মেকানিক্যাল সেন্সিং এলিমেন্টের খুবই প্রয়োজন।

মেকানিক্যাল সেন্সিং এলিমেন্ট হলো, যা ফোর্স কিংবা টর্ককে (Torque) সরণে রূপান্তরিত করে। একটি ডায়াফ্রাম (Diaphragm), ক্যাপসুল, ভাতি (Bellows) অথবা বার্ডন টিউব ইত্যাদি হলো যান্ত্রিক ডিভাইস, যা প্রাইমারি ডিটেক্টর হিসেবে কাজ করে চাপকে সরণে রূপান্তরিত করে।

বাইমেটালিক স্ট্রিপ তাপমাত্রাকে সরণে রূপান্তরিত করে। এভাবে অগণিত মেকানিক্যাল ডিভাইস আছে, যা চাপকে (Pressure) পরিমাপের জন্য সরণে (Displacement) রূপান্তরিত করে।

অগণিত মেকানিক্যাল কোয়ান্টিটি, যাদের পরিমাপ করা যায়, তাদের কিছু সংখ্যক তালিকা টেবিল-১.১-এ দেয়া হলো। একই সাথে পরিমাপের উদ্দেশ্যে তাদের মোড অব অপারেশনও দেয়া হলো ঃ

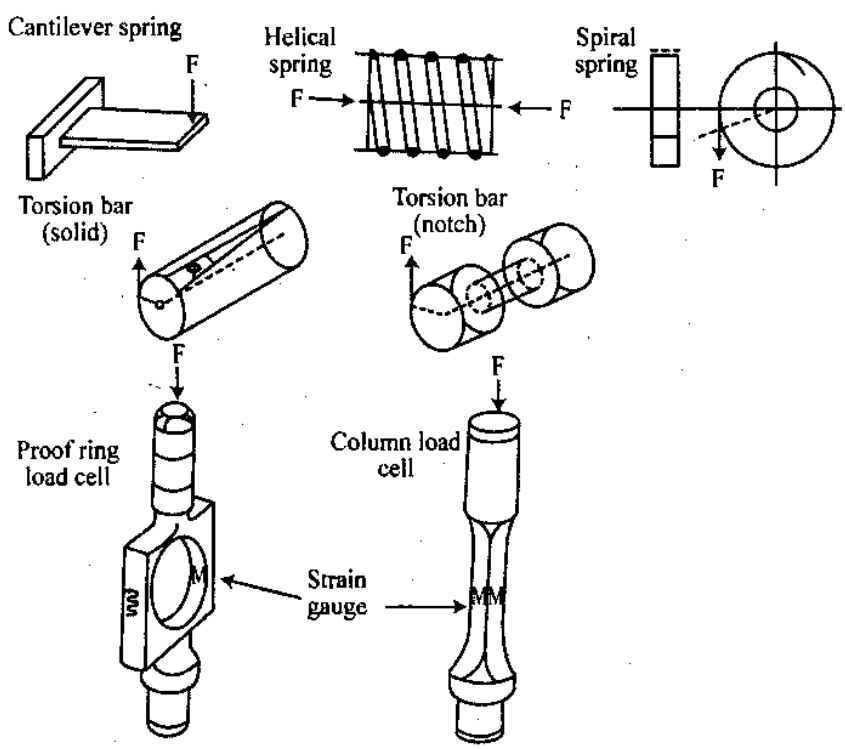
টেবিল ঃ ১.১

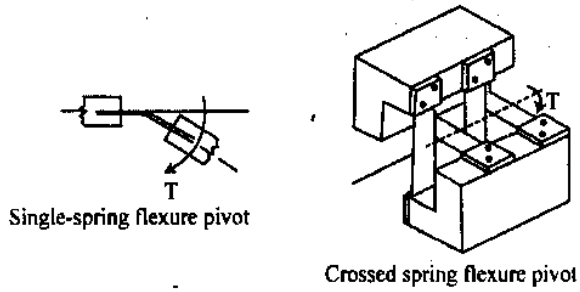
Type	Mode of Operation
A. Contacting spindle, pin or finger	Displacement to displacement
B. Elastic Member	
1. Prooving ring	Force to displacement.
2. Bourdon tube	Pressure to displacement.
3. Bellows	Pressure to displacement.
4. Diaphragm	Pressure to displacement.
5. Spring	Force to displacement.

Type	Mode of Operation
C. Mass	
1. Seismic mass	Forcing function to displacement.
2. Pendulum scale	Force to displacement.
3. Manometer	Pressure to displacement.
D. Thermal	
1. Thermocouple	Temperature to electric current.
2. Bimaterial	Temperature to displacement.
3. Temp-stik	Temperature to phase.
E. Hydropneumatic	
1. Static	
(a) Float	Fluid level to displacement.
(b) Hydrometer	Specific gravity to displacement.
2. Dynamic	
(a) Orifice	Velocity to pressure.
(b) Venturi	Velocity to pressure.
(c) Pitot tube	Velocity to pressure.
(d) Vanes	Velocity to force.
(e) Turbines	Linear to angular velocity.

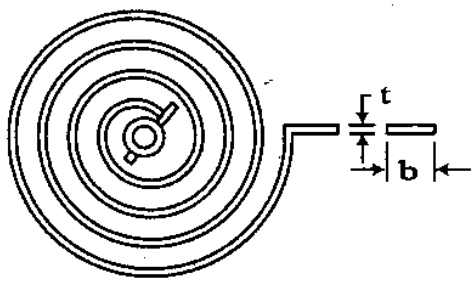
মেকানিক্যাল কোয়ান্টিটি হলো ফোর্স, চাপ, সরণ, তাপমাত্রা ইত্যাদি।

কতগুলো বহুল ব্যবহৃত মেকানিক্যাল ডিভাইসের চিত্র নিচে দেয়া হলো ঃ

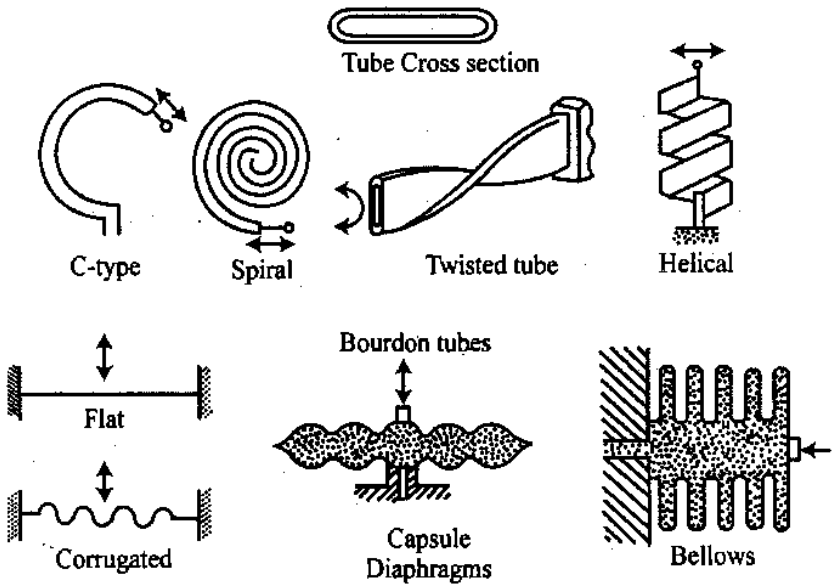




চিত্র ঃ ১.৫ Spring elements used for sensing force (F) or torque (T)



চিত্র ঃ ১.৬ Flat spiral spring



চিত্র ঃ ১.৭ Pressure sensitive primary devices

যে সব মেকানিক্যাল এলিমেন্ট প্রয়োগকৃত ফোর্সকে (Force) সরণে (Displacement) রূপান্তরিত করে, তাদের সচরাচর স্থিতিস্থাপক সদস্য (Elastic Member) বলে। বিভিন্ন ধরনের অসংখ্য স্থিতিস্থাপক সদস্য দৃষ্টিগোচর হয়। তাদেরকে মোটামুটি তিন ভাগে শ্রেণিভুক্ত করা যায়, যথা ঃ

(i) ডাইরেক্ট টেনশন অথবা কমপ্রেশন টাইপ

(ii) বেন্ডিং টাইপ

(iii) টরশন টাইপ।

১.৭ ট্রান্সডিউসারে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য বস্তু বা ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনা (Different electrical phenomena employed in transducer) ঃ

ট্রান্সডিউসারে ব্যবহৃত ইলেকট্রিক্যাল Phenomena-গুলোর নাম নিচে দেয়া হলো ঃ

(i) রেজিস্টিভ (Resistive)
(ii) ক্যাপাসিটিভ (Capacitive)
(iii) ইন্ডাকটিভ (Inductive)
(iv) ইলেকট্রোম্যাগনেটিক (Electromagnetic)
(v) পিজোইলেকট্রিক (Piezoelectric)
(vi) ফটোইমিসিভ (Photoemissive)
(vii) ফটোকন্ডাকটিভ (Photo-conductive)
(viii) ফটো-রেজিস্টিভ (Photo-resistive)
(ix) ফটোভোল্টাইক (Photovoltaic)
(x) ফ্রিকুয়েন্সি জেনারেটিং (Frequency generating)
(xi) পটেনশিওমেট্রিক (Potentiomatric)
(xii) থার্মো-ইলেকট্রিক (Thermo-electric)
(xiii) আয়োনাইজেশন (Ionization)।

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **Transducer বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৭, ১০, ১৪]
অথবা, ট্রান্সডিউসারের সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, Transducer কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, ট্রান্সডিউসার কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ যে Device এক energy-কে অন্য energy-তে রূপান্তরিত করে, তাকে Transducer বলে।

২। **Sensor বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, Sensor কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ যে element কোন physical quantity-এর আবেশে সাড়া জাগায়, তাকে Sensor বলে।

৩। **অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, কয়েকটি Active transducer-এর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, Active transducer কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ যে ট্রান্সডিউসার পরিচালনার জন্য কোন বাহ্যিক সোর্সের প্রয়োজন হয় না, যেমন–

১। থার্মোকাপল, ২। থার্মোপাইল,
৩। ফটোভোল্টাইক সেল, ৪। পিজোইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার।

৪। **প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১০]
অথবা, দুটি প্যাসিভ ট্রান্সডিসারের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ যে ট্রান্সডিউসারকে পরিচালনের জন্য বাহ্যিক উৎসের (External source) প্রয়োজন হয়, যেমন– রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজ, রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার, থার্মিস্টার ইত্যাদি।

৫। **লিকুইড লেভেল পরিমাপে ব্যবহৃত ট্রান্সডিউসারের নাম কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ ডাই-ইলেকট্রিক গেজ।

৬। **সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]

উত্তর ঃ যে ট্রান্সডিউসারের মাধ্যমে নন-ইলেকট্রিক্যাল রাশিকে ইলেকট্রিক্যাল রাশিতে রূপান্তর করা হয়, তাকে সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার বলে।

৭। **ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ যে ট্রান্সডিউসার ভৌতিক কোয়ান্টিটিকে ইলেকট্রিক্যাল আউটপুটে পরিণত করে, তাকে ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলে।

৮। **Sensor কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ Sensor কাজের (Action) ভিত্তিতে প্রধানত ৫ (পাঁচ) প্রকার ঃ

(i) Electrical
(ii) Electro-mechanical
(iii) Electromagnetic
(iv) Photonic
(v) Photovoltaic.

৯। **পরিমাপের Level নির্দেশ করতে ব্যবহৃত element কী?**

উত্তর ঃ Sensor.

১০। **ট্রান্সডিউসারের কয়টি এলিমেন্ট?**

উত্তর ঃ দুটি এলিমেন্ট ঃ

(i) সেন্সিং এলিমেন্ট,
(ii) ট্রান্সডাকশন এলিমেন্ট।

১১। **ট্রান্সডিউসারকে প্রধানত কয়ভাগে ভাগ করা যায়?**

উত্তর ঃ ট্রান্সডিউসারকে প্রধানত তিনভাগে ভাগ করা যায় ঃ

(i) মেকানিক্যাল ট্রান্সডিউসার
(ii) ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার
(iii) ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ট্রান্সডিউসার।

১২। **নয়েজ ও ভাইব্রেশন পরিমাপের জন্য কোন ধরনের ট্রান্সডিউসার ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ কনডেন্সার মাইক্রোফোন।

১৩। **ট্রান্সডিউসারের সেন্সিং এলিমেন্টের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ Physical quantity-এর পরিমাণ অনুযায়ী সাড়া দেয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ট্রান্সডিউসারের প্রধান কাজগুলো কী কী?**
অথবা, Transducer এর Transduction এর কাজ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ ট্রান্সডিউসারের প্রধান কার্যাবলি নিম্নরূপ ঃ

(i) কোন পরিমাপের উপস্থিতি, পরিবর্তন এবং ফ্রিকুয়েন্সি অনুভব করা;
(ii) সঠিক মানের ডিভাইস এবং সঠিক পদ্ধতি ব্যবহার করে ইলেকট্রিক্যাল আউটপুট উৎপাদন করা এবং সঠিকমানে ডাটাকে তৈরি করে, তাকে পরিমাপযোগ্য করে তোলা।

২। **ট্রান্সডিউসারে পরিমাপকৃত পাঁচটি ভৌতিক কোয়ান্টিটির নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ (i) আলো (ii) ভাইব্রেশন, কম্পন
(iii) তাপ (iv) চাপ, বল
(v) শব্দ।

৩। **ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]
অথবা, Transducer নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫]
অথবা, ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১২]

উত্তর ঃ বিবেচ্য বিষয়সমূহ নিম্নরূপ ঃ

(i) অপারেটিং রেঞ্জ
(ii) সেনসিটিভিটি
(iii) ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স এবং রেজোন্যান্ট ফ্রিকুয়েন্সি
(iv) পরিবেশগত সুসঙ্গমতা
(v) সর্বনিম্ন সংবেদনশীলতা
(vi) অ্যাকুরেসি
(vii) ব্যবহার এবং অমসৃণতা
(viii) ইলেকট্রিক্যাল প্যারামিটার।

৪। **মেকানিক্যাল সেন্সিং এলিমেন্টের প্রয়োজন কেন?** [বাকাশিবো-২০০৯]
অথবা, মেকানিক্যাল বা প্রাইমারি সেন্সিং এলিমেন্টের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ মেকানিক্যাল সিস্টেম হতে তথ্য পাওয়ার জন্য যান্ত্রিক সরণ অথবা যান্ত্রিক বেগ ব্যবহার করা হয়। তাই সিস্টেমে মেকানিক্যাল সেন্সিং এলিমেন্টের প্রয়োজন, যেমন– স্প্রিং, ডায়াফ্রাম, ক্যাপসুল, বাইমেটালিক স্ট্রিপ, বার্ডন টিউব ইত্যাদি।

৫। **Transducer এর ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনাগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১৪]

উত্তর ঃ ট্রান্সডিউসারে ব্যবহৃত ইলেকট্রিক্যাল Phenomena-গুলোর নাম নিচে দেয়া হলো ঃ

(i) রেজিস্টিভ (Resistive)
(ii) ক্যাপাসিটিভ (Capacitive)
(iii) ইন্ডাকটিভ (Inductive)
(iv) ইলেকট্রোম্যাগনেটিক (Electromagnetic)
(v) পিজোইলেকট্রিক (Piezoelectric)
(vi) ফটোইমিসিভ (Photo emissive)
(vii) ফটোকন্ডাকটিভ (Photoconductive)
(viii) ফটো-রেজিস্টিভ (Photo-resistive)
(ix) ফটোভোল্টাইক (Photovoltaic)
(x) ফ্রিকুয়েন্সি জেনারেটিং (Frequency generating)
(xi) পটেনশিওমেট্রিক (Potentiomatric)
(xii) থার্মো-ইলেকট্রিক (Thermo-electric)
(xiii) আয়োনাইজেশন (Ionization)।

৬। **সেন্সর দ্বারা পরিমাপিত Physical Quantity-গুলো কী কী?**

উত্তর ঃ সেন্সর দ্বারা পরিমাপিত Physical Quantity অসীম। তন্মধ্যে প্রধান প্রধান কয়েকটি উল্লেখ করা হলো ঃ টর্ক, কম্পন, তাপমাত্রা, আলো, আর্দ্রতা, চাপ, গতি ইত্যাদি।

৭। **Sensor ও Transducer এর মধ্যে পাঁচটি প্রধান পার্থক্য উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ নিম্নে Sensor ও Transducer এর মধ্যে পার্থক্য দেয়া হল ঃ

সেন্সর (Sensor)	ট্রান্সডিউসার (Transducer)
(i) ইহা এক প্রকার element। এতে প্রত্যেক sensor- এ Transducer-এর প্রয়োজন নাই।	(i) ইহা এক প্রকার Device। এতে প্রত্যেক Transducer-এ sensor এর প্রয়োজন।
(ii) ইহা কোন quantity-এর পরিমাণ অনুযায়ী সাড়া দেয়।	(ii) ইহা এক প্রকার energy-কে অন্য প্রকারে রূপান্তর করে।
(iii) System-এর প্রাইমারি উপাদান।	(iii) System-এর চূড়ান্ত ফলাফল প্রদানকারী device।
(iv) এতে সবসময় electrical output থাকে।	(iv) এতে সবসময় electrical output নাও থাকতে পারে।

৮। **অপারেশন (Operation) ও পাওয়ার উৎপাদনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত ট্রান্সডিউসারগুলোর নাম কী?**

উত্তর ঃ পাওয়ার উৎপাদনের ভিত্তিতে ট্রান্সডিউসারের নাম নিম্নরূপ ঃ

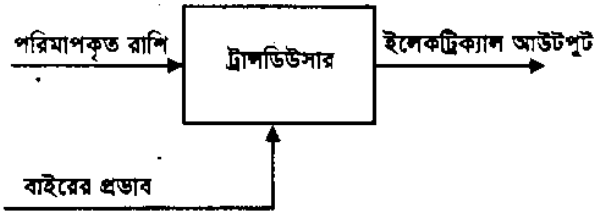
(i) অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার
(ii) প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার।

অপারেশনের (Operation) ক্ষেত্রে ট্রান্সডিউসারের নাম নিম্নরূপ ঃ

(i) প্রাইমারি ট্রান্সডিউসার
(ii) সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার।

৯। ব্লক চিত্রে ট্রান্সডিউসারের প্রাথমিক কাজগুলো দেখাও।

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ ট্রান্সডিউসারের ব্লক চিত্র

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ট্রান্সডিউসারকে কত ভাগে ভাগ করা যায়? ইহার বিভিন্ন শ্রেণিবিভাগগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১২]
অথবা, ট্রান্সডিউসারে শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
অথবা, ট্রান্সডিউসারের শ্রেণিবিভাগ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। ট্রান্সডিউসারে ব্যবহৃত বিভিন্ন ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩। প্রাইমারি ডিটেক্টরের প্রয়োজনীয়তা কী? ১০টি প্রাইমারি ডিটেক্টরের নাম, পরিমাপের উদ্দেশ্য ও মোড অব অপারেশন ইত্যাদি উল্লেখ করে একটি তালিকা তৈরি কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? ব্লক চিত্রের সাহায্যে ইহার কার্যাবলির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। দশটি ট্রান্সডিউসারের উদাহরণ দিয়ে প্রকৃতি ও প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিভিন্ন বিবেচ্য বিষয়সমূহ বিস্তারিতভাবে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। মেকানিক্যাল ডিভাইস ও প্রাইমারি ডিটেক্টরের মধ্যে পার্থক্য কী? কয়েকটি বহুল ব্যবহৃত মেকানিক্যাল ডিভাইসের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Sensor ও ট্রান্সডিউসারের পার্থক্যসমূহ উদাহরণ সহকারে বিস্তারিতভাবে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Electrical transducer-এর Parameter-গুলো লেখে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

অধ্যায় ২ প্যাসিভ ট্রান্সডিউসারের বিশেষ ধরন (Features of passive transducers)

২.১ বিভিন্ন প্রকার রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি (Operation of different types of resistive transducers) ঃ

যে ট্রান্সডিউসারে পদার্থের ভৌতিক কাঠামো (দৈর্ঘ্য, ব্যাস, প্রস্থচ্ছেদ) পরিবর্তনের ফলে রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন হয়, তাকে রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার বলে। রেজিস্ট্যান্সের মান পরিবর্তনের ফলে পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন, সরণ (Displacement) পরিমাপের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

কোন পরিবাহী কিংবা অর্ধ পরিবাহী পদার্থে টান (Strain) প্রয়োগ করলে তাদের রেজিস্টিভিটির পরিবর্তন হয়। এই নীতির উপর ভিত্তি করে স্ট্রেইন গেজ (Strain gauge) কাজ করে। এই নীতি সরণ (Displacement), বল (Force) এবং চাপ (Pressure) পরিমাপ করতে ব্যবহার করা হয়। উষ্ণতা পরিবর্তনের ফলে পদার্থের রেজিস্টিভিটির পরিবর্তন হয়। পদার্থের এই গুণকে তাপমাত্রা পরিমাপে কাজে লাগানো হয়।

ধাতব পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স নিম্নের সূত্রের সাহায্যে পাওয়া যায় বা নির্ণয় করা যায়। অর্থাৎ পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স,

$$R = \rho \frac{L}{A} \Omega$$

যেখানে, L = পরিবাহীর দৈর্ঘ্য (m)

A = পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (m^2)

ρ = পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ (Ω-m)

উক্ত সূত্র হতে দেয়া যায়, ট্রান্সডিউসারের রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তনের জন্য L অথবা A অথবা উভয়টিই পরিবর্তনের মাধ্যমে সাধন করা যেতে পারে। দৈর্ঘ্যে পরিবর্তনের মাধ্যমে রেজিস্ট্যান্সের মানের পরিবর্তন সরল রৈখিক বা কৌণিক সরণের মাধ্যমে করা যেতে পারে। এর জন্য প্রয়োজন আউটপুটের সাথে সংযুক্ত একটি স্লাইডিং কন্টাক্টের। স্লাইডিং কন্টাক্টের পরিবর্তনের মাধ্যমে রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন করা যায় বলে এ ধরনের ট্রান্সডিউসারকে কোন যন্ত্র বা বস্তুর সরণ পরিমাপে ও নিয়ন্ত্রণে এবং চাপ পরিমাপে ব্যবহার করা যায়।

রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার বিভিন্ন প্রকার হয়ে থাকে। তন্মধ্যে নিচের তিনটি বেশি ব্যবহৃত হয় ঃ

১। পটেনশিওমিটার (Potentiometer)

২। রেজিস্ট্যান্স প্রেসার ট্রান্সডিউসার (Resistance pressure Transducer)

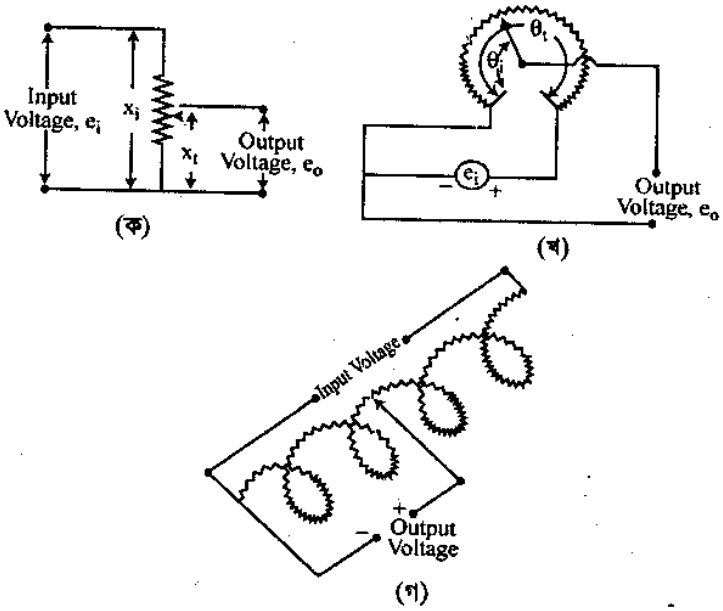
৩। রেজিস্টিভ পজিশন ট্রান্সডিউসার (Resistive position Transducer)।

পটেনশিওমিটার (Potentiometer) ঃ

পটেনশিওমিটার বা পটেনশিওমেট্রিক ট্রান্সডিউসার একটি প্যাসিভ টাইপ ট্রান্সডিউসার। এতে বাহ্যিক সরবরাহের প্রয়োজন হয়। একটি রেজিস্টিভ পদার্থ ও স্লাইডিং কন্টাক্ট (Wiper) দ্বারা এ ধরনের ট্রান্সডিউসার গঠিত হয়। স্লাইডিং কন্টাক্ট তিন ধরনের হতে পারে, যা চিত্র ২.১ (ক), (খ), (গ)-তে দেখানো হলো।

এখানে ট্রান্সলেটরি রেজিস্টিভ ডিভাইস লিনিয়ার সরণ পরিমাপে, রোটেশনাল রেজিস্টিভ ডিভাইস কৌণিক সরণ পরিমাপে এবং হেলিক্যাল টাইপ রেজিস্টিভ ডিভাইস উপরোক্ত উভয় পরিমাপের ক্ষেত্রে ব্যবহার হয়।

চিত্রে ট্রান্সলেশন POT ও রোটারি POT দেখানো হল। ট্রান্সলেশনাল POT শ্যাফট, ইউফার ম্যানড্রিল, রেজিস্ট্যান্স ওয়্যার সমন্বয়ে তৈরি। আর রোটারি POT ও রেজিস্ট্যান্স ওয়্যার, ম্যানড্রিল, শ্যাফট, ইউফার সমন্বয়ে তৈরি।



চিত্র ঃ ২.১ (ক) ট্রান্সলেটরি টাইপ (খ) রোটেশনাল টাইপ (গ) হেলিপট

প্রত্যেকটিরই তিনটি টার্মিনাল আছে; এর দুটি টার্মিনালে ফিক্সড বা স্থির মানের রেজিস্ট্যান্স পাওয়া যায় আর ফিক্সড টার্মিনালের যে কোন একটি সাথে স্লাইডিং কন্টাক্টের সাথে সংযুক্ত টার্মিনারের মধ্যকার রেজিস্ট্যান্সর মান পরিবর্তনশীল। ফিক্সড টার্মিনালদ্বয়ে বৈদ্যুতিক উৎস থেকে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ (e_i) সরবরাহ করে আউটপুটে পরিবর্তশীল ভোল্টেজ (e_o) পাওয়া যায়। রেজিস্ট্যান্স তারের মোট দৈর্ঘ্য x_t ও রোধ R_t এবং পরিবর্তনশীল মানের রোধ R_i ও দৈর্ঘ্য x_i হলে আউটপুট ভোল্টেজের মান নিম্নলিখিত সূত্রের মাধ্যমে পাওয়া যায়। অর্থাৎ আউটপুট ভোল্টেজ,

$$e_o = \left(\frac{x_i}{x_t}\right) e_i$$

বা, $\frac{e_o}{e_i} = \frac{x_i}{x_t}$

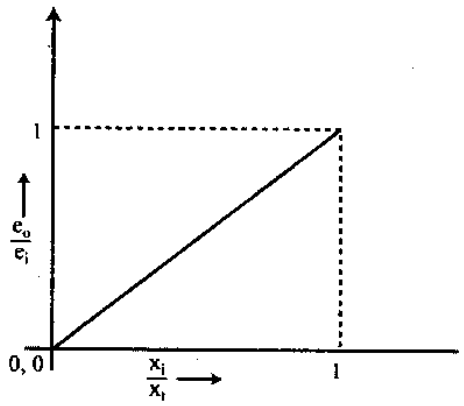
এই সম্পর্ক লিনিয়ার POT এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

আদর্শ অবস্থায় আউটপুট ভোল্টেজ সরণের সাথে সরল সমানুপাতিক সম্পর্ক প্রকাশ করে।

পটেনশিওমিটারের সেনসিটিভিটি,

$$S = \frac{\text{আউটপুট ভোল্টেজ}}{\text{শূন্য অবস্থান হতে স্লাইডিং কন্টাক্টের সরণ}} = \frac{e_o}{x_i}$$

আদর্শ অবস্থায় সেনসিটিভিটি S ধ্রুব এবং আউটপুট ইনপুটের সাথে লিনিয়ার সম্পর্ক সৃষ্টি করে। একই সম্পর্ক রোটেশনাল গতির ক্ষেত্রেও সমান সত্য।



চিত্র ঃ ২.২ পটেনশিওমিটারের বৈশিষ্ট্য রেখা

অনুরূপভাবে, অ্যাঙ্গুলার পটের ক্ষেত্রে আউটপুট ভোল্টেজ,

$$e_o = \left(\frac{\theta_i}{\theta_t}\right) e_i$$

বা, $\frac{e_o}{e_i} = \frac{\theta_i}{\theta_t}$; যেখানে θ_t = রোটারি POT এর মোট কৌণিক সরণ, রেডিয়ান এবং θ_i = শূন্য অবস্থান হতে উইপারের সরণ, রেডিয়ান।

এ ধরনের ট্রান্সডিউসারের সুবিধা ও অসুবিধা ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১। খরচ কম,

২। পরিচালনা (Operate) সহজ,

৩। বড় মানের সরণ পরিমাপে কার্যকর,

৪। বৈদ্যুতিক দক্ষতা খুব উচ্চ।

অসুবিধা ঃ

১। স্লাইডিং কন্টাক্ট চলাচলের জন্য বড় বলের (force) প্রয়োজন।

২। স্লাইডিং কন্টাক্ট ভেঙ্গে যেতে পারে কিংবা অসজ্জিত (misaligned) হয়ে যেতে পারে।

রেজিস্ট্যান্স প্রেসার ট্রান্সডিউসার (Resistance pressure Transducer) ঃ

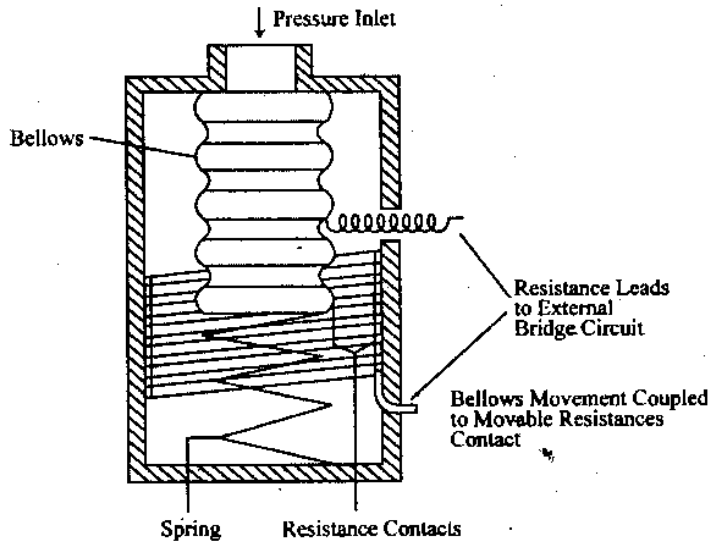
চাপের পরিবর্তনের ফলে ট্রান্সডিউসারের সেন্সিং উপাদানের রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন ঘটে।

এই নীতির উপর ভিত্তি করে এ ধরনের ট্রান্সডিউসার কাজ করে।

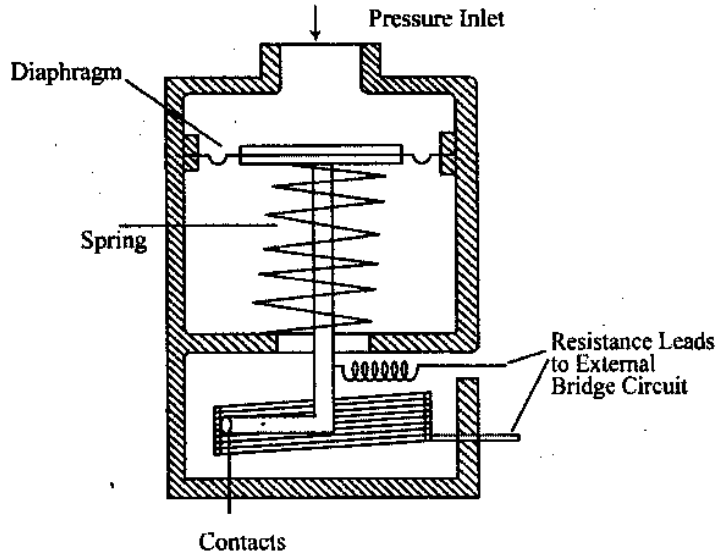
রেজিস্ট্যান্স প্রেসার ট্রান্সডিউসার দুই প্রকারের হয়ে থাকে। যথা ঃ

১। ইলেকট্রোমেকানিক্যাল রেজিস্ট্যান্স ট্রান্সডিউসার ঃ এতে চাপ, পীড়ন, অবস্থান, সরণ কিংবা অন্য যান্ত্রিক কম্পনকে পরিবর্তনশীল রেজিস্টরে প্রয়োগ করা হয়।

২। স্ট্রেইন গেজ (Strain gauge) ঃ এতে রেজিস্ট্যান্সের উপর সরাসরি পীড়ন (Stress) প্রয়োগ করা হয়। ইহা সাধারণভাবে পীড়ন এবং সরণ (Stress & displacement) ইনস্ট্রুমেন্টেশনের ক্ষেত্রে বেশি ব্যবহার হয়। চাপ প্রয়োগ উপযোগী যান্ত্রিক সজ্জার উপর ভিত্তি করে সংবেদনশীল রেজিস্টিভ উপাদান নির্বাচন করা হয়। চিত্র ঃ ২.৩-এ এই ধরনের ট্রান্সডিউসারের দু'টি পদ্ধতি দেখানো হল। উভয় পদ্ধতিতে চাপের ফলে রেজিস্টিভ উপাদানের পরিবর্তন ঘটে।



(ক)



(খ)

চিত্র ঃ ২.৩ রেজিস্ট্যান্স প্রেসার ট্রান্সডিউসার (ক) বেলোজ টাইপ, (খ) ডায়াফ্রাম টাইপ

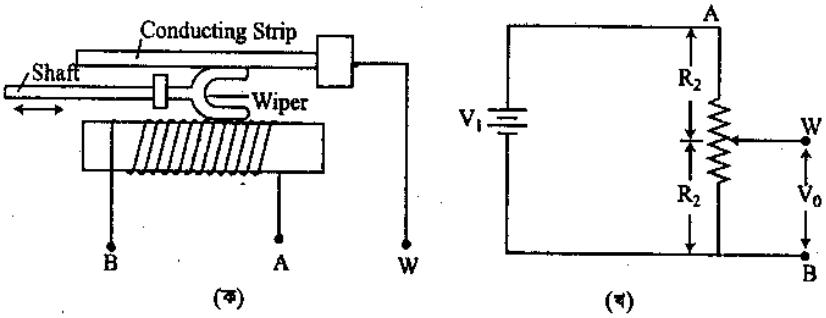
চিত্র ঃ ২.৩(ক)-তে দেখানো ট্রান্সডিউসারকে বিলজ টাইপ এবং চিত্র ঃ ২.৩(খ)-তে দেখানো ট্রান্সডিউসারকে ডায়াফ্রাম টাইপ (Diaphragam Type) বলে।

উভয় ক্ষেত্রে চাপের পরিবর্তনে রেজিস্টিভ উপাদান নড়াচড়া করে, ফলে রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন ঘটে। এই রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তনকে ব্রীজ বর্তনীতে প্রয়োগ করে আউটপুটে এসি কিংবা ডিসি সিগন্যালের মাধ্যমে চাপের নির্দেশনা (Pressure indication) নির্ধারণ করা হয়।

রেজিস্টিভ পজিশন ট্রান্সডিউসার (Resistive position Transducer) ঃ

পরিমাপনাধীন ভৌতিক ভেরিয়্যাবল (Physical variable) সংবেদনশীল উপাদানে (sensing element) রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন ঘটায়। এই নীতির উপর ভিত্তি করে এ ধরনের ট্রান্সডিউসার কাজ করে। শিল্পকারখানায় পরিমাপ এবং নিয়ন্ত্রণ কাজে কোন বস্তুর অবস্থান অথবা ঐ বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্দেশ ও পরিমাপের জন্য এ ধরনের ট্রান্সডিউসার ব্যবহার হয়। পরিমাপকৃত কিংবা পর্যবেক্ষণকৃত বস্তুর সাথে রেজিস্টিভ উপাদান ও স্লাইডিং কন্টাক্ট বা ওয়াইপার (Wiper) সংযোগ করে অবস্থান (Position) ও সরণ পরিমাপের ক্ষেত্রে এ ধরনের ট্রান্সডিউসার ব্যবহৃত হয়। এভাবে স্লাইডার এবং রেজিস্টিভ উপাদানের এক প্রান্তের রোধের উপর বস্তুর (Object) অবস্থান নির্ভর করে।

চিত্র ঃ ২.৪ (ক)-তে এ ধরনের ট্রান্সডিউসারের গঠন এবং চিত্র ঃ ২.৪ (খ)-তে ইহা ব্যবহারের প্রচলিত পদ্ধতি দেখানো হল।



চিত্র ঃ ২.৪ (ক) রেজিস্ট্যান্স পজিশন ট্রান্সডিউসার (খ) সার্কিট ডায়াগ্রাম

ট্রান্সডিউসারের আউটপুট ভোল্টেজ ওয়াইপার (Wiper)-এর অবস্থানের উপর নির্ভর করে (এবং শ্যাফটের অবস্থানের ফাংশন হিসাবে প্রকাশ করা হয়)। এই ভোল্টেজ সেন্টিমিটার স্কেলে ক্যালিব্রেটেড ভোল্টমিটারে প্রয়োগ করে প্রদর্শন করানো হয়।

২.২ স্ট্রেইন গেইজের মূলনীতি (Basic principle of strain gauge) ঃ

স্ট্রেইন গেজ (Strain gauge) ঃ স্ট্রেইন গেজ হল এমন এক প্রকার প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার, যার উপর প্রয়োগকৃত চাপ (Strain)-এর পরিবর্তনের সাথে সাথে এর রেজিস্ট্যান্সও পরিবর্তন হয়। স্ট্রেইন গেজ মূলত $25\mu m$ ব্যাসের একটি চিকন তার, যার উপর চাপ (Strain) প্রয়োগ করলে ইহার দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল পরিবর্তন হয়, ফলে ইহার রেজিস্ট্যান্সও পরিবর্তন হয়।

স্ট্রেইন গেজের ওপর পজিটিভ স্ট্রেইন প্রয়োগ করা হলে স্ট্রেইন গেজের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় এবং এর ক্রস সেকশন হ্রাস পায়। যেহেতু পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স এর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক ও এর ক্রসসেকশনের উল্টানুপাতিক তার ফলে পজিটিভ স্ট্রেইন প্রয়োগ কালে পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায়। স্ট্রেইন প্রয়োগের ফলে পরিবাহীর আকার পরিবর্তনের তুলনায় রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তনের মাত্রা অনেক বেশি। এই বেশি পরিবর্তনের কারণ হলো রেজিস্টিভিটির পরিবর্তনের ফল। এই বৈশিষ্ট্যই পিজো-রেজিস্টিভ ইফেক্ট।

ধরি, চিকন তারের দৈর্ঘ্য = L

তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = A

তারের রেজিস্টিভিটি (স্পেসিফিক রেজিস্ট্যান্স) = ρ

ফলে রেজিস্ট্যান্স, $R = \frac{\rho L}{A}$

স্ট্রেইন গেজের প্রকারভেদ ঃ

বেইস বোর্ড এর উপর তার বসানোর উপর ভিত্তি করে স্ট্রেইন গেজকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা–

১। বন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজ (Bonded type strain gauge),

২। আনবন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজ (Unbonded type strain gauge)।

বন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজকে আবার চার ভাগে ভাগ করা যায়, যথা–

১। লিনিয়ার টাইপ স্ট্রেইন গেজ (Linear type strain gauge),

২। টর্ক টাইপ স্ট্রেইন গেজ (Torque type strain gauge),

৩। হেলিক্যাল টাইপ স্ট্রেইন গেজ (Helical type strain gauge),

৪। রোসেট টাইপ স্ট্রেইন গেজ (Rosette type strain gauge)।

এ ছাড়াও স্ট্রেইন গেজকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়, যথা–

১। ওয়্যার ও উন্ড টাইপ (Wire wound type),

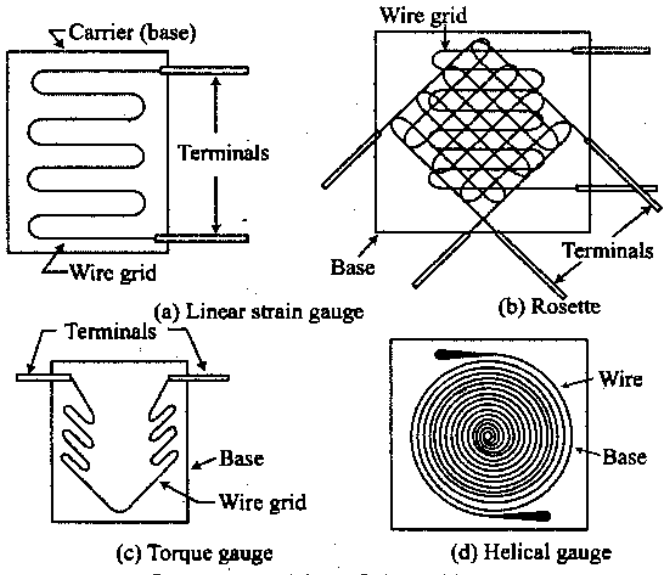
২। ফয়েল টাইপ (Foil type),

৩। সেমিকন্ডাক্টর টাইপ (Semiconductor type)।

বন্ডেড টাইপ রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের গঠন ও কার্যপ্রণালি ঃ

নিচে একটি বন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজ এর গঠন চিত্র অংকন করা হয়েছে। যখন একটি স্ট্রেইন ওয়্যারকে গেজ-এর উপর বন্ডেড আকারে গাম বা আঠালো পদার্থ দ্বারা বসানো হয়, তখন তাকে বন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজ বলে। এক্ষেত্রে একটি বেইস বোর্ডে বা ক্যারিয়ার-এর উপর $25\mu m$-এর চেয়ে কম ব্যাসবিশিষ্ট এক টুকরা রেজিস্টিভ পদার্থকে গাম দ্বারা বেইস বোর্ডের উপর লাগানো হয়েছে। বেইস বোর্ডটি পাতলা পেপার সিট টেপলন পদার্থের হয়ে থাকে।

বিভিন্ন প্রকার বন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজের চিত্র নিচে দেয়া হলো ঃ



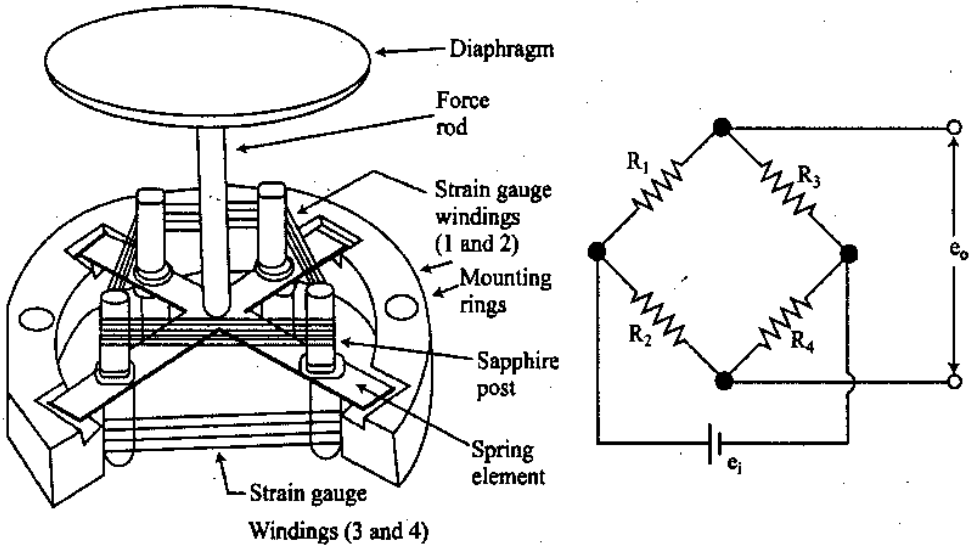
চিত্র ঃ ২.৫ বন্ডেড টাইপ রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজ

চাপ (Strain) প্রয়োগ করার পর পরিবর্তিত রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করার জন্য তারের দুই প্রান্তে দুটি কানেকটিং লিড সংযোগ করা হয়। লিড দু'টি পরিবাহী পদার্থের তৈরি এবং ইহা এমন টান টান হতে হবে যাতে ইহার উপর চাপ (Strain) প্রয়োগ করলেও বেঁকে না যায়।

কার্যপ্রণালি ঃ এটি একটি প্যাসিভ ট্রান্সডিউসারের ন্যায় কাজ করে। যদি একে একটি হুইট স্টোন ব্রীজ এর বাহু হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তবে এটির কানেকটিং লিড-এর উপর প্রয়োগকৃত চাপ বল হতে ইলেকট্রিক আউটপুট পাওয়া সম্ভব। কারণ ইহার উপর চাপ প্রয়োগ করলে স্ট্রেইন ওয়্যার-এর দৈর্ঘ্য (L) এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (A)-এর পরিবর্তন হয় এবং রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন হয়। ফলে ব্রীজটি আনব্যালেন্সড হয়ে একটি ইলেকট্রিক্যাল আউটপুট তৈরি করে। অতএব ইহার সাহায্যে চাপ বা বলকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে পরিণত করা যায় এবং পরোক্ষভাবে তা পরিমাপ কার্যও সম্পন্ন করা যায়।

আনবন্ডেড টাইপ রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের গঠন ও কার্যপ্রণালি ঃ

নিচের চিত্রে একটি আনবন্ডেড মেটাল স্ট্রেইন গেজ দেখানো হলো। এতে যে কোন অপরিবাহী মাধ্যমের দুটি বিন্দুর মধ্যে একটি তার টানা হয়। তারটি কপার, নিকেল, ক্রোম নিকেল বা নিকেল আয়রন সংকর ধাতু দ্বারা তৈরি। তারের ব্যাস সাধারণত 0.003 mm, গেজ ফ্যাক্টর হলো 2 থেকে 4 এবং 2mN বল প্রয়োগ করতে পারে। তারটির দৈর্ঘ্য 25mm বা তার চেয়েও কম।



চিত্র ঃ ২.৬ আনবন্ডেড মেটাল স্ট্রেইন গেজের গঠন

ফ্লেকচার এলিমেন্টটিকে একটি রডের মাধ্যমে ডায়াফ্রামের সাথে সংযোগ করা হয়, যা প্রেসারের সেন্সিং এলিমেন্ট হিসাবে কাজ করে। যখন কম্প্রেসিভ ফোর্স প্রয়োগ করা হয় তখন তারটিকে আটকে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করার জন্য টানা বল প্রয়োগ করা হয়।

আনবন্ডেড মেটাল ওয়্যার গেজকে একটি হুইটস্টোন ব্রীজের বাহু হিসাবে ব্যবহার করা হয়, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। প্রাথমিক অবস্থায় চারটি বাহুর স্ট্রেইন ও রেজিস্ট্যান্স সমান থাকে ফলে আউটপুট ভোল্টেজ e_0 শূন্য হয়। যখন চাপ প্রয়োগ করা হয় তখন তারে সর্বোচ্চ 0.004m সরন হয় ফলে দুই বাহুর রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায় এবং অপর দুই বাহুর রেজিস্ট্যান্স হ্রাস পায়। এতে ব্রীজটি আনব্যালেন্সড হয় এবং একটি আউটপুট ভোল্টেজ পাওয়া যায়, যা প্রয়োগকৃত প্রেসারের ফলে সরণের সমানুপাতিক।

প্রতি বাহুর রেজিস্ট্যান্স 120Ω থেকে 1000Ω, ইনপুট ভোল্টেজ 5V থেকে 10V এবং আউটপুট ভোল্টেজ 20mV থেকে 50mV।

সঠিক পরিমাপ পাওয়ার জন্য রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের নিম্নলিখিত গুণাবলি থাকতে হবে t

(১) এর রেজিস্ট্যান্স অবশ্যই উচ্চ মানের হতে হবে।
(২) স্ট্রেইন গেজের ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স অবশ্যই ভাল হতে হবে।
(৩) স্ট্রেইন গেজের গেজ ফ্যাক্টর অবশ্যই উচ্চ মানের হতে হবে।
(৪) এতে কোন হিসটেরিসিস ইফেক্ট থাকবে না।
(৫) লিড পদার্থ অবশ্যই নিম্ন রেজিস্টিভিটি ও তাপমাত্রা সহগবিশিষ্ট হতে হবে।
(৬) এর তাপমাত্রা সহগ অবশ্যই কম মানের হতে হবে।
(৭) স্ট্রেইনের সাথে রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন অবশ্যই লিনিয়ার হতে হবে।

উপরোক্ত বৈশিষ্ট্যগুলো পেতে হলে স্ট্রেইন গেজ ওয়্যার কোন একক পদার্থের তৈরি করা যাবে না ফলে একাধিক পদার্থের সমন্বয়ে সংকর ধাতু হিসাবে তৈরি করতে হয়।

স্ট্রেইন গেজের গেজ ফ্যাক্টর (Gauge factor of Strain Gauges) ঃ

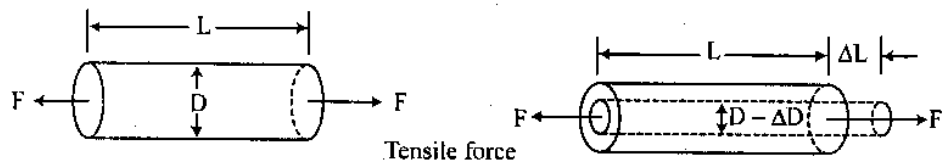
ধাতব পরিবাহীর প্রতি একক রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন ($\Delta R/R$) এবং প্রতি একক দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন ($\Delta L/L$) এর অনুপাতকে Gauge Factor বলে। Strain gauge-এর সেনসিটিভিটি নিরূপণের জন্য gauge factor অতীব প্রয়োজনীয়।

$$\text{Gauge Factor, } G_f = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} \quad \text{..... (i)}$$

সাধারণ স্থিতিস্থাপক পদার্থের ডাইমেনশনাল বৈচিত্র্যের উপর ভিত্তি করে আংশিকভাবে রেজিস্ট্যান্সের মানের পরিবর্তন থেকে স্ট্রেইনকে ব্যাখ্যা করা যায়। যদি স্থিতিস্থাপক পদার্থের স্ট্রিপকে টানা হয় অথবা ধনাত্মক স্ট্রেইন প্রয়োগ করা হয় তবে এর দৈর্ঘ্যের আকার বৃদ্ধি পাবে এবং এখানে পার্শ্বীয় আকার হ্রাস পাবে। সুতরাং, যখন একটি গেজকে ধনাত্মক স্ট্রেইন দেয়া হয়, তখন এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় এবং এর ক্রস সেকশনাল এরিয়া হ্রাস পায়। যেহেতু কোন কন্ডাক্টরের রেজিস্ট্যান্স এর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক এবং এর ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক, ফলে ধনাত্মক স্ট্রেইন গেজের রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পাবে।

মনে করি, একটি স্ট্রেইন গেজ গোলাকার তারের সমন্বয়ে গঠিত এবং তারের দৈর্ঘ্য = L, ক্ষেত্রফল = A, ব্যাস = D, (স্ট্রেইন দেয়ার পূর্বে) যদি পদার্থের রেজিস্টিভিটি ρ হয়, তবে আনস্ট্রেইন গেজের রেজিস্ট্যান্স,

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad \text{..... (ii)}$$



চিত্র ঃ ২.৭ স্ট্রেইন গেজের প্রস্থচ্ছেদ

ধরি, তারটির উপর টানা পীড়ন S প্রয়োগ করা হচ্ছে। এর ফলে ধনাত্মক স্ট্রেইন উৎপাদিত হবে যাতে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে এবং ক্ষেত্রফল হ্রাস পাবে। ফলে যদি কোন তারে স্ট্রেইন দেয়া হয় তবে তার দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ পরিবর্তিত হবে। যদি ΔL = দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন, ΔA = ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন, ΔD = ব্যাসের পরিবর্তন এবং ΔR = রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন হয় তবে (ii) নং সমীকরণকে S-এর সাপেক্ষে আংশিক ডিফারেনসিয়েশন করে আমরা পাই,

$$\frac{dR}{dS} = \frac{\rho}{A}\frac{\delta L}{\delta S} - \frac{\rho L}{A^2}\frac{\delta A}{\delta S} + \frac{L}{A}\cdot\frac{\delta \rho}{\delta S}$$

উভয়পক্ষকে $R = \frac{\rho L}{A}$ দ্বারা ভাগ করে আমরা পাই,

$$\frac{1}{R}\frac{dR}{dS} = \frac{1}{L}\frac{\delta L}{\delta S} - \frac{1}{A}\cdot\frac{\delta A}{\delta S} + \frac{1}{\rho}\cdot\frac{\delta \rho}{\delta S} \quad \text{..... (iii)}$$

এখানে এরিয়া, $A = \frac{\pi D^2}{4}$ ..... (iv)

প্রতি এককে দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন $= \frac{\Delta L}{L}$ এবং ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন $= \frac{\Delta A}{A}$

(iv) নং সমীকরণকে S-এর সাপেক্ষে ডিফারেনসিয়েশন করে আমরা পাই,

$$\frac{\delta A}{\delta S} = 2\frac{\pi}{4}D.\frac{\delta D}{\delta S} \quad \text{.....} \quad (v)$$

এখন (iii) নং সমীকরণকে (ii)নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{1}{A}.\frac{dA}{dS} = \frac{(2\pi/4)D}{(\pi/4)D^2}.\frac{\delta D}{\delta S} = \frac{2}{D}.\frac{\delta D}{\delta S}$$

সুতরাং (iii) সমীকরণ থেকে পাই,

$$\frac{1}{R}.\frac{dR}{dS} = \frac{1}{L}\frac{\delta L}{\delta S} - \frac{2}{D}.\frac{\delta D}{\delta S} + \frac{1}{\rho}.\frac{\delta \rho}{\delta S} \quad \text{.....} \quad (vi)$$

আমরা জানি, পয়সন রেশিও, $\gamma = \frac{\text{ল্যাটারাল স্ট্রেইন}}{\text{লংগিচুডিনাল স্ট্রেইন}} = \frac{\text{আকার বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

$$= -\frac{\delta D/D}{\delta L/L} \text{ অথবা, } \delta D/D = -\gamma \times \frac{\delta L}{L}$$

(vi) নং সমীকরণ $\frac{\delta D}{D}$ এর মান বসিয়ে পাই,

$$\frac{1}{R}.\frac{dR}{dS} = \frac{1}{L}\frac{\delta L}{\delta S} + \gamma\frac{2}{L}.\frac{\delta L}{\delta S} + \frac{1}{\rho}.\frac{\delta \rho}{\delta S} \quad \text{.....} \quad (vii)$$

অল্প মানের পরির্তনের জন্য এই সমীকরণকে লিখা যায়–

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta L}{L} + 2\gamma\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad \text{.....} \quad (viii)$$

আমরা জানি,

গেজ ফ্যাক্টর, $G_f = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L}$

অথবা, $\frac{\Delta R}{R} = G_f\frac{\Delta L}{L} = G_f \times \epsilon$ [এখানে, $\epsilon =$ স্ট্রেইন $= \frac{\Delta L}{L}$]

এখন, (viii) নং সমীকরণকে $\frac{\Delta L}{L}$ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$G_f = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = 1 + 2\gamma + \frac{\Delta\rho/\rho}{\Delta L/L} = 1 + 2\gamma + \frac{\Delta\rho/\rho}{\epsilon} \quad \left[\text{যেহেতু } \frac{\Delta L}{L} = \epsilon\right] \text{.....} \quad (ix)$$

এখানে 1 হলো Resistance change due to change of length,

2γ হলো Resistance change due to change of Area.

এবং $\frac{\Delta\rho/\rho}{\epsilon}$ হলো Resistance change due to change of resistivity or piezoresistive effect.

যদি resistivity পরিবর্তনকে নগণ্য ধরা হয় তবে আমরা (ix) নং সমীকরণকে লিখতে পারি,

$$k = 1 + 2\gamma \quad \text{.....} \quad (x)$$

স্ট্রেইন গেজে ব্যবহৃত materials-এর টেবিল নিম্নে দেয়া হল ঃ

টেবিল-২.১ ঃ Materials for Strain Gauges

Material	Composition	Gauge Factor	Resistivity Ωm	Resistance Temperature Co-efficient/°C	Upper Temperature °C
Nichrome	Ni : 80% Cr : 20%	2.5	100×10^{-8}	0.1×10^{-3}	1200
Constantan	Ni : 45% Cu : 55%	2.1	48×10^{-8}	$\pm 0.02 \times 10^{-3}$	400
Isoclastic	Ni : 36% Cr : 8% Mo : 0.5% etc.	3.6	106×10^{-8}	0.175×10^{-3}	1200
Nickel	–	– 12	6.5×10^{-8}	6.8×10^{-3}	–
Platinum	–	4.8	10×10^{-8}	4.0×10^{-3}	–

উচ্চমানের গেজ ফ্যাক্টরের সুবিধা ঃ Strain gauge এর gauge factor এর উপর sensitivity নির্ভর করে। অর্থাৎ gauge factor যতবেশি হবে Resistance এর পরিবর্তন ততবেশি হবে। আর Resistance এর এই বেশি পরিবর্তন অতি সহজে ও সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়। ফলে পরিমাপকৃত quantity অতি সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা সম্ভব হবে। তাই strain gauge এর gauge factor যতদূর সম্ভব উচ্চমানের হতে হবে। বিভিন্ন পদার্থের gauge factor এর মান বিভিন্ন মানে নির্দিষ্ট থাকে। তাই বেশি gauge factor বিশিষ্ট পদার্থ দ্বারা strain gauge তৈরি করা দরকার।

স্ট্রেইন গেজের ওপর তাপমাত্রার প্রভাব ঃ Strain gauge এর তাপমাত্রা পরিবর্তন হলে তার Resistance পরিবর্তন হয়। ফলে এটি সাহায্যে strain পরিমাপে error হতে পারে। তাই যে সমস্ত পদার্থের তাপমাত্রার প্রভাব resistance পরিবর্তন খুব কম হয় সে সমস্ত পদার্থের সাহায্যে strain gauge তৈরি করা দরকার। অর্থাৎ strain gauge পদার্থের temperature co-efficient of resistance খুব কম মানের হওয়া আবশ্যক।

তাপমাত্রা পরিবর্তনজনিত error দূর করার জন্য Dummy strain gauge ব্যবহার করা হয়। ফলে মূল gauge এবং Dummy gauge এর মধ্যে তাপমাত্রা পরিবর্তনজনিত প্রভাব সমভাবে হয় বিধায় error খুব কম পরিলক্ষিত হয়।

উদাহরণ-১। একটি Strain gauge-এর Gauge factor 4.2 হলে Poison's ratio কত?

সমাধান ঃ দেয়া আছে,

Gauge factor, $G_f = 4.2$

আমরা জানি,

$$G_f = 1 + 2\gamma \qquad [\text{এখানে, } \gamma = \text{poison's ratio}]$$

$$\text{বা, } 2\gamma = Gf - 1$$

$$\text{বা, } \gamma = \frac{Gf - 1}{2}$$

$$\text{বা, } \gamma = \frac{4.2 - 1}{2}$$

$$\therefore \gamma = 1.6$$

সুতরাং, poison's ratio = 1.6 **(উত্তর)**

২.৩ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের কার্যনীতি (Working principle of a resistance thermometer) ঃ

কোন ধাতব পদার্থের বৈদ্যুতিক রেজিস্ট্যান্স এটির তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত ধাতব পদার্থের এই ধর্মকে কাজে লাগিয়ে যে থার্মোমিটার তৈরি করা হয়, তাকে রেজিস্টিভ থার্মোমিটার বলা হয়।

অধিকাংশ মেটালের ক্ষেত্রে তাপমাত্রার (T) পরিবর্তনের ফলে এর রেজিস্ট্যান্স (R) এর মানের যে পরিবর্তন হয়, তাকে নিম্নে সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। $R = R_o(1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 \ldots\ldots + \alpha_n T^n)$

উক্ত সমীকরণকে সংক্ষেপে লেখা যায়, $R = R_o(1 + \alpha T)$

যেখানে, R = ধাতব পদার্থের পরিমাপ্য তাপমাত্রার রেজিস্ট্যান্স,

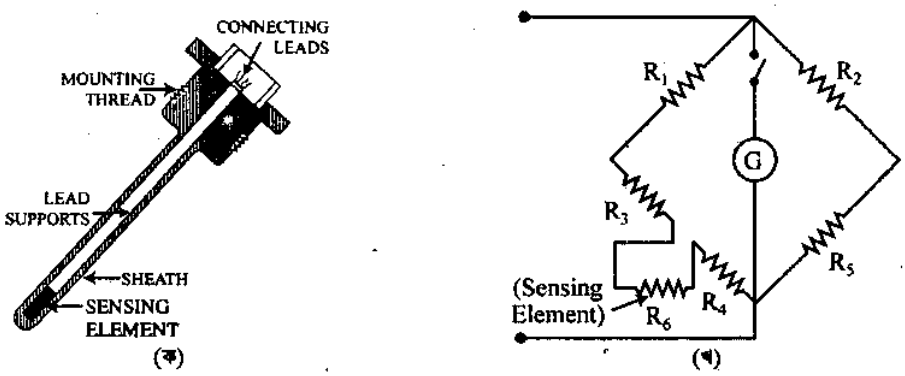
R_o = 0°C তাপমাত্রায় রেজিস্ট্যান্স,

α = আপেক্ষিক তাপমাত্রায় কো-ইফিসিয়েন্ট,

ΔT = অপারেটিং এবং রেফারেন্স তাপমাত্রার পার্থক্য।

রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার রেজিস্ট্যান্স সেন্সিং এলিমেন্ট (প্লাটিনাম) দ্বারা গঠিত, যা কয়েল আকৃতিতে একটি গ্লাস বাল্ব বা পাইরেক্স বাল্বের ভিতর থাকে। প্লাটিনামকে নিরাপদ করার জন্য বাল্বকে বায়ুশূন্য কিংবা নিষ্ক্রিয় গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয়। সঠিক পরিমাপের জন্য ব্রীজ সার্কিট ব্যবহার করা হয়। এখানে চিত্রের মাধ্যমে তা দেখানো হল। চিত্রে R_1, R_2, R_5 সাধারণ তাপমাত্রা পরিবর্তনে স্থির থাকে। R_3 ও R_4-এর মাঝখান হতে দুটি টার্মিনাল বের করে সেন্সিং এলিমেন্ট অর্থাৎ রেজিস্টিভ থার্মোমিটারটি সংযোগ দেয়া হয়েছে।

এখানে ব্যবহৃত প্রধান এলিমেন্ট ধনাত্মক টেম্পারেচার কো-ইফিসিয়েন্ট হয়ে থাকে অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে এটির রেজিস্ট্যান্সও বৃদ্ধি পায়।



চিত্র ঃ ২.৮ (ক) ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্লাটিনাম রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার (খ) ব্রীজ সার্কিট

রেজিস্টিভ থার্মোমিটারে প্লাটিনাম সবচেয়ে বেশি ব্যবহার করা হয়। তাপমাত্রার সাথে এটির রেজিস্টিভিটি লিনিয়ার। এটির রেঞ্জ (400°F–1200°F) বেশি বিধায় এটি দ্বারা বেশি পরিমাণ তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়। ধাতব পদার্থের রেজিস্ট্যান্স তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তনশীল। এই নীতির উপর ভিত্তি করে রেজিস্টিভ থার্মোমিটার তৈরি করা হয়। সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের জন্য ব্যাটারি E ব্যবহার করা হয়েছে। প্রথমে সার্কিটকে ব্যালেন্স কন্ডিশনে আনা হয়। তারপর যে বাহু বা যে স্থানে তাপমাত্রা পরিমাপ করতে হবে রেজিস্ট্যান্স বাল্বকে উক্ত স্থানে আনা হয়। ফলে তাপমাত্রার পরিবর্তে রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন হয় এবং ব্রীজটি আনব্যালেন্সড অবস্থায় যায়। ফলে তাপমাত্রার অনুপাতে একটি সিগন্যাল ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়, যা মিটার কয়েলকে ডিফ্লেকশন ঘটায় এবং তাপমাত্রায় দাগাংকিত স্কেল হতে তাপমাত্রার পরিমাণ জানা যায়।

নিম্নের টেবিলে বিভিন্ন প্রকার রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারে ব্যবহৃত ম্যাটেরিয়ালের নাম, তাদের কো-ইফিসিয়েন্ট, তাপমাত্রার পরিসর, মেল্টিং পয়েন্ট ইত্যাদি তথ্য সন্নিবেশ করা হল ঃ

টেবিল-২.২ ঃ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার

Material	Resistance Temperature Co-efficient/°C	Temperature	Range °C	Melting point °C
		Min.	Max	
Platinum	0.39	– 260	850	1178
Nickel	0.62	– 220	300	1435
Copper	0.42	0	180	1083
Tungsten	0.45	– 200	1000	3370

রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার তৈরিতে প্লাটিনাম বেশি ব্যবহারের কারণ ঃ

(১) এর Resistance পরিবর্তন তাপমাত্রার সাথে সমভাবে (linearly) পরিবর্তিত হয়।

(২) এর Temperature Range বেশি।

(৩) Temperature co-efficient of Resistance বেশি।

(৪) এর Melting point উচ্চমানের।

উদাহরণ-১। একটি Thermistor-এর তাপমাত্রার সহগ 25°C থেকে 50°C-এর মধ্যে 0.003Ω/°C। যদি 25°C-এ Resistance 100Ω হয় তবে 35°C-এ Resistance কত? [বাকাশিবো-২০০৮]

সমাধান ঃ দেয়া আছে,

R_{ref} = 25°C তাপমাত্রায় Resistance = 100Ω

α = Temperature Co-efficient of Resistance = 0.003Ω/°C

ΔT = Operating ও Reference temperature-এর পার্থক্য = (35 – 25)°C

নির্ণয় করতে হবে, R_t = ?

$R_t = R_{ref}(1 + \alpha\Delta T)\Omega$

বা, $R_t = 100\{1 + 0.003(35 - 25)\}\Omega$

$= 100(1 + 0.003 \times 10)$

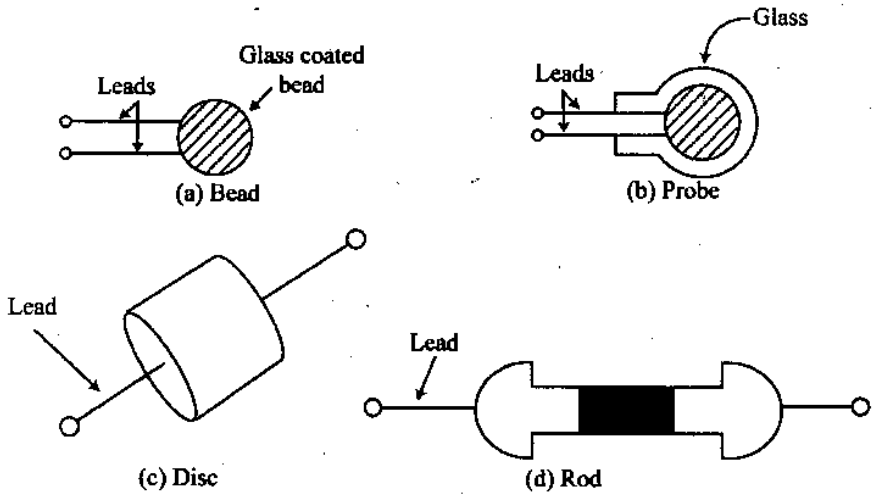
$= 100(1.03)$

$= 103\Omega$

∴ 35°C তাপমাত্রায় Resistance হবে 103Ω

২.৪ বিভিন্ন প্রকার থার্মিস্টরের গঠন (Construction of different types of thermistor) ঃ

থার্মিস্টর একটি নেগেটিভ টেম্পারেচার কো-ইফিসিয়েন্ট পদার্থ, যার রেজিস্টিভিটি তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে ব্যস্তানুপাতিকভাবে পরিবর্তিত হয়। একে সাধারণত তাপমাত্রা পরিমাপের কাজে ব্যবহার করা হয়। ইহা এক ধরনের সেমিকন্ডাক্টর, যা মেটালিক অক্সাইড, যথা– ম্যাঙ্গানিজ, নিকেল, কোবাল্ট, কপার এবং ইউট্রাম-এর সঠিক সমন্বয়ে গঠন করা হয়। ইহা রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়। থার্মিস্টরকে সিরিজ প্যারালাল ব্যবস্থাপনায় ব্যবহার করা যায়। নিচের চিত্রে থার্মিস্টরের বিভিন্ন প্রকার গঠন চিত্রের প্রতীক দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ২.৯ বিভিন্ন প্রকার থার্মিস্টরের গঠন

থার্মিস্টরসমূহের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of thermistor) ঃ

(i) থার্মিস্টরের রেজিস্ট্যান্স 0.5Ω থেকে 0.75Ω পর্যন্ত। বীডস (Beads) টাইপ থার্মিস্টর সবচেয়ে ছোট আকৃতির। ইহা সাধারণত 0.15mm ব্যাসের হয়। ইহা গ্লাসের প্রলেপের ভিতর আবদ্ধ (Sealed) থাকে।

(ii) প্রোব (Probe) টাইপ থার্মিস্টর গ্লাস প্রোবে আবদ্ধ থাকে। গ্লাস প্রোবের ব্যাস 2.5mm এবং দৈর্ঘ্য 6–50mm। প্রোব টাইপ থার্মিস্টর তরলের তাপমাত্রা পরিমাপে ব্যবহৃত হয়। এদের রেজিস্ট্যান্স 300Ω থেকে 100MΩ।

(iii) খুব উচ্চ চাপে ধাতুকে চাপ দিয়ে চেপ্টা সিলিন্ড্রিক্যাল আকৃতিতে ডিস্ক (Disc) টাইপ থার্মিস্টর তৈরি হয়। এদের ব্যাস 2.5mm থেকে 25mm.

(iv) রড (Rod) টাইপ একটি ছাঁচের (Dies) মাধ্যমে লম্বা সিলিন্ড্রিক্যাল আকৃতির এটি। ইহার লীডগুলোকে রডের প্রান্তে যুক্ত করা হয়। এরা 1.25, 2.75 এবং 4.25mm ইত্যাদি ব্যাসের হয়ে থাকে এবং দৈর্ঘ্য 12.5–50mm। এদের রেজিস্ট্যান্স 1–50kΩ।

রড টাইপ থার্মিস্টরের সুবিধা বেশি কারণ খুব উচ্চ রেজিস্টিভিটির জন্য এদের শক্তি সঞ্চালন (Power handling) সামর্থ্য সবচেয়ে বেশি।

থার্মিস্টরের সুবিধা ও অসুবিধা ঃ

সুবিধা (Advantages) ঃ

(i) থার্মিস্টরের রেজিস্ট্যান্স খুব বেশি (0.5Ω –100 MΩ) তাই এর লীড রেজিস্ট্যান্স খুব নগণ্য মনে করা হয়।

(ii) এর তৈরি খরচ কম।

(iii) এটি কম মানের তাপমাত্রা (– 100°C to 400°C) পরিমাপের জন্য খুবই উপযোগী।

(iv) থার্মিস্টর আকারে অত্যন্ত ছোট।

(v) এর রেসপন্স খুব ভাল।

(vi) এর স্ট্যাবিলিটি খুব ভাল।

অসুবিধা (Disadvantages) ঃ

(i) এটি 400°C-এর উপরের তাপমাত্রার জন্য উপযোগী নয়।

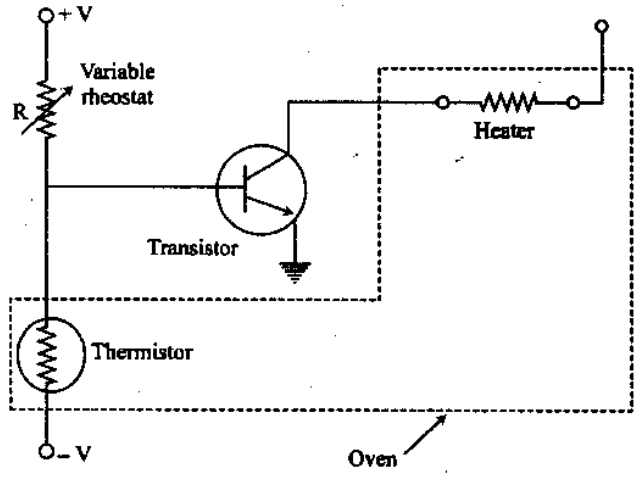
(ii) তাপমাত্রা বনাম রেজিস্ট্যান্স কার্ভ নন-লিনিয়ার।

(iii) এর ব্যবহার process application এর ক্ষেত্রে খুবই সীমিত।

থার্মিস্টরের প্রয়োগক্ষেত্র (Applications of thermistor) ঃ অ্যাকুরেসি এবং রেজোলুশন ভাল হওয়ায় তাপমাত্রা পরিমাপের ক্ষেত্রসমূহে থার্মিস্টর বহুল ব্যবহৃত হয়। এ ছাড়াও নিম্নলিখিত ক্ষেত্রসমূহে থার্মিস্টর ব্যবহৃত হয় ঃ

(i) হাই ফ্রিকুয়েন্সি পাওয়ার পরিমাপে,
(ii) থার্মাল কন্ডাক্টিভিটি পরিমাপে,
(iii) তরলে লেভেল, ফ্লো, প্রেসার পরিমাপে,
(iv) ইলেকট্রনিক সার্কিটে ডিভাইসের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে।

থার্মিস্টরের সাহায্যে তাপ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা ঃ নিচের চিত্রে থার্মিস্টর দ্বারা একটা অটোমেটিক টেম্পারেচার কন্ট্রোল বর্তনী দেখানো হলো। ইহার সাহায্যে একটি চুল্লি (Oven) বা গরম কক্ষের (Heated Room) তাপমাত্রাকে স্বংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।



চিত্র ঃ ২.১০ থার্মিস্টর ব্যবহৃত তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা

কার্যনীতি (Operation Principle) ঃ এখানে একটি ড্রাইভার ট্রানজিস্টর-এর বেইস বায়াসকে থার্মিস্টর দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অর্থাৎ এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ ড্রপই বেস বায়াস হিসেবে কাজ করে। থার্মিস্টরকে হিটার বা চুল্লির সংস্পর্শে রাখা হয়। যখন চুল্লির (Oven) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় তখন থার্মিস্টরের তাপমাত্রাও বৃদ্ধি পায়, ফলে এর রেজিস্টিভিটি কমে যায়। এতে থার্মিস্টরের আড়াআড়িতে ভোল্টেজে বা ট্রানজিস্টরের বেস বায়াস কমে যাওয়ায় হিটার কয়েলের মধ্য দিয়ে কম পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং চুল্লির (Oven) তাপমাত্রা কমে আসে। যদি কোন কারণে তাপমাত্রা কমে যায় তাহলে থার্মিস্টরের রেজিস্টিভিটি বৃদ্ধি পায়। ফলে ট্রান্সজিস্টরের বেস বায়াস বৃদ্ধি পাওয়ায় হিটার কয়েল এর মধ্য দিয়ে বেশি পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, ফলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। সুতরাং একটি থার্মিস্টরের মাধ্যমে স্বয়ংক্রিয়ভাবে কোন হিটার এর তাপমাত্রা পরিমাপ ও নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

২.৫ ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি (Working principles of inductive transducers) ঃ

ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার সেল্‌ফ জেনারেটিং অথবা প্যাসিভ টাইপ হয়ে থাকে। সেল্‌ফ জেনারেটিং টাইপ ট্রান্সডিউসার মৌলিক বৈদ্যুতিক জেনারেটরের নীতি অনুসরণ করে অর্থাৎ পরিবাহী ও চুম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে গতির ফলে পরিবাহীর মধ্যে ভোল্টেজ আবেশিত হয় (জেনারেটর ক্রিয়া)। পরিমাপিত (Measurand) বস্তুর পরিবর্তনের ফলে সৃষ্ট তুলনামূলক গতি (Relative motion) চুম্বকীয় ক্ষেত্র এবং পরিবাহীর মধ্যে প্রয়োগ করা হয়।

ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার হলো এমন ধরনের ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইস, যা ভৌতিক গতিকে (অবস্থান পরিবর্তন) ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তনে রূপান্তরিত করে।

পরিবর্তনশীল ইন্ডাকট্যান্স ট্রান্সডিউসার নিচের যে কোন একটি নীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে ঃ

১। সেলফ্ ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তনের মাধ্যমে
২। মিউচুয়াল ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তনের মাধ্যমে
৩। এডি কারেন্ট তৈরির মাধ্যমে।

যেহেতু, ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার প্রধানত সরণ পরিমাপে ব্যবহৃত হয়। নিচের যে কোন একটি ভেরিয়েবলের ভিন্নতার ভিত্তিতে সরণ (Displacement) পরিমাপ করা হয় ঃ

১। ইন্ডাক্টরের পেঁচের সংখ্যা (Number of turns)
২। জ্যামিতিক আকৃতি (Geometric configuration)
৩। চুম্বক পদার্থের সংভেদ্যতা অথবা চুম্বকীয় বর্তনীর সংভেদ্যতা (Permeability of the magnetic material)।

উদাহরণস্বরূপ আমরা সাধারণ ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের ক্ষেত্রে বিবেচনা করি–

ট্রান্সডিউসারের ইন্ডাকট্যান্সের পেঁচের সংখ্যা =N

প্রবাহিত কারেন্ট = i

ম্যাগনেটিক পথের ক্রস সেকশনের ক্ষেত্রফল = A

ম্যাগনেটিক পথের দৈর্ঘ্য = l

কয়েলের চতুর্দিকের মাধ্যমের ভেদ্যতা (Permeability) = μ

জিওমেট্রিক ফ্যাক্টর, $G = \frac{A}{l}$

ম্যাগনেটিক পথের রিলাকট্যান্স, $R = \frac{l}{\mu A}$

এবং চুম্বকীয় ফ্লাক্স, $\phi = \frac{Ni}{R}$

সুতরাং, $\frac{d\phi}{dt} = \frac{N}{R} \times \frac{di}{dt} - \frac{Ni}{R^2} \times \frac{dR}{dt}$

যদি কারেন্ট খুব দ্রুত পরিবর্তন হয়, তবে–

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{N}{R} \times \frac{di}{dt}$$

কিন্তু কয়েলে আবেশিত ই.এম.এফ,

$$e = N \times \frac{d\phi}{dt}$$

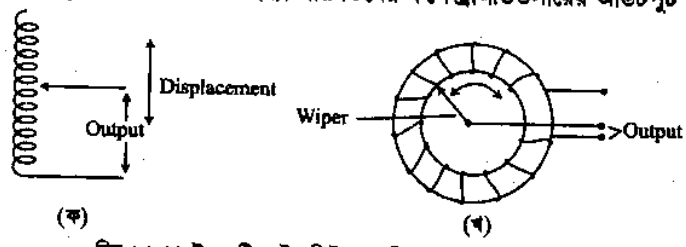
অতএব, $e = N \times \frac{N}{R} \times \frac{di}{dt} = \frac{N^2}{R} \times \frac{di}{dt}$

এবং সেল্‌ফ ইন্ডাকট্যান্স,

$$L = \frac{e}{di/dt} = \frac{N^2}{R} = \frac{N^2}{l/\mu A} = N^2\mu\frac{A}{l} = N^2\mu G$$

উপরোক্ত সমীকরণ থেকে পরিষ্কার যে, ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের আউটপুট, ভোল্টেজ পরিবর্তনের আকারে কিংবা ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তনের আকারে হয়ে থাকে।

● **পেঁচের সংখ্যা পরিবর্তনের ফলে সেল্‌ফ ইন্ডাকট্যান্সের পরিবর্তন (Change in self inductance with number of turns):** সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, কয়েলের পেঁচের সংখ্যা পরিবর্তনের ফলে ট্রান্সডিউসারের আউটপুট পরিবর্তন হয়।



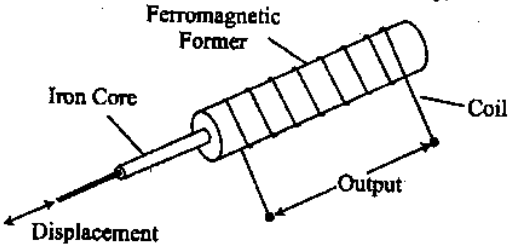
চিত্র ঃ ২.১১ ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার (প্যাঁচ সংখ্যা পরিবর্তন নীতি)

চিত্র ঃ ২.১১ (ক)-তে দেখানো এয়ার কোরড (Air cored) ট্রান্সডিউসার সরল সরণ (Linear displacement) পরিমাপে এবং চিত্র ঃ ২.১১ (খ)-তে দেখানো আয়রন কোরড কয়েল কৌণিক সরণ পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।

ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার, যা পরিবর্তনের ফলে সেল্‌ফ ইন্ডাকট্যান্সের পরিবর্তনের নীতির ভিত্তিতে কাজ করে। এক্ষেত্রে আউটপুটে উৎপন্ন ইন্ডাকট্যান্স, $L \propto N^2 \propto (\text{সরণ})^2$।

● **ভেদ্যতা পরিবর্তনের ফলে সেলফ ইন্ডাকট্যান্সের পরিবর্তন (Change in self inductance with change in permeability) :** নিচের চিত্রে এ ধরনের একটি ট্রান্সডিউসার দেখানো হলো ঃ

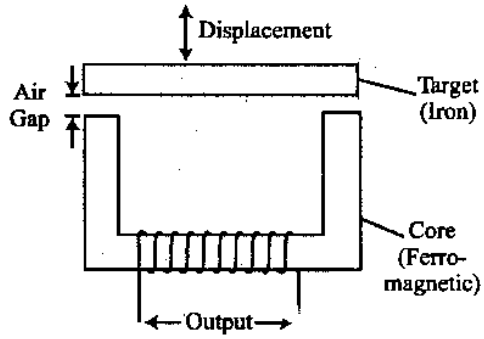
উক্ত ট্রান্সডিউসারে ভেদ্যতা (Permeability) পরিবর্তনের ফলে সেল্‌ফ ইন্ডাকট্যান্সের ভিন্নতা দেখা দেয়। এখানে, আয়রন কোরকে (Iron Core) একটি কয়েলের অভ্যন্তরে এর অক্ষ বরাবর প্রবেশ করানো হয়। যখন লৌহ কোর কয়েলের ভেতরে অবস্থান করে, তখন ফ্লাক্স পথের ভেদ্যতা বৃদ্ধি পায়। ফলে কয়েলের সেলফ ইন্ডাকট্যান্সও বৃদ্ধি পায়। আবার যখন লৌহ কোর কয়েলের ভেতর থেকে বাইরের দিকে বেরিয়ে আসতে থাকে, তখন ফ্লাক্স পথের ভেদ্যতা কমতে থাকে। ফলে ইন্ডাকট্যান্সের পরিমাণও কমতে থাকে। এই ট্রান্সডিউসার সরণ (Displacement) পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ২.১২ ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার (পারমিয়্যাবিলিটি পরিবর্তন নীতি)

ভেরিয়্যাবল রিল্যাকট্যান্স ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার (Variable Reluctance Inductive Transducer) ঃ

২.১৩ নং চিত্রে এ ধরনের ট্রান্সডিউসার দেখানো হয়েছে। এখানে, ফেরোম্যাগনেটিক কোরের উপর একটি কয়েলকে পেঁচানো হয়েছে। যে সরণকে পরিমাপ করতে হবে তাকে টার্গেটের সাথে সংযুক্ত করা হয়। টার্গেটের সাথে কোরের কোন ভৌত সংযোগ (Physical Contact) থাকে না। কোর এবং টার্গেট এয়ার গ্যাপ (Air gap) দ্বারা বিচ্ছিন্ন থাকে। এয়ার গ্যাপের আকার দ্বারা চুম্বকীয় পথের রিলাকট্যান্স নির্ধারণ করা হয়। যখন টার্গেটের উপর সরণ প্রযুক্ত হয়, তখন এয়ার গ্যাপের আকারে পরিবর্তন হয়। ফলে চুম্বকীয় পথের রিলাকট্যান্স পরিবর্তিত হয়। কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স চুম্বকীয় বর্তনীর রিল্যাকট্যান্সের উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ চুম্বকীয় পথের রিলাকট্যান্স পরিবর্তিত হলে, কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তিত হয়।



চিত্র ঃ ২.১৩ ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার (রিল্যাকট্যান্স পরিবর্তন নীতি)

$$L = \frac{N^2}{R_i + R_g}$$

এখানে, N = পেঁচের সংখ্যা (Number of Turns)

R_i = লৌহ অংশের রিল্যাকট্যান্স (Reluctance of iron parts)

R_g = এয়ার গ্যাপের রিল্যাকট্যান্স (Reluctance of air gap)।

তাহলে, কয়েলের সেলফ ইন্ডাকট্যান্স, $L = \frac{N^2}{R_i + 2R_g}$

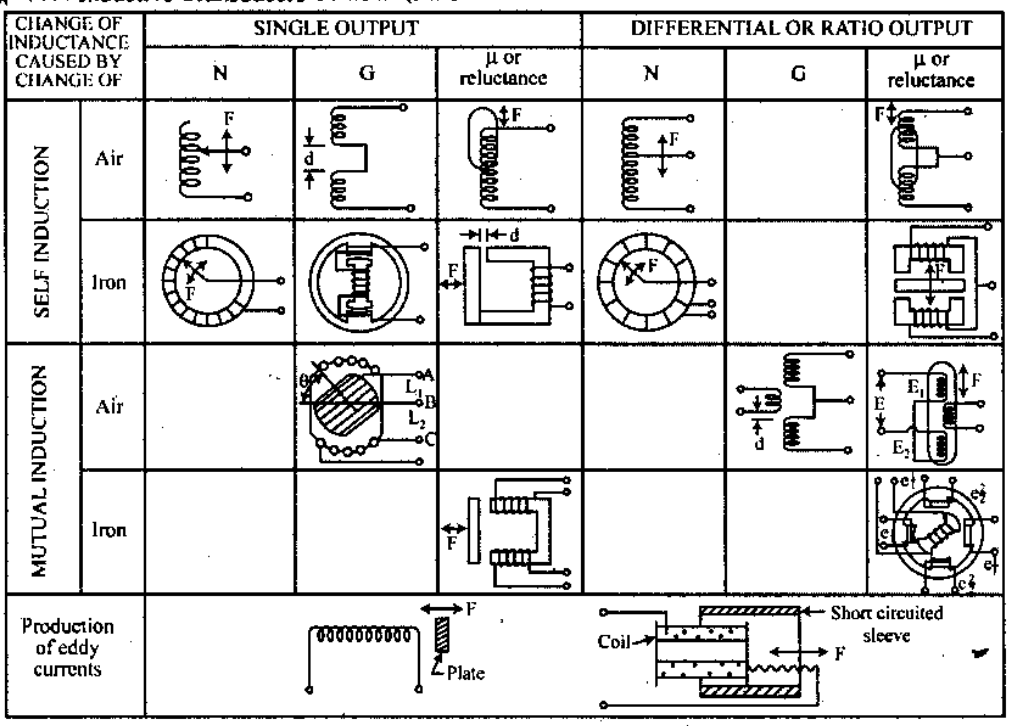
যদি লৌহ অংশের রিলাকট্যান্স এয়ার গ্যাপের রিলাকট্যান্স অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর হয়, তবে ইন্ডাকট্যান্স $L \approx \frac{N^2}{R_g}$

আবার, $R_g = \frac{l_g}{\mu_o A_g}$

যেখানে, l_g = এয়ার গ্যাপের দৈর্ঘ্য; A_g = এয়ারের মধ্যে দিয়ে গমনকৃত ফ্লাক্সের ক্ষেত্রফল।

সুতরাং, $L = \frac{N^2 \mu_o A_g}{l_g}$ $\therefore L \propto \frac{1}{l_g}$

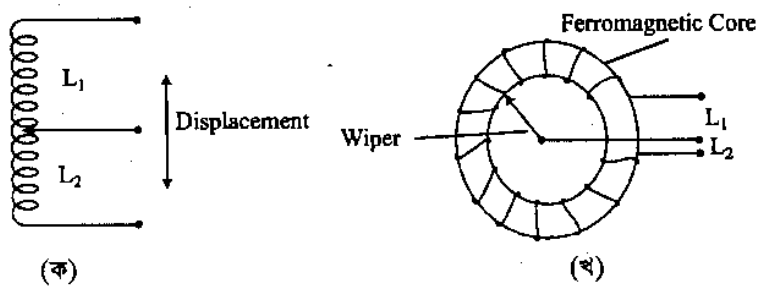
বিভিন্ন প্রকার Inductive Transducers দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ২.১৪

২.৬ ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসার (Differential output transducers) ঃ

সাধারণ ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে পরবর্তী স্টেজে সাড়া পাওয়ার জন্য পরিবর্তনশীল সেলফ ইন্ডাকট্যান্স ΔL ব্যবহার করা হয়। তবে সিস্টেমটির উচ্চ সংবেদনশীলতা ও সঠিকতা থাকতে হবে। ট্রান্সডিউসার যাতে দুটি আউটপুট প্রদান করতে পারে সেভাবে ডিজাইন করা হয়। এ দুটি আউটপুটের একটির সেলফ ইন্ডাকট্যান্স বাড়লে অপরটির কমবে। পরবর্তী স্টেজে ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেম এ আউটপুটের পার্থক্যকে $2\Delta L$ হিসাবে পরিমাপ করে থাকে। তাই একে ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট বলা হয়।



চিত্র ঃ ২.১৫ ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার (প্যাঁচ সংরক্ষণ পরিবর্তনশীল)

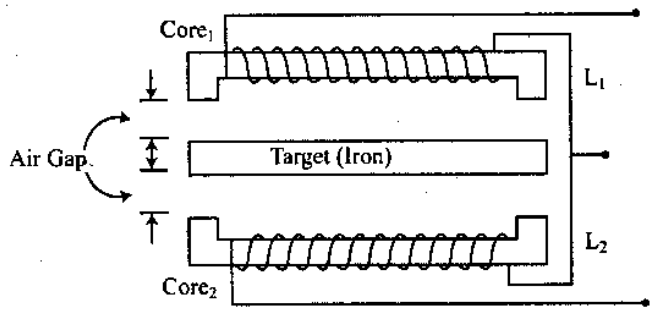
ডিফারেন্সিয়াল ব্যবস্থার একটি কয়েল দুটি অংশের সমন্বয়ে গঠিত। একটি ফিজিক্যাল রাশির প্রতি সাড়া প্রদান সাধারণত সরণের মাধ্যমে হয়। সরণের ফলে কয়েলের এক অংশের ইন্ডাকট্যান্স বৃদ্ধি পেয়ে L হতে $L + \Delta L$ এবং অন্য অংশের ইন্ডাকট্যান্স কমে L হতে $L-\Delta L$ হয়। এ পরিবর্তনের পরিমাপ দুটি পরিবর্তনের লব্ধি মান $2\Delta L$ হয়। অথচ একক ওয়াইন্ডিং-এর ক্ষেত্রে তা হতো শুধু ΔL।

যদি ইন্সট্রুমেন্টের পরবর্তী স্টেজগুলো $L + \Delta L$ কিংবা $M + \Delta M$ সাড়া (Respond) না দিয়ে ΔL কিংবা ΔM সাড়া দেয় তবে ট্রান্সডিউসারের সেনসিটিভিটি এবং অ্যাকুরেসি খুবই উচ্চতর ও উত্তম হবে।

চিত্র ঃ ২.১৫ (ক) এবং (খ)-তে দেখানো ট্রান্সডিউসার দুটি যথাক্রমে রৈখিক সরণ (Linear displacement) এবং কৌণিক সরণ (Angular displacement) পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ট্রান্সডিউসার দুটির ইন্ডাকট্যান্সের প্যাঁচ সংখ্যা পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়। যখন ট্রান্সডিউসারের কন্টাক্টরের উপর পরিমাপ্য সরণ প্রয়োগ করা হয়, তখন সরণের দিক অনুসারে প্যাঁচ সংখ্যা পরিবর্তিত হয়। ফলে ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তন হবে। চিত্রঃ ২.১৫ (ক) তে যদি কন্টাক্ট উপরের দিকে সরে যায়, তবে উপরের অংশের প্যাঁচ সংখ্যা কমে যাবে এবং নিচের অংশের প্যাঁচ সংখ্যা বেড়ে যাবে। ফলে L_1 এর মান কম এবং L_2-এর মান বেশি হবে।

চিত্রঃ ২.১৬-তে দেখানো ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার থেকে একটি ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট পাওয়া যায়। প্রদত্ত আউটপুট, রিল্যাকট্যান্স পরিবর্তনের ফলে সেল্‌ফ ইন্ডাকট্যান্সের পরিবর্তনকে নির্দেশ করে। দুটি কয়েল দ্বারা তৈরি চুম্বকীয় বর্তনীর রিলাকট্যান্স পরিবর্তনের জন্য কয়েলের সেলফ ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তনের নীতির উপর ভিত্তি করে এই ট্রান্সডিউসার কাজ করে। এই ট্রান্সডিউসারের টার্গেট (Target) এবং কোর (যার উপর কয়েল পেঁচানো হয়) উভয়ই লোহার তৈরি।



চিত্র ঃ ২.১৬ ডিফারেনশিয়াল আউটপুট ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার (রিলাকট্যান্স পরিবর্তনশীল নীতি)

ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের সুবিধা ঃ

১। সংবেদনশীলতা এবং সঠিকতা বৃদ্ধি পায়;

২। আউটপুট, বাহ্যিক চুম্বকীয় ক্ষেত্র দ্বারা কম আক্রান্ত হয়;

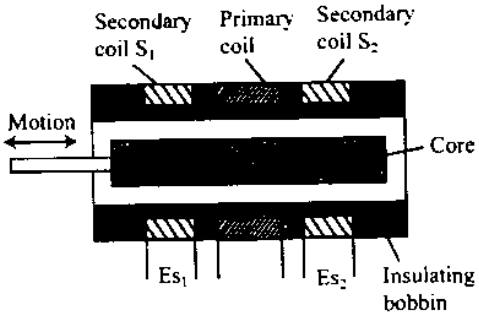
৩। উষ্ণতাজনিত ক্রিয়াশীল পরিবর্তনকে হ্রাস করা যায়;

৪। সরবরাহ ভোল্টেজ এবং ফ্রিকুয়েন্সির পরিবর্তনের ক্রিয়াকে হ্রাস করা যায়।

২.৭ লিনিয়ার ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমারের গঠন ও কার্যপ্রণালি (Construction and working principles of linear variable differential transformers) ঃ

এল.ভি.ডি.টি (LVDT) হল প্যাসিভ ইন্ডাক্টিভ ট্র্যান্সফরমার। এর পূর্ণনাম হল লিনিয়ার ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমার। যদি ডিফারেন্সিয়াল ট্র্যান্সফরমার এর মধ্যবর্তী Core-এর স্থানান্তর (Displacement) এর সাথে সাথে ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ভোল্টেজের মান সমানুপাতিক হারে পরিবর্তিত হয়, তবে ঐ প্রকার ট্র্যান্সফরমারকে LVDT বলা হয়।

গঠন (Construction) ঃ LVDT সাধারণত একটি প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এবং দু'টি সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর সমন্বয়ে গঠিত। একটি ফাঁপা টিউব বা ফর্মার উপর একটি প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এবং এর দুই পাশে দুটি সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং প্যাঁচানো হয়। ফাঁপা টিউবের অভ্যন্তরে অক্ষ বরাবর একটি আয়রন কোরকে প্রবেশ করানো হয়। সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং দুটি সিরিজে কিন্তু বিপরীত পোলারিটি সংযুক্ত করা হয়, যাতে ওয়াইন্ডিং দুটিতে উৎপন্ন ভোল্টেজ পরস্পরের বিপরীত হয়। চিত্র ঃ ২.১৭-তে LVDT এর ক্রস সেকশনাল ডায়াগ্রাম দেখানো হল।

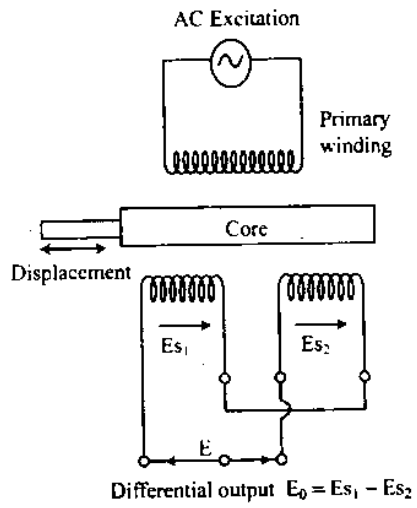


চিত্র ঃ ২.১৭ LVDT-এর ক্রস সেকশনাল ডায়াগ্রাম

কার্যনীতি (Working principles) ঃ LVDT-এর Primary তে AC Supply দেয়া হলে এটা পরিবর্তনশীল Magnetic Field তৈরি করে, যা Secondary Winding দুটিতে AC Voltage উৎপন্ন করে। মনে করি, S_1 এবং S_2 এর Output Voltage যথাক্রমে Es_1 এবং Es_2। যেহেতু কয়েল দুটিকে বিপরীতমুখী করে সিরিজে সংযোগ করা হয়, সেহেতু Es_1 এবং Es_2 এর পার্থক্যই হবে আউটপুট ভোল্টেজ E_o.

