BDeBooks.com

E-BOOK

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

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড কর্তৃক চালুকৃত ৪ বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের

সপ্তম পর্ব ইলেকট্রনিক্স টেকনোলজির ছাত্রছাত্রীদের জন্য নতুন সিলেবাস অনুযায়ী প্রণীত

কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রবোটিক্স

Computer Control System & Robotics

Subject Code : 6872

রচনায় ঃ

প্রকৌশলী মোঃ মিজানুর রহমান

বিএসসি-ইন-ইলেকট্রিক্যাল অ্যান্ড ইলেকট্রনিক ইঞ্জিনিয়ারিং (ডুয়েট)

পিজিডিটিই (ইলেকট্রিক্যাল), ফেলো (এফ-৮০৯৬) আইইবি

চীফ ইনস্ট্রাক্টর (ইলেকট্রনিক ইঞ্জিনিয়ারিং)

রাজশাহী পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, রাজশাহী

প্রাক্তন, ইনস্ট্রাক্টর (ইলেকট্রনিক ইঞ্জিনিয়ারিং)

যশোর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, যশোর

শহীদে মোস্তফা মোহাম্মদ আরেফ রব্বানী

বিএসসি অ্যান্ড পিজিডিটি (আইইউটি)

ইনস্ট্রাক্টর ও বিভাগীয় প্রধান (ইলেকট্রনিক্স)

রাজশাহী মহিলা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, রাজশাহী

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 ঃ ১ এপ্রিল ২০১১
দ্বিতীয় প্রকাশ ঃ ১ জানুয়ারি ২০১৪
তৃতীয় প্রকাশ ঃ ১ ফেব্রুয়ারি ২০১৬
পরিমার্জিত ও সংশোধিত সংস্করণ ঃ
চতুর্থ প্রকাশ ঃ 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) ঃ ১৬০.০০ টাকা মাত্র

লেখকবৃন্দের কথা

বিসমিল্লাহির রাহ্‌মানির রাহিম

আলহামদুলিল্লাহ, ছুম্মা আলহামদুলিল্লাহ। সকল প্রশংসা ঐ মহান আল্লাহ তা'আলার, যিনি আমাদেরকে আশরাফুল মাখলুকাত হিসেবে সৃষ্টি করে সর্দারে আলম জনাব আহাম্মদ মোস্তফা হুজুরে পাক হযরত মুহম্মদ (স)-এর মুসলমান এবং দীনের দায়ী উম্মত হিসেবে সৃষ্টি করেছেন।

আমাদের লেখা প্রথম প্রকাশিত বই এটি। কম্পিউটার এবং রবোটিক্স-এর এ বিশাল জগতে আমাদের জ্ঞানও খুব সামান্য। সামান্য জ্ঞানের ক্ষুদ্র প্রচেষ্টায় ভুলত্রুটি থাকা স্বাভাবিক। আমরা আমাদের সাধ্যানুযায়ী চেষ্টা করেছি। ভালোমন্দ বিচারের দায়িত্ব আপনাদের। আমাদের অনিচ্ছাকৃত ভুলগুলোকে ক্ষমাসুন্দর দৃষ্টিতে দেখবেন আশা করি। বইটি সম্পর্কে আপনাদের সুচিন্তিত মতামত, পরামর্শ এবং উপদেশ সাদরে গ্রহণযোগ্য।

আমাদের এ ক্ষুদ্র প্রচেষ্টাকে বাস্তবায়িত করার সুযোগ করে দেয়ার জন্য 'হক পাবলিকেশন'-এর পক্ষে মোঃ আশরাফুল হক আলো সাহেবকে আমাদের অন্তরের অন্তস্থল থেকে ধন্যবাদ জানাচ্ছি এবং তার সুখময় দীর্ঘায়ু কামনা করছি।

বইটি লেখার ব্যাপারে বিভিন্ন বিষয়ে পরামর্শ দিয়ে সহযোগিতা করার জন্য জনাব আহসান উল্যাহ শিমুল সাহেবের প্রতি কৃতজ্ঞতা জানাচ্ছি। সেই সাথে সম্পূর্ণ বইটি লিখতে গিয়ে যেসব English Writer-দের লেখা বইয়ের সহযোগিতা নিয়েছি তাদের সকলের নিকট আমরা ঋণী।

"কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রবোটিক্স (৬৮৭২)" বইটি চার (৪) বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমায় ইলেকট্রনিক্স টেকনোলজিতে অধ্যয়নরত সপ্তম পর্বের ছাত্রছাত্রীদের উদ্দেশ্যে রচিত। বইটি পড়ে অর্জিত জ্ঞানকে আমাদের প্রিয় ছাত্রছাত্রীরা যখন দেশ ও দেশের মানুষের কল্যাণে প্রয়োগ করবে তখন আমাদের শ্রম সার্থক হবে। Today or tomorrow we will achieve our goal. ইন্‌শাল্লাহ।

ধন্যবাদান্তে

প্রকৌশলী মোঃ মিজানুর রহমান
শহীদে মোস্তফা মোহাম্মদ আরেফ রব্বানী

উৎসর্গ

আমাদের স্নেহময়ী মা ও বাবা'কে
যাদের দোয়া, ভালোবাসা ও ত্যাগ
আমাদেরকে করেছে ধন্য

সিলেবাস

6872 Computer Control System & Robotics

T	P	C
2	3	3

AIMS

To provide the students with an opportunity to acquire knowledge, skill and attitude in the area of computer control system and robotics with special emphasis on:

- Computer control system
- Fuzzy logic controller
- Robotics fundamental
- Robot sensors and actuators
- Computer vision for robotic systems.

SHORT DESCRIPTION

Computer control system, Digital Control system, Threats of Computer system security, Controller; Fuzzy logic controller; Robotics fundamentals; Robots sensors; Robot actuators; Robot system, Computer vision systems and Robot specification.

DETAIL DESCRIPTION

Theory:

1. Understand the computer control system.

1.1 Define computer control system.
1.2 Describe computer control system with block diagram.
1.3 Mention different types of computer control system.
1.4 Describe the on-line and off-line computer control system.
1.5 Describe the application of computer control system.
1.6 Explain the techniques of use of personal computer in control system
1.7 Describe the requirement of computer process control.
1.8 Describe the direct digital control system.
1.9 Describe the numerical control system.
1.10 Describe the supervisor control system

2. Understand digital control system.

2.1 Explain modern digital control system.
2.2 Discuss real time control & control stability.
2.3 Discuss basic element of computer control system.
2.4 Describe impulse response system.
2.5 Describe Z & Bilinear transformation.
2.6 Describe direct controller, Combined feed forward controller, Classical state, feedback controller design and limitations.
2.7 Describe computer control architecture.
2.8 Mention hardware of computer control system.