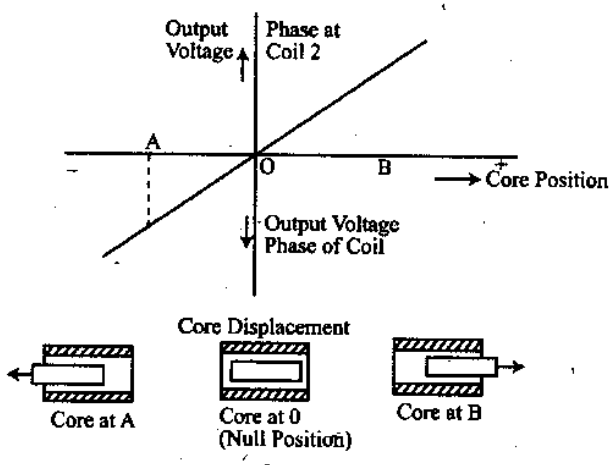
অর্থাৎ $E_o = Es_1 - Es_2$

E_o এর মান নির্ভর করে core-এর অবস্থানের উপর। যখন কোরের অবস্থান কেন্দ্রে থাকে, তখন উভয় কয়েলে উৎপন্ন ভোল্টেজ সমান হয়, ফলে আউটপুট ভোল্টেজ $E_o = Es_1 - Es_2 = 0$. এখন যদি কোরকে কেন্দ্র থেকে বামদিকে সরানো হয় তবে S_1 এর Flux Linking-এর পরিমাণ S_2 এর Flux Linking-এর পরিমাণের চেয়ে বেশি হয় অর্থাৎ $Es_1 > Es_2$। সুতরাং $E_o = Es_1 - Es_2$ এবং E_o এর পোলারিটি এবং E_1 এর পোলারিটি একই হবে। আবার যখন কোরকে কেন্দ্র থেকে ডানে সরানো হয় তখন $Es_2 > Es_1$ এবং $E_o = Es_2 - Es_1$ অর্থাৎ E_o-এর পোলারিটি E_2-এর পোলারিটির সমান হবে। যা প্রথম অবস্থার বিপরীত দিকে। অর্থাৎ এই দুই অবস্থায় Output Voltage পরস্পর 180° out of phase-এ থাকে।



চিত্র ঃ ২.১৮ LVDT-এর সার্কিট ডায়াগ্রাম

অতএব দেখা যাচ্ছে, যে কোন Secondary Winding এর Voltage এর পরিবর্তন নির্ভর করে Core এর Movement এর উপর। এটি Linear Motion নির্দেশ করে, অন্যভাবে বলা যায়, কোরের Displacement এর উপর নির্ভর করে। তাই Secondary-দ্বয়ের একটি Voltage বাড়ে এবং অপরটির Voltage কমে। এই দুই Voltage এর পার্থক্যই Output Voltage হিসেবে Transducer এর Output-এ পাওয়া যায়। এভাবে LVDT এর সাহায্যে Voltage পরিমাপ করে Displacement পরিমাপ করা যায়।



চিত্র ঃ ২.১৯

ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সফরমারের তুলনায় LVDT-এর সবচেয়ে বড় সুবিধা হল কোরের অবস্থান অল্প মানের পরিবর্তনের ফলে আউটপুট ভোল্টেজের পরিবর্তন বেশি হয়। LVDT কে 50mv/mm হতে 300mv/mm এই বিভিন্ন রেঞ্জে তৈরি করা হয়। এখানে 300 মিলিভোল্ট/মিমি এর অর্থ হলো 300mv আউটপুট পাওয়ার জন্য তার বিচ্যুতি 1 মিমি।

LVDT এর Output নিম্নের Factor-গুলোর উপর নির্ভর করে ঃ

(i) প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যার উপর,

(ii) Soft iron Core-এর অবস্থানের উপর,

(iii) Supply voltage এর উপর।

● LVDT এর সুবিধা ঃ

(i) Differential output voltage Linear হয় ফলে সূক্ষ্মভাবে displacement পরিমাপ করা যায়।

(ii) প্রাইমারি Voltage-কে পরিবর্তন করে LVDT এর Sensitivity বাড়ানো-কমানো যায়।

(iii) এতে Friction Loss খুব কম হয়।

(iv) ইহার Power Loss কম।

(v) ইহার resolution infinity হয়।

(vi) Hysteresis Loss-এর পরিমাণ একেবারেই কম।

● LVDT-এর অসুবিধা ঃ

(i) যে সকল Device-এ Magnetic flux তৈরি হয়, সে সব Device-এর Displacement পরিমাপ করা যায় না।

(ii) High Temperature-এ ইহা ব্যবহার করা যায় না।

(iii) Vibration এর জন্য ইহা affected হয়।

● LVDT এর ব্যবহার ঃ

(i) Displacement পরিমাপে Passive device হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

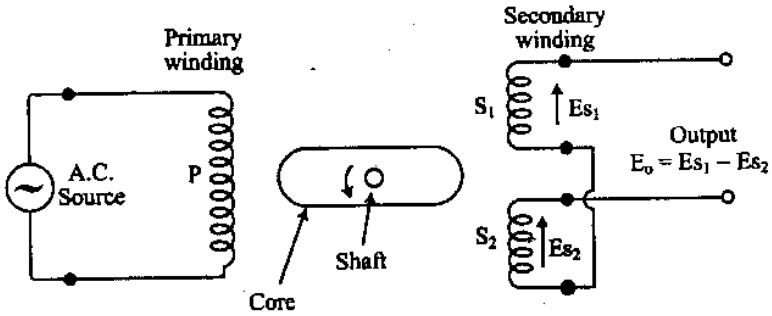
(ii) Force, Pressure ইত্যাদি পরিমাপে Transducer হিসাবে ব্যবহার করা যায়।

● সাধারণ ট্রান্সফরমার এবং ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমার-এর মধ্যে পার্থক্য ঃ

ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমার	সাধারণ ট্রান্সফরমার
১। এতে দুটি Secondary winding থাকে।	১। এতে একটি Secondary winding থাকে।
২। ইহার দুটি Secondary voltage-এর পার্থক্যমূলক Voltage-ই Transformer-এর O/P Voltage.	২। ইহার Secondary Voltage-ই Output Voltage হিসেবে কাজ করে।
৩। ইহার iron Core-টি সাধারণত movement এর ব্যবস্থা থাকে।	৩। ইহার iron Core-টি সাধারণত স্থির থাকে।
৪। ইহার দুপাশে Secondary winding থাকে এবং মাঝখানে প্রাইমারি Winding থাকে।	৪। এতে প্রাইমারি winding-এর উপর Secondary winding থাকে।

২.৮ রোটারি ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমারের গঠন ও কার্যনীতি (Rotary variable differential transformer) ঃ

RVDT এর পূর্ণ অর্থ রোটারি ভেরিয়েবল ডিফারেনশিয়াল ট্রান্সফরমার, যার গঠন LVDT-এর মতোই। তবে এর কোর কৌণিকভাবে ঘুরতে পারে। এক্ষেত্রেও ব্যবহৃত ট্রান্সফরমারটির ইনপুটে একটি এবং আউটপুটে দুটি কয়েল থাকে। আউটপুটে উক্ত কয়েলের পার্থক্য মানের ভোল্টেজ পাওয়া যায়। এর সংযোগ চিত্র ও কার্যপ্রণালি নিচে বর্ণনা করা হল ঃ



চিত্র ঃ ২.২০ রোটারি ভেরিয়্যাবল ডিফারেনশিয়াল ট্রান্সফরমার

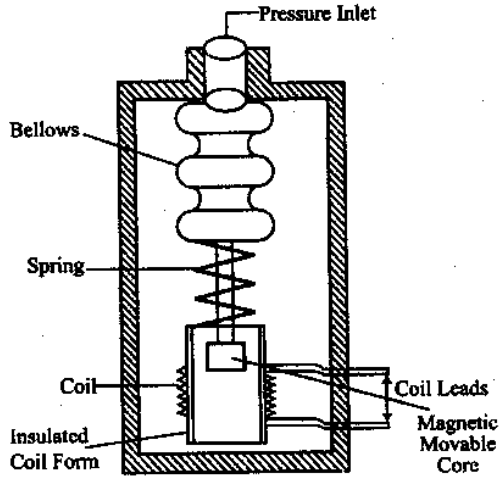
অর্থাৎ $E_0 = Es_2 - Es_1$ বা, $E_0 = Es_2 - Es_2$

কার্যনীতি (Working principles) ঃ প্রাথমিক পর্যায়ে যদি মুভিং কোরের অবস্থান অনুভূমিক বা লম্বভাবে হয়, তবে প্রাইমারি কয়েলে এসি সাপ্লাই প্রদান করলে সেকেন্ডারি কয়েল দুটিতে সমান ভোল্টেজ উৎপন্ন হবে। ফলে $E_0 = 0$ হবে। এখন কোরের কৌণিক সরণ ঘটলে Es_1 বা Es_2-এর যে কোন একটির ভোল্টেজ বেড়ে যায়, ফলে আউটপুট ভোল্টেজ বেড়ে যায়। অর্থাৎ যদি কোরটি অনুভূমিক অবস্থায় থেকে বামদিকে ঘোরে তাহলে Es_1 এর মান Es_2 এর চেয়ে বেশি হবে। ফলে আউটপুট ভোল্টেজের পোলারিটি Es_1 এর অনুরূপ হবে এবং বৃদ্ধি পেতে থাকবে। আবার কোরটি ডানদিকে ঘুরলে Es_2 এর মান Es_1 এর থেকে বড় হবে। ফলে আউটপুটের পোলারিটি Es_2 এর পোলারিটির অনুরূপ হবে, যা পূর্বাবস্থার বিপরীত। আউটপুট ভোল্টেজের মান কোরের একটা নির্দিষ্ট কৌণিক সরণ পর্যন্ত বাড়তে থাকে, যার ফলে উক্ত সরণ পর্যন্ত পরিমাপ করা সম্ভব হয়। E_0 এর মানকে একটা সঠিক স্কেলিং-এর মাধ্যমে কোরের কৌণিক সরণ পরোক্ষভাবে পরিমাপ করা যায়।

২.৯ প্রেসার ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি (Working principles of pressure inductive transducers) ঃ

চাপের (pressure) পরিবর্তনের ফলে সেন্সিং উপাদানের ইন্ডাকট্যান্সের পরিবর্তন হলে তাকে প্রেসার ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার বলে।

গঠনপ্রণালি (Construction) ঃ এ ধরনের ট্রান্সডিউসারের প্রধান অংশ হলো একটি কয়েল, যাকে একটি ইনসুলেটেড ফরমার উপর প্যাঁচানো হয়। কয়েল দুটিতে সংযোগ দেয়ার জন্য দুটি লিড (Lead) থাকে। ফরমার মধ্যে একটি ম্যাগনেটিক মুভিং কোর থাকে। কোরের সাথে একটি স্প্রিং ও তার উপর একটি বেলোজ (Bellows) থাকে। সমগ্র ব্যবস্থাকে একটি আবদ্ধ চেম্বারের স্থাপন করা হয়।



চিত্র ঃ ২.২১ প্রেসার ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার

কার্যনীতি (Working principles) ঃ প্রেসার ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে সাধারণত বাতাসের চাপ পরিমাপ করা হয়। বেলোজের খোলা প্রান্ত দিয়ে চাপযুক্ত বাতাসকে প্রবেশ করানো হয়। বাতাসের চাপ অনুযায়ী বেলোজের সম্প্রসারণ ঘটে। ফলে বেলোজের সাথে সংযুক্ত মুভিং কোরের অবস্থানেরও পরিবর্তন ঘটে, যার কারণে কয়েলের ইন্ডাকট্যান্সও পরিবর্তিত হয়। ইন্ডাট্যান্সের এই পরিবর্তনকে একটি ব্রিজ সার্কিটে প্রদানের মাধ্যমে বাতাসের চাপকে পরিমাপ করা হয়।

রেজিস্টিভ টাইপ ট্রান্সডিউসারের চেয়ে ইন্ডাক্টিভ টাইপ ট্রান্সডিউসারের সুবিধা বেশি কারণ ইন্ডাকটিভ টাইপে চলমান সংযোগ (Contact) না থাকায় পরিমাপ পদ্ধতিতে অতিরিক্ত ঘর্ষণের ঝামেলা পোহাতে হয় না। এর আকৃতিতে একটি কয়েলের পরিবর্তে দুটি চুম্বকীয় জোড় কয়েলের মিউচুয়াল ইন্ডাকট্যান্সের পরিবর্তনকে কাজে লাগিয়ে ও প্রেসার ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার সজ্জিত (Arranged) করা যায়। LVDT মিউচুয়াল প্রেসার ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের একটি উৎকৃষ্ট উদাহরণ।

২.১০ প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি (Working principles of pressure capacitive transducers) ঃ

"চলমান উপাদানের (Moving element) ভৌত অবস্থান পরিবর্তনের ফলে ক্যাপাসিট্যান্সের রৈখিক (linear) পরিবর্তন সাধিত হয়" –এই নীতিকে কাজে লাগিয়ে উপাদানের অবস্থানের বৈদ্যুতিক নির্দেশনা পাওয়া যায়।

কোন প্যারালাল প্লেট ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স নিম্নোক্ত সমীকরণের মাধ্যমে পাওয়া যায় ঃ

$$C = \frac{KA\epsilon_o}{d} \text{ (Farads)}$$

এখানে, A = বর্গমিটারে প্লেটের ক্ষেত্রফল

d = মিটারে প্লেটের মধ্যবর্তী দূরত্ব

ϵ_o = 8.854×10^{-12} F/m = ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট

C = মোট ক্যাপাসিট্যান্স।

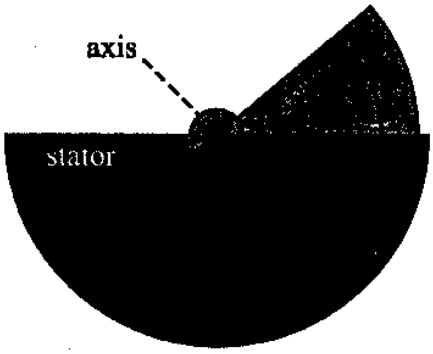
অতএব ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের ক্যাপাসিট্যান্স তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল, যথা ঃ

১। প্লেট দুটির কন্ডাক্টিভ এরিয়ার উপর;

২। দুটি প্লেটের মধ্যবর্তী ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের ধর্মের উপর;

৩। দুটি প্লেটের মধ্যবর্তী দূরত্ব দুটি প্লেটের মধ্যবর্তী দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে ক্যাপাসিট্যান্স হ্রাস পায়।

একটি পরিবর্তনশীল প্লেট ট্রান্সডিউসারে দুটি প্লেট থাকে– একটি স্থির প্লেট বা স্টেটর (Stator) এবং একটি চলন্ত প্লেট বা রোটর (Rotor)। এ ধরনের ট্রান্সডিউসারের চিত্র ঃ ২.২১-এ দেখানো হলো ঃ

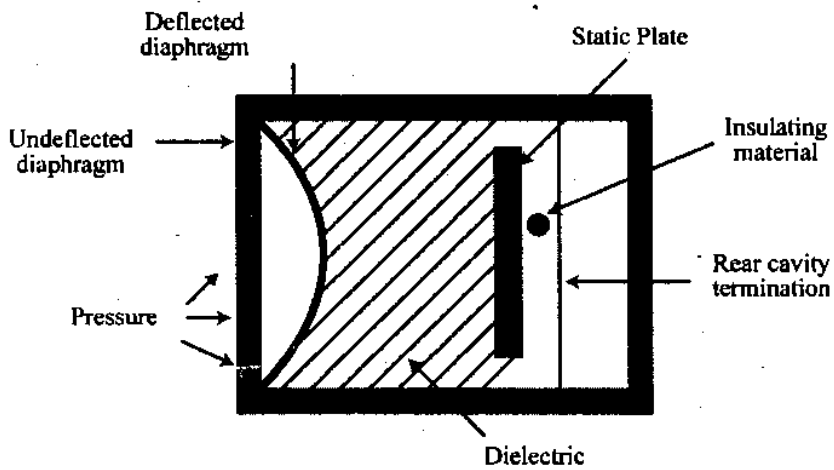


চিত্র ঃ ২.২২ প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসার

পরীক্ষণাধীন বস্তুকে রোটরের সাথে যান্ত্রিকভাবে যুক্ত করা হয়। যখন বস্তুটি নড়াচড়া করে তখন রোটর, স্টেটরের তুলনায় অবস্থান পরিবর্তন করে এভাবে রোটর ও স্টেটর উভয় প্লেটের মধ্যকার কার্যকর ক্ষেত্রফল পরিবর্তিত হয়। ফলে ক্যাপাসিট্যান্সের পরিবর্তন ঘটে।

এ ধরনের ডিভাইস এয়ারক্রাফটের আবর্তনের পরিমাণ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে ব্যবহার হয়। এয়ারক্রাফট বামদিকে আবর্তিত হলে ট্রান্সডিউসারের প্লেটও সেদিকে ঘুরবে। চিত্রে ড্যাশ লাইন দ্বারা তা দেখানো হয়েছে। আবর্তনের ডিগ্রির সমানুপাতিক পরিমাণ ক্যাপাসিট্যান্স হ্রাস পায়, একইভাবে ডানদিকে আবর্তিত হয়।

চিত্র ঃ ২.২৩-এ দেখানো ট্রান্সডিউসারে দুটি প্লেটের মধ্যকার দূরত্ব পরিবর্তনের ফলে ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তন হয়। এই ট্রান্সডিউসার চাপ (শূন্যে) পরিমাপে ব্যবহৃত হয়। একটি বায়ুশূন্য আবদ্ধ পাত্রে একটি ধাতুর তৈরি পর্দা থাকে। যখন চাপ প্রয়োগ করা হয় তখন পর্দা বামদিকে সরে এবং যখন চাপশূন্য করা হয় তখন ডানদিকে সরে। ডায়াফ্রাম বা পর্দাকে পরিবর্তনশীল ক্যাপাসিটরের একটি প্লেট হিসেবে ব্যবহার করা হয়। স্থির প্লেট হতে ইহার দূরত্ব ইউনিটে চাপ প্রয়োগের ফলে সৃষ্ট দুটি প্লেটের মধ্যবর্তী ক্যাপাসিট্যান্সের পরিবর্তনের মান দ্বারা নির্ধারণ করা হয়।



চিত্র ঃ ২.২৩ Capacitive Pressure Transducer

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **গেজ (Gauge) ফেক্টর বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ১০, ১৫(পরি)]

অথবা, Gauge factor কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, গেজ ফ্যাক্টর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২, ১৪]

উত্তর ঃ প্রতি একক রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তনের ফলে প্রতি একক দৈর্ঘ্যের পরিবর্তনের অনুপাতকে গেজ ফ্যাক্টর বলে।

অর্থাৎ গেজ ফ্যাক্টর $= \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L}$

২। **রেজিস্টিভ থার্মোমিটারে কোন ধরনের ধাতু বেশি ব্যবহৃত হয় এবং কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ প্লাটিনাম ধাতু বেশি ব্যবহৃত হয়। প্লাটিনাম বেশি ব্যবহারের কারণ ঃ

(i) এর Melting Point উচ্চমানের।

(ii) এর Temperature range বেশি।

(iii) এর Resistance পরিবর্তন তাপমাত্রার সাথে সমভাবে পরিবর্তিত হয়।

(iv) এর Temperature Co-efficient of Resistance বেশি।

৩। **তাপমাত্রা পরিমাপে ব্যবহৃত ট্রান্সডিউসারসমূহের নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ

(i) রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার,

(ii) থার্মিস্টর,

(iii) থার্মোকাপল,

(iv) থার্মোপাইল ইত্যাদি।

৪। **LVDT ও RVDT কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ১০, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ LVDT = Linear Variable Differential Transformer.
RVDT = Rotary Variable Differential Transformer.

৫। **Strain gauge এর gauge factor এর মান বেশি রাখা হয় কেন?** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ Strain gauge-এর gauge factor-এর ওপর ইহার sensitivity নির্ভর করে। অর্থাৎ gauge factor যতবেশি হবে Resistance-এর পরিবর্তন ততবেশি হবে। আর Resistance-এর এই বেশি পরিবর্তন অতিসহজে ও সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়। তাই strain gauge-এর gauge factor যতদূর সম্ভব উচ্চমানের হতে হবে।

৬। **রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ পদার্থের ভৌত কাঠামো (দৈর্ঘ্য, ব্যাস, প্রস্থচ্ছেদ) পরিবর্তনের ফলে রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন হলে, তাকে রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার বলে।

৭। **পদার্থের কোন গুণকে তাপমাত্রা পরিমাপের কাজে লাগানো হয়?**

উত্তর ঃ উষ্ণতা পরিবর্তনের ফলে পদার্থের রেজিস্টিভিটির পরিবর্তন হয়। পদার্থের এই গুণকে তাপমাত্রা পরিমাপের কাজে লাগানো হয়।

৮। **পটেনশিওমিটার কোন ধরনের ট্রান্সডিউসার?**

উত্তর ঃ ইহা একটি প্যাসিভ টাইপ ট্রান্সডিউসার।

৯। **Rotational রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার কোন ধরনের পরিমাপে ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ এ ধরনের ট্রান্সডিউসার কৌণিক সরণ পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।

১০। **রেজিস্ট্যান্স প্রেসার ট্রান্সডিউসার কয় ধরনের হতে পারে?**

উত্তর ঃ দু'ধরনের ঃ

(i) ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল রেজিস্ট্যান্স ট্রান্সডিউসার,

(ii) স্ট্রেইন গেজ।

১১। **থার্মিস্টর কীভাবে গঠিত হয়?**

উত্তর ঃ ম্যাঙ্গানিজ, নিকেল, কোবাল্ট, কপার এবং ইউট্রাম এর সঠিক সমন্বয়ে গঠন করা হয়।

১২। **ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারে কয়টি আউটপুট পাওয়া যায়?**

উত্তর ঃ দুটি আউটপুট পাওয়া যায় ঃ

(i) ইহা ইন্ডাকট্যান্স প্রদর্শন করে (সেল্‌ফ/ মিউচুয়াল ইন্ডাকট্যান্স)।

(ii) ইহা ইন্ডাকট্যান্সের হ্রাস প্রদর্শন করে (সেল্‌ফ/ মিউচুয়াল ইন্ডাকট্যান্স)।

১৩। **পরিবর্তনশীল প্লেট ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কয়টি প্লেট থাকে?**

উত্তর ঃ দু'টি প্লেট থাকে ঃ

(i) একটি স্থির প্লেট বা স্টেটর,

(ii) একটি চলন্ত প্লেট বা রোটর।

১৪। **দু'টি PTC (Positive Temperature Co-effieient) of reristance transducer-এর নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার ও থার্মোকাপল।

১৫। **রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজ কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ যদি স্ট্রেইন গেজের উপর ফোর্স বা স্ট্রেইন প্রয়োগ করলে এর রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন হয় তখন তাকে রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজ বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **স্ট্রেইন গেজ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, Strain gauge কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ স্ট্রেইন গেজ হলো এমন এক প্রকার প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার, যার উপর প্রয়োগকৃত চাপের পরিবর্তনের সাথে সাথে এর রেজিস্ট্যান্সও পরিবর্তন হয়।

২। **স্ট্রেইন গেজ কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ বেইস বোর্ড এর উপর তার বসানোর ওপর ভিত্তি করে স্ট্রেইন গেজকে দুই ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

(i) বন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজ

(ii) আনবন্ডেড টাইপ স্ট্রেইন গেজ।

বন্ডেড টাইপ আবার চার প্রকার, যথা ঃ

(i) লিনিয়ার টাইপ,

(ii) টক টাইপ,

(iii) হেলিক্যাল টাইপ,

(iv) রোসেট টাইপ।

এ ছাড়া স্ট্রেইন গেজকে তিন ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

(i) ওয়্যার ও উভ টাইপ,

(ii) ফয়েল টাইপ,

(iii) সেমিকন্ডাক্টর টাইপ।

৩। **স্ট্রেইন গেজের ব্যবহার লেখ।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ স্ট্রেইন ও স্ট্রেস পরিমাপ ছাড়াও লোড সেল, টর্কমিটার, প্রেসার গেজ এবং ফ্লোমিটার ও অ্যাক্সেলেরোমিটার-এর সাথে সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার হিসাবে স্ট্রেইন গেজ ব্যবহৃত হয়।

৪। **রেজিস্টিভ থার্মোমিটার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর ঃ কোন ধাতব পদার্থের বৈদ্যুতিক রেজিস্ট্যান্স ইহার তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়। ধাতব পদার্থের এই ধর্মকে কাজে লাগিয়ে যে থার্মোমিটার তৈরি করা হয়, তাকে রেজিস্টিভ থার্মোমিটার বলা হয়।

৫। **ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের সুবিধা কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ সুবিধাসমূহ ঃ

(i) সংবেদনশীলতা এবং সঠিকতা বৃদ্ধি পায়।

(ii) আউটপুট, বাহ্যিক চুম্বকীয় ক্ষেত্র দ্বারা কম আক্রান্ত হয়।

(iii) উষ্ণতাজনিত ক্রিয়াশীল পরিবর্তনকে হ্রাস করা যায়।

(iv) সরবরাহ ভোল্টেজ এবং ফ্রিকুয়েন্সির পরিবর্তনের ক্রিয়াকে হ্রাস করা যায়।

৬। **প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ "চলমান উপাদানের ভৌত অবস্থান পরিবর্তনের ফলে ক্যাপাসিট্যান্সের রৈখিক পরিবর্তন হয়।" এই নীতির উপর ভিত্তি করে ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসার কাজ করে।

৭। **থার্মিস্টর-এর কাজ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।**

অথবা, Thermistor এর কাজ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **থার্মিস্টর এর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ১২]

উত্তর ঃ Thermistor এর নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলো থাকে ঃ

(i) এর খরচ কম।

(ii) এর Supply current খুব কম মানের হয়।

(iii) এর সাহায্যে সর্বোচ্চ 400°C তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।

(iv) এর stability খুবই ভাল।

(v) এর response time খুবই কম, মাত্র এক সেকেন্ডের ভগ্নাংশ মিনিটের ভগ্নাংশ হয়ে থাকে।

(vi) Thermistor compact হয়।

(vii) এটি Power খুব কম গ্রহণ করে।

(viii) অন্যান্য equipment হতে Thermistor কে দূরে স্থাপন করা যায়।

উপরোক্ত গুণাবলির জন্য অন্যান্য Temperature Measuring transducer এর তুলনায় thermistor এর ব্যবহার অত্যধিক।

৯। **Inductive transducer এর মূলনীতি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসার সেল্‌ফ জেনারেটিং অথবা প্যাসিভ টাইপ হয়ে থাকে। সেল্‌ফ জেনারেটিং টাইপ ট্রান্সডিউসার মৌলিক বৈদ্যুতিক জেনারেটরের নীতি অনুসরণ করে অর্থাৎ পরিবাহী ও চুম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে গতির ফলে পরিবাহীর মধ্যে ভোল্টেজ আবেশিত হয় (জেনারেটর ক্রিয়া)। পরিমাপিত (Measurand) বস্তুর পরিবর্তনের ফলে সৃষ্ট তুলনামূলক গতি (Relative motion) চুম্বকীয় ক্ষেত্র এবং পরিবাহীর মধ্যে প্রয়োগ করা হয়।

ইন্ডাক্টিভ ইলেকট্রোমেকানিক্যাল ট্রান্সডিউসার হলো এমন ধরনের ডিভাইস, যা ভৌত গতিকে (অবস্থান পরিবর্তন) ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তনে রূপান্তরিত করে।

১০। **রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের মূলনীতি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের মূলনীতি হল কোন ধাতব পদার্থের বৈদ্যুতিক রেজিস্ট্যান্স এটির তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত। ধাতব পদার্থের এই ধর্মকে কাজে লাগিয়ে থার্মোমিটার তৈরি করা হয়।

অধিকাংশ মেটালের ক্ষেত্রে তাপমাত্রার (T) পরিবর্তনের ফলে এর রেজিস্ট্যান্স (R) এর মানের যে পরিবর্তন হয়, তাকে নিম্নের সমীকরণের সাহায্যে দেখানো হল ঃ

$$R = R_0 (1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + ------- + \alpha_n T^n)$$

১১। **LDVT এর মূলনীতি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ যখন কোন Transformer এর মোট output voltage, দুটি output voltage এর পার্থক্য হতে পাওয়া যায় এবং মধ্যবর্তী কোণের Displacement এর সাথে উক্ত Voltage এর মান সমানুপাতিক হারে পরিবর্তিত হয়।

১২। **বহুল ব্যবহৃত রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ (i) পটেনশিওমিটার, (ii) রেজিস্ট্যান্স প্রেসার ট্রান্সডিউসার, (iii) রেজিস্টিভ পজিশন ট্রান্সডিউসার।

১৩। **রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের সুবিধা কী কী?**

উত্তর ঃ **সুবিধাসমূহ ঃ**

(i) খরচ কম,

(ii) পরিচালনা সহজ,

(iii) বড় মানের সরণ পরিমাপে কার্যকর,

(iv) বৈদ্যুতিক দক্ষতা খুব উচ্চ।

১৪। **রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের অসুবিধা কী কী?**

উত্তর ঃ **অসুবিধা ঃ**

(i) স্লাইডিং কন্টাক্ট চলাচলের জন্য বড় বলের প্রয়োজন,

(ii) স্লাইডিং কন্টাক্ট ভেঙ্গে যেতে পারে কিংবা অসজ্জিত হয়ে যেতে পারে।

১৫। **রেজিস্টিভ পজিশন ট্রান্সডিউসার কোন নীতির উপর কাজ করে?**

উত্তর ঃ পরিমাপনাধীন ভৌত ভেরিয়্যাবল সংবেদনশীল উপাদানে রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন ঘটায়। এই নীতির উপর ভিত্তি করে এ ধরনের ট্রান্সডিউসার কাজ করে।

১৬। **থার্মোকাপল এবং থার্মিস্টার-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ থার্মোকাপল এবং থার্মিস্টার-এর মাঝে পার্থক্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

থার্মোকাপল	থার্মিস্টার
১। দুটি ভিন্ন ধাতুর তার বা দণ্ডকে একত্রে যুক্ত করে একটি সার্কিট তৈরির পর যদি ধাতুদ্বয়ের সংযোগস্থলকে দুটি ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখা হয় তাহলে ঐ সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই কারেন্ট প্রবাহের জন্য তৈরি বর্তনীকে থার্মোকাপল বলে।	১। থার্মিস্টার একটি নেগেটিভ টেম্পারেচার কো-ইফিসিয়েন্ট, যার রেজিস্টিভিটি তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।
২। দণ্ড দুটি সেমিকন্ডাক্টর পদার্থের তৈরি না।	২। এটি এক ধরনের সেমিকন্ডাক্টরের তৈরি।
৩। এটি রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় নয়।	৩। এটি রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **পজিশন ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **স্ট্রেইন গেইজের মূলনীতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩]

অথবা, স্ট্রেইন গেজের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

অথবা, স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $G_f = 1 + 2\gamma$; যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮]

অথবা, Strain gauge-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

অথবা, রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে দেখাও যে, গেজ ফ্যাক্টর, $K = 1 + 2\sigma$। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **একটি বন্ডেড টাইপ রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **স্ট্রেইন গেজের গেজ ফ্যাক্টর বলতে কী বুঝায়? গাণিতিক ব্যাখ্যা প্রদান কর।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২]

অথবা, গেজ ফ্যাক্টরের গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, স্ট্রেইন গেজ কী? বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, প্রয়োজনীয় চিত্রসহ স্ট্রেইন গেজের গেজ ফ্যাক্টর এবং পয়সন'স রেশিও এর মাঝে সম্পর্কের গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৩]

অথবা, রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণণা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, Resistance Thermometer-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **থার্মিস্টারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

অথবা, একটি ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের সরণ কোন মাপার পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। প্রেসার ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, Inductive Pressure Transducer-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪ ০৭, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১। LVDT-এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বন্ডেড এবং আনবন্ডেড স্ট্রেইন গেজের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। থার্মিস্টারের সাহায্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি ডিফারেন্সিয়াল টাইপ ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। যে কোন একটি Resistance straingauge transducer এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারে চিত্র এঁকে Input এবং Output দেখাও। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রেজিস্টিভ প্রেসার ট্রান্সডিউসারের কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। RVDT-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সাধারণ ট্রান্সফরমার ও ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। চিত্রসহ লিনিয়ার পটেনশিওমেট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ▶ অনুচ্ছেদ ২.১ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৩

স্বয়ং উৎপাদনকারী ট্রান্সডিউসারের বিভিন্ন অংশ (Features of self-generating type transducers)

৩.১ পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি (Wording prinicples of Piezoelectric transducers) ঃ

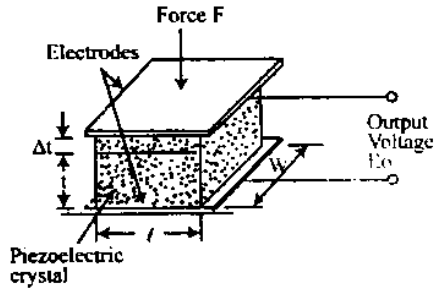
এমন কিছু ক্রিস্টাল পদার্থ আছে (রোসেলি সল্ট, কোয়ার্টজ, বেরিয়াম টিটানেট), যার উপর চাপ প্রয়োগ করে আকৃতির পরিবর্তন ঘটালে এতে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। বিপরীতভাবে, এসব ক্রিস্টাল পদার্থের আড়াআড়িভাবে ভোল্টেজ প্রদান করলে এর আকৃতির পরিবর্তন ঘটে। উভয়ক্ষেত্রেই আকৃতির পরিবর্তন এবং ভোল্টেজের পরিবর্তন পরস্পরের সমানুপাতিক। এ সকল ক্রিস্টাল পদার্থকে পিজো-ইলেকট্রিক পদার্থ বলে এবং এই বৈশিষ্ট্যকে পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট বলে। ক্রিস্টালিন পদার্থের এই বৈশিষ্ট্যকে পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারে ব্যবহার করা হয়। যখন ক্রিস্টালকে সলিড বেস এবং শক্তি সংযোজনকারী বস্তুর উপর স্থাপন করা হয় তখন এই বৈশিষ্ট্যকে ব্যবহার করা হয়। চিত্রে তা দেখানো হল ঃ

এ ধরনের ট্রান্সডিউসারের উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি (HF) রেসপন্স ভাল। তাই এর নীতি HF অ্যাক্সেলারোমিটারে অনুসরণ করা হয়। এই প্রয়োগে আউটপুট ভোল্টেজ সচরাচর 1–30mv। এর বড় অসুবিধা হল ইহা স্থির অবস্থা পরিমাপ করতে পারে না। আউটপুট ভোল্টেজ তাপ পরিবর্তনের ফলে পরিবর্তিত হয়। আউটপুট ভোল্টেজের রাশিমালা নিচে দেয়া হল ঃ

$$E = \frac{Q}{C_P}$$

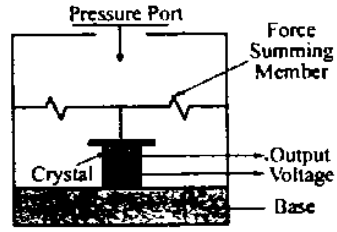
এখানে, Q = জেনারেটেড চার্জ,

C_p = শান্ট ক্যাপাসিট্যান্স।



চিত্র ঃ ৩.১ পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট

পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের গঠন ও কার্যপ্রণালি ঃ নিচের চিত্রে একটি পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার দেখানো হল। একটি পিজো-ইলেকট্রিক ম্যাটেরিয়ালকে সলিড বেস এবং ফোর্স সামিং মেম্বারের মধ্যে স্থাপন করা হয়। প্রেসার পোর্টের উপরে পরিমাপ্য চাপ (Pressure) প্রয়োগ করা হয়। উক্ত চাপ ফোর্স সামিং মেম্বারের মাধ্যমে পিজো-ইলেকট্রিক ম্যাটেরিয়ালের উপর প্রযুক্ত হয়।



চিত্র ঃ ৩.২ পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার

চাপের মধ্যে রাখা পিজো-ইলেকট্রিক এলিমেন্টের জন্য এর উপর প্রয়োগকৃত শক্তির একটি অংশ ইলেকট্রিক পটেনশিয়ালে রূপান্তরিত হয় এবং এটা এলিমেন্টের বিপরীত ফেজে পাওয়া যায়, যা কোন ক্যাপাসিটরের দুটো প্লেটের চার্জের মতো অবস্থান করে ; এর বাকি প্রয়োগকৃত শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং তা সংকুচিত স্প্রিং এর মতো কাজ করে। যখন চাপ প্রত্যাহার করা হয় তখন তা মূল আকারে আসে এবং এর ইলেকট্রিক চার্জ হারায়। এ সম্পর্কে একটি সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় ঃ

$$K = \frac{\text{মেকানিক্যাল শক্তি হতে রূপান্তরিত ইলেকট্রিক্যাল শক্তি}}{\text{প্রয়োগকৃত মেকানিক্যাল শক্তি}}$$

$$\text{অথবা, } K = \frac{\text{ইলেকট্রিক্যাল শক্তি হতে রূপান্তরিত মেকানিক্যাল শক্তি}}{\text{প্রয়োগকৃত ইলেকট্রিক্যাল শক্তি}}$$

এখানে K হল কাপলিং কো-ইফিসিয়েন্ট।

আবার যদি অল্টারনেটিং ভোল্টেজকে (AC) ক্রিস্টালে প্রয়োগ করা হয়, তবে এটা স্বাভাবিক রেজোনেন্স ফ্রিকুয়েন্সিতে কাঁপতে থাকে। এখানে স্থির মানের ফ্রিকুয়েন্সি পাওয়ার জন্য একে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির অ্যাক্সেলারোমিটার হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এখানে প্রতি অ্যাক্সেলারেটিং এর জন্য আউটপুট ভোল্টেজের মান হবে 1 হতে 30 মিলিভোল্ট। এখানে কোন বহিস্থ শক্তির উৎস ব্যবহার করা হয় না বলে একে সেল্‌ফ জেনারেটিং ট্রান্সডিউসার বলে। এ ট্রান্সডিউসারের প্রধান অসুবিধা হল যতক্ষণ চাপ প্রয়োগ করা হয় ঠিক সেই পর্যন্তই এতে ভোল্টেজ উৎপাদিত হয়। পরবর্তী সময়ের জন্য তা সাধারণ চার্জহীন ডিভাইসের মতো অবস্থান করে।

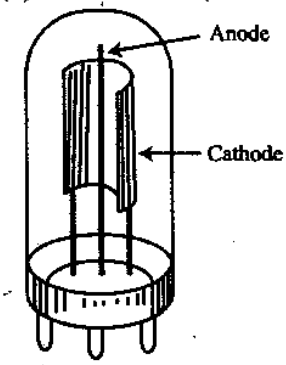
৩.২ ফটো ইমিসিভ, ফটোকন্ডাকটিভ এবং ফটোভোল্টাইক সেলের মূলনীতি (Basic principles of photo emissive, photo conductive and photo voltaic cell) ঃ

● **ফটো ইমিসিভ সেল (Photo emissive cell) ঃ**

মূলত ফটো ইমিসিভ সেল দু'ধরনের ঃ (i) ভ্যাকুয়াম টাইপ (Vacuum Type), (ii) গ্যাস ফিল্ড টাইপ (Gas field Type)।

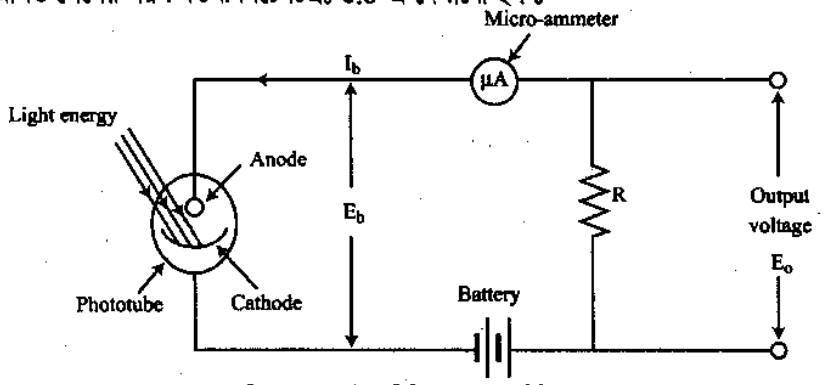
ভ্যাকুয়াম টাইপ ফটো ইমিসিভ সেল (Vacuum Type photo emissive Cell) ঃ এ ধরনের সেল পাতলা ধাতুর বক্র পাত (Curved sheet) দ্বারা গঠিত, যার অবতল পৃষ্ঠদেশ (Concave surface) ফটো ইমিসিভ ধাতু দ্বারা প্রলেপ দিয়ে ক্যাথোড হিসাবে এবং ক্যাথোডের বাঁকানো কেন্দ্রে অবস্থিত রডকে অ্যানোড (Anode) হিসাবে ধরা হয়। সম্পূর্ণ কাঠামোকে (Assembly) একটি খালি কাচ মোড়কে (Envelope) আবৃত করে বাঁধাই করা হয়।

ফটো ইমিসিভ পদার্থ দ্বারা আবৃত ক্যাথোডে (Cathode) আলোক বিকিরণ আঘাত করলে ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন নিঃসরিত হয়। ক্যাথোড থেকে নিঃসরিত ইলেকট্রন অ্যানোড ইলেকট্রোড দ্বারা সংগৃহীত হয়ে বৈদ্যুতিক প্রবাহের সৃষ্টি করে।



চিত্র ঃ ৩.৩ ফটো ইমিসিভ সেল

একটি ফটো ইমিসিভ সেলের সরল বর্তনী নিচে চিত্রঃ ৩.৪-এ দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৩.৪ ফটো ইমিসিভ সেলের সার্কিট ডায়াগ্রাম

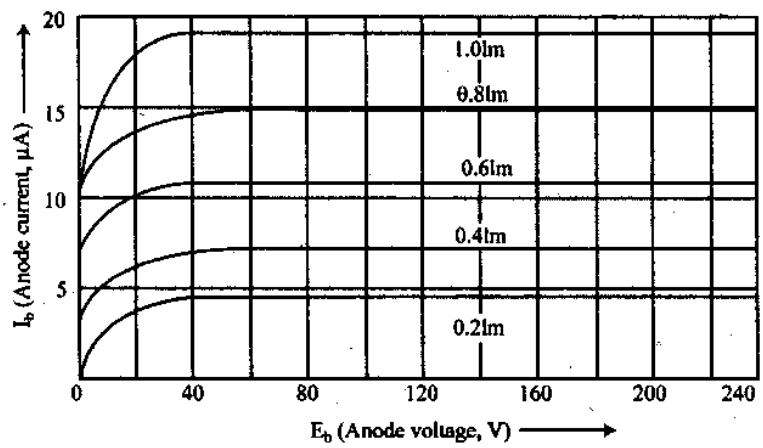
বর্তনীতে ফটো ইমিসিভ সেলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট নিম্নের কারণগুলোর উপর নির্ভর করে ঃ

(i) আলোর তীব্রতা,

(ii) আলোর রং অথবা এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

(iii) অ্যানোড এবং ক্যাথোডের মধ্যে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ।

চিত্র ঃ ৩.৫-এ ফটো ইমিসিভ সেলের কারেন্ট ভার্সাস ভোল্টেজ ক্যারেকটারিসটিক্স কার্ভ দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৩.৫ ফটো ইমিসিভ সেলের কারেন্ট V/S ভোল্টেজ বৈশিষ্ট্য রেখা

কার্ভে দেখা যাচ্ছে যে, আরোপিত ভোল্টেজের ফলে সৃষ্ট কারেন্ট লুমিনাস ফ্লাক্স বা আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তীব্রতার সমানুপাতিক। চিত্রঃ ৩.৪-এর বর্তনীতে ব্যবহৃত মাইক্রো-অ্যামিটার লুমিনাস ফ্লাক্স অথবা আলোর তীব্রতার স্কেলে ক্যালিব্রেটেড করা থাকে।

ফটো ইমিসিভ সেলের সুবিধা ঃ

১। স্ট্যাবিলিটি বেশি।

২। দীর্ঘ সময় ধরে ব্যবহার করলেও এর বৈশিষ্ট্যাবলি পরিবর্তন হয় না।

৩। কম ভোল্টেজে অপারেট হয়।

৪। অতিরিক্ত আলোর প্রভাব থেকে প্রটেকশন দেয়া হয়।

ফটো ইমিসিভ সেলের অসুবিধা ঃ

১। কারেন্ট প্রবাহের পরিমাণ খুবই কম, তাই পরিমাপের কাজে বিঘ্ন ঘটে।

২। সেন্সিটিভিটি নিম্নমানের।

● ফটোকন্ডাকটিভ সেল (Photo Conductive Cell) ঃ

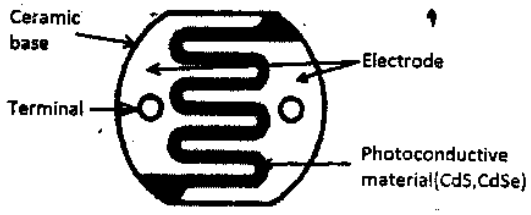
অর্ধপরিবাহী পদার্থে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে বৈদ্যুতিক পরিবাহিতার (Conduction) সৃষ্টি হয়। আবার কিছু কিছু অর্ধপরিবাহীতে আলোক পতিত হলে চার্জ ক্যারিয়ার বিচ্যুত হয় এবং ভোল্টেজ প্রয়োগের ফলে কারেন্ট প্রবাহের সৃষ্টি হয়। 'আলোর তীব্রতা বাড়ালে সেমিকন্ডাক্টরের রোধ হ্রাস পায়'। এজন্য এ জাতীয় সেমিকন্ডাক্টরকে ফটোকন্ডাক্টিভ সেল অথবা ফটোরেজিস্টর অথবা কখনও আলো নির্ভরশীল রোধক (Light Dependent Resistors) কিংবা সংক্ষেপে LDR বলে।

দু'ধরনের ফটোকন্ডাকটিভ সেমিকন্ডাক্টর পদার্থ সাধারণত বেশি ব্যবহৃত হয়, যথাঃ

(i) ক্যাডমিয়াম সালফাইড (CdS) ব্যান্ড গ্যাপ 2.42ev

(ii) ক্যাডমিয়াম সেলিনাইড (CdSe) ব্যান্ড গ্যাপ 1.7ev।

পর্যাপ্ত এনার্জি ব্যান্ডের জন্য পরম তাপমাত্রায় উভয় পদার্থের রোধ খুবই উচ্চ। চিত্র ৩.৬-এ ফটোকন্ডাকটিভ সেল দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৩.৬ ফটোকন্ডাকটিভ সেল

এতে (চিত্র-৩.৬) একটি সিরামিক বেসের উপর ফটোকন্ডাকটিভ ম্যাটেরিয়ালের প্রলেপ দেয়া হয়। এরপর নির্দিষ্ট আকৃতির দুটি ইলেকট্রোডকে পরস্পর থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে উক্ত ম্যাটেরিয়ালের উপর স্থাপন করা হয়। প্রাথমিক অবস্থায় ফটোকন্ডাকটিভ ম্যাটেরিয়াল, ইলেকট্রোডদ্বয়কে পরস্পর থেকে আইসোলেট করে রাখে। সমগ্র ব্যবস্থাপনাকে কাচ, প্লাস্টিক বা রেজিন দ্বারা আবৃত করে দেয়া হয়।

ফটোকন্ডাকটিভ সেলের বৈশিষ্ট্য ব্যবহৃত পদার্থ অনুযায়ী ভিন্ন ভিন্ন হয়। বৈশিষ্ট্যগুলো নিচের টেবিল (৩.১) এ দেয়া হল ঃ

টেবিল ঃ ৩.১

Photo Conductor	Time Constant	Spectral Band
CdS	100ms	0.47–0.71μm
CdSe	10ms	0.6–0.77 μm
PbS	400μs	1–3μm
PbSe	10μs	1.5 –4μm

যখন সেলটি অন্ধকারাচ্ছন্ন করে রাখা হয়, তখন এর রেজিস্ট্যান্সকে ডার্ক রেজিস্ট্যান্স (Dark resistance) বলে। ডার্ক, রেজিস্ট্যান্স $10 \times 10^{12}\Omega$ এর চেয়েও উচ্চ হতে পারে। যদি সেলটি উদ্ভাসিত করা হয়, এতে রেজিস্ট্যান্স কমতে থাকে। সেলের রেজিস্ট্যান্স ফটোকন্ডাকটিভ লেয়ার বা স্তরের বৈশিষ্ট্য এবং সেলের মাত্রিকতা ও জ্যামিতিক গঠন/আকৃতির উপর নির্ভর করে। সেলের কারেন্ট প্রযুক্ত ডি.সি. ভোল্টেজের উপর নির্ভর করে। এ সেল থেকে μA রেঞ্জের কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

যখন ফটোরেজিস্টর নির্দিষ্ট কাজে ব্যবহার করা হয় তখন তা নির্বাচন করতে সঠিক ডার্ক রেজিস্ট্যান্স (dark resistance) ও উপযুক্ত সংবেদনশীলতা (Sensibility) খুবই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। ফটো রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের সংবেদনশীলতার নিম্নরূপ সংজ্ঞায়িত করা হয় ঃ

$$S = \frac{\Delta R}{\Delta H}\ \Omega/W\text{-}m^2$$

যেখানে ΔR = রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন; Ω

এবং ΔH = উদ্ভাসনের/উজ্জ্বলতার পরিবর্তন; W/m^2 (irradiation)

● **ফটোভোল্টাইক সেল (Photovoltaic Cell) ঃ**

ফটোভোল্টাইক সেল একটি অ্যাকটিভ ডিভাইস। কারণ একে পরিচালনার জন্য বাহ্যিকভাবে কোন বৈদ্যুতিক সাপ্লাইয়ের প্রয়োজন হয় না, বরং এর উপর আপতিত আলোর তীব্রতা অনুসারে বিদ্যুৎ তৈরি হয়। আলোকশক্তি থেকে ভোল্টেজ রূপান্তরের বৈশিষ্ট্যের কারণে একে ফটোভোল্টাইক সেল বলা হয়।

গঠন (Construction) ঃ ফটোভোল্টাইক সেল একটি PN জাংশন ডায়োড, যার জাংশনটি সঠিকভাবে ডাপিংকৃত একটি P-টাইপ এবং N-টাইপ সেমিকন্ডাক্টরের সংযোগস্থলে তৈরি হয়। P-টাইপ সেমিকন্ডাকটরকে তুলনামূলক পাতলা রাখা হয়। P-টাইপ সেমিকন্ডাকটরের সারফেসকে প্রায় উন্মুক্ত রাখা হয়, যাতে বেশি ক্ষেত্রফলব্যাপী আলোকরশ্মি আপতিত হতে পারে। লোডকে সংযোগ করার জন্য সেমিকন্ডাক্টদ্বয়ে দুটি ইলেকট্রোড স্থাপন করা হয়।

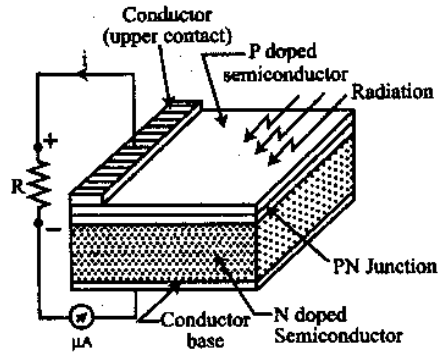
কার্যপ্রণালি (Working principles) ঃ যখন আলোর ফোটন কণিকা পাতলা P স্তরকে ভেদ করে N স্তরে প্রবেশ করে, তখন হোল এবং ইলেকট্রন দ্বারা ফোটনের শক্তি শোষিত হয়। ফলে হোল ও ইলেকট্রনসমূহ কন্ডাকশন ব্যান্ডে উন্নীত হয়। এতে করে হোল ও ইলেকট্রনসমূহ পৃথকভাবে ডিপ্লেশন রিজিয়নে জাংশনের উভয়দিকে অবস্থান করে। ফলে জাংশনের আড়াআড়িতে একটি বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়।

ওপেন সার্কিট ভোল্টেজকে নিম্নরূপে লেখা যায় ঃ

$E_o = E_c \log_e I$

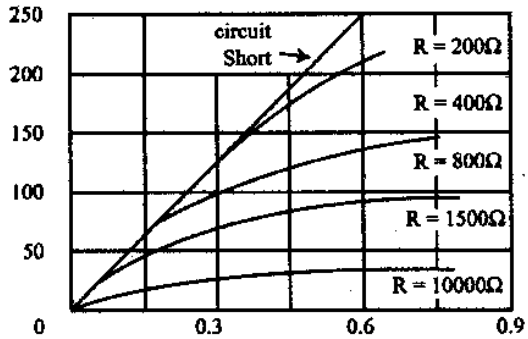
যেখানে, E_c = ক্যালিব্রেশন ভোল্টেজ

I = আলোর তীব্রতা।



চিত্র ঃ ৩.৭ ফটোভোল্টাইক সেল

প্রত্যেক ফটোভোল্টাইক সেলের নিম্ন কিন্তু সসীম মানের অভ্যন্তরীণ রোধ থাকে। বর্তনীর সাথে সেলকে যুক্ত করা হলে কারেন্ট ভার্সাস লুমিনাস ফ্লাক্স বৈশিষ্ট্য পরিলক্ষিত হয়, যা নিচে চিত্র ঃ ৩.৮-এ দেখানো হলঃ



চিত্র ঃ ৩.৮ Current vs luminous flux characteristics for a photovoltaic cell.

ফটোভোল্টাইক সেল 100 থেকে 125°C তাপমাত্রার রেঞ্জে সন্তোষজনকভাবে কাজ করে। তাপমাত্রার পরিবর্তনে ভোল্টেজের পরিবর্তন কয়েক mV/°C হয়ে থাকে।

টেবিল ৩.২-এ ফটোভোল্টাইক সেলে সচরাচর ব্যবহৃত পদার্থসমূহ ও তাদের বৈশিষ্ট্য দেয়া হল ঃ

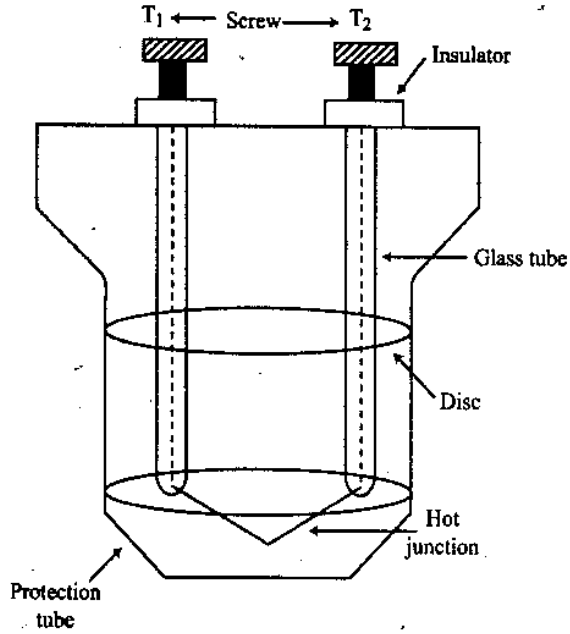
টেবিল ঃ ৩.২ Typical Photovoltaic Cell Characteristics

Cell Material	Time Constant	Spectral Band
Silicon (Si)	20μs	0.44μm–1μm
Selenium (Se)	2 ms	0.3μm–0.62μm
Germanium (Ge)	50μs	0.79μm–1.8μm
Indium Arsenide (InAs)	1μs	1.5μm–3.6μm (cooled)
Indium Antimonide (InSb)	10μs	2.3μm–7μm (cooled)

৩.৩ থার্মোকাপলের গঠন (Construction of thermocouple) ঃ

থার্মোকাপলের ভৌত কাঠামো নিচের চিত্রে দেখানো হল ঃ

থার্মোকাপল দুটি ভিন্ন জাতীয় ধাতব পরিবাহীর মাধ্যমে গঠিত। পরিবাহী দুটির এক প্রান্তে ঝালাই করা হয়, যা গরম জাংশন (Hot junction) নামে পরিচিত। তার দুটিকে পারস্পরিক সম্পর্ক এবং শর্ট সার্কিট হতে রক্ষা করার জন্য ইহার খোলা প্রান্তদ্বয়কে সরু এবং লম্বা কাচনলের মধ্যে ঢুকানো হয়। কতগুলো চাকতির মাধ্যমে নল দুটিকে খাড়া করে রাখা হয়। সম্পূর্ণ ব্যবস্থা পোর্সেলিন (Porcelain) টিউবের মধ্যে ঢুকানো থাকে এবং টিউবের উপর একটি ইনসুলেটরের টুপি বসানো থাকে এবং T_1 এবং T_2 দুটি স্ক্রু (Screw) থার্মোকাপলের ব্যবহৃত তারের মাধ্যমে উক্ত স্ক্রু হতে ঠাণ্ডা জাংশনকে (Cold junction) দূরে রাখা হয়, যাতে ঠাণ্ডা জাংশনের তাপমাত্রা 0°C রাখা যায়।



চিত্র ঃ ৩.৯ Physical construction of thermocouple

থার্মোকাপলের সুবিধা-অসুবিধা ঃ

সুবিধা (Advantage) ঃ

১। এতে Bridge Circuit-এর প্রয়োজন হয় না।

২। এর Accuracy খুবই ভাল।

৩। এর তাপমাত্রার range অনেক বেশি।

৪। এর খরচ কম (Thermocouple তৈরিতে)।

অসুবিধা (Disadvantage) ঃ

১। Reference temperature কে Constant রাখতে হয়।

২। এর Precision measurement কঠিন।

৩। এতে Stray voltage-এর প্রভাব থাকে।

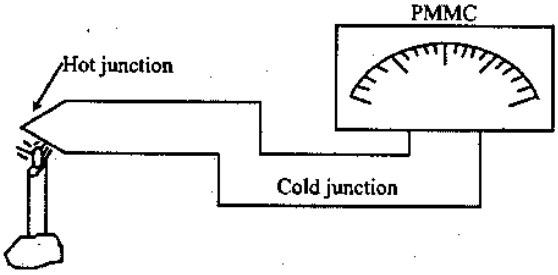
৪। এতে Thermo-emf/Temperature relation Non-linear থাকে।

৩.৪ থার্মোকাপল ও থার্মোপাইলের কার্যনীতি (Working principles of thermocouple & thermopile) ঃ

থার্মোকাপল (Thermocouple) ঃ দুটি ভিন্ন ধাতুর তার বা দণ্ডকে একত্রে যুক্ত করে একটি সার্কিট তৈরির পর যদি ধাতুদ্বয়ের সংযোগস্থলকে দুটি ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখা হয় তাহলে তাপ সংক্রান্ত কারণে ঐ সার্কিটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, যা তাপমাত্রার সাথে সরাসরি সমানুপাতিক। এ প্রক্রিয়াকে সিবেক প্রক্রিয়া বলে। ১৮২১ সালে বৈজ্ঞানিক টমাস জন সিবেক ইহা উদ্ভাবন করেন। আবিষ্কারকের নামানুসারে এ প্রক্রিয়ার নাম হচ্ছে সিবেক প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ার জন্য সার্কিটের মধ্য দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট বলা হয়। তাপ, বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য যে দুটি ধাতু নিয়ে সার্কিট তৈরি করা হয়, তাকে থার্মোকাপল বলা হয় এবং সার্কিটে যে ই.এম.এফ এর সৃষ্টি হয়, তাকে থার্মো ই.এম.এফ বলে।

সংক্ষেপে বলা যায়, সিবেক ক্রিয়ায় উৎপন্ন থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহের জন্য যে দুটি ধাতব তারের সমন্বয়ে সার্কিট তৈরি করা হয়, সে ধাতব তার দ্বারা তৈরি সার্কিটকে থার্মোকাপল বলা হয়।

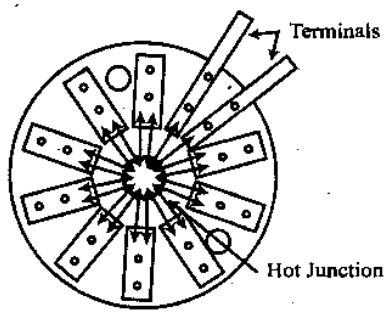
যে স্থানের তাপমাত্রা পরিমাপ করতে হবে তার কাছাকাছি জায়গায় থার্মোকাপলের গরম (Hot) জাংশনকে নিয়ে যাওয়া হয়। ফলে অবজেক্ট এর তাপমাত্রা অনুসারে গরম (Hot) জাংশনটিও উত্তপ্ত হয় এবং সিবেক ক্রিয়ার মাধ্যমে উক্ত সার্কিট থার্মো ই.এম.এফ এর সৃষ্টি হয়, যার ফলে থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হয়। যদি একটি গ্যালভানোমিটারের স্কেলকে তাপমাত্রায় দাগাংকিত করা থাকে, তবে উক্ত থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট পরিমাপ করে পরোক্ষভাবে তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।



চিত্র ঃ ৩.১০

● **থার্মোপাইল (Thermopile) ঃ** অনেকগুলো থার্মোকাপলকে একত্রে সিরিজে যুক্ত করলে যে ইউনিট তৈরি হয়, তাকে থার্মোপাইল বলে। যেহেতু এরা সিরিজে সংযুক্ত থাকে তাই প্রতিটি থার্মোকাপলের ইনডিউসড ই.এম.এফ. এবং বীজগাণিতীয় যোগফলই মোট ইনডিউসড্ ই.এম.এফ হয়। ফলে ইহা হতে বর্ধিত স্পর্শকাতরতা (Sensitivity) পাওয়া যায়। এখানে ক্ষুদ্রমানে থার্মোকাপল জাংশনগুলো পিন আকারে থাকে বলে তারা সমস্ত বিকিরিত শক্তি গ্রহণ করে।

ডিসপ্লে এবং পাইরোমিটারের মাঝে কোন কমপেনসেটিং ক্যাবল ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না। বিকিরিত শক্তিকে গ্রহণ করার জন্য এর নিজস্ব তাপমাত্রার পরিবর্তনের মানকে পরিমাপ করার জন্য সেনসিটিভ এলিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। এই কাজের জন্য রেফারেন্স জাংশনকে ইন্সট্রুমেন্টের গাত্রে স্থাপন করা হয়। এই স্থাপনের কাজ সরাসরি বিকিরণের স্থান এবং তাপমাত্রার দ্বারা উত্তপ্ত স্থানের মাঝখানে হয়ে থাকে।



চিত্র ঃ ৩.১১ থার্মোপাইল

থার্মোপাইলের দ্বারা প্রভাবিত বিভিন্ন আকাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রায় নিকেল রেজিস্ট্যান্স স্পেল দ্বারা কমপেনসেটেড হয়। পরিমাপকৃত তাপমাত্রা বৃদ্ধি অথবা হ্রাস পেলে নিকেল কয়েলের আড়াআড়িতে রেজিস্ট্যান্সের মান পরিবর্তিত হবে এবং মাথায় ই.এম.এফ. আউটপুট বৃদ্ধি পাবে। ফলে সমস্ত ইন্সট্রুমেন্টের জন্য সঠিক কমপেনসেটিং হবে।

ব্যবহার ঃ

১। শিল্পকারখানায় ২। মুদ্রণ শিল্পে, ফটোগ্রাফিতে
৩। সামরিক বাহিনীতে ৪। জাহাজ চালনায়।

৩.৫ ডিজিটাল এনকোডিং ট্রান্সডিউসারের ধারণা (Concept of digital encoding transducer) ঃ

ডিজিটাল কোড ব্যবহারের মাধ্যমে চলমান পরীক্ষাণাধীন বস্তু/বস্তুর অংশের অবস্থান বাইনারী সংখ্যার আদলে নির্ধারণ করা সম্ভব। টার্গেটের অবস্থানকে ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার (Encoder) দ্বারা সমানুপাতিক পালসের সারিতে রূপান্তরিত করা হয়। এনকোডার (Encoder) এই ধরনের একটি ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার।

এনকোডারের প্রকারভেদ ঃ

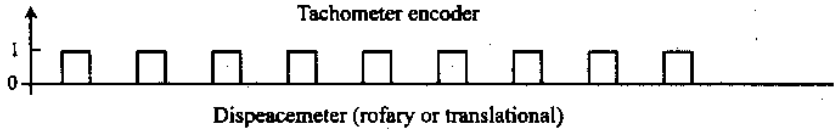
ডিজিটাল ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসারকে প্রধান তিনটি শ্রেণিতে ভাগ করা যায় ঃ

(১) টেকোমিটার ট্রান্সডিউসার/এনকোডার (Techometer Transducer/Encoder),
(২) ইনক্রিমেন্টাল ট্রান্সডিউসার/এনকোডার (Incremental Transducer/Encoder),
(৩) অ্যাবস্যলিউট ট্রান্সডিউসার/এনকোডার (Absolute Transducer/Encoder)।

৩.৫.১ টেকোমিটার ট্রান্সডিউসার/এনকোডার (Techometer Transducer Encoder) ঃ

একটি সিঙ্গেল আউটপুট সিগন্যাল বিশিষ্ট এনকোডার, যা ডিসপ্লেসমেন্টের প্রতি ক্রম বৃদ্ধির জন্য পালস তৈরি করে, যা চিত্রে ৩.১২ দেখানো হল। যদি চলার গতি সর্বদা একই দিকে হয়ে থাকে তাহলে একটি ডিজিটাল কম্পিউটার শুরু বিন্দু থেকে সরণ নির্ণয় করতে পালসগুলো একত্রিত করে। তা ছাড়া বিপরীত দিকে গতির জন্যও একই রকমের পালস উৎপন্ন করে থাকে। সুতরাং এই ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার সিপ্লেসমেন্ট পরিমাপে ব্যবহারের চেয়ে সাধারণত ঘূর্ণন গতি মাপার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং যেখানে ঘূর্ণন গতি কখনও বিপরীত হয় না।

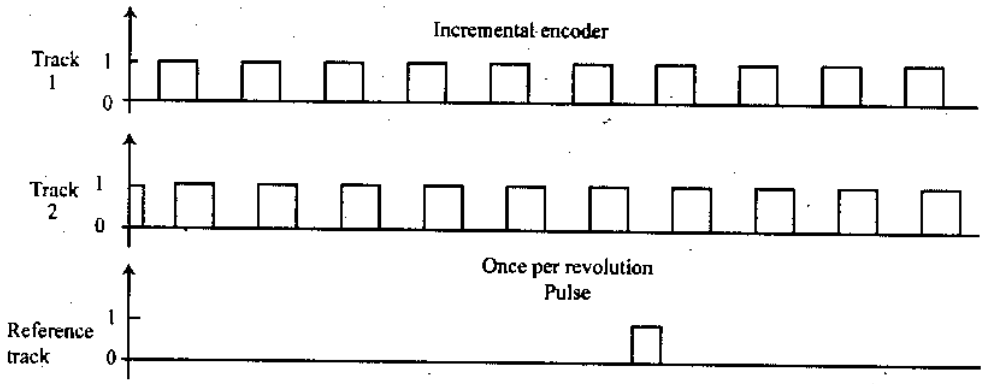
PRIMARY SENSING ELEMENTS AND TRANSDUCERS



চিত্র ঃ ৩.১২ টেকোমিটার এনকোডার

৩.৫.২ ইনক্রিমেন্টাল ট্রান্সডিউসার/এনকোডার (Incremental Transducer/Enoder) ঃ

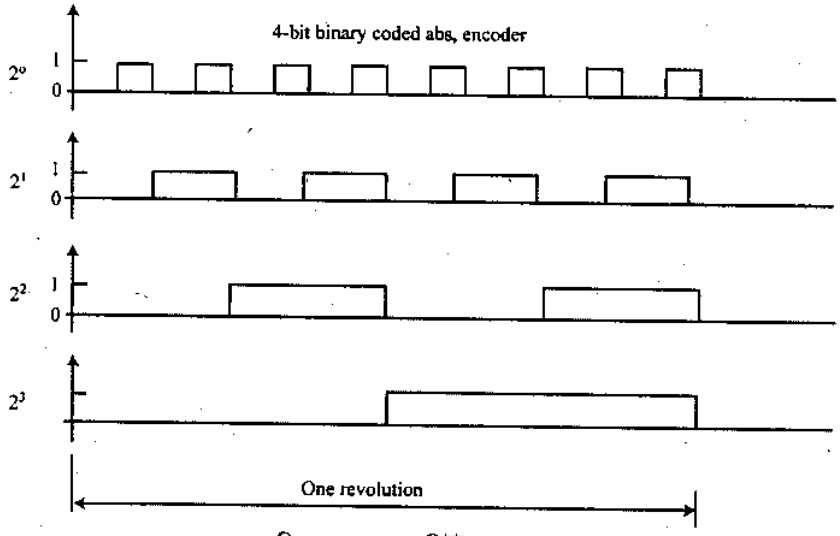
বিপরীত গতির ক্ষেত্রে টেকোমিটার এনকোডারের যে সমস্যা তা ইনক্রিমেন্টাল এনকোডারে সমাধান করা হয়। ইনক্রিমেন্টাল এনকোডার কমপক্ষে দুটি (কখনও তৃতীয় একটি) সিগন্যাল জেনারেটিং এলিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। ইনক্রিমেন্টাল এনকোডারের ক্ষেত্রে দুটি ট্র্যাক একে অপর থেকে যান্ত্রিকভাবে এক-চতুর্থাংশ সাইকেল $\left(\frac{1}{4}\text{Cycle}\right)$ স্থানান্তরিত থাকে। এটি গতির দিকে কোন সিগন্যাল প্রথম উত্থান হয় তা চিহ্নিত করে। বিপরীত গতির ক্ষেত্রে একটি আপ-ডাউন পালস কাউন্টার পালস বিয়োগ করার জন্য ব্যবহৃত করা হয়। তৃতীয় একটি পালস পৃথক দূরত্বে প্রতি ঘূর্ণনে একটিমাত্র পালস উৎপন্ন করে। এটি কখনও কখনও শূন্য রেফারেন্স প্রদান করে।



চিত্র ঃ ৩.১৩ ইনক্রিমেন্টাল এনকোডার

৩.৫.৩ অ্যাবসলিউট ট্রান্সডিউসার/এনকোডার (Absolute Transducer/Encoder) ঃ

সাধারণত এক ধরনের ঘূর্ণন পরিমাপ করতে অ্যাবসলিউট এনকোডার ব্যবহার করা হয়। এতে গুণিতক ট্র্যাক ও আউটপুট ব্যবহার করা হয়, যা কৌণিক শ্যাফট ইনপুট পজিশনে উৎপন্ন বাইনারি উপস্থাপনে প্যারালালে পাঠ পড়া হয়। যেহেতু এখানে বাইনারি আউটপুটের মধ্যে ওয়ান-টু-ওয়ান সাদৃশ্য (Correspondence) থাকে, তাই একটি প্রাপ্তির পর যখন পাওয়ার পুনরুদ্ধার হয় তখন পজিশন ডাটা পুনঃপ্রাপ্তি ঘটে।



চিত্র ঃ ৩.১৪ অ্যাবসলিউট এনকোডার

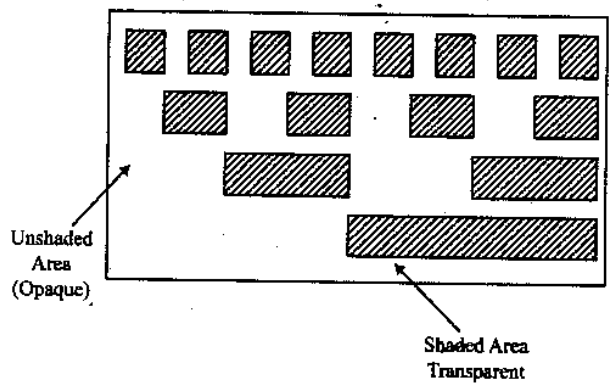
উপরোক্ত তিন ধরনের এনকোডার দুই রকমে গঠিত হতে পারে--

(i) Contacting Type,

(ii) Non-Contracting Type.

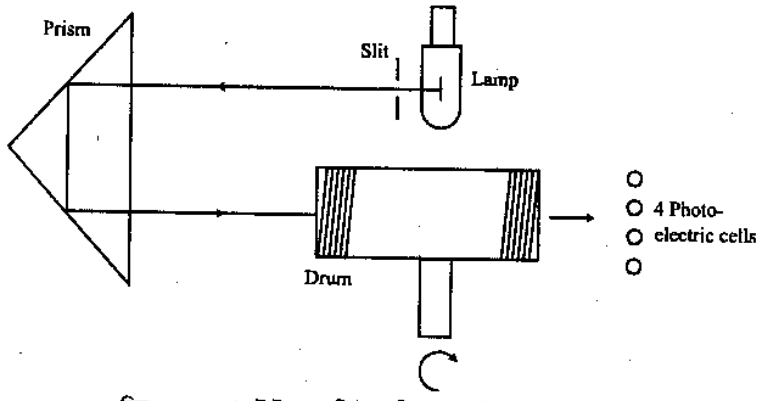
৩.৬ অপটিক্যাল ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি (Describe the principles of operation of optical displacement transducers) ঃ

এ ধরনের ট্রান্সডিউসারে কতগুলো কোডেড Track থাকে। Track-এর কতগুলো অস্বচ্ছ (Opaque) এবং আলোক প্রবেশ করে (Traslucent), এ ধরনের সম্ভাব্য প্যাটার্ন (Pattern) থাকে। একটি ফটো সেন্সর এবং আলোক উৎসকে সেন্টরের দুই পার্শ্বে রাখা হয়। সরণকে (Displacement) সেন্টরে প্রয়োগ করা হয়। ফলে ফটো ইলেকট্রিক সেন্সরে আলোর পরিমাণের পরিবর্তন ঘটে। আলো এবং অন্ধকারের বিপরীত ফটো সেন্সর একটি ডিজিটাল সিগন্যাল তৈরি করে। ৩.১৫ চিত্রে সেন্টরের অস্বচ্ছ (Opaque) এবং আলোক প্রবেশ করতে পারে (Translucent), এ ধরনের সম্ভাব্য Pattern দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.১৫ অস্বচ্ছ ও স্বচ্ছ এলাকাবিশিষ্ট সম্ভাব্য প্যাটার্ন

প্রজ্বলিত সেন্সর সেন্টরের অবস্থানের বার্তা যোগায়, স্বচ্ছ এবং অস্বচ্ছ সেন্টরের লেভেল সংখ্যা দ্বারা ট্রান্সডিউসার-এর সঠিকতা (Accuracy) নির্ধারণ করা যায়। অর্থাৎ স্বচ্ছ এবং অস্বচ্ছ সেন্টরের ঘনত্ব যত বেশি হবে পরিমাপের সঠিকতা তত বৃদ্ধি পাবে। Optical displacement Transducer-এ ব্যবহৃত device-গুলো চিত্র ৬.১৬ তে দেখানো হল।



চিত্র ঃ ৩.১৬ ড্রাম টাইপ অপটিক্যাল ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসার

সুবিধা ঃ

১। এটি সঠিক ডিজিটাল পাঠ প্রদান করে।

২। যান্ত্রিক অংশ না থাকায় এতে ভাঙ্গা/ছেঁড়ার সমস্যা নাই।

৩। এতে অ্যালাইনমেন্টের প্রয়োজন হয় না।

অসুবিধা ঃ আলোক উৎস জ্বলে যেতে পারে (আলোক জীবন প্রায় ৫০,০০০ ঘন্টা)।

৩.৭ ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি (Describe the principles of operation of photo optic transducers) ঃ

সাধারণত ২ ধরনের ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসার বেশি ব্যবহৃত হয় ঃ

(i) Pure fiber optic Transducer

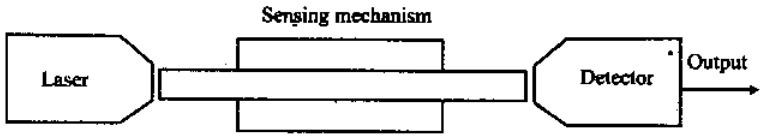
(ii) Remote fiber optic Transducer.

Pure fiber optic Transducer ঃ ফাইবারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত আলোকের পরিবর্তনের উপর নির্ভর করে এই ট্রান্সডিউসার কাজ করে। এই ট্রান্সডিউসারে নিম্নের যে কোন একটি ক্রিয়া (effect) পরিলক্ষিত হয় ঃ

(a) আলোক Core থেকে Cladding-এর দিকে Leak করে, যেখানে ইহা শোষিত হয়।

(b) আলোককে Optical পথ থেকে জোরপূর্বক অন্য পৃথক দূরত্বে প্রতিফলিত করানো হয়, এতে দুটি আলোকে তরঙ্গের মধ্যে Phase difference-এর সৃষ্টি হয়।

নিচের একটি ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসারের স্কিমেটিক চিত্র দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৩.১৭ ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসার

ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসারে Single mode ফাইবার ব্যবহার করা হয়, যার (i) নগণ্য Loss (ii) ক্ষুদ্রতম Core এবং (iii) আলোর Acceptance কোণ খুবই ক্ষুদ্র Sensing mechanism দ্বারা Optical signal-এর বৈশিষ্টের পরিবর্তন ঘটে, যা detector দ্বারা গৃহীত হয়। Sensing mechanism প্রকৃতপক্ষে fiber-এর নিজস্ব বৈশিষ্ট্য দ্বারা পরিচালিত হয় কিংবা এই mechanism ফাইবারের বহিস্থ (External) device দ্বারাও পরিচালিত হতে পারে। Detector দ্বারা গৃহীত আলোক সিগন্যাল-এর পরিবর্তনে ফাইবারের গুণাগুণ পরিবর্তন ঘটলে তাকে Intrinsic photo optic Transducer বলে। অপরপক্ষে, Detector-এর আলোক সিগন্যাল Transducer type ডিভাইস (Device) দ্বারা পরিবর্তন হলে তাকে Extrinsic photo optic Transducer বলে।

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কোন কোন পদার্থ দ্বারা তৈরি হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৩]

উত্তর ঃ (i) রোসেলী সল্ট (Rochelle salt)
(ii) কোয়ার্টজ (Quartz)
(iii) বেরিয়াম টিটানেট

২। **ফটো ইমিসিভ সেল কয় ধরনের?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ দু'ধরনের ঃ
(i) ভ্যাকুয়াম টাইপ (Vacuum Type)
(ii) গ্যাস ফিল্ড টাইপ (Gas field type)।

৩। **'LDR' এর পুরো অর্থ কী?**

উত্তর ঃ 'LDR' এর পুরো অর্থ "Light Dependent Resistors" অর্থাৎ আলোর তীব্রতার ভিত্তিতে যার রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন হয়।

৪। **বহুল ব্যবহৃত দু'টি ফটোকন্ডাকটিভ সেমিকন্ডাক্টর পদার্থের নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১১, ১২]

উত্তর ঃ (i) ক্যাডমিয়াম সালফাইড (CdS) ব্যান্ড গ্যাপ 2.42ev
(ii) ক্যাডমিয়াম সেলিনাইড (CdSe) ব্যান্ড গ্যাপ 1.7ev

৫। **ফটোভোল্টাইক সেল কত তাপমাত্রার রেঞ্জে সন্তোষজনকভাবে কাজ করে?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ ফটোভোল্টাইক সেল 100 থেকে 125°C তাপমাত্রার রেঞ্জে সন্তোষজনকভাবে কাজ করে।

৬। **থার্মোপাইল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, Thermopile কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]
অথবা, Thermopile কী?

উত্তর ঃ অনেকগুলো থার্মোকাপলকে একত্রে সিরিজে যুক্ত করলে যে ইউনিট তৈরি হয়, তাকে থার্মোপাইল বলে।

৭। **ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার-এর নাম লেখ।**
অথবা, দু'টি Digital transducer এর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার হল রেজিস্টিভ ডিজিটাল এনকোডার, শ্যাফট এনকোডার ও অপটিক্যাল এনকোডার।

৮। **অপটিক্যাল এনকোডার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ অপটিক্যাল পদ্ধতিতে ব্যবহৃত ডিজিটাল ট্রান্সডিউসারকে অপটিক্যাল এনকোডার বলে।

৯। **HF অ্যাক্সেলারোমিটারে কোন ধরনের ট্রান্সডিউসারের নীতি অনুসরণ করা হয়?**

উত্তর ঃ পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স ভাল বলে ইহার নীতি অ্যাক্সেলারোমিটারে অনুসরণ করা হয়।

১০। **তাপমাত্রার পরিবর্তনে ফটোভোল্টাইক সেলে ভোল্টেজের কী পরিবর্তন হয়?**

উত্তর ঃ তাপমাত্রার পরিবর্তনে ভোল্টেজের পরিবর্তন কয়েক $mV/^{\circ}C$ হয়ে থাকে।

১১। **থার্মোকাপল কীভাবে তৈরি করা যায়?**

উত্তর ঃ দুটি ভিন্ন ধাতুর তার বা দণ্ডকে একত্রে যুক্ত করলে ধাতুদ্বয়ের সংযোগস্থলে দুটি বিভিন্ন তাপমাত্রার সৃষ্টি হয়ে থার্মোকাপল তৈরি হয়।

১২। **থার্মো ই.এম.এফ. বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ থার্মোকাপলের সার্কিটে তাপের তারতম্যের ফলে যে ই.ইম.এফ এর সৃষ্টি হয় তাকে থার্মো ই.এম.এফ বলে।

১৩। **অপটিক্যাল এনকোডারের ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ চলমান বস্তুর অবস্থান নির্ধারণ করার জন্য অপটিক্যাল এনকোডার ব্যবহার করা হয়।

১৪। **অপটিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বোঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ যে সকল ট্রান্সডিউসার আলোর তীব্রতার বিপরীতে সাড়া প্রদান করে, তাকে অপটিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩, ১৪, ১৫(পরি)]
অথবা, পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪]
অথবা, পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট কী? [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ যখন রোসেলী সল্ট, কোয়ার্টজ এবং বেরিয়াম টিটানেট টাইপ ক্রিস্টাল এর উপর যান্ত্রিক চাপ প্রয়োগ করা হয়, তখন ক্রিস্টালের বিচ্যুতির কারণে পটেনশিয়াল ডিফারেন্সের সৃষ্টি হয়। ক্রিস্টালিন পদার্থের এই বৈশিষ্ট্যকে পিজোইলেকট্রিক ইফেক্ট বলে, যা ট্রান্সডিউসারে ব্যবহার করা হয়।

২। **পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের উৎপাদিত ভোল্টেজের মান কত?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ উৎপাদিত ভোল্টেজের মান নিচের সূত্র দ্বারা নির্ণয় করা হয় ঃ

$$E = \frac{Q}{C_p}$$

এখানে, Q = জেনারেটেড চার্জ

C_p = শান্ট ক্যাপাসিট্যান্স।

৩। **ফটো ইমিসিভ সেল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর ঃ এ ধরনের সেল পাতলা ধাতুর বক্রপাত দ্বারা গঠিত, যার অবতল পৃষ্ঠদেশ ফটো ইমিসিভ ধাতু দ্বারা প্রলেপ দিয়ে ক্যাথোড হিসেবে এবং ক্যাথোডের বাঁকানো কেন্দ্রে জড়ানো রডকে অ্যানোড হিসেবে ধরা হয়।

৪। **ফটো ইমিসিভ সেলে প্রবাহিত কারেন্ট কী কী কারণের উপর নির্ভর করে?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]

উত্তর ঃ নিম্নের কারণগুলোর উপর নির্ভর করে ঃ

(i) আলোর তীব্রতা,
(ii) আলোর রং অথবা ইহার তরঙ্গদৈর্ঘ্য,
(iii) অ্যানোড এবং ক্যাথোডের মধ্যে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ।

৫। **ফটোকন্ডাকটিভ সেল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]

উত্তর ঃ আলোর তীব্রতা বাড়ালে সেমিকন্ডাক্টরের রোধ হ্রাস পায়। এজন্য এ জাতীয় সেমিকন্ডাক্টরকে ফটোকন্ডাকটিভ সেল অথবা ফটোরেজিস্টর অথবা কখনও আলো নির্ভরশীলরোধক কিংবা সংক্ষেপে LDR বলে।

৬। **থার্মোকাপল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১১]
অথবা, থার্মোকাপল কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, Thermocouple কী? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ সিবেক ক্রিয়ায় উৎপন্ন থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহের জন্য যে দুটি ধাতব তারের সমন্বয়ে বর্তনী তৈরি করা হয়, সেই ধাতুদ্বয় দ্বারা তৈরি বর্তনীকে থার্মোকাপল বলে।

৭। **ফটোভোল্টাইক সেল কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৭]
অথবা, ফটোভোল্টাইক সেল এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ Photovoltoic cell or solar cell হল এক প্রকার active transducer, যার মাধ্যমে আলোকশক্তিকে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করা যায়, তাকে Photovoltaic cell অথবা Solar cell বলে।

৮। **থার্মোপাইল ও থার্মোকাপলের মধ্যে ২টি পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর ঃ **থার্মোপাইল ও থার্মোকাপলের মধ্যে পার্থক্য ঃ**

থার্মোপাইল	থার্মোকাপল
১। অনেকগুলো থার্মোকাপলকে একত্রে সিরিজে যুক্ত করলে যে ইউনিট তৈরি হয়, তাকে থার্মোপাইল বলে।	১। সিবেক ক্রিয়ায় উৎপন্ন থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহের জন্য যে দুটি ধাতব তারের সমন্বয়ে সার্কিট তৈরি করা হয়, সে ধাতব তার দ্বারা তৈরি সার্কিটকে থার্মোকাপল বলে।
২। অনেকগুলো থার্মোকাপলকে সিরিজে যুক্ত করতে হয়।	২। যুক্ত করতে হয় না।

৯। **থার্মোকাপলের সুবিধা-অসুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১, ১৪]

উত্তর ঃ **থার্মোকাপলের সুবিধা-অসুবিধা ঃ**

সুবিধা ঃ

১। এতে Bridge Circuit-এর প্রয়োজন হয় না। ২। এর Accuracy খুবই ভাল।
৩। এর তাপমাত্রার range অনেক বেশি। ৪। এর খরচ কম (Thermocouple তৈরিতে)।

অসুবিধা ঃ

১। Reference temperature কে Constant রাখতে হয়।
২। এর Precision measurement কঠিন।
৩। এতে Stray voltage-এর প্রভাব থাকে।
৪। Thermo-emf/Temperature relation Non-linear থাকে।

১০। **ফটোভোল্টাইক সেলের দুটি ব্যবহার লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ ফটোভোল্টাইক সেলের ২টি ব্যবহার হল–
(i) স্পেসক্রাফটে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জি সরবরাহে
(ii) ইনফ্রারেড ডিটেক্টরে।

১১। **ফটোভোল্টাইক সেল তৈরি করতে বহুল ব্যবহৃত দুটি পদার্থের নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ ফটোভোল্টাইক সেলে ব্যবহৃত পদার্থগুলো হল–
Silicon (Si)
Selenium (Se)
Germanium (Ge)
Indium Arsenide (InAs)
Indium Antimonide (InSb).

১২। **থার্মোপাইলের সংবেদনশীলতা থার্মোকাপলের চেয়ে বেশি কেন?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ থার্মোকাপলের দুটি জাংশনগুলোকে একত্রে সংযোগ করা হয় এবং কালো করা হয়, যাতে ভাল শক্তি শোষণ করতে পারে। আলোক সেনসিটিভিটি নির্ভর করে এই কালো শোষকের বৈশিষ্ট্যের ওপর। তাই, থার্মোপাইলের সংবেদনশীলতা থার্মোকাপলের চেয়ে বেশি।

১৩। **অপটিক্যাল ইনকোডারের সুবিধা কী কী?**

উত্তর ঃ (i) এতে সঠিক ডিজিটাল পাঠ প্রদান করে।
(ii) এতে যান্ত্রিক অংশ না থাকায় ভাঙ্গা/ছেঁড়ার সমস্যা নাই।
(iii) এতে অ্যালাইনমেন্টের প্রয়োজন হয় না।

১৪। **রেজিস্টিভ ডিজিটাল ইনকোডারের সুবিধা ও অসুবিধা কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ **সুবিধা ঃ**
(i) এর তুলনামূলক খরচ কম।
(ii) এতে যে কোন মানের আকাঙ্ক্ষিত সঠিকতা পাওয়া সম্ভব।

অসুবিধা ঃ
(i) এতে সংযোগ পদ্ধতির অংশ ভেঙ্গে যাওয়া কিংবা ভুলের সম্ভাবনা আছে।
(ii) LSB এর 1 ডিজিটে সন্দেহ হতে পারে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝ? গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **থার্মোকাপলের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১১, ০৬]

অথবা, Thermocouple-এর গঠন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, থার্মোকাপলের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৪]

অথবা, থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ১০, ১১, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার সম্পর্কে ধারণা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৩, ১১]

অথবা, Digital Transducer এর ধারণা দাও। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, একটি ডিজিটাল ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **ফটো ইমিসিভ সেল এর মূলনীতি কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **অপটিক্যাল এনকোডার এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **ফটো ইমিসিভ সেলের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **ফটোকন্ডাকটিভ এবং ফটোভোল্টাইক সেলের মূলনীতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। **থার্মোকাপল ও থার্মোপাইলের মূলনীতি ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১। **ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। **বিভিন্ন প্রকার ডিজিটাল ট্রান্সডিউসারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। **চিত্রসহ অপটিক্যাল ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। **চিত্রসহ ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৭ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৪

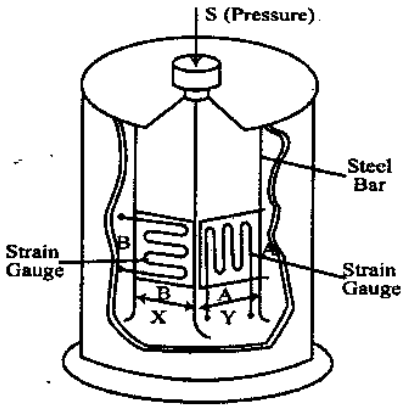
ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে পরিমাপ কৌশল (Measuring technique by transducers)

৪.১ লোড সেলের সাহায্যে ওজন পরিমাপ পদ্ধতি [Weight measuring technique by load cell (pressure cell)] ঃ

খুব ভারী বোঝা মাপার জন্য লোড সেল ব্যবহার করা হয়। স্টিলের একটা লম্বা দণ্ড (Bar) সচরাচর সক্রিয় উপাদান (Element) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। বোঝার ওজনকে নির্দিষ্ট চাপে দণ্ডে প্রয়োগ করা হয়। দণ্ডের উপর আরোপিত বিভিন্ন মানের চাপে এর আকৃতি পরিবর্তন হয়। আকৃতির এই পরিবর্তনকে স্ট্রেইন গেজের মাধ্যমে শনাক্ত করে চাপ পরিমাপের কাজে ব্যবহৃত হয়।

চিত্র ৪.১-এ পরিমাপ কাজে ব্যবহৃত একটি লোড সেল (Strain gauge) দেখানো হলো।

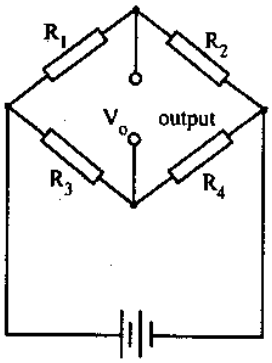
যদি তীর চিহ্ন দ্বারা নির্দেশিত S এর দিকে চাপ (stress) প্রয়োগ করা হয় তবে স্টিল দণ্ড ঐ অক্ষ বরাবর সংকুচিত হবে এবং X ও Y অক্ষ বরাবর সম্প্রসারিত (Expansion) হবে। ফলে গেজ A এর রেজিস্ট্যান্স কমবে ও গেজ B এর রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পাবে।



চিত্র ঃ ৪.১ লোড সেল

যদি ঐ দুটি গেজের সাথে স্টিল দণ্ডের বিপরীত দু'পার্শ্বের অপর দুটি গেজকে একত্রে সংযোগ দেওয়া হয় তবে একটি ব্রীজ (Bridge) বর্তনী তৈরি হবে এবং একটি সরল ব্রীজ বর্তনীর চার গুণ বেশি সেনসিটিভিটি সম্পন্ন হবে। এভাবে লোড সেল (Load cell) খুব নিম্ন মানের প্রয়োগকৃত চাপে (Stress)-ও সংবেদনশীল (Sensitive)।

এ ধরনের একটি সেনসিটিভ স্ট্রেইন গেজ ব্রিজ সেলসহ চিত্র ৪.২-এ দেখানো হলো। উক্ত ব্রীজের আউটপুট সিগন্যালের প্রেসারের সমানুপাতিক পীড়ন হতে ওজন পরিমাপ বুঝা যায়।



R_1 এবং R_4 = স্ট্রেইন গেজের রেজিস্ট্যান্স (টেনশন)

R_2 এবং R_3 = স্ট্রেইন গেজের রেজিস্ট্যান্স (কম্প্রেশন)

চিত্র ঃ ৪.২ চারটি বাহুবিশিষ্ট স্ট্রেইন গেজ ব্রীজ

৪.২ রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টরের মূলনীতি (Basic principles of resistance temperature detectors (RTD)) ঃ

কোন কোন বিশেষ পদার্থে উত্তাপের ফলে পদার্থের রেজিস্টিভিটির তারতম্যের ফলে বিদ্যুতের উদ্ভব হয়। যে সব device, এ ধরনের গুণসম্পন্ন অর্থাৎ উত্তাপের ফলে বিদ্যুতের সৃষ্টি হয়, তাদেরকে থার্মোইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কিংবা টেম্পারেচার ট্রান্সডিউসার বলা হয়। এ ধরনের temperature ট্রান্সডিউসার ৪ ধরনের ঃ

১। রেজিট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টর (Resistance Temperature Detector (RTD))

২। থার্মোকাপল (Thermocouple), ৩। থার্মিস্টর (Thermistor), ৪। আল্টাসনিক (Ultrasonic)।

[বি. দ্র : থার্মোকাপল সম্পর্কে ৩ অধ্যায়ের ৩.৪ অনুচ্ছেদে এবং থার্মিস্টর সম্পর্কে ২ অধ্যায়ের ২.৪ অনুচ্ছেদে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে। এখানে RTD এর মূলনীতি সম্পর্কে ধারণা দেয়া হল।]

রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টর (RTD) ঃ

যে সব পদার্থের তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে রোধের পরিবর্তন ঘটে, যেমন– প্লাটিনাম, নিকেল কিংবা অন্য রেজিস্টিভ এলিমেন্ট দিয়ে রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টর তৈরি হয়। 0°C রেঞ্জে পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নিম্নের সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায় ঃ

$R_t = R_{ref}(1 + \alpha \Delta t)$

এখানে, R_t = t°C তাপমাত্রায় পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স,

R_{ref} = 0°C তে রেফারেন্স তাপমাত্রার রেজিস্ট্যান্স,

α = রোধকের তাপমাত্রা সহগ (Temperature Co-efficient of resistance),

Δ_t = অপারেটিং এবং রেফারেন্স টেম্পারেচারের মধ্যে পার্থক্য।

অধিকাংশ ধাতুর রোধের পজেটিভ টেম্পারেচার কো-ইফিসিয়েন্ট (PTC) ফলে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে তাদের রেজিস্ট্যান্সও বৃদ্ধি পায়। কার্বন এবং জার্মেনিয়াম এর মতো কিছু কিছু পদার্থের রোধের নেগেটিভ টেম্পারেচার সহগ (NTC) হয়ে থাকে, তাতে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে রেজিস্ট্যান্স হ্রাস পায়। তাপমাত্রা অনুভূতিশীল পদার্থে উচ্চমানের α প্রত্যাশিত যাতে করে অল্প তাপমাত্রা পরিবর্তনের ফলে পর্যাপ্ত পরিমাণ রোধের পরিবর্তন ঘটে। রেজিস্ট্যান্সের পরিবর্তন (ΔR) হুইট স্টোন ব্রীজের (Wheat Stone's bridge) সাহায্যে পরিমাপ করা হয়, যা তাপমাত্রা নির্দেশ করার জন্য ক্যালিব্রেট করা থাকে। প্রত্যাশিত প্রয়োগক্ষেত্র অনুযায়ী RTD এর সেন্সিং এলিমেন্ট নির্বাচন করা হয়।

সুতরাং, RTD হলো পজেটিভ টেম্পারেচার সহগ (PTC)-যুক্ত একটি আধুনিক আদর্শ ওয়্যার ওয়াউন্ড (Wire wound) রেজিস্ট্যান্স। উচ্চ স্থিতিশীলতা এবং বিস্তৃত অপারেটিং রেঞ্জের জন্য RTD-এর সেন্সিং এলিমেন্ট হিসাবে প্লাটিনাম (platinum) বেশি ব্যবহৃত হয়। তা ছাড়া নিকেল এবং কপারও পর্যাপ্ত পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

RTD এর সুবিধা ঃ

১। প্রশস্ত রেঞ্জে আকাঙ্ক্ষিত লিনিয়ারিটি,

২। প্রশস্ত অপারেটিং টেম্পারেচার রেঞ্জ,

৩। উচ্চ টেম্পারেচার অপারেশন,

৪। অন্যান্য টেম্পারেচার ট্রান্সডিউসারের পরিবর্তেও ব্যবহারযোগ্য।

অসুবিধা ঃ

১। নিম্ন সেনসিটিভিটি,

২। অন্যান্য টেম্পারেচার ট্রান্সডিউসারের চেয়ে দাম বেশি।

সম্প্রতি RTD-কে থিন ফিল্ম সেন্সর (Thin film senor) হিসাবে উন্নীত করা হয়েছে, যাতে ছোট সিরামিক ভিত্তির (Substrate) উপর রেজিস্ট্যান্স ফিল্মকে সঞ্চারিত করে RTD তৈরি করা হয়।

100Ω এর প্লাটিনাম RTD নির্বাচন করার ক্ষেত্রে নিম্নের বিশেষত্বগুলো লক্ষ রাখা দরকার ঃ

1.	Temperature range	–	200°C to 850°C
2.	Temperature coefficient in % °C	–	at 25°C, $\alpha = 0.39$
3.	Construction	–	Wire wound or thin film deposited platinum
4.	Self-heating	–	0.02°C to 0.75° C/mV (typical)
5.	Lead wire	–	copper, two, three or four depending on the system
6.	Load resistance compensation	–	use 3 or 4 wire lead systems
7.	Accuracy	–	± 0.6 at 100°C
8.	Resolution	–	0.29 to 0.39 Ω /°C
9.	Drift	–	approximately 0.01 to 0.1°C per year.

৪.৩ রিল্যাকট্যান্স পালস্ পিক-আপ এর মূলনীতি (Basic principles of reluctance pulse pick-up) ঃ

এ ধরনের ট্রান্সডিউসার শ্যাফটের (Shaft) গতি এবং তরলের প্রবাহ পরিমাপে খুবই উপযোগী। এটির নীতি হলো যদি কোন চুম্বকক্ষেত্র এটির নিকটবর্তী কোন চুম্বকীয় বস্তুর গতির ফলে ক্ষণস্থায়ীভাবে চুম্বকক্ষেত্রের পরিবর্তন হয়, তবে চুম্বকের কয়েলে একটি ভোল্টেজ পালসের সৃষ্টি হয় (কয়েলের চতুষ্পার্শ্বে চুম্বকীয় ফ্লাক্স পরিবর্তনের জন্য)। এই ট্রান্সডিউসারটি একটি স্থায়ী চুম্বক নিয়ে গঠিত, যার উপর একটি কয়েল পেঁচানো থাকে। আউটপুট ভোল্টেজ চুম্বকীয় ফ্লাক্স পরিবর্তন ও কয়েলের পেঁচের সংখ্যার উপর নির্ভর করে। ফ্লাক্স নিম্নের বিষয়ের উপর নির্ভর করে ঃ

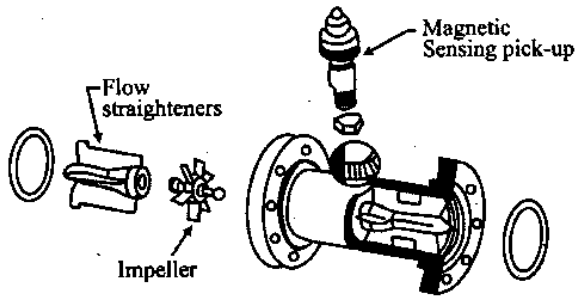
১। পিক-আপ (Pick-up),

২। সতেজকারী মাধ্যম (Actuating medium),

৩। চুম্বকীয় ক্ষেত্র চলাচলের হার,

৪। সতেজকারী মাধ্যমের আকার।

আউটপুট ভোল্টেজ পিক-আপ হেড এবং সতেজকারী মাধ্যমের দূরত্বের সাথে উল্টানুপাতিক।



চিত্র ঃ ৪.৩ Reluctance pulse pick-up

টারবাইনের ব্লেড কিংবা গিয়ারের দাঁতের সাহায্যে পিক-আপ সক্রিয় (Actuate) হয়। আরপিএম (RPM) পরিমাপের সময় পিক-আপ গিয়ারের দাঁতের কাছাকাছি অবস্থান করে। গিয়ারের দাঁতের গতি কোর ম্যাগনেটের চতুষ্পার্শ্বের চুম্বকীয় ক্ষেত্রকে বিস্তৃত করে।

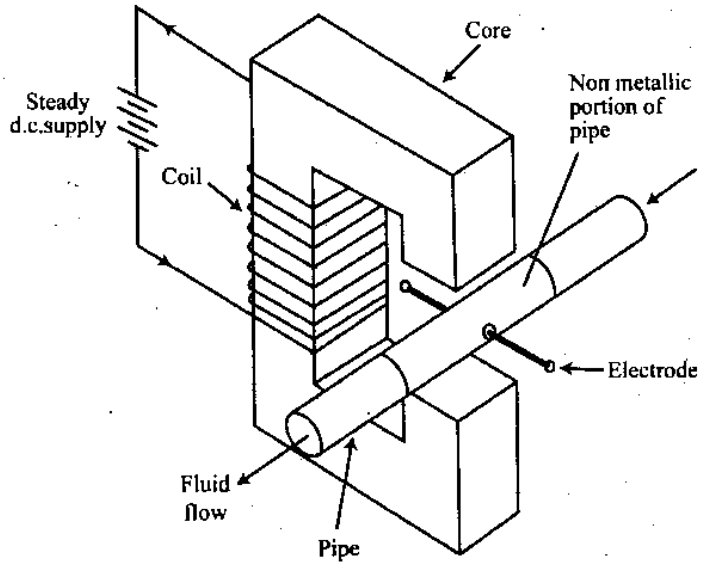
পিক-আপ কয়েলের এলাকায় গিয়ারের দাঁত প্রবেশ ও বের হওয়ার সময় একটি ভোল্টেজ পালস উৎপাদন হয়। পালসের ফ্রিকুয়েন্সি গিয়ারের গতির সমানুপাতিক। ইহা টেকোমিটারেও ব্যবহার করা যায়।

একইভাবে, পিক-আপ তরল পদার্থের প্রবাহ নির্ধারণেও ব্যবহার করা যায়। এখানে টারবাইনের গতি, টারবাইনে প্রবাহিত তরলের প্রবাহের (Flow) সমানুপাতিক। ফলে গণনাকৃত মোট পালস, মোট প্রবাহের সমানুপাতিক।

৪.৪ ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের কার্যনীতি (Working principles of magnetic flowmeters) ঃ

ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সাহায্যে কর্দমাক্ত তরল বা ক্ষয়কারক তরল বা যে কোন ইলেকট্রিক্যালি কন্ডাকটিং তরলের প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করা যায়। এই মিটার ফ্যারাডের চুম্বক আবেশীয় সূত্রের (Faraday'a Law of Electromagnetic Induction) মূলনীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে। এই সূত্র হলো– "যখন কোন পরিবাহীকে চুম্বকীয় ক্ষেত্রে জোরে নড়াচড়া করানো হয়, তখন পরিবাহীর গতি ও চুম্বক ক্ষেত্রের শক্তির সমানুপাতিক ভোল্টেজ ঐ পরিবাহীতে আবিষ্ট হবে।" এই ধারণাকে বৈদ্যুতিক জেনারেটরেও কাজে লাগানো হয়। ফ্লোমিটারের ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ পরিবাহী তরল পদার্থকে একটি আলাদা পরিবাহী হিসাবে গণ্য করা হয় এবং তরলের প্রবাহকে পরিবাহীর মুভমেন্ট হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

গঠন (Construction) ঃ ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার একটি বিদ্যুৎ অপরিবাহী ফাইবার কাচের (Fibre glass) তৈরি পাইপ দ্বারা গঠিত, যার বিপরীত দুইপাশে দুটি ইলেকট্রোড প্রবেশ করানো হয়। ইলেকট্রোডদ্বয়ের মধ্যে সরাসরি কোন সংযোগ থাকে না। চুম্বকক্ষেত্র তৈরির জন্য একটি ইলেকট্রোম্যাগনেট ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রোম্যাগনেটকে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে এর থেকে সৃষ্ট চুম্বকক্ষেত্র ইলেকট্রোডদ্বয়ের অক্ষের সাথে লম্বভাবে থাকে। চিত্রঃ ৪.৪-এ একটি ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের চিত্র দেখানো হলো।



চিত্র ঃ ৪.৪ ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার

কার্যনীতি (Working Principles) ঃ চিত্রে প্রদত্ত ইলেকট্রোডদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব হবে পাইপের ব্যাসের সমান। যখন তরল পদার্থ পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন এটি ম্যাগনেটিক কয়েল দ্বারা সৃষ্ট ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্য দিয়েও প্রবাহিত হয়। ফলে তরলের মধ্যেও ভোল্টেজ আবেশিত হয়। এই ভোল্টেজকে পাইপের দেয়ালে আটকানো ইলেকট্রোডদ্বয় দ্বারা শনাক্ত করা হয়। আবেশিত ভোল্টেজের মান তরল প্রবাহের গতির সাথে সমানুপাতিক। ম্যাগনেটিক কয়েলকে এসি বা ডিসি উভয় প্রকার ভোল্টেজ দ্বারাই উত্তেজিত করা যায়। বর্তমানে পালসেটিং ডিসি ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের আকার 2. 54–2540mm এবং ব্যাসের সঠিকতা রেঞ্জ ± 0.5 হতে ± 2%।

সুবিধাসমূহ (Advantages) ঃ

১। এই মিটারে তৈলাক্ত ও চর্বিযুক্ত তরল ব্যবহার করা যায়।
২। এতে ক্ষারকীয় তরল ব্যবহার করা যায়।
৩। এতে খুব নিম্নচাপেও কাজ হয়।
৪। ইহা খুব বড় সাইজে ও বর্ধিত ক্যাপাসিটিতে ব্যবহৃত হতে পারে।
৫। একে উভয়মুখী (Bidirectional) মিটার হিসাবেও ব্যবহার করা যায়।

অসুবিধাসমূহ (Disadvantages) ঃ

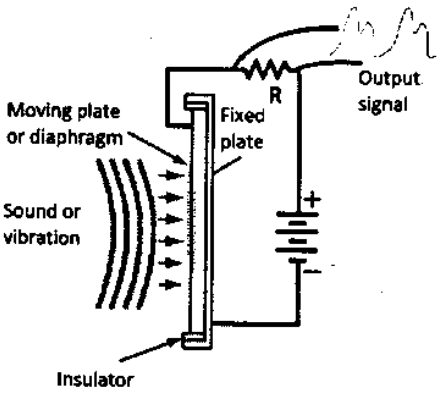
১। এতে তুলনামূলক খরচ বেশি।
২। এতে শুধু তরল পদার্থই পরিবাহী হিসাবে ব্যবহার করা যায়।
৩। এটির আকার বড়, খুব ভারী, পরিবহণে অসুবিধা।
৪। বিপজ্জনক বৈদ্যুতিক এলাকায় স্থাপন করতে হলে এতে বিস্ফোরণ প্রতিরোধ ব্যবস্থা রাখতে হয়।

৪.৫ ক্যাপাসিটিভ মাইক্রোফোনের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল (Sound intensity measurement technique by capacitive microphone) ঃ

যে ট্রান্সডিউসার শব্দ বা কম্পনকে ইহার ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তনের মাধ্যমে সমতুল্য বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত করে, তাকে ক্যাপাসিটিভ মাইক্রোফোন বলে।

গঠন (Construction) ঃ এতে একটি প্রটেকটিভ মাস্কের (Protective mask) উপর দুই টুকরা কন্ডাকটিভ পদার্থকে ব্যবহার করা হয়, যা একটি ক্যাপাসিটরের দুটি প্লেট হিসাবে কাজ করে। এর একটি প্লেট নির্ধারিত (Fixed) থাকে এবং অপর প্লেটটি কম্পনের সাথে সাথে নড়াচড়া করে।

কার্যপ্রণালি (Operation) ঃ যে ডিভাইসের ভাইব্রেশন বা শব্দ কম্পন পরিমাপ করতে হবে তার কাছাকাছি স্থানে মাইক্রোফোনটিকে রাখা হয়। ফলে প্রতিটি কম্পনের সাথে সাথে মুভিং কন্ডাকটিভ প্লেটটি সামনে-পিছনে চলাচল করে। যদি এটা ফিক্সড ক্যাপাসিটিভ



চিত্র ঃ ৪.৫ ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসার

প্লেটের দিকে যায় তবে ক্যাপাসিট্যান্সের মান বৃদ্ধি পাবে। যদি এটা ফিক্সড কন্ডাকটিভ প্লেট থেকে দূরে সরে আসে তবে এতে ক্যাপাসিট্যান্সের মান কমে যাবে। এভাবে ক্যাপাসিট্যান্সের পরিবর্তনের ফলে আউটপুট কারেন্টও পরিবর্তিত হবে। ফলে আউটপুটে ইনপুট ফিজিক্যাল পরিমাণের সমতুল্য একটি পরিবর্তনশীল ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল পাওয়া যাবে।

৪.৬ ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল (Liquid level measurement techinque by dielectric gauge) ঃ

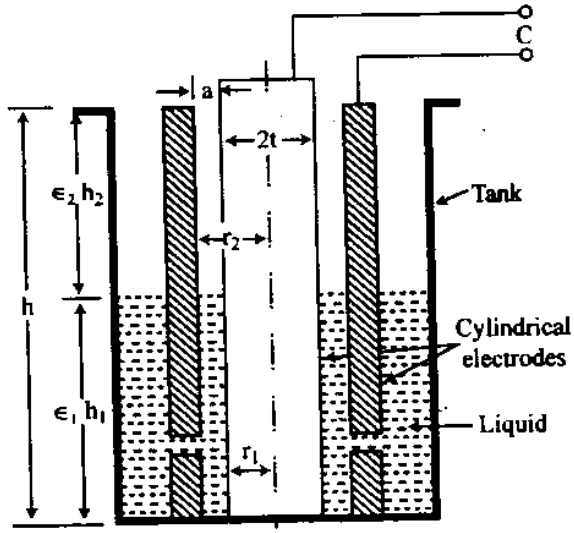
যে ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের ক্যাপাসিট্যান্সের ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের পরিবর্তনের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়, তাকে ডাই-ইলেকট্রিক গেজ বলে। চিত্রে একটি ডাই-ইলেকট্রিক গেজ দ্বারা লিকুইড লেভেল (Level) পরিমাপকরণ পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো ঃ

এখানে আলাদা ডায়ামিটারের দুটি সিলিন্ডার থাকে, যার বহিস্থ সিলিন্ডারটির নিচের দিকে দুটি ছিদ্র থাকে এবং অন্তঃস্থ সিলিন্ডারটি, বহিস্থ সিলিন্ডারটির মধ্যে অবস্থান করে।

পাত্রে রক্ষিত যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ করতে হবে তার মধ্যে সিলিন্ডার দুটিকে উল্লম্বভাবে (Vertically) স্থাপন করা হয়। এখানে তরল পদার্থকে ডাই-ইলেকট্রিক হিসাবে এবং সিলিন্ডার দুটি ক্যাপাসিটরের দুটি কন্ডাকটিভ প্লেট হিসেবে কাজ করে।

এর ক্যাপাসিট্যান্স,

$$C = 2\frac{h_1\epsilon_1 + h_2\epsilon_2}{\log_e\left(1 - \frac{a}{r}\right)} F$$



চিত্র ঃ ৪.৬ ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে নন কন্ডাকটিং তরলের লেভেল পরিমাপ

এখানে, h_1 = তরল পদার্থের উচ্চতা

ϵ_1 = লিকুইডের পারমিটিভিটি F/m

h_2 = পাত্রের উপরের ফাঁকা জায়গার উচ্চতা

ϵ_2 = বাতাসের পারমিটিভিটি

a = দুটি সিলিন্ডারের মধ্যবর্তী দূরত্ব (মিটারে)

r = অভ্যন্তরীণ সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ (মিটারে)।

সুতরাং, উপরে উল্লেখিত সূত্রানুসারে দেখা যায় যে, সৃষ্ট ক্যাপাসিট্যান্সের মান তরল পদার্থের লেভেলের সাথে পরিবর্তিত হয়। যদি উক্ত ব্যবস্থাপনাকে একটি ব্রীজ সার্কিটের একটি বাহু হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তবে এর সাহায্যে লিকুইড লেভেল অনুসারে একটি ইলেকট্রিক্যাল আউটপুট তৈরির মাধ্যমে পরোক্ষভাবে লিকুইড লেভেল পরিমাপ করা যায়।

উদাহরণ-১। একটি Dielectric gauge-এর Cylinder-এর উচ্চতা 0.5m, Liquid-এর উচ্চতা 0.2m, ভিতরের Cylinder-এর ব্যাস 3cm, বাইরের Cylinder-এর ব্যাস 5cm হলে উৎপন্ন Capacitance-এর মান নির্ণয় কর। (Liquid এর Permitivity = 0.9F/m Gas-এর Permitivity = 1F/m) [বাকাশিবো-২০০৪]

সমাধান ঃ Liquid-এর উচ্চতা, $h_1 = 0.2m$

Cylinder-এর উচ্চতা = 0.5m

∴ Liquid-এর উপরিভাগের উচ্চতা, $h_2 = (0.5 - 0.2) = 0.3m$

Liquid-এর Permitivity, $\epsilon_1 = 0.9F/m$

Gas-এর Permitivity, $\epsilon_2 = 1F/m$

ভিতরের সিলিন্ডারের ব্যাস, 2r = 3cm

ভিতরের সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ, r = 1.5cm

ভিতরের ও বাইরের সিলিন্ডারের মধ্যে দূরত্ব = (5 – 3) cm = 2cm

আমরা জানি,

$$\text{Capacitance, } C = 2\frac{h_1\epsilon_1 + h_2\epsilon_2}{\text{Log}_e\left(1 - \frac{a}{r}\right)} F$$

$$= \frac{2(0.2 \times 0.9) + (0.3 \times 1)}{\text{Log}_e\left(1 - \frac{2}{1.5}\right)}$$

$$= 2\frac{0.48}{1.108}$$

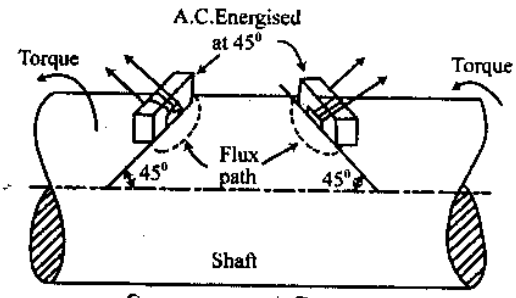
$$= 0.866F$$

∴ Capacitance-এর মান 0.866 Farad

৪.৭ ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেজ দ্বারা টর্ক পরিমাপ কৌশল (Torque measurement technique by magnetostriction gauge) ঃ

যখন কোন Ferromagnetic Material এর Stress পরিবর্তন হয় তখন তার Permeability পরিবর্তিত হয়, তাকে Magneto-striction or Villary Effect বলে। এই Effect এর ফলে যেহেতু Permeability পরিবর্তিত হয় অর্থাৎ পজিটিভ স্ট্রেইনে পারমিয়াবিলিটি হ্রাস পায় এবং নেগেটিভ স্ট্রেইনে বৃদ্ধি পায়, তাই ইন্ডাকট্যান্সও পরিবর্তন হয়। এই Effect-এর ওপর ভিত্তি করেই Magnetostriction Transducer কাজ করে।

গঠনপ্রণালি (Construction) ঃ উপরের চিত্রে একটি ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেজের গঠন প্রণালি দেখানো হলো। এতে সর্বোচ্চ পজিটিভ ও নেগেটিভ স্ট্রেইন শ্যাফটের সাথে 45° কোণে প্রযুক্ত হয়। দুটি এসি এনারজাইজড কয়েল আবরণযুক্ত কোরের উপর প্যাঁচানো থাকে। কয়েল দুটি শ্যাফটের সন্নিকটে স্থাপন করা হয়। ফলে এদের দ্বারা উৎপন্ন ফ্ল্যাক্স পথ শ্যাফটের ফ্ল্যাক্সের সাথে সংযুক্ত হয়। কয়েল দুটি একটি এসি ব্রীজের দুটি বাহু হিসাবে কাজ করে।



চিত্র ঃ ৪.৭ ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেজ

কার্যপ্রণালি (Operation) ঃ পারমিয়াবিলিটি বৃদ্ধির ফলে এর একটি কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স বৃদ্ধি পায় আর অপর কয়েলটির পাবমিয়াবিলিটি কমার কারণে তার ইন্ডাকট্যান্স কমে যায়। ব্রীজটি প্রাথমিক অবস্থায় অর্থাৎ টর্ক প্রয়োগ না করা অবস্থায় ব্যালেন্সড কন্ডিশনে থাকে কারণ কয়েল দুটির ইন্ডাকট্যান্স বা রিয়্যাকট্যান্স সমান থাকে। কিন্তু যখনই শ্যাফটে টর্ক প্রয়োগ করা হয় তখন একটি কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স বৃদ্ধি ও অপরটির হ্রাস পায় ফলে ব্রীজটির মান ব্যালেন্সড হয়ে যায়। অর্থাৎ টর্ক প্রয়োগের ফলে ফ্লাক্স পথের পারমিয়াবিলিটি পরিবর্তনে কয়েলের ইন্ডাকট্যান্সের ডিফারেন্সিয়াল পরিবর্তন হয়। তাই ব্রীজের আউটপুট ভোল্টেজ প্রয়োগকৃত টর্কের সমানুপাতিক।

৪.৮ সিনক্রো পদ্ধতির ব্যাখ্যা (Explain synchro system) ঃ

Synchro এমন একটি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক Tranducer, যার মাধ্যমে শ্যাফটের Angular Position-কে electrical signal-এ পরিণত করা যায়।

Instrumentation field-এ Synchro নামটি সর্বজনীনভাবে ব্যবহৃত হলেও এর বাণিজ্যিক নাম যথাক্রমে–

(i) Selsyns
(ii) Microsyns
(iii) Autosyns.

Instrumentation-এ দু'রকম Synchro System রয়েছে ঃ

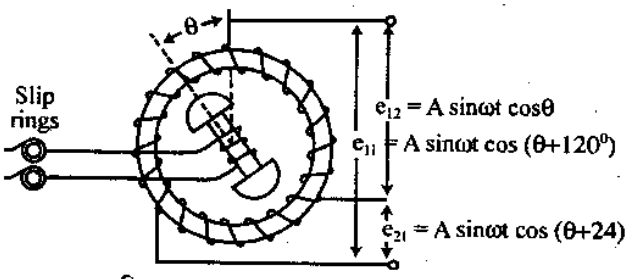
(i) Control/error detecting type
(ii) Troque transmission type.

Control or error detecting type : Positional control system-এ উক্ত System-টি error detector হিসেবে ব্যবহৃত হয়। দুটি Unit নিয়ে একটি Classical Synchro System গঠিত ঃ

(i) A synchro transmitter
(ii) A synchro receiver.

Synchro System-এর basic unit-টিকে Synchro Transmitter বলে।

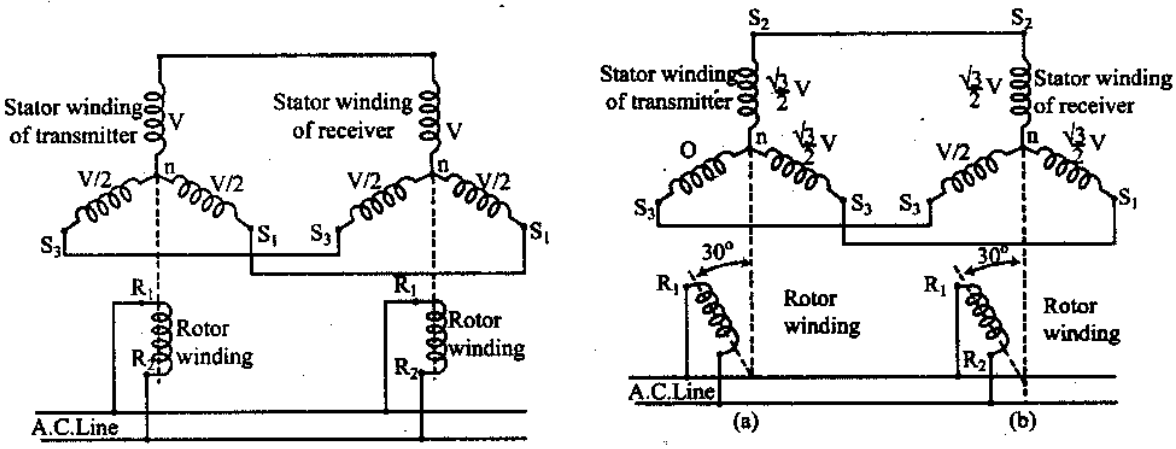
● **গঠন (Construction) ঃ** এর গঠন একটি Three phase Alternator-এর মতো। Core loss কমানোর জন্য এর Stator-টি লেমিনেটেড স্টিলের তৈরি হয়। তিনটি Stator Coil indentical এবং তাদেরকে Y বা Star connection করে রাখা হয়। এতে যে Rotor থাকে তা Salient Pole contruction এবং তা dumbbell-এর আকৃতির ন্যায়। Rotor-টিকে একটি Concentric Coil দ্বারা জড়ানো থাকে। দুটি স্লিপ রিং-এর সাহায্যে Rotor-এ A.C Voltage প্রয়োগ করা হয়।



চিত্র ঃ ৪.৮ Schematic presentation of a synchro constructional diagram of synchro transmitter

৪.৯ সিনক্রো পদ্ধতির মাধ্যমে কৌণিক সরণ পরিমাপ কৌশল (Angular displacement measurement technique by synchro system) ঃ

সিনক্রো সিস্টেমকে সচরাচর কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহার করা হয়। সিনক্রোসকে কৌণিক পজিশন ট্রান্সডিউসার (Angular Position Transducer) বলা হয়, যা ইন্ডাকট্যান্স পরিবর্তন নীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে। এটির ট্রান্সমিটার এবং রিসিভার উভয়েরই সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং-এ একটি রোটর, যা সিংগেল ফেজ বিশিষ্ট। একটি স্লিপ রিং এর মাধ্যমে রোটর ওয়াইন্ডিং-এ এসি সাপ্লাই দিয়ে রাখা হয়। পর পর 120°তে তিন ফেজের মাধ্যমে স্টেটরটি গঠন করা হয়।



চিত্র ঃ ৪.৯ Torque transmission using synchro system

সিনক্রো সিস্টেমকে দু'টি ইউনিটের মাধ্যমে গঠন করা হয়, যথা ঃ

১। সিনক্রো ট্রান্সমিটার

২। সিনক্রো রিসিভার বা মোটর।

মনে করি, স্টেটরের প্রাথমিক ওয়াইন্ডিং

S_2 রোটর ওয়াইন্ডিং এর সাথে সর্বোচ্চ কাপলিং (একই সরল রেখা বরাবর সংযোগ) অবস্থান করে।

ধরি, এ অবস্থায় ভোল্টেজ = V

S_2 এর ভোল্টেজ = $V \cos 0° = V$

S_1 এর ভোল্টেজ = $V \cos 60° = V/2$

S_3 এর ভোল্টেজ = $V \cos 60° = V/2$

যেহেতু ট্রান্সমিটারের এবং রিসিভারের স্টেটর ওয়াইন্ডিংয়ের মধ্যে অসম ভোল্টেজ বিদ্যমান, সুতরাং কাপলিংয়ের কারণে স্টেটর ওয়াইন্ডিংয়ে সমান ভোল্টেজ তৈরি হবে।

যদি রোটরটি 30° ঘুরে, তবে S_2-এর ভোল্টেজ $= V \cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2} V$

S_1 এর ভোল্টেজ $V \cos 90° = 0$

S_3 এর ভোল্টেজ $= V \cos 30° = \sqrt{\frac{3}{2}} V$

এই দুটো ওয়াইন্ডিং-এর মধ্যে অসম ভোল্টেজ থাকায় ওয়াইন্ডিং এর মধ্যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং একটি টর্ক উৎপাদন করে, যা রোটরকে ঘুরাতে চায়। এ সময় ব্যালেন্স রিসিভার একই অ্যাঙ্গেলে এবং রোটেশনের একই দিকে ট্রান্সমিটারের সাথে অনুরূপ কাজ করে। ফলে সিনক্রোসকে অ্যাঙ্গুলার বিচ্যুতির পরিমাণ পরিমাপে ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে রিসিভার রোটর থেকে ট্রান্সমিটার রোটরটি কত ডিগ্রি ঘুরছে তা সরাসরি জানা যায়।

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **RTD বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ RTD এর অর্থ হলো Resistance Temperature Detector.

২। **RTD এর অসুবিধা কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ অসুবিধা ঃ

(i) নিম্ন সেনসিটিভিটি;

(ii) অন্যান্য টেম্পারেচার ট্রান্সডিউসারের চেয়ে দাম বেশি;

(iii) কোন পয়েন্ট সেন্সিং নেই;

(iv) সংযোগের জন্য বেশি তারের প্রয়োজন হয়;

(v) শক ও কম্পনে কন্টাক্ট রেজিস্ট্যান্স প্রভাবিত হয়।

৩। **রিল্যাকট্যান্স পালস্ পিক-আপ কেন ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, Reluctance Pulse Pick UP-কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ এ ধরনের ট্রান্সডিউসার শ্যাফটের গতি এবং তরলের প্রবাহ পরিমাপে খুবই উপযোগী।

৪। **ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের অসুবিধা কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ অসুবিধা ঃ

(i) তুলনামূলক খরচ বেশি;

(ii) শুধুই তরল পদার্থই পরিবাহী হিসেবে ব্যবহার করা যায়;

(iii) বিপজ্জনক বৈদ্যুতিক এলাকায় স্থাপন করতে হলে এতে বিস্ফোরণ প্রতিরোধ ব্যবস্থা রাখতে হয়।

৫। **Di-electric gauge কী?** [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, ডাই-ইলেকট্রিক গেজ কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, ডাই-ইলেকট্রিক গেজ কাকে বলে?

উত্তর ঃ যে সকল Capacitive transducer-এর dielectric পরিবর্তনের সাথে এর capacitance পরিবর্তিত হয়, তাকে dielectric guage বলে।

৬। **সিনক্রো-এর ব্যবহার লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ রিসিভার ও ট্রান্সমিটার-এর কৌণিক বিচ্যুতির মান ও দিক নির্ণয়ের জন্য সিনক্রো ব্যবহৃত হয়।

৭। **লোড সেল (Cell) কেন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ খুব ভারী বোঝা মাপার জন্য লোড সেল ব্যবহার করা হয়।

৮। **লোড সেলে সক্রিয় উপাদান কী?**

উত্তর ঃ স্টিলের একটা লম্বা দণ্ড সচরাচর সক্রিয় উপাদান হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

৯। **RTD সেনসিং এলিমেন্ট হিসেবে কোন পদার্থ বেশি ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ সেন্সিং এলিমেন্ট হিসেবে প্লাটিনাম বেশি ব্যবহৃত হয়। তা ছাড়া নিকেল এবং কপারও পর্যাপ্ত পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

১০। **ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেজ কখন ক্রিয়াশীল হয়?**

উত্তর ঃ ম্যাগনেটিক ম্যাটেরিয়ালের উপর স্ট্রেইন প্রয়োগ করলে ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেইজ কাজ করে।

১১। **সিনক্রো সিস্টেমের প্রধান ইউনিট কয়টি ও কী কী?**

উত্তর ঃ দু'টি ঃ

(i) সিনক্রো ট্রান্সমিটার,

(ii) সিনক্রো রিসিভার।

১২। **সিনক্রো রিসিভার হিসেবে কোন ধরনের ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ সিনক্রো রিসিভার হিসেবে মোটর ব্যবহৃত হয়।

১৩। **লোড সেল কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ খুব ভারী বোঝা মাপার জন্য যে ট্রান্সডিউসার ব্যবহার করা হয়, তাকে লোড সেল বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **RTD কীভাবে তৈরি হয়?**
অথবা, RTD-এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১০, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ যে সব পদার্থের তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে রোধের পরিবর্তন ঘটে যেমন– প্লাটিনাম, নিকেল কিংবা অন্য রেজিস্টিভ এলিমেন্ট দিয়ে রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টর বা RTD তৈরি হয়।

২। **RTD-এর সুবিধাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ সুবিধা ঃ
(i) প্রশস্ত রেঞ্জে আকাঙ্ক্ষিত লিনিয়ারিটি,
(ii) প্রশস্ত অপারেটিং টেম্পারেচার রেঞ্জ,
(iii) উচ্চ টেম্পারেচার অপারেশন,
(iv) অন্যান্য টেম্পারেচার ট্রান্সডিউসারের পরিবর্তেও ব্যবহারযোগ্য।

৩। **রিল্যাকট্যান্স পালস পিক-আপের মূলনীতি কী?** [বাকাশিবো-২০০৭, ১২]

উত্তর ঃ এর নীতি হলো যদি কোন চুম্বক ক্ষেত্র এটির নিকটবর্তী কোন চুম্বকীয় বস্তুর গতির ফলে ক্ষণস্থায়ীভাবে চুম্বকক্ষেত্রের পরিবর্তন হয়, তবে চুম্বকের কয়েলে একটি ভোল্টেজ পালসের সৃষ্টি হয়।

৪। **ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের মূলনীতি কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১১]
অথবা, ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ এই মিটার ফ্যারাডের চুম্বক আবেশীয় সূত্রের মূলনীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে। এই সূত্র হল– "যখন কোন পরিবাহীকে চুম্বকীয় ক্ষেত্রে জোরে নড়াচড়া করানো হয় তখন পরিবাহীর গতি ও চুম্বকক্ষেত্রের শক্তির সমানুপাতিক ভোল্টেজ ঐ পরিবাহীতে আবিষ্ট হবে।"

৫। **ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সুবিধা কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১৪]

উত্তর ঃ সুবিধা ঃ
(i) এই মিটারে তৈলাক্ত ও চর্বিযুক্ত তরল ব্যবহার করা যায়।
(ii) এতে ক্ষারকীয় তরল ব্যবহার করা যায়।
(iii) এতে খুব নিম্নচাপেও কাজ হয়।
(iv) এটি খুব বড় সাইজে ও বর্ধিত ক্যাপাসিটিতে ব্যবহৃত হতে পারে।
(v) একে উভয়মুখী মিটার হিসেবেও ব্যবহার করা যায়।

৬। **সিনক্রো সিস্টেম কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ সিনক্রো এমন একটি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক Tranducer, যার দ্বারা শ্যাফটের Angular position কে electrical Signal-এ পরিণত করা যায়।

৭। **Capacitive Microphone কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ মাইক্রোফোন এক প্রকার ট্রান্সডিউসার, যা প্রেসার ওয়েভ বা শব্দ শক্তিকে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জিতে রূপান্তর করে। যে Transducer দ্বারা শব্দ শক্তি বা কম্পনকে ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তনের মাধ্যমে Equivalent ইলেকট্রিক্যাল এনার্জিতে পরিণত করা হয়, তাকে Capacitive Microphone বলে।

৮। **লোড সেল (Pressure cell) এর মূলনীতি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর ঃ খুব ভারী বোঝা মাপার জন্য লোড সেল ব্যবহার করা হয়। স্টিলের একটা লম্বা দণ্ড (Bar) সচরাচর সক্রিয় উপাদান (Element) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। বোঝার ওজনকে নির্দিষ্ট চাপে দণ্ডে প্রয়োগ করা হয়। দণ্ডের উপর আরোপিত বিভিন্ন মানের চাপে (Stress) সৃষ্ট মোচড়ানোর (Strain) পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়, যাতে করে সৃষ্ট মোচড় (Strain) থেকে সরাসরি চাপের (Stress) পরিমাপকে কাজে লাগানো যায়।

৯। **থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ কোন কোন বিশেষ পদার্থে উত্তাপের ফলে পদার্থের রেজিস্টিভিটির তারতম্যের ফলে বিদ্যুতের উদ্ভব হয়। যে সব ডিভাইসে উত্তাপের ফলে বিদ্যুতের সৃষ্টি হয়, তাদেরকে থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলে।

১০। **থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ
(i) রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টর (RTD)
(ii) থার্মোকাপল
(iii) থার্মিস্টর
(iv) আল্ট্রাসনিক।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। লোড সেলের সাহায্যে ওজন পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। RTD-এর সুবিধা-অসুবিধা বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। রিল্যাকট্যান্স পালস পিক-আপ এর মূলনীতি বিবৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ১২]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের কার্যনীতি বিস্তারিতভাবে বর্ণনা কর। [বকাশিবো-২০১২, ০৩]
অথবা, ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার সম্পর্কে বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ক্যাপাসিটিভ মাইক্রোফোনের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১২, ১৩]
অথবা, একটি Capacitive transducer দ্বারা sound intensity পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩]
অথবা, ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ডাই-ইলেকট্রিক গেজ বলতে কী বুঝ? ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১১, ১৩, ১৪]
অথবা, একটি ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল গাণিতিক বিশ্লেষণসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সিনক্রো পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? সিনক্রো পদ্ধতির মাধ্যমে কৌণিক সরণ পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ১২, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। RTD-এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১০, ১১]
অথবা, একটি থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। RTD-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Synchro motor-এর কাজ চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৮ নং দ্রষ্টব্য।

১১। রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টরের মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সুবিধা ও অসুবিধা বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ম্যাগনেটোস্ট্রিকশন গেজ দ্বারা টর্ক পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ৪.৭ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৫

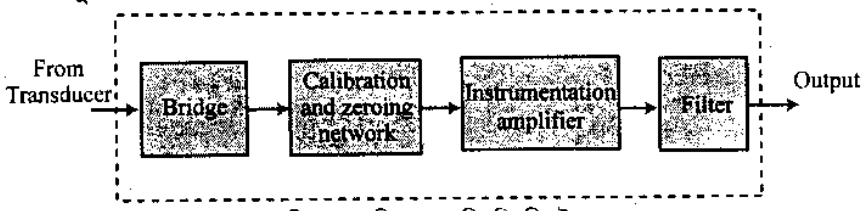
সিগন্যাল কন্ডিশনিং এর ধারণা
(Concept of signal conditioning)

৫.১ ব্লক চিত্রের সাহায্যে সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the signal conditioning system with block diagram) ঃ

একটি পরিমাপক ব্যবস্থায় সেন্সর (sensor) হতে আউটপুট সিগন্যালকে পরবর্তী স্তরের (stage) জন্য যে কোন উপায়ে উপযুক্ত মানে প্রস্তুত করা হয়। সিগন্যালটি হতে পারে খুবই ক্ষুদ্র, যা প্রয়োজন হয় বর্ধিত করার। তাছাড়া নন-লিনিয়ার থেকে লিনিয়ারে, অ্যানালগ থেকে ডিজিটালে কিংবা ডিজিটাল থেকে অ্যানালগে পরিবর্তন করার প্রয়োজন হয়। এসব পরিবর্তনকে এক কথায় সিগন্যাল কন্ডিশনিং বলা হয়ে থাকে। উদাহরণস্বরূপ, থার্মোকাপলের আউটপুট খুব কম ভোল্টেজ অর্থাৎ কয়েক মিলিভোল্ট। একটি সিগন্যাল কন্ডিশনিং মডিউল ব্যবহার করে একে উপযুক্ত কারেন্ট সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়।

সুতরাং বলা যায়, সিগন্যাল প্রসেসিং হল কোন মেজারমেন্ট বা ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমের মাঝের অংশ, যার সাহায্যে আউটপুট ডিভাইসকে চালনার উপযুক্ত সিগন্যাল উৎপন্ন করা যায়।

কোন ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটি পরিমাপের সময় একে ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমের প্রথম অংশের মাধ্যমে ডিটেক্ট করা হয়। আর প্রথম অংশটি হল ডিটেক্টর স্টেজ। অধিকাংশ ক্ষেত্রে এটি ডিটেক্ট করার পর ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়। পরে বা শেষের স্টেজ দ্বারা তা পরিমাপের পূর্বে একে কিছুটা পরিবর্তন বা মডিফাই করা হয়ে থাকে। শেষের অংশটি কোন ইন্ডিকেটিং, রেকর্ডিং, ডিসপ্লে এবং প্রসেসিং বা কন্ট্রোলিং এলিমেন্ট হয়ে থাকে। কোন ইলেকট্রনিক মেজারমেন্ট সিস্টেমে পরিমাপের ক্ষেত্রে কোন ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটিকে প্রথমে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়। তারপর একে কিছুটা বর্ধিত করে ইন্ডিকেটিং ইনস্ট্রুমেন্টকে চালনার উপযুক্ত মানে রূপান্তর করতে হয়।

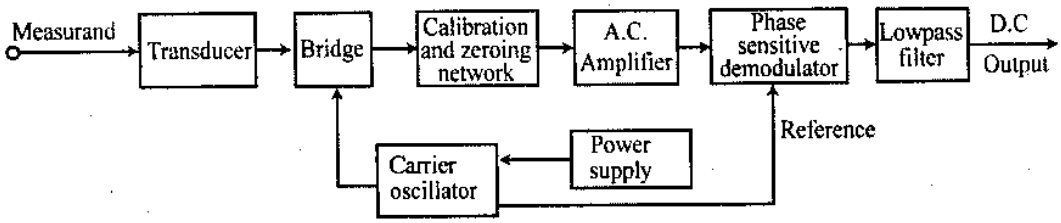


চিত্র ঃ ৫.১ সিগন্যাল কন্ডিশনিং সিস্টেম

চিত্র ৫.১ একটি সিগন্যাল কন্ডিশনিং সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম প্রদর্শন করে। এখানে ট্রান্সডিউসারটি ব্রিজের একটি বাহু। ক্যালিব্রেশন ও জিরোয়িং নেটওয়ার্কের মাধ্যমে ব্রিজকে ব্যালেন্স অবস্থায় নিয়ে আসা যায়। এখন ট্রান্সডিউসারের বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তন ঘটলে ব্রীজ আনব্যালেন্সড হয় এবং তা হতে প্রাপ্ত এসি আউটপুটকে এসি অ্যামপ্লিফায়ারে প্রয়োগ করে অ্যামপ্লিফাই করা হয়। এ বর্ধিত (amplified) সিগন্যালকে ডিমডুলেটর ও লো-পাস ফিল্টারের মাধ্যমে ফিল্টারিং করে পরিমাপযোগ্য বিশুদ্ধ ডিসিতে পরিণত করা হয়।

৫.২ এসি ও ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির মৌলিক নীতি (Basic principles of AC and DC signal conditioning system) ঃ

ব্লকচিত্রের সাহায্যে এসি (AC) সিগন্যাল কন্ডিশনিং-এর বর্ণনা দেয়া হল ঃ



চিত্র ঃ ৫.২ এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং সিস্টেম

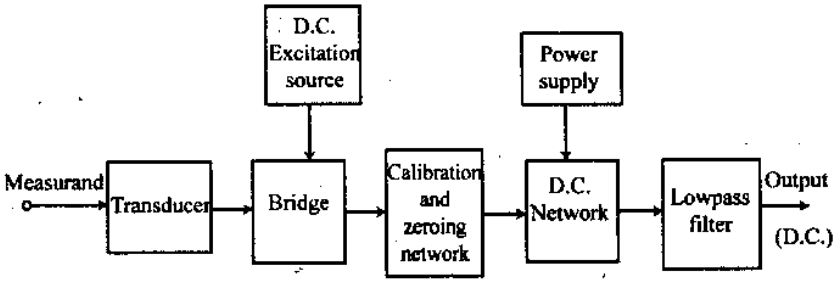
এখানে ট্রান্সডিউসারটি ব্রীজের একটি বাহু হিসাবে কাজ করে। ব্রীজটি একটি এসি ব্রীজ। ক্যালিব্রেশন এবং জিরোয়িং নেটওয়ার্ক (Zeroing network)-এর মাধ্যমে প্রথমে একে ব্যালেন্স করে দেয়া হয়। ক্যারিয়ার অসিলেটরটি এসি এক্সাইটেশন উৎস হিসাবে কাজ করে। পরিমাপিত পরিমাণ (Measurand) প্রয়োগে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা হারিয়ে ফেলবে অর্থাৎ আনব্যালেন্সড (Unbalance) হয়ে যাবে এবং আউটপুট থেকে একটি এসি সিগন্যাল পাওয়া যায়, যাকে অ্যামপ্লিফাই (Amplify) করে ডিমডুলেটরে (Demodulator) দেয়া হয়।

ডিমডুলেটরটি উক্ত মডুলেটেড সিগন্যালের মধ্য হতে ট্রান্সডিউসারের আউটপুট হতে প্রাপ্ত সিগন্যালের অনুরূপ একটি ডিসি সিগন্যাল তৈরি করে, যাকে লো-পাস ফিল্টার (Low pass filter) দ্বারা ফিল্টারিং (Filtering) করে বিশুদ্ধ (Pure) ডিসি আউটপুট তৈরি করা হয়।

ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতি (DC Signal Conditioning system) ঃ

একটি ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির ব্লকচিত্র দেয়া হল :

চিত্রে ব্রীজটি একটি ডিসি ব্রীজ। ট্রান্সডিউসারটি ডিসি ব্রীজের একটি বাহু হিসাবে কাজ করে। ক্যালিব্রেশন এবং জিরোয়িং নেটওয়ার্কের মাধ্যমে ব্রীজটিকে সাম্যাবস্থায় (Balanced) নিয়ে আসা হয় এবং আউটপুটকে পরিমাপ করা হয়।



চিত্র ঃ ৫.৩ ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং সিস্টেম

প্রয়োগ করায় ট্রান্সডিউসারের বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তনে ব্রীজটি ভারসাম্যহীন (Unbalanced) হয়ে পড়ে। ফলে একটি ডিসি আউটপুট পাওয়া যায়, যাকে একটি ডিসি অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা অ্যামপ্লিফাই করে একটি লো-পাস ফিল্টার (Low pass filter) দ্বারা বিশুদ্ধ (Pure) ডিসি তৈরি করা হয়।

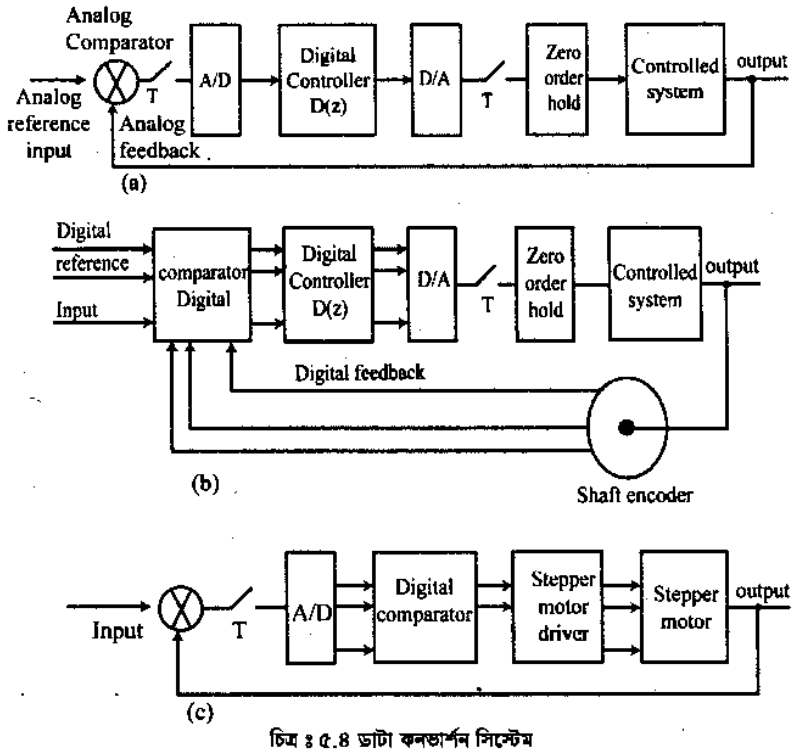
৫.৩ ডাটা কনভার্শনের মূলনীতি (Basic principles of data conversion system) ঃ

অধিকাংশ ইনস্ট্রুমেন্টেশন ও কন্ট্রোল পদ্ধতি অ্যানালগ ও ডিজিটাল অংশের সমন্বয়ে গঠিত। ফলে দেখা যায়, অনেক সময় ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগে (DAC) বা অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটালে (ADC) রূপান্তর করতে হয়। এই রূপান্তরকরণকেই ডাটা কনভারশন পদ্ধতি বলে। যে ডিভাইসের মাধ্যমে অ্যানালগ এবং ডিজিটাল সাব-সিস্টেমের সংযোগ (Link) ঘটে তা হল–

১। অ্যানালগ-টু-ডিজিটাল কনভার্টার (A/D)

২। ডিজিটাল টু অ্যানালগ কনভার্টার (D/A)।

ডাটা কনভার্শনের পদ্ধতি চিত্র ঃ ৫.৪ (a) এবং (c)-তে দেখানো হল।



চিত্র ঃ ৫.৪ ডাটা কনভার্শন সিস্টেম

পদ্ধতির গতিশীলতা বাড়ানোর জন্য চিত্র ৫.৪(a) তে দেখানো বর্তনী অবিরাম সক্রিয় থাকে।

ডিজিটাল কন্ট্রোলারের আগে ও পরে A/D এবং D/A কনভার্টার প্রয়োজন হয়। ডাটা স্থানান্তরের মধ্যবর্তী বিরতির (Intervals) সময় পদ্ধতিকে নিয়ন্ত্রণে রাখার জন্য হোল্ড বর্তনী (Hold circuit) প্রয়োজন হয়। ডিজিটাল কন্ট্রোলারকে এমনভাবে ডিজাইন করা হয়, যাতে পদ্ধতির সর্বোচ্চ (Optimum) দক্ষতা পাওয়া যায়।

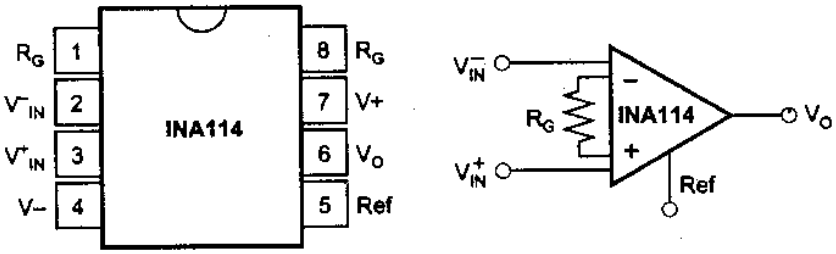
চিত্র ৫.৪(b) এর পদ্ধতিতে রেফারেন্স ইনপুট হল একটি ডিজিটাল কোড, যা পেপার টেপ অথবা অন্য ইনপুট ডিভাইস থেকে সরবরাহ দেয়া হয়। শ্যাফট এনকোডার (Shaft Encoder) হতে ডিজিটাল শব্দের আকৃতিতে ফিডব্যাক (feedback) দেয়া হয়। রেফারেন্স এবং নিয়ন্ত্রিত আউটপুটের মধ্যে ভুল খোঁজার জন্য ডিজিটাল কম্পারেটর (Comparator) ব্যবহার করা হয়। ধৃত ভুলকে (error) পদ্ধতির প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল ইনপুট উৎপাদনের জন্য ডিজিটাল কন্ট্রোলারে দেয়া হয়। ডিজিটাল কন্ট্রোলারের আউটপুটকে অ্যানালগ আকৃতিতে রূপান্তরিত করার জন্য D/A কনভার্টারের প্রয়োজন।

চিত্র ৫.৪(c) তে একটি স্টেপার (Stepper) মোটর ব্যবহার হয়েছে। এখানে ইনপুট এবং শ্যাফট পজিশন ফিডব্যাক হল অ্যানালগ সিগন্যাল। এই অ্যানালগ ডাটাকে ডিজিটাল আকৃতিতে রূপান্তর করার জন্য A/D কনভার্টার প্রয়োজন। স্টেপার মোটরের ঘড়ির কাঁটার আবর্তনের দিকে কিংবা ঘড়ির কাঁটার আবর্তনের বিপরীত দিকে ঘূর্ণনের ফলে কম্পারেটর সিগন্যাল উৎপাদন করে।

৫.৪ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি (Operation of an instrumentation amplifier) ঃ

ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার (Instrumentation amplifier) এক ধরনের অ্যামপ্লিফায়ার, যা ট্রান্সডিউসারের আউটপুট হতে প্রাপ্ত কোন সিগন্যাল দ্বারা আউটপুট ডিভাইসকে ড্রাইভ (Drive) করার জন্য প্রয়োজনীয় মানে অ্যামপ্লিফাই করে।

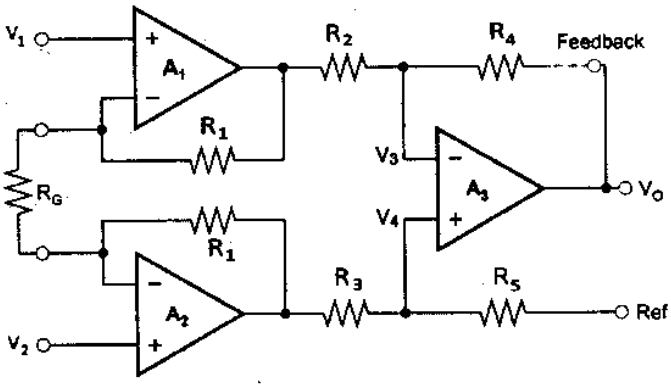
ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে সাধারণত ট্রান্সডিউসারের আউটপুট হতে μv থেকে mv রেঞ্জের সিগন্যাল পাওয়া যায়, যা দ্বারা আউটপুট ডিভাইসকে সঠিকভাবে ড্রাইভ করা যায় না, তা ছাড়া সূক্ষ্মভাবে পরিমাপও করা সম্ভব হয় না। এ কারণে ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতিতে ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজন। ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার একটি ডিফারেন্সিয়াল অ্যামপ্লিফায়ার, যার ইনপুট ইম্পিড্যান্স খুবই উচ্চ এবং কমন মোড রিজেকশন (Common Mode rejection)-ও উচ্চ। ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার (IA) অপারেশন অ্যামপ্লিফায়ার (OP-Amp)-এর মতো সাধারণ বিল্ডিং ব্লক আকৃতিতে হয় না। ইহা (IA) একটি ক্লোজড্ লুপ ডিভাইস যাতে গেইনকে সর্তকতার সাথে সেট করা হয়। চিত্র ৫.৫-এ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার আইসির পিন ডায়াগ্রাম এবং প্রতীক দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৫.৫ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার আইসির পিন ডায়াগ্রাম এবং প্রতীক

ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার দুটি স্টেজ নিয়ে গঠিত—প্রথম স্টেজ দুটি সিগন্যালের জন্য উচ্চ ইনপুট ইম্পিড্যান্স প্রদান করে এবং একটিমাত্র রেজিস্টর দ্বারা গেইনকে সেট করে আর দ্বিতীয় স্টেজ একটি নেগেটিভ ফিডব্যাক যুক্ত ডিফারেন্সিয়াল অ্যামপ্লিফায়ার, যা আউটপুট ও গ্রাউন্ড কানেকশনের সাথে যুক্ত থাকে।

ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৫.৬ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট ডায়াগ্রাম

চিত্রে দেখা যায়, প্রথম Stage-এর দুটি Op-Amp-এর ইনভার্টিং ইনপুট টার্মিনালে V_1 এবং V_2 দুটি ইনপুট ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়েছে। এ দুটি Voltage follower হিসাবে কাজ করে। প্রথম Stage এর আউটপুটে R_1 এবং R_G রেজিস্ট্যান্স সিরিজে যুক্ত থাকে। এখানে R_G হল Gain setting resistance।

OP–Amp 1-এর আউটপুট ঃ

$$V_3 = \left(1 + \frac{R_1}{R_G}\right) V_1 - \frac{R_1}{R_G} V_2$$
$$= \left(1 + \frac{R_1}{R_G}\right) V_1 - \frac{R_1}{R_G} V_2$$

এবং OP–Amp 2 এর আউটপুট ঃ

$$V_4 = \left(1 + \frac{R_1}{R_G}\right) V_2 - \left(\frac{R_1}{R_G}\right) V_1$$
$$= \left(1 + \frac{R_1}{R_G}\right) V_2 - \left(\frac{R_1}{R_G}\right) V_1$$

এখন আমরা সুপারপজিশন নীতি প্রয়োগ করে diff. amp. OP–Amp3-এর জন্য প্রতি সোর্সকে (V_3 ও V_4) আলাদা বিবেচনা করে উৎপন্ন আউটপুট V_3' ও V_4' পাই। অতঃপর এ দুটি আউটপুট যোগ করে সার্বিক আউটপুট পাওয়া যায়।

ধরি, OP–Amp ও এর ক্ষেত্রে $R_2 = R_3 = R_4 = R_5$, তবে এর আউটপুট হবে–

$$V_3' = -V_3 \times \frac{R_4}{R_2} = -V_3$$

$$\text{ও } V_4' = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \times \left(V_4 \times \frac{R_5}{2R_3}\right)$$
$$= (1 + 1) \times \frac{V_4}{2} = V_4$$

$$\text{এবং } V_0 = V_3' + V_4' = -V_3 + V_4$$
$$= V_4 - V_3$$
$$= \left(1 + \frac{R_1}{R_G}\right) V_2 - \left(\frac{R_1}{R_G}\right) V_1 - \left(1 + \frac{R_1}{R_G}\right) V_1 + \left(\frac{R_1}{R_G}\right) V_2$$
$$= \left(1 + \frac{R_1}{R_G} + \frac{R_1}{R_G}\right) V_2 - \left(1 + \frac{R_1}{R_G} + \frac{R_1}{R_G}\right) V_1$$
$$= \left(1 + \frac{2R_1}{R_G}\right) V_2 - \left(1 + \frac{2R_1}{R_G}\right) V_1$$
$$= \left(1 + \frac{2R_1}{R_G}\right) (V_2 - V_1)$$

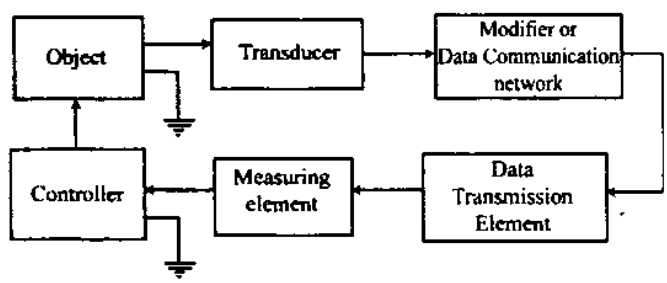
সার্বিক গেইন $\left(1 + \frac{2R_1}{R_G}\right)$ এবং সাধারণত R_G পরিবর্তনের মাধ্যমে IA এর সার্বিক গেইন সেট করা যায়।

৫.৫ ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মূলনীতি (Basic principles of instrumentation system) ঃ

Instrumentation ঃ যে পদ্ধতির মাধ্যমে কোন পদার্থের মেকানিক্যাল, কেমিক্যাল এবং ভৌত বৈশিষ্ট্যকে পর্যবেক্ষণ, পরিমাপ এবং নিয়ন্ত্রণ করা যায়, তাকে বা সে পদ্ধতিকে ইনস্ট্রুমেন্টেশন (Instrumentation) পদ্ধতি বলে।

Instrumentation পদ্ধতির ব্লকচিত্র দেখানো হল ঃ

বর্ণনা ঃ কোন একটি নির্দিষ্ট অবজেক্ট (Object)-এর যান্ত্রিক, রাসায়নিক, ভৌত বৈশিষ্ট্যকে ট্রান্সডিউসার দ্বারা ইলেকট্রিক্যাল এনার্জিতে রূপান্তর করা হয়। উক্ত সিগন্যালকে মডিফায়ার (Modifier) দ্বারা বিবর্ধিত করে ট্রান্সমিশন এবং মেজারিং ইনস্ট্রুমেন্ট দ্বারা পরিমাপের উপযোগী করে তোলা হয়। যদি নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা অবজেক্ট হতে দূরে অবস্থিত হয় তবে মডিফায়ারের আউটপুটকে ট্রান্সমিশন এলিমেন্ট দ্বারা ট্রান্সমিট করা হয়। মেজারিং এলিমেন্ট দ্বারা মডিফায়ার থেকে আগত ডাটা পরিমাপ করে প্রয়োজনীয় ইনপুট কন্ট্রোলারে দেয়া হয়। কন্ট্রোলার উক্ত ইনপুটকে রেফারেন্স ইনপুটের সাথে তুলনা করে অবজেক্টকে নিয়ন্ত্রণ করে।



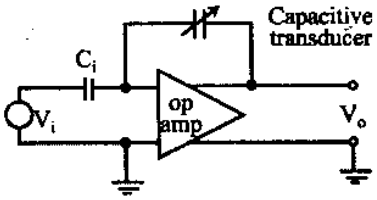
চিত্র ঃ ৫.৭ ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

৫.৬ ক্যাপাসিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসারের সাথে অপারেশন অ্যাম্প্লিফায়ারের ব্যবহার (Use of operational amplifier with capacitive displacement transducer) ঃ

ধরি, একটি Capacitive Transducer-কে displacement (সরণ) পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হল। এতে ক্যাপাসিটরের দুটি প্লেটের দূরত্ব পরিবর্তনের ফলে ক্যাপাসিট্যান্স-এর পরিবর্তন ঘটে। এখানে বায়ু (air) ক্যাপাসিটরের dielectric medium হিসাবে কাজ করে। ক্যাপাসিট্যান্স, $C_x = \Sigma_0 \frac{A}{x}$ যেখানে–

A = area of the plates
x = distance between plates.