3. Understand the Threats of computer system security.

3.1 Mention threats of computer system security.
3.2 Explain type of vulnerable for computer network security.
3.3 Discuss area of security protection.
3.4 Discuss the uncertainties of security of computer system.
3.5 Discuss security control system generation.
3.6 Explain terminal security definition and update.

4. Understand the controller.

4.1 Define controller.
4.2 Describe the relay logic control system.
4.3 Describe the function of motion controller.
4.4 Describe the hardware of motion controller.
4.5 Describe adaptive controller.

5. Understand the fuzzy Logic controller.

5.1 Define the terms: (a) Fuzzy logic (b) Fuzzy predicates (c) Fuzzy set.
5.2 Describe the block diagram of a fuzzy logic controller
5.3 Compare the traditional and fuzzy logic controller.
5.4 Describe the technique of temperature control in a room using a fuzzy logic (one-inputsystem).
5.5 Describe the fuzzy logic controller that uses two inputs.

6. Understand the fundamental of Robot.

6.1 Define the term: (a) Robot (b) Robotics (c) Program Location (d) Tooling & Grippers (e) Work cell.
6.2 Mention the types of robot.
6.3 Describe the basic components of robot.
6.4 Discuss robot joints.
6.5 Describe the base control robot motion.
6.6 Describe the axes control robot motion.
6.7 Differentiate low, medium & high Technology robots.
6.8 Describe the robot reference frame.
6.9 Describe the robot programming modes.

7. Understand the basic feature of manipulators & controllers.

7.1 Describe the robot co-ordinates.
7.2 Describe the wrist rotation.
7.3 State manipulator drives system.
7.4 Describe work envelopes.
7.5 Describe the general feature of controllers.
7.6 Describe the internal component of a controller with block diagram.
7.7 Discuss the master control board of controllers.
7.8 Describe the signal path in the controllers.

8. Understand hydraulic and pneumatic drive system.

8.1 Define hydraulic & pneumatic system.
8.2 Describe the principle of hydraulic drive.
8.3 Describe the hydraulic actuators.
8.4 Describe the basic component of pneumatic system.

9. Understand robot gears and linkages.

9.1 Define the term gear and linkages, gear ratio, gear direction, gear train.
9.2 List the gear used in robotic system.
9.3 Describe the energy transfer technique from motor to the end effectors.
9.4 Describe the purposes of linkages for transfer of energy.

10. Understand End Effectors.

10.1 Describe the function of end effectors.
10.2 Describe the end-of-arm tooling.
10.3 Classify the gripper.
10.4 Describe the operation of different type of gripper.

11. Understand robotic sensor.

11.1 Mention the types of sensor.
11.2 Describe the function of contact sensor.
11.3 Describe the function of non contact sensor.
11.4 Describe the function of proximity sensors.
11.5 Describe the function of electromagnetic sensors.
11.6 Describe the function of limit switches.
11.7 Describe the function of touch sensor.
11.8 Describe the function of tactile sensor.
11.9 Describe the function of vision sensor.

12 Understand robot specification & application.

12.1 Mention the specification of an industrial robot.
12.2 Discuss the growth of robot application.
12.3 Describe the robot as a cell controller.
12.4 Describe the robot as a peripheral device.

PRACTICAL:

1. Perform the work of ON / OFF control by using PC.
2. Perform the work of three step control by using PC.
3. Perform the speed control of DC motor employing variable frequency variable voltage (VVVF) by using PC.
4. Perform the work of control of stepper motor by using PC.
5. Perform the movement control of Robot manipulators.
6. Develop and run program to perform the movement control of Robot manipulators.

সূচিপত্র

অধ্যায়-১ : কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম

১.০	ভূমিকা	১৩
১.১	কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম	১৩
১.২	ব্লক ডায়াগ্রামসহ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম	১৩
১.৩	কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রকারভেদ	১৪
১.৪	অন-লাইন এবং অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম	১৪
১.৪.১	অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম	১৪
১.৪.২	অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম	১৫
১.৪.৩	ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের মূলনীতি	১৬
১.৫	কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োগ	১৭
১.৬	কন্ট্রোল সিস্টেমে পার্সোনাল কম্পিউটার ব্যবহার কৌশল	১৮
১.৭	কম্পিউটার প্রসেস কন্ট্রোলের প্রয়োজনীয় উপাদান	১৮
১.৮	ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম	১৯
১.৯	নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম এর বর্ণনা	২০
১.১০	সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেম এর বর্ণনা	২১
	অনুশীলনী-১	
	অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর	২১
	সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর	২৩
	রচনামূলক প্রশ্নাবলি	২৭

অধ্যায়-২ : ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ধারণা

২.১	আধুনিক ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম	২৮
২.২	বাস্তব সময় নিয়ন্ত্রণ ও নিয়ন্ত্রণ স্ট্যাবিলিটি	২৮
২.৩	কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক উপাদান	২৯
২.৪	ইম্পালস রেসপন্স সিস্টেম	২৯
২.৫	z-ট্রান্সফরমেশন এবং বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন	২৯
২.৬	ডাইরেক্ট কন্ট্রোলার, কম্বাইন্ড ফীড ফরোয়াড কন্ট্রোলার, ক্লাসিক্যাল স্টেটস, ফীডব্যাক কন্ট্রোলার ডিজাইন ও লিমিটেশন	৩০
২.৭	কম্পিউটার কন্ট্রোল আর্কিটেকচার	৩২
২.৮	কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের হার্ডওয়্যার	৩৪
	অনুশীলনী-২	
	অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর	৩৬
	সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর	৩৬
	রচনামূলক প্রশ্নাবলি	৩৮

অধ্যায়-৩ : কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা হুমকির ধারণা

৩.১ কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা হুমকি ৩৯
৩.২ কম্পিউটার নেটওয়ার্কের নিরাপত্তা ঘাতোপযোগিতার প্রকারভেদ ৩৯
৩.৩ নিরাপত্তা সংরক্ষণ অঞ্চল ৪০
৩.৪ কম্পিউটার সিস্টেমের নিরাপত্তা অনিশ্চয়তা ৪১
৩.৫ নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি জেনারেশন ৪১
৩.৬ প্রান্তীয় নিরাপত্তা ও আপডেট ৪২

অনুশীলনী-৩

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪২
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪২
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪৩

অধ্যায়-৪ : কন্ট্রোলার সম্পর্কে ধারণা

৪.০ ভূমিকা ৪৪
৪.১ কন্ট্রোলারের সংজ্ঞা ৪৪
৪.২ রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম এর ব্যাখ্যা ৪৪
৪.৩ মোশন কন্ট্রোলারের কার্যাবলি ৪৫
৪.৪ মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যারসমূহ ৪৫
৪.৫ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার ৪৬

অনুশীলনী-৪

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৭
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৮
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫০

অধ্যায়-৫ : ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ধারণা

৫.০ ভূমিকা ৫১
৫.১ ফুজি লজিক, ফুজি প্রেডিকেটস, ফুজি সেট টার্মগুলোর সংজ্ঞা ৫১
৫.২ ফুজি লজিক কন্ট্রোলার ৫১
৫.৩ ট্রেডিশনাল (প্রচলিত) এবং ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মধ্যে তুলনা ৫২
৫.৪ ফুজি লজিক ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি ৫২
৫.৫ দুই ইনপুট বিশিষ্ট ফুজি লজিক কন্ট্রোলার ৫৩

অনুশীলনী-৫

- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫৪
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫৫
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫৬

অধ্যায়-৬ : রোবট ফান্ডামেন্টালস

৬.০ ভূমিকা ৫৭
৬.১ রোবট, রোবটিক্স, প্রোগ্রাম লোকেশন, টুলিং, গ্রিপার ও ওয়ার্কসেলের সংজ্ঞা ৫৭
৬.২ রোবটের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর ৫৮
৬.৩ রোবটের মৌলিক উপাদানসমূহ ৫৯
৬.৪ রোবট জয়েন্টসমূহের আলোচনা ৬০
৬.৫ বেজ কন্ট্রোল রোবট মোশনের বর্ণনা ৬১
৬.৬ এক্সিস কন্ট্রোল রোবট মেশিন-এর বর্ণনা ৬২
৬.৬.১ নন-সার্ভো কন্ট্রোল ৬২
৬.৬.২ সার্ভো কন্ট্রোল ৬৩
৬.৭ লো, মিডিয়াম এবং হাই টেকনোলজি এর Robot এর মধ্যে পার্থক্য ৬৪
৬.৮ রোবট রেফারেন্স ফ্রেম ৬৭
৬.৯ রোবট প্রোগ্রামিং মুডসমূহের বর্ণনা ৬৮
অনুশীলনী-৬
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬৮
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭১
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭৫

অধ্যায়-৭ : রোবট ম্যানিপুলেটর অ্যান্ড কন্ট্রোলার এর বৈশিষ্ট্য

৭.০ ভূমিকা ৭৬
৭.১ রোবট কো-অর্ডিনেট এর বর্ণনা ৭৬
৭.২ কবজির ঘূর্ণন-এর বর্ণনা ৭৭
৭.৩ ম্যানিপুলেটের ড্রাইভ সিস্টেম ৭৭
৭.৪ ওয়ার্ক এনভেলাপ-এর বর্ণনা ৭৮
৭.৫ কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্য ৭৮
৭.৬ ব্লক ডায়াগ্রামসহ একটি কন্ট্রোলারের ভেতরের কম্পোনেন্টসমূহের বর্ণনা ৭৯
৭.৭ কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ড ৮০
৭.৮ কন্ট্রোলারের সিগন্যাল পথ-এর বর্ণনা ৮১
অনুশীলনী-৭
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮১
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮৩
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮৫

অধ্যায়-৮ : হাইড্রোলিক অ্যান্ড নিউম্যাটিক ড্রাইভ সিস্টেম

৮.০ ভূমিকা ৮৬
৮.১ হাইড্রোলিক ও নিউমেটিক সিস্টেমের সংজ্ঞা ৮৬
৮.২ হাইড্রোলিক ড্রাইভ এর মূলনীতি ৮৬
৮.৩ হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের ব্যাখ্যা ৮৭
৮.৩.১ সিলিন্ডার (Cylinder) টাইপ হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর ৮৭

৮.৩.২ মোটর টাইপ হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর ৮৯
৮.৪ নিউমেটিক সিস্টেমের মৌলিক উপাদানসমূহ ৯১
৮.৪.১ হাইড্রোলিক ও নিউমেটিক অ্যাকচুয়েটর এর তুলনামূলক পার্থক্য ৯১
অনুশীলনী-৮
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৩
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯৪

অধ্যায়-৯ : রোবট, গিয়ার এবং লিংকেজসমূহের ধারণা

৯.০ ভূমিকা ৯৫
৯.১ গিয়ার, লিংকেজ, গিয়ার রেশিও, গিয়ার ডিরেকশন, গিয়ার ট্রেন শব্দগুলোর সংজ্ঞা ৯৫
৯.২ রোবটিক সিস্টেমে ব্যবহৃত গিয়ারের তালিকা ৯৮
৯.৩ মোটর থেকে এন্ড এফেক্টরে এনার্জি স্থানান্তর পদ্ধতি ১০২
৯.৪ এনার্জি ট্রান্সফারের ক্ষেত্রে লিঙ্কেজের ব্যবহার ১০৩
অনুশীলনী-৯
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০৫
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০৬
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১০৮

অধ্যায়-১০ : এন্ড ইফেক্টরসমূহের ধারণা

১০.০ ভূমিকা ১০৯
১০.১ এন্ড ইফেক্টরের কাজের বর্ণনা ১০৯
১০.২ এন্ড অব আর্ম টুলিং-এর বর্ণনা ১০৯
১০.৩ গ্রিপারের শ্রেণিবিন্যাস ১১০
১০.৪ বিভিন্ন প্রকার গ্রিপারের কার্যপ্রণালি ১১০
১০.৪.১ ইউনিলেটারেল গ্রিপার ১১০
১০.৪.২ বাইলেটারেল গ্রিপার ১১১
১০.৪.৩ মাল্টিলেটারেল গ্রিপার ১১১
অনুশীলনী-১০
অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১৩
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১১৪