এই সমীকরণটি আউটপুট ক্যাপাসিট্যান্স এবং ইনপুট ডিসপ্লেসমেন্ট-এর মধ্যে অসম (Non-Linear) সম্পর্ক প্রকাশ করে। আউটপুট ক্যাপাসিট্যান্স এবং ইনপুট ডিসপ্লেসমেন্ট এর মধ্যে সম (Linear) সম্পর্ক স্থাপনের জন্য নিচের চিত্রের ন্যায় Operational amplifier সংযুক্ত বর্তনীই উপযোগী।



চিত্র ঃ ৫.৮ Op-Amp বিশিষ্ট ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসার

উপরের বর্তনী বিশ্লেষণে লেখা যায়–

$$\frac{V_0}{V_i} = -\frac{Z_f}{Z_i} = -\frac{1}{j\omega C_x} \times j\omega C_i = -\frac{C_i}{\epsilon_0 A/x}$$

$\therefore$ Output voltage $\quad V_0 = \left(-\frac{C_i V_i}{\epsilon_0 A}\right) x = Kx$

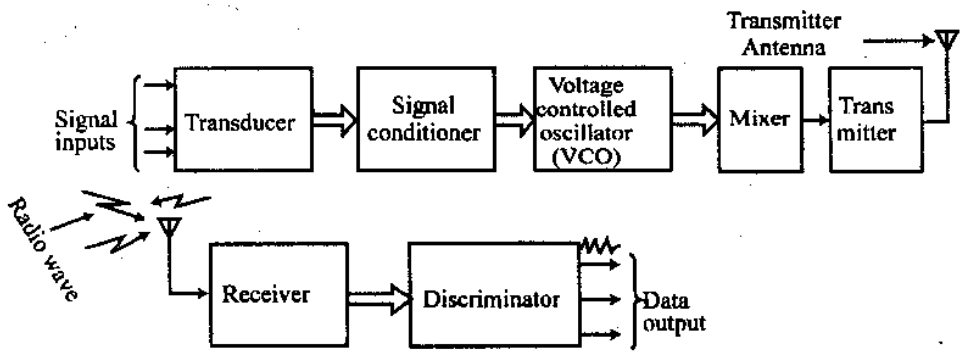
Where sensitivity $\quad K = \left(-\frac{C_i}{\epsilon_0 A} V_i\right)$ V/m.

উপরোক্তভাবে ইনপুট output-এর মধ্যে সমসম্পর্ক স্থাপনের মাধ্যমে input-এ 50 kHz-এর একটি নির্দিষ্ট উচ্চতার sine wave পাওয়া যায় এবং V_0-তে 50 kHz-এর সাইন ওয়েভ ভোল্টেজ পাওয়া যায়, যার সাথে একটি rectifier যুক্ত করে DC আউটপুট নিয়ে ডিসি ইনস্ট্রুমেন্টের মাধ্যমে পাঠ নেওয়া হয়। এ পদ্ধতি স্থিতিশীল সরণের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। গতিশীল (dynamic) সরণের ক্ষেত্রে V_0-এ মডুলেটেড আউটপুট ওয়েভকে ডিমডুলেটরে Fed করা হয় এবং Low pass filter দ্বারা আউটপুট ভোল্টেজ উদ্ধার করা হয়।

৫.৭ ব্লক চিত্রের সাহায্যে রেডিও টেলিমিট্রি-এর বর্ণনা (Radio telemetry with block diagram) ঃ

ইংরেজি Telemetry শব্দটিতে দুটি অংশ আছে। 'Tele' যার অর্থ দূরবর্তী এবং 'metry' যার অর্থ পরিমাপ। অর্থাৎ telemetry অর্থ হলো দূরবর্তী স্থান থেকে কোন রাশি পরিমাপ করা। এক্ষেত্রে যখন ট্রান্সমিটার এবং রিসিভারের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহার করা হয়, তখন তাকে রেডিও টেলিমিট্রি বলে।

ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশনের (FM) মাধ্যমে data-কে Multiplexing এবং Demultiplexing করে Radio Telemetry পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। Radio Telemetry-তে ব্যবহৃত FM পদ্ধতি ব্লক চিত্র ও বর্ণনা নিচে দেয়া হল ঃ



চিত্র ঃ ৫.৯ Block diagram of Radio telemetry system.

সিগন্যাল ইনপুটকে ট্রান্সডিউসারের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক সংকেতে পরিণত করে সিগন্যাল কন্ডিশনস ইউনিটে আকাঙ্ক্ষিত আকৃতিতে পরিণত করে ভোল্টেজ কন্ট্রোল অসিলেটর (VCO)-এ দেওয়া হয়।

এখানে একটি মডুলেটরের মাধ্যমে সাব-ক্যারিয়ার অসিলেটর ফ্রিকুয়েন্সিকে ভোল্টেজ কন্ট্রোলড অসিলেটর (VCO)-এ দেয়া হয়। VCO ইউনিটে কয়েকটি oscillator বিভিন্ন Frequency spectrum-এ কাজ করে রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি (R.F.) ট্রান্সমিশনের জন্য Mixer ইউনিট-এ দেওয়া হয়। একে কয়েকটি broadcast station-এর সাথে (linked) সংযুক্ত করা যায়। Mixer থেকে মডুলেটেড রেডিও ফ্রিকুয়েন্সিকে ট্রান্সমিটারে দেওয়া হয়। ট্রান্সমিটার Antenna-এর মাধ্যমে একে propagate করে।

রিসিভিং স্টেশনের রিসিভার দ্বারা R.F. সিগন্যালকে রিসিভ করে Discriminator-এর মাধ্যমে Modulated subcarrier oscillator থেকে আকাঙ্ক্ষিত R.F. সিগন্যালকে বাছাই করে নেওয়া হয় এবং receiver ইউনিটের output data হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

এক্ষেত্রে, Signal Conditioner-এ Maximum Voltage $\pm 2.5V$

VCO কেন্দ্রীয় (Central) ফ্রিকুয়েন্সি 400 Hz.

VCO সিগন্যাল ভোল্টেজ ± 2.5 V

এখানে, ট্রান্সমিটার স্টেশন থেকে রিসিভিং (receiving station) স্টেশন কয়েক হাজার কিলোমিটার দূরত্বে অবস্থান করে এবং radio link-এর মাধ্যমে যোগাযোগ স্থাপিত হয়।

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মৌলিক উপাদানগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬]

উত্তর ঃ মৌলিক উপাদানগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) Object (ii) Transducer
(iii) Data Communication Network (iv) Controller
(v) Measuring Element (vi) Data Transmission Element.

২। **সিগন্যাল কন্ডিশনিং কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৩, ১১, ১৩, ১৪]

অথবা, Singal Conditioning কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ কোন ইনপুট সিগন্যালকে আউটপুটে ব্যবহার উপযোগী প্রয়োজনীয় সিগন্যালে রূপান্তর করার প্রক্রিয়াকে সিগন্যাল কন্ডিশনিং বলে।

৩। **ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?**

অথবা, Instrumentation Amplifier বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার বলতে একটি ক্লোজ লুপ ডিফারেন্সিয়াল অ্যামপ্লিফায়ার, যার ইনপুট ইম্পিড্যান্স ও গেইন অতি উচ্চমানের।

৪। **ইলেকট্রনিক মেজারমেন্ট পদ্ধতিতে ডিসপ্লে ডিভাইস হিসেবে কোন কোন ডিভাইস বেশি ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ ডিসপ্লে ডিভাইস হিসেবে নিম্নেরগুলো বেশি ব্যবহৃত হয় ঃ

(i) মিটার (ii) চার্ট রেকর্ডার
(iii) অসিলোস্কোপ (iv) সেভেন সেগমেন্ট ডিসপ্লে।

৫। **ডিসি ব্রীজকে কীভাবে সাম্যাবস্থায় নিয়ে আসা হয়?**

উত্তর ঃ ক্যালিব্রেশন এবং জিরোয়িং নেটওয়ার্কের মাধ্যমে ব্রীজকে সাম্যাবস্থায় নিয়ে আসা হয়।

৬। **কোন কোন ডিভাইসের মাধ্যমে অ্যানালগ এবং ডিজিটাল সাব-সিস্টেমের সংযোগ ঘটে?**

উত্তর ঃ ডিভাইসগুলো হল ঃ

(i) অ্যানালগ-টু-ডিজিটাল কনভার্টার (A/D)

(ii) ডিজিটাল-টু-অ্যানালগ কনভার্টার (D/A)।

৭। **ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে ট্রান্সডিউসারের আউটপুটে কত মানের সিগন্যাল পাওয়া যায়?**

উত্তর ঃ ট্রান্সডিউসারের আউটপুটে μv থেকে mv রেঞ্জের সিগন্যাল পাওয়া যায়।

৮। **ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনারের মৌলিক উপাদানগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনারের মৌলিক উপাদানগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) ট্রান্সডিউসার
(ii) ব্রীজ
(iii) ডিসি এক্সাইটেশন সোর্স
(iv) ক্যালিব্রেশন এবং জিরোয়িং নেটওয়ার্ক।
(v) ডিসি অ্যামপ্লিফায়ার
(vi) লো-পাস ফিল্টার
(vii) পাওয়ার সাপ্লাই

৯। **এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির মৌলিক অংশগুলোর নাম লেখ।**

উত্তর ঃ এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির মৌলিক অংশগুলোর নিম্নরূপ ঃ

(i) ট্রান্সডিউসার
(ii) ব্রীজ
(iii) ক্যালিব্রেশন এবং জিরোয়িং নেটওয়ার্ক
(iv) ক্যারিয়ার অসিলেটর
(v) এসি অ্যামপ্লিফায়ার
(vi) ফেজ সেনসিটিভ ডিমডুলেটর
(vii) লো-পাস ফিল্টার
(viii) পাওয়ার সাপ্লাই।

১০। **ডাটা কনভার্শন বলতে কী বোঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ অধিকাংশ ইনস্ট্রুমেন্টেশন ও কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যানালগ ও ডিজিটাল অংশের সমন্বয়ে গঠিত। ফলে অনেক সময় ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগে বা অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটালে রূপান্তরের প্রয়োজন হয়। একে ডাটা কনভার্শন বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **সিগন্যাল কন্ডিশনারের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩]

উত্তর ঃ সিগন্যাল কন্ডিশনার ট্রান্সডিউসারের আউটপুটকে পরিমাপের ফলাফল ডিসপ্লে ডিভাইসে প্রর্দশনের/নির্দেশের উপযোগী ইলেকট্রিক্যাল পরিমাণে পরিণত করে।

২। **ইন্সট্রুমেন্ট অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১২, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ ইন্সট্রুমেন্ট অ্যামপ্লিফায়ার হল এক ধরনের অ্যামপ্লিফায়ার, যা ট্রান্সডিউসারের আউটপুট হতে প্রাপ্ত কোন সিগন্যাল দ্বারা আউটপুট ডিভাইসকে ড্রাইভ করার জন্য প্রয়োজনীয় মানে অ্যামপ্লিফাই করে।

৩। **ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]

অথবা, Instrumentation Amplifier-এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে সাধারণত ট্রান্সডিউসারের আউটপুট হতে μv থেকে mv রেঞ্জের সিগন্যাল পাওয়া যায়, যা দ্বারা আউটপুট ডিভাইসকে সঠিকভাবে ড্রাইভ করা যায় না, তা ছাড়া সূক্ষ্মভাবে পরিমাপও করা যায় না। এ কারণে ইন্সট্রুমেন্টেশন পদ্ধতিতে ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজন।

৪। **টেলিমিট্রি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৯, ১০, ১২, ১৩, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ "Telemetry" শব্দে "Tele" অর্থ দূরবর্তী স্থান। Metry অর্থ পরিমাপ। সুতরাং Telemetry অর্থ হল দূরবর্তী স্থান হতে পরিমাপকরণ।

৫। **সিগন্যাল অ্যাকুইজিশনে টেলিমিট্রি-এর ভূমিকা উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৫, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **Instrumentation amplifier এর বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ১০, ১১]

উত্তর ঃ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলো থাকা বাঞ্ছনীয় ঃ

১। গেইন অ্যাকুরেসি ও গেইন লিনিয়ারিটি অবশ্যই উচ্চ মানের হতে হবে।
২। উচ্চ গেইন কমনমোড রিজেকশনসহ ডিফারেন্সিয়াল ইনপুট ব্যবস্থা থাকতে হবে।
৩। নিম্ন তাপমাত্রাসহ উচ্চ গেইন স্ট্যাবিলিটি থাকতে হবে।
৪। ড্রিফট এরর মুক্ত হতে হবে।
৫। ডিসি অফসেট নিম্ন মানের হতে হবে।
৬। আউটপুট ইম্পিড্যান্স নিম্ন মানের হতে হবে।
৭। ইনপুট ইম্পিড্যান্স অতি উচ্চ মানের হতে হবে।

৭। **হোল্ড বর্তনীর প্রয়োজনীয়তা কী?**

উত্তর ঃ ডাটা স্থানান্তরের মধ্যবর্তী বিরতির (Intervals) সময় পদ্ধতিকে নিয়ন্ত্রণে রাখার জন্য হোল্ড বর্তনীর প্রয়োজন হয়।

৮। **ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারে কয়টি স্টেজ?**

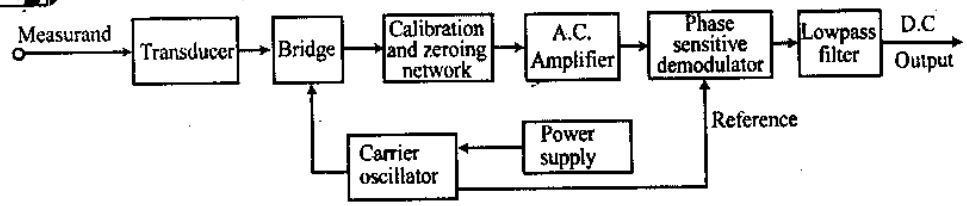
উত্তর ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার দুটি স্টেজ নিয়ে গঠিত। প্রথম স্টেজ দুটি সিগন্যালের জন্য উচ্চ ইনপুট ইম্পিড্যান্স প্রদান করে এবং একটিমাত্র রেজিস্টর দ্বারা গেইনকে সেট করে এবং দ্বিতীয় স্টেজ একটি নেগেটিভ ফিডব্যাক যুক্ত ডিফারেন্সিয়াল অ্যামপ্লিফায়ার, যা আউটপুট ও গ্রাউন্ড কানেকশনের সাথে যুক্ত থাকে।

৯। **ডিসি অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী?**

উত্তর ঃ ইহা একটি ক্যাসকেড অ্যামপ্লিফায়ার, যা একটি ফ্রিকুয়েন্সি ব্যান্ডের উর্ধ্ব থেকে নিম্ন দিকে শূন্য ফ্রিকুয়েন্সি পর্যন্ত অ্যামপ্লিফাই করে।

১০। **এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং-এর ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ



রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ব্লকচিত্রের সাহায্যে সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বুঝিয়ে দাও।** [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, AC সিগন্যাল কন্ডিশনিং সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, AC signal Conditioning system এর Block diagram অংকন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বুঝিয়ে দাও।** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১১, ১৪]

অথবা, গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের অপারেশন ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মূলনীতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **ব্লকচিত্রের সাহায্যে রেডিও টেলিমিট্রির বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, সিগন্যাল অ্যাকুইজিশন টেলিমিট্রির ভূমিকা বর্ণনা কর।

অথবা, ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে Telemetry এর ভূমিকা সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে ডাটা কনভার্শনের প্রয়োজনীয়তা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **ডাটা কনভার্শনের মূলনীতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **ক্যাপাসিটিভ ডিসপ্লেসমেন্ট ট্রান্সডিউসারের সাথে অপারেশন অ্যামপ্লিফায়ারের ব্যবহার চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৬

রেকর্ডারের বিভিন্ন রূপ (The features of recorders)

৬.১ ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতিতে রেকর্ডার এর প্রয়োজনীয়তা (Necessity of recording in instrumentation system) ঃ

যে পদ্ধতির মাধ্যমে কোন প্রসেস ভেরিয়্যাবলের একটি স্থায়ী নকশা অঙ্কন করে সংরক্ষণ করা হয়, তাকে রেকর্ডিং বলে। আর যে যন্ত্রের মাধ্যমে এ কার্যটি সম্পাদন করা হয়, তাকে রেকর্ডার বলে।

ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতিতে রেকর্ডারের বিভিন্ন প্রয়োজনীয়তা সংক্ষেপে দেয়া হলোঃ

(i) বৈদ্যুতিক রাশিমালা যেমন কারেন্ট ও ভোল্টেজকে সরাসরি সংরক্ষণ, মনিটরিং-এর জন্য এবং অবৈদ্যুতিক পরিমাপকে পরোক্ষভাবে সংরক্ষণের জন্য রেকর্ডার প্রয়োজন।

(ii) শিল্প ও গবেষণা পদ্ধতিতে বিভিন্ন প্রসেস ভেরিয়্যাবল যেমনঃ তাপ, চাপ, কারেন্ট, ভোল্টেজ ইত্যাদি ইলেকট্রিক পাওয়ারের বিভিন্ন দিক এবং অবস্থান ও মান ইত্যাদিকে অবিরামভাবে মনিটর করার প্রয়োজনে রেকর্ডার ব্যবহৃত হয়।

(iii) কোন ঘটনাবলির পার্থক্য পর্যবেক্ষণ করার জন্য রেকর্ডার প্রয়োজন।

(iv) ভবিষ্যৎ গবেষণার জন্য বা রেকর্ড রাখার জন্য রেকর্ডার প্রয়োজন।

(v) কাজের ত্রুটি নির্ণয় করার জন্য রেকর্ডিং এর প্রয়োজন।

(vi) অতীতের কার্যক্রমের প্রসঙ্গ উল্লেখ করতে রেকর্ডার এর প্রয়োজন হয়।

(vii) একটি রেকর্ডার বৈদ্যুতিক ও অবৈদ্যুতিক রাশিকে সময়ের ফাংশন হিসাবে রেকর্ড করে। এই রেকর্ড লিখিত অথবা ছাপানো হতে পারে।

৬.২ বিভিন্ন ধরনের রেকর্ডার (Different types of recorders) ঃ

রেকর্ডিং ডিভাইস বা রেকর্ডার মূলত দু' প্রকার, যথা ঃ

১। অ্যানালগ রেকর্ডার (Analog Recorder)

২। ডিজিটাল রেকর্ডার (Digital Recorder)।

১। **অ্যানালগ রেকর্ডার (Analog Recorder) ঃ** যখন কোন পদ্ধতি বা প্রসেস সম্পূর্ণ অ্যানালগ হয় এবং এর আউটপুট অ্যানালগ হয় তখন সেখানে অ্যানালগ রেকর্ডিং ডিভাইস এবং সিস্টেম ব্যবহৃত হয়। অ্যানালগ রেকর্ডার আবার তিন প্রকার। যথা–

(i) **গ্রাফিক রেকর্ডার (Graphic Recorder) ঃ** যে রেকর্ডারে গ্রাফের মাধ্যমে কোন প্রসেস ভেরিয়্যাবলের রেকর্ড করা হয়, তাকে গ্রাফিক রেকর্ডার বলে।

(ii) **অসিলোগ্রাফিক রেকর্ডার (Oscillographic Recorder) ঃ** যে রেকর্ডারের মাধ্যমে কোন প্রসেস ভেরিয়্যাবলকে রেকর্ড করার সময় অসিলোস্কোপের মতো স্ক্রীনে স্থায়ী নকশা তৈরি হয়, তাকে অসিলোগ্রাফিক রেকর্ডার বলে।

(iii) **ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার (Magnetic tape Recorder) ঃ** যে ব্যবস্থায় কোন ডাটাকে স্থায়ীভাবে সংরক্ষণ করে পরবর্তীতে আবার পুনঃউৎপাদন করা যায়, তাকে ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার বলে।

গ্রাফিক রেকর্ডার দুই প্রকার। যথা–

(i) **স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার (Strip chart Recorder) ঃ** যে রেকর্ডার সময়ের সাপেক্ষে একটিমাত্র ভেরিয়্যাবলকে রেকর্ড করতে পারে, তাকে স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার বলে।

(ii) **X-Y রেকর্ডার (X-Y Recorder) ঃ** যে রেকর্ডার কোন একটি স্বাধীন ভেরিয়্যাবল এবং এক বা একাধিক অধীন ভেরিয়্যাবলকে রেকর্ড করতে পারে, তাকে X-Y রেকর্ডার বলে।

স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার আবার দু'প্রকার। যথা–

(i) **গ্যালভানোমিটার টাইপ (Galvanometer Type) ঃ** যে রেকর্ডার ডিফ্লেকশন নীতিতে কার্য সম্পাদন করে, তাকে গ্যালভানোমিটার টাইপ রেকর্ডার বলে।

(ii) **নাল টাইপ রেকর্ডার (Null Type Recorder) ঃ** যে রেকর্ডার ভেরিয়্যাবলের সাথে অপরটির তুলনা করে রেকর্ড করে, তাকে নাল টাইপ রেকর্ডার বলে।

নাল টাইপ রেকর্ডার আবার তিন প্রকার, যথা–

(i) পটেনশিওমিটার টাইপ (Potentiometer Type)

(ii) ব্রীজ টাইপ (Bridge Type) এবং

(iii) LVDT রেকর্ডার (Recorder)।

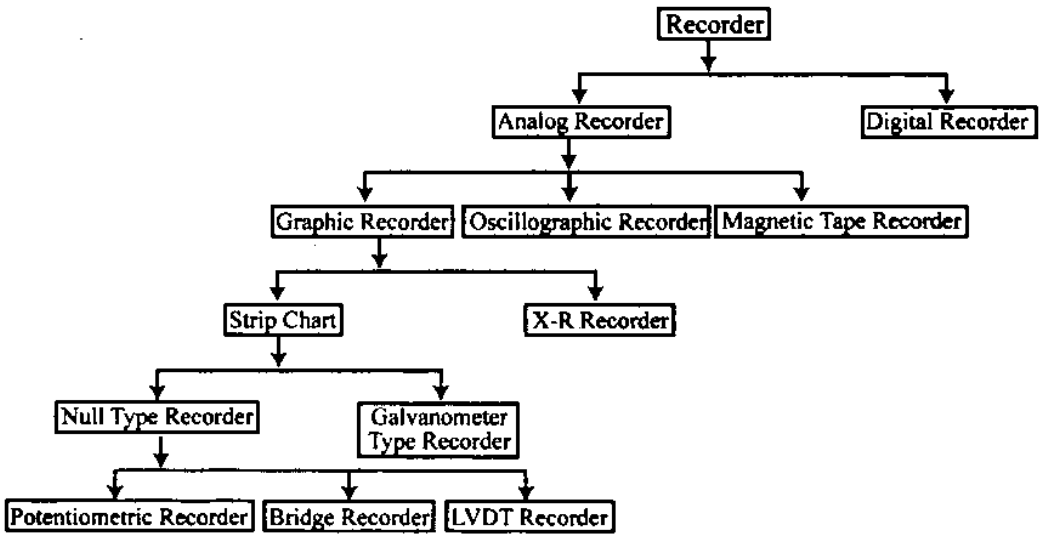
২। **ডিজিটাল রেকর্ডার (Digital Recorder) ঃ** এ ধরনের রেকর্ডার ডিজিটাল ডাটা সংরক্ষণ করে। যদি কোন প্রসেস বা পদ্ধতির আউটপুট ডিজিটাল হয় তবে সেখানে ডিজিটাল টেকনিক ব্যবহার করা হয়।

ভেরিয়্যাবলের সংখ্যানুসারে রেকর্ডারকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

(i) **সিঙ্গেল পয়েন্ট রেকর্ডার (Single Point Recorder) ঃ** যে রেকর্ডার সময়ের সাথে একটিমাত্র পরিমাপ্য ভেরিয়্যাবলকে রেকর্ড করে, তাকে সিংগেল পয়েন্ট রেকর্ডার বলে।

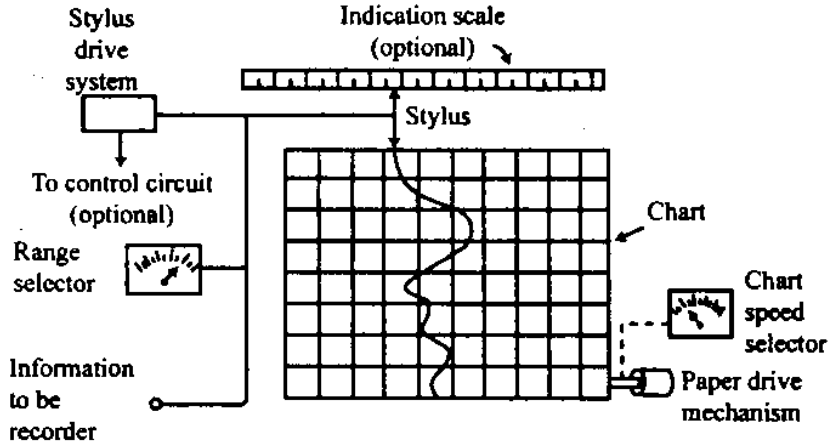
(ii) **মাল্টিপয়েন্ট রেকর্ডার (Multipoint Recorder) ঃ** যে রেকর্ডার একাধিক ভেরিয়্যাবলকে রেকর্ড করে, তাকে মাল্টিপয়েন্ট রেকর্ডার বলে।

নিচে রেকর্ডারের প্রকারভেদ ছক আকারে প্রদর্শন করা হল ঃ



৬.৩ স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের কার্যনীতি (Principles of operation of strip chart recorders) ঃ

স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার এক প্রকার গ্রাফিক রেকর্ডার, যা কাগজ-কলমের মাধ্যমে কোন প্রসেস ভেরিয়্যাবলের স্থায়ী নক্সা তৈরি করে। চিত্র নিচে দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ৬.১ Strip chart recorder

স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারে নিচের অংশগুলো থাকে ঃ

১। গ্রাফ পেপারের একটি বান্ডিল (Roll) থাকে, যা ভার্টিক্যালি মুভ করে।

২। পেপারকে একটি নির্দিষ্ট স্পিডে ঘুরানোর (move) জন্য ড্রাইভ কৌশল (drive mechanism) থাকে।

৩। একটি পেন স্টাইলাস (pen stylus) থাকে, যা পেন মেকানিজমকে বহন করে এবং হরিজন্টালি মুভ (move) করে।

৪। একটি স্টাইলাস ড্রাইভিং মেকানিজম থাকে।

৫। একটি রেঞ্জ সিলেক্টর সুইচ থাকে।

বর্ণনা ঃ রেঞ্জ সিলেক্টর দ্বারা কাগজ ও স্টাইলাস কৌশল (stylus mechanism)-এর গতিকে (spead) নির্বাচন করা হয়।

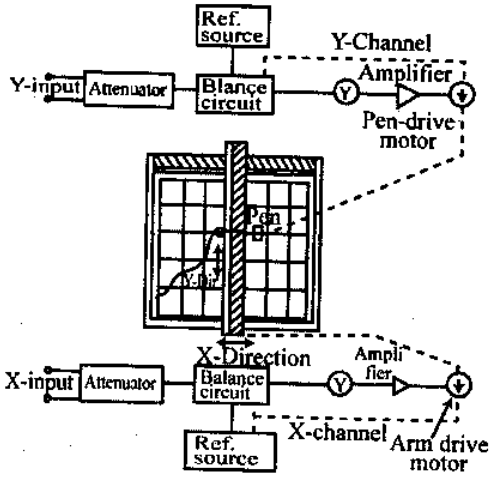
যে তথ্যকে রেকর্ড করার প্রয়োজন হয়, তাকে স্টাইলাস মেকানিজমে (stylus mechanism) দেয়া হয় এবং ইহা ইনপুট সিগন্যাল অনুসারে X-অক্ষের দিকে (X-direction) মুভ করে। কাগজটি একটি নির্দিষ্ট দ্রুতিতে (Constant speed) Y-অক্ষ বরাবর (Y-direction) মুভ করে। ফলে কাগজের উপরে ইনপুট সিগন্যালের একটি স্থায়ী নক্সা অংকিত হয়।

৬.৪ X-Y রেকর্ডারের কার্যনীতি (Principle of operation of X-Y Recorder) ঃ

X-Y রেকর্ডার ঃ যে রেকর্ডার দুটো ভেরিয়্যাবল প্যারামিটার এর মধ্যকার সম্পর্ককে গ্রাফিক্যালী চার্ট-এর মাধ্যমে রেকর্ড করে, তাকে X-Y রেকর্ডার বলে।

গঠনপ্রণালি (Construction) ঃ চিত্রে একটি X-Y রেকর্ডারের গঠন দেখানো হলো। এ ধরনের রেকর্ডারে এক জোড়া সার্ভো সিস্টেম ব্যবহৃত হয়। সার্ভো সিস্টেমদ্বয়ের সাহায্যে গ্রাফ কাগজের উপর কলমকে দুটি ডিরেকশনে নাড়ানো হয়। রেকর্ডারে ব্যবহৃত অ্যাটেন্যুয়েটরের সাহায্যে ইনপুট সিগন্যালকে রেকর্ডারের গ্রহণযোগ্য লেভেলে উন্নীত করা হয়।

কার্যাবলি (Operation) ঃ X-Y রেকর্ডার এর ইনপুট চ্যানেলে দুটো সিগন্যাল দেয়ার পর রেকর্ডার-এর পূর্ণ স্কেল রেঞ্জ অ্যাটেন্যুয়েশন হওয়ার পর ব্যালেন্স সার্কিটে দেয়া হয়। ব্যালেন্স সার্কিট ইনপুট সিগন্যালকে একটি রেফারেন্স লেভেলের সাথে তুলনা করে এবং প্রাপ্ত এরর (ইনপুট ও রেফারেন্সের পার্থক্য) সিগন্যালকে চপার (Chopper)-এ প্রয়োগ করে। এটা ডিসিকে এসিতে রূপান্তর করে এবং অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে উক্ত এসি সিগন্যালকে বিবর্ধিত করে সার্ভোমোটরকে উত্তেজিত করে। যখন ইনপুট সিগন্যালের অ্যামপ্লিচিউড পরিবর্তন হয়, তখন এরর সিগন্যাল তৈরি হয়। ফলে সার্ভোমোটর একটি নির্দিষ্ট অ্যাঙ্গেল পর্যন্ত ঘুরে যায়। ইনপুট সিগন্যালের কোন পরিবর্তন না হলে সার্ভোমোটরও স্থির অবস্থায় থাকে। এভাবে X-Y ও চ্যানেলের অপারেশন এর মাধ্যমে কোন সিগন্যালকে গ্রাফ কাগজের উপর রেকর্ড করা হয়।



চিত্র ঃ ৬.২ X-Y রেকর্ডার

প্রয়োগ (Application) ঃ

১। মোটরের গতি অথবা টর্ক ক্যারেকটারিসটিক্স কার্ভ অংকনে ব্যবহার করা হয়;

২। ভ্যাকুয়াম টিউব, ডায়োড রেক্টিফায়ার,ট্রানজিস্টর ইত্যাদির ক্যারেকটারিসটিক্স কার্ভ অংকনে ব্যবহৃত হয়;

৩। স্ট্রেস স্ট্রেইন কার্ভ, হিসটেরেসিস কার্ভ, ইত্যাদি অংকন করতে ব্যবহৃত হয়;

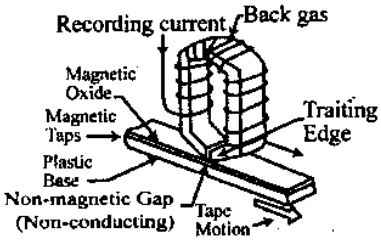
৪। পাওয়ার সরবরাহের জন্য রেগুলেটর এর কার্ভ অংকন করতে ব্যবহার করা হয়।

৬.৫ ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের কার্যনীতি (Principles of operation of magnetic recorders) ঃ

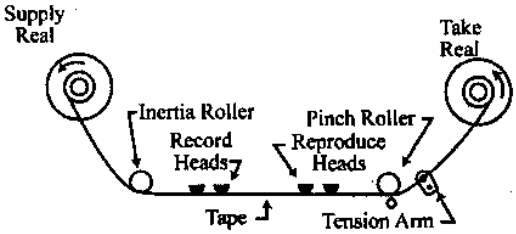
যে রেকর্ডিং ব্যবস্থায় কোন ম্যাগনেটিক টেপের উপর ম্যাগনেটিক অ্যাকশনের (Action) মাধ্যমে কোন ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালকে রেকর্ডার দ্বারা রেকর্ড করা হয় এবং পুনঃউৎপাদন করার জন্য হেড দ্বারা উক্ত টেপ হতে পুনরায় ঐ সিগন্যালকে পুনঃ উৎপাদন করা হয়, এই প্রকার রেকর্ডারকে ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার বলে।

কার্যনীতি (Principles) ঃ

এ প্রকার রেকর্ডিং-এ একটি ম্যাগনেটিক কোরের উপর কয়েল পেঁচিয়ে একে ম্যাগনেটাইজড করা হয়। যে সিগন্যালকে রেকর্ড করতে হবে তা ম্যাগনেটিক হেড-এ প্রদান করা হয়। যখন ম্যাগনেটিক টেপকে হেড-এর সংস্পর্শে আনা হয়, তখন সিগন্যালের অ্যামপ্লিটিউড অনুসারে টেপের ম্যাগনেটিক পার্টিক্যালসমূহের ডাইপোল নির্দিষ্ট দিকে বিন্যস্ত হয়। পরবর্তীতে টেপটি অপর কোন ম্যাগনেটের সংস্পর্শে না আসা পর্যন্ত ডাইপোলসমূহ একইভাবে থাকে। এভাবে ম্যাগনেটিক টেপে ডাটা সংরক্ষিত হয়।



(ক) ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডিং হেড



(খ) টেপ ট্রান্সপোর্ট মেকানিজম

চিত্র ঃ ৬.৩ ম্যাগনেটিক রেকর্ডার

নিম্নে ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দেয়া হল ঃ

১। **রেকর্ডিং হেড (Recording head) ঃ** ইহা একটি ইলেকট্রোম্যাগনেট বিশেষ, যার উপর কয়েল পেঁচিয়ে একে ম্যাগনেটাইজড করা হয়। যে সিগন্যালকে রেকর্ড করতে হবে সেই সিগন্যাল উক্ত কয়েলে প্রয়োগ করা হয়। উক্ত সিগন্যাল-এর প্রতিটি সাইকেলের জন্য রেকর্ডিং হেডটি প্রতিবার ম্যাগনেটাইজড হয় এবং এর নিচ দিয়ে টেনে নিয়ে যাওয়ায় টেপের উপর একটি করে লাইনের সৃষ্টি হয়।

২। **ম্যাগনেটিক টেপ (Magnetic tape) ঃ** একটি প্লাস্টিক টেপ এর উপর ম্যাগনেটিক পার্টিকেল যেমন আয়রন অক্সাইডের গুঁড়ো লাগানো থাকে, যার উপর রেকর্ডিং হেড এর ম্যাগনেটাইজেশনের ফলে আয়রন অক্সাইডের গুঁড়োর একটি লাইনের সৃষ্টি হয়।

৩। **রিপ্রডিউসিং হেড (Reproducing head) ঃ** টেপকে যখন পুনঃউৎপাদন হেড-এর গায়ে স্পর্শ করে টেনে নিয়ে যাওয়া হয়। তখন টেপের প্রতিটি ম্যাগনেটিক লাইনের জন্য হেডটিতে পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্টের সৃষ্টি হয়, ফলে একটি সাইকেলের সৃষ্টি করে এবং পূর্বের রেকর্ডকৃত সিগন্যালটি পুনঃউৎপাদিত হয়।

৪। **টেপ ট্রান্সপোর্ট মেকানিজম (Tape transport mechanism) ঃ** যে টেপের উপর সিগন্যাল রেকর্ড করতে হবে অথবা যে টেপ থেকে পুনঃউৎপাদন করতে হবে, তাকে সরবরাহ রিলে হতে টেক-আপ রিলেতে (Take-up relay) টেনে নেয়ার ব্যবস্থাকে টেপ ট্রান্সপোর্ট মেকানিজম বলে।

ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডারের সুবিধা ঃ

১। এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ অনেক বেশি।
২। ডায়নামিক রেঞ্জ খুব বেশি, প্রায় 50 db.
৩। এর ডিস্টরশন খুব কম।
৪। একে যে কোন সময় পুনরুৎপাদন করা যায়।
৫। কোন প্রকার লস ছাড়াই এর পুনরুৎপাদন সম্ভব।
৬। রেকর্ডকৃত ডাটাকে যে কোন সময় মুছে ফেলে নতুন ডাটা রেকর্ড করা যায়।
৭। এতে মাল্টিচ্যানেল রেকর্ডিং করা সম্ভব।
৮। এর সাহায্যে খুব দ্রুতগতিতে রেকর্ড করা যায়। রেকর্ডিং এর গতি প্রায় 1.52 বা 3.05 m/s.

অসুবিধা ঃ

১। সিগন্যাল ড্রপ-আউট সওয়ার সম্ভাবনা খুব বেশি।

২। যেখানে অ্যামপ্লিচ্যুড ভ্যারিয়েশন গ্রহণযোগ্য সেখানেই শুধু এটি ব্যবহার করা যায়।

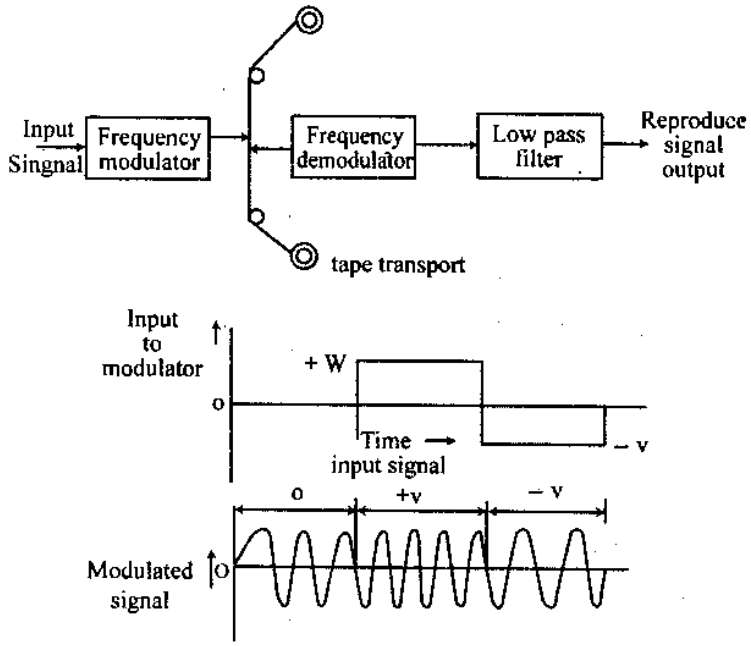
প্রয়োগ (Application) ঃ

অন্যান্য সকল রেকর্ডারের চেয়ে ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সিতে ভাল কাজ করতে পারে এবং ইন্সট্রুমেন্ট সিস্টেমের বেশিরভাগ ক্ষেত্রে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি যুক্ত প্রসেস ভেরিয়্যাবল তৈরি হয়। তাই ইন্সট্রুমেন্ট সিস্টেমে বেশিরভাগ ক্ষেত্রে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার ব্যবহৃত হয়।

৬.৬ ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন রেকর্ডিং এর কার্য (Operation of frequency modulation recording) ঃ

এফ.এম সিস্টেম (F.M System) ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশনে এফ.এম. রেকর্ডিং সিস্টেম ব্যবহৃত হয়। এই সিস্টেমে তথ্যকে বহন করার জন্য, ফ্রিকুয়েন্সির তারতম্যকে কাজে লাগানো হয়। কিন্তু অ্যামপ্লিচিউডের তারতম্যকে কোন কাজে লাগানো হয় না।

এফ.এম. রেকর্ডার সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম (Block diagram of F.M. Recorder System) ঃ নিচে চিত্রের মাধ্যমে এফ.এম. রেকর্ডিং সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অংকনপূর্বক এর ব্যবহারিক বর্ণনা দেয়া হল ঃ



চিত্র ঃ ৬.৪ Frequency Modulation (FM) recording system

এই সিস্টেমে একটি ক্যারিয়ার অসিলেটর ফ্রিকুয়েন্সি f_c (Called Centre Frequency) কে ইনপুট সিগন্যাল দ্বারা মডুলেট করা হয়। যখন ইনপুট সিগন্যাল শূন্য হয় তখন মডুলেশন সেন্টার ফ্রিকুয়েন্সি (f_c) দ্বারা অসিলেট হবে। ধনাত্মক ইনপুট ভোল্টেজ প্রয়োগ করার ফলে ক্যারিয়ার ফ্রিকুয়েন্সিকে উল্লেখযোগ্য হারে যে দিকে তাড়িত করে ঋণাত্মক ইনপুট ভোল্টেজ প্রয়োগের ফলে ক্যারিয়ার ফ্রিকুয়েন্সিকে এর বিপরীত দিকে তাড়িত করবে।

ডিসি ইনপুট সিগন্যাল মডুলেশনের পর আউটপুটকে স্থির ফ্রিকুয়েন্সিতে টেপে ফিড করানো হয়। ফ্রিকুয়েন্সির তারতম্য এর ইনপুট সিগন্যালের অ্যামপ্লিচিউডের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক হয়ে থাকে। প্লে ব্যাকের সময় পুনঃউৎপাদন হেডের আউটপুট ক্যারিয়ার এবং অনাকাঙ্ক্ষিত ফ্রিকুয়েন্সিকে দূর করে।

একটি জানা ইনপুট ভোল্টেজ প্রয়োগ করে একটি মড্যুলেশনের অপারেশনকে পরীক্ষা করা যেতে পারে। এতে একটি ইলেক্ট্রনিক কাউন্টার এর মাধ্যমে আউটপুট ফ্রিকুয়েন্সিকে পরিমাপ করা হয়। কোন কন্ডিশনিং ছাড়া এই সিগন্যালকে টেপে প্রয়োগ করা হয়। এফ.এম মডুলেটর সেন্টার ফ্রিকুয়েন্সির টেপের উপরের ফ্রিকুয়েন্সির পার্থক্যকে রূপান্তর করে এমন একটি ফ্রিকুয়েন্সি উৎপন্ন করে, যা ঐ ফ্রিকুয়েন্সিদ্বয়ের পার্থক্যের সমানুপাতিক হয়ে থাকে। আউট অব ব্যান্ড নয়েজ ও রেসিডুয়াল ক্যারিয়ার সিগন্যালকে একটি লো-পাস ফিল্টার দ্বারা দূর করা হয়। এ পদ্ধতিতে ফ্রিকুয়েন্সি লেভেলকে ডি.সি থেকে কয়েক হাজার Hz পর্যন্ত রেকর্ড করা যায়।

৬.৭ স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের সাহায্যে শব্দ এবং তাপমাত্রা রেকর্ডিং এর পদ্ধতি (Method of recording temperature and sound by strip chart recorder) ঃ

তাপমাত্রা রেকর্ডিং (Temperature Recording) ঃ একটি স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার সময়ের ফাংশন হিসাবে (Function of time) তাপমাত্রার লেখচিত্র রেকর্ড করে থাকে।

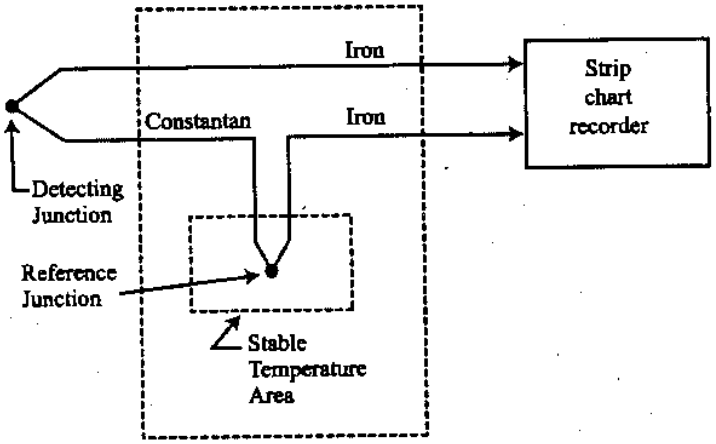
তাপমাত্রা রেকর্ডিং-এর জন্য দুটি প্রাথমিক পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় ঃ

(i) থার্মোকাপল পদ্ধতি (Thermocouple method)

(ii) রেজিস্ট্যান্স পদ্ধতি (Resistance method)।

থার্মোকাপল পদ্ধতিতে বাণিজ্যিকভাবে সহজলভ্য থার্মোকাপল ব্যবহার করা হয়, যা তাপমাত্রার প্রশস্ত রেঞ্জ কভার করে। এগুলো তাপমাত্রা সংবেদনশীল উপাদান হিসাবে খুবই ভাল কাজ করে এবং তৎক্ষণাৎ স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের সাথে তাল মিলিয়ে সামঞ্জস্যপূর্ণভাবে কাজ করতে পারে।

নিচে চিত্র ৬.৫ তে থার্মোকাপল ভোল্টেজ রেকর্ড করার কাজে ব্যবহৃত মৌলিক বর্তনী দেয়া হলো ঃ

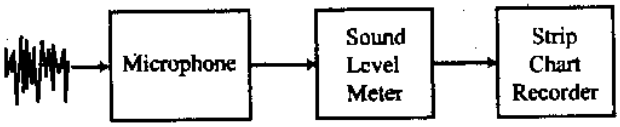


চিত্র ঃ ৬.৫ তাপমাত্রা রেকর্ডিং পদ্ধতি

থার্মোকাপল দুটি ভিন্নধর্মী ধাতু দিয়ে তৈরি। জাংশনের আড়াআড়িতে তাপমাত্রার সমানুপাতিক হারে বিভব পার্থক্য তৈরি হয়। বিভব পার্থক্যের সাথে তাপমাত্রার রৈখিক (Linear) সম্পর্ক আছে। তাপমাত্রা পরিমাপের ক্ষেত্রে কোল্ড বা রেফারেন্স জাংশনের তাপমাত্রা 0°C রাখা হয়। যদি রেফারেন্স তাপমাত্রা 0°C না হয়, তবে কারেকশন ফ্যাক্টর ব্যবহৃত হয়।

রেকর্ডারের সাথে সংযুক্ত দুটি টার্মিনালের (Terminal) ধাতু একইধর্মী হওয়া আবশ্যক। যে স্থানের তাপমাত্রা রেকর্ড করতে হবে পরিমাপ্য জাংশনকে উক্ত স্থানের সংস্পর্শে আনলে তাপমাত্রার তীব্রতা অনুসারে জাংশনের আড়াআড়িতে বিভব পার্থক্য তৈরি হবে এং তা স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের গ্রাফে সংরক্ষিত হবে।

শব্দ রেকর্ডিং (Sound recording) ঃ হাইওয়েজ, এয়ারপোর্ট, হাসপাতাল অথবা স্কুলের কাছে শব্দের লেভেলকে (Sound level) নির্দিষ্ট সময়ের জন্য রেকর্ড করা প্রায় প্রত্যাশিত (Desirable) হয়ে থাকে। এই রেকর্ডিং একটি সাধারণ মাইক্রোফোন এবং একটি স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের সাহায্যে করা যায়।



চিত্র ঃ ৬.৬ শব্দের তীব্রতা পরিমাপ পদ্ধতি

মাইক্রোফোনের আউটপুট সিগন্যালের অ্যামপ্লিচিউড রেকর্ডার চালনার উপযোগী (শক্তিশালী) হওয়া বাঞ্ছনীয়। এজন্য মাইক্রোফোনের আউটপুটকে একটি সাউন্ড লেভেল মিটারে প্রদান করা হয়। সাউন্ড লেভেল মিটার ইনপুট সিগন্যালকে প্রয়োজনীয় মানে বর্ধিত করে রেকর্ডারে প্রদান করে।

অনুশীলনী-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **রেকর্ডিং ডিভাইস প্রধানত কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০১১, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ দু'প্রকার ঃ (i) অ্যানালগ রেকর্ডার (Analog Recorder), (ii) ডিজিটাল রেকর্ডার (Digital Recorder)।

২। **অ্যানালগ রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ তিন প্রকারঃ (i) গ্রাফিক রেকর্ডার, (ii) অসিলো-গ্রাফিক রেকর্ডার ও (iii) ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার।

৩। **গ্রাফিক রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর ঃ দু'প্রকারঃ
(i) স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার (Strip-chart Recorder)
(ii) এক্স-ওয়াই রেকর্ডার (X-Y Recorder)।

৪। **X-Y রেকর্ডারের প্রয়োগ কোথায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ১৫(পরি)]
অথবা, X–Y রেকর্ডারের ব্যবহার লেখ।
অথবা, X-Y Recorder এর ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ (i) মোটরের গতি অথবা টর্ক ক্যারেকটারিসটিক্স কার্ভ অংকনে ব্যবহার করা হয়;
(ii) ভ্যাকুয়াম টিউব, ডায়োড, ট্রানজিস্টর ইত্যাদির ক্যারেকটারিসটিক্স কার্ভ অংকনে ব্যবহৃত হয়;
(ii) পাওয়ার সরবরাহের জন্য রেগুলেটর এর কার্ভ অংকন করতে ব্যবহার করা হয়।

৫। **রেকর্ডিং কত প্রকার কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯]

উত্তর ঃ Magnetic tape-এ তিন প্রকারের রেকর্ডিং করা হয় ঃ
(i) Direct recording
(ii) Frequency modulation (FM) recording
(iii) Pufe duration modulation (PDM) recording pulse.

৬। **অ্যানালগ রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ যখন কোন সিস্টেমের সম্পূর্ণ অংশই অ্যানালগ অর্থাৎ ইনপুট এবং আউটপুট উভয়টিতেই অ্যানালগ ডাটা থাকে, তাকে অ্যানালগ রেকর্ডার বলে।

৭। **রেকর্ডিং বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ ভবিষ্যতে কাজের সুবিধার্থে কোন কার্যক্রমের স্থায়ী নকশা অংকন বা সংরক্ষণ করে রাখাকে রেকর্ডিং (Recording) বলে।

৮। **ডিজিটাল রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ দু'প্রকার ঃ (i) সিঙ্গেল পয়েন্ট রেকর্ডার ও (ii) মাল্টিপয়েন্ট রেকর্ডার।

৯। **লাল-টাইপ চার্ট রেকর্ডার কয় প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ তিন প্রকারঃ
(i) পটেনশিওমেট্রিক টাইপ রেকর্ডার (Potentiometric type Recorder)
(ii) ব্রীজ টাইপ রেকর্ডার (Bridge Type Recorder)
(iii) এলভিডিটি রেকর্ডার (LVDT Recorder)।

১০। **ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের অংশগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ অংশগুলো নিম্নরূপঃ
(i) রেকর্ডিং হেড, (ii) ম্যাগনেটিক টেপ,.
(iii) রিপ্রডিউসিং হেড, (iv) টেপ ট্রান্সপোর্ট মেকানিজম।

১১। **স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের সাহায্যে শব্দ এবং তাপমাত্রা রেকর্ডিং-এর পদ্ধতিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ দু'টি পদ্ধতিঃ
(i) থার্মোকাপল পদ্ধতি (Thermocouple method)
(ii) রেজিস্ট্যান্স পদ্ধতি (Resistance methode)।

১২। **থার্মোকাপল কীভাবে তৈরি হয়?**

উত্তর ঃ দু'টি ভিন্নধর্মী ধাতু দিয়ে থার্মোকাপল তৈরি করা হয়।

১৩। **শব্দ কীভাবে রেকর্ডিং করা যায়?**

উত্তর ঃ একটি সাধারণ মাইক্রোফোন এবং একটি স্টিপ চার্ট রেকর্ডারের সাহায্যে শব্দ রেকর্ডিং করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **রেকর্ডিং কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ কোন প্রসেস ভেরিয়্যাবলের ইনভেস্টিগেশন, গবেষণা এবং মূল্যায়নের জন্য যে বিশেষ পদ্ধতির মাধ্যমে আকাঙ্ক্ষিত বৈশিষ্ট্যগুলোর একটা স্থায়ী নকশা অংকন বা সংরক্ষণ করে রাখা হয়, তাকে রেকর্ডিং বলে।

২। **রেকর্ডিং এর প্রয়োজনীয়তা কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ১০, ১২, ১৫(পরি)]

অথবা, ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত কারণে রেকর্ডিং প্রয়োজন ঃ

(i) বৈদ্যুতিক রাশিমালা সংরক্ষণের জন্য;

(ii) শিল্প ও গবেষণা পদ্ধতির বিভিন্ন দিক, অবস্থান, মান ইত্যাদিকে অবিরামভাবে মনিটর করার জন্য;

(iii) ভবিষ্যৎ গবেষণার উদ্দেশ্যে রেকর্ড রাখার জন্য;

(iv) কাজের ত্রুটি নির্ণয় করার জন্য।

৩। **অ্যানালগ রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ যখন কোন পদ্ধতি বা প্রসেস সম্পূর্ণ অ্যানালগ হয় এবং এর আউটপুট অ্যানালগ হয় তখন সেখানে অ্যানালগ রেকর্ডিং ডিভাইস এবং সিস্টেম ব্যবহৃত হয়।

৪। **ম্যাগনেটিক রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ১৪]

অথবা, ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, Magnetic Recorder বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ যে রেকর্ডিং ব্যবস্থায় কোন ম্যাগনেটিক টেপের উপর ম্যাগনেটিক অ্যাকশনের মাধ্যমে কোন ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালকে রেকর্ডার দ্বারা রেকর্ড করা হয় এবং পুনঃউৎপাদন করার জন্য হেড দ্বারা উক্ত টেপ হতে পুনরায় ঐ সিগন্যালকে পুনঃউৎপাদন করা হয়, এই প্রকার রেকর্ডারকে ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার বলে।

৫। **স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার এবং X-Y রেকর্ডারের মধ্যে পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ নিম্নে স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার এবং X-Y রেকর্ডারের মধ্যে পার্থক্য দেখানো হল ঃ

স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার	X-Y রেকর্ডার
১। এতে সময়ের সাপেক্ষে ভেরিয়্যাবল-এর গ্রাফিক্যাল রেকর্ড পাওয়া যায়।	১। এতে ভেরিয়্যাবল এর সাপেক্ষে কোন ভেরিয়্যাবল এর গ্রাফিক্যাল রেকর্ড পাওয়া যায়।
২। এতে সেলফ ব্যালান্সিং পটেনশিওমিটারের ব্যবস্থা করা হয়, যা সময়ের সাপেক্ষে ই.এম.এফ-কে প্লট করে।	২। এতে দুটো সেলফ ব্যালান্সিং পটেনশিওমিটার থাকে যাতে একটি ই.এম.এফ. অন্য ই.এম.এফ-এর ফাংশন আকারে প্লট করে।
৩। এর ব্যান্ডওয়াইডথ কম।	৩। এর ব্যান্ডওয়াইডথ বেশি।
৪। সেনসিটিভিটি 4 মিলিভোল্ট/মিমি।	৪। সেনসিটিভিটি 10 মিলিভোল্ট/মিমি।

৬। **অ্যানালগ ও ডিজিটাল রেকর্ডার এর মধ্যে পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ নিম্নে অ্যানালগ ও ডিজিটাল রেকর্ডারের মধ্যে পার্থক্য দেখানো হল ঃ

অ্যানালগ রেকর্ডার	ডিজিটাল রেকর্ডার
১। যে রেকর্ডার ট্রান্সডিউসারের O/P হতে প্রাপ্ত ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল বা কোন ইলেকট্রিক্যাল প্রসেস ভেরিয়্যাবলকে সরাসরি অ্যানালগ ফর্মে রেকর্ড করে, তাকে অ্যানালগ রেকর্ডার বলে।	১। যে রেকর্ডার ট্রান্সডিউসারের O/P হতে প্রাপ্ত ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল বা কোন ইলেকট্রিক্যাল প্রসেস ভেরিয়্যাবলকে সরাসরি ডিজিটাল ফর্মে রেকর্ড করে, তাকে ডিজিটাল রেকর্ডার বলে।
২। এর অ্যাকুরেসি কম।	২। এর অ্যাকুরেসি বেশি।
৩। এর গতি তুলনামূলকভাবে কম।	৩। এর গতি তুলনামূলকভাবে বেশি।
৪। এতে কাগজের উপর স্থায়ীভাবে কলমের মাধ্যমে রেকর্ড করা হয়।	৪। এতে ডিজিটাল সিগন্যাল-এর মাধ্যমে কোন প্রিন্টার ছাড়া রেকর্ড করা হয়।

৭। **X-Y রেকর্ডারের বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ **X-Y রেকর্ডারের বৈশিষ্ট্য ঃ**

১। ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স 6Hz,
২। সেনসিটিভিটি 1μV/mm,
৩। অ্যাকুরেসি ± 0.3%,
৪। চার্টের সাইজ 250 mm × 180 mm,
৫। স্লিউয়িং স্পীড 1.5 m/s.

৮। **গ্রাফিক রেকর্ডার কাকে বলে?**

উত্তর ঃ লেখচিত্রের সাহায্যে যে রেকর্ডিং করা হয়, তাকে গ্রাফিক রেকর্ডার বলে।

৯। **স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের অংশগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারে নিচের অংশগুলো থাকে ঃ

(i) গ্রাফ পেপারের একটি বান্ডিল,
(ii) পেপারকে নির্দিষ্ট স্পীডে ঘুরানোর জন্য ড্রাইভ কৌশল (Drive mechanism),
(iii) একটি পেন স্টাইলাস,
(iv) একটি স্টাইলাস ড্রাইভিং মেকানিজম,
(v) একটি রেঞ্জ সিলেক্টর সুইচ।

১০। **X-Y রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যে রেকর্ডার দুটি ভেরিয়্যাবল প্যারামিটার এর মধ্যকার সম্পর্ককে গ্রাফিক্যালী চার্ট এর মাধ্যমে রেকর্ড করে, তাকে X-Y রেকর্ডার বলে।

১১। **কোন ধরনের ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে বেশি ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে বেশিরভাগ ক্ষেত্রে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সির ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডার ব্যবহৃত হয়।

১২। **এফ.এম পদ্ধতির মূলনীতি কী?**

উত্তর ঃ এফ.এম. সিস্টেমে তথ্যকে বহন করার জন্য ফ্রিকুয়েন্সির তারতম্যকে কাজে লাগানো হয়, কিন্তু অ্যামপ্লিচিউডের তারতম্যকে কোন কাজে লাগানো হয় না।

১৩। **ডিজিটাল টেপ রেকর্ডারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।**

উত্তর ঃ **সুবিধা ঃ**

১। এতে ভালো অ্যাকুরেসি পাওয়া যায়।
২। এটি সিগন্যাল কন্ডিশনিং ইকুইপমেন্ট হিসাবে ব্যবহৃত হয়।
৩। তথ্যকে সরাসরি প্রসেসিং এবং কন্ট্রোল করার জন্য দেয়া হয়।

অসুবিধা ঃ

১। টেপ ব্যয়বহুল।
২। উচ্চমানের টেপের প্রয়োজন হয় এবং টেপের গতি সৃষ্টি করা একান্ত প্রয়োজন।

১৪। **গ্যালভানোমিটার টাইপ রেকর্ডার হতে পটেনশিওমেট্রিক টাইপ রেকর্ডারের সুবিধাগুলো লেখ।**

উত্তর ঃ

১। অ্যাকুরেসি ও সেনসিটিভিটি বেশি;
২। বিস্তৃত ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ-এ কাজ করতে পারে;
৩। ইনপুট ইম্পিড্যান্স বেশি;
৪। প্রয়োজনে সঞ্চিত মেমরিকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে পরিণত করতে পারে;
৫। কোন প্রকার সময় লস্ করা ছাড়াই তাৎক্ষণিকভাবে রেকর্ড করতে পারে;
৬। প্রয়োজনে টেপকে মুছে নতুনভাবে রেকর্ড করা যায়।

১৫। **X-Y রেকর্ডার এবং ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

উত্তর ঃ নিম্নে X-Y ও ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের মধ্যে পার্থক্য দেখানো হল ঃ

X-Y রেকর্ডার	ম্যাগনেটিক রেকর্ডার
১। এই রেকর্ডার এক বা একাধিক নির্ভরশীল ভেরিয়্যাবলকে অনির্ভরশীল ভেরিয়্যাবল-এর সাপেক্ষে রেকর্ড করে।	১। এই রেকর্ডার এক বা একাধিক ভেরিয়্যাবলকে সময়ের সাপেক্ষে রেকর্ড করে।
২। এতে সাধারণত কাগজকে ড্রাইভ করানো হয় না, তাই পেপার ড্রাইভ গঠনতন্ত্রের দরকার হয় না।	২। এতে টেপকে ড্রাইভ করানোর জন্য টেপ ট্রান্সপোর্ট মেকানিজম দরকার হয়।
৩। এতে একটি বাহু এবং বাহু সংযুক্ত একটি কলমের প্রয়োজন হয়।	৩। এতে রেকর্ড এবং পুনঃউৎপাদন হেড দরকার হয়।

১৬। **Magnetic recorder-এর সুবিধা-অসুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ নিম্নরূপ ঃ

সুবিধা ঃ

(১) এর frequency range অনেক বেশি।
(২) এর Dynamic range খুব বেশি প্রায় 50db.
(৩) Distortion খুব ভাল।
(৪) যখন ইচ্ছা তখনই এটি Reproduce করা যায়।
(৫) কোন প্রকার Ooss ছাড়াই এর Reproduce সম্ভব।
(৬) Record-কৃত Data কে যে কোন সময় Erase করে নতুন Data record করা যায়।
(৭) Multichannel recording সম্ভব।

অসুবিধা ঃ

১। সিগন্যাল ড্রপ-আউট সওয়ার সম্ভাবনা খুব বেশি।
২। যেখানে অ্যামপ্লিচ্যুড ভ্যারিয়েশন গ্রহণযোগ্য সেখানেই শুধু এটি ব্যবহার করা যায়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **রেকর্ডিং বলতে কী বুঝায়? ইহার প্রয়োজনীয়তা কী?** [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী? বিভিন্ন প্রকার রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ কর।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।**
অথবা, স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের বিভিন্ন অংশগুলো দেখিয়ে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১১, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **একটি X-Y রেকর্ডারের চিত্র অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪]
অথবা, X-Y Recorder এর Recording কৌশল সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, X-Y রেকর্ডারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের গঠনপ্রণালি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১৩, ১৪]
অথবা, চিত্রসহ একটি ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের রেকর্ডিং পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, Magnetic রেকর্ডার চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **X-Y রেকর্ডারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের সাহায্যে শব্দ এবং তাপমাত্রা রেকর্ডিং পদ্ধতি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৭ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৭

বিশেষ গুণাগুণের পরিমাপ পদ্ধতি
(Measuring techniques of special quantities)

৭.১ উষ্ণতার ক্ষতিপূরণ এবং দূরীকরণের কৌশল পদ্ধতি (Method of temperature compensation and cancellation techniques) ঃ

সাধারণত রেজিস্টিভ টাইপ স্ট্রেইন গেজসমূহ তাপমাত্রা সংবেদনশীল হয়। অর্থাৎ তাপমাত্রা পরিবর্তনে স্ট্রেইন গেজের রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন হয়। এতে স্ট্রেইন গেজের উপর আরোপিত স্ট্রেইন পরিমাপে ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়। তাপীয় ক্ষতিপূরণের মাধ্যমে উক্ত সমস্যার সমাধান করা যায়।

তাপীয় ক্ষতিপূরণ (Temperature Compensation) নিম্নের পদ্ধতিসমূহের মাধ্যমে সাধিত করা যায় ঃ

(i) সন্নিহিত বাহুকে ব্যালেন্স করে কিংবা ক্ষতিপূরণ গেজ ব্যবহার করে

(ii) স্বীয় ক্ষতিপূরণ (Self compensation)

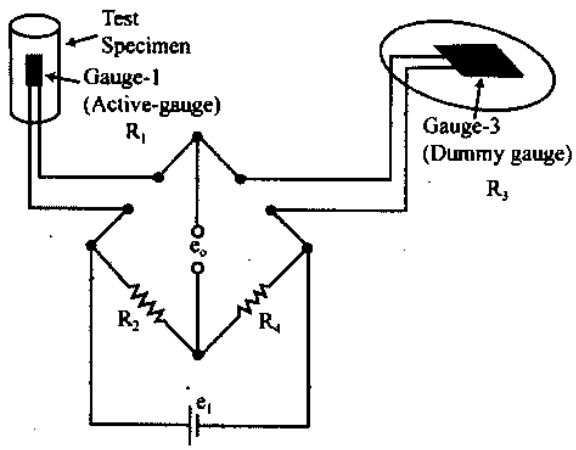
(iii) বিশেষ বাহ্যিক কন্ট্রোল সার্কিট (Use of special external control circuitry).

● **সন্নিহিত বাহু ব্যালেন্সিং বা ক্ষতিপূরণ গেজ (Adjacent arm balancing or compensating gauge) ঃ**

সাধারণত ব্রীজ বর্তনীর সন্নিহিত বাহুকে ডামি গেজ হিসাবে (dummy gauge) অর্থাৎ হুবহু নকল গেজ ব্যবহার করে উষ্ণতার ভুল (Temperature error) দূর করা যায়। এই ব্যবস্থাপনা (arrangement) নিচে চিত্র ৭.১-এ দেখানো হয়েছে।

এখানে gauge-1 active gauge (কার্যকরী গেজ) এবং gauge-3 ডামি গেজ (Dummy gauge) হিসাবে ব্যবহৃত হয়েছে। active gauge কে test piece-এর উপর এবং ডামি গেজকে একই উষ্ণতায় রাখা হয়। যে gauge-এ কোন টান (strain) প্রয়োগ করা হয় না, তাকে dummy gauge বলে।

যে গেজ টান (Strain) প্রয়োগ করা হয়, তাকে active gauge বলে।



চিত্র ঃ ৭.১

প্রাথমিক অবস্থায় যখন ব্রীজ সাম্যাবস্থায় থাকে তখন, $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$

ধরি, উষ্ণতার পরিবর্তনে রেজিস্ট্যান্স R_1 এবং R_3, ΔR_1 এবং ΔR_3 পরিমাণ পরিবর্তিত হল, তখন সাম্যাবস্থার জন্য–

$$\frac{R_1 + \Delta R_1}{R_3 + \Delta R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

বা, $\frac{R_4}{R_2}(R_1 + \Delta R_1) = (R_3 + \Delta R_3)$

বা, $\frac{R_4}{R_2} R_1 + \frac{R_4}{R_2} \Delta R_1 = R_3 + \Delta R_3$

কিন্তু $\frac{R_4}{R_3} R_1 = R_3$

$\therefore$ $\frac{R_4}{R_2} \Delta R_1 = \Delta R_3$

মনে করি, $R_4 = R_2$ ফলে উপরোক্ত সূত্রটিকে লেখা যায়–

$$\Delta R_1 = \Delta R_3$$

এর অর্থ হল ব্রিজের ক্ষেত্রে রেজিস্ট্যান্স R_1 ও R_3 রেজিস্ট্যান্সের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলেও তাদের দুটির রেজিস্ট্যান্স একই পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। ফলে ব্রিজ এ অবস্থায় প্রতি কোন সাড়া প্রদান করে না। সুতরাং অ্যাকটিভ গেজ R_1 ও ডামি গেজ R_3 অবশ্যই একই রকম (indentical) হবে হবে।

৭.২ ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার ব্যবহার করে চাপ পরিমাপ পদ্ধতি (Method of measurement of pressure using electrical transducer) ঃ

Pressure-কে প্রাইমারি Sensing element বা force summing device দ্বারা displacement-এ পরিণত করে ঐ displace-কে সেকেন্ডারি Transducer হিসাবে electrical Transducer-এর মাধ্যমে সমতুল্য বৈদ্যুতিক সিগন্যালে পরিণত করে ঐ বৈদ্যুতিক সংকেত পরিমাপক যন্ত্র দ্বারা পরিমাপ করে চাপের পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে Force Summing device হিসাবে নিম্নের device-গুলো ব্যবহার হয়, যথা ঃ

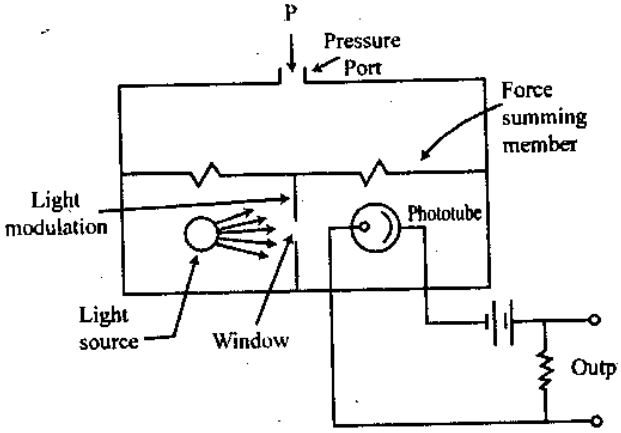
(i) ডায়াগ্রাম (Diaphragms)
(ii) বেলোজ (Bellows)
(iii) বার্ডন টিউব (Bourdon tube)
(iv) স্ট্রেইট বা সরলরৈখিক টিউব (Straight tube)
(v) পিভট টর্ক (Pivot torque)।

ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার নিম্নের বিভিন্ন শ্রেণির হয়ে থাকে ঃ

(i) রেস্টিটিভ, (ii) ইন্ডাকটিভ, (iii) ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমার, (iv) ক্যাপাসিটিভ, (v) পিজো-ইলেকট্রিক, (vi) ফটো ইলেকট্রিক।

নিচে Photoelectric Transducer দ্বারা চাপ পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা করা হল ঃ

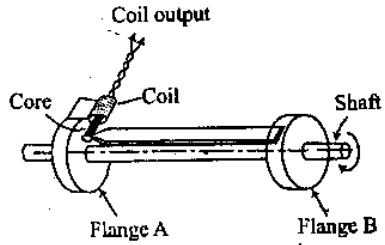
এখানে একটা লাইট সোর্স থেকে ছিদ্রপথ (Window)-এর মাধ্যমে ফটোটিউবে আলো ফেলা হয়। ফোর্স সামিং ইউনিটের মাধ্যমে Window এর আকার নিয়ন্ত্রণ করা হয়। প্রেসার প্রয়োগ করা হলে ছিদ্রপথের (Window) ক্ষেত্রফল কমতে থাকে ফলে ফটোটিউবের উপর আপতিত আলোর পরিমান কমে যায়। এতে ফটোটিউবের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ হ্রাস পায়। আউটপুটের এ পরিবর্তন প্রেসারের সাথে লিনিয়ারলি হওয়ায় এর সাহায্যে সহজেই প্রেসার পরিমাপ করা যায়।



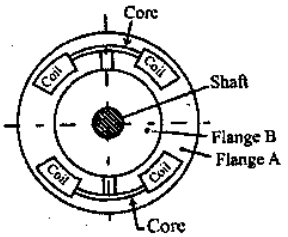
চিত্র ঃ ৭.২ ফটো ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মাধ্যমে চাপ পরিমাপ

৭.৩ ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসার ও ডিজিটাল পদ্ধতি ব্যবহার করে টর্ক পরিমাপ (Method of measurement of torque by using inductive transducer, digital method) ঃ

ইন্ডাকটিভ টর্ক ট্রান্সডিউসার (Inductive torque transducer) ঃ এক্ষেত্রে শ্যাফটের দুই প্রান্তে দুটি ফ্লেঞ্জ (শ্যাফটের প্রান্তে সংযুক্ত গোলাকার চাকতিবিশেষ) A এবং B ব্যবহার করা হয়। চিত্রের ন্যায় ফ্লেঞ্জ A তে একটি কয়েল সংযুক্ত করা হয়। ফ্লেঞ্জ B তে একটি পাতের এক প্রান্ত সংযুক্ত থাকে। পাতের অপর প্রান্তে একটি ম্যাগনেটিক কোর সংযুক্ত করা হয়। কোরটিকে কয়েলের অক্ষ বরাবর প্রবেশ করানো হয়। যখন ফ্লেঞ্জ B প্রান্তে শ্যাফটের উপর টর্ক প্রয়োগ করা হয়, তখন ফ্লেঞ্জ A-এর সাপেক্ষে ফ্লেঞ্জ B-এর সরণ ঘটে। এতে কয়েলের অভ্যন্তরে অবস্থিত ম্যাগনেটিক কোরের অবস্থানের পরিবর্তন হয়। ফলে কয়েলের ইন্ডাকট্যান্সও পরিবর্তিত হয়।



(ক) Inductive torque transducer



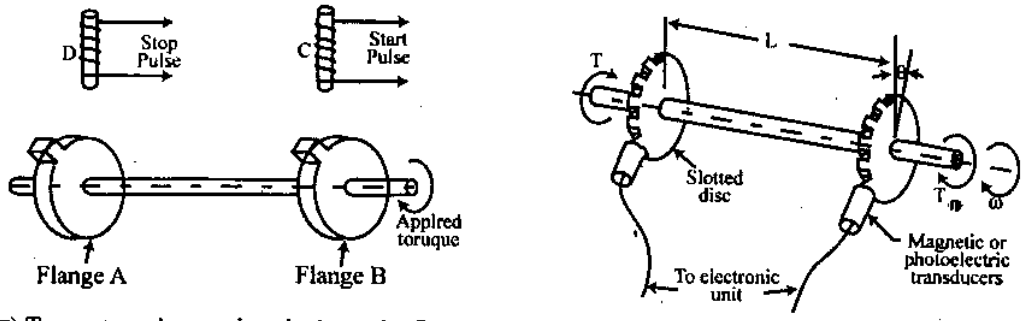
(খ) Arrangement using for inductive transducers

চিত্র ঃ ৭.৩ Arrangement for torque transducers.

কয়েলটি AC ব্রিজের একটি বাহু হিসাবে ব্যবহৃত হয়। AC ব্রিজের আউটপুট কয়েলের ইন্ডাকট্যান্সের উপর নির্ভর করে, যা বাস্তবপক্ষে কোরের অবস্থান ও সরণের উপর নির্ভর করে। যেহেতু সরণ টর্ক-এর উপর নির্ভর করে তাই ব্রিজ-এর আউটপুটকে সরাসরি টর্ক পঠনের জন্য ক্যালিব্রেট করা হয়।

চিত্র ৭.৩(খ) তে দেখানো চিত্রটিতে ৪টি Coil AC ব্রিজের চারটি বাহু হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এ ব্যবস্থায় শ্যাফটে একটি নির্ধারিত দিকে টর্ক প্রয়োগ করলে নির্দিষ্ট দিকে কোরও অবস্থান পরিবর্তন করে। ফলে দুটি কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স বৃদ্ধি পায় এবং অপর দুটি কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স হ্রাস পায়। এ ব্যবস্থাটি চারটি Straw gauge ব্যবহারের অনুরূপ, যেখানে দুটি gauge টানে (Tension) থাকলে অপর দুটি সংকোচনে (Compression) অবস্থান করে। এ ব্যবস্থায় ব্রিজের sensitivity চারগুণ বৃদ্ধি পায়।

ডিজিটাল পদ্ধতিতে Torque পরিমাপ ঃ চিত্র ৭.৪ (ক) এর Flange A এবং Flange B-এর আপেক্ষিক সরণ নির্ধারণে ডিজিটাল টাইমিং কৌশল ব্যবহার করা হয়। ধরি, Flange-গুলো এক দাঁতবিশিষ্ট Wheel আকৃতিতে তৈরি (চিত্রে লক্ষণীয়)। এই দাঁতগুলো ইন্ডাকটিভ পিকআপ C এবং D-তে ভোল্টেজ পালস উৎপাদন করে। যদি উভয় Flange-এর পালস একটি ইলেকট্রনিক পালস এর সাথে তুলনা করা হয়, তবে সময় পার্থক্য শূন্য হয়। শ্যাফটে টর্ক প্রয়োগ করলে Flange দুটির মধ্যে তুলনামূলক সরণের সৃষ্টি হয়।



(ক) Torque transducer using single toothe flanges and inductive pickups.