অধ্যায়-১১ : রোবটিক সেন্সরসমূহের ধারণা

১১.০ ভূমিকা ১১৫
১১.১ সেন্সরের প্রকারভেদ ১১৬
১১.২ কন্ট্যাক্ট (Sensor) এর কাজ বর্ণনা কর ১১৭
১১.৩ নন-কন্ট্যাক্ট Sensor (সেন্সর)-এর কাজের ব্যাখ্যা ১১৭
১১.৪ প্রক্সিমিটি সেন্সরসমূহের বর্ণনা ১১৮

১১.৪.১ ম্যাগনেটিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ১১৮
১১.৪.২ অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর ১১৮
১১.৪.৩ আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ১১৯
১১.৪.৪ ইন্ডাকটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ১১৯
১১.৪.৫ ক্যাপাসিটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ১১৯
১১.৪.৬ এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সর ১১৯
১১.৫ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সরের কাজের বর্ণনা ১২০
১১.৬ লিমিট সুইচসমূহের কাজের বর্ণনা ১২১
১১.৭ টাচ সেন্সরের কাজের বর্ণনা ১২৩
১১.৮ টেকটাইল সেন্সরের কাজের বর্ণনা ১২৩
১১.৯ ভিশন সেন্সর ১২৪

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৫
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৮
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৩২

অধ্যায়-১২ : রোবট স্পেসিফিকেশন এবং প্রয়োগ

১২.১ ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন ১৩৩
১২.২ রোবট ব্যবহার এর বিস্তৃতি ১৩৪
১২.৩ সেল কন্ট্রোলার হিসেবে রোবট ১৩৬
১২.৪ পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে রোবট ১৩৭

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৮
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৮
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৪২

ব্যবহারিক

১। কম্পিউটার ব্যবহার করে অন/অফ নিয়ন্ত্রণ। ১৪৫
২। কম্পিউটার ব্যবহার করে বিভিন্ন ফ্রিকুয়েন্সি এবং ভোল্টেজ প্রয়োগ করে ডিসি মোটরের স্পিড নিয়ন্ত্রণ। ১৪৭
৩। কম্পিউটার ব্যবহার করে প্যারালাল পোর্ট এর সাহায্যে Stepper motor-কে নিয়ন্ত্রণ। ১৪৮
৪। রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণ। ১৫০
৫। প্রোগ্রামের সাহায্যে রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণের বিকাশ সাধন করা। ১৫১

সুপার সাজেশন্স ১৫৩–১৭০

বাকাশিবো প্রশ্নাবলি ১৭১–২১৪

অধ্যায় ১
কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Computer Control System)

১.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

বর্তমান যুগ তথ্য প্রযুক্তির যুগ। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির উৎকর্ষের অন্যতম অবদান কম্পিউটার। শিল্পকারখানা, অফিস-আদালত, শিক্ষা প্রতিষ্ঠানসহ ব্যবসা প্রতিষ্ঠানেও কম্পিউটার নির্ভর কন্ট্রোল পদ্ধতি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। বর্তমান বিশ্বে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের গুরুত্ব অপরিসীম।

১.১ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Define Computer Control Sysem) ঃ

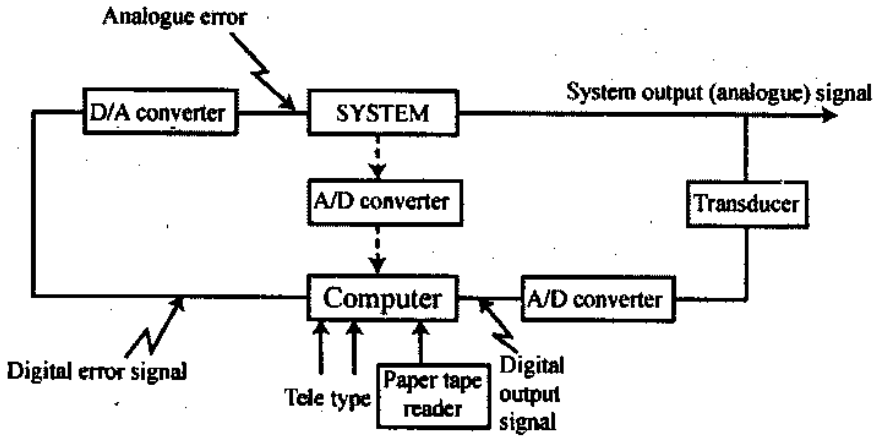
যে কন্ট্রোল সিস্টেমে নিয়ন্ত্রক (Controller) হিসেবে কম্পিউটার ব্যবহার করা হয় তকে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। কন্ট্রোল সিস্টেম হলো অনেকগুলো উপাদানের সমাহার, যারা অন্য কোন মেশিনের নির্দেশনা (Direction) অনুযায়ী একসাথে কাজ করে। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম এমন এক প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে কন্ট্রোল সিস্টেমকে নিয়ন্ত্রক (Controller) হিসেবে কম্পিউটার ব্যবহার করা হয়।

কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম একটি অটোমেটিক সিস্টেম, যার সবচেয়ে প্রয়োজনীয় সহায়ক উপাদান হচ্ছে সফটওয়্যার। সফটওয়্যার এর মাধ্যমেই কম্পিউটার তার সকল কন্ট্রোলিং এর কাজ সম্পাদন করে থাকে।

সাধারণ সমস্যা থেকে শুরু করে শিল্পকারখানায় অনেক জটিল সমস্যা (যেমন– প্রসেস কন্ট্রোল, তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ, মোটর নিয়ন্ত্রণ, রোবট নিয়ন্ত্রণ, রেডিও টেলিস্কোপ নিয়ন্ত্রণ, নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল ইত্যাদি) সমাধানে প্রসেসর এবং কন্ট্রোলার হিসেবে কম্পিউটার-এর ব্যবহার দিন দিন ব্যাপক হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

১.২ ব্লক ডায়াগ্রামসহ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Computer control system with block diagram) ঃ

সাধারণ সমস্যা থেকে শুরু করে শিল্পকারখানায় অনেক জটিল জটিল সমস্যা (যেমন– প্রসেস কন্ট্রোল, তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ, মোটর নিয়ন্ত্রণ, রোবট নিয়ন্ত্রণ, রেডিও টেলিস্কোপ নিয়ন্ত্রণ, নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল ইত্যাদি) সমাধানে প্রসেসর এবং কন্ট্রোলার হিসেবে কম্পিউটার এর ব্যবহার দিন দিন ব্যাপক হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। কম্পিউটারের সাহায্যে পরিচালিত এ কন্ট্রোল সিস্টেমের একটি সাধারণ (Common) ব্লক ডায়াগ্রাম নিম্নে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১.১ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