(খ) Torque measurements of rotating shafts using slotted discs and pickups

চিত্র ঃ ৭.৪

এতে ইন্ডাকটিভ পিকআপ C এবং D-তে উৎপাদিত Pulse-এ ফেজ শিফট-এর সৃষ্টি হয়। এই pulse-গুলো একটি electronic times দ্বারা তুলনা করলে pulse দুটির সময় বিরতি (Time interval) নির্দেশ করে। এ সময় বিরতি Flange দুটির সরণের সমানুপাতিক, যা পক্ষান্তরে প্রয়োগকৃত টর্ক-এর সমানুপাতিক। চিত্র ৭.৪ (খ) তে বহুদাঁতবিশিষ্ট wheel সহযোগে ইন্ডাকটিভ টর্ক ট্রান্সডিউসার ফ্রেম দেখানো হয়েছে। এর পিকআপ ম্যাগনেটিক বা ফটো ইলেকট্রিক হয়ে থাকে। Wheel দুটি সঠিকভাবে সজ্জিত থাকলে উৎপাদিত আউটপুট ভোল্টেজ ইন ফেজে থাকে। শ্যাফটের উপর টর্ক প্রয়োগ করলে Flange-দ্বয়ে আপেক্ষিক সরণ ঘটে। ফলে আউটপুট ভোল্টেজদ্বয়ের মধ্যে ফেজ পার্থক্য (Phase difference) সৃষ্টি হয়। ফেজ পার্থক্যকে ক্যাথোড-রে অসিলোস্কোপ (CRO) এর সাহায্যে পরিমাপ করা যায়। phase differance কে analog বা digital সিগন্যালে রূপান্তর করেও পরিমাপ করা যায়।

৭.৪ থার্মোমিটার ও থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি (Method of measurement of temperature by using thermometer and thermocouple) ঃ

● থার্মোমিটার ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি ঃ

ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেস কন্ট্রোল সিস্টেমের বিভিন্ন প্রকার মেশিন বা যন্ত্রপাতি এবং বিভিন্ন প্রকার উপাদানের তাপমাত্রা পরিমাপ করা অত্যাবশ্যক। তাই বিভিন্ন উপাদানের এবং বিভিন্ন রেঞ্জের তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য বিভিন্ন প্রকার তাপমান যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। নিম্নে বিভিন্ন প্রকার থার্মোমিটার ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা করা হল ঃ

রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার (Resistance thermometer) ঃ "কোন ধাতব পদার্থের বৈদ্যুতিক রেজিস্ট্যান্স এটির তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়।" ধাতব পদার্থের এই ধর্মকে কাজে লাগিয়ে যে থার্মোমিটার তৈরি করা হয়, তাকে রেজিস্টিভ থার্মোমিটার বলা হয়।

অধিকাংশ মেটালের ক্ষেত্রে তাপমাত্রায় (T) পরিবর্তনের ফলে এর রেজিস্ট্যান্স (R)-এর মানের যে পরিবর্তন হয়, তাকে নিম্নে সমীকরণের সাহায্যে দেখানো হল ঃ

$R = R_0 (1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + ... + \alpha_n T^n)$

উক্ত সমীকরণকে সংক্ষেপে লেখা যায় $R = R_0 (1 + \Delta T)$, অর্থাৎ $R\theta = R\theta_0 (1 + \alpha\theta_0 \Delta\theta)$

R = ধাতব পদার্থের পরিমাপ্য তাপমাত্রার রেজিস্ট্যান্স

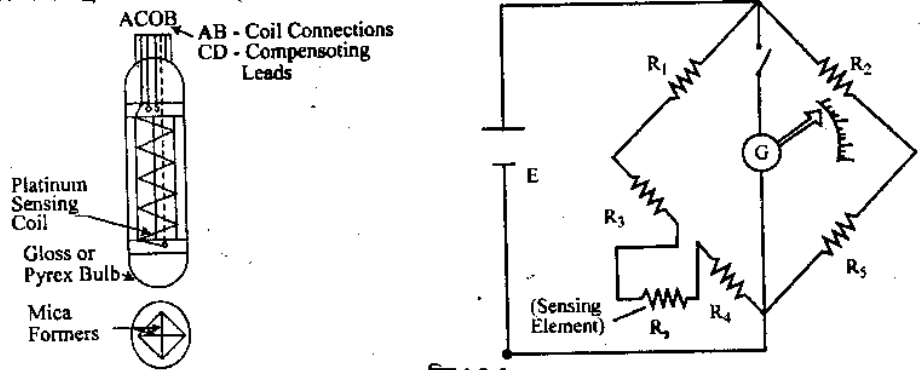
$R\theta = 0°C$ তাপমাত্র রেজিস্ট্যান্স

α = আপেক্ষিক তাপমাত্রায় কো-ইফিসিয়েন্ট

ΔT = অপারেটিং এবং রেফারেন্স তাপমাত্রার পার্থক্য।

রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার রেজিস্ট্যান্স সেন্সিং এলিমেন্ট (প্লাটিনাম) দ্বারা গঠিত, যা কয়েল আকৃতিতে একটি গ্লাস ভালভ বা পাইরেক্স বাল্বের ভিতর থাকে। প্লাটিনামকে নিরাপদ করার জন্য বাল্ব বায়ুশূন্য কিংবা নিষ্ক্রিয় গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয়।

এতে ব্যবহৃত পদার্থের তাপীয় সহগ পজিটিভ হওয়ার কারণে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে এর রেজিস্ট্যান্সও বেড়ে যায়। তাপমাত্রার পরিমাপের ক্ষেত্রে একে একটি ডিসি ব্রিজের অজানা বাহু হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এর গঠন চিত্র এবং ব্রিজের সংযোগ নিচে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৭.৫

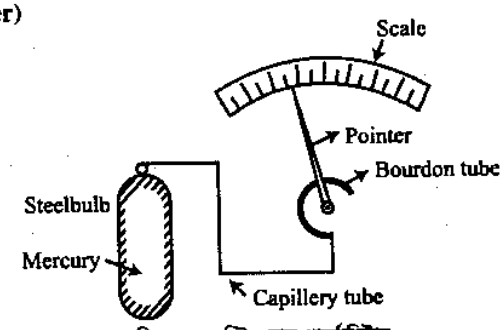
সঠিক তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য ব্রিজ সার্কিট ব্যবহার করা হয়। এখানে চিত্রের মাধ্যমে তা দেখানো হল। চিত্রে R_1, R_2, R_5 সাধারণ তাপমাত্রা পরিবর্তনে স্থির থাকে। R_3 ও R_4-এর মাঝখান হতে দুটি টার্মিনাল বের করে সেন্সিং এলিমেন্ট অর্থাৎ রেজিস্টিভ থার্মোমিটারটি সংযোগ দেয়া হয়েছে।

এখানে ব্যবহৃত প্রধান এলিমেন্ট (+Ve) টেম্পারেচার কো-ইফিসিয়েন্ট হয়ে থাকে অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে এর রেজিস্ট্যান্সও বৃদ্ধি পায়।

প্রাথমিক তাপমাত্রায় ব্রিজটিকে ব্যালেন্স অবস্থায় রাখা হয়। ফলে মিটারে কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে তা আনব্যালেন্সড হয় এবং মিটার রিডিং দেয়। অর্থাৎ মিটারের রিডিং তাপমাত্রার সাথে সরাসরি সমানুপাতিক। ফলে এর সাহায্যে সহজেই তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়। যেখানের তাপমাত্রা পরিমাপ করতে হবে থার্মোমিটারকে সে স্থানে বসিয়ে মিটার (G)-কে সঠিকভাবে দাগাঙ্কিত করে তাপমাত্রা নির্ণয় করা হয়।

● **পরিপূর্ণ পদ্ধতির থার্মোমিটার (Filled System Thermometer)**

এ ধরনের থার্মোমিটার একটি কাঁচের বাল্বে তরল পদার্থ ভর্তি থাকে। যখন এই তরলের তাপমাত্রা পরিবর্তিত হয় তখন তরলের প্রেসার পরিবর্তিত হয়। এ প্রেসারের পরিবর্তনকে কাজে লাগিয়ে এ ধরনের থার্মোমিটার দ্বারা তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়। স্টিল বাল্ব বা মেটাল বাল্ব থার্মোমিটার ব্যবহার বেশি সুবিধাজনক বিধায় নিচে স্টিল বাল্ব থার্মোমিটারের পদ্ধতি দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৭.৬ স্টিল বাল্ব থার্মোমিটার

স্টিল বাল্বে তরল অথবা বাষ্প বা গ্যাস ভর্তি করা হয়। বাল্বকে একটি সরু ছিদ্র যুক্ত কৈশিক নলের মাধ্যমে বার্ডন টিউবের সাথে সংযুক্ত করা হয়। বার্ডন টিউবে একটি পয়েন্টার লাগানো থাকে, যা উষ্ণতা নির্দেশক দাগ কাঁটা স্কেলের পর নড়াচড়া করতে পারে।

যে স্থানের তাপমাত্রা পরিমাপ করতে হবে সেখানে মেটাল বাল্বকে সন্নিবেশিত করতে হবে। মেটাল বাল্বে রক্ষিত তরলের চাপ কিংবা অপসারণ আশেপাশের উষ্ণতার উপর নির্ভর করে। তরলের অপসারণ বা চাপ কৈশিক নলের মাধ্যমে বার্ডন টিউবে যাতায়াত করে। বার্ডন টিউব এই অপসারণ বা চাপকে রূপান্তরিত করে; ফলে উষ্ণতার ক্যালিব্রেটেড স্কেলের উপর স্থাপিত পয়েন্টার অবস্থান পরিবর্তন করে (উষ্ণতার এককে ক্যালিব্রেটেড স্কেলে) উষ্ণতার পরিমাণ নির্দেশ করে। এখানে মেটাল বাল্ব, কৈশিক নল এবং বার্ডনটিউব, তরল দ্বারা সম্পূর্ণভাবে ভর্তি থাকে। উষ্ণতার ফলে মেটাল বাল্বে রক্ষিত তরল সম্প্রসারিত হলে বার্ডন টিউব সোজা অবস্থানের দিকে যায় এবং উষ্ণতার নির্দেশ করে।

একইভাবে বার্ডন টিউবের আউটপুট অপসারণ সিগন্যালের ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির প্রয়োজনে, অধিকতর ট্রান্সডাকশনের জ্য ক্যাপিলারী টিউবের মাধ্যমে ডেপার প্রেসার থার্মোমিটারে দেয়া হয়। বাল্বে তরল হিসেবে পারদ বেশি ব্যবহৃত হয়।

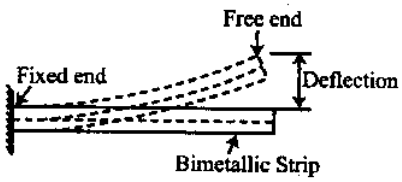
● **বাই মেটালিক থার্মোমিটার (By metalic Thermometer)**

বাই মেটালিক থার্মোমিটার প্রসেস ইন্ডাস্ট্রিতে স্থানীয় তাপমাত্রা পরিমাপে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। এই থার্মোমিটার দুটি মূলনীতির উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত ঃ

১। তাপমাত্রা পরিবর্তনের ফলে প্রত্যেক ধাতুর সম্প্রসারণ ও সংকোচন ঘটে।

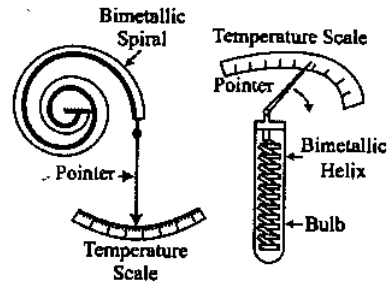
২। প্রত্যেক ধাতুর তাপমাত্রা-সম্প্রসারণ সহগ একই রকম নয়।

সুতরাং তাদের সম্প্রসারণ ও সংকোচন হার ভিন্ন। বাইমেটালিক থার্মোমিটার দুটি ধাতুর স্ট্রিপ দ্বারা গঠিত। দুটি ভিন্ন ধাতুর পাতলা স্ট্রিপকে একত্রে বাঁধা হয় যাতে ধাতু দুটি পরস্পর নাড়াচাড়া করতে না পারে। যেহেতু তাপমাত্রা পরিবর্তনের ফলে প্রত্যেক ধাতু, তাদের ভৌতিক আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন হারে পরিবর্তন করতে চেষ্টা করে সেহেতু দুটি ধাতুর তৈরি স্ট্রীপের দৈর্ঘ্য ভিন্ন হারে পরিবর্তন ঘটে। নিম্নের চিত্রে একটি সোজা কেন্টিলিভার বীম আকৃতির বাইমেটালিক স্ট্রীপ দেখানো হয়েছে। এতে এক প্রান্ত নির্ধারিত/স্থির থাকে, তাপমাত্রা পরিবর্তনে মুক্ত প্রান্তে বিক্ষেপণ ঘটে।



চিত্র ঃ ৭.৭ বাইমেটালিক স্ট্রীপ

শিল্পকারখানায় বহুল ব্যবহৃত দু'ধরনের বাইমেটালিক থার্মোমিটার নিচে চিত্রে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৭.৮ (ক) ঃ Spiral Type (খ) Helical Type

তাপমাত্রার পরিবর্তনে স্ট্রীপের বক্রতার পরিবর্তন ঘটে ফলে সংযুক্ত পয়েন্টারের বিক্ষেপণের পরিবর্তন হয়ে তাপমাত্রার স্কেল নির্দেশ করে।

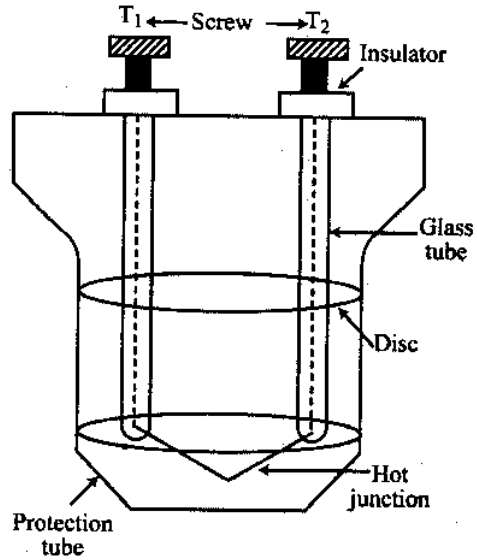
উপরের চিত্রে বাই মেটালিক স্ট্রীপকে হেলিক্স আকৃতিতে পেছিয়ে বাল্বের মধ্যে এক প্রান্তকে আবদ্ধ করা হয় এবং অপর প্রান্তের সাথে পয়েন্টার সংযুক্ত করা হয়। পয়েন্টার একটি বৃত্তাকার ডায়ালের উপর চলাচল করে তাপমাত্রা নির্দেশ করে। 400°C এর উপরের তাপমাত্রায় বাইমেটালিক থার্মোমিটার ব্যবহার করা উচিত নয়। এটি – 40°C থেকে 400°C পর্যন্ত তাপমাত্রা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

● **থার্মোকাপল ব্যবহার করে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি (Method of Measurement of Temperature Using thermocouple) ঃ**

দুটি ভিন্ন ধাতুর তার বা দণ্ডকে একত্রে যুক্ত করে একটি সার্কিট তৈরির পর যদি ধাতুদ্বয়ের সংযোগস্থলকে দুটি ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখা হয় তাহলে তাপসংক্রান্ত কারণে ঐ সার্কিটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, যা তাপমাত্রার সাথে সরাসরি সমানুপাতিক। এ প্রক্রিয়াকে সিবেক প্রক্রিয়া বলে। ১৮২১ সালে বৈজ্ঞানিক টমাস জন সিবেক ইহা উদ্ভাবন করেন। আবিষ্কারকের নামানুসারে এ প্রক্রিয়ার নাম হচ্ছে সিবেক প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ার জন্য সার্কিটের মধ্য দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট বলা হয়। তাপ, বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য যে দুটি ধাতু নিয়ে সার্কিট তৈরি করা হয়, তাকে থার্মোকাপল বলা হয় এবং সার্কিটে যে ই.এম.এফ এর সৃষ্টি হয় তাকে থার্মো ই.এম.এফ বলে।

সংক্ষেপে বলা যায়, সিবেক ক্রিয়ায় উৎপন্ন থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহের জন্য যে দুটি ধাতব তারের সমন্বয়ে সার্কিট তৈরি করা হয়, সে ধাতব তার দ্বারা তৈরি সার্কিটকে থার্মোকাপল বলা হয়।

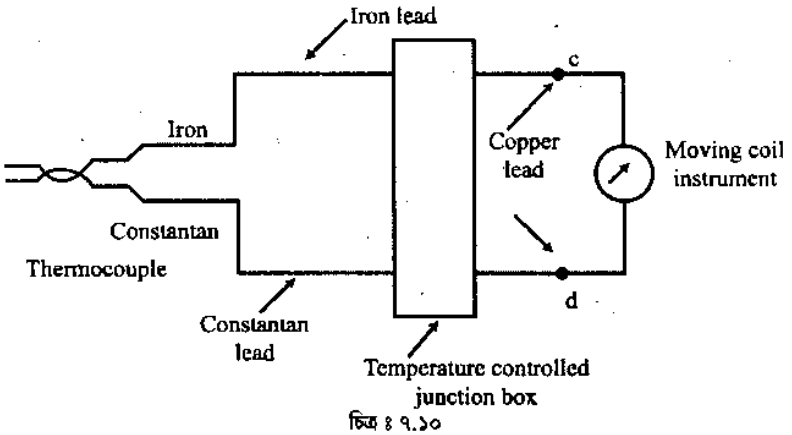
থার্মোকাপল দুটি ভিন্নজাতীয় ধাতব পরিবাহীর মাধ্যমে গঠিত। পরিবাহী দুটির এক প্রান্তে ঝালাই করা হয়, যা গরম জাংশন (Hot junction) নামে পরিচিত। তার দুটিকে পারস্পরিক সম্পর্ক এবং শর্ট সার্কিট হতে রক্ষা করার জন্য এটির খোলা প্রান্তদ্বয়কে সরু এবং লম্বা কাচনলের মধ্যে ঢুকানো হয়। কতগুলো চাকতির মাধ্যমে নল দুটিকে খাড়া করে রাখা হয়। সম্পূর্ণ ব্যবস্থাটি পোর্সেলিন (Porcelain) টিউবের মধ্যে ঢুকানো থাকে এবং টিউবের উপর একটি ইন্সুলেটরের টুপি বসানো থাকে এবং T_1 এবং T_2 দুটি স্ক্রু (Screw) থার্মোকাপলের ব্যবহৃত তারের মাধ্যমে উক্ত স্ক্রু হতে ঠাণ্ডা জাংশনকে (Cold junction) দূরে রাখা হয়, যাতে ঠাণ্ডা জাংশনের তাপমাত্রা 0°C রাখা যায়।



চিত্র ঃ ৭.৯

যে স্থানের তাপমাত্রা পরিমাপ করতে হবে তার কাছাকাছি জায়গায় থার্মোকাপলের গরম (Hot) জাংশনকে নিয়ে যাওয়া হয়। ফলে অবজেক্ট এর তাপমাত্রা অনুসারে গরম (Hot) জাংশনটিও উত্তপ্ত হয় এবং সিবেক ক্রিয়ার মাধ্যমে উক্ত সার্কিটে থার্মো ই.এম.এফ এর সৃষ্টি হয়, যার ফলে থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হয়। যদি একটি গ্যালভানোমিটারের স্কেলকে তাপমাত্রায় দাগাংকিত করা থাকে তবে উক্ত থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট পরিমাপ করে পরোক্ষভাবে তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।

সিবেক ক্রিয়ার মাধ্যমে পদার্থের ভিন্নতার কারণে এর কোল্ড জাংশনে একটা EMF তৈরি হয়, যা প্রদত্ত তাপমাত্রার সমানুপাতিক। তার এ EMF এর মান খুব কম হয়। এটি পরিমাপের জন্য এতে একটা মিলি ভোল্ট মিটার যুক্ত করে সঠিক স্কেলিং এর মাধ্যমে পরোক্ষভাবে তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।

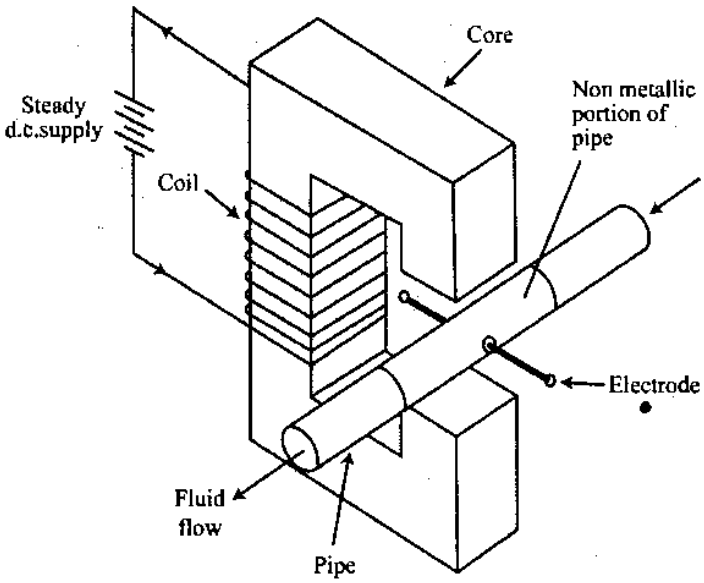


চিত্র ঃ ৭.১০

৭.৫ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সাহায্যে প্রবাহের পরিমাণ পরিমাপ পদ্ধতি (Method of measurement of flow by electromagnetic flowmeter) ঃ

ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সাহায্যে কর্দমাক্ত তরল বা ক্ষয়কারক তরল বা যে কোন ইলেকট্রিক্যালি কন্ডাকটিং তরলের প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করা যায়। এই মিটার ফ্যারাডের চুম্বক আবেশীয় সূত্রের (Faraday'a Law of Electromagnetic Induction) মূলনীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে। এই সূত্র হলো– "যখন কোন পরিবাহীকে চুম্বকীয় ক্ষেত্রে জোরে নড়াচড়া করানো হয়, তখন পরিবাহীর গতি ও চুম্বক ক্ষেত্রের শক্তির সমানুপাতিক ভোল্টেজ ঐ পরিবাহীতে আবিষ্ট হবে।" এই ধারণাকে বৈদ্যুতিক জেনারেটরেও কাজে লাগানো হয়। ফ্লোমিটারের ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ পরিবাহী তরল পদার্থকে একটি আলাদা পরিবাহী হিসাবে গণ্য করা হয় এবং তরলের প্রবাহকে পরিবাহীর মুভমেন্ট হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

গঠন (Construction) ঃ ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার একটি বিদ্যুৎ অপরিবাহী ফাইবার কাচের (Fibre glass) তৈরি পাইপ দ্বারা গঠিত, যার বিপরীত দুইপাশে দুটি ইলেকট্রোড প্রবেশ করানো হয়। ইলেকট্রোডদ্বয়ের মধ্যে সরাসরি কোন সংযোগ থাকে না। চুম্বকক্ষেত্র তৈরির জন্য একটি ইলেকট্রোম্যাগনেট ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রোম্যাগনেটকে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে এর থেকে সৃষ্ট চুম্বকক্ষেত্র ইলেকট্রোডদ্বয়ের অক্ষের সাথে লম্বভাবে থাকে। চিত্রঃ ৭.৮-এ একটি ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের চিত্র দেখানো হলো।



চিত্র ঃ ৭.১১ ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার

কার্যনীতি (Working Principles) ঃ চিত্রে প্রদত্ত ইলেকট্রোডদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব হল পাইপের ব্যাসের সমান। যখন তরল পদার্থ পাইপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন এটি ম্যাগনেটিক কয়েল দ্বারা সৃষ্ট ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মধ্য দিয়েও প্রবাহিত হয়। ফলে তরলের মধ্যেও ভোল্টেজ আবেশিত হয়। এই ভোল্টেজকে পাইপের দেয়ালে আটকানো ইলেকট্রোডদ্বয় দ্বারা শনাক্ত করা হয়। আবেশিত ভোল্টেজের মান তরল প্রবাহের গতির সাথে সমানুপাতিক। ম্যাগনেটিক কয়েলকে এসি বা ডিসি উভয় প্রকার ভোল্টেজ দ্বারাই উত্তেজিত করা যায়। বর্তমানে পালসেটিং ডিসি ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের আকার 2. 54–2540mm এবং ব্যাসের সঠিকতা রেঞ্জ ± 0.5 হতে ± 2%।

৭.৬ আর্দ্রতা পরিমাপক হাইগ্রোমিটার দ্বারা আর্দ্রতা পরিমাপ পদ্ধতি (Describe the method of measurement of humidity by humidity hygrometer) ঃ

গ্যাসে বিদ্যমান জলীয় বাষ্পের পরিমাণ হল আর্দ্রতা। ইহা দুভাবে হয়ে থাকে—

(i) নিরঙ্কুশ আর্দ্রতা (Absolute humidity)

(ii) আপেক্ষিক আর্দ্রতা (Relative humidity) কিংবা শিশির বিন্দু তাপমাত্রা (Dew point temperature)।

নিরঙ্কুশ আর্দ্রতা (Absolute humidity) ঃ একক আয়তনে জলীয় বাষ্পের ভরকে নিরঙ্কুশ আর্দ্রতা (Absolute humidity) বলে।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা (Relative humidity) ঃ বাস্তব জলীয় বাষ্পের চাপ ও নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পরিপৃক্ত হতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের চাপের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা (Relative humidity) বলে।

$$\text{অর্থাৎ, আপেক্ষিক আর্দ্রতা} = \frac{\text{প্রকৃত জলীয় বাষ্পের চাপ}}{\text{নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত হতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্প চাপ}}$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতার পরিমাপ করাই হাইগ্রোমিটারের কাজ। অর্থাৎ যে যন্ত্র দ্বারা আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপ করা হয়, তাকে হাইগ্রোমিটার (hygrometer) বলে।

হাইগ্রোমিটার বিভিন্ন প্রকারের হতে পারে। তন্মধ্যে নিম্নের কয়েকটি বর্তমানে বেশি ব্যবহার হচ্ছে ঃ

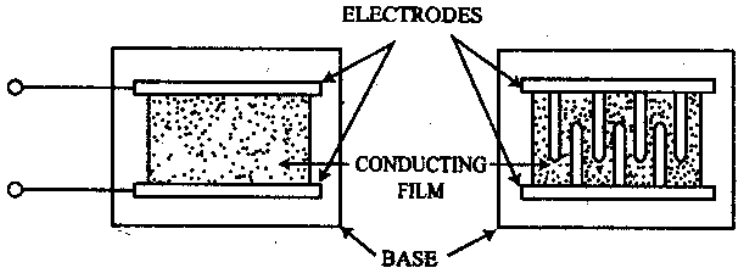
(i) রেজিস্টিভ হাইগ্রোমিটার (Resistive hygrometer),

(ii) ক্যাপাসিটিভ হাইগ্রোমিটার (Capacitive hygrometer),

(iii) অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড হাইগ্রোমিটার (Aluminium Oxide hygrometer),

(iv) ক্রিস্টাল হাইগ্রোমিটার (Crystal hygrometer)।

◉ **রেজিস্টিভ হাইগ্রোমিটার (Resistive hygrometer) ঃ** কিছু আর্দ্রতাশোষক লবণ আর্দ্রতা শোষণের ফলে এর রেজিস্টিভিটির পরিবর্তন হয়। তন্মধ্যে লিথিয়াম ক্লোরাইড (Lithium chloride) অন্যতম। লিথিয়াম ক্লোরাইডকে তার বা ইলেকট্রোডের উপর আবৃত করে (Coated) একটা বাইন্ডারের (binder) সাথে সংযুক্ত করা হয়। লিথিয়াম ক্লোরাইড ও কার্বন মিশ্রণের 10^4 to $10^9\Omega$ resistance পরিবর্তনে 100 to 0 percent humidity পরিবর্তন হয়।



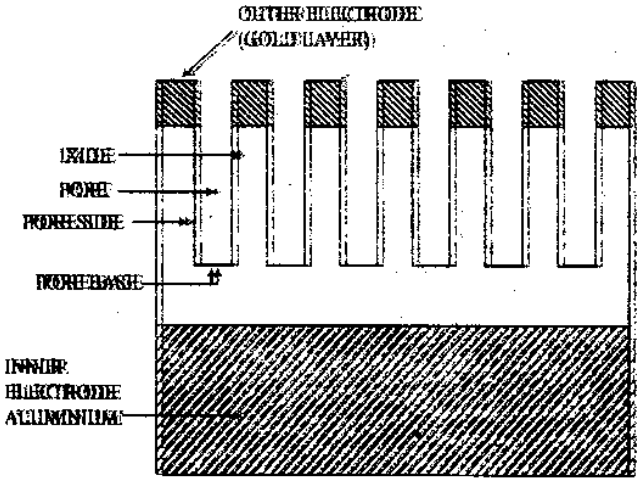
চিত্র ঃ ৭.১২

৭.৯ চিত্র হতে দেখা যাচ্ছে, লিথিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণকে ২টি ধাতব ইলেকট্রোডের মাঝখানে একটি অপরিবাহী substrate-এর উপর রাখা হয়েছে। লিথিয়াম ক্লোরাইড ও কার্বন মিশ্রণ পরিবাহী film হিসেবে কাজ করে।

আর্দ্রতার ভিন্নতার মধ্যে মিশ্রণকে রাখা হলে মিশ্রণ ভিন্ন ভিন্ন মানের আর্দ্রতা শোষণ করে ফলে Lithium chloride-এর রেজিস্টিভিটির পরিবর্তন ঘটে। অর্থাৎ লিথিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণ একটি সেন্সিং ইউনিট হিসেবে কাজ করে রেজিস্টিভিটির পরিবর্তন হতে আর্দ্রতার পরিমাণ পরিমাপ করে। এই সেন্সিং ইউনিটকে হুইটস্টোন ব্রিজের বাহু হিসাবে গণ্য করে AC প্রয়োগ করে প্রবাহিত কারেন্টে রেজিসটেন্সের পরিবর্তন থেকে আর্দ্রতা (humidity) পরিমাপ করা যায়। এক্ষেত্রে DC প্রয়োগ করলে লিথিয়াম এবং ক্লোরিনের পরমাণুকে ব্রেক ডাউন করে দেয়, ফলে পরিমাপে ব্যাঘাত ঘটে। তাই DC প্রয়োগ করা যাবে না।

ঘ ক্যাপাসিটিভ হাইগ্রোমিটার (Capacitive hygrometer) ঃ কতগুলো আর্দ্রতাশোষক পদার্থের ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট আর্দ্রতা পরিবর্তনের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়। এ ধরনের পদার্থসমূহ ক্যাপাসিটরে ব্যবহার করলে, আর্দ্রতা পরিবর্তনের সাথে ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তিত হবে। ক্যাপাসিট্যান্সের এই পরিবর্তনকে অসিলেটর সার্কিট ফ্রিকুয়েন্সি নির্ধারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তন হলে অসিলেটরের ফ্রিকুয়েন্সি পরিবর্তিত হবে। ফ্রিকুয়েন্সির এ পরিবর্তনকে পরিমাপ করে আর্দ্রতা পরিমাপ করা যায়। অসিলেটরের response time ll মোটামুটি হয়ে থাকে।।

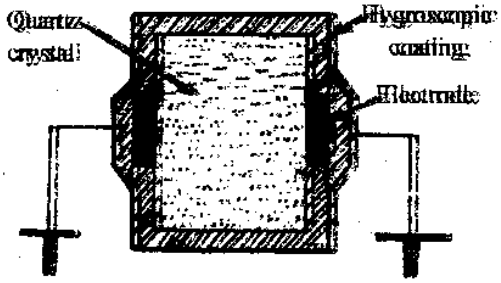
ঙ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড হাইগ্রোমিটার (Alluminium Oxide hygrometer) ঃ অ্যানোডাইজড অ্যালুমিনিয়াম এর উপর অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের কোটিং দিয়ে এই হাইগ্রোমিটার তৈরি করা হয়। আর্দ্রতা পরিবর্তনের সাথে ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট ও রেজিস্টিভিটির পরিবর্তন ঘটে। অ্যালুমিনিয়ামকে কমন ইলেকট্রোড হিসাবে ধরে, বাইরের অংশে পাতলা gold layer-এর কতগুলো ইলেকট্রোড থাকে, যা ৭.১৩ নং চিত্রে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৭.১৩ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড হাইগ্রোমিটার

এটাকে ব্রীজের বাহু হিসাবে পেয়ে কারে resistivity ও Capacitance এর পরিবর্তনে সৃষ্ট Impedance এর পরিবর্তন হতে আর্দ্রতা পরিমাপ করা যায়।।

চ ক্রিস্টাল হাইগ্রোমিটার (Crystal hygrometer) ঃ আর্দ্রতাশোষক crystalline পদার্থ দ্বারা এই হাইগ্রোমিটার তৈরি হয়। এটি ৭.১৪ নং চিত্রে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৭.১৪ ক্রিস্টাল হাইগ্রোমিটার

ইলেকট্রনিক অসিলেটরে ফ্রিকোয়েন্সি নির্ধারক উপাদান হিসাবে Crystal-কে ব্যবহার করা হয়। আর্দ্রতা পরিবর্তনের ফলে Crystal-এর ভরের পরিবর্তন হয়ে ফ্রিকুয়েন্সির পরিবর্তন ঘটে। ফ্রিকুয়েন্সির পরিবর্তন থেকে পরোক্ষভাবে আর্দ্রতার পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।। টেলিমিটি পদ্ধতিতে ফ্রিকুয়েন্সি সংকেত বাহক হিসাবে বেশি ব্যবহৃত হয়।।

অনুশীলনী-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **থার্মোকাপল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, থার্মোকাপল কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ দুটি ভিন্ন ধাতুর তার বা দণ্ডকে একত্রে যুক্ত করে একটি সার্কিট তৈরির পর যদি ধাতুদ্বয়ের সংযোগস্থলকে দুটি ভিন্ন তাপমাত্রায় রাখা হয়, তাহলে ঐ সার্কিটের মাধ্যমে থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হয়। থার্মোইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহের জন্য তৈরি বর্তনীকে থার্মোকাপল বলে।

২। **আর্দ্রতা বা হিউমিডিটি কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ কোন গ্যাসের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ জলীয় বাষ্প বিদ্যমান থাকে, তাকে আর্দ্রতা বলে।

৩। **Temperature Compensation বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ তাপজনিত কারণে যে ক্ষতি হয় তা পূরণ করার পদ্ধতি বা ব্যবস্থাকে Temperature Compensation বলে।

৪। **Temperature compensation কীভাবে করা যায়?**

উত্তর ঃ ক্ষতিপূরক গেজ কিংবা সন্নিহিত সাম্যবাহু ব্যবহার করে তাপীয় ক্ষতিপূরণ করা হয়।

৫। **Dummy gauge কাকে বলে?**

উত্তর ঃ ব্রিজ বর্তনীর সন্নিহিত অনুরূপ (অবিকল) বাহুকে Dummy gauge বলে। এই গেজে কোন টান (Strain) প্রয়োগ করা হয় না।

৬। **তাপীয় ক্ষতিপূরক গেজে active gauge বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যে গেজে টান (Strain) প্রয়োগ করা হয়, তাকে active gauge বলে।

৭। **Force summing device বলতে কী বুঝ?**

উত্তর ঃ কোন physical Quantity-কে যে device-এর মাধ্যমে displacement-এ পরিণত করা যায়, তাকে force summing device বলে।

৮। **টর্ক পরিমাপের উপযোগী একটি ট্রান্সডিউসারের নাম লেখ।**

উত্তর ঃ Inductive Transducer.

৯। **রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার তৈরিতে কোন কোন পদার্থ বেশি ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর ঃ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার তৈরিতে নিম্নের পদার্থগুলো বেশি ব্যবহৃত হয় ঃ
(i) Platinum, (ii) Copper, (iii) Nickel, (iv) Tungsten.

১০। **ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার কোন মূলনীতিতে কাজ করে?**

উত্তর ঃ ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার ফ্যারাডের চুম্বক আবেশীয় সূত্রের (Faraday's Low of Electromagnetic induction) মূলনীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে।

১১। **স্ট্রেইন গেজের টেম্পারেচার কমপেনসেশন কয়ভাবে করা যায়?** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ স্ট্রেইন গেজের টেম্পারেচার কমপেনসেশন তিনভাবে করা যায়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **তাপীয় ক্ষতিপূরণের পদ্ধতিগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৪, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ তাপীয় ক্ষতিপূরণ নিম্নপদ্ধতিসমূহের মাধ্যমে সাধিত করা যায় ঃ
(i) ক্ষতিপূরণ গেজ কিংবা সন্নিহিত সাম্যবাহু ব্যবহার করে,
(ii) স্বকীয় ক্ষতিপূরণ (Self Compensation)
(iii) অনাভ্যন্তরীণ নিয়ন্ত্রিত বিশেষ বর্তনী ব্যবহার করে।

২। **Active gauge ও dummy gauge-এর মধ্যে মূল পার্থক্য কী?**

উত্তর ঃ যে গেজে Strain প্রয়োগ করা হয়, তাকে Active gauge বলে এবং যে গেজে Strain প্রয়োগ করা হয় না, তাকে dummy gauge বলে।

৩। **Active gauge-এর ব্রীজ সাম্যাবস্থায় ৪টি বাহুর সমীকরণ কীভাবে প্রকাশ করা যায়? উষ্ণতার পরিবর্তনে সমীকরণ কীরূপ?**

উত্তর ঃ Gauge-এর সাম্যাবস্থায়–

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

উষ্ণতার পরিবর্তনে রেজিস্ট্যান্স R_1 এবং R_3, ΔR_1 এবং ΔR_3 পরিমাণ পরিবর্তিত হলে তখন সাম্যাবস্থায়–

$$\frac{R_1 + \Delta R_1}{R_3 + \Delta R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

৪। **Force Summing Device-গুলো কী কী?**

উত্তর ঃ (i) Diaphragms, (ii) Bellows, (iii) Bourdon Tube, (iv) Straight tube, (v) Pivot.

৫। **ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার নিম্নের বিভিন্ন শ্রেণির হয়ে থাকে, যথা ঃ
(i) Resistive, (iv) Capacitive, (ii) Inductive, (v) Piezoelectric, (iii) Differential Transformer, (vi) Photoelectric.

৬। **সিবেক ক্রিয়া কীভাবে সংঘটিত হয়?**
অথবা, দ্বি-ধাতুবিশিষ্ট Transducer এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, সিবেক ইফেক্ট কী, ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ "দুটি ভিন্ন ধাতুর তার বা দণ্ডকে একত্রে যুক্ত করে একটি সার্কিট তৈরির পর যদি ধাতুদ্বয়ের সংযোগস্থলকে দুটি ভিন্ন মাত্রায় রাখা হয় তাহলে তাপ সংক্রান্ত কারণে ঐ সার্কিটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, যা তাপমাত্রার সাথে সরাসরি সমানুপাতিক"– এই পদ্ধতিকে সিবেক ক্রিয়া বলে।

৭। **ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার কোন সূত্রের ভিত্তিতে কাজ করে?**

উত্তর ঃ "যখন কোন পরিবাহীকে চুম্বকীয় ক্ষেত্রে জোরে নড়াচড়া করানো হয় তখন পরিবাহীর গতি ও চুম্বক ক্ষেত্রের শক্তির সমানুপাতিক ভোল্টেজ ঐ পরিবাহিতে আবিষ্ট হবে।" এ ধরনের Magnetic flowmeter-এ কাজে লাগানো হয়।

৮। **ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ কী কী?**
অথবা, Magnetic flow meter-এর সুবিধা-অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ **সুবিধাসমূহ ঃ**
১। এই মিটারে তৈলাক্ত ও চর্বিযুক্ত তরল ব্যবহার করা যায়। ২। এতে ক্ষারকীয় তরল ব্যবহার করা যায়।
৩। এতে খুব নিম্নচাপেও কাজ হয়। ৪। ইহা সাইজে খুব বড় ও বর্ধিত ক্যাপাসিটিতে ব্যবহৃত হতে পারে।
৫। একে উভয়মুখী মিটার হিসাবেও ব্যবহার করা যায়।

অসুবিধাসমূহ ঃ
১। এতে তুলনামূলক খরচ বেশি।
২। এতে শুধু তরল পদার্থই পরিবাহী হিসাবে ব্যবহার করা যায়।
৩। এটি আকার বড়, খুব ভারী এবং পরিবহনে অসুবিধা।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **থার্মোমিটারের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। **উষ্ণতার ক্ষতিপূরণ এবং দূরীকরণের কৌশল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার ব্যবহার করে তাপ পরিমাপ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে টর্ক পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **ডিজিটাল পদ্ধতিতে টর্ক পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সাহায্যে প্রবাহের পরিমাপ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **বিভিন্ন প্রকার আর্দ্রতা পরিমাপক হাইগ্রোমিটার দ্বারা আর্দ্রতা পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।**
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপের পদ্ধতি আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৮
ডাটা অ্যাকুইজিশন সম্পর্কে ধারণা
(Concept of data acquisition)

৮.১ ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি (Basic principles of data acquisition system) ঃ

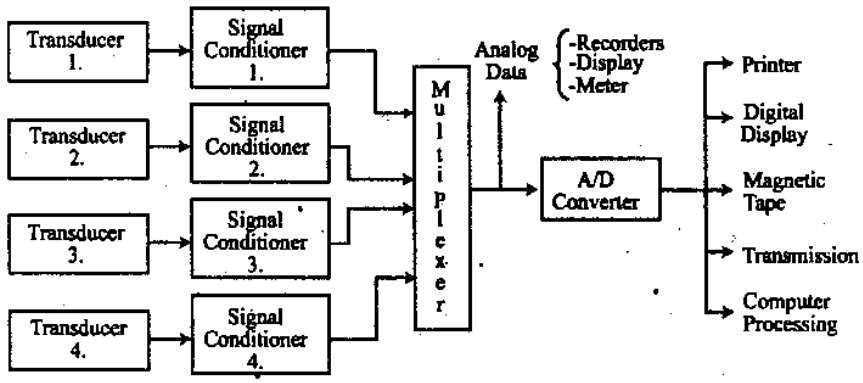
ইনস্ট্রুমেন্টেশন এবং কন্ট্রোল পদ্ধতিতে আউটপুট ডিভাইসকে কন্ট্রোল বা ড্রাইভ করার জন্য দ্রুত, নির্ভুল এবং সংগত খরচে ইনপুট ডাটা সংগ্রহের পদ্ধতি এবং তৈরিকৃত সিগন্যালকে প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে রেকর্ড বা ডিসপ্লে করার পদ্ধতিকে ডাটা অ্যাকুইজিশন (Data Acquisition) বলে।

একটি ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেম নিম্নের উপাদান সহযোগে গঠিত হয় ঃ

(i) সেন্সর (ii) সিগন্যাল কন্ডিশনার
(iii) ডাটা কনভার্সন (iv) ডাটা প্রসেসিং
(v) মাল্টিপ্লেক্সিং (vi) ডাটা হ্যান্ডলিং
(vii) স্টোরেজ এবং ডিসপ্লে পদ্ধতি।

অ্যানালগ তথ্যকে একের অধিক উৎস হতে রূপান্তর করার জন্য অতিরিক্ত (Additional) ট্রান্সডিউসার অথবা মাল্টিপ্লেক্সার ব্যবহার করা হয়। সঠিকভাবে রূপান্তরিত তথ্যের গতি বৃদ্ধির জন্য স্যাম্পল হোল্ড (Sample-hold) বর্তনী ব্যবহার করা হয়।

নিচের চিত্র ৮.১ এর মাধ্যমে ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেমের (Data Acqusition System–DAS) মূলনীতি বর্ণনা করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ৮.১ ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেম

এখানে ইনপুটের ৪টি ট্রান্সডিউসার ৪টি সিগন্যাল কন্ডিশনারের ইনপুটের উপযুক্ত সিগন্যাল হিসাবে ভৌত পরিমাণকে (Physical Quantity) যেমন– চাপ, তাপ, কম্পন ইত্যাদি আনুপাতিক বৈদ্যুতিক সিগন্যালে তৈরি করে। সিগন্যাল কন্ডিশনার ডিভাইসগুলো ট্রান্সডিউসারের আউটপুট হতে প্রাপ্ত সিগন্যালকে আউটপুট ডিভাইসে ড্রাইভ করার উপযুক্ত সিগন্যাল তৈরি করে। মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer) একাধিক অ্যানালগ সিগন্যালকে একটি চ্যানেলে (Channel) পরিণত করে।

A/D কনভার্টার স্টেজটি অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তর করে।

মাল্টিপ্লেক্সারের আউটপুটে অ্যানালগ ডাটাকে প্রদর্শন, পরিমাপ ও রেকর্ডের জন্য মিটার, ডিসপ্লে ডিভাইস এবং রেকর্ডার ব্যবহার করা হয়। A/D কনভার্টারের আউটপুট ডিভাইস হিসাবে প্রিন্টার, ডিজিটাল ডিসপ্লে, ম্যাগনেটিক টেপ, ট্রান্সমিশন এবং কম্পিউটার প্রসেসিং ব্যবহার করা হয়।

ইনস্ট্রুমেন্টশনে ডাটা অ্যাকুইজিশনের প্রয়োজনীয়তা ঃ

১। সঠিক সময়ে এবং সঠিক গতিতে ডাটাকে সরবরাহ করা।
২। অপারেটরকে প্লান্ট-এর সঠিক অবস্থা অনুযায়ী সকল ডাটা সঠিকভাবে ব্যবহার করতে হয়।
৩। অনলাইনের রিয়াল টাইম ডাটা কম্পিউটিং-এর উপযোগী করা।
৪। রেকর্ডকৃত ডাটাকে সংগ্রহ ও স্টোর করা হয় যাতে অপারেশনের ত্রুটি নির্ণয় করা যায়।
৫। বিশ্বস্ত হতে হবে।
৬। ভবিষ্যতে ভাল ফলাফলের ব্যবস্থা থাকা।
৭। সম্পূর্ণ প্লান্টকে মনিটর করা যাতে অনলাইনের নিরাপদ ও সঠিক অপারেশন নিশ্চিত হয়।

ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেম নির্ধারণের জন্য বিবেচ্য বিষয়সমূহ ঃ

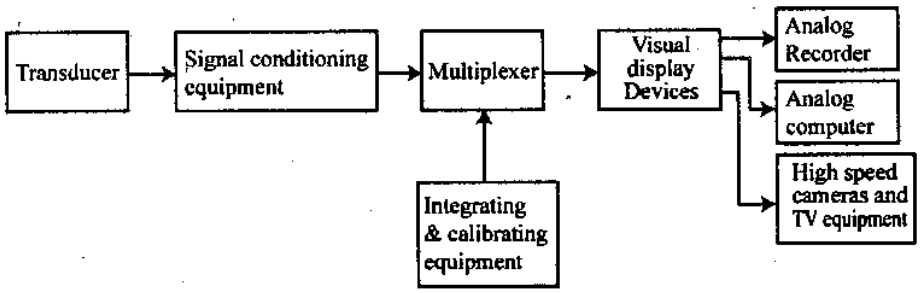
১। অ্যাকিউরেসি ও রেজোলুশন
২। চ্যানেল সংখ্যা পর্যবেক্ষণ
৩। অ্যানালগ বা ডিজিটাল সিগন্যাল
৪। সিংগেল চ্যানেল বা মাল্টি চ্যানেল
৫। প্রতি চ্যানেলে স্যাম্পলিং হার
৬। প্রতি চ্যানেলে সিগন্যাল কন্ডিশনিং এর ব্যবস্থা
৭। খরচ।

৮.২ অ্যানালগ ও ডিজিটাল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির উপাদানসমূহ (Component of analog and digital data acqusition system) ঃ

অ্যানালগ ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি (Analog data acquisition system) ঃ

অ্যানালগ ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির উপাদানসমূহ নিম্নে দেওয়া হল ঃ

(i) ট্রান্সডিউসার (Transducers)
(ii) সিগন্যাল কন্ডিশনিং ইকুইপমেন্ট (Signal Conditioning equipement)
(iii) মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer)
(iv) ক্যালিব্রেটিং ইকুইপমেন্ট (Calibrating equipment)
(v) ইন্টিগ্রেটিং ইকুইপমেন্ট (Integrating equipment)
(vi) ভিজুয়াল ডিসপ্লে ডিভাইস (Visual display devices)
(vii) অ্যানালগ রেকর্ডার (Analog recorder)
(viii) অ্যানাল কম্পিউটার (Analog computer)
(ix) উচ্চ গতিসম্পন্ন ক্যামেরা এবং টিভি ইকুইপমেন্ট (High-speed cameras and TV equipment)।



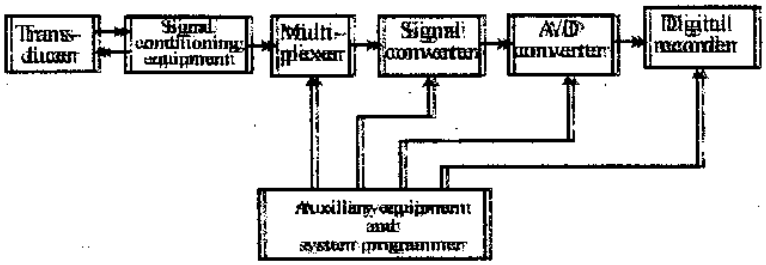
চিত্র ঃ ৮.২ অ্যানালগ ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেম

বর্ণনা (Description) ঃ

- **ট্রান্সডিউসার (Transducers) ঃ** পরিমাপিত quantity-কে সমতুল্য বৈদ্যুতিক সিগন্যালে (emf) পরিণত করে।
- **সিগন্যাল কন্ডিশনিং ইকুইপমেন্ট (Signal Conditioning equipement) ঃ** Transducer থেকে প্রাপ্ত signal-কে আকাঙ্ক্ষিত মানে প্রক্রিয়াকরণ করে।
- **মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer) ঃ** অনেকগুলো analog input-কে একটি measuring instrument-এ সংযোগ দেয়।
- **ইন্টিগ্রেটিং ইকুইপমেন্ট (Integrating equipment) ঃ** Qualitative Test-এর জন্য প্রয়োজন।
- **ক্যালিব্রেটিং ইকুইপমেন্ট (Calibrating equipment) ঃ** সঠিক পরিমাপের স্কেলকে Calibrate করার জন্য প্রয়োজন।
- **ভিজুয়াল ডিসপ্লে (Visual display) ঃ** ইনপুট সিগন্যালকে অবিরত মনিটরিং-এর জন্য Visual display প্রয়োজন। সাধারণত CRO দ্বারা এ কাজ সম্পাদন করা হয়।
- **অ্যানালগ রেকর্ডার (Analog recorder) ঃ** ভবিষ্যৎ reference-এর জন্য প্রয়োজন। Chart recorder ও Magnetic Tape recorder ব্যবহৃত হয়।
- **অ্যানালগ কম্পিউটার (Analog computer) ঃ** ভবিষ্যৎ Computation-এর সুবিধার্থে data-কে আকাঙ্ক্ষিত আকৃতিতে নেওয়ার জন্য Analog Computer প্রয়োজন।
- **উচ্চ গতিসম্পন্ন ক্যামেরা এবং টিভি ইকুইপমেন্ট (High-speed cameras and TV equipment) ঃ** Visual observation-এর জন্য CCTV ব্যবহার করা হয় এবং Visual record-এর জন্য high-speed camera ব্যবহার করা হয়।

ডিজিটাল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি (Digital data acquisition system) ঃ

ডিজিটাল Data acquisition পদ্ধতির উপাদানসমূহ (Components) ব্লক ডায়াগ্রামের মাধ্যমে চিত্র ৮.৩৩-এ দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৮.৩২ ডিজিটাল ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেম

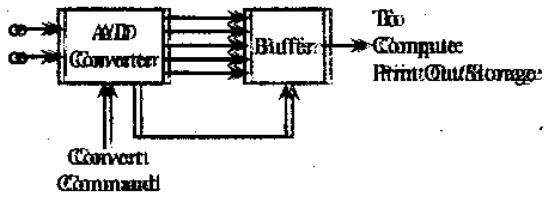
বর্ণনা (Description) ঃ

- **ট্রান্সডিউসার ((Transducers)) ঃ** Physical quantity-কে Electrical quantity-তে পরিণত করে।।
- **সিগন্যাল কন্ডিশনিং ইকুইপমেন্ট (Signal Conditioning equipment) ঃ** Transducer থেকে আসা electrical Signal-কে আবশ্যিক মানে রূপান্তরিত করে।।
- **মাল্টিপ্লেক্সার (Multiplexer) ঃ** অধিক সংখ্যক Analog input থেকে একটি output measuring instrument-এর সাথে সংযোগ দেয়।।
- **সিগন্যাল কনভার্টার (Signal Converter) ঃ** Signal-কে অন্য আকৃতিতে রূপান্তর করে যেমন— A/D Converter, D/A Converter.
- **এ/ডি কনভার্টার ((A/D Convertor)) ঃ** ইহা analog signal-কে সমানুপাতিক ডিজিটাল আকৃতিতে রূপান্তর করে।।
- **ডিজিটাল রেকর্ডার (Digital recorder) ঃ** তথ্যসমূহকে ডিজিটাল আকৃতিতে সংরক্ষণ করে, যেমন ঃ Punched cards, perforated paper tapes, type written pages, floppy discs, Magnetic Tape.
- **অক্সিলারী ইকুইপমেন্ট এবং সিস্টেম প্রোগ্রামার ((Auxillary equipment and system programmer)) ঃ** System-এর সকল ইউনিটকে কার্যসম্পাদনে সহায়তা করে এবং Programming কার্যক্রম সম্পাদন করে।।

৮.৩৩ সিঙ্গেল চ্যানেল এবং মাল্টিচ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি (Single channel and multichannel data acquisition system) ঃ

সিঙ্গেল চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি ঃ সিঙ্গেল চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি একটি সিগন্যাল কন্ডিশনার দিয়ে গঠিত যাতে একটি অ্যানালগ টু ডিজিটাল কনভার্টার ((A/D)) যুক্ত থাকে এবং যাতে ((A/D)) অভ্যন্তরীণ নির্ধারিত হারে পৌনঃপুনিক কনভার্সন কার্য মুক্তভাবে (Free running) সম্পাদন করে।। আউটপুট ডিজিটাল কোডযুক্ত শব্দ হয়ে থাকে।।

একটি সিঙ্গেল চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি নিম্নে চিত্র ৮.৪৪-এ দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৮.৪৪ ঃ Single Channel DASS

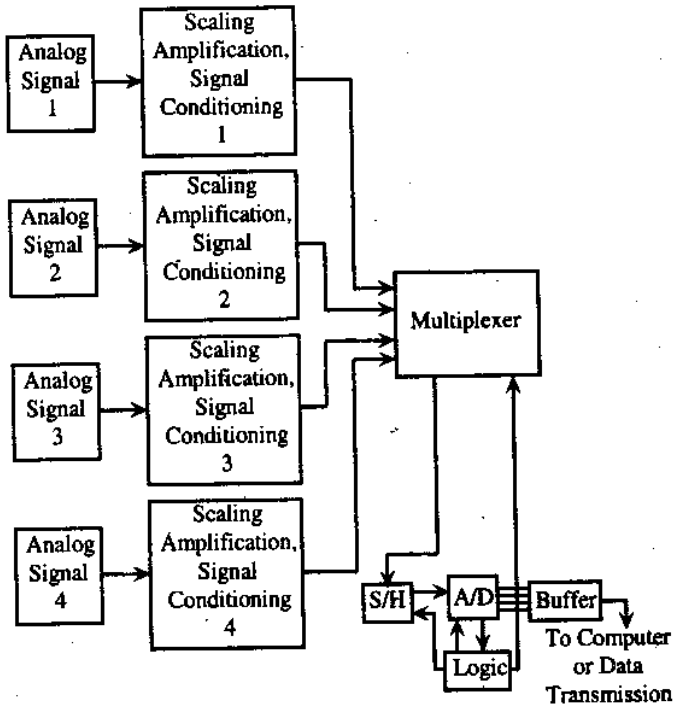
ডিজিটাল প্যানেল মিটার (DPM) এই ধরনের (ডিজিটাল আউটপুটের) একটি সুপরিচিত উদাহরণ।।

সিঙ্গেল চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন (DASS) সিস্টেমে দুটি অনুবিধা পরিলক্ষিত হয় ঃ

১।। ইহা ধীরগতিসম্পন্ন এবং এতে BCD-কে বাইনারি কোডিং-এ পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়।।

২।। যখন ইহা মুক্তভাবে চালিত (Free running) তখন A/D কনভার্টার থেকে ইন্টারফেস রেজিস্টারের DPM দ্বারা নির্ধারিত হারে ডাটা রূপান্তরিত করার প্রয়োজন হয়।।

মাল্টি চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি ঃ ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির সিঙ্গেল সার্কিটকে দুই বা অতোধিক ইনপুট উপযোগ করা টাইম শেয়ারড (Time shared) করা যায়।। মাল্টিপ্লেক্স পদ্ধতির আবশ্যিক গুণাবলীর উপর নির্ভর করে এ ধরনের টাইম শেয়ারড পরিমাপের কতগুলো বৈশিষ্ট্য অবলম্বন করা হয়।। অন্যথায় মাল্টিচ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেম, যার একটিমাত্র A/D কনভার্টার ও মাল্টিপ্লেক্সার যুক্ত থাকে।। চিত্র ৮.৫ নং চিত্রে এটি দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৮.৫ Multi channel DAS (A/D Preceded by a Multiplexer)

স্বতন্ত্র অ্যানালগ সিগন্যাল সরাসরি কিংবা পরিবর্ধনের পর কিংবা সিগন্যাল কন্ডিশনিং এর পর যখন যেভাবে প্রয়োজন হয়, তা মাল্টিপ্লেক্সারে প্রয়োগ করা হয়। তারপর এগুলোকে (সিগন্যাল) A/D কনভার্টারের মাধ্যমে অনুক্রমিকভাবে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তরিত করা হয় এবং বাফার বর্তনীর মাধ্যমে কম্পিউটার অথবা ডাটা ট্রান্সমিশন লাইনে দেয়া হয়। সময়ের যথার্থ ব্যবহারের জন্য স্যাম্পল/হোল্ড বর্তনীতে সঞ্চিত ডাটা ডিজিটাল আকৃতিতে রূপান্তরের সময়ে মাল্টিপ্লেক্সারকে পরবর্তী রূপান্তরযোগ্য চ্যানেল অনুসন্ধান/গ্রহণের জন্য তৈরি রাখা হয়।

যখন রূপান্তর (Conversion) সমাপ্ত হয়, তখন কনভার্টারের স্ট্যাটাস লাইন স্যাম্পল/হোল্ড বর্তনী চ্যানেলের সিগন্যাল গ্রহণ করে। অ্যাকুইজিশন (acquisition) সমাপ্ত হলে স্যাম্পল/হোল্ড বর্তনী হোল্ড (hold) মুডে সুইচ হয়। ফলে রূপান্তর (Conversion) আবার শুরু হয় এবং মাল্টিপ্লেক্সার পরবর্তী চ্যানেল নির্বাচন করে। এভাবে পৌনঃপুনিকভাবে মাল্টিচ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি কাজ করে। যেসব ক্ষেত্রে সিগন্যাল পরিবর্তন খুবই ধীরগতিতে হয়, সে সব ক্ষেত্রে স্যাম্পল/হোল্ড ছাড়াও পরিমাপে যথেষ্ট সঠিকতা অর্জন করা সম্ভব।

৮.৪ ডাটা লগারের মৌলিক কার্যনীতি (Basic principles of operation of data logger) ঃ

কোন প্লান্টের বিভিন্ন অংশে স্থাপিত পরিমাপক যন্ত্রের পাঠকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে রেকর্ড (সংরক্ষণ) করাই হলো ডাটা লগারের মূল কাজ। ডাটা লগার ইচ্ছা অনুযায়ী দ্রুত ও সঠিকভাবে ডাটাকে পরিমাপ ও রেকর্ড করতে পারে।

ইহা কার্যত কোন ট্রান্সডিউসারের বৈদ্যুতিক আউটপুটকে পরিমাপ করে এবং মানকে (value) স্বয়ংক্রিয়ভাবে লগিং (Logging) করে। বর্তমানে ত্রুটিপূর্ণ অবস্থাতে ও স্বয়ংক্রিয় উত্তেজনের (Initiation) মাধ্যমে খুব দ্রুত ডাটা স্ক্যান (Scan) ও রেকর্ড করতে ডাটা লগার (Data Logger) ডিজাইন করা হয়। প্লান্টের দক্ষতা কম্পিউটারায়ন ও প্লান্টের জরুরি মুহূর্তে সতর্ক অবস্থার লজিক বিশ্লেষণের জন্য অটোমেটিক ডাটা লগার ব্যবহার হয়।

লগারে ডাটা ডিজিটাল আকৃতির উপস্থাপিত হয়, ডাটাগুলোকে ত্রুটিবিহীনভাবে ম্যানিপুলেট করা হয় এবং পাঠের জন্য প্রক্রিয়াকরণ করা হয়।

লগিং পর্যায় (Logging Sequance) পুশ বাটন চাপের মাধ্যমে ম্যানুয়ালি অথবা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ক্লক (Clock) দ্বারা শুরু করা যায়। বর্তমানে ডাটা লগার নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় ঃ

১। পাওয়ার জেনারেশন প্লান্ট
২। পেট্রোকেমিক্যাল ইনস্টলেশন
৩। অবিরত প্রসেস প্লান্ট
৪। ইঞ্জিন টেস্টিং
৫। কম্পোনেন্ট ইভ্যালুয়েশন।

ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্য ঃ

১। **মডুলারিটি (Modularity) ঃ** পদ্ধতি মডুলভিত্তিক হতে হবে যাতে সহজে সক্রিয়ভাবে সম্প্রসারণ ক্রিয়া সম্পাদন করা যায়।

২। **বিশ্বাসযোগ্যতা এবং এবড়োথেবড়ো (Reliability and Ruggedness) ঃ** শিল্প এলাকার নোংরা ও নিকৃষ্ট পরিবেশেও যাতে গোলযোগ ব্যতীত অবিরত পরিচালিত হতে হবে, সে রকম বিশ্বাসযোগ্যতা ও এবড়োথেবড়ো গুণসম্পন্ন হতে হবে।

৩। **সঠিকতা (Accuracy) ঃ** ব্যবহারকালীন সময়ে বিশেষ সঠিকতা অবলম্বন করার গুণ থাকতে হবে।

৪। **নির্বাহী হাতিয়ার (Management Tool) ঃ** সরল ডাটা অ্যাকুইজিশনসহ অন্যান্য কার্যাবলিও সম্পাদন করার গুণ থাকতে হবে এবং ফলাফল হস্তচালিত আকৃতিতে (handy Form) উপস্থাপিত করার গুণাগুণও থাকতে হবে।

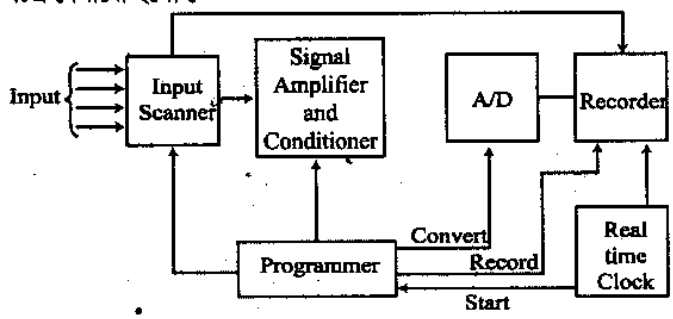
৫। **সহজে ব্যবহার উপযোগিতা (Easy to Use) ঃ** ইহার ব্যবহার, অপারেশন এবং সম্প্রাসরণ ইত্যাদি কার্যকলাপ অপারেটরের পক্ষে সহজবোধ্য হওয়া বাঞ্ছনীয়।

ডাটা লগারের মৌলিক কার্য (Basic Operation of a Data Logger) ঃ ডাটা লগার, অ্যানালগ ও ডিজিটাল উভয় সিগন্যাল দ্বারা উত্তেজিত হতে পারে। তবে যে কোন সিগন্যালই হোক না কেন তাকে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তরিত করে নিতে হবে। রেকর্ডিং ডিভাইস প্রিন্টেড লগ অথবা পাঞ্চ পেপার টেপ (Punched Paper Tape) হতে পারে। প্রিন্টেড আউটপুট পেপার স্ট্রিপের উপর সারি সারি ভাবে লিপিবদ্ধ হবে অথবা টাইপ আকারে পৃষ্ঠায় লিখিত হবে।

ডাটা লগারের মূল অংশগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। ইনপুট স্ক্যানার (Input Scanner)
২। সিগন্যাল কন্ডিশনার (Signal Conditioner)
৩। এ/ডি কনভার্টার (A/D Converter)
৪। রেকর্ডিং ইকুইপমেন্ট (Recording Equipment)
৫। প্রোগ্রামার (Programmer)।

নিচে ডাটা লগারের ব্লক চিত্র দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৮.৬ Block Diagram of a Data Logger

এখানে ইনপুট স্ক্যানার স্বয়ংক্রিয় পর্যায়ক্রমিক সুইচ হিসাবে কাজ করে, যা প্রত্যেক সিগন্যালকে পর্যায়ক্রমে গ্রহণ করে। নিম্ন লেভেলের সিগন্যালকে মাল্টিপ্লাই করে 5 ভোল্ট লেভেলে নেয়া হয়। সিগন্যাল পরিমাপক প্যারামিটারের সাথে সমানুপাতিকভাবে লিনিয়ার না হলে সিগন্যাল কন্ডিশনার দ্বারা সিগন্যালকে লিনিয়ারাইজড করা হয়।

A/D কনভার্টার দ্বারা অ্যানালগ সিগন্যালকে রেকর্ডিং ইকুইপমেন্টে চালনার উপযোগী ডিজিটাল সিগন্যালে পরিণত করা হয়।

প্রোগ্রামার (Programmer) লগারের বিভিন্ন আইটেমের পর্যায়ক্রমিক অপারেশনকে নিয়ন্ত্রণ করে। প্রোগ্রামার, স্ক্যানারকে নতুন চ্যানেল ধরার সংবাদ জানায় এবং স্ক্যানার, কনভার্টার এবং রেকর্ডার হতে সংবাদ গ্রহণ করে।

রিয়াল টাইম ক্লক (Real Time Clook) পুরো পদ্ধতিকে স্বয়ংক্রিয় করতে সহায়তা করে। ক্লক, প্রোগ্রামকে পরিমাপের পর্যায়ক্রমিক সিগন্যাল নির্বাচন করতে নির্দেশ (Command) পাঠায়।

ডাটা লগারের ইনপুট স্ক্যানারে নিম্নের বিভিন্ন ধরনের ইনপুট সিগন্যাল দেয়া যেতে পারে ঃ

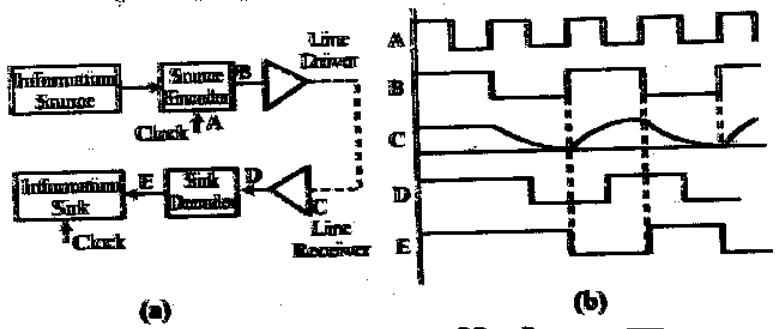
১। প্রেসার ট্রান্সডিউসার থেকে উচ্চ স্তরের সিগন্যাল
২। থার্মোকাপল থেকে নিম্ন লেভেলের সিগন্যাল
৩। এসি সিগন্যাল
৪। নিউমেটিক (Pneumatic) ট্রান্সডিউসার থেকে নিউমেটিক সিগন্যাল
৫। সুইচ/রিলে থেকে অন/অফ সিগন্যাল
৬। টেকোমিটার থেকে পালস রাশি
৭। ডিজিটাল পরিমাণসমূহ (Digital Quantities)।

৮.৫ ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতি (Method of data transmission) ঃ

ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতি নিচের স্টেজগুলো নিয়ে গঠিত ঃ

১ ।। সংবাদ উৎস (Information Source)
২ ।। সোর্স এনকোডার (Source Encoder)
৩ ।। লাইন ড্রাইভার (Line Driver)
৪ ।। লাইন রিসিভার (Line Receiver)
৫ ।। সিংক ডিকোডার (Sink Decoder)
৬ ।। ইনফরমেশন সিংক (Information Sink) ।।

ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির বিভিন্ন স্টেজ (অংশ)-গুলো নিচে ব্লক চিত্রে দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৮.৭ (a) ডাটা ট্রান্সমিশন সিস্টেম (b) বিভিন্ন স্টেজের ওয়েভ ফরম

বর্ণনা (Description) ঃ

(i) ইনফরমেশন সোর্স (Information Source) ঃ যে স্থান (উৎস) হতে ডাটাকে উপযোগী মাধ্যমে গন্তব্যস্থানে (destination) প্রেরণ করা হয়।

ইনফরমেশন সোর্স, কম্পিউটার টার্মিনাল, ডিজিটাইজড ট্রান্সডিউসারের আউটপুট অথবা অন্য কোন ডিভাইস দ্বারা সৃষ্ট কি রাশি হতে পারে। চিত্র ৮.৭-এ এই পদ্ধতির এনফরমেশন রেইট দেখানো হলো।

(ii) সোর্স এনকোডার (Source Encoder) ঃ ইনফরমেশনে সোর্সকে ডাটার লজিক্যাল অপারেশন সম্পাদনের জন্য ক্লক সংযুক্ত সোর্স এনকোডারে সরবরাহ করা হয়। সোর্স এনকোডার, লাইন ড্রাইভারের জন্য ডাটা কনট্রোলিং স্ট্রিম (Stream) উৎপাদন করে।

(iii) লাইন ড্রাইভার (Line Driver) ঃ লাইন ড্রাইভার, সোর্সের অভ্যন্তরীণ লজিক লেভেলকে ট্রান্সমিশন লাইনের সাথে সংযুক্ত করে। ট্রান্সমিশন লাইন, লাইন ড্রাইভার দ্বারা উৎপাদিত সিগন্যালকে লাইন রিসিভারে বহন করে নিয়ে আসে।

(iv) লাইন রিসিভার (Line Receiver) ঃ লাইন রিসিভার নির্ধারিত থ্রেশহোল্ড (Threshold) লেভেল এবং গৃহীত সিগন্যালের মধ্যে তুলনা করে লজিক স্টেট সিগন্যাল নির্ধারণের সিদ্ধান্ত তৈরি করে।

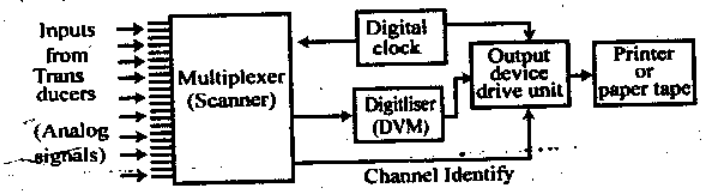
(v) সিংক ডিকোডার (Sink Decoder) ঃ সিংক ডিকোডার, লাইন রিসিভার দ্বারা উদ্ধারকৃত বাইনারি বিটের লজিক অপারেশন সম্পাদন করে।

(vi) ইনফরমেশন সিংক (Information Sink) ঃ ইনফরমেশন সিংক হলো ইনফরমেশন সোর্স ডাটার গন্তব্যস্থান যাতে উদ্ধারকৃত বাইনারি ডাটা অতিক্রান্ত হয়।

৮.৬ ডিজিটাল রেকর্ডিং এবং ডিজিটাল পদ্ধতিতে রেকর্ডারের ব্যবহার (Digital recording and use of recorder in digital system) ঃ

তথ্য বা ডাটাসমূহকে ডিজিটাল আকৃতিতে সংরক্ষণ করার পদ্ধতিকে ডিজিটাল রেকর্ডিং বলে। ডিজিটাল ডাটা বা Information-কে রেকর্ড করার জন্য যে সকল ডিভাইসগুলোকে ব্যবহার করা হয় সেগুলো হল– (i) Keyboard, (ii) Paper tape, (iii) Punh cards, (iv) Magnetic Tapes, (v) Computer read out.

ডাটা রেকর্ডিং পদ্ধতিটি একটি ডিজিটাল ইনস্ট্রুমেন্টের চতুর্দিকে built-in অবস্থায় থাকে। digital recording পদ্ধতি সম্পাদনের একটি স্কিমেটিক চিত্র দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ৮.৮ ডিজিটাল ডাটা রেকর্ডিং সিস্টেম

অনেকগুলো অ্যানালগ সিগন্যালকে Multiplexed করে একটি ডিজিটাল কনভার্টারে দেওয়া হয়। এখানে ডিজিটাল কনভার্টার হল একটি ডিজিটাল ভোল্টমিটার (DVM)। এর আউটপুটকে একটি ড্রাইভার ইউনিটের মাধ্যমে প্রিন্টার কিংবা পেপার পাঞ্চ কার্ডে দেয়া হয়। স্ক্যানিং শুরু করার জন্য ১ সেকেন্ড, ১ মিনিট কিংবা ১ ঘন্টা পর পর ডিজিটাল ক্লক, মাল্টিপ্লেক্সারকে একটি কমান্ড পালস প্রদান করে। Clock থেকে আউটপুট ডিভাইসে একটি সংকেত সরবরাহ করা হয়, যা দ্বারা মাল্টিপ্লেক্সিং শুরুর সময় রেকর্ড করা হয়।

ডিজিটাল সিস্টেমে রেকর্ডারের ব্যবহার (Use of recorder in digital system) ঃ ডিজিটাল সোর্স হতে উৎপন্ন ডিজিটাল ডাটা x-y রেকর্ডারের মাধ্যমে প্লট ও দৃশ্যমান করা হয়। উল্লেখিত ডাটা উৎসসমূহের মধ্যে আছে– (i) Keyboard, (ii) Paper tape, (iii) punch and (iv) magnetic tapes, (v) teletype receiving terminals (vi) Computer read out ইত্যাদি।

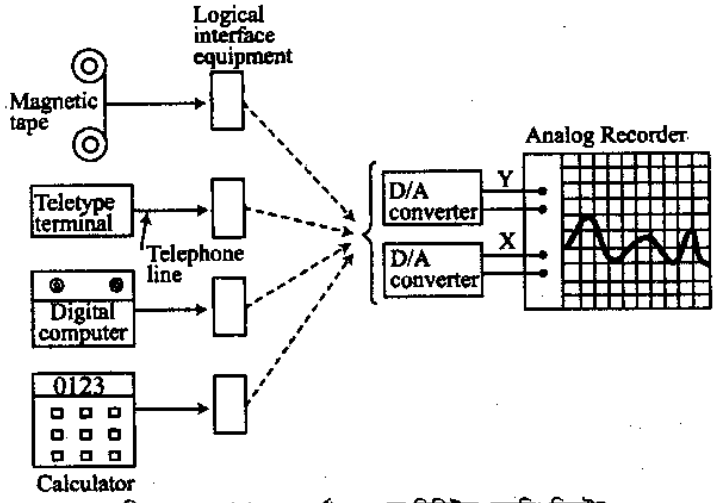
রেকর্ডার ডিজিটাল সিস্টেমে দুটি বৃহৎভাগে সংযুক্ত হতে পারে–

(১) অ্যানালগ ধরনের রেকর্ডার, যা প্রতিটি অক্ষে (axis) ভোল্টেজ লেভেলে সাড়া প্রদান করে। D/A কনভার্টার হতে x ও y অভিমুখে চলাচলের জন্য ভোল্টেজ উত্তেজনা আসে। এই কনভার্টারসমূহের সজ্জিত ইনপুট ডিজিটাল সিস্টেমের মাধ্যমে সম্পৃক্ত হয়।

(২) একমাত্র ডিজিটাল সিস্টেমের জন্য রেকর্ডার ডিজাইন করা হয় এবং তা ধাপে ধাপে ড্রাইভার সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত। ডিজিটাল রেকর্ডিং সিস্টেমের স্টেপিং গতির জন্য রেকর্ডারের উপযুক্ত বিট রেইটে ডাটা প্রবেশ করে।

অ্যানালগ রেকর্ডার ব্যবহৃত সিস্টেম (System using alalog recorders) ঃ চিত্র ৮.৯-এ একটি x-y রেকর্ডারে অ্যানালগ সিস্টেম রেকর্ডিং এর প্রধান অংশসমূহ ব্লক ডায়াগ্রামের সাহায্যে দেখানো হল। প্রত্যেক ক্ষেত্রে ডিজিটাল ইনফরমেশন অবশ্যই অ্যানালগ ভোল্টেজ আকারে রূপান্তর করে প্রয়োগ করা হয়। আর x ও y অক্ষে প্রযুক্ত এই অ্যানালগ ভোল্টেজ অনুসারে অ্যানালগ রেকর্ডার চালিত হয়ে ডিজিটাল ডাটার রেকর্ডিং কার্য সম্পন্ন হয়ে থাকে।

এখানে, ডিজিটাল পদ্ধতির আসল উপাদান হল একটি x-y রেকর্ডার, যা থেকে সরবরাহ দেওয়া হয়। প্রত্যেক ক্ষেত্রে ডিজিটাল তথ্যকে analog voltage আকৃতিতে প্রক্রিয়াকরণ (Conditioned) করা হয়।

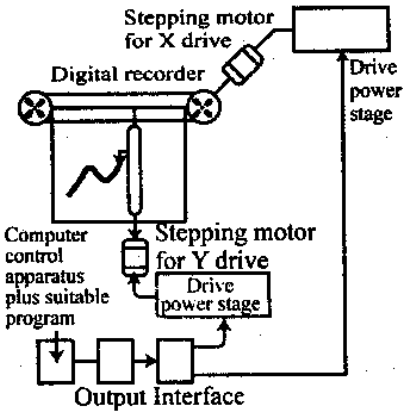


চিত্র ঃ ৮.৯ অ্যানালগ রেকর্ডার ব্যবহৃত ডিজিটাল রেকর্ডিং সিস্টেম

ডিজিটাল রেজর্ডার ব্যবহৃত সিস্টেম (System using digital recorder) ঃ

নিচের চিত্রে ডিজিটাল রেকর্ডার ব্যবহার করে digital recording পদ্ধতি দেখানো হল ঃ

কম্পিউটারকে এমনভাবে প্রোগ্রাম করা হয় যাতে তথ্যসমূহের ভেঙ্গে ভেঙ্গে x, y কো-অর্ডিনেট আকৃতিতে আনা হয় এবং রেকর্ডারের গ্রহণযোগ্য (acceptable) হারে অপারেট করতে পারে। রেকর্ডারের অক্ষ (x, y)-সমূহ একটি শক্তিশালী Stepping motor দ্বারা পরিচালিত হয়। ডাটা প্রবেশের প্রত্যেক Step-কে অনুসরণ করে Stepping motor পরিচালিত হয়ে recording ক্রিয়া সম্পাদন করে।



চিত্র ঃ ৮.১০ ডিজিটাল রেকর্ডার ব্যবহৃত ডিজিটাল রেকর্ডিং সিস্টেম

অনুশীলনী-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ডাটা লগারের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১১, ১২, ১৩]
অথবা, Data logger দিয়ে কী কাজ করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, ডাটা লগারের মূল কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর ঃ ডাটা লগার ইচ্ছা অনুযায়ী দ্রুত ও সঠিকভাবে ডাটাকে পরিমাপ ও রেকর্ড করতে পারে।

২। **ডাটাকে কয়ভাবে প্রেরণ করা যায়?**
উত্তর ঃ ডাটাকে দু'ভাবে প্রেরণ করা যায়, যথা ঃ
(i) সুদূর দূরত্বে (Long distance)
(ii) স্বল্প দূরত্বে (Short distance)।

৩। **একাধিক উৎস হতে তথ্য রূপান্তরের জন্য কোন ধরনের ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?**
উত্তর ঃ অ্যানালগ তথ্যকে একের অধিক উৎস হতে রূপান্তর করার জন্য মাল্টিপ্লেক্সার ব্যবহার করা হয়।

৪। **স্যাম্পল হোল্ড বর্তনী কেন ব্যবহার করা হয়?**
অথবা, Sample and hold circuit কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর ঃ সঠিকভাবে রূপান্তরিত তথ্যের গতি বৃদ্ধির জন্য স্যাম্পল হোল্ড (Sample hold) বর্তনী ব্যবহার করা হয়।

৫। **অটোমেটিক ডাটা লগার কেন ব্যবহার করা হয়?**
উত্তর ঃ প্লান্টের দক্ষতা কম্পিউটারায়ন ও প্লান্টের জরুরি মুহূর্তে সতর্ক অবস্থার লজিক বিশ্লেষণের জন্য অটোমেটিক ডাটা লগার ব্যবহার হয়।

৬। **ডাটা লগারের মূল অংশগুলো কী কী?**
উত্তর ঃ ডাটা লগারের মূল অংশগুলো নিম্নরূপ ঃ
১। ইনপুট স্ক্যানার
২। সিগন্যাল কন্ডিশনার
৩। A/D কনভার্টার
৪। রেকর্ডিং ইকুইপমেন্ট
৫। প্রোগ্রামার।

৭। **ডাটা লগারের প্রোগ্রামারের কাজ কী?**
উত্তর ঃ প্রোগ্রামার লগারের বিভিন্ন আইটেমের পর্যায়ক্রমিক অপারেশনকে নিয়ন্ত্রণ করে।

৮। **মাল্টিপ্লেক্সারের আউটপুটে সংযুক্ত ডিভাইসগুলো কী কী?**
উত্তর ঃ মাল্টিপ্লেক্সারের আউটপুটে অ্যানালগ ডাটাকে প্রদর্শন, পরিমাপ ও রেকর্ডের জন্য মিটার, ডিসপ্লে ডিভাইস এবং রেকর্ডার ব্যবহার করা হয়।

৯। **এ/ডি কনভার্টারের আউটপুট ডিভাইস কী কী?**
উত্তর ঃ এ/ডি কনভার্টারের আউটপুট ডিভাইস হিসেবে প্রিন্টার, ডিজিটাল ডিসপ্লে, ম্যাগনেটিক টেপ এবং কম্পিউটার প্রসেসিং ব্যবহার করা হয়।

১০। **ডিজিটাল রেকর্ডিং পদ্ধতির আসল উপাদান কী?**
উত্তর ঃ ডিজিটাল রেকর্ডিং পদ্ধতির আসল উপাদান একটি X–Y রেকর্ডার।

১১। **Digital recording-এ ব্যবহৃত device-গুলো কী কী?**
উত্তর ঃ
(i) Keyboard,
(ii) Paper type,
(iii) Punch cards,
(iv) Magnetic tape,
(v) Computer read out.

১২। **ডাটা লগার কী?** [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর ঃ যার দ্বারা ইচ্ছা অনুযায়ী দ্রুত ও সঠিকভাবে ডাটাকে পরিমাপ ও রেকর্ড করা যায়, তাকে ডাটা লগার বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ডাটা অ্যাকুইজিশন বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১২, ১৪]
অথবা, ডাটা Acquisition কী? [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ ইনস্ট্রুমেন্টেশন এবং কন্ট্রোল পদ্ধতিতে আউটপুট ডিভাইসকে কন্ট্রোল বা ড্রাইভ করার জন্য দ্রুত, নির্ভুল এবং সংগত খরচে ইনপুট ডাটা সংগ্রহের পদ্ধতি এবং তৈরিকৃত সিগন্যালকে প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে রেকর্ড বা ডিসপ্লে করার পদ্ধতিকে ডাটা অ্যাকুইজিশন বলে।

২। **ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে কোন কোন বিষয় বিবেচনা করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর ঃ ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে নিম্নের বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়, যথা ঃ
(i) সেন্সর
(ii) প্রয়োজনীয় সিগন্যাল কন্ডিশনিং
(iii) ডাটা কনভার্সন
(iv) ডাটা প্রসেসিং
(v) মাল্টিপ্লেক্সিং
(vi) ডাটা হ্যান্ডলিং
(vii) স্টোরেজ এবং ডিসপ্লে পদ্ধতি।

৩। **ডাটা লগারের মূল কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৯, ১১, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ কোন প্লান্টের বিভিন্ন অংশে স্থাপিত পরিমাপ যন্ত্রের পাঠকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে রেকর্ড করাই হলো ডাটা লগারের মূল কাজ।

৪। **ডাটা লগারের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

উত্তর ঃ ডাটা লগারের প্রয়োগক্ষেত্রসমূহ নিম্নরূপ ঃ
(i) পাওয়ার জেনারেশন প্লান্ট
(ii) পেট্রোকেমিক্যাল ইনস্টলেশন
(iii) অবিরত প্রসেস প্লান্ট
(iv) ইঞ্জিন টেস্টিং
(v) কম্পোনেন্ট ইভ্যালুয়েশন।

৫। **ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

উত্তর ঃ ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ
(i) মডুলারিটি (Modularity)
(ii) বিশ্বাসযোগ্যতা এবং এবড়োথেবড়ো (Reliability and Ruggedness)
(iii) সঠিকতা (Accuracy)
(iv) নির্বাহী হাতিয়ার (Management Tool)
(v) সহজে ব্যবহার উপযোগী (Easy to use)।

৬। **ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির স্টেজগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০]
অথবা, Data transmission system এর আবশ্যকীয় উপাদানের নামগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির ধাপগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতি নিচের স্টেজগুলো নিয়ে গঠিত ঃ
(i) সংবাদ উৎস (Information Source)
(ii) সোর্স এনকোডার (Source Encoder)
(iii) লাইন ড্রাইভার (Line Driver)
(iv) লাইন রিসিভার (Line Receiver)
(v) সিংক ডিকোডার (Sink Decoder)
(vi) ইনফরমেশন সিংক (Information Sink)।

৭। **সিঙ্গেল চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি কীভাবে গঠিত?**

উত্তর ঃ একটি সিগন্যাল কন্ডিশনার নিয়ে গঠিত যাতে একটি A/D কনভার্টার যুক্ত থাকে এবং যাতে A/D অভ্যন্তরীণ নির্ধারিত হারে পৌনঃপুনিক কনভার্শন কার্য মুক্তভাবে সম্পাদন করে। এর আউটপুট ডিজিটাল কোডযুক্ত শব্দ হয়ে থাকে।

৮। **সিঙ্গেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির অসুবিধা কী কী?**

উত্তর ঃ সিঙ্গেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে দুটি অসুবিধা পরিলক্ষিত হয় ঃ

(i) ইহা ধীরগতিসম্পন্ন। এতে BCD-কে বাইনারি কোডিং-এ পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়।

(ii) যখন ইহা মুক্তভাবে চালিত তখন A/D কনভার্টার থেকে ইন্টারফেস রেজিস্টারের DPM দ্বারা নির্ধারিত হারে ডাটা রূপান্তরিত করার প্রয়োজন হয়।

৯। **ডাটা লগারের ইনপুট স্ক্যানারে কোন ধরনের ইনপুট সিগন্যাল দেয়া যেতে পারে?**

উত্তর ঃ ডাটা লগারের ইনপুট স্ক্যানারে নিম্ন ধরনের ইনপুট সিগন্যাল দেয়া যেতে পারে, যথা ঃ

(i) প্রেসার ট্রান্সডিউসার থেকে উচ্চ স্তরের সিগন্যাল

(ii) থার্মোকাপল থেকে নিম্ন লেভেলের সিগন্যাল

(iii) এসি সিগন্যাল

(iv) নিউমেটিক সিগন্যাল (Pneumatic Signal)

(v) সুইচ/রিলে থেকে অন/অফ সিগন্যাল।

(vi) টেকোমিটার থেকে পাল্‌স রাশি

(vii) ডিজিটাল পরিমাণসমূহ (Digital quantities)।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ডাটা অ্যাকুইজিশন বলতে কী বুঝায়? ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর।** [বাকাশিবো-০৩, ১০, ১১, ১৩]
অথবা, ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **মাল্টিচ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ইনস্ট্রুমেন্টশনে ডাটা অ্যাকুইজিশনের প্রয়োজনীয়তা লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **সিংগেল চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। এর অসুবিধাগুলো কী কী?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **ডাটা লগারের মৌলিক কার্যনীতি বর্ণনা কর।**
অথবা, ডাটা লগারের ব্লক চিত্রসহ সংক্ষেপে বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্যগুলো আলোচনা কর এবং প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির স্টেজগুলোর কার্যপ্রণালি ধারাবাহিকভাবে (ব্লক চিত্রের সাহায্যে) বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **ডিজিটাল ডাটা রেকর্ডিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রসহ বিস্তারিত বর্ণনা কর।**
অথবা, Digital data recording পদ্ধতি ব্লক চিত্রসহ আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **অ্যানালগ রেকর্ডার ব্যবহার করে ডিজিটাল রেকর্ডিং পদ্ধতি চিত্রসহ বুঝিয়ে দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৯

কন্ট্রোল মতবাদ সম্পর্কে ধারণা
(Concept of control theory)

৯.১ কন্ট্রোল পদ্ধতির প্রকারভেদ (Types of control system) ঃ

যে পদ্ধতিতে কোন ভৌত বা প্রসেস ভেরিয়্যাবলকে কার্যক্ষমভাবে অথবা অন্য কোন পদ্ধতির দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়, তাকে কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রকারভেদ করার জন্য বিভিন্ন বিষয় বিবেচনা করা হয়।

(১) বিভবন্যাসের ভিত্তিতে কন্ট্রোল সিস্টেম দুই প্রকার ঃ

(ক) ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Open Loop Control System)

(খ) ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Closed Loop Control System)

(২) আউটপুটের ধাপের ভিত্তিতে কন্ট্রোল সিস্টেম দুই প্রকার ঃ

(ক) টু স্টেপ পদ্ধতি (Two Step Control System)

(খ) থ্রি স্টেপ পদ্ধতি (Three Step Control System)

(৩) ইনপুটের সাথে আউটপুটের সম্পর্কের ভিত্তিতে কন্ট্রোল সিস্টেম দুই প্রকার ঃ

(ক) সিংগেল মুড কন্ট্রোল সিস্টেম (Single Mode Control System)

(খ) কম্পাউন্ড মুড কন্ট্রোল সিস্টেম (Compound Mode Control System)।

সিংগেল মুড কন্ট্রোল সিস্টেম আবার তিন প্রকার ঃ

(i) প্রোপরশনাল কন্ট্রোল সিস্টেম (Proportional Control System)

(ii) ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল সিস্টেম (Derivative Control System)

(iii) ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল সিস্টেম (Integral Control System)

কম্পাউন্ড কন্ট্রোল সিস্টেম আবার তিন প্রকার ঃ

(i) প্রোপরশনাল ও ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল (Proportional and Derivative Control System)

(ii) প্রোপরশনাল ও ইন্টিগ্র্যাল (Proportional and Intregral)

(iii) প্রোপরশনাল ও ডেরিভেটিভ ও ইন্টিগ্রাল সিস্টেম (Proportional and Derivative and Intregral Control System)

(৪) সিগন্যালের ভিত্তিতে কন্ট্রোল সিস্টেম তিন প্রকার ঃ

(ক) অ্যানালগ কন্ট্রোল সিস্টেম (Analog Control System)

(খ) ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম (Digital Control System)

(গ) কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Computer Control System)।

কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম তিন প্রকার ঃ

(i) অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Off Line Computer Control System)

(ii) অন লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (On Line computer Control System)

(iii) হাইব্রীড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Hybrid Computer Control System)।

৯.২ ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল এর নীতি (Principles of open loop & closed loop control system) ঃ

(ক) ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Open loop control system) ঃ

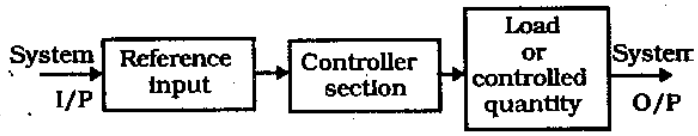
যে কন্ট্রোল সিস্টেমে, কন্ট্রোল অ্যাকশন ইহার আউটপুটের উপর নির্ভরশীল নয় অর্থাৎ ইনপুট কোয়ান্টিটির উপর আউটপুটের কোন প্রভাব থাকে না, তাকে ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। উদাহরণস্বরূপ–

(i) ইলেকট্রনিক টোস্টার (Electronic Toaster)

(i) ট্রাফিক লাইট কন্ট্রোল (Traffic Light Control)

(ii) ওয়াশিং মেশিন (Washing machine)।

ওপেন লুপ সিস্টেমের চিত্র ৯.১-এ দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ৯.১

রেফারেন্স ইনপুট (Reference input) ঃ কন্ট্রোলারকে অপারেট করার জন্য, প্রয়োজনীয় ইনপুট এই রেফারেন্স ইনপুট সেকশন হতে দেয়া হয় এবং তা কন্ট্রোলার সেকশনে যায়।

কন্ট্রোলার সেকশন (Controller section) ঃ রেফারেন্স ইনপুট হিসাবে কন্ট্রোলার সেকশন লোডকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং কন্ট্রোলার হিসাবে রিলে, সার্কিট ব্রেকার, মোটর ইত্যাদি ডিভাইসকে অপারেট করা হয়।

লোড বা নিয়ন্ত্রিত পরিমাণ (Load or Controlled Quantity) ঃ কন্ট্রোলারের মাধ্যমে যে ডিভাইসটিকে নিয়ন্ত্রণ বা অন (ON) ও অফ (OFF) করানো হয়, তাই লোড বা কন্ট্রোল কোয়ান্টিটি।

সিস্টেম আউটপুট (System output) ঃ এখানে আউটপুট ডিভাইস হিসাবে আউটপুট মোটর রিলে ব্যবহার করা হয়। কিন্তু কন্ট্রোল সিস্টেম প্রসেসে ডিসটারবেন্স থাকায় তা সঠিক পরিমাপে পরিমাণাংকিত নয়।

(খ) ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Closed loop control System) ঃ

যে কন্ট্রোল সিস্টেমে, কন্ট্রোল অ্যাকশনটি ইহার আউটপুটের উপর নির্ভর করে অর্থাৎ আউট কোয়ান্টিটি, ইনপুট কোয়ান্টিটির উপর প্রভাববিস্তার করে, তাকে ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Closed loop Control System) বলে। উদাহরণস্বরূপ–

(i) অটোমেটিক স্পিড কন্ট্রোল সিস্টেম

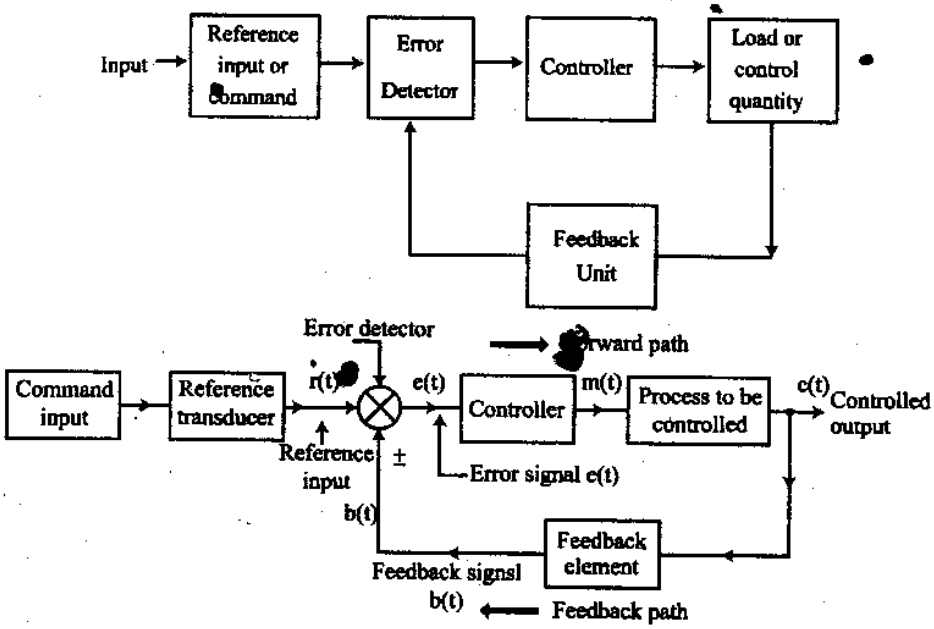
(ii) লিকুইড লেভেল কন্ট্রোল

(iii) অটোমেটিক টেম্পারেচার কন্ট্রোল।

নিচে ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের বিভিন্ন অংশের ব্লকের বর্ণনা দেয়া হলো ঃ

রেফারেন্স ইনপুট অথবা কমান্ড (Refference input or Command) ঃ এটা এক ধরনের ট্রান্সডিউসার বিশেষ, যার মাধ্যমে কন্ট্রোল পরিমাণকে কন্ট্রোল করার জন্য প্রয়োজনীয় ইনপুট সিগন্যাল এরর ডিটেক্টর স্টেজে প্রেরণ করা হয়।

এরর ডিটেক্টর (Error detector) ঃ রেফারেন্স ইনপুট এবং ফিডব্যাক ইনপুট এর মধ্যে কোন পার্থক্য থাকলে তা নির্ধারিত করে কন্ট্রোলারে দেয়াই হলো এরর ডিটেক্টর এর কাজ। যদি রেফারেন্স ইনপুট এবং ফিড ব্যাক ইনপুট সমান হয়, তবে এরর ডিটেক্টর এর আউটপুট শূন্য হবে এবং তখন বুঝতে হবে যে, লোডটি আকাঙ্ক্ষিত চাহিদার কাজ সম্পন্ন করবে।



চিত্র ঃ ৯.২ ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

কন্ট্রোলার (Controller) ঃ এরর ডিটেক্টর থেকে কোন ভোল্টেজ বা সিগন্যাল কন্ট্রোলারে আসলে কন্ট্রোলারে উক্ত সিগন্যাল অনুসারে লোড বা কন্ট্রোল পরিমাণকে নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

নিয়ন্ত্রিত পরিমাণ বা লোড (Control quantity or load) ঃ যে বস্তুটিকে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে তার কাজের উপর ভিত্তি করে ফিড ব্যাক সিগন্যাল তৈরি করে ত্রুটি নির্ণয়কারী স্টেজে পাঠানো হয়, উক্ত ফিডব্যাক সিগন্যাল কন্ট্রোল কোয়ান্টিটি বা লোডের উপর নির্ভরশীল। উদাহরণস্বরূপ, লোড হিসাবে একটি মোটরের কথাই ধরা যাক। যদি কোন মোটর এর গতি নিয়ন্ত্রণের জন্য উক্ত সিস্টেমটি তৈরি করা হয়, তবে মোটর এর গতির উপর ফিডব্যাক সার্কিটের আউটপুট সিগন্যাল নির্ভরশীল হবে। অর্থাৎ গতি বাড়লে ফিড ব্যাক সার্কিটের আউটপুট সিগন্যাল বাড়বে, তবে গতি কমলে ফিড ব্যাক সার্কিটের আউটপুট কমবে।

ফিডব্যাক ইউনিট (Feedback Unit) ঃ এর মাধ্যমে ফিজিক্যাল কোয়ান্টিটিকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর (Convert) করা হয়। আর এগুলোকে বলা হয় সেন্সর বা ট্রান্সডিউসার। এই এলিমেন্ট হতে উৎপন্ন সিগন্যালকে ফিডব্যাক নেটওয়ার্কের মাধ্যমে আনুপাতিক হারে ডিটেক্টরে প্রদান করা হয়।

ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা ঃ

(i) আনস্ট্যাবল প্রোসেসগুলো স্ট্যাবিলাইজ করতে পারে।
(ii) ডিস্ট্রার্ব্যান্স-এর পরিমাণ অনেক কম।
(iii) প্যারামিটারের ভেরিয়েশনে এর সেনসিটিভিটি কম হয়।
(iv) অনিশ্চিত মডেলে নিশ্চিত দক্ষতা প্রদর্শন যদিও মডেল বাস্তব প্রসেসের সাথে যথাযথভাবে না মিলে বা মডেল প্যারামিটারগুলো সুনির্দিষ্ট না হয়।
(v) কিছু সিস্টেমে রেফারেন্স ট্র্যাকিং সিস্টেমের ইমপ্রুভ হয়।

৯.৩ ট্রান্সফার ল্যাগ এর অর্থ (Meaning of transfer lag) ঃ

ট্রান্সফার ল্যাগ (Transfer Lag) ঃ কোন কন্ট্রোল সিস্টেমে ইনপুট সিগন্যাল প্রয়োগ করার সাথে সাথে আউটপুট রেসপন্স পেতে কিছু সময়ের বিলম্ব ঘটে। এই সময়কেই ট্রান্সফার ল্যাগ স্থানান্তরিত সময়ের বিলম্ব বলে। অর্থাৎ কোন কন্ট্রোল সিস্টেমে ইনপুট সিগন্যাল প্রয়োগ করার যতটুকু সময় পর আউটপুট সিগন্যাল পাওয়া যায় সেই সময় বিলম্বকেই ট্রান্সফার ল্যাগ স্থানান্তরিত সময়ের বিলম্ব বলে। কোন কন্ট্রোল সিস্টেমে এই ট্রান্সফার ল্যাগ যত কম হবে সিস্টেম তত দ্রুত কাজ করবে বা রেসপন্স পাওয়া যাবে।

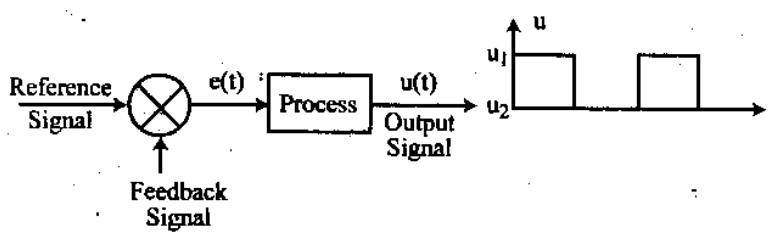
দূরত্ব/বেগ (Distance/velocity) ঃ কন্ট্রোল সিস্টেম প্রাথমিক অবস্থান হতে এর বিচ্যুতি যে সময়ের সাপেক্ষে যে দূরত্বে অবস্থান করে, তাকে এর ট্রান্সফার দূরত্ব বলে।

উক্ত অবস্থান হতে পুনরায় পূর্বাবস্থানে ফিরে আসার জন্য যে স্থানান্তরের সাপেক্ষে যে সময়ের জন্য বেগ কাজ করে, তাকে ট্রান্সফার (Transfer velocity) বলে।

৯.৪ দুই স্টেপ এবং তিন স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Two-step & three-step control system) ঃ

দুই স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি (Two-step Control System) ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউপুট সিগন্যাল শূন্য বা সর্বোচ্চ হয়, তাকে দুই স্টেপ কন্ট্রোল (Two-step Control) বলে। এতে সক্রিয় উপাদানের (Actuating element) দুটি নির্ধারিত অবস্থান (Fixed position) থাকে— একটি হলো on, অন্যটি off. ইহা সহজ পদ্ধতি হওয়াতে ইন্ডাস্ট্রিয়াল এবং ডোমেস্টিক কন্ট্রোল সিস্টেমে ইহা বেশি ব্যবহৃত হয়। তবে যেখানে কন্ট্রোল ভেরিয়্যাবল পরিবর্তন ধীরে হয় সেখানে ইহা ব্যবহার করা হয়।

এ পদ্ধতি বুঝানোর জন্য একটি বাইমেটালিক থার্মোস্ট্যাট কন্ট্রোল পদ্ধতি বিবেচনা করা যায় যা কোন সিস্টেমের তাপমাত্রাকে স্বয়ংক্রীয় নিয়ন্ত্রণ করে। অর্থাৎ এটি একটি অন-অফ সুইচ যা তাপমাত্রার পরিমাণ হিসাবে অন-অফ হয়। যখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় তবে বাইমেটালিক স্ট্রিপটি অফ হয়ে যায়। ফলে হিটার ও অফ হয়ে যায়। আবার যখন তাপমাত্রা কমে যায় তবে বাইমেটালিক স্ট্রিপটি অন হয় ফলে হিটারটি আবার অন হয়ে যায়। অর্থাৎ এই সিস্টেমের আউটপুট শুধুমাত্র অফ বা অন। অন্য কোন অবস্থা নেই। এ কারণেই একে অন-অফ কন্ট্রোল সিস্টেম বা টু-পজিশন (Two position) কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। নিম্নের চিত্রে এ পদ্ধতি দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ৯.৩ টু-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম

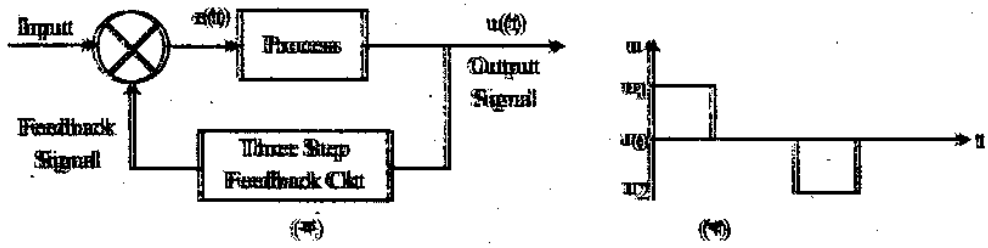
আউটপুট u(t) এবং এরর সিগন্যাল e(t) হয়।

তবে $u(t) = u_1$ for $e(t) > 0$

u_2 for $e(t) < 0$

এখানে u_1 এবং u_2 হলো যথাক্রমে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন আউটপুট।

তিন স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি (Three step control System) ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমের আউটপুটে তিনটি ধাপ (step) থাকে, তাকে থ্রি স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Three-step control system) বলে। এ প্রকার নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে উচ্চ এবং নিম্ন অবস্থানের মাঝখানে সমান্তরাল একটি স্টেপকে (step) নেয়া হয়।



চিত্র ঃ ৯.৪ থ্রি-স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম

(খ) নং চিত্র হতে,

$u(t) = u_1$ for $e(t) > 0$

$u(t) = u_0$ for $e(t) = 0$

$u(t) = u_2$ for $e(t) < 0$

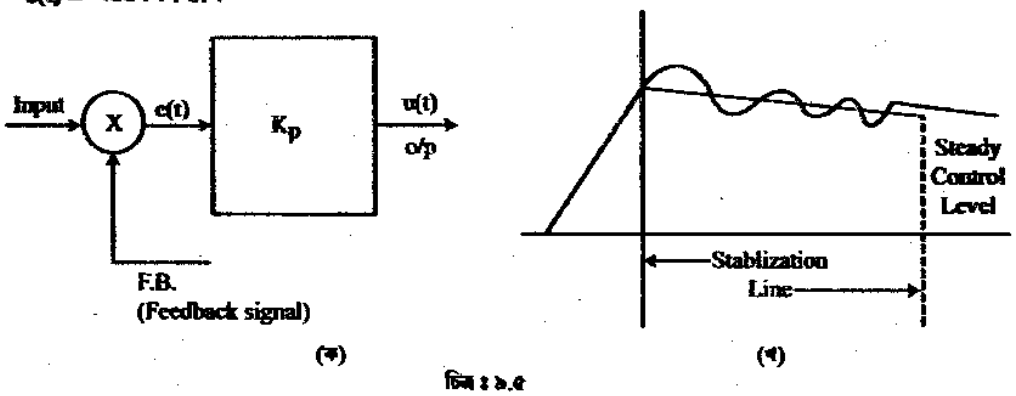
যেখানে u_1 হলো সর্বোচ্চ আউটপুট মান, u_2 হলো সর্বনিম্ন আউটপুট মান এবং u_0 হলো সমাঙ্করাল মান।

৯.৫ সমানুপাতিক, ডেরিভেটিভ এবং ইন্টিগ্রাল নিয়ন্ত্রণ (Proportional, derivative and integral control) ঃ

সমানুপাতিক নিয়ন্ত্রণ (Proportional Control) ঃ এ প্রকার নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থায় কন্ট্রোল কার্যের জন্য কার্যকরী সিগন্যালটি ত্রুটি (Error) সিগন্যালের সমানুপাতিক। প্রপোরশনাল নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে আউটপুট হতে আশত রেফারেন্স ইনপুট সিগন্যাল এবং ফিডব্যাক সিগন্যালের পার্থক্যের মান সমানুপাতিক। সিস্টেমের জন্য কার্যকরী সিগন্যাল হলো এরর সিগন্যালের সমানুপাতিক। তাই এ প্রকার নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিকে প্রপোরশনাল কন্ট্রোল সিস্টেম বা সমানুপাতিক নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বলে।

এখানে, $u(t)$ = আউটপুট সিগন্যাল

$e(t)$ = এরর সিগন্যাল



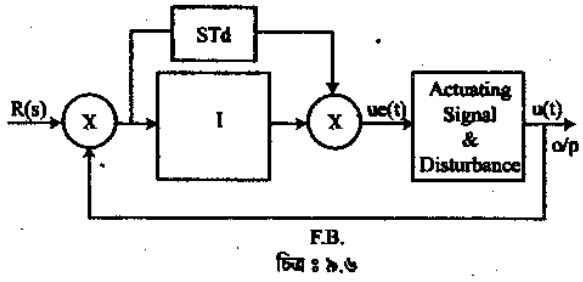
চিত্র ঃ ৯.৫

চিত্র ৯.৫ (খ)তে নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির অবস্থানে সিগন্যাল ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে। এই হ্রাসকৃত মান ট্রানজিয়েন্ট সময়ে সূচক আকারে কমে (যা চিত্রে লক্ষণীয়)। এই প্রকার সিস্টেমে একটি অ্যামপ্লিফায়ার থাকে, যার অ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর = K_P।

এক্ষেত্রে আউটপুটটির স্থির অবস্থায় পৌঁছাতে কিছু সময়ের দরকার হয়।

ডেরিভেটিভ নিয়ন্ত্রণ (Derivative Control) ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুট, এরর সিগন্যালের ডেরিভেটিভ মানের সাথে সমানুপাতিক হয়, তাকে ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল (Derivative Control) বলে। একে Lead Compensation-ও বলা হয়।

$$U(t) = K_p T_d \frac{d}{dt} e(t)$$



চিত্র ঃ ৯.৬

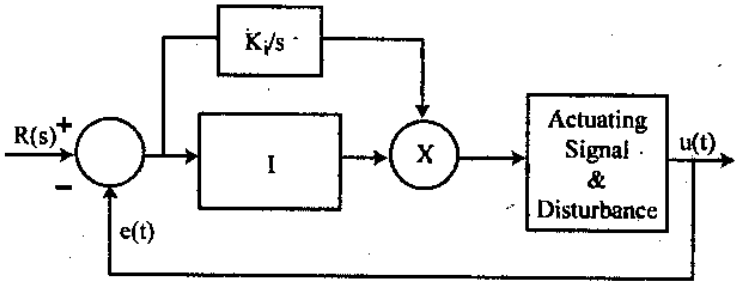
সাধারণত ট্রানজিয়েন্ট রেসপন্সকে উন্নত করার জন্য এ কন্ট্রোল পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

ইন্টিগ্রাল নিয়ন্ত্রণ (Integral Control) ঃ যে কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কন্ট্রোলারের আউটপুট, এরর সিগন্যালের ইন্টিগ্রাল মানের সাথে সমানুপাতিক, তাকে ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল বলে।

অর্থাৎ $u(t) \propto \int_0^t e(t)\,dt$ $\quad$ $u(t)$ = আউট

$e(t)$ = এরর সিগন্যাল

$u(t) = K_i \int_0^t e(t)\,dt$ $\quad$ K_i = ইন্টিগ্রাল কন্সট্যান্ট



চিত্র ঃ ৯.৭

এতে এরর সিগন্যাল (Error signal) শূন্য হলে আউটপুট কনস্ট্যান্ট (Constant) হবে। যদি e(t) দ্বিগুণ হয় তবে u(t)-ও দ্বিগুণ হবে। ইহা আস্তে আস্তে হ্রাস ও বর্ধিত ভুল সিগন্যালের (Error signal) জন্য অসিলেটরি রেসপন্স প্রদান করে। একে lag compensator-ও বলা হয়। স্টেডি স্টেট রেসপন্সকে (Steady state response) উন্নত (Improve) করার জন্য এ ধরনের Compensator ব্যবহার করা হয়। একে Reset কন্ট্রোলও বলা হয়।

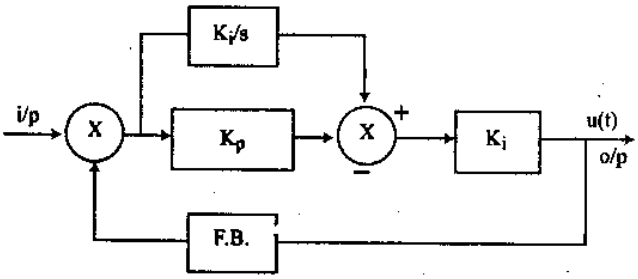
৯.৬ কম্পাউন্ড কন্ট্রোল পদ্ধতি (Compound control system such as PI, PD & PID) ঃ

কম্পাউন্ড কন্ট্রোল (Compound Control) ঃ যে পদ্ধতিতে একাধিক কন্ট্রোল সিস্টেম একত্রিত হয়ে একটি সম্পূর্ণ কন্ট্রোল সিস্টেম হিসাবে কাজ সম্পন্ন করে, তাকে কম্পাউন্ড কন্ট্রোল (Compound Countrol) বলে। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল বিভিন্ন প্রকারের হতে পারে। তন্মধ্যে (P + I), (P + D), (D + I) এবং (P + I + D) উল্লেখযোগ্য।

(P + I) Control ঃ

যখন কন্ট্রোলারের আউটপুট ভুল সিগন্যালের (Error signal) ইন্টিগ্রাল এবং এর সমানুপাতিক মানের যোগফলের সাথে পরিবর্তন হয়, তাকে প্রপোরশনাল প্লাস ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল (Proportional + Integral Control) বা (P + I) কন্ট্রোল বলে।

এই প্রকার কন্ট্রোলারের ট্রান্সফার ফাংশনকে নিচের সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় :



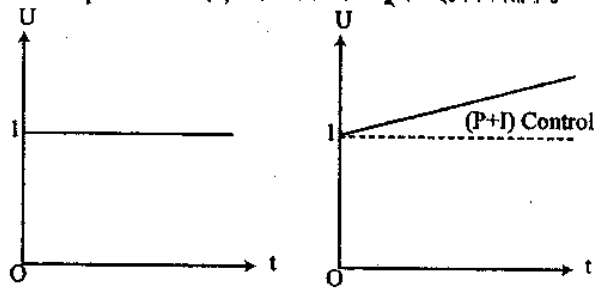
চিত্র ঃ ৯.৮

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i}\int_0^t e(t)\,dt$$

এতে K_p ও T_i কে নিয়ন্ত্রণ করে আউটপুটটি নির্ণয় করা যায়। T_i হলো ইন্টিগ্রাল টাইম।

$$T_i = \frac{K_p}{T_i}$$

যদি ভুল সিগন্যালটি একটি Unit step function হয়, তবে এর আউটপুটটি হবে নিম্নরূপ ঃ



চিত্র ঃ ৯.৯

রেজোন্যান্ট ফ্রিকুয়েন্সিতে কন্ট্রোল সিস্টেমের রাইজ টাইম এবং ড্যাম্পিংকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এ প্রকার কন্ট্রোলার ব্যবস্থা করা হয়। ইহা একটি স্থির (stable) কন্ট্রোল পদ্ধতি।

(P + D) Control ঃ

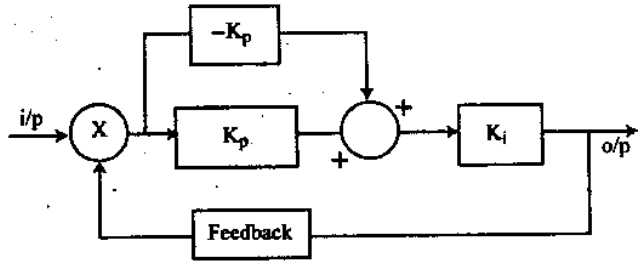
যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুট সিগন্যাল ভুল সিগন্যাল (error signal) এর ডেরিভেটিভ ও প্রপোরশনাল এর মানের যোগফলের সাথে সমানুপাতিক হয়, তাকে (P + D) কন্ট্রোল বলে।

$$u(t) = K_p e(t) + k_p T_d \frac{d}{dt} e(t)$$

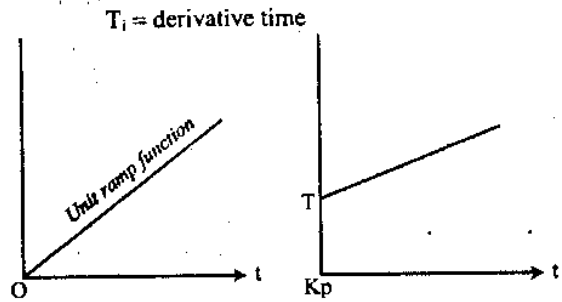
এখানে,

K_p = প্রপোরশনাল কনস্ট্যান্ট (Proportional Constant)

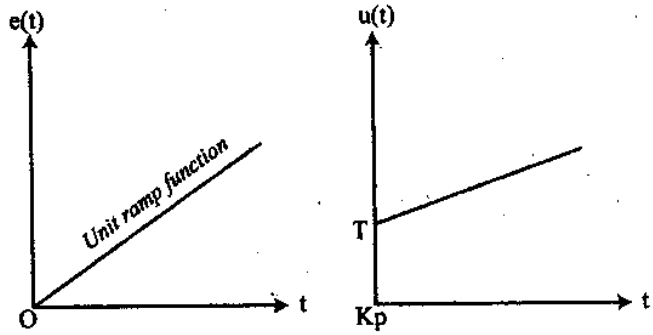
T_i = derivative time



চিত্র ঃ ৯.১০



চিত্র ঃ ৯.১১



চিত্র ঃ ৯.১২

ইহা নয়েজ সিগন্যালকে অ্যামপ্লিফাই করে। ফাইনাল কন্ট্রোল এলিমেন্টে স্যাচুরেশন ইফেক্ট তৈরি করে।

একে এককভাবে ব্যবহার করা যায় না। কারণ, এ প্রকার কন্ট্রোল অ্যাকশন সাধারণত ট্রানজিয়েন্ট পিরিয়ডে (transient period) কাজ করে।

ইহা হতে বেশি সেনসিটিভিটি পাওয়া যায়।

(P + I + D) Control ঃ

যে কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কন্ট্রোলারের আউটপুট সিগন্যাল, ভুল সিগন্যাল, ইহার ডেরিভেটিভ, ইন্টিগ্রাল মানের যোগফলের সাথে সমানুপাতিক, তাকে (P + I + D) কন্ট্রোল বলে।

ধরি, u(t) = আউটপুট সিগন্যাল

e(t) = ভুল সিগন্যাল (error signal)

$\frac{K_p}{T_i}\int_0^t e(t)dt$ = ইন্টিগ্রাল মান

$K_p T_d \frac{d}{dt} e(t)$ = ডেরিভেটিভ মান

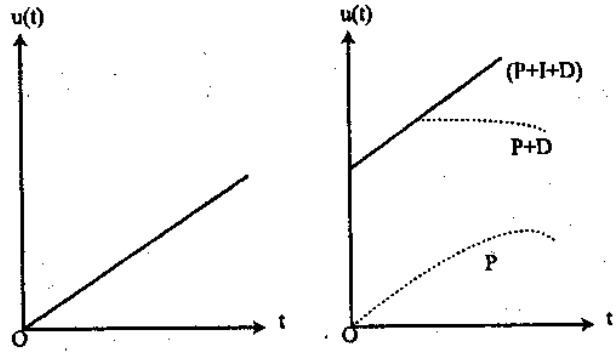
K_p = প্রপোরশনাল গেইন

T_i = ইন্টিগ্রাল সময়

T_d = ডেরিভেটিভ সময়

তাহলে সংজ্ঞা অনুযায়ী (P + I + D) কন্ট্রোলকে নিচের সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায় ঃ

$$u(t) = kp\, e(t) + \frac{K_p}{T_i}\int_0^t e(t)\, dt + K_p T_d \frac{d}{dt} e(t)$$



চিত্র ঃ ৯.১৩

৯.৭ প্রপোরশনাল, ডেরিভেটিভ এবং ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা-অসুবিধা (Mention the advantages & disadvantages of proportional, derivative and integral control system) ঃ

প্রপোরশনাল কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ

সুবিধা ঃ

(i) এ সিস্টেমকে দ্রুত নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

(ii) এ সিস্টেমের কার্যকরী সিগন্যাল, এর এরর সিগন্যালের সমানুপাতিক।

অসুবিধা ঃ

(i) এ সিস্টেমটির আউটপুট খুব দ্রুত পরিবর্তিত হয়। এর আউটপুট স্থির মানে পৌঁছাতে কিছু সময়ের প্রয়োজন হয়।

ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ

সুবিধা ঃ

(i) এ সিস্টেমে আউটপুট সময়ের সাথে দ্রুত পরিবর্তিত হয়।

(ii) এ কন্ট্রোল পদ্ধতি ব্যবহার করে ট্রানজিয়েন্ট রেসপন্সকে উন্নত করা হয়।

অসুবিধা ঃ

(i) ডেরিভেটিভ অ্যাকশনের ওভার অ্যাপ্লাইড করলে এটা অসিলেশন সৃষ্টি করে।

ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ

সুবিধা ঃ

(i) এ সিস্টেমের আউটপুট এরর সিগন্যালের ইন্টিগ্রাল মানের সাথে সমানুপাতিক।

(ii) স্টেডি স্টেট রেসপন্সকে উন্নত করতে এ ধরনের compensator ব্যবহৃত হয়।

(iii) বর্ধিত ভুল সিগন্যালের ও আস্তে আস্তে হ্রাস এর জন্য অসিলেটরি রেসপন্স প্রদান করে।

অসুবিধা ঃ

(i) এর ইনপুট, আউপুটের উপর নির্ভর করে।

অনুশীলনী-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **দুই স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ১২]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুট সিগন্যাল শূন্য বা সর্বোচ্চ হয়, তাকে দুই স্টেপ কন্ট্রোল বলে।

২। **তিন স্টেপ কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমের আউটপুটে তিনটি ধাপ (Step) থাকে, তাকে তিন স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলে।

৩। **ওপেন লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, Open-loop control পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোল অ্যাকশন ইহার আউটপুটের ওপর নির্ভরশীল নয়, তাকে ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

৪। **ক্লোজড লুপ সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

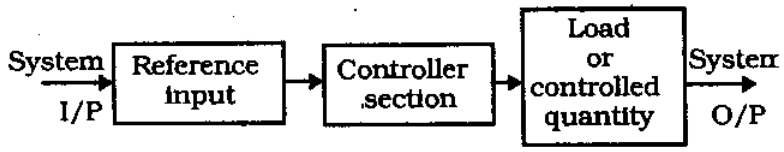
উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল পদ্ধতিতে আউটপুট কোয়ান্টিটি, ইনপুট কোয়ান্টিটির উপর প্রভাববিস্তার করে, তাকে ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

৫। **PID কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১১]

উত্তর ঃ PID কন্ট্রোল বলতে Proportional, Integral এবং Derivative কন্ট্রোলগুলোর সম্মিলনকে বুঝায়।

৬। **Open loop control system-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ



৭। **কম্পাউন্ড কন্ট্রোল কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ বিভিন্ন প্রকার কম্পাউন্ড কন্ট্রোল সিস্টেমগুলো হল ঃ

(i) P + D = Proportional plus Derivative control.

(ii) P + I = Proportional plus Integral control.

(iii) P + D + I = Proportional plus Derivative plus Integral control.

৮। **কন্ট্রোল পদ্ধতি কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ দু' প্রকার ঃ

(i) ওপেন লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি (Open loop control system)

(ii) ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি (Closed loop control system)।

৯। **ওপেন লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতির কয়েকটি উদাহরণ দাও।**

উত্তর ঃ (i) ইলেকট্রনিক টোস্টার

(ii) ট্রাফিক লাইন কন্ট্রোল

(iii) ওয়াশিং মেশিন ইত্যাদি।

১০। **কন্ট্রোল পদ্ধতিতে দূরত্ব ল্যাগ (Distance lag) বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ কন্ট্রোল সিস্টেম প্রাথমিক অবস্থান হতে এর বিচ্যুতি যে সময়ের সাপেক্ষে যে দূরত্বে অবস্থান করে, তাকে এর ট্রান্সফার দূরত্ব বলে।

১১। **সমানুপাতিক কন্ট্রোলের সূত্র বুঝিয়ে দাও।**

উত্তর ঃ সমানুপাতিক কন্ট্রোলের সূত্র হলো ঃ

$U(t) \propto e(t)$ এখানে, u(t) = আউটপুট সিগন্যাল

e(t) = ইহার সিগন্যাল।

১২। **Closed loop কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ Closed loop কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোল অ্যাকশনটি তার আউটপুটের উপর নির্ভর করে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **'ট্রান্সফার ল্যাগ' অর্থ কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ১০, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, Transfer lag কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, ট্রান্সফার ল্যাগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ ট্রান্সফার ল্যাগ বলতে কোন ডিস্টারবেন্স উপস্থিত থাকার ফলে আউটপুটকে সঠিক অবস্থানে ফিরিয়ে আনার জন্য যে কন্ট্রোল সিগন্যাল প্রদান করা হয় এবং তারপর যে সময় পরে পূর্বের সঠিক অবস্থানে ফিরে আসে, তাকে বুঝায়।

২। **প্রপোরশনাল (Proportional) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুট, ইনপুট প্রদত্ত এরর সিগন্যালের সমানুপাতিক, তাকে প্রপোরশনাল কন্ট্রোল বলে।

৩। **ডেরিভেটিভ নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুট এরর সিগন্যালের ডেরিভেটিভ মানের সাথে সমানুপাতিক হয়, তাকে ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল বলে।

৪। ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১৩]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কন্ট্রোলারের আউটপুট এরর সিগন্যালের ইন্টিগ্রাল মানের সাথে সমানুপাতিক, তাকে ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল বলে।

অর্থাৎ $u(t) \propto \int_0^t e(t)\,dt$

৫। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ যে পদ্ধতিতে একাধিক কন্ট্রোল সিস্টেম একত্রিত হয়ে একটি সম্পূর্ণ কন্ট্রোল সিস্টেম হিসাবে কাজ সম্পন্ন করে, তাকে কম্পাউন্ড কন্ট্রোল বলে।

৬। (P + D) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩, ১৪(পরি)]

অথবা, (P + D) কন্ট্রোল পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুট সিগন্যাল ভুল সিগন্যালের ডেরিভেটিভ ও প্রপোরশনাল এর মানের যোগফলের সাথে সমানুপাতিক হয়, তবে তাকে (P+D) কন্ট্রোল বলে।

এই সিস্টেমের আউটপুট সমীকরণ হবে।

$$I_{out} = I_0 + K_p + K_D \frac{de}{dt}$$

যেখানে, I_0 হলো শূন্য সময়ে আউটপুট বা স্টেট পয়েন্ট আউটপুট মান, I_{out} হলো t সময়ে আউটপুট, e হলো এরর সিগন্যাল, K_p ও K_D যথাক্রমে সমানুপাতিক ও ডেরিভেটিভ ধ্রুবক।

৭। কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যে পদ্ধতিতে কোন ভৌত বা প্রসেস ভেরিয়্যাবলকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে অথবা অন্য কোন পদ্ধতির দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়, তাকে কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

৮। ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের বিভিন্ন অংশগুলো কী কী?

উত্তর ঃ অংশগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) রেফারেন্স ইনপুট

(ii) কন্ট্রোলার সেকশন

(iii) কন্ট্রোলড কোয়ান্টিটি

(iv) সিস্টেম আউটপুট।

৯। ক্লোজড লুপ পদ্ধতির অংশগুলো কী কী?

উত্তর ঃ অংশগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) রেফারেন্স ইনপুট বা কমান্ড

(ii) এরর ডিটেক্টর

(iii) কন্ট্রোলার

(iv) কন্ট্রোল্ড কোয়ান্টিটি।

১০। (P+I) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যখন কন্ট্রোলারের আউটপুট ভুল সিগন্যালের ইন্টিগ্রাল এবং এর সমানুপাতিক মানের যোগফলের সাথে পরিবর্তন হয়, তখন তাকে প্রপোরশনাল প্লাস ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল বলে।

১১। (P+I+D) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কন্ট্রোলারের আউটপুট সিগন্যাল, ভুল সিগন্যাল, ইহার ডেরিভেটিভ, ইন্টিগ্রাল মানের যোগফলের সাথে সমানুপাতিক, তাকে (P+I+D) কন্ট্রোল বলে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? ইহা কত প্রকার ও কী কী? বিভিন্ন প্রকারের উদাহরণ দাও। [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বোঝায়? এটি কয় প্রকার ও কী কী উদাহরণসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ওপেন লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝ, বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]
অথবা, ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ট্রান্সফার ল্যাগ ও ট্রান্সফার দূরত্ব বলতে কী বুঝায়? পার্থক্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। দুই স্টেপ ও তিন স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতির মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। দুই স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ১২]
অথবা, টু-স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। তিন স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। চিত্রসহ ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর।
অথবা, চিত্রসহ Derivative control system এর মূলনীতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়, বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১১]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। (P+D) কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১। (P+I+D) কন্ট্রোল পদ্ধতি প্রয়োজনীয় চিত্র ও গ্রাফ সহকারে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Proportional, derivative এবং Integral নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির সুবিধা-অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। চিত্রসহ সমানুপাতিক কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। চিত্রসহ ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। (P+I) কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ১০

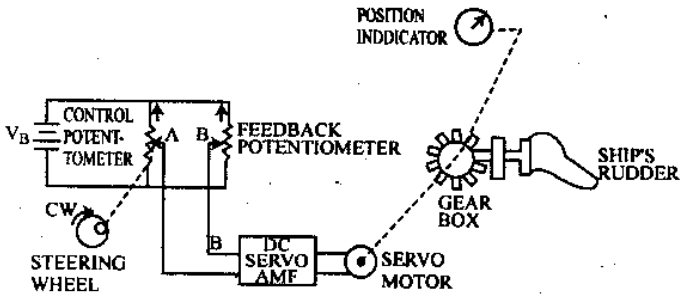
সার্ভো কন্ট্রোল সম্পর্কে ধারণা (Concept of servo control)

১০.১ ও ১০.২ ডিসি সার্ভো, এসি সার্ভো, স্টেপার মোটর, ইলেকট্রিক্যাল মডুলেটর, হাইড্রোলিক সার্ভোমোটর এবং হাইড্রোলিক মডুলেটরের গঠন ও কার্যপ্রণালি (Construction and principle of operation of DC servo, AC servo, stepper motor, electrical modulatar, hydraulic servomotar and hydraulic modulator) ঃ

● **ডিসি সার্ভো সিস্টেম (DC Servo System) ঃ**

একটি ব্যালেন্সড পটেনশিওমিটার দ্বারা ট্রান্সডিউসার এবং এরর ডিটেক্টরের কাজ সম্পাদন করা হয়। ডিসি সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার, সার্ভোমোটর এবং গিয়ার বক্স দ্বারা কন্ট্রোল মেকানিজম সম্পাদিত হয়। গিয়ার বক্স (Gear box) জাহাজের হাল (Rudder) কে টানে এবং জাহাজের পজিশন ইন্ডিকেটরকেও সক্রিয় (Activate) করে। স্টিয়ারিং হুইল (Steering wheel) পটেনশিওমিটার A-এর কন্ট্রোল আর্মকে (Control arm) চালনা (Drive) করে। গিয়ার বক্স-এর শ্যাফ্ট হতে প্রাপ্ত ফিডব্যাক দ্বারা ফিডব্যাক পটেনশিওমিটার B-এর কন্ট্রোল আর্মকে চালানো হয়। এই ডিভাইসের এরর (Error) সিগন্যাল হলো ডিসি সিগন্যাল এবং সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার হলো একটি ডাইরেক্ট কাপলড অ্যামপ্লিফায়ার।

ডিসি সার্ভো সিস্টেমের চিত্র নিচে দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ১০.১ বেসিক ডিসি সার্ভো মেকানিজম

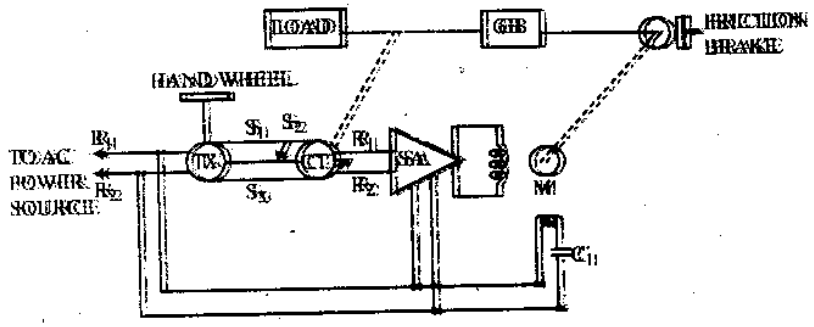
কার্যপ্রণালি (Operation) ঃ যখন জাহাজটি সোজাভাবে চলে তখন পটেনশিওমিটার-এর A ও B বাহু একই অবস্থানের জন্য এরর (error) ভোল্টেজ শূন্য হয় এবং সার্ভোমোটরটি বন্ধ থাকে। স্টিয়ারিং হুইল বাম বা ডানদিকে ঘূর্ণনের ফলে A বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন এবং ঘূর্ণনের পরিমাণ অনুসারে একটি (error) ভোল্টেজ তৈরি হয়, যা সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা বর্ধিত হয়ে সার্ভোমোটরে প্রযুক্ত হয় এবং মোটরটি নির্দিষ্ট দিকে ঘুরে। মোটরের ঘূর্ণন গিয়ার বক্স এবং এর সাথে সংযুক্ত হালের অবস্থান পরিবর্তন হয়। হালের (Rudder) অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য B বাহুরও অবস্থানের পরিবর্তন হয়ে A-এর লেভেলে চলে আসে এবং এরর (error) ভোল্টেজের মান শূন্য হয়, ফলে মোটরটি পুনরায় বন্ধ হয়।

সুতরাং, স্টিয়ারিং হুইল-এর বাম বা ডান ঘূর্ণনে এরর (error) সিগন্যালের পোলারিটি-এর পরিবর্তন হয় এবং মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করে হাল (Rudder)-কে নির্দিষ্ট দিকে ঘুরানোর মাধ্যমে জাহাজের গতিপথ ও অবস্থান নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

● **এসি সার্ভো সিস্টেম (AC servo system) ঃ**

গঠন (Construction) ঃ সিনক্রো ট্রান্সমিটার (TX) হলো কমান্ড ডিভাইস এবং কন্ট্রোল ট্রান্সফরমার (CT) হল এরর ডিটেক্টর। কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারের (CT) গঠন একটি অল্টারনেটরের অনুরূপ। এতে একটি থ্রি-ফেজ স্টেটর ওয়াইন্ডিং থাকে, যা সিনক্রো ট্রান্সমিটারের আউটপুটে সংযুক্ত থাকে। এর রোটরের শ্যাফটটি গিয়ার বক্সের আউটপুটের সাথে যুক্ত থাকে এবং রোটর ওয়াইন্ডিংটি সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ারের ইনপুটে দেয়া হয়। সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার (SA) CT হতে আগত সিগন্যালকে বর্ধিত করে। এই বর্ধিত এরর সিগন্যাল দুই ফেজ ইন্ডাকশন টাইপ সার্ভোমোটর (M)-এর একটি ওয়াইন্ডিংকে সতেজ (excite) করে। মোটরের অন্য ওয়াইন্ডিং সরবরাহ লাইন থেকে 90° ফেজ শিফ্টেড সিগন্যাল গ্রহণ করে ফলে মোটর ঘোরে। মোটরের শ্যাফ্ট রিডাকশন গিয়ার বক্সের ইনপুটের সাথে কাপলড করা থাকে। গিয়ার বক্সের একটি আউটপুট শ্যাফ্ট লোডকে চালনা করে। অপর শ্যাফ্ট CT-এর রোটরের সাথে কাপলড করা থাকে। হাতে চালিত হুইলের (hand wheel) মাধ্যমে সিনক্রো ট্রান্সমিটারের (TX) আউটপুট পরিবর্তন করা যায়, ফলে CT-এর ইনপুটও পরিবর্তন হয়। ফ্রিকশন ব্রেক গিয়ার সিস্টেম ও মোটরের যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে নিয়ন্ত্রণ করে।

একটি এসি সার্ভোর চিত্র নিচে দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ১০০ ঃ AC Servo mechanism

বর্ণনা (Description) ঃ যখন ট্রান্সমিটারের ইনপুটে এসি পাওয়ার সাপ্লাই প্রয়োগ করা হয় তখন CT তে ট্রান্সমিটার এবং রিভ্যাক্স হতে প্রাপ্ত উভয় সিগন্যালের পার্থক্য নিরূপণ করে একটি এরর সিগন্যালের সৃষ্টি হয়, যা সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা পরিবর্ধন করে সার্ভোমোটরকে চালনা (drive) করে।। সার্ভোমোটরের সাথে সংযুক্ত গিয়ার বক্স (GB) ও মোটরের ঘূর্ণনের সাথে সাথে ঘুরে ফলে গিয়ারের সাথে সংযুক্ত লোডের অবস্থানও পরিবর্তন হয়।। Handi wheel এর মাধ্যমে মোটরের ঘূর্ণনের মাত্রাকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।। এসি সার্ভো মেকানিজমের মাধ্যমে লোডের অবস্থান (position) পরিবর্তন করা যায়।।

● **স্টেপার মোটরের সংজ্ঞা (Definition of Stepper Motor) ঃ** স্টেপার মোটর (Stepper Motor) হলো এমন একটি ডিভাইস, যা সমান কোণে ঘূর্ণন সৃষ্টি করে।। যেহেতু বিভিন্ন ধাপে ধাপে সমান কোণে ঘূর্ণন সৃষ্টি করে, এজন্য এই মোটরের নামের সাথে (Stepper) অর্থাৎ ধাপে ঘূর্ণায়মান রাখা হয়।। যেহেতু Step অর্থ ধাপ, ক্রম, পর্যায়।। ইহার ইনপুটে প্রতি ডিজিটাল পালস প্রয়োগের ফলে প্রতি ধাপে (Step) সমান কোণে ঘূর্ণন (Rotation) সৃষ্টি করে।। উদাহরণস্বরূপ, যদি এ ধরনের মোটরে 6° ঘূর্ণনে 1টি পালসের প্রয়োজন হয় তবে 360° ঘূর্ণনে 60 পালসের প্রয়োজন হবে।।

স্টেপার মোটর, অবিরত (Continuous) নিয়ন্ত্রিত ঘূর্ণন কিংবা পূর্বের পর্যায়ক্রমিক ক্রৌণিক গতি যোগান দেয়।। ইহা বিভিন্ন ধরণ প্রয়োগে কম্পিউটার কন্ট্রোলের জন্য উপযোগী।।

স্টেপার মোটরের শ্রেণিবিভাগ, স্পেসিফিকেশন ও বৈশিষ্ট্য ঃ

শ্রেণিবিভাগ (Classification) ঃ বিভিন্ন প্রয়োগের জন্য বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের বিভিন্ন প্রকার স্টেপার মোটর পাওয়া যায়।। তন্মধ্যে নিম্নলিখিতগুলো বিশেষ উল্লেখযোগ্য ঃ

১।। ভেরিয়েবল রিলাকট্যান্স স্টেপার মোটর (Variable Reluctance Stepper Motor)

২।। স্থায়ী চুম্বক স্টেপার মোটর (Permanent Magnet Stepper Motor)

৩।। হাইব্রিড স্টেপার মোটর (Hybrid Stepper Motor)।।

স্পেসিফিকেশন (Specification) ঃ নিচের টার্মগুলোর দ্বারা স্টেপার মোটরকে বিশেষায়িত (Specify) করা হয় ঃ

১।। **ফেজ (Phase) ঃ** ইহা দ্বারা মোটরের স্টেটরের প্রতিটি কয়েল ওয়াইন্ডিং এর সংখ্যা বুঝায়, যেমন— একটি ৪ ফেজ মোটর।।

২।। **স্টেপ কোণ (Step Angle) ঃ** ইহা দ্বারা স্টেটর কয়েলের একটি সুইচিং পরিবর্তনের জন্য রোটর ঘূর্ণনের ফলে সৃষ্ট কোণকে বুঝায়।।

৩।। **হোল্ডিং টর্ক (Holding Torque) ঃ** ইহা সর্বোচ্চ টর্ক, যা একটি শক্তিশালী মোটরে প্রয়োগ করা হয়, যা মোটরকে ইহার স্থির অবস্থান থেকে নাড়াতে পারে না, শুধু স্পিডকে ঘুরাতে পারে।।

৪।। **পুল ইন টর্ক (Pull-in-Torque) ঃ** একটি নির্ধারিত পালস রেটের জন্য মোটর স্টার্ট নেয়ার বিরুদ্ধে ক্রিয়াশীল সর্বোচ্চ টর্ককে পুল ইন টর্ক বলে।।

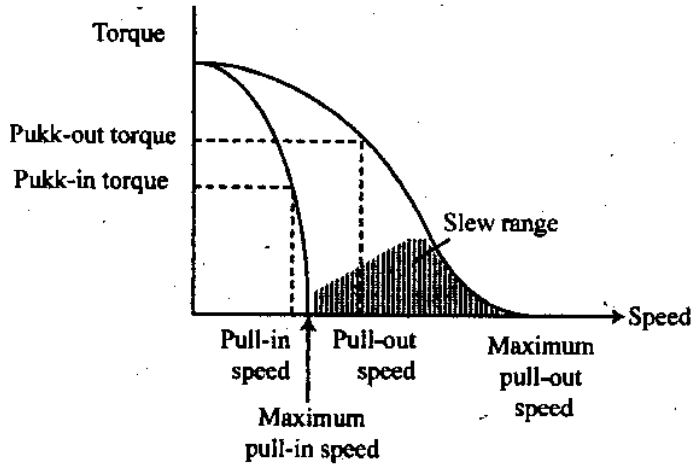
৫।। **পুল আউট টর্ক (Pull-Out-Torque) ঃ** ইহা সর্বোচ্চ সুইচিং রেটে যাতে লোডেড মোটর সিনক্রোনাইজ থাকে।।

৬।। **পুল ইন রেট (Pull-in-Rate) ঃ** একটি লোডেড মোটরের কোন স্টেপ (Step) হারানো (Losing) ব্যতিরেকে মোটর স্টার্ট করার সর্বোচ্চ সুইচিং রেটকে বলে।।

৭।। **পুল আউট রেট (Pull-Out-Rate) ঃ** একটি লোডেড মোটরের ক্রমবৃদ্ধিত সুইচিং রেটে সিনক্রোনাইজ করার ক্ষমতার সুইচিং রেটকে পুল আউট রেট বলে।।

৮।। **স্লিউ রেঞ্জ (Slew Range) ঃ** পুল ইন এবং পুল আউট রেটের মাঝামাঝির সুইচিং রেটের রেঞ্জকে স্লিউ রেঞ্জ বলে।। এ রেঞ্জে মোটর সিনক্রোনাইজ চলে।।

বৈশিষ্ট্য (Characteristics) ঃ স্টেপার মোটরের সাধারণ বৈশিষ্ট্য নিচের বৈশিষ্ট্য রেখার মাধ্যমে দেখানো হলো ঃ

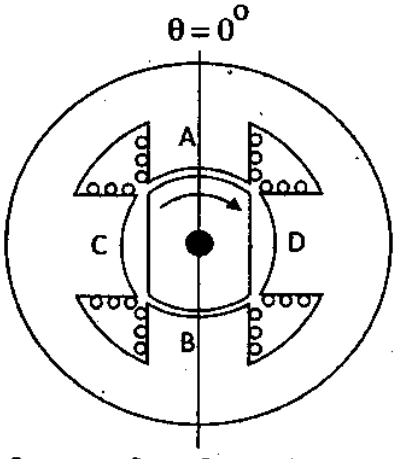


চিত্র ঃ ১০.৩

বিভিন্ন প্রকার স্টেপার মোটরের গঠন ও কার্যপ্রণালি (Construction and operation of different types of steeper motors) ঃ

ভেরিয়্যাবল রিলাকট্যান্স স্টেপার মোটর (Variable Reluctance Stepper motor) ঃ এ ধরনের মোটরে উভ (Wound) স্টেটর পোল ব্যবহার করা হয়। কিন্তু রোটরটি ফেরোম্যাগনেটিক ম্যাটেরিয়াল দ্বারা তৈরি করা হয়। রোটরের ক্রস সেকশন এরিয়া চিত্রের ন্যায় লম্বাটে ধরনের হয়। ম্যাগনেটিক সার্কিটের রিলাকট্যান্সের ভিন্নতা আনয়নের জন্য রোটরকে এ রকম আকৃতি দেয়া হয়।

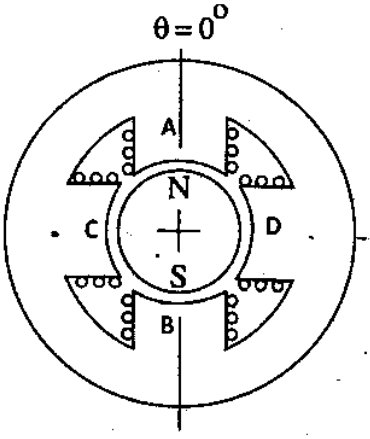
যখন বিপরীত পোলদ্বয়ে সাপ্লাই প্রদান করা হয়, তখন পোলদ্বয়ের মধ্যে একটি ম্যাগনেটিক পথের সৃষ্টি হয়। উক্ত ম্যাগনেটিক পথের রিলাকট্যান্স কমানোর জন্য রোটরটি ঘুরে পোলদ্বয় বরাবর অ্যালাইন হয়। আবার যদি অপর পোলদ্বয়ে সাপ্লাই প্রদান করা হয় তখন রোটরটি ঘুরে পোলদ্বয় বরাবর অ্যালাইন হয়। এভাবে পর্যায়ক্রমে একজোড়া পোলে সাপ্লাই প্রদান করলে রোটরও ঘুরতে থাকে। মোটরে স্টেটর পোল সংখ্যা যত বেশি হবে রোটরের স্টেপ অ্যাঙ্গেলও তত কম হবে অর্থাৎ রোটরটি তত সাবলীলভাবে ঘুরবে। এ ধরনের স্টেপার সাধারণত 7.5° অথবা 15° ধাপের কোণ সৃষ্টি করে।



চিত্র ঃ ১০.৪ ভেরিয়্যাবল রিলাক্ট্যান্স স্টেপার মোটর

পারমানেন্ট ম্যাগনেট স্টেপার মোটর (Permanent Magnet Stepper motor) ঃ এ ধরনের মোটরেও উভ (Wound) স্টেটর পোল ব্যবহার করা হয়। তবে রোটরটি হল সিলিন্ড্রিক্যাল টাইপ পারমানেন্ট ম্যাগনেট। এর ক্রস সেকশন চিত্রের ন্যায় বৃত্তাকার হয়।

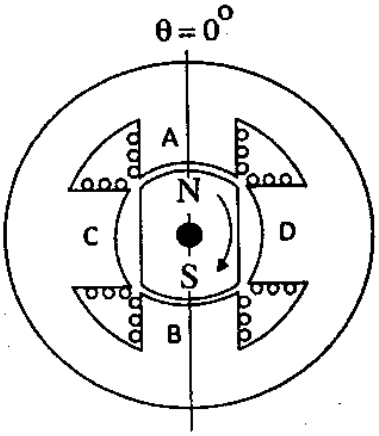
যখন একজোড়া বিপরীত পোলে (পোল-A এবং পোল-B) সাপ্লাই প্রদান করা হয়, তখন একটি নর্থ পোল এবং একটি সাউথ পোল হয়। ফলে তা রোটরের বিপরীত পোলকে আকর্ষণ করে। সুতরাং রোটরটি ঘুরে সাপ্লাইকৃত পোল বরাবর অ্যালাইন হয়। আবার অপর দুই পোলে (পোল-C এবং পোল-D) সাপ্লাই প্রদান করেলে রোটরটি ঘুরে C এবং D পোল বরাবর অ্যালাইন হয়। এভাবে পোল থেকে পোলে সাপ্লাইকে স্থানান্তর করলে রোটরটি ঘুরবে।



চিত্র ঃ ১০.৫ পারমানেন্ট ম্যাগনেট স্টেপার মোটর

হাইব্রিড স্টেপার মোটর (Hybrid Stepper motor) ঃ ভেরিয়্যাবল রিলাকট্যান্স টাইপ ও পারমানেন্ট ম্যাগনেট টাইপ স্টিপারে উভয়ের বৈশিষ্ট্যের/অংশের সম্মিলনে হাইব্রিড স্টেপার মোটর তৈরি হয়। এতে স্থায়ী চুম্বককে রিলাকট্যান্স টাইপ মোটরের রোটরের আকৃতি দেয়া হয়। এটি চিত্র ১০.৬-এ দেখানো হয়েছে।

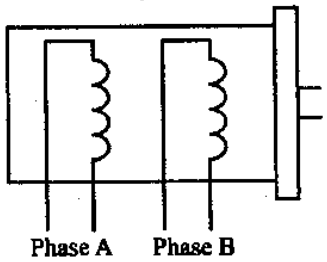
স্টেটর কয়েল জোড়াকে উত্তেজিত করার জন্য রোটর সেটকে নিম্নতম রিলাকট্যান্স অবস্থানে রাখা হয়। প্রচলিত স্টেপ কোণ হলো 0.9° এবং 1.8°। এ ধরনের মোটর উচ্চ সঠিকতা অবস্থানিক (Positioning) প্রয়োগ ক্ষেত্রের জন্য বেশি উপযোগী। উদাহরণস্বরূপ, কম্পিউটার হার্ড ডিস্ক ড্রাইভের ক্ষেত্রে।



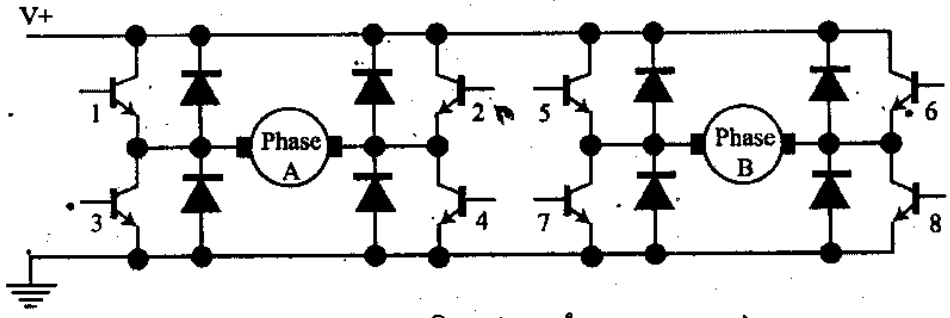
চিত্র ঃ ১০.৬ হাইব্রিড স্টেপার মোটর

স্টেপার মোটরের নিয়ন্ত্রণ (Control of stepper motor) ঃ

সলিড স্টেট ইলেকট্রনিক্স, স্টেটর ওয়াইন্ডিং জোড়ার মধ্যে ডিসি সরবরাহে সুইচিং-এর জন্য ব্যবহৃত হয়। দু'ফেজ মোটরে যখন ৪টি কানেকটিং তার থাকে এবং সুইচিং সিকুয়েন্স উৎপাদনের জন্য সিগন্যাল দেয়া হয়, তখন তাকে বাইপোলার (Bipolar Motor) মোটর বলে। চিত্র ১০.৭ লক্ষণীয়।



চিত্র ঃ ১০.৭ বাইপোলার মোটর



চিত্র ঃ ১০.৮

চিত্র ১০.৮-এ বর্তনী এবং টেবিল ১০.১-এ ট্রানজিস্টর দ্বারা চারটি আউটপুট স্টেপ চালনা করার জন্য প্রয়োজনীয় সুইচিং সিকুয়েন্স দেখানো হয়েছে। এই সিকুয়েন্স পরবর্তী আরও স্টেপের ক্ষেত্রে বার বার সংগঠিত করানো হয়।

সিকুয়েন্স ক্লকওয়াইজ ঘূর্ণন দেয়; ঘড়ির কাঁটার বিপরীতমুখী (Anticlockwise) ঘূর্ণনের জন্য সিকুয়েন্স বিপরীত (Reverse) হবে।

Step	Transistors			
	1 and 4	2 and 3	5 and 8	6 and 7
1	On	Off	On	Off
2	On	Off	Off	On
3	Off	On	Off	On
4	Off	On	On	Off

টেবিল ঃ ১০.১ Switching sequence for full-stepping bipolar stepper

সার্ভো কন্ট্রোল সম্পর্কে ধারণা

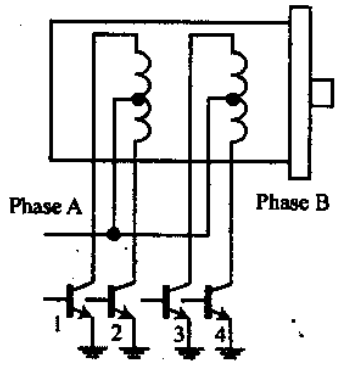
• টেবিল ১০.২-এ পূর্ণ স্টেপিং বাইপোলার স্টিপারের সুইচিং সিকুয়েন্স দেখানো হয়েছে। যদি কয়েলকে এমনভাবে সুইচিং করা হয় যাতে রোটর পরবর্তী পূর্ণ স্টেপের অর্ধেক পথে থেমে (Stop) যায়, তবে তাকে হাফ স্টেপিং বাইপোলার স্টেপার বলে।

টেবিল ১০.২-এ হাফ স্টেপিং বাইপোলার স্টিপারের হাফ স্টেপিং সিকুয়েন্স দেখানো হলো ঃ

Step	Transistors			
	1 and 4	2 and 3	5 and 8	6 and 7
1	On	Off	On	Off
2	On	Off	Off	Off
3	On	Off	Off	On
4	Off	Off	Off	On
5	Off	On	Off	On
6	Off	On	Off	Off
7	Off	On	On	Off
8	Off	Off	On	Off

টেবিল ঃ ১০.২ Half-steps for bipolar stepper

দু'ফেজ মোটরকে ইউনিপোলার (Unipolar) বলে। যখন সুইচিং সিকুয়েন্স উৎপাদনের জন্য 6টি কানেকটিং তার থাকে (চিত্র ১০.৯ লক্ষণীয়), প্রত্যেক কয়েল সেন্টার টেপ থাকে, সেন্টার টেপের সাথে ফেজ কয়েল একত্রে থাকে— এ ধরনের স্টেপার মোটর 4 টি ট্রানজিস্টরের সাহায্যে সুইচিং করা হয়। টেবিল ১০.৩-এ ক্লকওয়াইজ রোটেশনে সুইচিং স্টেপ উৎপাদন করে।



চিত্র ঃ ১০.৯ Unipolar motor

Step		Transistors		
	1	2	3	4
1	On	Off	On	Off
2	On	Off	Off	On
3	Off	On	Off	On
4	Off	On	On	Off

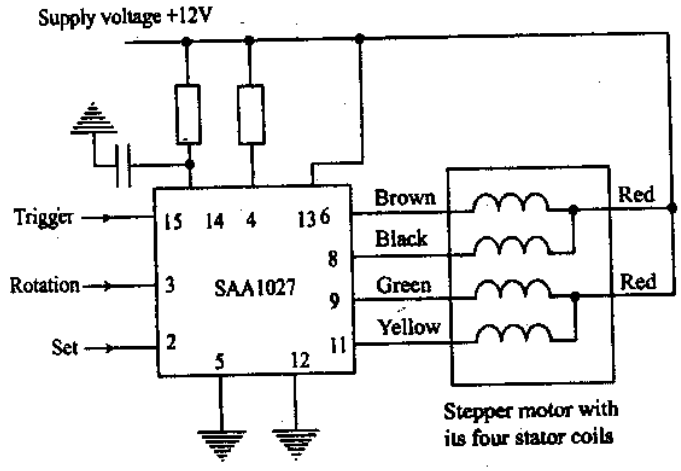
টেবিল ঃ ১০.৩ Switching sequence for full-stepping unipolar stepper

আরও স্টেপ পাওয়ার জন্য সিকুয়েন্স রিপিট (পুনঃপুন) হয়। ঘড়ির কাঁটার বিপরীতমুখী (Anticlockwise) রোটেশনের জন্য সিকুয়েন্স বিপরীত হয়। টেবিল ১০.৪-এ ইউনিপোলার হাফ স্টেপিং এর সিকুয়েন্স দেখানো হলো ঃ

Step	Transistors			
	1	2	3	4
1	On	Off	On	Off
2	On	Off	Off	Off
3	On	Off	Off	On
4	Off	Off	Off	On

টেবিল ঃ ১০.৪ Half-steps for unipolar stepper

পরিচালনা বর্তনীর (Drive Circuit) জন্য একীভূত বর্তনী (Integrated Circuit) পাওয়া যায়। চিত্র ১০.১০-এ একীভূত বর্তনী SAA 1027-এর সাথে চার ফেজ স্টেপার মোটরের সংযোগ দেখানো হয়েছে। এখানে উচ্চ অথবা নিম্ন সিগন্যাল প্রয়োগ করে তিনটি ইনপুট নিয়ন্ত্রণ করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.১০

যখন একীভূত বর্তনীর সেট টার্মিনাল উচ্চ অবস্থানে থাকে তখন একীভূত বর্তনীর আউটপুট স্টেট (State) পরিবর্তিত হয় এবং ট্রিগার টার্মিনাল নিম্ন থেকে উচ্চ অবস্থানে যায়। সিকুয়েন্স চার ধাপে পুনরাবৃত্ত হয়। যখন রোটেশন ইনপুট নিম্ন হয় তখন রোটেশন ক্লকওয়াইজ হয়, যখন উচ্চ হয় তখন অ্যান্টিক্লকওয়াইজ (Anticlockwise) হয়।

কিছু কিছু প্রয়োগক্ষেত্রে ছোট স্টেপ কোণের প্রয়োজন। রোটরে দাঁতের সংখ্যা বৃদ্ধি করে অথবা ফেজ সংখ্যা বাড়িয়ে স্টেপ কোণ ছোট করা যায়। সাধারণত চার ফেজের বেশি এবং 50 থেকে 100 দাঁতের বেশি ব্যবহৃত হয় না। বেশি ফেজ ও বেশি দাঁতের প্রয়োজনের ক্ষেত্রে Mini-Stepping কৌশল ব্যবহার করা হয়। এতে প্রতি স্টেপকে সমান আকারে সাব-স্টেপে (Sub-Step) বিভক্ত করা হয়। কয়েলে ভিন্ন ধরনের কারেন্ট প্রবাহ দ্বারা ইহা করা হয় যাতে রোটর সচরাচর স্টেপ পজিশন ও মাধ্যমিক অবস্থানের মাঝামাঝি অবস্থানে ঘোরে।

উদাহরণস্বরূপ, 1.8° স্টেপকে 10 টি সমান স্টেপে বিভক্ত করা যায়।

স্টেপার মোটর ঘূর্ণায়মান স্টেপ নিয়ন্ত্রণের জন্যও ব্যবহৃত হয়। প্রয়োগকৃত পালস রেইটকে স্টেপিং করে নিয়ন্ত্রণ করে ঘূর্ণায়মান (Rotational) স্টেপকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

স্টেপার মোটরের কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স এবং সুইচ করা ইন্ডাকটিভ লোড বড় ধরনের পশ্চাদমুখী ই.এম.এফ সৃষ্টি করতে পারে (যখন সুইচ অন্ করা হয়)। যখন স্টেপারকে মাইক্রোপ্রসেসরের আউটপুট পোর্টের সাথে সংযুক্ত করা হয়, তখন ধ্বংসের হাত থেকে রক্ষা পাওয়ার ব্যবস্থা করা দরকার। কারেন্টকে সীমিত করার জন্য রেজিস্ট্যান্স আকৃতির নিরাপত্তা ব্যবস্থা নেয়া যেতে পারে (কারেন্ট লিমিটিং রেজিস্টর ব্যবহার করে)। নিরাপত্তা ব্যবস্থায় রেজিস্টরের মান এমনভাবে নির্বাচন করতে হবে যাতে নিরাপত্তারও ব্যাঘাত না ঘটে আবার ট্রানজিস্টরের সুইচিং কারেন্টের মানেও ঘাটতি না পড়ে। কয়েলের আড়াআড়িতে ডায়োড (Diode) সংযুক্ত করলে ইহা বিপরীত দিকে (Reverse Direction) কারেন্ট প্রবাহে বাধা দেয়, ফলে নিরাপত্তার ব্যবস্থা করতে পারে। বিকল্প হিসেবে অপটোআইসোলেটরকেও (Optoisolators) রক্ষাকারী (Protective) ডিভাইস হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

● **ইলেকট্রিক্যাল মডুলেটর (Electrical Modulator) ঃ** মডুলেটর হলো এমন একটি বর্তনী যাতে দুটি ভিন্ন মানের/উচ্চতার/ফ্রিকুয়েন্সির সিগন্যালকে একত্রে মিশ্রিত করা হয়।

ইলেকট্রিক্যাল মডুলেটর হলো যা কমান্ড সিগন্যালকে এমনভাবে রূপান্তরিত করে, যাতে সিগন্যাল সার্ভোমোটরে পাওয়ার (Power) প্রবাহকে মডুলেট করতে পারে।

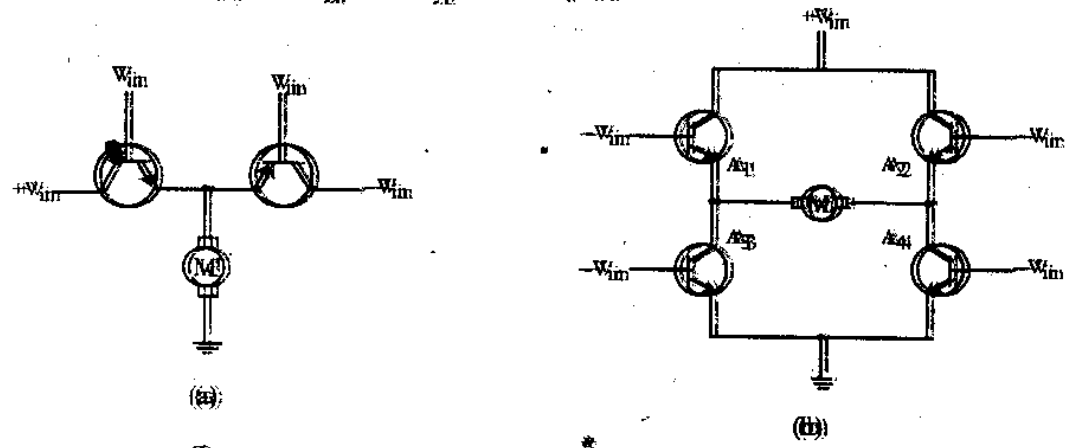
সার্ভো অ্যাকচুয়েটরে ব্যবহৃত ইলেকট্রিক্যাল মডুলেটর দু'স্টেজ অ্যামপ্লিফিকেশন বিশিষ্ট হয়ে থাকে– প্রথম স্টেজ ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার এবং দ্বিতীয় স্টেজ পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার।

ভোল্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার লিনিয়ার কনফিগারেশনের হয় এবং পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার দুটি কনফিগারেশনের হয়ে থাকে, যথা ঃ

(i) T-Type Configuration

(ii) H-type Configuration.

চিত্র ১০.১১-এর (a) এবং (b)-তে T-Type ও H-Type দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১০.১১ Electrical resistance configurations—(a) type T; (b) type H.

● হাইড্রোলিক সার্ভোমোটর (Hydraulic servomotor) ঃ হাইড্রোলিক সার্ভোমোটর হাইড্রোলিক পাওয়ারকে যান্ত্রিক গতিতে (Mechanical Motion) রূপান্তর করে। এই যান্ত্রিক গতি সরল কিংবা ঘূর্ণায়মান হতে পারে। হাইড্রোলিক সার্ভোমোটর খুব উচ্চ উত্তোলন শক্তি (Actuation Force) যোগান দিতে পারে। ইহা ভারী যন্ত্রপাতিযুক্ত শিল্পকারখানায় ব্যবহৃত হয়।

ইহা দুপ্রকারের ঃ

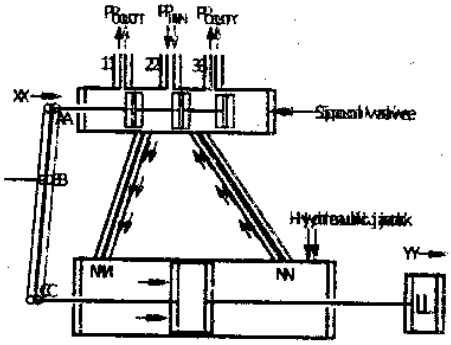
(i) সরল গতি সার্ভোমোটর (Linear Motion Servomotor)

(ii) রোটারি গতি সার্ভোমোটর (Rotary Motion Servomotor)।

নিম্নে একটি সরল গতি সার্ভোমোটরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো ঃ

গঠন (Construction) ঃ একটি সাধারণ সার্ভো সিলেন্ডার, একটি সাধারণ স্পুল ভালভ এবং একটি হাইড্রোলিক জ্যাকের সাহায্যে এটি গঠিত। স্পুল ভালভের মধ্যম পোর্ট (2) উচ্চ চাপযুক্ত ফ্লুইড গ্রহণ করানো হয় এবং অপর পোর্ট দুটি (1 এবং 3) নিম্নচাপযুক্ত ফ্লুইডের নির্গমন পথ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। A, B এবং C—এই তিনটি বিন্দুকে একটি লিভার দ্বারা সংযুক্ত করা হয়। B বিন্দুকে সর্বদা স্থির (Fixed) রাখা হয়।

ধরি, প্রাথমিক অবস্থায় A বিন্দুতে X পরিমাণ সরল যুক্ত হয়। এতে স্পুল ভালভের 2 ও 3নং পোর্ট খুলে যায় এবং 1নং পোর্ট বন্ধ হয়ে যায়। ফলে উচ্চ চাপযুক্ত ফ্লুইড 2নং পোর্টের মাধ্যমে পিস্টনের বামদিক দিয়ে M পথে হাইড্রোলিক জ্যাকে প্রবেশ করে। এতে হাইড্রোলিক জ্যাকের পিস্টনটি ডানদিকে সরতে থাকে এবং পিস্টনের ডানে অবস্থিত ফ্লুইড N পথে 3নং পোর্ট দিয়ে বেরিয়ে যায়। যেহেতু B বিন্দু স্থির, সেহেতু A বিন্দুটি বাম দিকে সরতে থাকে। এক সময় স্পুল ভালভের পিস্টনটি 2নং পোর্টের বামে অবস্থান করে। এবার উচ্চ চাপযুক্ত ফ্লুইড পিস্টনের ডানদিক দিয়ে N পথে হাইড্রোলিক জ্যাকে প্রবেশ করে। ফলে জ্যাকের মধ্যে অবস্থিত পিস্টনটি ডান থেকে বামে সরতে থাকে এবং পিস্টনের বামে অবস্থিত ফ্লুইড M পথে 1নং পোর্ট দিয়ে বেরিয়ে যায়। উল্লিখিত প্রক্রিয়া পুনরাবৃত্তির ফলে সরল গতি (Linear motion) তৈরি হয়।



চিত্র ঃ ১০.১২ হাইড্রোলিক সার্ভোমোটর

ব্যবহার ঃ

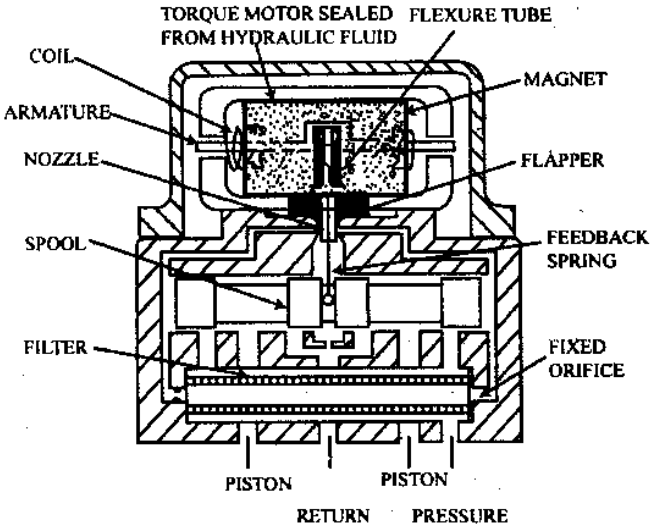
(i) এয়ারক্রাফট, মিসাইল এবং মহাশূন্যযানে (Space Vehicles) বেশি ব্যবহার হয়;

(ii) ক্রিটিক্যাল ইন্ডাস্ট্রিয়াল পদ্ধতিতে ব্যবহার হয় ((Critical Industrial System));

(iii) যে সব ক্ষেত্রে খুব উচ্চ পাওয়ার কন্ট্রোলের প্রয়োজন হয়, সে সব ক্ষেত্রে এই মোটর বেশি ব্যবহৃত হয়।

● **হাইড্রোলিক মডুলেটর (Hydraulic Modulator) ঃ** এটি এমন একটি যান্ত্রিক ব্যবস্থা, যা হাইড্রলিক সার্ভোমোটরকে এরর সিগন্যাল অনুপাতে চালিত হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় হাইড্রলিক প্রেসার ও প্রবাহ নিয়ন্ত্রিতভাবে সরবরাহ করে এবং সিস্টেমকে সুস্থিতাবস্থায় নেয়ার ব্যবস্থা করে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়, সার্ভো ভাল্ভ এক ধরনের হাইড্রোলিক মডুলেটর। বর্তমানে ইলেকট্রো-হাইড্রোলিক সার্ভো ভাল্ভ ব্যবহার হয়, যা ইলেকট্রিক্যাল ইনপুট সিগন্যালকে একটি টর্ক মোটরের মাধ্যমে যান্ত্রিক গতিতে (Mechanical Motion) রূপান্তরিত করে।

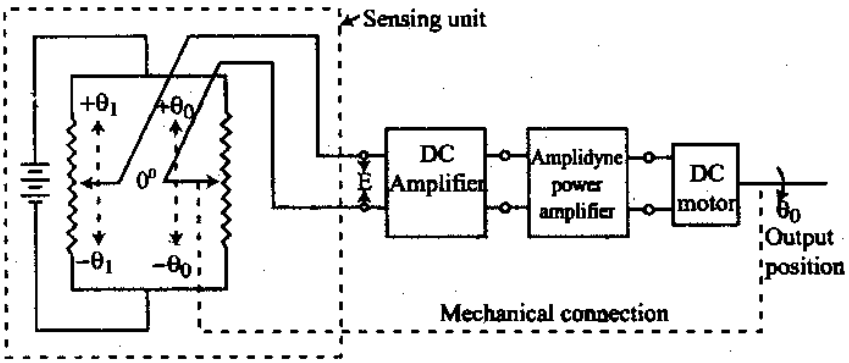
সিঙ্গেল স্টেজ সার্ভো ভাল্ভের ক্ষেত্রে টর্ক মোটর কন্ট্রোল ভাল্ভকে সতেজ করে (Actuate) এবং উচ্চ চাপের হাইড্রোলিক ফ্লুইডকে রোটারি সার্ভোমোটরে মডুলেট করে প্রেরণ করে। দু'স্টেজ ভাল্ভ এর ক্ষেত্রে টর্ক মোটর প্রথম স্টেজ ভাল্ভ (Pilot) কে অ্যাকচুয়েট করে, যা সচরাচর Flapper Nozzle কিংবা Jit-pipe valve হয়ে থাকে। প্রথম স্টেজের হাইড্রোলিক আউটপুট ২য় স্টেজকে চালিত করে (দ্বিতীয় স্টেজে সাধারণত Spool-Type valve থাকে)।



চিত্র ঃ ১০.১৩ ইলেকট্রোহাইড্রোলিক সার্ভো ভালভের ক্রসসেকশন

১০.৩ সার্ভো পদ্ধতিতে ডিসি পজিশন কন্ট্রোল সম্পর্কে ধারণা (Basic concept of DC position control with servo system) ঃ

নিচে চিত্র ১০.১৪-তে সার্ভো পদ্ধতিতে ডিসি পজিশন কন্ট্রোল দেখানো হলো ঃ



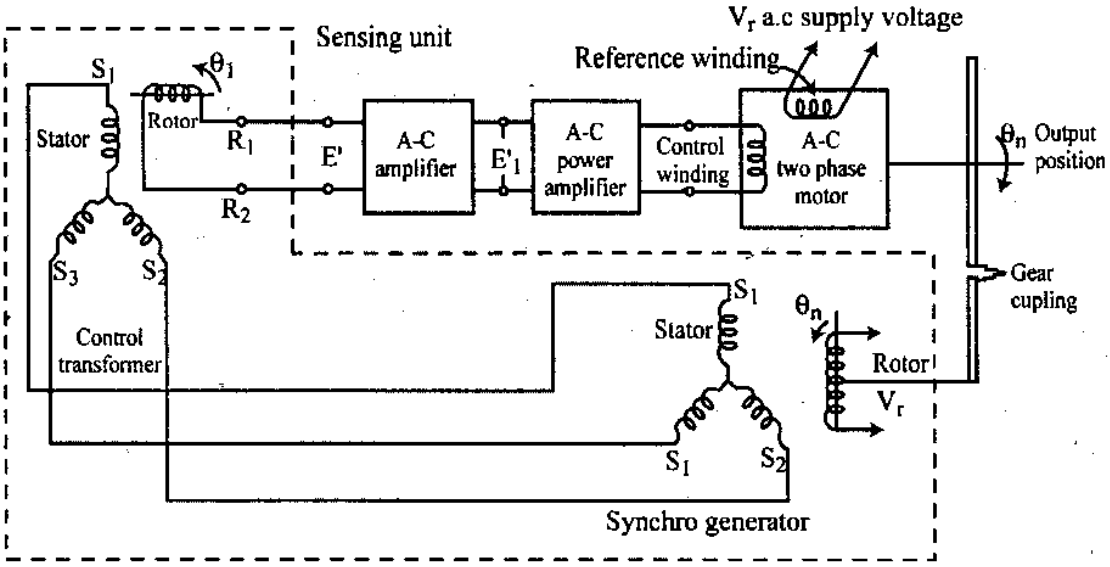
চিত্র ঃ ১০.১৪ ডিসি পজিশন কন্ট্রোল সিস্টেম

এখানে পটেনশিওমিটারের (θ_i) অবস্থান দ্বারা ইনপুটকে সেট করা হয়। মোটরের আউটপুট শ্যাফট, পটেনশিওমিটারের সাথে যান্ত্রিকভাবে (Mechanically) সংযুক্ত আছে, যা আউটপুট অবস্থান (θ_o) নির্দেশ করে।

দুটি পটেনশিওমিটারের স্লাইড বাহুর (Slide arms) মধ্যকার বিভব পার্থক্য (Potential difference) θ_i এবং θ_o এর পার্থক্যের সমানুপাতিক। পদ্ধতির ইনপুট সিগন্যাল (θ_i) একটি স্থির (Constant) ডিসি সিগন্যাল উৎপাদন করে। ক্যাসকেডিং, ফিডব্যাক কিংবা লোড কম্পেনসেশন (Load Compensation) কৌশল অবলম্বন করে পদ্ধতির ক্ষতিপূরণ করা যায়।

১০.৪ সিংক্রো সেন্সিং এলিমেন্টের সাহায্যে এসি পজিশন কন্ট্রোলের ধারণা (Idea of AC position control with synchro sensing element) ঃ

একটি এসি পজিশন কন্ট্রোলের চিত্র নিচে দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ১০.১৫ এসি পজিশন কন্ট্রোল সিস্টেম

এসি পজিশন কন্ট্রোলও ডিসি পজিশন কন্ট্রোলের অনুরূপ পজিশনিং কার্যকলাপ (Positioning function) সম্পাদন করে। এখানে সেন্সিং উপাদান দুটি সিংক্রোর সাহায্যে গঠিত– একটি সিংক্রো জেনারেটর (SG), অপরটি কন্ট্রোল ট্রান্সফরমার (CT)। সিংক্রো মূলত ট্রান্সফরমার হিসাবে বিবেচনা করা হয় যাতে একটি ওয়াইন্ডিং ঘোরে। সিংক্রো জেনারেটরের রোটর ভোল্টেজ V_x এবং ফ্রিকুয়েন্সি W_c দ্বারা উত্তেজিত (energized) হয়। এখানে তিনটি স্থায়ী ওয়াইন্ডিংকে পরস্পর 120° ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রি ব্যবধানে সংযুক্ত থাকে। (চিত্র লক্ষণীয়)

কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারও সিংক্রো জেনারেটরের অনুরূপ। জেনারেটরের রোটরে এসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, ফলে পরিবর্তিত চুম্বকীয় ক্ষেত্র সৃষ্টির মাধ্যমে জেনারেটরের স্টেটর ওয়াইন্ডিং-এ এসি ভোল্টেজ আবেশিত (Induces) করে। জেনারেটরের স্টেটর ওয়াইন্ডিং কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারের সাথে সংযুক্ত থাকে, ফলে কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারের রোটরে উৎপাদিত ভোল্টেজ শূন্য।