গঠন ঃ চিত্রে প্রদর্শিত কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমটি ট্রান্সডিউসার, A/D converter, D/A converter, computer, paper tape reader ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।

কার্যপ্রণালি ঃ সিস্টেম এর আউটপুট (O/P)-কে ট্রান্সডিউসারের মাধ্যমে সমতুল্য (Equivalent) ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়। ট্রান্সডিউসারের O/P signal-টি অ্যানালগ Signal হওয়ায় একে একটি A/D converter-এর মাধ্যমে ডিজিটাল Signal-এ রূপান্তরিত করে কম্পিউটারে পাঠানো হয়। আবার একটি টেলিটাইপ বা পেপার টেপ থেকে একটি রেফারেন্স সিগন্যালকে Computer-এ পাঠানো হয়। এই দুই Signal-এর মধ্যে তুলনা করে Computer-টি এরর (Error) signal তৈরি করে। এ Error signal-কে আবার D/A converter-এর মাধ্যমে অ্যানালগ Signal-এ রূপান্তর করে System-এ পাঠিয়ে System-কে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। রেফারেন্স সিগন্যাল এর উৎস হিসেবে লিমিট সুইচ, টেম্পারেচার সেন্সর, স্টাবিলাইজিং Signal ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

চিত্রে ডট লাইন দ্বারা সিস্টেম ও কম্পিউটারের মধ্যে অতিরিক্ত সিগন্যাল পথ দেখানো হয়েছে। কখনো কখনো সিস্টেম থেকে সরাসরি সিগন্যাল গ্রহণ ও প্রক্রিয়াকরণের প্রয়োজন হয়।

১.৩ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রকারভেদ (Mention different types of computer control system) ঃ

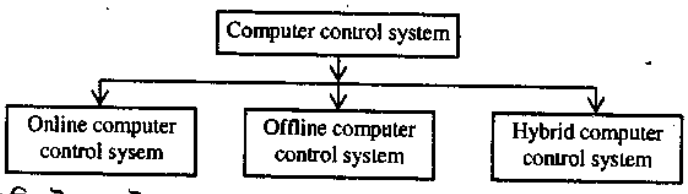
কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম প্রধানত তিন প্রকার। যেমন–

১। অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Online computer control system)

২। অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Offline computer control system)

৩। হাইব্রিড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Hybrid computer control system)

নিচে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো–



আবার প্রত্যেক কন্ট্রোল সিস্টেমকে দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা–

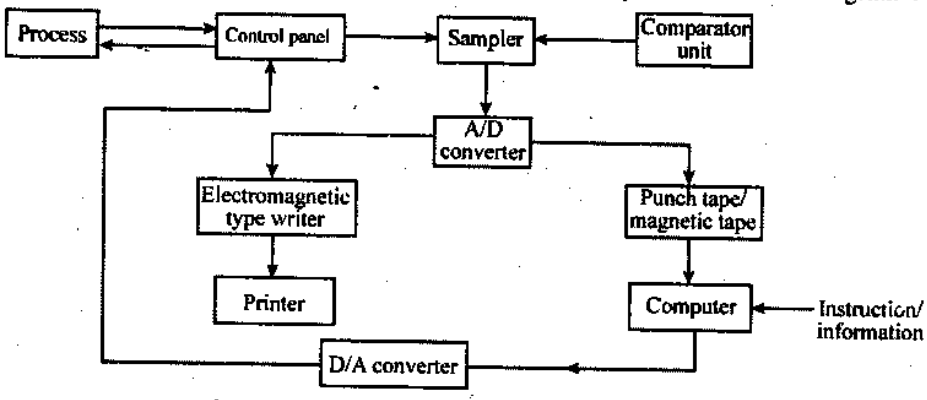
(i) ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Open loop control system)

(ii) ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Close loop control system)

১.৪ অন-লাইন এবং অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম (Online and Offline computer control system) ঃ

১.৪.১ অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ

যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সিস্টেমটিকে পরিচালনা করার জন্য কোনো অপারেটর প্রয়োজন হয় না, তাকে অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। নিম্নের চিত্রে Online computer control system-এর Block diagram দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১.২ অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

কার্যপ্রণালি ঃ Online control system-এর প্রতিটি ব্লকের কাজ নিম্নরূপ ঃ

প্রসেস (Process) ঃ যে সিস্টেম বা ডিভাইসকে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে, তাকে প্রসেস বলে। প্রসেসকে কন্ট্রোল প্যানেলে (Control panel) ইনপুট হিসেবে প্রয়োগ করা হয়।

কন্ট্রোল প্যানেল (Control panel) ঃ প্রসেস ভেরিয়্যাবলের আউটপুটকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করার জন্য Control panel ব্যবহার করা হয়।

কম্পারেটর (Comparator) ঃ একটি রেফারেন্স বা কমান্ড সিগন্যালকে কম্পারেটর ইউনিটের মাধ্যমে স্যাম্পলারে পাঠানো হয়।

স্যাম্পলার (Sampler) ঃ কন্ট্রোল প্যানেল থেকে আগত সিগন্যাল এবং কম্পারেটর থেকে আগত Signal এর মধ্যে তুলনা করে স্যাম্পলার একটি ডিফারেন্স সিগন্যাল বা এরর (Error) Signal উৎপন্ন করে A/D converter-এ পাঠায়।

এডি কনভার্টার (A/D converter) ঃ স্যাম্পলার থেকে আগত অ্যানালগ সিগন্যালকে A/D converter-এর মাধ্যমে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তর করে টাইপ রাইটার অথবা পাঞ্চটেপ/ম্যাগনেটিক টেপে প্রয়োগ করা হয়।

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক টাইপ রাইটার (Electromagnetic type writer) ঃ এডি কনভার্টার থেকে আগত দু'টি O/P এর একটি সিগন্যালকে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক টাইপ রাইটারের মাধ্যমে রেকর্ড করার জন্য প্রিন্টারে পাঠানো হয়।

প্রিন্টার (Printer) ঃ প্রিন্টারটি প্রসেস আউটপুটকে ডিসপ্লে করে এবং দলিল হিসেবে সংরক্ষণ করার জন্য প্রিন্ট আকারে প্রকাশ করে।