যদি উভয় রোটর অবস্থানচ্যুত (Displaced) হয় তাহলে কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারের রোটরে উৎপাদিত ভোল্টেজের মান নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী হবে–

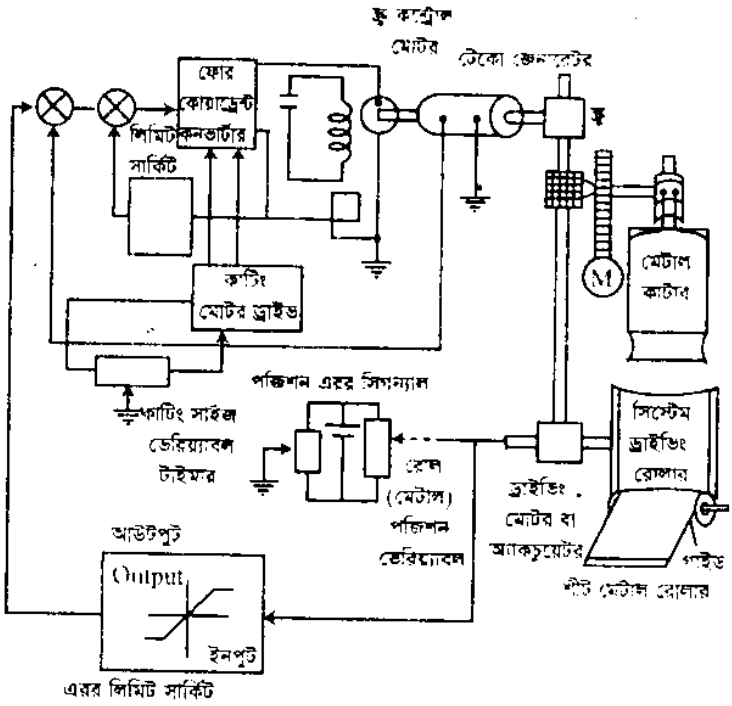
$E_{CT} = E_m \sin(\theta_i - \theta_o)$

উক্ত সমীকরণ W_c ফ্রিকুয়েন্সিযুক্ত এসি ভোল্টেজ নির্দেশ করে।

কন্ট্রোল ট্রান্সফরমার স্টেটর ওয়াইন্ডিং হতে কমান্ড গ্রহণ করে। কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারের রোটরটি একটি রিডাকশন গিয়ারের আউটপুট শ্যাফটের জন্য কাজ করে। গিয়ারটি লোডের সাথে কাপল করা থাকে। এভাবে কন্ট্রোল ট্রান্সফরমার কমান্ড সিগন্যাল এবং গিয়ার বক্স হতে ফিডব্যাক সিগন্যাল গ্রহণ করে। কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারের আউটপুটের এসি সিগন্যালকে সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ারে (AC amplifier) দেয়া হয় আর অ্যামপ্লিফাইড এরর সিগন্যাল দুই ফেজ ইন্ডাকশন টাইপ সার্ভোমোটরের এরর সিগন্যাল দু'ফেজ শিফট সিগন্যালে। এভাবে সিংক্রো জেনারেটরটি ঘোরে। জেনারেটরের রোটর রিডাকশন গিয়ারের সাথে যুক্ত (Couple) থাকে। গিয়ার বক্সের আউটপুট শ্যাফট লোডকে চালনা করে। গিয়ার বক্সের অপর শ্যাফট কন্ট্রোল ট্রান্সফরমারে পজিশনাল ইনফরমেশন ফিডব্যাক করে।

১০.৫ শীট মেটাল প্রসেসিং ইউনিটে স্পিড নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি (Speed control system for sheet metal processing unit) ঃ

শীট মেটাল প্রক্রিয়াকরণ ও কাটিং এর জন্য মেটালকে বিভিন্ন প্রয়োজনীয় ও প্রত্যাশিত আকারে কাটা ও সাইজ করার জন্য প্রসেসিং ইউনিটে ব্যবহৃত ট্রলি, কাটিং মেশিন, শার্পেনিং ইত্যাদি ডিভাইসকে সঠিক নিয়মে চালানোর জন্য এদের সাথে সংযুক্ত মোটরের স্পিড নিয়ন্ত্রণাধীন রাখতে হয়। শীট (Sheet) মেটাল প্রসেসিং ইউনিটের স্পিড কন্ট্রোল সিস্টেম (Speed Control) ও কাটিং (Cutting) এর ব্লকচিত্র ১০.১৬ নং চিত্রে দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ১০.১৬

চিত্রের ফোর কোয়াড্রেন্ট কনভার্টারের সাহায্যে ফ্লু কন্ট্রোল মোটরটিকে ড্রাইভ দিয়ে নির্দিষ্ট গতিতে শীট মেটাল ড্রাইভ রোলারটি ঘুরিয়ে নির্দিষ্ট মাপ অনুযায়ী শীট মেটাল কর্তন করা হয়। ফ্লু-এর সাথে সংযুক্ত টেকো জেনারেটর এর মধ্যে '±' ফিডব্যাক ভোল্টেজ দ্বারা ফ্লু কন্ট্রোল মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়, শীট মেটাল যাতে নির্দিষ্ট পথে চলতে পারে সেজন্য রোল (মেটাল) পজিশন ভেরিয়্যাবল-এর দ্বারা রোল পজিশন ড্রাইভিং মোটরকে সঠিকভাবে চালিত করা হয়।

এখানে কাটিং সাইজ ভেরিয়্যাবল টাইমার কন্ট্রোলের মাধ্যমে নির্দিষ্ট সময় নির্ধারণ করে নির্দিষ্ট মাপের শীট (Sheet) কর্তন করা হয়। হেভি ডিউটি মেটাল কাটারটি নির্ধারিত মোটর অ্যাকচুয়েটর (Actuator) দ্বারা চালিত হয়ে মেটাল কর্তনের কাজ করে।

১০.৬ ব্লক চিত্রের সাহায্যে অন-লাইন এবং অফ্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি (Online and offline computer control system with block diagram) ঃ

● কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Computer control system) ঃ

যখন কোন প্রসেস বা ইন্সট্রুমেন্টকে কম্পিউটার দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয় তখন ঐ ব্যবস্থাকে কম্পিউটার কন্ট্রোল বলে। উক্ত প্রসেস-এর যে কোন একটি ডিভাইসের নিয়মতান্ত্রিক অপারেশনের কোন প্রকার তারতম্য ঘটলে তার সাথে সম্পর্কযুক্ত ডিভাইসসমূহেরও অপারেশনে তারতম্য ঘটবে। অটোমেটিক্যালী কন্ট্রোলের জন্য উপরোক্ত প্রত্যেক প্রকার ডিভাইসের তারতম্যের পরিমাণ সংরক্ষণ এবং সর্বোপরি নিয়ন্ত্রণকারী ডিভাইসগুলোকে পরিচালনা করে উক্ত তারমত্যকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

কম্পিউটার কন্ট্রোলের সুবিধাসমূহ (Advantage of Computer control) ঃ

কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধাসমূহ নিম্নে দেখানো হল ঃ

১। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সূক্ষ্মভাবে কোন প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।
২। একাধিক প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।
৩। কম্পিউটার খুব দ্রুত কাজ করে বলে প্রসেস যদি খুব দ্রুত পরিবর্তন হয় তবে তাও কন্ট্রোল করা যায়।
৪। এরর ডিটেকশন খুব দ্রুত করা সম্ভব।
৫। প্রসেস কন্ট্রোলিং এর খরচ অত্যন্ত কম পড়ে।
৬। এ সিস্টেমে প্রসেস আউটপুটের তারতম্যকে রেকর্ড করার জন্য বিভিন্ন ধরনের ডিজিটাল রেকর্ডিং ডিভাইস ব্যবহার করা যায়।
৭। এ সিস্টেম অত্যন্ত নির্ভুল হয়।
৮। প্রসেস এর কন্ট্রোলিং অপারেশন খুব দ্রুতসম্পন্ন করা সম্ভব হয়।
৯। একই সাথে একাধিক প্রসেস এর অপারেশনকে একটি কম্পিউটার দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়।

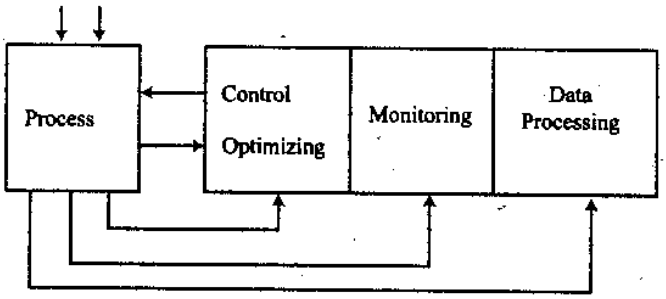
কম্পিউটার কন্ট্রোলের ধাপসমূহ (Steps of Computer Control) ঃ

কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে কম্পিউটারকে অনেক ক্ষেত্রে ডাটা প্রসেসর হিসাবে ব্যবহার করা হয়। তখন কম্পিউটার তিনটি ধাপে কাজ করে ঃ

১। প্রসেসের আউটপুটকে প্রথমে অপটিমাইজিং (Optimizing) বা ট্রান্সডিউসার ফাংশন সম্পন্ন করানো হয়।

২। প্রসেস আউটপুটের সাথে ইন্সট্রাকশন আউটপুটকে মূল্যায়ন করানো হয়।

৩। তুলনাকৃত আউটপুটকে প্রসেস এর উপযোগী করে ডাটা সিগন্যাল তৈরি করা, যা নিচের ব্লক ডায়াগ্রামের মাধ্যমে দেখানো হল।



চিত্র ঃ ১০.১৭

কম্পিউটার কন্ট্রোলের শ্রেণিবিন্যাস (The category of computer control) ঃ

শ্রেণিবিভাগ (Classification) ঃ

কম্পিউটার কন্ট্রোল সিসটেম মূলত তিনটি মূলনীতির উপর নির্ভরশীল। এ মূলনীতিকে ঠিক রেখে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমকে তিনভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

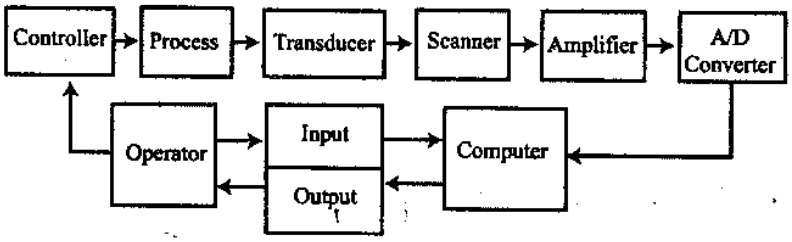
১। অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Online computer control system)

২। অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Offline computer control system)

৩। হাইব্রিড কম্পিউটার কন্ট্রোল (Hybrid computer control system)।

অফ্-লাইন এবং অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি (ব্লক চিত্রে) (Offline and Online Computer Control System with block diagram) ঃ

● **অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Offline Computer Control system) ঃ** অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে অবশ্যই একজন অপারেটরের প্রয়োজন। এই সিস্টেম মূলত একটি ওপেন লুপ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম। বর্তনীর বিভিন্ন ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম ব্যবহৃত হচ্ছে।



চিত্র ঃ ১০.১৮

কার্যপ্রণালি (Working principles) ঃ এখানে প্রসেসের আউটপুটকে ট্রান্সডিউসারের মাধ্যমে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করে স্ক্যানারে পাঠানো হয়। স্ক্যানার কম্পিউটার দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। যখন স্ক্যানারে ট্রান্সডিউসার থেকে কোন ইনপুট আসে তখন কম্পিউটারটি এ/ডি কনভার্টার থেকে ইনপুট নিতে প্রস্তুত থাকে। স্ক্যানার ট্রান্সডিউসার থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালকে একই সাথে অ্যামপ্লিফায়ার-এ পাঠায়। অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে এখানে অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহৃত হয়। অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ার এর আউটপুটকে এ/ডি কনর্ভাটার এর মাধ্যমে ডিজিটাল পালসে রূপান্তর করে কম্পিউটারে প্রেরণ করা হয়। অপরদিকে, অপারেটর ইনপুট ডিভাইসের মাধ্যমে অনাকাঙ্ক্ষিত অপারেশনকে পর্যবেক্ষণ করার জন্য প্রয়োজনীয় নির্দেশ ও তথ্য কম্পিউটারে দিয়ে রাখে। অতঃপর কম্পিউটার এ/ডি কর্নভারটার থেকে আগত প্রসেস-এর ভেরিয়্যাবল ডিজিটাল ইনপুট এবং অপারেটর-এর ইনপুট নির্দেশ এর পার্থক্য অনুসারে একটি আউটপুট সিগন্যাল উৎপন্ন করে আউটপুট ডিভাইসের মাধ্যমে অপারেশনে পাঠায়। অপারেটর উক্ত সিগন্যাল অনুসারে কন্ট্রোলারকে পরিচালনা করে, যা প্রসেসকে সরাসরি নিয়ন্ত্রণ করে।

● **অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Online Computer Control System) ঃ** যেসব ক্ষেত্রে প্রসেস অবিরত হয় এবং অপারেটরের প্রয়োজন হয় না, তাকে অনলাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলা হয়। অর্থাৎ, যে কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত কম্পিউটারটি কোন অপারেটর ছাড়াই স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রসেস ভেরিয়্যাবলকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে, তাকে Online Computer Control System বলে। এক্ষেত্রে অ্যানালগ কম্পিউটার ব্যবহার করলে বেশি সুবিধা পাওয়া যায়। এ ধরনের কম্পিউটার বিশেষ উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়ে থাকে এবং শুধুমাত্র একটি কাজ অর্থাৎ প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ডিজাইন করা হয়ে থাকে।

কন্ট্রোল প্যানেলের মাধ্যমে প্রসেস ভেরিয়্যাবলের আউটপুটকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তরিত করা যায়।

কম্পারেটর ইউনিটটি স্যাম্পলারে (Sampler) একটি রেফারেন্স বা কমান্ড (Command) ইনপুট প্রয়োগ করে।

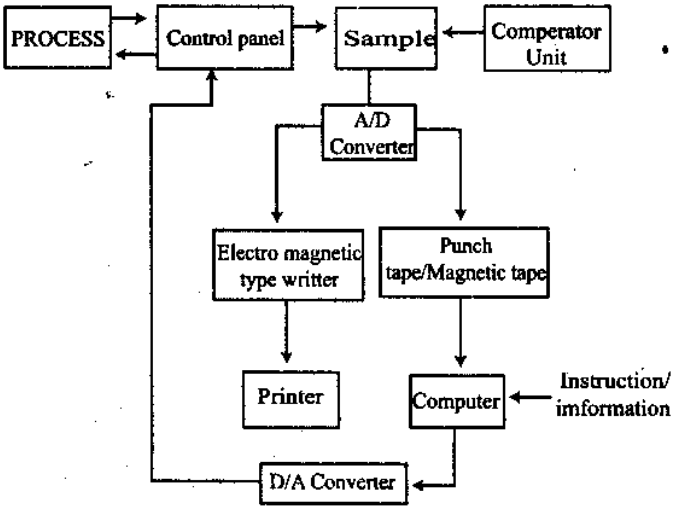
স্যাম্পলার (Sampler) আগত দুটি ইনপুটকে তুলনা করে ডিফারেন্স সিগন্যালকে এ/ডি কনভার্টারে প্রয়োগ করে। এ/ডি কনভার্টার উক্ত অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল সিগন্যালে পরিণত করে ইলেকট্রনিক টাইপ রাইটার/প্রিন্টার/পাঞ্চ টেপ/ম্যাগনেটিক টেপে প্রয়োগ করে।

টাইপ রাইটার বা প্রিন্টারটি প্রসেস আউটপুটকে রেকর্ড করে।

পাঞ্চ টেপ হতে কম্পিউটারটি প্রসেস আউটপুটকে ডিজিটাল পালস আকারে গ্রহণ করে।

কম্পিউটারটি তার মেমরিতে সংরক্ষিত ইনফরমেশন বা ইনস্ট্রাকশন বা আকাঙ্ক্ষিত অপারেশনের জন্য রেফারেন্স হিসেবে কাজ করে। ইহার সাথে ম্যাগনেটিক টেপ হতে গৃহীত সিগন্যাল এর তুলনা করে ডিজিটাল আউটপুট তৈরি করে।

ডি/এ কনভার্টারটি উক্ত ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগ সিগন্যালে পরিণত করে কন্ট্রোল প্যানেলে প্রদান করে এবং কন্ট্রোল প্যানেলটি প্রসেসকে আকাঙ্ক্ষিত অপারেশনে সেট (Set) করে।



চিত্র ঃ ১০.১৯ Online Computer Control System

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **টেকো (Techo) জেনারেটরের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ টেকো জেনারেটর মোটরের ঘূর্ণনকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তরিত করে।

২। **ডিসি সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ারে কন্ট্রোল মেকানিজম কীভাবে সম্পাদন করা যায়?** [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ ডিসি সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ারে সার্ভোমোটর এবং গিয়ার বক্স দ্বারা কন্ট্রোল মেকানিজম সম্পাদিত হয়।

৩। **সার্ভো কন্ট্রোল-এর ২টি সুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ১০, ১৩]

অথবা, SERVO কন্ট্রোল এর সুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ ১। সার্ভোমোটর অনেক বেশি লোডে কাজ করতে পারে।
২। উচ্চ পাওয়ার কন্ট্রোলের ক্ষেত্রে এ মোটর বেশি ব্যবহৃত হয়।

৪। **সার্ভোমোটর কাকে বলে?**

অথবা, সার্ভোমেকানিজম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, সার্ভোমেকানিজম কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]

উত্তর ঃ সার্ভোমোটর হলো এমন এক ধরনের বিশেষ মোটর, যা বৃহৎ প্রিসিশন পজিশনিং ও মেশিন কন্ট্রোলে ব্যবহৃত হয়। যেহেতু এ মোটরগুলো একটি নির্দিষ্ট কমান্ডের ভিত্তিতে কাজ করে, তাই এদেরকে সার্ভোমোটর বলে।

৫। **সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার কোন ধরনের অ্যামপ্লিফায়ার?**

উত্তর ঃ সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার হলো একটি ডাইরেক্ট কাপল্ড (D.C) অ্যামপ্লিফায়ার।

৬। **সার্ভো (Servo) কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ সার্ভো দু'প্রকার ঃ (i) ডিসি সার্ভো, (ii) এসি সার্ভো।

৭। **সার্ভো পদ্ধতিতে ডিসি পজিশন কন্ট্রোল পদ্ধতির ক্ষতিপূরণ কীভাবে করা যায়?**

উত্তর ঃ ক্যাসকেডিং ফিডব্যাক কিংবা লোড কম্পেনসেশন (Load Compensation) কৌশল অবলম্বন করে পদ্ধতির ক্ষতিপূরণ করা হয়।

৮। **সিংক্রোসেলিং এলিমেন্ট কী কী?**

উত্তর ঃ দু'টি; এগুলো হল ঃ (i) সিংক্রো জেনারেটর, (ii) কন্ট্রোল ট্রান্সফরমার।

৯। **এসি সার্ভো মেকানিজম পদ্ধতির বিভিন্ন অংশগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ বিভিন্ন অংশগুলো নিম্নরূপঃ

(i) সিংক্রো ট্রান্সমিটার (ii) কন্ট্রোল ট্রান্সমিটার
(iii) সিংক্রো জেনারেটর (iv) গিয়ার বক্স (G.B)
(v) সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার (SA) (vi) সার্ভোমিটার
(vii) টেকো জেনারেটর।

১০। **সার্ভো সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ যে সিস্টেমে কন্ট্রোল Unit কে কন্ট্রোল করার জন্য Auxiliary কোন সিস্টেমের প্রয়োজন হয়, তাকে সার্ভো সিস্টেম বলে।

১১। **স্টেপার মোটরের স্টেপ অ্যাঙ্গেল কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ স্টেপার মোটরের স্টেটর ওয়াইন্ডিং-এ প্রদত্ত একটি সুইচিং পালসের পরিবর্তনে এর রোটর যত ডিগ্রি অ্যাঙ্গেল পর্যন্ত ঘোরে, তাকে স্টেপ অ্যাঙ্গেল বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **সার্ভো পদ্ধতিতে সার্ভোমোটরকে কীভাবে চালানো (drive) হয়?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ সার্ভোট্রান্সমিটারের ইনপুটে এসি পাওয়ার সাপ্লাই প্রয়োগ করে ট্রান্সমিটার এবং ফিডব্যাক হতে প্রাপ্ত উভয় সিগন্যালের সৃষ্টি হয়, যা সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা পরিবর্ধন করে সার্ভোমোটরকে চালানো (drive) হয়।

২। **কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ যখন কোন প্রসেস বা ইন্সট্রুমেন্টকে কম্পিউটার দ্বারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয়, তখন ঐ ব্যবস্থাকে কম্পিউটার কন্ট্রোল বলে।

৩। **কম্পিউটার কন্ট্রোলের ধাপ (step)-গুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ (i) প্রসেস আউটপুটকে প্রথমে অপটিমাইজিং বা ট্রান্সডিউসার ফাংশন সম্পন্ন করানো হয়।
(ii) প্রসেস আউটপুটের সাথে ইন্সট্রাকশন আউটপুটকে মূল্যায়ন করানো হয়।
(iii) তুলনামূলক আউটপুটকে প্রসেস এর উপযোগী করে ডাটা সিগন্যাল তৈরি করা হয়।

৪। **কম্পিউটার কন্ট্রোলের সুবিধাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১১, ১৩]
অথবা, কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫ (পরি)]

উত্তর ঃ সুবিধাগুলো নিম্নরূপঃ

(i) সূক্ষ্মভাবে কোন প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। (ii) একাধিক প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।
(iii) কম্পিউটার খুব দ্রুত কাজ করে (speed)। (iv) এরর ডিটেকশন খুব দ্রুত করা সম্ভব।
(v) প্রসেস কন্ট্রোলিং-এর খরচ কম লাগে। (vi) এ সিস্টেম অত্যন্ত নির্ভুল হয় (Accuracy)।
(vii) একই সাথে একাধিক প্রসেস-এর অপারেশনকে একটি কম্পিউটার দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়।

৫। **অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত কম্পিউটারটি কোন অপারেটর ছাড়াই স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রসেস ভেরিয়্যাবলকে নিয়ন্ত্রণ করতে পারে, তাকে অন্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

৬। **অফ্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর ঃ যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে কম্পিউটার পরিচালনা করার জন্য অপারেটরের প্রয়োজন হয়, তাকে অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল বলে।

৭। স্টেপার মোটরের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ স্টেপার মোটরের প্রয়োগ ক্ষেত্র ঃ

১। প্রসেস কন্ট্রোল ঃ কার্বোরেটর অ্যাডজাস্টিং, ভালভ কন্ট্রোল, সিলিকন প্রসেসিং, আইসি বন্ডিং, মেইল হ্যান্ডলিং সিস্টেম।

২। কম্পিউটার পেরিফেরালস ঃ প্রিন্টার, টেপ রেকর্ডার, ফ্লপি ডিস্ক।

৩। বিজনেস মেশিনস ঃ কফি মেশিনস, ব্যাংকিং সিস্টেম, কার্ড রিডার, অটোমেটিক টাইপ রাইটার।

৪। মেশিন টুলস ঃ ড্রিলিং মেশিনস, ইলেকট্রন বীম ওয়েল্ডার, লেজার কাটিং, সুইং মেশিনস, মিলিং মেশিনস।

এ ছাড়াও বিভিন্ন শিল্পকারখানায় স্টেপার মোটর ব্যবহৃত হয়। পতিবেশ নিয়ন্ত্রণ এবং রোবটিক্সেও ব্যাপকভাবে স্টেপার মোটর ব্যবহৃত হয়।

৮। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর ঃ তিন প্রকার ঃ

(i) অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম

(ii) অফ্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম

(iii) হাইব্রিড কম্পিউটার কন্ট্রোল।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। চিত্রসহ ডিসি সার্ভো পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)]

অথবা, চিত্রসহ DC Servo System এর Operation বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

অথবা, চিত্রসহ ডি.সি সার্ভো সিস্টেম ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.১ ও ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। এসি সার্ভো পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.১ ও ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। স্টেপার মোটর বলতে কী বুঝায়? এটি কত প্রকার ও কী কী? প্রত্যেক প্রকারের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.১ ও ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। স্টেপার (Stepeer) মোটরের বৈশিষ্ট্য ও নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.১ ও ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। সিংক্রো সেলিং এলিমেন্টের সাহায্যে কীভাবে এসি পজিশন কন্ট্রোল সম্পাদন করা যায়, চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? এই কন্ট্রোলের সুবিধাসমূহ কী কী? কম্পিউটার কন্ট্রোলের ধাপসমূহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। অন্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৯, ১১, ১৩, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, Online Computer Control পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। শীট মেটাল প্রসেসিং ইউনিটে স্পিড নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। হাইড্রলিক সার্ভোমোটরের গঠনসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Online ও offline computer control এর মধ্যে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১। একটি কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সার্ভো পদ্ধতি ডিসি পজিশন কন্ট্রোল চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ১১

প্রসেস কন্ট্রোলের বিভিন্ন প্রয়োগ
(Different applications of process control)

১১.১ প্রসেস কন্ট্রোল সম্পর্কে মৌলিক ধারণা (Basic concept of process control) ঃ

● **প্রসেস (Process) ঃ** কোন নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির ভারসাম্য (Balance) অবস্থা রক্ষার্থে শক্তি যুক্ত করা কিংবা সরিয়ে নেয়ার কাজ বা পর্যায়ক্রমিক অপারেশনকে (Series of operation) প্রসেস বলে।

● **কন্ট্রোল (Control) ঃ** পরিবর্তনশীল প্রসেস ভেরিয়্যাবল তাপ, চাপ, বেগ, কম্পন নির্ধারিত মান বা লেভেল থেকে বিচ্যুত হলে তাকে পূর্বনির্ধারিত প্রত্যাশিত মান বা লেভেলে স্থিরভাবে নির্ধারণ করার ব্যবস্থাকে কন্ট্রোল বলে।

● **প্রসেস কন্ট্রোল (Process Control) ঃ** কোন অপারেশন বা পর্যায়ক্রমিক অপারেশনের মাধ্যমে কোন সিস্টেমে ব্যবহৃত ভেরিয়্যাবলকে প্রত্যাশিত মান বা লেভেলে নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতিকে প্রসেস কন্ট্রোল বলে।

ধরি, কোন কক্ষের তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট মানে নিয়ন্ত্রণ করতে হলে কক্ষে তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য একটি থার্মোমিটার দরকার এবং কক্ষে তাপ সরবরাহের জন্য একটি হিটার জ্বালানো দরকার। থার্মোমিটারে সুইচ বন্ধ করে দিতে হবে কিংবা হিটারের সাথে একটি থার্মোস্ট্যাট যুক্ত থাকলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পর্যন্ত পৌঁছালে থার্মোস্ট্যাট অটোমেটিক্যালি হিটারকে অফ (off) করতে এবং তাপমাত্রা কমে গেলে থার্মোস্ট্যাট হিটারকে অন (On) করবে। এখানে পর্যায়ক্রমিক অপারেশন (Series of operation) করা হচ্ছে। ইহা একটি প্রসেস কন্ট্রোলের উদাহরণ।

১১.২ নিউম্যাটিক পদ্ধতি এবং নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার (Pneumatic system and pneumatic controller with block diagram) ঃ

নিউম্যাটিক (Pneumatic) পদ্ধতি ও হাইড্রোলিক পদ্ধতিতে সামান্য পার্থক্য আছে। নিউম্যাটিক পদ্ধতিতে শক্তি ট্রান্সমিট করার জন্য বাতাস ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ **"যে পদ্ধতিতে বাতাসের মাধ্যমে শক্তিকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে প্রেরণ (Transmit) করা যায়, তাকে নিউম্যাটিক (Pneumatic) পদ্ধতি বলে"**। হাইড্রোলিক পদ্ধতিতে তরলের (Liquid) মাধ্যমে শক্তিকে ট্রান্সমিট করা হয়। বড় লোড হ্যান্ডলিং এর ক্ষেত্রে হাইড্রোলিক পদ্ধতিকে প্রাধান্য দেয়া হয়।

নিউম্যাটিক পদ্ধতিতে সুবিধা হলো ঃ

– এতে বাতাস শীতল প্রদানকারী (Coolant) হিসেবে কাজ করে।

– নিউম্যাটিক মোটর পরিচালনাকারী বাতাস দ্বারাই মোটরকে ঠাণ্ডা করতে পারে।

– বাতাসের বিতরণ খরচ কম ও অপেক্ষাকৃত নিরাপদ।

– ইহা বেশি রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজন হয় না।

– কন্ট্রোল পদ্ধতির বিভিন্ন পিভোট (Pivot) এবং লিংক ঘর্ষণমুক্ত।

সাবধানতা ঃ

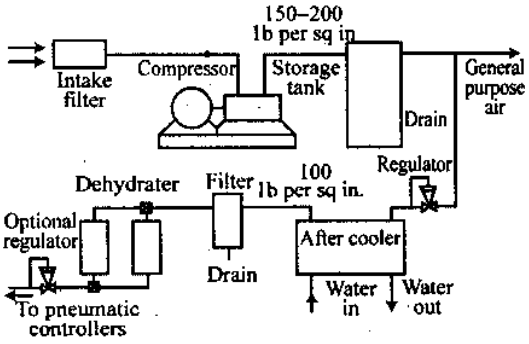
(i) সিস্টেমের মধ্যকার সংযোগ খুবই মজবুত (Tight) করতে হবে। ঢিলা সংযোগে শুধু বাতাস (বা তৈল) এর অপচয় হয় না বরং অসন্তোষজনক অপারেশনেরও উদ্ভব ঘটাতে পারে।

(ii) নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতি স্থাপনার সময় লীকেজ (Leakage) ভালভাবে চেক করতে হবে।

(iii) প্রস্তুতকারীর বিশেষ নির্দেশনা ব্যতিরেকে কখনও কোন অংশে তৈল ব্যবহার করা উচিত নয়।

● **নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার (Pneuamatic Controller) ঃ** নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতিতে নিয়ন্ত্রণ কার্যসম্পাদনকারী ব্যবস্থাপনাকে নিউম্যাটিক (Pneumatic) কন্ট্রোলার বলে। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলারের প্রধান সমস্যা হলো– পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতার স্বার্থে রক্ষণাবেক্ষণ এবং স্থির চাপে শুষ্ক বাতাস সরবরাহ। কারণ এই সিস্টেমে বাতাসে সরবরাহের সাথে জলীয়কণা (Moisture), তৈল, ক্ষয়কারী তরল কিংবা অসংগত ম্যাটেরিয়াল সিস্টেমে প্রবেশ করে গণ্ডগোলের সৃষ্টি করতে পারে। তৈল পরিশোধনকারী কারখানা কিংবা রাসায়নিক প্লান্টে ব্যবহৃত একটি নিউম্যাটিক কন্ট্রোলারের (Pneumatic Controller) ব্লক চিত্র নিচে দেখানো হলো ঃ

কমপ্রেসর কক্ষের বাইরে একটি শোধনকারী নল (intake filter) অবস্থান করে, যার মাধ্যমে কমপ্রেসরে বাতাস ঢোকে। 150 এবং 200 পাউন্ড/বর্গ ইঞ্চির মাঝামাঝি চাপ (Pressure) সরবরাহ করতে সামর্থ্য রাখে এমন ধরনের বাষ্পচালিত (Steam driven) কমপ্রেসর সাধারণত ব্যবহার হয়ে থাকে। 100 পাউন্ড/বর্গ ইঞ্চি চাপ ধারণকারী একটি প্রেসার রেগুলেটরের মাধ্যমে বাতাস স্টোরেজ ট্যাংকে অতিক্রম করে এবং তখন আফটার কুলারে (After cooler) প্রবেশ করে। আফটার অথবা কনডেন্সারে পানি সরবরাহ করা প্রয়োজন। পোরাস (Porous) স্টোন ফিল্টার তৈল সরিয়ে নেয় এবং ডিহাইড্রেটর (Dehydrator) আর্দ্রতা পুরোপুরি দূর করে। কখনও কখনও এটি দ্বিতীয় প্রেসার রেগুলেটরে সংযুক্ত করা হয়, যা নির্দিষ্ট হ্রাসকৃত মানে লাইনে চাপ সরবরাহ করতে পারে। একে সরাসরি নিউম্যাটিক কন্ট্রোল যন্ত্রপাতির নিয়ন্ত্রণ কক্ষে নিয়ে যাওয়া হয়। কঠিন পদার্থ কণিকা (Solids) উপযুক্ত ইনটেক ফিল্টার (intake filter) দ্বারা দূর করা যায়। স্টোরেজ ট্যাংক দ্বারা আর্দ্রতা দূর করা যায়।



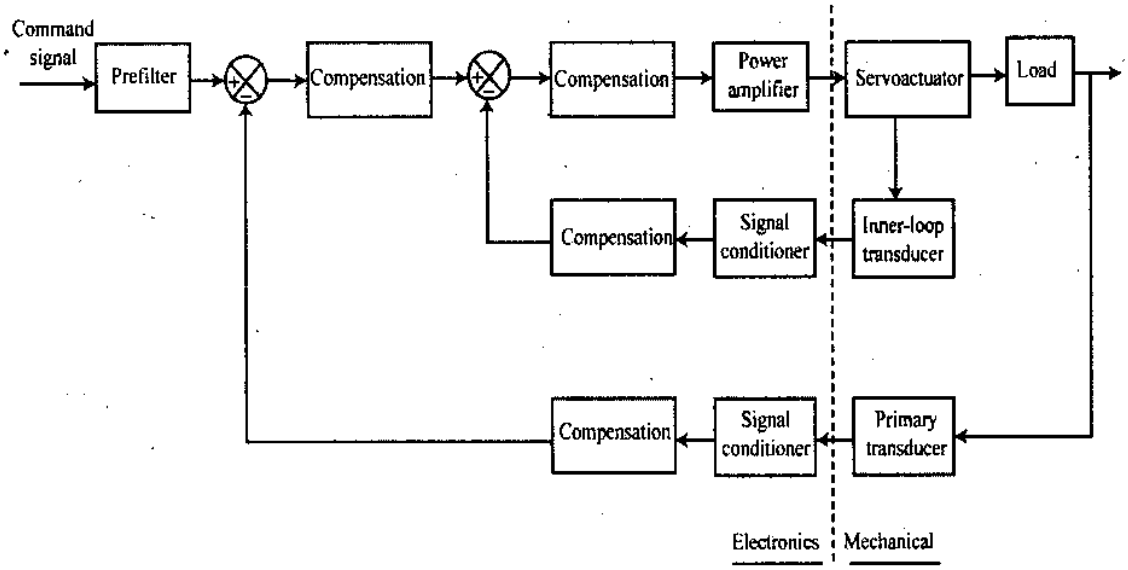
চিত্র ঃ ১১.১ নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার

১১.৩ অ্যানালগ ইলেকট্রনিক প্রসেস কন্ট্রোলার (Analogue electronic process controller) ঃ

আমরা অনুচ্ছেদ ১১.২-এ নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার সম্পর্কে ধারণা নিয়েছি। এখানে ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সম্পর্কে ধারণা নেয়ার চেষ্টা করব। ইলেক্ট্রনিক কন্ট্রোলারে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি সলিড স্টেট ডিভাইস দিয়ে গঠিত। এক্ষেত্রে কোন চলমান (moving) যন্ত্রাংশ নেই। কন্ট্রোলার ইলেকট্রনিক বর্তনীকে একটি প্রিন্টেড সার্কিট কার্ডের উপর ডিজাইন করা হয়। নিচে নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের মধ্যে পার্থক্য দেখানো হলো ঃ

নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার (Pneumatic Controllers)	ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার (Electronic Controller)
(i) বেশি দূরত্বের জন্য ব্যবহৃত হয় না।	(i) বেশি দূরত্বের জন্য ব্যবহৃত হয়।
(ii) দাম বেশি।	(ii) দাম কম (সস্তা)।
(iii) গঠন সহজ এবং খসখসে (rugged)।	(iii) গঠন জটিল।
(iv) রক্ষণাবেক্ষণ সহজ।	(iv) ট্রানজিস্টর ও অন্যান্য সলিড স্টেট ডিভাইস থাকায় বিশেষ যত্নের প্রয়োজন।
(v) বিস্ফোরক ও ক্ষয়কারক পরিবেশে নিরাপদ।	(v) বিস্ফোরক ও ক্ষয়কারক পরিবেশে নিরাপদ নয়।

একটি প্রচলিত অ্যানালগ ইলেকট্রনিক প্রসেস কন্ট্রোলারের ব্লকচিত্র নিচে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ১১.২ প্রচলিত অ্যানালগ ইলেকট্রনিক প্রসেস কন্ট্রোলার

বর্ণনা (Description) ঃ কমান্ড সিগন্যাল (Command Signal) প্রিফিল্টার দ্বারা পরিশোধন করে কম্পারেটরে দেয়া হয়। কম্পারেটরে কমপেনসেশন নেটওয়ার্কের মাধ্যমে একটি সিগন্যাল ফিডব্যাক করানো হয়। ফিডব্যাক সিগন্যাল ও কমান্ড সিগন্যালের পার্থক্য সিগন্যালকে পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ারে দেয়া হয়। পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার সিগন্যালকে বর্ধিত করে সার্ভো অ্যাকচুয়েটরে পাঠায়। সার্ভো অ্যাকচুয়েটরের সাথে লোড ও ইনার লুপ ট্রান্সডিউসার যুক্ত থাকে। ইনার লুপ ট্রান্সডিউসার থেকে দুর্বল রূপান্তরিত বৈদ্যুতিক সিগন্যাল, সিগন্যাল কন্ডিশনারে যায়।

কমপেনসেশন ইউনিটের মাধ্যমে ক্ষতিপূরণ হয়ে সিগন্যাল কম্পারেটরে দেয়া হয়। যেহেতু সার্ভো অ্যাকচুয়েটর লোডের সাথেও যুক্ত থাকে, তাই লোডের ক্রিয়ার ফলে প্রাইমারি ট্রান্সডিউসার লোড হতে প্রাপ্ত ফলাফলকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে পরিণত করে কমপেনসেশন ইউনিটে পাঠায়। কমপেনসেশন ইউনিট তা কম্পারেটরে পাঠায়। এভাবে প্রদত্ত কমান্ড সিগন্যাল অনুযায়ী লোডকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এখানে কন্ট্রোলারের যান্ত্রিক ইউনিট ৪টি ঃ

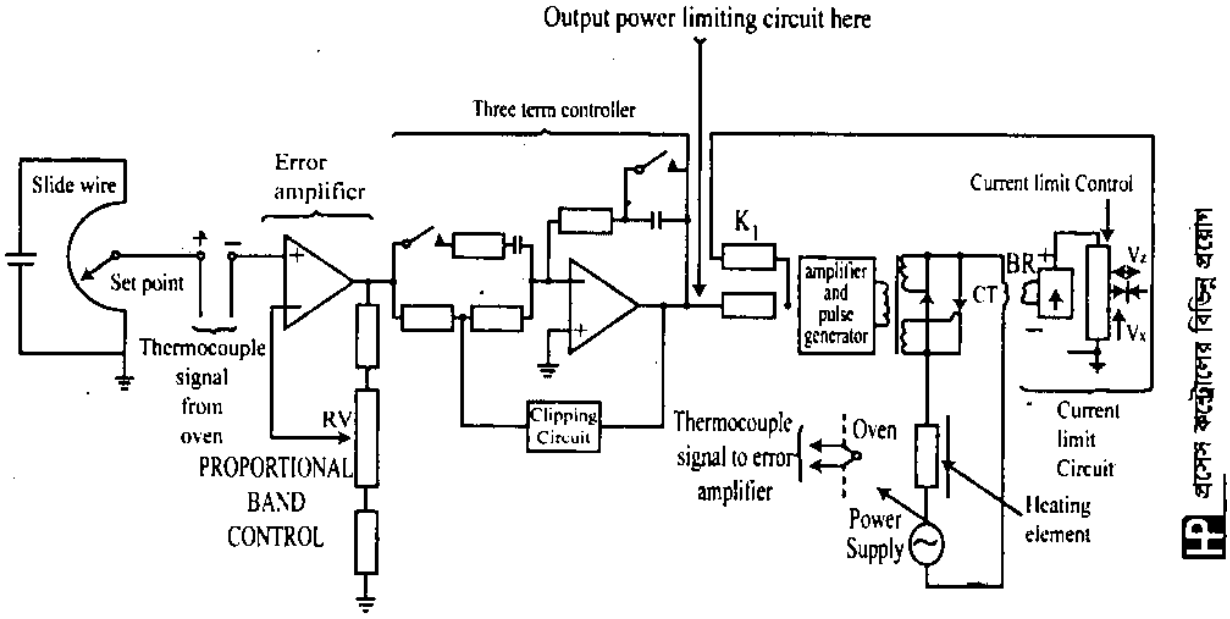
(i) সার্ভো অ্যাকচুয়েটর (Servo actuator)
(ii) ইনার লুপ ট্রান্সডিউসার ((Inner-Loop Transducer)
(iii) প্রাইমারি ট্রান্সডিউসার (Primary Transducer)
(iv) লোড (Load)।

কন্ট্রোলারে ইলেকট্রনিক ইউনিটগুলো হলো ঃ

(i) প্রিফিল্টার (Prefilter)
(ii) কম্পারেটর (Comparator)
(iii) কমপেনসেশন (Compensation)
(iv) পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার (Power amplifier)
(v) সিগন্যাল কন্ডিশনার (Signal Conditioner)।

১১.৪ অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা, স্পিড, চাপ এবং প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতি (Temperature, speed, pressure and flow control using an analogue electronic controller)ঃ

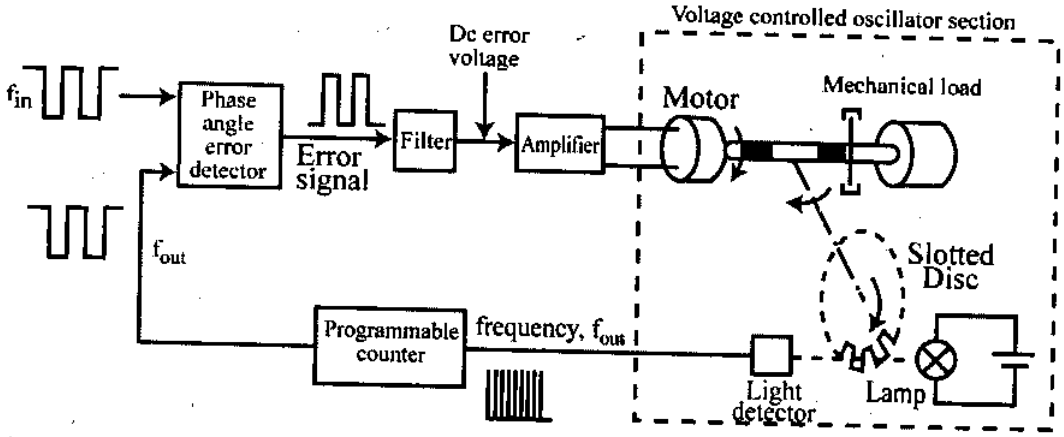
● **তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ (Temperature Control) ঃ** ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি নিচের চিত্রে দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১১.৩

বর্ণনা ঃ একটি স্লাইড তারের সাহায্যে তাপমাত্রা সেটিং করা হয়। একটি চুল্লিতে থার্মোকাপলকে উত্তপ্ত করে সে তাপ হতে প্রাপ্ত সিগন্যালকে স্লাইড তারের সেটিং তাপমাত্রার সাথে তুলনা করা হয়। উভয়ের রূপান্তরিত সিগন্যাল ভোল্টেজের পার্থক্যকে এরর অ্যামপ্লিফায়ারে বর্ধিত (Amplify) করা হয়, যার গেইন পটেনশিওমিটার RV দ্বারা অ্যাডজাস্ট করা হয়। এরর অ্যামপ্লিফায়ারের আউটপুটকে থ্রি টার্ম কন্ট্রোলারের আউটপুট ভোল্টেজকে পালস জেনারেটরের ইনপুটে প্রয়োগ করা হয়, যা থাইরিস্টরের গেইট ইলেকট্রোড প্রয়োগকৃত পালসের বিলম্ব কোণকে নিয়ন্ত্রণ করে, যা উত্তাপকারী (Heating) এলিমেন্টের কারেন্টকে রেগুলেট (Regulate) করে। যখন চুল্লির (Oven) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় থাইরিস্টরের গেইট পালস ফেইজড্ ব্যাক (Phased Back) হয়ে যায়। ফলে চুল্লির (Oven) শক্তিকে কমিয়ে এমন মানে নিয়ে আসে যাতে প্রত্যাশিত তাপমাত্রা সুরক্ষিত হয়। কারেন্ট লিমিট সার্কিট দ্বারা হিটিং এলিমেন্ট কিংবা থাইরিস্টরে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহকে বাধা দেয়া হয়।

● **স্পিড কন্ট্রোল (Speed Control) ঃ** নিচে ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে কীভাবে একটি স্লটেড ডিস্ক চালনাকারী মোটরের স্পিড নিয়ন্ত্রণ করা হয় তা দেখানো হলো ঃ

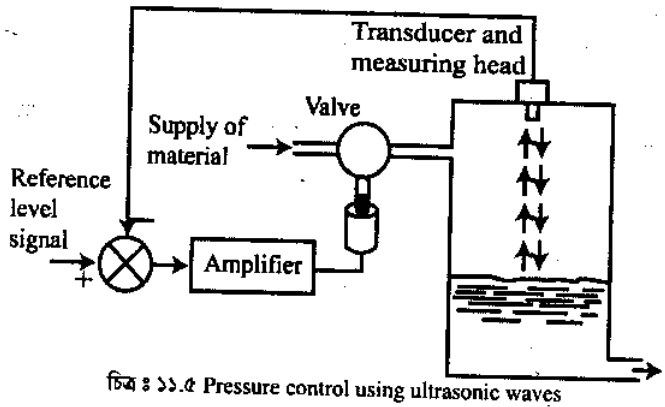


চিত্র ঃ ১১.৪

রেফারেন্স ফ্রিকুয়েন্সি উৎস হতে স্কোয়ার ওয়েভ f_{in} নেয়া হয়, যে ওয়েভ মাইক্রোকম্পিউটারের ক্লক ফ্রিকুয়েন্সির সাথে সম্পর্কিত। এই ফ্রিকুয়েন্সিকে আউটপুটের প্রোগ্রামেবল কাউন্টারের সাথে তুলনা করা হয়। এরর ডিটেক্টরের আউটপুটে পর্যায়ক্রমিক পাল্স থাকে, যার পাল্স প্রশস্ততা দুই সিগন্যালের পার্থক্যের ফেজ কোণের সমানুপাতিক। ফিল্টার দ্বারা পাল্সেটিং এরর সিগন্যালকে মসৃণ (Smooth) করা হয় যাতে ডিসি এরর ভোল্টেজ পাওয়া যায়, যাকে অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা বর্ধিত করে মোটরে দিলে মোটর চলে।

মোটর শ্যাফটের সাথে দাঁতওয়ালা ডিস্ক সংযুক্ত আছে, যার ঘূর্ণনে ল্যাম্প থেকে লাইট ডিটেক্টর পতিত আলোর বীমের ধারাবাহিকতায় ব্যাঘাত ঘটায়। ফলে ঘুরন্ত ডিস্কের স্পিড এবং ডিস্কের স্লটের সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায়ক্রমিক ফ্রিকুয়েন্সির পাল্স (Font) সৃষ্টি হয়। এই ফ্রিকুয়েন্সি পাল্সকে কাউন্টারের মাধ্যমে কমিয়ে ফেজ অ্যাঙ্গেল এরর ডিটেক্টরে দেয়া হয়। ডিটেক্টরের আউটপুটের এরর সিগন্যাল দ্বারা মোটরকে প্রত্যাশিত স্পিডে চালিয়ে শ্যাফটের সংযুক্ত ডিস্ককে স্থির স্পিডে চালানো হয়।

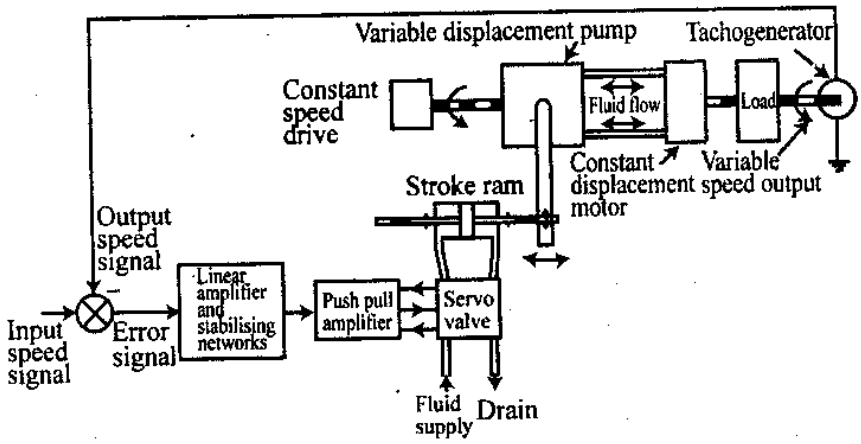
● **চাপ নিয়ন্ত্রণ (Pressure Contorl) ঃ** কোন তরল, বায়বীয় পদার্থ বা গ্যাসের চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য নিচের পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়।



চিত্র ঃ ১১.৫ Pressure control using ultrasonic waves

বর্ণনা ঃ আল্ট্রাসনিক (Ultrasonic) এনার্জির পালস্‌কে ট্যাংকের ভিতরে রক্ষিত পদার্থের তলে একই দিকে প্রবাহিত করানো হয় (Directed) এবং প্রতিফলিত (Reflected) ওয়েভকে ট্রান্সডিউসার দ্বারা গ্রহণ করা হয় (যেভাবে রাডার প্রতিফলন রিসিভ করা হয়)। প্রেরিত এবং গৃহীত সিগন্যালের মধ্যকার সময় বিলম্ব (Time delay) ট্যাংকের ভিতরে রক্ষিত পদার্থের লেভেলের উপর নির্ভর করে। এ সময় বিলম্বকে ভোল্টেজ অথবা কারেন্টে রূপান্তরিত করা হয় এবং রেফারেন্স মানের সাথে তুলনা করে দেখা হয়।

● **প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ (Flow Control) ঃ** প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি নিচে দেয়া হল ঃ



চিত্র ঃ ১১.৬ Flow control system

তরলের প্রবাহের ফলে ঘুরন্ত লোডের ঘূর্ণনকে টেকোজেনারেটর দ্বারা ইলেকট্রিক সিগন্যালে পরিণত করে ফিডব্যাকের মাধ্যমে কম্পারেটরে দিলে ইনপুটের রেফারেন্স সিগন্যালের সাথে তুলনা করে সৃষ্ট এরর সিগন্যালকে বর্ধিত করে হাইড্রোলিক অ্যামপ্লিফায়ারে (অর্থাৎ সার্ভো ভালভ এবং পিস্টন ব্যবস্থাপনা) দেয়া হয়, যা স্ট্রোক আর্মকে (Srorke Arm) নিয়ন্ত্রণ করে। এখানে স্ট্রোক আর্ম দ্বারা তরলের প্রবাহকে (Fluid flow) নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

১১.৫ প্লাস্টিক, পেট, পি.ভি.সি উৎপাদন প্রক্রিয়ার ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতির ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা (Injection molding system for plastic, PET, PVC, production process with block diagram) ঃ

নিচে একটি ইনজেকশন মোল্ডিং সিস্টেমের ব্লক চিত্র দেয়া হলো।

সিস্টেমটি নিম্নলিখিত অংশগুলো নিয়ে গঠিত ঃ

(i) হপার (Hopper)

(ii) হিটার (Heater)

(iii) ইনজেক্টর স্ক্রু

(iv) মোল্ড

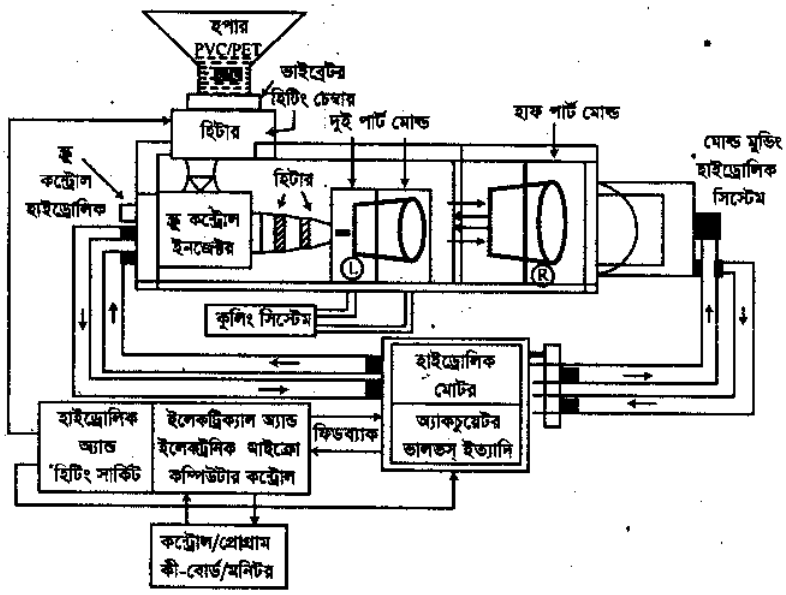
(v) হাইড্রোলিক সিস্টেম

(vi) ইলেকট্রিকাল ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল

(vii) মাইক্রোকম্পিউটার

(viii) কন্ট্রোল কী-বোর্ড (Keyboard)

(ix) মনিটর।



চিত্র ঃ ১১.৭

এর প্রত্যেক অংশ ইলেকট্রিক্যাল/ইলেকট্রনিক অংশের সাথে যুক্ত হয়। কী-বোর্ডের মাধ্যমে প্রদত্ত প্রোগ্রাম দ্বারা ধারাবাহিকভাবে নিম্নোক্ত কার্যপদ্ধতি সম্পন্ন করে যে কোন ধরনের প্রডাক্ট (Product) তৈরি করে থাকে। উদাহরণস্বরূপ, বোতল, বালতি, চেয়ার ইত্যাদি যে সব দ্রব্য তৈরি করতে হবে তার জন্য নির্ধারিত মোল্ড আগে থেকে তৈরি করে নিতে হয়।

কার্যপ্রণালি ঃ প্রথমে যখন হপারে PVC/ PET/ প্লাস্টিক-এর গুঁড়া দেয়া হয় তখন ভাইব্রেটরের মাধ্যমে গুঁড়াগুলো হিটিং চেম্বারের হিটার দ্বারা গলে যায় এবং স্ক্রু ইনজেক্টরে আসে। নির্ধারিত মাত্রায় গরম হয়ে গুঁড়াগুলো তরল আকার ধারণ করে। এমতাবস্থায় কী-বোর্ডের মাধ্যমে কম্পিউটারে ON কমান্ড দিলে দুই পার্ট মিলে তৈরি বালতির আকৃতির মোল্ড একটি অপরটির মধ্যে এমনভাবে একত্রে যুক্ত হয় যাতে উভয়ের মধ্যবর্তী ফাঁকা অংশটি বালতির আকৃতি পায়, যা আগে থেকেই ওয়ার্কশপে তৈরি করা হয়। এরপর টাইমিং প্রোগ্রাম অনুযায়ী স্ক্রু ইনজেক্টরের মাধ্যমে গলিত PVC/ PET (L) মোল্ডের পিছনের ছোট্ট ছিদ্র দিয়ে স্ববেগে প্রবেশ করানো হয়। একটি নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থ ইনজেক্ট করার পর কিছু বাড়তি পদার্থ মোল্ড ভেদ করে সামান্য বাহিরে আসে, এ সময়ে স্ক্রু বন্ধ হয়। সাথে সাথে কুলিং সিস্টেম দ্বারা মোল্ডকে ঠান্ডা করা হয়। এরপর R-মোল্ড পার্টটি হাইড্রোলিক সিস্টেম দ্বারা চালিত হয়ে ডানে সরে আসে, L-মোল্ড পার্টে বালতিটি আটকিয়ে থাকে পরে বালতিটা সরিয়ে এর তলার বর্ধিত ছোট দণ্ডটি কেটে সংরক্ষণ করা হয়।

এভাবে প্রতি ঘণ্টায় 30 থেকে 200টি বালতি ইনজেকশন মোল্ডিং মেশিনের সাহায্যে তৈরি করা হয়।

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার (Pneumatic Controller) বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৮]

উত্তর ঃ নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কার্যসম্পাদনকারী ব্যবস্থাপনাকে নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার বলে।

২। **টেকো জেনারেটরের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ টেকো জেনারেটর দ্বারা ঘুরন্ত লোডের ঘূর্ণনকে ইলেকট্রিক সিগন্যালে পরিণত করা হয়।

৩। **প্রসেস বলতে কী বুঝায়?**

অথবা, Process কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ কোন নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির ভারসাম্য অবস্থা রক্ষার্থে শক্তি যুক্ত করা কিংবা সরিয়ে নেয়ার কাজ বা পর্যায়ক্রমিক অপারেশনকে প্রসেস (Process) বলে।

৪। **কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ পরিবর্তনশীল প্রসেস ভেরিয়্যাবল (তাপ, চাপ, বেগ, কম্পন) নির্ধারিত মান বা লেভেল থেকে বিচ্যুত হলে তাকে পূর্বনির্ধারিত প্রত্যাশিত মান বা লেভেলে নিয়ন্ত্রণ করার ব্যবস্থাকে কন্ট্রোল বলে।

৫। **নিউম্যাটিক কন্ট্রোলারের প্রধান সমস্যা কী?**

উত্তর ঃ ইহার প্রধান সমস্যা হলো পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতার স্বার্থে রক্ষণাবেক্ষণ এবং স্থির চাপে শুষ্ক বাতাস সরবরাহ।

৬। **আল্ট্রাসনিক এনার্জির সাহায্যে কীভাবে তরলের চাপ নিয়ন্ত্রণ করা যায়?**

উত্তর ঃ আল্ট্রাসনিক এনার্জির পালসকে রক্ষিত তরল পদার্থের তলে একই দিকে প্রবাহিত করানো হয় এবং প্রতিফলিত ওয়েভকে ট্রান্সডিউসার দ্বারা গ্রহণ করা হয়।

৭। **নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, নিউম্যাটিক কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ যে পদ্ধতিতে বাতাসের মাধ্যমে শক্তিকে একস্থান থেকে অন্য স্থানে প্রেরণ করা যায়, তাকে নিউম্যাটিক পদ্ধতি বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **প্রসেস কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]

অথবা, প্রসেস কন্ট্রোল কী ? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ কোন অপারেশন বা পর্যায়ক্রমিক অপারেশনের মাধ্যমে কোন সিস্টেমে ব্যবহৃত ভেরিয়্যাবলকে প্রত্যাশিত মান বা লেভেলে নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতিকে প্রসেস কন্ট্রোল বলে।

২। **নিউম্যাটিক (Penumatic) পদ্ধতির সুবিধা কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১১]

উত্তর ঃ সুবিধা ঃ

(i) এতে বাতাস শীতল প্রদানকারী হিসেবে কাজ করে।
(ii) বাতাসের বিতরণ খরচ কম ও অপেক্ষাকৃত নিরাপদ।
(iii) ইহা বেশি রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজন হয় না।
(iv) কন্ট্রোল পদ্ধতির বিভিন্ন পিভোট এবং লিংক ঘর্ষণমুক্ত।

৩। **নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের মধ্যে পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর ঃ

(i) বেশি দূরত্বের জন্য ব্যবহৃত হয় না।	(i) বেশি দূরত্বের জন্য ব্যবহৃত হয়।
(ii) দাম বেশি।	(ii) দাম কম।
(iii) গঠন সহজ এবং খসখসে।	(iii) গঠন জটিল।
(iv) রক্ষণাবেক্ষণ সহজ।	(iv) সলিড স্টেট ডিভাইস থাকায় বিশেষ যত্নের প্রয়োজন।

৪। **অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারে যান্ত্রিক ইউনিটগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ যান্ত্রিক ইউনিটগুলো ঃ

(i) সার্ভো অ্যাকচুয়েটর
(ii) ইনার লুপ ট্রান্সডিউসার
(iii) প্রাইমারি ট্রান্সডিউসার
(iv) লোড।

৫। **PVC উৎপাদন প্রক্রিয়ার ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ ১১.৭ নং চিত্র দ্রষ্টব্য।

৬। **পূর্ণনাম লেখ ঃ RTD, PVC.** [বাকাশিবো-২০০৩, ১৩]

উত্তর ঃ RTD হলো Resistance Temperature Detectors আর PVC হলো Polyvinyl Cloride.

৭। **Process control-এর উদাহরণ দাও।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ ধরা যাক, কোন একটি কক্ষের তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট মানে স্থির রাখার জন্য কক্ষের তাপমাত্রা পরিমাপ করার জন্য একটি থার্মোমিটার এবং কক্ষে তাপ সরবরাহের জন্য একটি হিটার প্রয়োজন। হিটারের সাথে একটি থার্মোস্টেটিক সুইচ সংযুক্ত করলে তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট মানে পৌঁছালে থার্মোস্ট্যাটটি অটোমেটিক্যালী হিটারকে অফ করে দিবে আবার তাপমাত্রা কমে গেলে থার্মোস্ট্যাটটি হিটারকে অন করবে। এখানে পর্যায়ক্রমিক অপারেশন হচ্ছে, তাই এটি একটি প্রসেস কন্ট্রোলের উদাহরণ।

৮। **নিউম্যাটিক কন্ট্রোল (Pneumatic) ও হাইড্রোলিক কন্ট্রোলের মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

উত্তর ঃ নিউম্যাটিক কন্ট্রোল (Pneumatic) ও হাইড্রোলিক কন্ট্রোলের মধ্যে পার্থক্য হল ঃ

নিউম্যাটিক কন্ট্রোল	হাইড্রোলিক কন্ট্রোল
১। বতাসের সাহায্যে পরিচালিত হয়।	১। তরল পদার্থের সাহায্যে পরিচালিত হয়।
২। রক্ষণাবেক্ষণ সহজ।	২। রক্ষণাবেক্ষণ বেশ জটিল।
৩। ঘূর্ণায়মান অংশ কম।	৩। ঘূর্ণায়মান অংশ বেশি।
৪। লিকেজ হওয়ার সম্ভাবনা আছে।	৪। নিকেজ হওয়ার সম্ভাবনা মারাত্মক।
৫। দাম কম।	৫। দাম বেশি।

৯। **নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কী কী সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ সাবধানতা ঃ

(i) সিস্টেমের মধ্যকার সংযোগ খুবই মজবুত করতে হবে।
(ii) কন্ট্রোল পদ্ধতি স্থাপনার সময় লীকেজ ভালভাবে চেক করতে হবে।
(iii) প্রস্তুতকারীর বিশেষ নির্দেশনা ব্যতিরেকে কখনও কোন অংশে তৈল ব্যবহার করা উচিত নয়।

১০। **প্লাস্টিক, PET, PVC উৎপাদন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতির বিভিন্ন অংশগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতির বিভিন্ন অংশ ঃ

(i) হপার (Hopper) (ii) হিটার
(iii) ইনজেক্টর স্ক্রু (iv) মোল্ড
(v) হাইড্রলিক সিস্টেম (vi) ইলেকট্রিক ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল
(vii) মাইক্রোকম্পিউটার (viii) কন্ট্রোল কী-বোর্ড
(ix) মনিটর।

১১। **Process control-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ Process control-এর বৈশিষ্ট্য ঃ

১। Process control এর controling system সূক্ষ্ম হতে হবে।
২। এই system দ্বারা power অপচয় কম হতে হবে।
৩। গঠন ও খরচ কম হতে হবে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক পদ্ধতির মধ্যে পার্থক্য কী? নিউম্যাটিক কন্ট্রোলারের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। **ব্লকচিত্রের সাহায্যে অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]
অথবা, Analogue electronic process controller পদ্ধতিটি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা, স্পিড, চাপ এবং প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **Plastic, PET, PVC উৎপাদন প্রক্রিয়ার ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ১১, ১৫(পরি)]
অথবা, ব্লক চিত্রসহ PVC তৈরির মূলনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **প্রসেস কন্ট্রোল পদ্ধতির মূলনীতি বিস্তারিতভাবে বুঝিয়ে দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১১.১ নং দ্রষ্টব্য।

ব্যবহারিক

ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

হক পাবলিকেশনস

ব্যবহারিক

এতে আছে—

- লিনিয়ার ভেরিয়েবল রেজিস্ট্যান্স ট্রান্সডিউসার-এর মাধ্যমে ডিসপ্লেসমেন্ট পরিমাপকরণ
- রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের মাধ্যমে তাপমাত্রা পরিমাপকরণ।
- থার্মিস্টরের তাপমাত্রা সহগ নির্ণয়
- লিনিয়ার ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সডিউসার এর মাধ্যমে ডিসপ্লেসমেন্ট পরিমাপকরণ
- থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ
- ফটোসেলের মাধ্যমে লাইট ইনটেনসিটি পরিমাপ
- ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডারের কার্য পর্যবেক্ষণ
- অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল সিস্টেম চালু করা পর্যবেক্ষণ
- ডিসি সার্ভো সিস্টেমের সাহায্যে ক্লোজড লুপ স্পিড কন্ট্রোল-এর কার্যাবলি পর্যবেক্ষণ

ব্যবহারিক

ব্যবহারিক
(Practical)

পরীক্ষণ নং-১ তারিখ .....

পরীক্ষার নাম ঃ লিনিয়ার ভেরিয়েবল রেজিস্ট্যান্স ট্রান্সডিউসার-এর মাধ্যমে ডিসপ্লেসমেন্ট পরিমাপকরণ (Measure the displacement by linear variable resistance transducer)

উদ্দেশ্য (Objective) ঃ

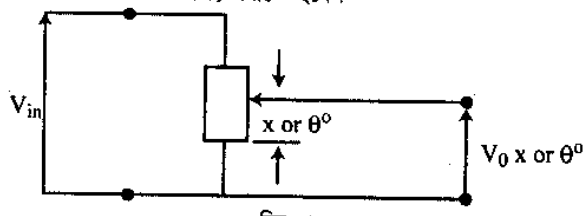
বিভিন্ন লোডিং অবস্থায় রোটারি পটেনশিওমিটারের আউটপুট ভোল্টেজ ক্যারেক্টারিস্টিক্স নির্ণয়।

যন্ত্রপাতি (Apparatus) ঃ

(i) ব্রেড বোর্ড
(ii) 50k পটেশিওমিটার
(iii) ডিজিটাল ভোল্টমিটার
(iv) রেজিস্টর
(v) 0–30Vdc Power Supply Unit
(vi) প্লেইন কার্ড ৮ সেমি. ডায়া।

পরীক্ষার তত্ত্ব (Theory of the experiment) ঃ

নিম্নের ওপেন সার্কিট পটেনশিওমিটারের দিকে লক্ষ্য করতে হবে।



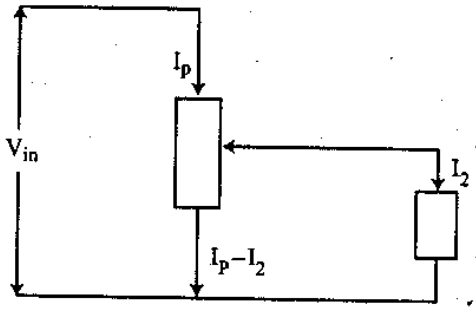
চিত্র ঃ ১২.১

x = লিনিয়ার ডিসপ্লেসমেন্ট (Linear displacement)

θ° = অ্যাঙ্গুলার ডিসপ্লেসমেন্ট (angular displacement)

ওপেন সার্কিট অবস্থায় লিনিয়ার পটেনশিওমিটার এর আউটপুট ভোল্টেজ স্লাইডারের কৌণিক অবস্থানের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক। অবশ্যই লিনিয়ারিটি নির্ভর করে ম্যানুফাকচারিং টলারেন্স ও কোয়ালিটির উপর।

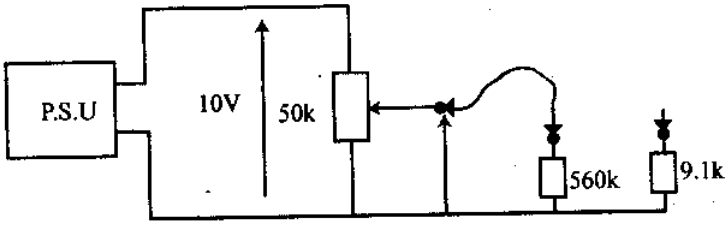
যখন বহিঃসার্কিটে পটেনশিওমিটার সংযোগ দেওয়া হয় তখন ঐ লোডের কারণে অতিরিক্ত নন-লিনিয়ারিটি সৃষ্টি হয়। পটেনশিওমিটারের Upper এবং Lower Parts-এ কারেন্ট সরবরাহ করার কারণে ঐ অবস্থার সৃষ্টি হয়, যা নিম্নে সার্কিট ডায়াগ্রামে দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১২.২

10 ডিজাইন নীতি ব্যবহার করে Non-Linearity মিনিমাইজড করা যায়, যেখানে লোড কারেন্ট I_L থেকে পটেনশিওমিটার কারেন্ট I_p, 10 গুণ বড়।

চিত্র (Figure) ঃ



চিত্র ঃ ১২.৩

কার্যপ্রণালি (Working Procedure) ঃ

১। উদাহরণস্বরূপ, ব্রেড বোর্ডের উপর 50k উচ্চতার পটেনশিওমিটার দ্বারা নিম্নে প্রদত্ত সার্কিট অনুযায়ী একটি সার্কিট গঠন করতে হবে। 9.1k এবং 500k রেজিস্টর বোর্ডের উপর রাখতে হবে যাতে পটেনশিওমিটার প্রতিবারই সংযুক্ত হতে পারে।

45° সেন্টরে কার্ডবোর্ড স্কেলকে বিভক্ত করতে হবে, যেমন–0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° এবং পটেনশিওমিটারের নব ব্রেড বোর্ডের স্থির করতে হবে, যাতে অ্যাঙ্গুলার স্কেল বরাবর থাকে।

২। পটেনশিওমিটার এর সাথে প্রত্যেক কোণ পড়তে হবে ঃ

(a) ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ V.

(b) ভোল্টেজ V_o এর সাথে 500k লোড সংযুক্ত।

(c) ভোল্টেজ V_o এর সাথে 9.1k লোড সংযুক্ত।

নিম্নে ভোল্টেজগুলো লিপিবদ্ধ করা হল ঃ

Angle	Theoritical V_O	V_O open circuit	V_O (R_l = 500k)	
0	0	0	0	0
45	1.43V	0.37	0.37	0.27
90	2.86V	2.19	2.13	1.05
135	4.29V	3.85	3.8	1.38
180	5.72V	5.64	5.58	2.4
225	7.15V	7.44	7.43	3.71
270	8.58V	8.94	9.05	6.24
315	10.01V	10.01	10.01	10.01

মন্তব্য (Conclusion) ঃ

(i) প্রত্যেক লোডিং কন্ডিশনে শতকরা সর্বোচ্চ এরর তুলনা করতে হবে।

(ii) ব্যবহারিক সিস্টেমে পটেনশিওমিটার লিনিয়ারিটির গুরুত্ব সম্পর্কে মন্তব্য করতে হবে।

প্রশ্ন-১। ট্রান্সডিউসারকে আর কী কী নামে অভিহিত করা যায়?

প্রশ্ন-২। ট্রান্সডিউসারের প্রধান উপাদানগুলো কী কী?

পরীক্ষণ নং-২ তারিখ .....

পরীক্ষার নাম ঃ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের মাধ্যমে তাপমাত্রা পরিমাপকরণ (Measure the temperature by resistance thermometer)

উদ্দেশ্য (Objective) ঃ

Resistance-এর পরিবর্তন যদি তাপমাত্রার সাথে সম্পর্কযুক্ত হয় বা কোন বস্তুর + Ve temperature coefficient থাকলে তার সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।

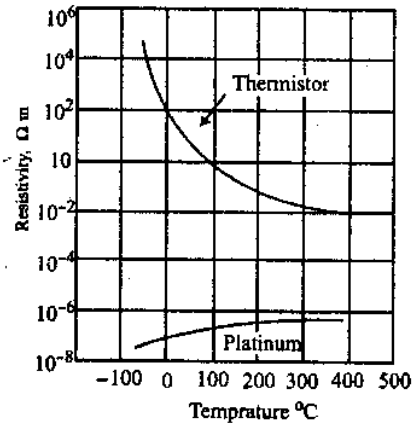
তত্ত্ব (Theory) ঃ

যখন তাপমাত্রা পরিবর্তন হয়, তখন পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন হয়। যেমন, প্লাটিনাম ধনাত্মক টেম্পারাচার কো-ইফিসিয়েন্ট বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন ধাতু। অর্থাৎ এর তাপমাত্রা বাড়লে রেজিস্ট্যান্স বাড়ে এবং তাপমাত্রা কমলে রেজিস্ট্যান্স কমে যায়। এ কারণে রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারে প্লাটিনাম বেশি ব্যবহৃত হয়। নিম্নে চিত্রে প্লাটিনামের তাপমাত্রা vs রেজিস্ট্যান্স কার্ভ দেখানো হল ঃ

$R = R_O (1 + \alpha_1 T_1 + \alpha_2 T_2 + ... + \alpha_n T^n)$

$R_O = 0°C$ তাপমাত্রায় রোধ

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 ..... \alpha_n$ = কনস্ট্যান্ট

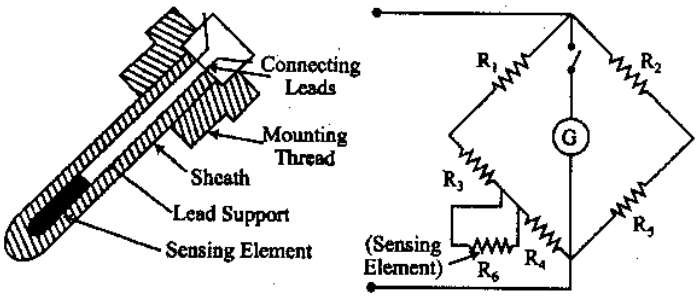


চিত্র ঃ ১২.৪ থার্মিস্টরের রেজিস্ট্যান্স বনাম টেম্পারেচার কার্ভ

The resistance thermometer uses the change in electrical resistance of conductor to determine the temperature.

উপাদানসমূহ (Requirements) ঃ ১। থার্মোমিটার ২। গরম, ঠাণ্ডা পানি ৩। মাল্টিমিটার।

চিত্র (Figure) ঃ



চিত্র ঃ ১২.৫

কার্যপ্রণালি (Procedure) ঃ

১। Resistance thermometer-টিকে একটি Bridge circuit-এ যুক্ত করতে হবে।

২। Bridge circuit-টিকে Zero বা Balance condition-এ Balance করতে হবে।

৩। এবার Resistance thermometer-টিকে বিভিন্ন তাপমাত্রাবিশিষ্ট পানিতে নিমজ্জিত বা সংস্পর্শে আনতে হবে।

৪। Temperature-এর কারণে resistance thermometer-এর resistance-এর হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে।

৫। Resistance-এর পরিবর্তনের কারণে Bridge-টি unbalanced হয় এবং temp. measurment করা যায়।

সতর্কতা (Precaution) ঃ

১। Bridge-টিকে সঠিকভাবে Balance করতে হবে।

২। Resistance thermometer-টির ভাল Linearity থাকতে হবে।

মন্তব্য (Conclusion) ঃ

এই experiment-টি করার ফলে আমি Resistance thermometer-এর সাহায্যে temperature পরিমাপের কৌশল জানতে পেরেছি।

প্রশ্ন-১। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার তৈরিতে কোন পদার্থটি বেশি ব্যবহৃত হয়েছে এবং কেন?

পরীক্ষণ নং-৩	তারিখ .....

পরীক্ষার নাম : থার্মিস্টরের তাপমাত্রা সহগ নির্ণয় (Determine the temperature coefficient of thermistor)

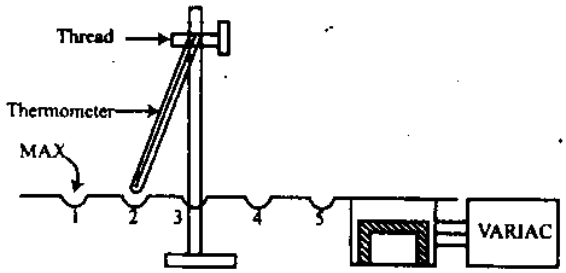
উদ্দেশ্য (Objective) :

বীড থার্মিস্টরের জন্য তাপমাত্রার সাথে এর রেজিস্ট্যান্স-এর পরিবর্তন জানা।

যন্ত্রপাতি (Apparatus) :

(i) বীড থার্মিস্টর (ii) গ্লাস থার্মোমিটার
(iii) হিটার (iv) ক্লাম্প স্ট্যান্ড
(v) ডিজিটাল মাল্টিমিটার (vi) ভেরিয়্যাক

চিত্র (Figure) :



চিত্র : ১২.৬

কার্যপ্রণালি (Working Procedure) :

১। হিটারের সুইচ অন করতে হবে এবং ভেরিয়্যাক-এর ভোল্টেজ 100V তে নির্ধারণ করতে হবে।

২। সতর্কভাবে বাতাসের Ambient Temperature রেকর্ড করতে হবে। Ambient Temperature = 27.5°C

৩। ডিজিটাল মাল্টিমিটার দিয়ে Ambient Temperature-ঐ বীড থার্মিস্টরের রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করতে হবে। এর মান নিচে দেয়া হলো R_{Th} (ANP) = 370kΩ

৪। যন্ত্রপাতি সহযোগে চিত্রের ন্যায় ফিগার তৈরি করতে হবে।

৫। স্থান 1-এ Temperature Reading এর জন্য 15 মিনিট অপেক্ষা করতে। এখন স্থান 1-এ সতর্কভাবে বীড থার্মিস্টরের টিপ wax pool-এ ধরতে হবে। রেজিস্ট্যান্সের মান প্রতিষ্ঠা না পাওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হবে এবং উভয় রেজিস্ট্যান্স এবং তাপমাত্রার নোট রাখতে হবে। স্থান 1 R_{TH} = 104kΩ Temp = 55°C

৬। এখন ক্লাম্প স্ট্যান্ডটি এবং তাপমাত্রাটি স্থান 2 তে নিতে হবে এবং তাপমাত্রার রিডিং প্রতিষ্ঠা পাওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হবে। এখন বিড থার্মিস্টর wax pool-এ নিতে হবে এবং পুনরায় এটা নিশ্চিত করতে হবে যে সংযোগকারী তার wax কে স্পর্শ না করে।

রেজিস্ট্যান্সের মান প্রতিষ্ঠা না পাওয়া পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হবে এবং রেজিস্ট্যান্স ও তাপমাত্রা নোট করতে হবে।

স্থান 2 ..... R_{TH} = 98kΩ Temp = 60°C

৭। এখন স্থান 3, 4 এবং 5 এর জন্য প্রসিডিউরটির পুনরাবৃত্তি করতে হবে এবং ফলাফল নোট করতে হবে :

স্থান 3 ..... R_{TH} = 67kΩTemp = 67°C

স্থান 4 ..... R_{TH} = 44kΩTemp = 78°C

স্থান 5 ..... R_{TH} = 26kΩTemp = 90°C

মন্তব্য (Conclusion) :

১। সাধারণ বৈশিষ্ট্যর উপর মন্তব্য করতে হবে।

২। থার্মিস্টর এর তাপমাত্রা রেজিস্ট্যান্সের সাথে উল্টানুপাতিক। নেগেটিভ তাপমাত্রা কো-ইফিসিয়েন্ট।

প্রশ্ন-১। থার্মিস্টরের দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

প্রশ্ন-২। থার্মিস্টরের তাপমাত্রা সহগ কেমন?

পরীক্ষণ নং-৪	তারিখ .....

পরীক্ষার নাম : লিনিয়ার ভেরিয়েবল ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সডিউসার এর মাধ্যমে ডিসপ্লেসমেন্ট পরিমাপকরণ (Measure the displacement by linear variable differential transducer)

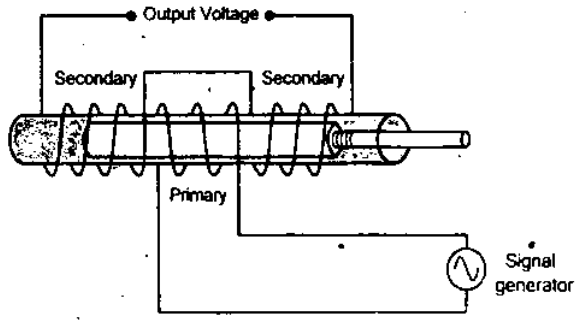
উদ্দেশ্য (Objective) :

LVDT-এর গঠন ও কার্যপ্রক্রিয়া সম্পর্কে জ্ঞান লাভ এবং LVDT-এর সাহায্যে ডিসপ্লেসমেন্ট পরিমাপ পদ্ধতি সম্পর্কে জানা।

যন্ত্রপাতি (Apparatus) :

১। ফেরাইট কোর (9mm dia × 90mm)
২। পাতলা কার্ডবোর্ড শীট
৩। ইন্সুলেটেড কপার ওয়্যার (0.5 mm dia)
৪। ইন্সুলেটিং টেপ
৫। সিগন্যাল জেনারেটর [10–100kHz]
৬। অসিলোস্কোপ
৭। ডিজিটাল ভোল্টমিটার
৮। ডিভিএম।

চিত্র.(Figure) :



চিত্র : ১২.৭

কার্যপদ্ধতি (Working Procedure) :

১। ফেরাইট রডের উপর পেপার জড়িয়ে এবং তাকে Sello tape দিয়ে secure করতে হবে।
২। ফেরাইট রডে 120mm × 90mm thin Cord দ্বারা জড়াতে হবে এবং 120mm Cylinder থেকে নিরাপদে রাখতে হবে।
৩। কয়েলকে তিনটি Pack-এ পেঁচাতে হবে এবং ঐ কয়েল পেঁচানোর Sellotape or Insulating tape দিয়ে পেঁচিয়ে ক্রিয়াপদে রাখতে হবে।
৪। ফেরাইট কোর থেকে পেপার কভারিং সরিয়ে 200m × 10mm কার্ডের Strip সংযুক্ত করতে হবে, Sello tape ব্যবহার করতে হবে।
৫। এখন LVDT এর প্রাইমারি Signal Generator-এর 10kHz এর সাথে এবং সেকেন্ডারি তার ভোল্টামিটারের সাথে সংযোগ দিতে হবে। ফেরাইট কোর চলাচল করলে আউটপুট ভোল্টেজ পরিবর্তিত হয়।
৬। এখন দুটি কয়েলকে সিরিজে বিপরীতমুখী করে সংযুক্ত করে ভোল্টমিটারের সাথে সংযোগপূর্বক Output Voltage লক্ষ করতে হবে।

NO.	DISPLACEMENT FROM CENTRE	OUTPUT VOLTAGE MOVING LEFT	OUTPUT VOLTAGE MOVING RIGHT
1.	2mm		
2.	6mm		
3.	8mm		
4.	10mm		
5.	11mm		
6.	12mm		
7.	13mm		
8.	14mm		
9.	15mm		
10.	16mm		

সতর্কতা (Precautions) :

১। এর ferrite rod-এর উপর এমনভাবে paper লাগাতে হবে যেন, round-কৃত paper-এর ভিতর rod-টি সহজে movement করতে পারে।
২। Circuit-এর ferrite rod-টি খুব সাবধানে movement করাতে হবে এবং এর পরিবর্তনশীল output খাতায় সঠিকভাবে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

মন্তব্য (Conclusion) :

উপরের পরীক্ষা হতে আমরা LVDT-এর Operation এবং characteristics সম্বন্ধে সম্যক জ্ঞান লাভ করলাম।

প্রশ্ন-১। LVDT-এর আউটপুট কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

পরীক্ষণ নং-৫	তারিখ .....

পরীক্ষার নাম ঃ থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ (Measure the temperature by thermocouple)

তত্ত্ব (Theory) ঃ

১। THERMOCOUPLE হচ্ছে যে কোন দুটি dissimilar metal-এর একটি Junction.