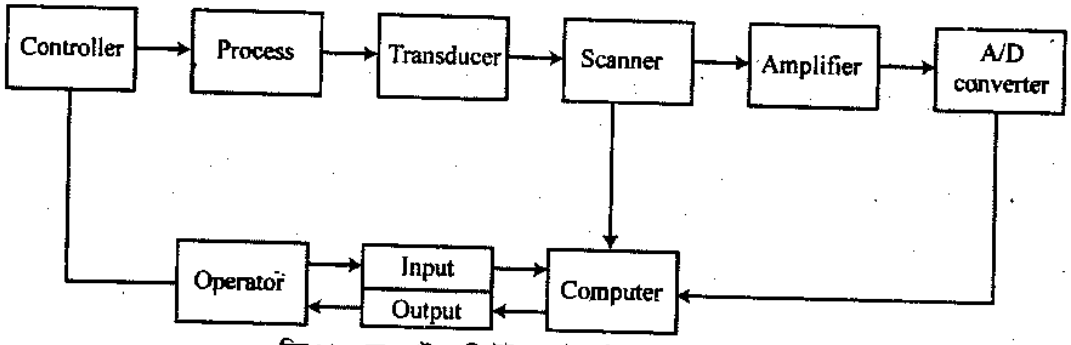
পাঞ্চটেপ/ম্যাগনেটিক টেপ (Punch tape/magnetic tape) ঃ এডি কনভার্টারের আউটপুটকে পাঞ্চটেপের মাধ্যমে ডিজিটাল Signal-এ রূপান্তর করে কম্পিউটারে ইনপুট হিসেবে দেয়া হয়।

কম্পিউটার (Computer) ঃ কম্পিউটারটি তার মেমোরিতে সংরক্ষিত ডিজিটাল পালস এবং ইনপুট হিসেবে প্রাপ্ত Signal-এর মধ্যে তুলনা করে একটি ডিজিটাল আউটপুট এরর সিগন্যাল উৎপন্ন করে ডিএ কনভার্টারে পাঠায়।

ডিএ কনভার্টার (D/A converter) ঃ D/A কনভার্টারটি কম্পিউটার থেকে প্রাপ্ত ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তরিত করে কন্ট্রোল প্যানেলে প্রদান করে। কন্ট্রোল প্যানেল এই Signal অনুসারে প্রসেসকে আকাঙ্ক্ষিত (Desired) Value (মানে)-তে সেট করে পরিচালনা (Operate) করে।

১.৪.২ অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ

যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সিস্টেমকে পরিচালনা করার জন্য অবশ্যই একজন অপারেটর প্রয়োজন হয়, তাকে অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। এটি একটি ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম। নিম্নের চিত্রে অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১.৩ অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

গঠন ঃ চিত্রে প্রদর্শিত অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমটি Controller, Process, Transducer, Scanner, Amplifier, A/D converter, Computer, Operator ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।

কার্যপ্রণালি ঃ অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রতিটি ব্লকের কাজ বর্ণনা করা হলো ঃ

১। **প্রসেস (Process) ঃ** কম্পিউটারের মাধ্যমে যাকে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে, তাকে বলা হয় প্রসেস। প্রসেসকে ট্রান্সডিউসারের ইনপুট হিসাবে প্রয়োগ করা হয়।

২। **ট্রান্সডিউসার (Transducer) ঃ** Transducer-এর মাধ্যমে Process-এর আউটপুটে প্রাপ্ত ফিজিক্যাল কোয়ানটিটি (Physical quantity)-কে সমতুল্য (Equivalent) ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়।

৩। **স্ক্যানার (Scanner) :** Transducer-এর আউটপুট সিগন্যালকে স্ক্যানারের মাধ্যমে স্ক্যান করে অ্যামপ্লিফায়ারে পাঠানো হয়।

৪। **অ্যামপ্লিফায়ার (Amplifier) :** স্ক্যানার থেকে প্রাপ্ত ট্রান্সডিউসারের দুর্বল সিগন্যালকে কাঙ্ক্ষিত মানে বর্ধিত করে এডি কনভার্টারে পাঠানোর জন্য Amplifier ব্যবহার করা হয়।

৫। **এডি কনভার্টার (A/D converter) :** অ্যামপ্লিফায়ারের আউটপুটকে এডি (A/D) কনভার্টারের মাধ্যমে ডিজিটাল পালসে রূপান্তর করে কম্পিউটারে পাঠানো হয়।

৬। **কম্পিউটার (Computer) :** কম্পিউটারটি এডি কনভার্টার থেকে আগত ডিজিটাল Signal এবং অপারেটর কর্তৃক পাঠানো ইনপুট ইনস্ট্রাকশন এর পার্থক্য অনুসারে আউটপুটে একটি এরর Signal তৈরি করে আউটপুট ডিভাইসের মাধ্যমে অপারেটরের কাছে পাঠায়।

৭। **অপারেটর (Operator) :** কম্পিউটার থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল অনুসারে অপারেটর কন্ট্রোলারকে পরিচালনা করে প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করে।

১.৪.৩ ওপেন লুপ ও ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের মূলনীতি (Describe the principle of open loop & closed loop control system) :

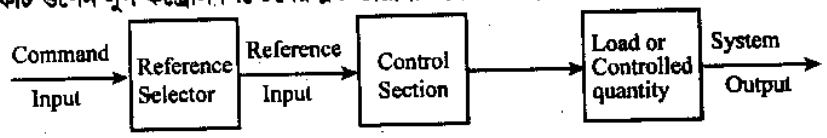
(a) ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Open loop control system) : যে কন্ট্রোল সিস্টেমের কন্ট্রোল অ্যাকশন এর আউটপুটের উপর নির্ভরশীল নয় অর্থাৎ ইনপুটে আউটপুট সিগন্যালের কোন প্রভাব নেই তাকে ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। যেমন–

(i) ইলেকট্রোনিক টোস্টার (Electronic toaster),

(ii) ওয়াশিং মেশিন (Washing machine)

(iii) ট্রাফিক লাইট কন্ট্রোল (Trafic light control) ইত্যাদি।

নিচের চিত্রে একটি ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো এবং এর প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দেওয়া হলো–



চিত্র : ১.৪ Open loop control system

১। **কমান্ড ইনপুট (Command input) :** এটি হলো কন্ট্রোল সিস্টেমের ইনপুট সিগন্যাল যার উপর ফিডব্যাকের কোন প্রভাব নেই। কন্ট্রোল কোয়ানটিটি সঠিক মানে ও সঠিক পদ্ধতিতে পাঠ চালিত হবে যদি এর উপর বাইরের কোন প্রভাব না থাকে।

২। **রেফারেন্স সিলেক্টর (Reference selector) :** কন্ট্রোল সেকশনকে সঠিকভাবে পরিচালনার জন্য কমান্ড ইনপুট সেকশন থেকে প্রয়োজনীয় ইনপুট নির্বাচন করার জন্য এ সিলেক্টর ব্যবহার করা হয়।

৩। **রেফারেন্স ইনপুট (Reference input) :** রেফারেন্স সিলেক্টর থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালটি রেফারেন্স ইনপুট বা কন্ট্রোল সেকশনের ইনপুটে প্রয়োগ করার ফলে কন্ট্রোলার সেকশনটি পরিচালিত হয়।

৪। **কন্ট্রোল সেকশন (Control section) :** রেফারেন্স ইনপুটের উপর ভিত্তি করে এ ইউনিটে কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন হয় যা লোড বা কন্ট্রোলড কোয়ানটিটিকে নিয়ন্ত্রণ করে। এ ইউনিটিটি মূলত একটি অন-অফ সুইচের মত কাজ করে। এখানে কন্ট্রোলার হিসেবে রিলে, সার্কিট ব্রেকার, সুইচ বা মোটর ব্যবহার করা হয়।

৫। **লোড অথবা কন্ট্রোলড কোয়ানটিটি (Load or controlled quantity) :** মূলত যে ডিভাইস বা মেশিনকে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে তাই হলো লোড অথবা কন্ট্রোলড কোয়ানটিটি যা থেকে প্রয়োজনীয় আউটপুট পাওয়া যায়।

৬। **সিস্টেম আউটপুট (System output) :** এটা হলো রেফারেন্স ইনপুট অনুযায়ী কাঙ্ক্ষিত মান থেকে আউটপুটে ডিসপ্লে করা হয়।

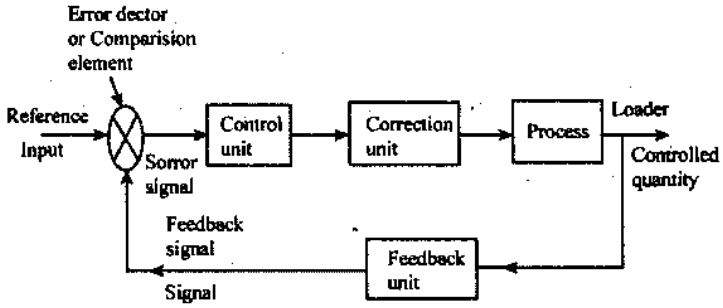
(b) ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম (Closed loop control system) : যে কন্ট্রোল সিস্টেমের কন্ট্রোল অ্যাকশন এর আউটপুটের উপর নির্ভর করে অর্থাৎ ইনপুট সিগন্যালের উপর আউটপুট সিগন্যালের প্রভাব থাকে তাকে ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। যেমন–

(i) মোটর স্পিড কন্ট্রোল (Motor speed control)

(ii) টেম্পারেচার কন্ট্রোল (Temperature control)

(iii) লিকুইড লেভেল কন্ট্রোল (Liquid level control) ইত্যাদি।

নিচের চিত্রে একটি ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে এর প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ১.৫ Closed loop control system

১। রেফারেন্স ইনপুট (Reference input) ঃ লোড বা কন্ট্রোলড কোয়ানটিটিকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ইনপুটে একটি রেফারেন্স সিগন্যাল (Reference input) প্রয়োগ করা হয়। রেফারেন্স সিলেক্টরের মাধ্যমে এ ইনপুট সিগন্যালকে এরর ডিটেক্টর বা কম্পারিজন এলিমেন্টে প্রয়োগ করা হয়।

২। কম্পারিজন এলিমেন্ট বা এরর ডিটেক্টর (Comparision element or error detector) ঃ রেফারেন্স ইনপুট ও ফিডব্যাক সিগন্যালের মধ্যকার পার্থক্য নির্ধারণ করার জন্য এলিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। যদি রেফারেন্স ইনপুট ও ফিডব্যাক সিগন্যালের মান সমান হয় তবে কোন এরর সিগন্যাল থাকবে না অর্থাৎ এরর ডিটেক্টরের আউটপুট শূন্য হবে। ফলে কন্ট্রোল ইউনিট কোন কাজ করবে না। আর যদি রেফারেন্স ইনপুট ও ফিডব্যাক সিগন্যালের মধ্যে পার্থক্য থাকে তবে এরর ডিটেক্টরের আউটপুট পাওয়া যায় কন্ট্রোল ইউনিট কাঙ্ক্ষিত কাজ সম্পাদন করবে।

৩। কন্ট্রোল ইউনিট (Control unit) ঃ এরর ডিটেক্টর থেকে যে সিগন্যাল কন্ট্রোল ইউনিটে আসে কারেকশন ইউনিটে প্রবেশ করে। ফলে কন্ট্রোল ইউনিট কন্ট্রোল কোয়ানটিটিকে নিয়ন্ত্রণ করে।

৪। কারেকশন ইউনিট (Correction unit) ঃ কন্ট্রোলড কন্ডিশন পরিবর্তন বা সংশোধন করার জন্য ইউনিট ব্যবহার করা হয়। কন্ট্রোল ইউনিট থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালকে প্রয়োজনীয় সংশোধন করে প্রসেস ইউনিটে প্রেরণ করা হয়।

৫। প্রসেস ইউনিট (Process unit) ঃ কারেকশন ইউনিট থেকে প্রাপ্ত সিগন্যাল কন্ট্রোলড কোয়ানটিটিকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য সিগন্যালকে প্রসেস ইউনিটে প্রেরণ করা হয়।

৬। ফিডব্যাক ইউনিট (Feedback unit) ঃ এ ইউনিটের মাধ্যমে কন্ট্রোলড ভ্যারিয়্যাবলকে পুনরায় এরর ডিটেক্টরে প্রেরণ করা হয়। এরর ডিটেক্টর রেফারেন্স ইনপুট এবং ফিডব্যাক সিগন্যালের যোগফল (পজিটিভ ফিডব্যাকের ক্ষেত্রে) অথবা বিয়োগফলকে (নেগেটিভ ফিডব্যাকের ক্ষেত্রে) এরর সিগন্যাল হিসেবে কন্ট্রোল ইউনিটে প্রেরণ করে।

ওপেন লুপ কন্ট্রোলারের চেয়ে ক্লোজ লুপ কন্ট্রোলারে যেসব সুবিধা আছে তা নিচে দেওয়া হলো ঃ