২। একটি THERMOCOUPLE-এর Junction-টিতে CONTACT Potential বিদ্যমান থাকে।

৩। CONTACT POTENTIAL JUNCTION, TEMPERATURE-এর সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়।

৪। THERMOCOUPLE-কে temperature sensing এবং CONTROL CKT-এ ব্যবহার করা হয়।

উদ্দেশ্য (Objective) ঃ

থার্মোকাপল অপ-অ্যাম্প টেম্পারেচার কন্ট্রোল সার্কিট পর্যবেক্ষণ ঃ

১। অভিজ্ঞ ইলেকট্রনিক প্রদর্শক,

২। পাওয়ার সোর্স– (a) 0–40 V DC, 50 mA, (b) 6.3 VAC, 2A,

৩। ইলেকট্রনিক মাল্টিমিটার,

৪। অসিলোস্কোপ,

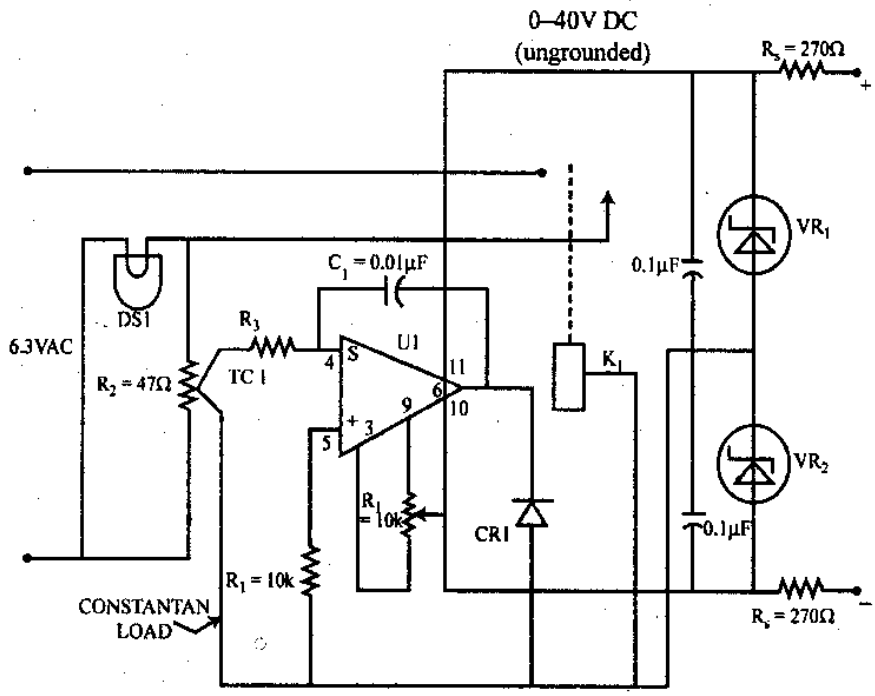
৫। DSI (মিনিচার ল্যাম্প),

৬। KI (রিলে, SPDT DC),

৭। RI (10kΩ, 1/2W, পটেনশিওমিটার),

৮। UI থার্মোকাপল OP-Amp.

সার্কিট ডায়াগ্রাম (Cricuit diagram) ঃ



চিত্র ঃ ১২.৮

কার্যপ্রণালি (Procedure) :

১। ELECTRONIC TRAINER BOARD দিয়ে CKT DIAGRAM অনুযায়ী CKT সম্পন্ন করতে হবে।

২। OP-amp-এর Output Voltage 40V DC-তে adjust করতে হবে।

৩। Input terminal-এ 6 ও VAC সরবরাহ করতে হবে।

৪। R_1 কে ধীরে ধীরে এমনভাবে adjust করতে হবে যতক্ষণ পর্যন্ত না DS1 জ্বলে উঠে।

৫। OP-amp-এর Output Voltage oscilloscope-এর saturation level + 12V পর্যন্ত R_1 কে adjust করতে হবে।

৬। ফলাফল পর্যবেক্ষণ ও লিপিবদ্ধ করতে হবে।

৭। অল্প সময়কাল পরে DS1 off হয়ে যেতে পারে। যদি তা হয় তবে কারণ লিপিবদ্ধ করতে হবে।

ফলাফল (results) :

১। ৫ নং procedure থেকে অর্থাৎ যখন R_1-কে adjust করা হয়, তখন তা OP-amp-কে Positive divection-এ Saturated করবে, যা K_1 (relay)-কে energinzed করে। ফলে K_1 heater R_2 এবং DS1-কে প্রযুক্ত Voltage-এর সাথে সংযুক্ত করে এবং R_2 thermocouple junction-কে উত্তপ্ত করতে শুরু করবে।

২। THERMOCOUPLE উত্তপ্ত হওয়ায় Output Voltage বৃদ্ধি পেতে থাকে। OP-amp-এর differential input voltage তাকে negative saturation এর দিকে ধাবিত করে। এ কারণেই Relayde-energized হয়, যা R_2 এবং DS1 কে AC VOCTAGE হতে বিচ্ছিন্ন করে।

৩। এভাবে THERMOCOUPLE-এর পর্যায়ক্রমিক heating-এর কারণে K_1 alternately energined এবং de-energined হয় এবং DS_1-কে alternately ON/OFF করে।

সতর্কতা (Precaution) :

১। সার্কিট সংযোগ সম্পন্ন করার পরবর্তীতে তা পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

২। POWER Supply যাতে কম বা বেশি না হয় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।

৩। CIRCUIT OPERATION উত্তমরূপে পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

৪। সর্বোপরি, শ্রদ্ধেয় শিক্ষকের পরামর্শানুযায়ী কার্য সম্পাদন রাখতে হবে।

প্রশ্ন-১। থার্মো ই.এস.এফ বলতে কী বুঝায়?

পরীক্ষণ নং-৬	তারিখ .....

পরীক্ষার নাম ঃ ফটোসেলের মাধ্যমে লাইট ইনটেনসিটি পরিমাপ (Measure the light intensity by photocell)

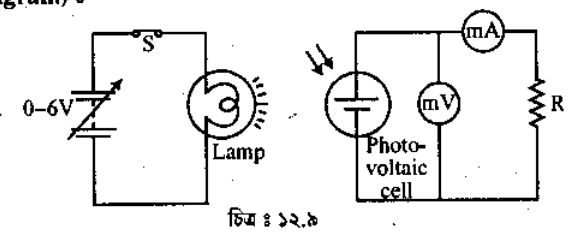
উদ্দেশ্য (Objective) ঃ

ফটোসেলের মাধ্যমে আলোর তীব্রতা অনুধাবন করা এবং পরিমাপ করা।

যন্ত্রপাতি ও মালামাল (Equipment and materials) ঃ

১। পাওয়ার সাপ্লাই (0–6V DC), ২। ভোল্টমিটার, ৩। অ্যামিটার, ৪। ল্যাম্প, ৫। ফটোভোল্টাইক সেল।

সার্কিট ডায়াগ্রাম (Circuit diagram) ঃ



চিত্র ঃ ১২.৯

কার্যপ্রণালি (Procedure) ঃ

Circuit-টিকে চিত্রানুযায়ী Trainer Board-এ সাজিয়ে Miniature lamp-এর input-এর 6V DC supply দিতে হবে। Miniature lamp-এর সামনে একটি photovoltaic cell স্থাপন করে এর সাথে একটি milivoltmeter parallel এবং একটি resistor-কে তাদের সাথে series-এ সংযোগ করতে হবে। অতঃপর photovoltaic cell-এর ouput voltage-এর current measurment করতে হবে। mV-এর across-এ resistance change করে পুনরায় cell-এর output current এবং voltage নির্ণয় করে তা ছক আকারে খাতায় লিপিবদ্ধ করতে হবে।

এভাবে পর্যায়ক্রমে resistor পরিবর্তনের মাধ্যমে কয়েকটি পাঠ গ্রহণ করতে হবে এবং সারণীতে লিপিবদ্ধ করতে হবে।

হিসাব (Calculation) ঃ

Resistive load, Ω	Output	
	mV	mA
10		
47		
100		
270		
470		
1k		

সর্তকতা (Precaution) ঃ

1. Ammeter এবং voltmeter পাঠ নেয়ার সময় খুব সূক্ষ্মভাবে ও যত্ন সহকারে নিতে হবে।
2. Supply voltage যাতে 6V DC-এর চেয়ে বেশি না হয় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।
3. Photovoltaic cell-এ যাতে সঠিকভাবে এবং পরিপূর্ণভাবে আলো পতিত হয় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।
4. μA meter-এ series এবং meter-এর parallel-এ সংযোগ নিতে হবে।
5. Careful থাকতে হবে যেন সংযোগগুলো সঠিকভাবে দেয়া আছে কি না তা Test করে দেখতে হবে।

মন্তব্য (Conclusion) ঃ

এই পরীক্ষার মাধ্যমে আমরা জানতে পারলাম যে, photovoltaic cell-এর load resistance বৃদ্ধি পেলে voltage বৃদ্ধি পায় এবং current হ্রাস পায়। কিন্তু Resistance বাড়ার পর power একটি নির্দিষ্ট value পর্যন্ত বৃদ্ধি পাবার পর হ্রাস পায়।

প্রশ্ন-১। ফটোভোল্টাইক সেল এর কাজ কী?

প্রশ্ন-২। তাপমাত্রার পরিবর্তনে ফটোভোল্টাইক সেলে ভোল্টেজের কী পরিবর্তন হয়?

পরীক্ষণ নং-৭	তারিখ .....

পরীক্ষার নাম : ম্যাগনেটিক টেপ রেকর্ডারের কার্য পর্যবেক্ষণ (Study the operation of magnetic tape recorder)

উদ্দেশ্য (Objective) :

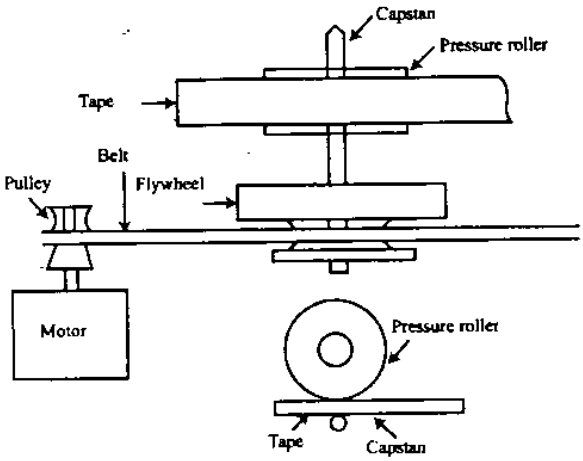
Tape recorder এমন একটি electronic সরঞ্জাম, যার সাহায্যে sound wave-কে polyster জাতীয় meterial-এর উপর magnetically record করা যায় এবং তা পুনরায় sound wave-এ পরিণত করা যায়। এর মূলনীতি সম্পর্কে জানাই এই experiment-এর মূল উদ্দেশ্য।

পরীক্ষার তত্ত্ব (Theory of the experiment) :

Microphone-এর সাহায্যে গৃহীত শব্দ বা sound energy যখন amplifier-এর মাধ্যমে amplify হয়ে RP Head-এ যায় তখন ঐ Head-এ audio signal frequency অনুসারে Magnetic field সৃষ্টি হয়, যার flux ইহার Head-এর ফাঁককে স্পর্শ করে ফাঁকের মধ্য দিয়ে চলে।

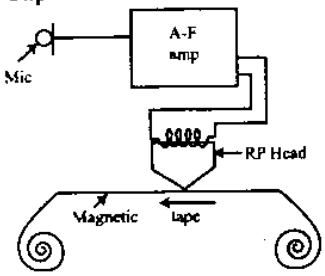
Recording ও playback-এর জন্য যেহেতু Tape কে Head-এর নিচ দিয়ে চালিয়ে নিতে হয় সেহেতু Recording এবং playback-এর জন্য নির্দিষ্ট গতিতে সরিয়ে নিতে হয়। Rewinding অর্থাৎ যে অবস্থায় tape-কে পূর্বেকার স্থানে নিয়ে যাওয়া হয় ও fast forward winding অর্থাৎ যে অবস্থায় tape-কে দ্রুতগতিতে সামনে এগিয়ে নেয়া হয়।

Tape recorder-এর মূল অংশটি হল Motor। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে ইহা DC motor হয়। Motor-টির সাথে ছোট একটি pulley fit করা থাকে, যার উপর Belt পেঁচানো থাকে। Flying wheel-এর সরু লম্বা কাঠির মতো অংশ থাকে, যাকে Capstan বলে। Recording বা playback-এর জন্য Tape recorder-এর সুইচগুলো oporate করলে এই capstan-এর মাথায় একটি Rubber pressure roller যুক্ত হয়, যার মাঝখানে Tape থাকে। Capstan ও pressure roller যৌথভাবে Tape-কে সবসময় একই গতিতে Head-এর নিচ দিয়ে টেনে আনে।

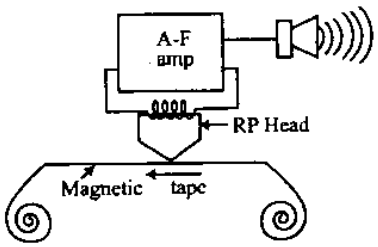


চিত্র : ১২.১০

Pressure roller চওড়া tape-এর চেয়ে বেশি হয় এবং এই pressure roller ও Capstan-এর মাঝখানে Tape দৃঢ়ভাবে ধরা থাকে যাতে চলার সময় Slip না করে।



চিত্র : ১২.১১ Recording



চিত্র : ১২.১২ Playback

উপাদান (Requirements) :

১। টেপ রেকর্ডার (Tape recorder), ২। পাওয়ার সাপ্লাই (Power supply), ৩। ম্যাগনেটিক টেপ (Magnetic tape)

সতর্কতা (Precaution) :

রেকর্ডিং ও প্লে-ব্যাক মেকানিজম :

১। রেকর্ডিং ও প্লেব্যাক-এ ব্যবহৃত মেকানিজম যত্ন সহকারে ব্যবহার করতে হবে।

২। রেকর্ডিং হেড ব্যবহার করলে পূর্ববর্তী ডাটা erase হয়ে যায় বা magnetic field rearrange হয়।

মন্তব্য (Conclusion) :

এই experiment-এর মাধ্যমে আমরা magnetic tape recorder-এর মূলনীতি জানতে পেরেছি, যা ভবিষ্যতে সহায়ক হবে।

প্রশ্ন-১। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের ২টি সুবিধা লেখ।

পরীক্ষণ নং-৮	তারিখ .....

পরীক্ষার নাম ঃ অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল সিস্টেম চালু করা পর্যবেক্ষণ (Study the operation of analogue electronic control system)

উদ্দেশ্য (Objective) ঃ

একটি মোটর ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারকে কম্পিউটারের সাথে ইন্টারফেস করে Servo control system ও Electronic control system সম্পর্কে ধারণা লাভ করা।

মূল ধারণা (Basic concepts) ঃ

আমরা জানি, যে কোন সূক্ষ্ম নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে Computer ব্যবহৃত হয়। Program-এর সাহায্যে বিভিন্ন automatic control system পরিচালনা করা যায়। তাই বর্তমানে computer দ্বারা Servo control system সারাবিশ্বে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এই পরীক্ষায় একটি microcomputer ব্যবহার করা হয়, যাতে D2000 নামক DIRECTORY-তে Terminal নামক Subdirectory program ব্যবহার করে servo control তৈরি করা হয়।

উপাদানসমূহ (Requirements) ঃ

১। Microcomputer, ২। Electronic Control System Module board, ৩। Power supply unit, ৪। Connecting cord.

তত্ত্ব (Theory) ঃ

Poximity detector হিসেবে ultrasonic ট্রান্সমিটার এবং রিসিভার ব্যবহৃত হয়। এটি উপ-উৎপাদন program-এ ব্যবহৃত হয়। একটি বস্তু নির্দেশিত হলে piezo-electric শব্দের ফাংশনে অ্যালার্ম এবং ডিসপ্লে পরিবর্তিত হয়। Gain potentiometer ব্যবহার করে স্পর্শকাতর নির্দেশক সামঞ্জস্য করা হয়।

কার্যপ্রণালি (Procedure) ঃ

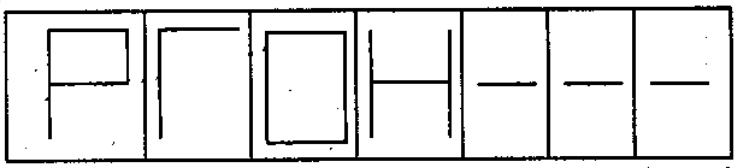
নির্দেশনা অনুযায়ী প্রথমে এই program-এ প্রবেশ করতে হবে।

CD\D2000 ↵

TERMINAL ↵

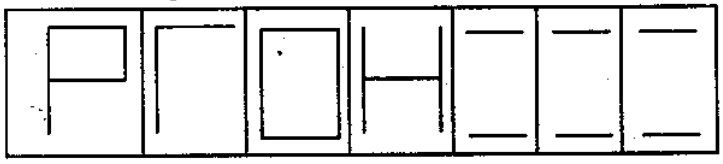
Use the [+] and [−] key to select "PROX" and press the [G] key.

Gain control clockwise সামঞ্জস্য হওয়ার পরে Alarm বেজে উঠবে, এখন অন হবে। বিপরীতমুখী clockwise চলতে থাকবে Alarm বন্ধ না হওয়া পর্যন্ত।



বস্তুটি সরাসরি উপরে অবস্থান করবে। Ultrasonic গ্রাহক এবং প্রেরক-এর দূরত্ব 10 cm এর কাছাকাছি নির্দেশ করতে পারে।

When on object is detected, the display will change to–



যদি [G] key নিচে সম্পূর্ণ হয় তবে এই বাস্তব প্রোগ্রামটি গরম হবে। উপপাদিত অন্য প্রোগ্রামটি [+] কিংবা [−] key ব্যবহার করে নির্বাচন করা যাবে।

তত্ত্ব (Theory) ঃ

এই উপ-উৎপাদিত প্রোগ্রামটি ব্যবহার করা হয় ultrasonic প্রেরক এবং গ্রাহকের মাধ্যমে উপরের বোর্ডের বস্তুর দূরত্ব পরিমাপ করতে।

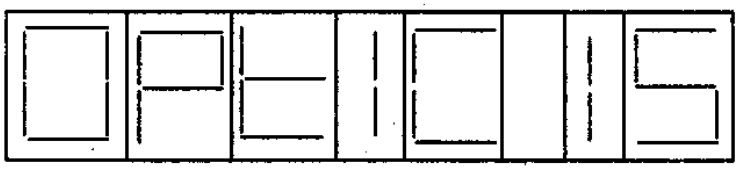
এই প্রোগ্রামটি দূরত্ব পরিমাপ করে প্রেরকের ultrsonic pulse এবং এটির গ্রহণকৃত প্রতিফলিত অতিতের মধ্যকার বিলম্ব সময়ের মাধ্যমে Gain potentiometer স্বাভাবিকভাবে সম্পূর্ণরূপে clochwise এর মতো সেট করা উচিত।

কার্যপ্রণালি (Produce) ঃ

(১) প্রোগ্রামে প্রবেশ করতে হবে।

(২) Gain potentiometer সম্পূর্ণরূপে clockwise-এর মতো সমন্বয় কর।

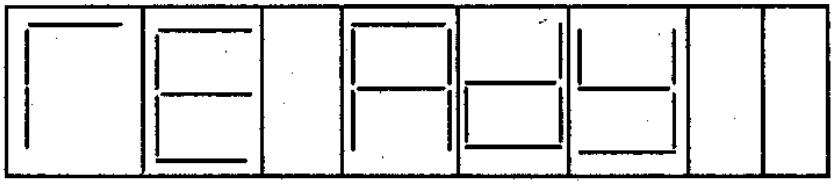
ব্যবহারিক

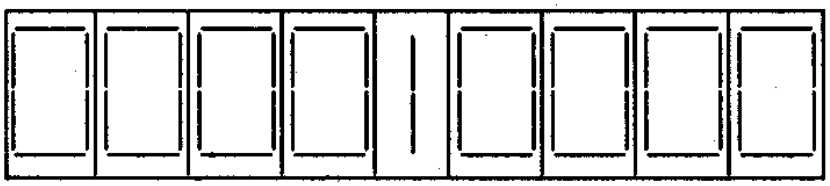


যদি প্রেরক এবং গ্রাহক পরিবেষ্টনকারী আলোর সমতল ত্রুটির জন্য আচ্ছাদিত হয় তবে প্রোগ্রামের উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি পাবে। এর প্রেরক LED থেকে ক্ষতিপূরণ করে এবং গ্রহণকৃত ISH এর মান ফেরত পাঠায়। যদি উজ্জ্বল আলোর উৎস প্রেরক এবং গ্রাহকের কাছে আনা হয় বা কাছে এনে বন্ধ করা হয় তবে প্রেরক LED উজ্জ্বলতা হ্রাস করে গৃহীত ISH এর মান ফেরত পাঠাবে।

পূর্বপরিকল্পিত ধাপ ব্যবহারকারী সমন্বয় করতে পারে একই ফ্যাশন থেকে ভাঙ্গা আলোকরশ্মি চিহ্নিতকরণ প্রোগ্রাম সহনকৃত নির্দেশিত উৎপাদন দ্বারা।

কম্পিউটারের পুনঃস্থাপন key চেপে মুক্ত করা Display দেখাবে। [M] key চাপলে Display দেখাবে।





প্রশ্ন-১। ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে কী কী করা হয়?

প্রশ্ন-২। ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সুবিধা কী?

পরীক্ষণ নং-৯	তারিখ .....

পরীক্ষার নাম ঃ ডিসি সার্ভো সিস্টেমের সাহায্যে ক্লোজড লুপ স্পিড কন্ট্রোল এর কার্যাবলি পর্যবেক্ষণ (Study the operation of closed loop speed control with DC servo system)

উদ্দেশ্য ঃ ED Laboratary Model ED-4400B দ্বারা ডিজাইনকৃত DC সার্ভো ট্রেইনার ব্যবহার করে, পরীক্ষণটি চূড়ান্তভাবে DC মোটর স্পিড, ইনপুট ক্যারেক্টারিস্টিক, লোড ক্যারেক্টারিস্টিক এবং একটি ক্লোজড লুপ পজিশন কন্ট্রোলার তৈরি করে। সুতরাং চিহ্নিত উদ্দেশ্যগুলো ঃ

১। DC মোটর স্পিড ইনপুট ক্যারেক্টারিস্টিক চূড়ান্ত করে।

২। DC মোটর স্পিড এবং লোড ক্যারেক্টারিস্টিক চূড়ান্ত করে।

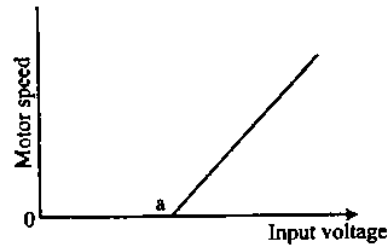
৩। ক্লোজড লুপ পজিশন কন্ট্রোলার তৈরি করে।

Introduction with ED-4400 servo system ঃ সকল হস্তচালিত পরীক্ষণের জন্য নিচের নির্দেশনাসমূহ একই। মূল পরীক্ষণের জন্য ED-4400 ডিভাইসটি ব্যবহারকারীকে সতর্কতার সহিত সংযোগ দিতে হবে।

- একটি পরীক্ষণের জন্য যখন Module কে Panel এর মধ্যে স্থাপন করা হয়, তখন সেখানে প্রত্যেক Modules এর জন্য নির্দিষ্ট কোন জায়গা থাকে না। ব্যবহারকারীর সুবিধামতো Modules কে স্থাপন করা যাবে।
- যখনই Servo motor এবং Potentiometer একে অপরের সাথে সংযুক্ত করা হয়, তখন এটা সঠিকভাবে হয়েছে কি না দেখতে হবে। অন্যথায় মোটরটি লোড সহ্য করতে পারবে না। হাতের মাধ্যমে ধীরগতিসম্পন্ন শ্যাফটের সাহায্যে সংযোগ দিতে হবে।

- উচ্চ গতিসম্পন্ন Servo motor মানিয়ে নিতে পারে। Electronic break set (U-163) এর সাথে বার শূন্য নির্দেশনা বলতে বুঝায় ব্রেকের চাপটা o-তে নিয়ে আসে।
- Taco generator কে যান্ত্রিকভাবে servo motor এর সাথে যুক্ত করা হয়। এটা AC Voltage উৎপন্ন করে এবং frequency motor RPM এর সামানুপাতিক।
- The taco amp unit (U-155) frequency কে সমপর্যায়ের Voltage রূপান্তর করে F/V converter-এর মাধ্যমে। Converted voltage-টা feedback signal হিসাবে ব্যবহার করা হয়।
- যখন Power Supply indicator unit (U-156) চালু হয়, তখন তার অর্থ হচ্ছে Ckt-এর অতিরিক্ত Current প্রবাহিত হয়। তৎক্ষণাৎ Power টা বন্ধ করে দিতে হবে এবং Overload এর কারণ চেক করতে হবে।
  এই ম্যানুয়ালের পরীক্ষণের মধ্য দিয়ে Rotating speed কে Volts এককে প্রকাশ করা হয়, যেটা speed এর সমানুপাতিক।
- এ পদ্ধতিটা সহজ উপায়ে প্রদর্শনীর জন্য (U-162) function generator এর মাধ্যমে ramp signal উৎপন্ন করে, যেটা O/P হিসাবে দেখা হয়।
- অতএব, Oscilloscope এর Internal time raference-টা অপ্রয়োজনীয়।
- Wiring diagram থেকে ± 15V Power Supply বন্ধ করতে হবে।

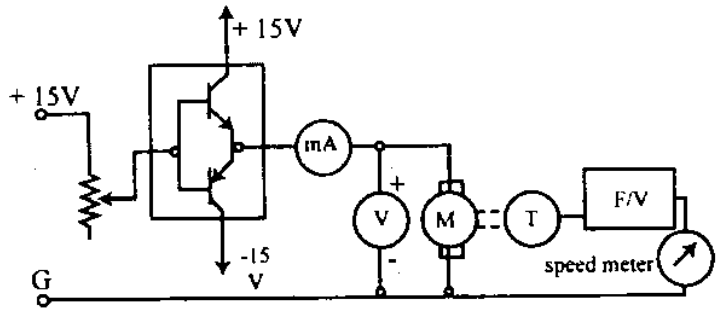
Basic Theory : সাধারণভাবে মোটর একটি যন্ত্র, যা ইলেকট্রিক্যাল এনার্জিকে মেকানিক্যাল এনার্জিতে রূপান্তর করে। ডিসি মোটর এর মূল উপাদানগুলোর মধ্যে একটা ফিল্ড ওয়াইন্ডিং এবং অন্যটা আর্মেচার ওয়াইন্ডিং। Winding এর মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার কারণে স্থায়ী চুম্বকের দ্বারা টর্ক উৎপন্ন হয়। দুটি Winding স্থানান্তর হওয়ার কারণে ED-4400B ট্রেইনার সিস্টেম এর মধ্যে স্থায়ী চুম্বকের মাধ্যমে ফিল্ড ওয়াইন্ডিং স্থানান্তরিত হয়।



চিত্র : ১২.১৩

Experimental procedure :

১। Refering to the figure 2 and 3 পরীক্ষণ অনুযায়ী module-টা flat surface অথবা ED-4400 কভার এর উপরিভাগে চিত্রানুযায়ী স্থাপন করতে হবে এবং সংযোগ দিতে হবে।



চিত্র : ১২.১৪ Equivalent system diagram of objective-i

২। Tacometter U-159 এবং U-155 meter এবং GND তে সংযোগ দিতে হবে।

৩। U-157 কে 18° তে সেট করতে হবে।

৪। Verify the line voltage (220V) U-156 তে live cord সংযোগ দিতে হবে এবং পাওয়ার সুইচ অন করতে হবে।

৫। U-157 কে ধীরে ধীরে ঘড়ির কাঁটার ন্যায় ঘুরাতে হবে যতক্ষণ না পর্যন্ত মোটর চলা শুরু করে। U-157 এর input voltage এবং অবস্থান record করতে হবে।

৬। U-175 কে ঘড়ির কাঁটার ন্যায় ধীরে ধীরে Input Voltage বাড়াতে হবে। input voltage প্রতি এক Volt বাড়ানোতে U-159 rcerd করতে হবে।

৭। মেজারমেন্ট error কমানোর জন্য পরীক্ষণ 5 থেকে 7টা কয়েকবার Repeat করতে হবে।

ব্যবহারিক

পলিটেকনিকের সকল বই ডাওনলোড করতে
ভিজিটঃ
www.BDeBooks.Com/polytechnic

সুপার সাজেশনস্

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। Transducer বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৭, ১০, ১৪]
অথবা, ট্রান্সডিউসারের সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, Transducer কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, ট্রান্সডিউসার কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। Sensor বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, Sensor কী? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, কয়েকটি Active transducer-এর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, Active transducer কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১০]
অথবা, দুটি প্যাসিভ ট্রান্সডিসারের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। লিকুইড লেভেল পরিমাপে ব্যবহৃত ট্রান্সডিউসারের নাম কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Sensor কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ট্রান্সডিউসারের কয়টি এলিমেন্ট?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ট্রান্সডিউসারকে প্রধানত কয়ভাগে ভাগ করা যায়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ট্রান্সডিউসারের সেন্সিং এলিমেন্টের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। গেজ (Gauge) ফেক্টর বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ১০, ১৫(পরি)]
অথবা, Gauge factor কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, গেজ ফ্যাক্টর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রেজিস্টিভ থার্মোমিটারে কোন ধরনের ধাতু বেশি ব্যবহৃত হয় এবং কেন? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। তাপমাত্রা পরিমাপে ব্যবহৃত ট্রান্সডিউসারসমূহের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। LVDT ও RVDT কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ১০, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Strain gauge এর gauge factor এর মান বেশি রাখা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। দু'টি PTC (Positive Temperature Co-effieient) of reristance transducer-এর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজ কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কোন কোন পদার্থ দ্বারা তৈরি হয়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ফটো ইমিসিভ সেল কয় ধরনের? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। 'LDR' এর পুরো অর্থ কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। বহুল ব্যবহৃত দু'টি ফটোকন্ডাকটিভ সেমিকন্ডাক্টর পদার্থের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১১, ১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ফটোভোল্টাইক সেল কত তাপমাত্রার রেঞ্জে সন্তোষজনকভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। থার্মোপাইল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, Thermopile কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]
অথবা, Thermopile কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার-এর নাম লেখ।
অথবা, দু'টি Digital transducer এর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। অপটিক্যাল এনকোডার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। থার্মো ই.এম.এফ. বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। অপটিক্যাল এনকোডারের ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। অপটিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। RTD বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। RTD এর অসুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। রিল্যাকট্যান্স পালস্ পিক-আপ কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, Reluctance Pulse Pick UP-কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের অসুবিধা কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। Di-electric gauge কী? [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, ডাই-ইলেকট্রিক গেজ কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, ডাই-ইলেকট্রিক গেজ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। সিনক্রো-এর ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। লোড সেল (Cell) কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। লোড সেলে সক্রিয় উপাদান কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। RTD সেনসিং এলিমেন্ট হিসেবে কোন পদার্থ বেশি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। সিনক্রো সিস্টেমের প্রধান ইউনিট কয়টি ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। লোড সেল কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মৌলিক উপাদানগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। সিগন্যাল কন্ডিশনিং কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৩, ১১, ১৩, ১৪]
অথবা, Singal Conditioning কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার কাকে বলে?
অথবা, Instrumentation Amplifier বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে ট্রান্সডিউসারের আউটপুটে কত মানের সিগন্যাল পাওয়া যায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনারের মৌলিক উপাদানগুলো কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির মৌলিক অংশগুলোর নাম লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। ডাটা কনভার্শন বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। রেকর্ডিং ডিভাইস প্রধানত কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১১, ১২, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। অ্যানালগ রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। গ্রাফিক রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। X-Y রেকর্ডারের প্রয়োগ কোথায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ১৫(পরি)]
অথবা, X–Y রেকর্ডারের ব্যবহার লেখ।
অথবা, X-Y Recorder এর ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। রেকর্ডিং কত প্রকার কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। অ্যানালগ রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। ডিজিটাল রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের অংশগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। থার্মোকাপল কীভাবে তৈরি হয়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। থার্মোকাপল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, থার্মোকাপল কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। আর্দ্রতা বা হিউমিডিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। Dummy gauge কাকে বলে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। তাপীয় ক্ষতিপূরক গেজে active gauge বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। Force summing device বলতে কী বুঝ?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার কোন মূলনীতিতে কাজ করে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। স্ট্রেইন গেজের টেম্পারেচার কমপেনসেশন কয়ভাবে করা যায়? [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। ডাটা লগারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১১, ১২, ১৩]
অথবা, Data logger দিয়ে কী কাজ করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, ডাটা লগারের মূল কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। ডাটাকে কয়ভাবে প্রেরণ করা যায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। স্যাম্পল হোল্ড বর্তনী কেন ব্যবহার করা হয়?
অথবা, Sample and hold circuit কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। ডাটা লগারের মূল অংশগুলো কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। ডাটা লগারের প্রোগ্রামারের কাজ কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। Digital recording-এ ব্যবহৃত device-গুলো কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। ডাটা লগার কী? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। দুই স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। তিন স্টেপ কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। ওপেন লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, Open-loop control পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। ক্লোজড লুপ সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। PID কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। Open loop control system-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। কন্ট্রোল পদ্ধতি কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। কন্ট্রোল পদ্ধতিতে দূরত্ব ল্যাগ (Distance lag) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। Closed loop কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। টেকো (Techo) জেনারেটরের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১২, ১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। ডিসি সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ারে কন্ট্রোল মেকানিজম কীভাবে সম্পাদন করা যায়? [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। সার্ভো কন্ট্রোল-এর ২টি সুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ১০, ১

অথবা, SERVO কন্ট্রোল এর সুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। সার্ভোমোটর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০

অথবা, সার্ভোমেকানিজম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬,

অথবা, সার্ভোমেকানিজম কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। সার্ভো অ্যামপ্লিফায়ার কোন ধরনের অ্যামপ্লিফায়ার?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। সার্ভো (Servo) কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। সিংক্রোসেন্সিং এলিমেন্ট কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। এসি সার্ভো মেকানিজম পদ্ধতির বিভিন্ন অংশগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। সার্ভো সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯১। স্টেপার মোটরের স্টেপ অ্যাঙ্গেল কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার (Pneumatic Controller) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। টেকো জেনারেটরের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। প্রসেস বলতে কী বুঝায়?

অথবা, Process কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, নিউম্যাটিক কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। ট্রান্সডিউসারের প্রধান কাজগুলো কী কী?

অথবা, Transducer এর Transduction এর কাজ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ট্রান্সডিউসারে পরিমাপকৃত পাঁচটি ভৌতিক কোয়ান্টিটির নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

অথবা, Transducer নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫]

অথবা, ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মেকানিক্যাল সেন্সিং এলিমেন্টের প্রয়োজন কেন? [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, মেকানিক্যাল বা প্রাইমারি সেন্সিং এলিমেন্টের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Transducer এর ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। সেন্সর দ্বারা পরিমাপিত Physical Quantity-গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Sensor ও Transducer এর মধ্যে পাঁচটি প্রধান পার্থক্য উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ব্লক চিত্রে ট্রান্সডিউসারের প্রাথমিক কাজগুলো দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্ট্রেইন গেজ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪

অথবা, Strain gauge কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। স্ট্রেইন গেজ কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১৫(পরি)

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১১। স্ট্রেইন গেজের ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। রেজিস্টিভ থার্মোমিটার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৫

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের সুবিধা কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি কী? [বাকাশিবো-২০০৫

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। থার্মিস্টর-এর কাজ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

অথবা, Thermistor এর কাজ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১৫

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। থার্মিস্টর এর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Inductive transducer এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। LDVT এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। বহুল ব্যবহৃত রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২১। রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের সুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। রেজিস্টিভ পজিশন ট্রান্সডিউসার কোন নীতির উপর কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। থার্মোকাপল এবং থার্মিস্টার-এর মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪]

অথবা, পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট কী? [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের উৎপাদিত ভোল্টেজের মান কত? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ফটো ইমিসিভ সেল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ফটো ইমিসিভ সেলে প্রবাহিত কারেন্ট কী কী কারণের উপর নির্ভর করে? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ফটোকন্ডাকটিভ সেল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। থার্মোকাপল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১১]

অথবা, থার্মোকাপল কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, Thermocouple কী? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ফটোভোল্টাইক সেল কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, ফটোভোল্টাইক সেল এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। থার্মোপাইল ও থার্মোকাপলের মধ্যে ২টি পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। থার্মোকাপলের সুবিধা-অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০১১, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। ফটোভোল্টাইক সেলের দুটি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। ফটোভোল্টাইক সেল তৈরি করতে বহুল ব্যবহৃত দুটি পদার্থের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। থার্মোপাইলের সংবেদনশীলতা থার্মোকাপলের চেয়ে বেশি কেন? [বাকাশিবো-২০০৪

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। অপটিক্যাল ইনকোডারের সুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। রেজিস্টিভ ডিজিটাল ইনকোডারের সুবিধা ও অসুবিধা কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। RTD কীভাবে তৈরি হয়?
অথবা, RTD-এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১০, ১৫(পরি)

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। RTD-এর সুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। রিল্যাকট্যান্স পালস পিক-আপের মূলনীতি কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১২

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের মূলনীতি কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১
অথবা, ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সুবিধা কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। সিনক্রো সিস্টেম কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১৫(পরি

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। Capacitive Microphone কী? [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। লোড সেল (Pressure cell) এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। সিগন্যাল কন্ডিশনারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১১,

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। ইন্সট্রুমেন্ট অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১২, ১৫(পা

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা কী? [বাকাশিবো-২০০৪,
অথবা, Instrumentation Amplifier-এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। টেলিমিট্রি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৯, ১০, ১২, ১৩, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। সিগন্যাল অ্যাকুইজিশনে টেলিমিট্রি-এর ভূমিকা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। Instrumentation amplifier এর বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ১০, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। হোল্ড বর্তনীর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং-এর ব্লক চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। রেকর্ডিং কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। রেকর্ডিং এর প্রয়োজনীয়তা কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৭, ১০, ১২, ১৫(পরি)]

অথবা, ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। অ্যানালগ রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। ম্যাগনেটিক রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮, ১৪]

অথবা, ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, Magnetic Recorder বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডার এবং X-Y রেকর্ডারের মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। অ্যানালগ ও ডিজিটাল রেকর্ডার এর মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। X-Y রেকর্ডারের বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। গ্রাফিক রেকর্ডার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের অংশগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। X-Y রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। ডিজিটাল টেপ রেকর্ডারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। X-Y রেকর্ডার এবং ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। Magnetic recorder-এর সুবিধা-অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। তাপীয় ক্ষতিপূরণের পদ্ধতিগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। Active gauge ও dummy gauge-এর মধ্যে মূল পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। Force Summing Device-গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসারের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। সিবেক ক্রিয়া কীভাবে সংঘটিত হয়?

অথবা, দ্বি-ধাতুবিশিষ্ট Transducer এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০

অথবা, সিবেক ইফেক্ট কী, ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার কোন সূত্রের ভিত্তিতে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ কী কী?

অথবা, Magnetic flow meter-এর সুবিধা-অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। ডাটা অ্যাকুইজিশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১২, ১

অথবা, ডাটা Acquisition কী? [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে কোন কোন বিষয় বিবেচনা করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। ডাটা লগারের মূল কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৯, ১১, ১২, ১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। ডাটা লগারের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮,

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০,

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির স্টেজগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০]
অথবা, Data transmission system এর আবশ্যকীয় উপাদানের নামগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]
অথবা, ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির ধাপগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। সিঙ্গেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির অসুবিধা কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। 'ট্রান্সফার ল্যাগ' অর্থ কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ১০, ১৪, ১৫(পরি)]
অথবা, Transfer lag কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, ট্রান্সফার ল্যাগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। প্রপোরশনাল (Proportional) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। ডেরিভেটিভ নিয়ন্ত্রণ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। (P + D) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩, ১৫(পরি)]
অথবা, (P + D) কন্ট্রোল পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯১। ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের বিভিন্ন অংশগুলো কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। ক্লোজড লুপ পদ্ধতির অংশগুলো কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। (P+I) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। (P+I+D) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। সার্ভো পদ্ধতিতে সার্ভোমোটরকে কীভাবে চালানো (drive) হয়? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। কম্পিউটার কন্ট্রোলের ধাপ (step)-গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। কম্পিউটার কন্ট্রোলের সুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১১, ১৩]

অথবা, কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫ (পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০০। অফ্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০১। স্টেপার মোটরের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০২। প্রসেস কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]

অথবা, প্রসেস কন্ট্রোল কী ? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। নিউম্যাটিক (Penumatic) পদ্ধতির সুবিধা কী কী? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১৩

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারে যান্ত্রিক ইউনিটগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৭

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। PVC উৎপাদন প্রক্রিয়ার ব্লক চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৫

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। পূর্ণনাম লেখ ঃ RTD, PVC. [বাকাশিবো-২০০৩, ১৫

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। Process control-এর উদাহরণ দাও। [বাকাশিবো-২০১৪

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল (Pneumatic) ও হাইড্রোলিক কন্ট্রোলের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১১০। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কী কী সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১১১। প্লাস্টিক, PET, PVC উৎপাদন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতির বিভিন্ন অংশগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১১২। Process control-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। ট্রান্সডিউসারকে কত ভাগে ভাগ করা যায়? ইহার বিভিন্ন শ্রেণিবিভাগগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১২]
অথবা, ট্রান্সডিউসারে শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
অথবা, ট্রান্সডিউসারের শ্রেণিবিভাগ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ট্রান্সডিউসারে ব্যবহৃত বিভিন্ন ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। প্রাইমারি ডিটেক্টরের প্রয়োজনীয়তা কী? ১০টি প্রাইমারি ডিটেক্টরের নাম, পরিমাপের উদ্দেশ্য ও মোড অব অপারেশন ইত্যাদি উল্লেখ করে একটি তালিকা তৈরি কর। [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিভিন্ন বিবেচ্য বিষয়সমূহ বিস্তারিতভাবে আলোচনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Electrical transducer-এর Parameter-গুলো লেখে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬। পজিশন ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। স্ট্রেইন গেইজের মূলনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩]
অথবা, স্ট্রেইন গেজের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $G_f = 1 + 2\gamma$; যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮]
অথবা, Strain gauge-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫]
অথবা, রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে দেখাও যে, গেজ ফ্যাক্টর, $K = 1 + 2\sigma$। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি বন্ডেড টাইপ রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্ট্রেইন গেজের গেজ ফ্যাক্টর বলতে কী বুঝায়? গাণিতিক ব্যাখ্যা প্রদান কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২]
অথবা, গেজ ফ্যাক্টরের গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, স্ট্রেইন গেজ কী? বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, প্রয়োজনীয় চিত্রসহ স্ট্রেইন গেজের গেজ ফ্যাক্টর এবং পয়সন'স রেশিও এর মাঝে সম্পর্কের গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৩]
অথবা, রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণণা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, Resistance Thermometer-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১১। থার্মিস্টারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

অথবা, একটি ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের সরণ কোন মাপার পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। প্রেসার ইন্ডাকটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, Inductive Pressure Transducer-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪ ০৭, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। LVDT-এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বন্ডেড এবং আনবন্ডেড স্ট্রেইন গেজের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। থার্মিস্টারের সাহায্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি ডিফারেন্সিয়াল টাইপ ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০১১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। যে কোন একটি Resistance straingauge transducer এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারে চিত্র এঁকে Input এবং Output দেখাও। [বাকাশিবো-২০১:

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। RVDT-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সাধারণ ট্রান্সফরমার ও ডিফারেন্সিয়াল ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। চিত্রসহ লিনিয়ার পটেনশিওমেট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝ? গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। থার্মোকাপলের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১, ০

অথবা, Thermocouple-এর গঠন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১

অথবা, থার্মোকাপলের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১৪]

অথবা, থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ১০, ১১, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার সম্পর্কে ধারণা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ১১]

অথবা, Digital Transducer এর ধারণা দাও। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, একটি ডিজিটাল ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ফটো ইমিসিভ সেল এর মূলনীতি কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। অপটিক্যাল এনকোডার এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ফটো ইমিসিভ সেলের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। থার্মোকাপল ও থার্মোপাইলের মূলনীতি ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। চিত্রসহ ফটো অপটিক ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। লোড সেলের সাহায্যে ওজন পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। RTD-এর সুবিধা-অসুবিধা বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। রিল্যাকট্যান্স পালস পিক-আপ এর মূলনীতি বিবৃত কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের কার্যনীতি বিস্তারিতভাবে বর্ণনা কর। [বকাশিবো-২০১২, ০৩]

অথবা, ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার সম্পর্কে বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, ম্যাগনেটিক ফ্লোমিটার কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। ক্যাপাসিটিভ মাইক্রোফোনের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১২, ১৩]

অথবা, একটি Capacitive transducer দ্বারা sound intensity পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

অথবা, ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। ডাই-ইলেকট্রিক গেজ বলতে কী বুঝ? ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১১, ১৩, ১৪]

অথবা, একটি ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল গাণিতিক বিশ্লেষণসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। সিনক্রো পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? সিনক্রো পদ্ধতির মাধ্যমে কৌণিক সরণ পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ১২, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। RTD-এর মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১০, ১১]

অথবা, একটি থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। RTD-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। Synchro motor-এর কাজ চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। রেজিস্ট্যান্স টেম্পারেচার ডিটেক্টরের মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। ব্লকচিত্রের সাহায্যে সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বুঝিয়ে দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, AC সিগন্যাল কন্ডিশনিং সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, AC signal Conditioning system এর Block diagram অংকন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। ডিসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বুঝিয়ে দাও। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১১, ১৪]

অথবা, গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের অপারেশন ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মূলনীতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। ব্লকচিত্রের সাহায্যে রেডিও টেলিমিট্রির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, সিগন্যাল অ্যাকুইজিশন টেলিমিট্রির ভূমিকা বর্ণনা কর।

অথবা, ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে Telemetry এর ভূমিকা সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। ইনস্ট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে ডাটা কনভার্শনের প্রয়োজনীয়তা লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। ডাটা কনভার্শনের মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। রেকর্ডিং বলতে কী বুঝায়? ইহার প্রয়োজনীয়তা কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

অথবা, ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। রেকর্ডার কত প্রকার ও কী কী? বিভিন্ন প্রকার রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

অথবা, স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের বিভিন্ন অংশগুলো দেখিয়ে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। একটি X-Y রেকর্ডারের চিত্র অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪]

অথবা, X-Y Recorder এর Recording কৌশল সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, X-Y রেকর্ডারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের গঠনপ্রণালি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১৩, ১৪]

অথবা, চিত্রসহ একটি ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের রেকর্ডিং পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, Magnetic রেকর্ডার চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। X-Y রেকর্ডারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের সাহায্যে শব্দ এবং তাপমাত্রা রেকর্ডিং পদ্ধতি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। থার্মোমিটারের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফ্লোমিটারের সাহায্যে প্রবাহের পরিমাপ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। বিভিন্ন প্রকার আর্দ্রতা পরিমাপক হাইগ্রোমিটার দ্বারা আর্দ্রতা পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপের পদ্ধতি আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। ডাটা অ্যাকুইজিশন বলতে কী বুঝায়? ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। [বাকাশিবো-০৩, ১০, ১১, ১৩]

অথবা, ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। মাল্টিচ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। ইনস্ট্রুমেন্টশনে ডাটা অ্যাকুইজিশনের প্রয়োজনীয়তা লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। ডাটা লগারের মৌলিক কার্যনীতি বর্ণনা কর।

অথবা, ডাটা লগারের ব্লক চিত্রসহ সংক্ষেপে বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। ডাটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির স্টেজগুলোর কার্যপ্রণালি ধারাবাহিকভাবে (ব্লক চিত্রের সাহায্যে) বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। ডিজিটাল ডাটা রেকর্ডিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রসহ বিস্তারিত বর্ণনা কর।

অথবা, Digital data recording পদ্ধতি ব্লক চিত্রসহ আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। অ্যানালগ রেকর্ডার ব্যবহার করে ডিজিটাল রেকর্ডিং পদ্ধতি চিত্রসহ বুঝিয়ে দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? ইহা কত প্রকার ও কী কী? বিভিন্ন প্রকারের উদাহরণ দাও। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বোঝায়? এটি কয় প্রকার ও কী কী উদাহরণসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। ওপেন লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝ, বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪]

অথবা, ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। ট্রান্সফার ল্যাগ ও ট্রান্সফার দূরত্ব বলতে কী বুঝায়? পার্থক্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। দুই স্টেপ ও তিন স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতির মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। দুই স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ১২]

অথবা, টু-স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। তিন স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। চিত্রসহ ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর।

অথবা, চিত্রসহ Derivative control system এর মূলনীতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়, বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। (P+D) কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। (P+I+D) কন্ট্রোল পদ্ধতি প্রয়োজনীয় চিত্র ও গ্রাফ সহকারে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। Proportional, derivative এবং Integral নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির সুবিধা-অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। চিত্রসহ সমানুপাতিক কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। চিত্রসহ ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। (P+I) কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। চিত্রসহ ডিসি সার্ভো পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)]

অথবা, চিত্রসহ DC Servo System এর Operation বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

অথবা, চিত্রসহ ডি.সি সার্ভো সিস্টেম ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯১। এসি সার্ভো পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। স্টেপার মোটর বলতে কী বুঝায়? এটি কত প্রকার ও কী কী? প্রত্যেক প্রকারের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। স্টেপার (Stepeer) মোটরের বৈশিষ্ট্য ও নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। সিংক্রো সেন্সিং এলিমেন্টের সাহায্যে কীভাবে এসি পজিশন কন্ট্রোল সম্পাদন করা যায়, চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? এই কন্ট্রোলের সুবিধাসমূহ কী কী? কম্পিউটার কন্ট্রোলের ধাপসমূহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। অন্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ০৯, ১১, ১৩, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, Online Computer Control পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। শীট মেটাল প্রসেসিং ইউনিটে স্পিড নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। হাইড্রলিক সার্ভোমোটরের গঠনসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। Online ও offline computer control এর মধ্যে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০০। একটি কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১০১। সার্ভো পদ্ধতি ডিসি পজিশন কন্ট্রোল চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১০২। নিউম্যাটিক ও হাইড্রোলিক পদ্ধতির মধ্যে পার্থক্য কী? নিউম্যাটিক কন্ট্রোলারের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। ব্লকচিত্রের সাহায্যে অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

অথবা, Analogue electronic process controller পদ্ধতিটি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে তাপমাত্রা, স্পিড, চাপ এবং প্রবাহ নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। Plastic, PET, PVC উৎপাদন প্রক্রিয়ার ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ১১, ১৫(পরি)]

অথবা, ব্লক চিত্রসহ PVC তৈরির মূলনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৩

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। Active Transducer বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। থার্মিস্টর এর বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ফটোভোল্টাইক সেলের ২টি ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Transducer এর transduction element এর কাজ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। থার্মোপাইল ও থার্মোকাপলের মধ্যে ২টি পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Strain gauge এর gauge factor এর মান বেশি রাখা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডাটা Acquisition কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। SERVO কন্ট্রোল এর সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। একটি Platinum resistance thermometer-এর resistance 25°C-এর 100Ω এবং তাপমাত্রার সহগ 0.00392Ω /Ω–°C হলে 75°C-এ resistance কত?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। Transducer এর ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Inductive transducer-এর মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটার সম্পর্কে সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি Linear resistance potentiometer এর দৈর্ঘ্য 50mm এবং resistance 10kΩ. সাধারণ অবস্থায় Slider টি কেন্দ্রে অবস্থান করলে 3850Ω resistance-এ slider এর displacement এর পরিমাণ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৬। ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার সম্পর্কে ধারণা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Instrumentation amplifier-এর বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Data acquisition পদ্ধতির মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Two-step এবং three-step কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। নিউম্যাটিক কনট্রোলার পদ্ধতিটি সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ–বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। একটি Capacitive transducer দ্বারা sound intensity পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি Stepper motor-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সিনক্রো এর সাহায্যে কৌণিক অবস্থার পরিবর্তন পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। X–Y রেকর্ডারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Analogue electronic process controller পদ্ধতিটি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৪

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল (ইএনটি–৬১৩)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। প্রসেস কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটার তৈরিতে প্লাটিনাম বেশি ব্যবহৃত হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। দুটি অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসারের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। একটি Strain gauge-এর gauge factor 4.2 হলে পয়সনের অনুপাত কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। থার্মোপাইলের সংবেদনশীলতা থার্মোকাপলের চেয়ে বেশি কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ফটোভোল্টাইক সেল তৈরি করতে বহুল ব্যবহৃত দুটি পদার্থের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডাটা Acquisition কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। সিনক্রো সিস্টেম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। কী কী পদ্ধতিতে রেডিও ওয়েভের শক্তি পরিমাপ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান : ২ × ১০ = ২০)

১১। স্ট্রেইন গেজ কী, বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। AC সিগন্যাল কন্ডিশনিং সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেমে টেলিমিট্রির ভূমিকা সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটার সম্পর্কে সংক্ষেপে বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলারের তুলনায় ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। টু-স্টেপ কন্ট্রোল পদ্ধতি সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি Thermistor-এর তাপমাত্রার সহগ 25°C থেকে 50°C-এর মধ্যে = 0.003Ω/Ω°C। যদি 25°C resistance 100 Ω হয়, তবে 35°C-এ resistance কত?

উত্তর সংকেত অধ্যায়-২; উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রেডিও রিসিভারের ফ্রিকুয়েন্সি বিচ্যুতি কীভাবে পরিমাপ করা হয়, সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। RTD এর মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৫ × ৪ = ২০)

২১। একটি dielectric gauge-এর cylinder-এর উচ্চতা 0.5m Liquid-এর উচ্চতা 0.2m ভিতরের cylinder-এর ব্যাস 3cm, বাহিরের cylinder এর ব্যাস 5cm হলে উৎপন্ন Capacitance-এর মান নির্ণয় কর। (Liquid-এর Permitivity = 0.9F/m, Gas এর Permitivity = 1 F/m)

উত্তর সংকেত অধ্যায়-৪; উদাহরণ-১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। X-Y রেকর্ডারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে কীভাবে চাপ পরিমাপ করা হয়, চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে কীভাবে বৈদ্যুতিক মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ করা হয়, চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি Multichannel data acquisition system এর block diagram অংকন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৪

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ ফ্যাক্টর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ইন্সট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মৌলিক উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ডাটা অ্যাকুইজিশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ট্রান্সডিউসারে পরিমাপকৃত পাঁচটি ভৌতিক কোয়ান্টিটির নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কোন কোন পদার্থ দিয়ে তৈরি হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ইন্সট্রুমেন্ট অ্যামপ্লিফায়ার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। PID কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। অন লাইন ও অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ফটো ইমিসিভ সেল এর মূলনীতি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ইন্সট্রুমেন্ট অ্যামপ্লিফায়ার কী? এটির প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। স্ট্রেইন গজ কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল ও হাইড্রলিক কন্ট্রোলের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রেকর্ডিং কাকে বলে? রেকর্ডিং এর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে কোন কোন বিষয় বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কম্পিউটার কন্ট্রোলের সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ইন্সট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মৌলিক উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ট্রান্সডিউসারের ব্যবহৃত বিভিন্ন ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনাগুলোর নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ–বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। চিত্রের সাহায্যে ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি X–Y রেকর্ডারের কার্যনীতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ব্লক ডায়াগ্রামের সাহায্যে ইলেকট্রনিক স্পীড কন্ট্রোলারের কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৫

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল (ইএনটি-৬১৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। Transducer বলিতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। Gauge Factor কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। বহুল ব্যবহৃত দুটি ফটো কন্ডাকটিভ সেমিকন্ডাক্টর পদার্থের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Reluctance Pulse Pick UP-কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ইন্সট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মৌলিক উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রেকর্ডিং-এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Data Logger দ্বারা কী কাজ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Data Transmission পদ্ধতির Stage-গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Instrumentation Amplifier এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Servo Control এর ২টি সুবিধা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। Transducer নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Strain gauge এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যাম্প্লিফায়ারের সুবিধা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ফটোইমিসিভ সেলে প্রবাহিত কারেন্ট কী কী কারণে (Factor) এর উপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Online ও offline Computer Control এর মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রেডিও ওয়েভের ক্ষেত্রশক্তি পরিমাপ পদ্ধতি সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। Thermistor এর কাজ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সিগন্যাল অ্যাকুইজিশনে টেলিমিট্রি (Telemetry) এর ভূমিকা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। (P+D) Control পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। PVC উৎপাদন প্রক্রিয়ার ব্লক চিত্র অংকন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। Magnetic রেকর্ডার চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Resistance Thermometer এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Block চিত্রের সাহায্যে Electronic মেজারিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। হাইড্রোলিক সার্ভো মোটরের গঠনসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Inductive Pressure Transducer-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৬

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল (ইএনটি-৬১৩)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। Gauge factor কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ফটোকন্ডাকটিভ সেল এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটারের দুটি সুবিধা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মৌলিক উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। X-Y রেকর্ডারের ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রেডিও ওয়েভের ক্ষেত্র শক্তি নির্ধারণের সাধারণ পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৮। ডাটা লগার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Open loop Control system এর ব্লক চিত্র অংকন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Techo generator কী কাজে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Pressure Inductive Transducer এর কার্যনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৬

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। ডাই ইলেকট্রিক গেজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। LVDT কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ডাটা লগার কী কাজে ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফটোকন্ডাকটিভ সেল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ট্রান্সডিউসার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। গ্রাফিক রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। টেলিমেট্রি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। সার্ভো মেকানিজম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। থার্মোকাপল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৬

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। ডাই ইলেকট্রিক গেজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। LVDT কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ডাটা লগার কী কাজে ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফটোভোলটাইক সেল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ট্রান্সডিউসার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। গ্রাফিক রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। টেলিমেট্রি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। সার্ভো মেকানিজম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। থার্মোকাপল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। লোড সেল (Pressure cell)-এর মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি ডিজিটাল ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেমের ব্লকচিত্র অংকন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। স্টেপার মোটরের বিশেষ বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। CRO এর সাহায্যে অ্যামপ্লিচিউড পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। সাধারণ ট্রান্সফরমার ও ডিফারেনসিয়াল ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। চিত্রসহ একটি মোশন টেলিমেট্রি সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। একটি ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যাম্প্লিফায়ারের কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $G_f = 1 + 2\gamma$; যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে শব্দের কম্পাংক পরিমাপ পদ্ধতির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্রসহ একটি ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের রেকর্ডিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৭

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। দুটি প্যাসিভ ট্রান্সডিউসারের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ফটোভোল্টাইক সেল এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Thermopile কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ইন্সট্রুমেন্টশন পদ্ধতিতে Recorder-এর প্রয়োজনীয়তা লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রেডিও তরঙ্গ পরিমাপের জন্য কী কী পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। PD ও PID নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিগুলোর পূর্ণনাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডাটা Logger কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্টেপার মোটর এর বৈশিষ্ট্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার ব্যবহার করে কী কী নিয়ন্ত্রণ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ডিফারেনশিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের চিত্র এঁকে Input এবং Output দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। রিলাকট্যান্স পালস পিক-আপ এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। সিনক্রো পদ্ধতিতে রোটর ওয়াইন্ডিং ৩০° ঘূর্ণনে স্ট্যাটর ওয়াইন্ডিং S_2, S_1 এবং S_3 তে কত ভোল্টেজ আবেশিত হবে যদি প্রাথমিক অবস্থায় S_2 রোটর ওয়াইন্ডিং এর সাথে সর্বোচ্চ কাপলিং অবস্থায় থাকে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে Telemetry এর ভূমিকা সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। বিভিন্ন প্রকার Recorder-এর নাম ও ব্যবহার লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। CRO ব্যবহার করে কীভাবে Amplitude modulation পরিমাপ করা হয়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। Multichannel data acquisition পদ্ধতির মূলনীতি লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Proportional derivative এবং integral নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতির সুবিধা-অসুবিধা লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। অনলাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম অংকন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; চিত্র ১০.২০ নং দ্রষ্টব্য।

২০। বন্ডেড এবং আনবন্ডেড স্ট্রেইন গেজের পার্থক্য লিখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল গাণিতিক বিশ্লেষণসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। পজিশন টেলিমিট্রি পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। Hydraulic servocontrol system-এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। PVC তৈরি প্রক্রিয়া ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। Active transducer কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ ফ্যাক্টর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। তাপমাত্রা পরিমাপকারী কয়েকটি transducer-এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Data logur কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফটো কন্ডাকটিভ Semiconducetor পদার্থের দুটি নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Singal Conditioning কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Magnetic tape recorder এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Error detector এর দুটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৯। AM ও FM বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। স্টেপার মোটর এর শ্রেণিবিভাগ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। RTD এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Recorder এর শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। থার্মোকাপল এবং থার্মিস্টর এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি AC Signal Conditioning এর ব্লক চিত্র অংকন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। LVDT ও RVDT কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। P + D ও P + I + D Control System এর চিত্রসহ সমীকরণ দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ ও ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার-এর পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Computer Control System এর প্রধান প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Instrumentation Amplifier এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। হাইড্রলিক সার্ভো মোটর এর গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। প্রমাণ কর যে, Strain gauge এর gauge factor $G_f = 1 + 2\gamma$।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। সিনক্রো পদ্ধতির মাধ্যমে কৌণিক সরণ পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি সাধারণ Data Aquisition পদ্ধতি ব্লক চিত্র অংকন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Online Computer Control পদ্ধতির চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Electronic Controller এর সাহায্যে Motor এর Speed Control পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। Sensor কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। থার্মিস্টরের দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। দ্বিধাতুবিশিষ্ট Transducer এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। দুটি Digital transducer এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Signal Conditioning বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ডাটা লগারের দুটি প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। দুটি PTC (Positive Temperature Co-effieient) of reristance transducer-এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সমস্যা ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। স্টেপার মোটর এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Closed loop কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Telemetry বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। চিত্রসহ লিনিয়ার পটেনশিওমেট্রিক ট্র্যান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বিভিন্ন ধরনের আটটি ট্র্যান্সডিউসারের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ ও ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। যে কোন একটি Resistance strain gauge transducer এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। থার্মোকাপল ও থার্মোপাইলের মাঝে পার্থক্য উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Synchro motor এর কাজ চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Instrumentation Amplifier বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Recorder এর প্রকারভেদ ও ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। চিত্রসহ Derivative Control System এর মূলনীতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Data Transmission System এর আবশ্যকীয় উপাদানের নামগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Pneumatic Control System কাকে বলে? এর সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ–বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। থার্মিস্টরের সাহায্যে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Linear Variable Diferential Transformer (LVDT) এর ফাংশন চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। AC ও DC Signal Conditioning এর মূলনীতি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। X-Y Recorder এর Recording কৌশল সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্রসহ DC Servo System এর Operation বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৯

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। ইলেকট্রিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ ফেক্টর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কোন কোন পদার্থ দিয়ে তৈরি করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। RTD বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। মডুলেশন ইনডেক্স কিভাবে হিসাব করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। টেলিমেট্রি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডাটা লগারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। টেকো (Techo) জেনারেটরের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। রেজিস্টিভ থার্মোমিটার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ফটো ইমিসিভ সেলে প্রবাহিত কারেন্ট কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। লোড সেলের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ইন্সট্রুমেন্ট অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রেকর্ডারের প্রকারভেদ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ডাটা অ্যাকুইজিশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। (P+D) কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কম্পিউটার কন্ট্রোলারের সুবিধাগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। ইন্ডাক্টিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। চিত্রসহ একটি মোশন টেলিমেট্রি সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ব্লক চিত্রের সাহায্যে অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

২য়, ৪র্থ ৬ষ্ঠ ও ৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০০৯

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা **পূর্ণমান ঃ ৫০**

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। থ্রি স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। টেলিমেট্রি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। সিনক্রো সিস্টেম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। নিউমেটিক সিস্টেমের মৌলিক সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। অপটিক্যাল এনকোডারের ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। গ্রাফিক রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। গেজ ফ্যাক্টর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। সার্ভো-মেকানিজম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ট্রান্সডিউসারের সেন্সিং এলিমেন্টের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। লোড সেলের মূলনীতি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। একটি কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপের কৌশল লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ইনস্ট্রুমেন্টশনে ডাটা অ্যাকুইজিশনের প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটার কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি কম্পাউন্ড কন্ট্রোল সিস্টেমের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ডাটা লগারের ব্লক চিত্র অংকন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রেডিও ওয়েভের শক্তি পরিমাপের কৌশল সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। একটি থার্মো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। চারটি অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসারের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। চিত্রসহ একটি শীট মেটাল প্রসেসিং পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের অপারেশন ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। RTD এর গঠন ও কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। একটি ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে সরণ মাপার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। প্রয়োজনীয় চিত্রসহ স্ট্রেইন গেজের গেজ ফ্যাক্টর এবং পয়সন'স রেশিও এর মাঝে সম্পর্কের গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা–২০১০

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ ও ২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। প্যাসিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ ফ্যাক্টর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। স্ট্রেইন গেজের দুটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ডাটা ট্রান্সমিশন এর দুটি পদ্ধতির নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। থার্মোপাইল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ট্রান্সফার ল্যাগ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। পূর্ণনাম লেখ ঃ PID, LVDT.

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং এবং অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। সিগন্যাল কন্ডিশনার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। রেডিও ওয়েভের ক্ষেত্রশক্তি নির্ধারণের পদ্ধতি দুটির নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। প্রসেস কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। প্রেসার ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়, সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটারের মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রেকর্ডিং এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল ও হাইড্রলিক কন্ট্রোলের মাঝে পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ক্যাপাসিটিভ মাইক্রোফোনের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। X-Y রেকর্ডার এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্র অংকন করে ডিসি সার্ভো সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

দ্বিতীয়, চতুর্থ ও ষষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা–২০১০

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ ও ২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্স্ট্রুমেন্টেশন ও প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। Transducer বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। Thermocouple কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Strain gauge কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Di-electric gauge কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Telemetry বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Signal to noise ratio কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। LVDT এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Magnetic Recorder বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Data Acquisition কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Servo control এর সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। Transducer নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। স্ট্রেইন গেজ কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। আলোকশক্তিকে কয় প্রকারে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়? প্রত্যেক প্রকারের উদাহরণ দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। Recording এর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Digital Transducer এর ধারণা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Pneumatic Controller পদ্ধতির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। X-Y Recorder এর ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Instrumentation Amplifier এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। LVDT এর গঠনচিত্র অংকন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। RTD এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। স্ট্রেইন গেজের মূলনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Signal Acquisition-এ Telemetry এর ভূমিকা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। X-Y Recorder এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Block Diagram-সহ Electronic Specd Controller এর কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Resistance Thermometer এর গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা–২০১১

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। সার্ভো মেকানিজম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। LVDT এর মূলনীতিটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। থার্মোপাইল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। সিনক্রো এর দুটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। সিগন্যাল কন্ডিশনিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। X-Y Recorder এর দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। কম্পাউন্ড কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোলের মাঝে মৌলিক পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। কয়েকটি ফটো কন্ডাক্টিভ পদার্থের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ডাটা লগারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। একটি ডিফারেন্সিয়াল টাইপ ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। চারটি প্রাইমারি সেন্সিং ডিভাইসের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ইন্সট্রুমেন্টেশন সিস্টেমে ডাটা কনভার্শনের প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। থার্মোকাপলের সুবিধা-অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। একটি ডিজিটাল ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। টেলিমেট্রিক সিস্টেমের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। দু স্টেপ ও তিন স্টেপ কন্ট্রোল সিস্টেমের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি অনলাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

গ–বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। ব্লক চিত্রের সাহায্যে একটি প্লাস্টিক মোল্ডিং সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি মাল্টি চ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেমের ব্লক চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি Stripe chart recorder এর পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। A.C Servo control সিস্টেমের সাহায্যে পজিশন কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। দেখাও যে, $G_f = 1 + 2\gamma$, যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ ও ২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। সেকেন্ডারি ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। থার্মোকাপল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Signal conditioning বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ডাটা লগারের দুটি প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Open loop control পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। সার্ভো মেকানিজম কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। PID Control বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ফটোভোল্টাইক সেল এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। নিউম্যাটিক সিস্টেমের মৌলিক সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। অপটিক্যাল ইনকোডারের ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। রেকর্ডার এর প্রকারভেদ ও ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ইন্সট্রুমেন্টেশন-এ Data acquisition এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি কম্পউন্ড কন্ট্রোল সিস্টেমের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ট্রান্সডিউসার এর সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপের কৌশল লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Strain gauge-এর মূলনীতি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। LVDT এর গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Signal acquisition-এর Telemetry এর ভূমিকা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Computer control system এর সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। প্রমাণ কর যে, Strain gauge এর Gauge factor, $G_f = 1 + 2\gamma$

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। RTD এর গঠনসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল গাণিতিক বিশ্লেষণসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। X-Y Recorder এর রেকর্ডিং কৌশল এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্রসহ DC Servo system এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

ষষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা–২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ ও ২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। গেজ ফ্যাক্টর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। থার্মোপাইল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। বহুল ব্যবহৃত দুটি ফটোকন্ডাকটিভ সেমি কন্ডাক্টর পদার্থের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ডাটা লগারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। LVDT কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। টেলিমেট্রি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। স্টেপার মোটরের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান : ২ × ১০ = ২০)

১১। রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। একটি এসি সিগন্যাল কন্ডিশনিং এর ব্লক চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপের কৌশল লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটার কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। বিভিন্ন প্রকার রেকর্ডারের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রিলাকট্যান্স পালস পিক-আপের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রেডিও ওয়েভ পরিমাপের পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। CRO এর সাহায্যে অ্যামপ্লিচিউড পরিমাপের পদ্ধতি লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৫ × ৪ = ২০)

২১। চিত্রসহ X-Y রেকর্ডারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। চিত্রসহ ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $G_f = 1 + 2\gamma$; যেখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। সিনক্রো পদ্ধতিতে কৌণিক সরণ পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী ও অনিয়মিত পরীক্ষা–২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ ও ২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬১)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে-কোন ৪(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। ট্রান্সডিউসারের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ ফ্যাক্টর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ফটোকন্ডাকটিভ সেলে কী কী পদার্থ ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। রিলাকট্যান্স পালস পিক আপের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। RTD এর দুটি সুবিধা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ডাটা লগারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ট্রান্সফার ল্যাগ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডাটা অ্যাকুইজিশন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। সার্ভো সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০। টেকো জেনারেটরের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ–বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ট্রান্সডিউসারের শ্রেণিবিভাগ লেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। থার্মিস্টরের বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। অপটিক্যাল এনকোডার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ক্যাপাসিটিভ মাইক্রোফোনের সাহায্যে কীভাবে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। আদর্শ অ্যান্টেনা পদ্ধতিতে রেডিও ওয়েভের শক্তি পরিমাপ পদ্ধতি সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। Proportional control বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Two step কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। সার্ভো মোটরের কার্যনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি নিউম্যাটিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ–বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। LVDT এর চিত্র অঙ্কন করে এর কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। স্ট্রিপ চার্ট রেকর্ডারের কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। সিনক্রো সিস্টেমের মাধ্যমে কৌণিক সরণ পরিমাপ কৌশল চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। মাল্টিচ্যানেল ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ব্লক চিত্রের সাহায্যে নিউম্যাটিক (Pneumatic) কন্ট্রোলার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

বিষয় কোড ঃ ৬৮৬৩

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

[ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। সেন্সর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। লিকুইড লেভেল পরিমাপে ব্যবহৃত ট্রান্সডিউসারের নাম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। রেজিস্টিভ থার্মোমিটার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কোন কোন পদার্থ দিয়ে তৈরি?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফটো ইমিসিভ সেল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। পূর্ণনাম লেখ ঃ RTD, PVC.

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সিগন্যাল কন্ডিশনারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। অ্যানালগ রেকর্ডার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। থার্মোকাপল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ডাটা লগারের মূল কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ইন্টিগ্রাল কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। টেকো জেনারেটরের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। অন-লাইন এবং অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Open loop control পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Capacitive microphone কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলার ও ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। স্টেপার মোটরের বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ট্রান্সফার ল্যাগ ও ট্রান্সফার দূরত্বের মাঝে পার্থক্য দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ডাটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতিতে কোন কোন বিষয় বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্য কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২১। অ্যানালগ ও ডিজিটাল রেকর্ডারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। $C = 2\dfrac{h_1t_1 + h_2t_2}{\log_e\left(1 - \dfrac{a}{r}\right)}$ F সমীকরণটি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ডিজিটাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার কী? এটির voltage-এর মান কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ডিফারেন্সিয়াল আউটপুট ট্রান্সডিউসারের সুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। LVDT-এর গঠন চিত্র অঙ্কনপূর্বক কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। স্ট্রেইন গেজ কী? এটির মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ইন্সট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মূলনীতি ব্লকচিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের গঠন চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। থার্মোমিটারের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক ও অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

বিষয় কোড ঃ ৬৮৬৩

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

[ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। Transducer কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। Gauge factor কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Thermopile কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Transfer lag কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Data logger দিয়ে কী কাজ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Radio wave-এর ক্ষেত্রশক্তি নির্ধারণের সাধারণ পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। Telemetry বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Online এবং Offline কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Signal conditioning কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Servo control-এর দুটো সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। Thermister-এর কাজ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। (P + D) Control পদ্ধতির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Thermocouple-এর গঠন বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। রেকর্ডার এর শ্রেণিবিভাগ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ডাটা অ্যাকুইজিশন সিস্টেমের ব্লক-চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। অপটিক্যাল এনকোডার এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ফটো-ইমিসিভ সেল এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। নিউম্যাটিক কন্ট্রোলের ও হাইড্রলিক কন্ট্রোলের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কম্পিউটার কন্ট্রোলের সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। একটি ডাই-ইলেকট্রিক গেজের সাহায্যে তরল পদার্থের লেভেল পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। চিত্রসহ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। X-Y রেকর্ডার এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ক্যাপাসিটিভ ট্রান্সডিউসার এর সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ব্লক-চিত্রের সাহায্যে অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

সপ্তম পর্ব সমাপনী ও ষষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা–২০১৪ (তারিখ ঃ ১৬/৭/২০১৪)

টেকনোলজি ঃ সপ্তম পর্ব ঃ ইলেকট্রিক্যাল (২০১০ প্রবিধান)

ষষ্ঠ পর্ব ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫(পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান ঃ ১ × ১৫ = ৩০)

১। ট্রান্সডিউসার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। কয়েকটি Active transducer-এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। গেজ ফ্যাক্টর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। LVDT ও RVDT-এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। পিজো-ইলেকট্রিক ইফেক্ট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। থার্মোকাপল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রিলাক্ট্যান্স পালস পিক আপ কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডাই ইলেকট্রিক গেজ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Signal conditioning কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Magnetic recorder কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১। আর্দ্রতা বা হিউমিডিটি কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। স্ট্রেইন গেজের টেম্পারেচার কমপেনসেশন কয়ভাবে করা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ডাটা অ্যাক্যুইজিশন পদ্ধতি কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ট্রান্সফার ল্যাগ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। সার্ভোমোটর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। Electrical transducer-এর Parameter-গুলো লেখে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। LVDT-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। পিজো-ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Magnetic flow meter-এর সুবিধা-অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Recorder-এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২১। বাইমেটালিক থার্মোমিটারের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। ডাটা অ্যাক্যুইজিশন পদ্ধতির বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Open loop control system-এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Stepper motor-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Process control-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১; সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। গেজ ফ্যাক্টরের গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপের পদ্ধতি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। Instrumentation Amplifier-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। Magnetic recorder-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ডাটা অ্যাক্যুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। Block diagram-এর সাহায্যে অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০; রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী এবং ৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ৫/৮/২০১৫]

টেকনোলজি ঃ ৭ম পর্ব ঃ ইলেকট্রিক্যাল (২০১০ প্রবিধান)

৬ষ্ঠ পর্ব ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। অ্যাকটিভ ট্রান্সডিউসার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। LVDT ও RVDT এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। অপটিক্যাল ট্রান্সডিউসার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ফটোভোল্টেইক সেলের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। লোড সেল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সিনক্রো সিস্টেম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডেটা কনভারশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যামপ্লিফায়ারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। টেলিমেট্রি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১। রেকর্ডিং-এর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ডেরিভেটিভ কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। স্টেপার মোটরের স্টেপ অ্যাঙ্গেল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রসেস কন্ট্রোল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। ট্রান্সডিউসারের শ্রেণিবিভাগ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। স্ট্রেইন গেজের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সিবেক ইফেক্ট কী, ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। RTD-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। এ.সি সিগন্যাল কন্ডিশনিং-এর ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২১। Magnetic recorder-এর সুবিধা-অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। থার্মোকাপলের সাহায্যে তাপমাত্রা পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ডেটা ট্রান্সমিশন পদ্ধতির ধাপগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। P + D কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে দেখাও যে, গেজ ফ্যাক্টর, $K = 1 + 2\sigma$

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। X–Y রেকর্ডারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ডেটা অ্যাকুইজিশন পদ্ধতির মূলনীতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। চিত্রসহ ডি.সি সার্ভো সিস্টেম ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ব্লক চিত্রসহ PVC তৈরির মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। LVDT এর গঠনচিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী ও ৭ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১৪/০১/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ ৬ষ্ঠ পর্ব ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

৭ম পর্ব ঃ ইলেকট্রিক্যাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। Process কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। গেজ ফ্যাক্টর বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। পিজো ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটারের মূলনীতি কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। টেলিমেট্রি বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। X-Y রেকর্ডারের প্রয়োগ কোথায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ম্যাগনেটিক রেকর্ডারের অংশগুলো কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। তাপীয় ক্ষতিপূরণের পদ্ধতিগুলো কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ডাটা লগারের মূল কাজ কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ট্রান্সফার লেগ-এর অর্থ কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। Sample and hold circuit কেন ব্যবহার করা হয়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। নিউম্যাটিক কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কী কী সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Sensor কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বহুল ব্যবহৃত রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারগুলো কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। থার্মোকাপল বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। স্ট্রেইন গেজ কী? এটি কয় প্রকার ও কী কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ এবং ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রেজিস্টিভ ডিজিটাল এনকোডারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ম্যাগনেটিক ফ্লো-মিটারের মূলনীতি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। এ.সি সিগন্যাল কন্ডিশনিং-এর ব্লক চিত্র আঁক। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২১। রেকর্ডারের প্রয়োজনীয়তা লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। থার্মোকাপলের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ডাটা লগারের ব্লক চিত্রসহ সংক্ষেপে বর্ণনা দাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? এটি কয় প্রকার ও কী কী উদাহরণসহ লেখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্রসহ ডি.সি সার্ভো পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। ট্রান্সডিউসারে ব্যবহৃত বিভিন্ন ইলেকট্রিক্যাল ফেনোমেনাগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। LVDT-এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। সিনক্রো পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? সিনক্রো পদ্ধতির মাধ্যমে কৌণিক সরণ পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। Digital data recording পদ্ধতি ব্লক চিত্রসহ আলোচনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। অন লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। Plastic, PET, PVC উৎপাদন প্রক্রিয়ায় ইনজেকশন মোল্ডিং পদ্ধতি ব্লক চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী ও ৬ষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৬ [**পরীক্ষার তারিখ ঃ** ১৭/০৭/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ ৬ষ্ঠ পর্ব ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

৭ম পর্ব ঃ ইলেকট্রিক্যাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইন্সট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। পূর্ণ নাম লেখ ঃ PET, LVDT। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। পিজো ইলেকট্রিক ইফেক্ট বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ট্র্যান্সফার লেগ এর অর্থ কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। PID কন্ট্রোল পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। থার্মোকাপল বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। স্টেপার মোটরের কাজ কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। টেলিমিট্রি বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Sensor এর ব্যবহার লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুচ্ছেদ ১.১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। সিগন্যাল কন্ডিশনারের কাজ কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১। বহুল ব্যবহৃত রেজিস্টিভ ট্রান্সডিউসারের নাম লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সিনক্রো পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। লোড সেলের কাজ কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ON line কম্পিউটার বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। অপারেশনাল অ্যামপ্লিফায়ারের দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। ট্রান্সডিউসার ও সেন্সরের মাঝে পার্থক্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। স্ট্রেইন গেজের মূলনীতি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। RTD এর সুবিধাগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। OFF line কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতির ব্লক চিত্র অংকন কর। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। চিত্রসহ ডিসি সার্ভো সিস্টেমের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২১। থার্মোপাইলের গঠনপ্রণালি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ডাটা লগারের বৈশিষ্ট্য লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ফটো ভোল্টেইক সেলের কার্যপ্রণালি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। রেকর্ডারের শ্রেণিবিভাগ লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ক্যাপাসিটর মাইক্রোফোনের সাহায্যে শব্দের তীব্রতা পরিমাপ কৌশল বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। ট্রান্সডিউসার নির্বাচনের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। চিত্রসহ রেজিস্ট্যান্স থার্মোমিটারের কার্যপ্রণালি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ব্লক ডায়াগ্রামসহ মাল্টি চ্যানেল ডাটা একুইজেশন সিস্টেমের বর্ণনা দাও।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। চিত্রসহ X-Y রেকর্ডারের কার্যপ্রণালি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ব্লক চিত্রসহ একটি এনালগ ইলেকট্রনিক প্রসেস কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি লেখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। প্রমাণ কর যে, গেজ ফ্যাক্টর $G_f = 1 + 2\gamma$, (সাংকেতিক চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী ও ৭ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ-০৪/০১/২০১৭]

টেকনোলজি ঃ ৬ষ্ঠ পর্ব ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

৭ম পর্ব ঃ ইলেকট্রিক্যাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ ইনস্ট্রুমেন্টেশন অ্যান্ড প্রসেস কন্ট্রোল

[বিষয় কোড ঃ ৬৮৬৩]

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগ হতে যে-কোন **৫(পাঁচ)টি** প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। ট্রান্সডিউসার বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। LVDT-এর মূলনীতি লেখ। **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। PET ও NTC কী?
উত্তর সংকেত ঃ PET– Polyethylene terepn tnalate
NTC– Negative Temperature Co-effecient

৪। অপটিক্যাল ইনকোডার কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Condenser microphone কী? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Signal conditioning কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Magnetic recorder কাকে বলে? **উত্তর সংকেত ঃ** অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Stain gauge temperature compensation-কে কয়ভাগে ভাগ করা যায়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। স্যাম্পল অ্যান্ড হোল্ড সার্কিট কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Closed loop control system-এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১। PID control system-এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল System বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Strain gauge-এর মূলনীতি লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। পূর্ণনাম লেখ ঃ PVC ও PET।

উত্তর সংকেত PVC-- Polyvinail Cloried
PET-- Polyethylene Terephthalate

১৫। টেকো জেনারেটরের কাজ কী? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। Sensor ও Transducer-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বাণিজ্যিকভাবে প্রাপ্ত ৪টি তাপমাত্রা সেন্সরের নামার উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। থার্মিস্টর ব্যবহার করে হীটারের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ সার্কিট অঙ্কনপূর্বক সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। থার্মোক্যাপল বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। থার্মোকাপলের মূলনীতি চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২১। $C = \frac{2(h_2t_2 + h_2t_2)F}{wg(1 - \frac{a}{r})}$ চিত্রসহ সমীকরণটির পরিচয় দাও। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। লোড সেলের মূলনীতি লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। x – y রেকর্ডর-এর ব্যবহার লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ডাটা অ্যাকুইজিশন বলতে কী বুঝায়? **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। স্টেপার মোটরের ব্যবহার-ক্ষেত্রগুলো লেখ। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। রেজিস্ট্যান্স স্ট্রেইন গেজের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, গেজ ফ্যাক্টর; $Gf = (1 + 2r)$

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। PD Control system সচিত্র বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। পিজো ইলেকট্রিক ট্রান্সডিউসারের গঠন ও কার্যপ্রণালি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ইনস্ট্রুমেন্টেশন পদ্ধতির মূলনীতি সচিত্র বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত** ৫.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩০। ডিসি সার্ভো সিস্টেমের কার্যপ্রণালি সচিত্র বর্ণনা কর। **উত্তর সংকেত** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। অ্যানালগ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলারের সাহায্যে মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

BDeBooks.com

E-BOOK

www.BDeBooks.com
FB.com/BDeBooksCom
BDeBooks.Com@gmail.com