(i) আইনস্ট্যাবল প্রোসেসগুলো স্ট্যাবিলাইজ করতে পারে।

(ii) ডিস্টার্ব্যান্স-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।

১.৫ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োগ (Application of computer control system) ঃ

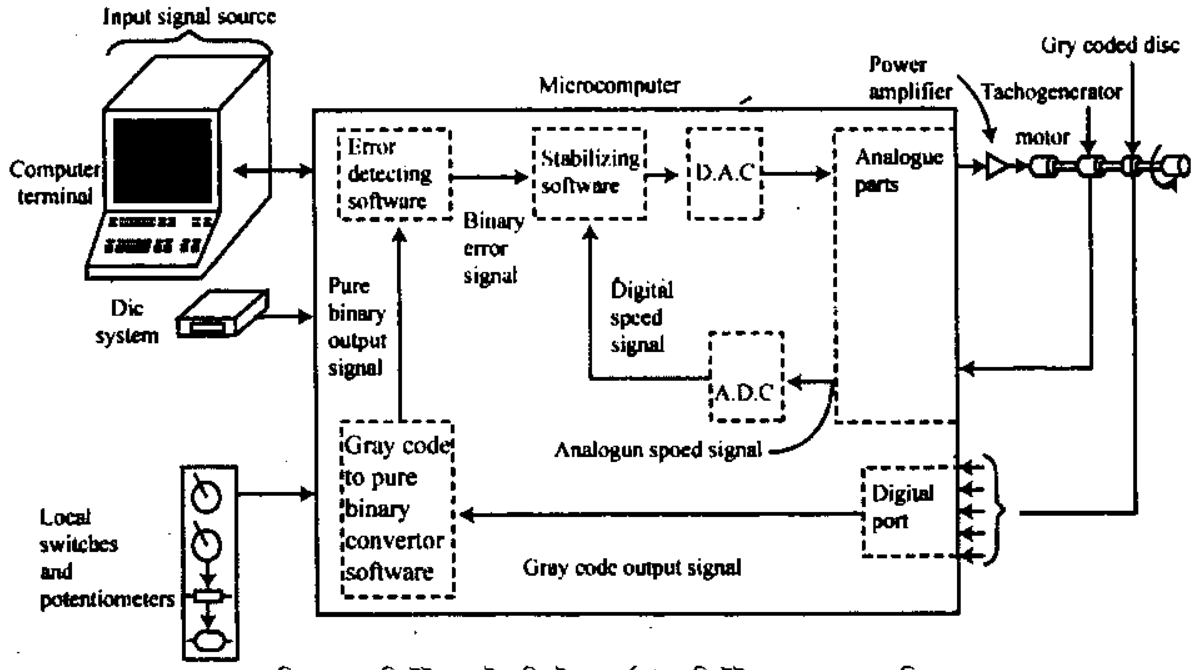
কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োগক্ষেত্র হচ্ছে–

(ক) স্টিয়ারেবল রেডিও টেলিস্কোপ নিয়ন্ত্রণে, (খ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেস কন্ট্রোলে,
(গ) টেম্পারেচার কন্ট্রোলে, (ঘ) মেডিক্যাল টেস্ট-এ,
(ঙ) নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোলে, (চ) মেশিন কন্ট্রোলে,
(ছ) AC/DC motor কন্ট্রোলে, (জ) রোবট কন্ট্রোলে,
(ঝ) ইনভেলপ কন্ট্রোলে, (ঞ) Flooding কন্ট্রোলে,
(ট) সিমেন্ট ম্যানুফ্যাকচারিং-এ, (ঠ) সার্ভো সিস্টেমে ইত্যাদি।

১.৬ কন্ট্রোল সিস্টেমে পার্সোনাল কম্পিউটার ব্যবহার কৌশল (Techniques of use of personal computer in control system) ঃ

যান্ত্রিক (মেকানিক্যাল) কন্ট্রোল সিস্টেমের পরিবর্তে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা অনেক বেশি থাকার কারণে বর্তমানে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বেশি ব্যবহৃত হচ্ছে। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম একটি অটোমেটিক সিস্টেম যার সবচেয়ে প্রয়োজনীয় সহায়ক উপাদান হচ্ছে সফটওয়্যার। সফটওয়্যার এর মাধ্যমেই কম্পিউটার তার সকল কন্ট্রোলিং এর কাজ সম্পাদন করে থাকে। প্রসেসকে সার্বক্ষণিক তত্ত্বাবধানের জন্য কম্পিউটারটি প্ল্যান্ট এর ইনফরমেশনকে ফিডব্যাক হিসেবে গ্রহণ করে পূর্ব নির্ধারিত সেট ভ্যালু এর সাথে তুলনা করে। যদি পার্থক্য দেখা দেয়, তবে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোলিং সিগন্যাল উৎপন্ন করে প্ল্যান্ট-এ পাঠিয়ে দেয়।

নিম্নে একটি পার্সোনাল কম্পিউটার বা মাইক্রোকম্পিউটার নিয়ন্ত্রিত রিমোট পজিশন কন্ট্রোল সিস্টেম এর ব্লক চিত্র দেখানো হয়েছে।

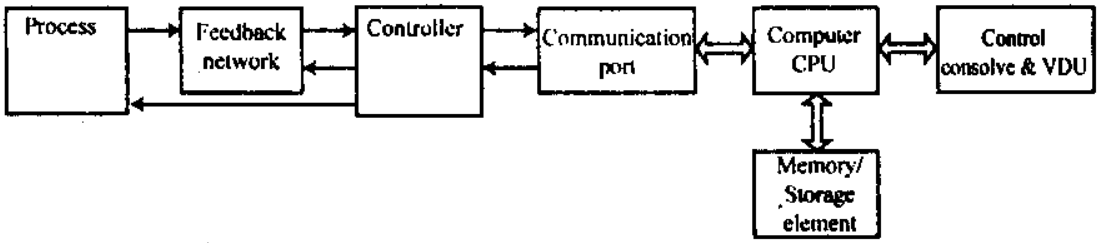


চিত্র ঃ ১.৬ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে পার্সোনাল কম্পিউটার ব্যবহার এর ব্লক চিত্র

কার্যপ্রণালি ঃ টেকোজেনারেটর থেকে আগত অ্যানালগ সিগন্যালকে (ADC) অ্যানালগ টু ডিজিটাল কনভার্টারের মাধ্যমে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়। বাইনারি এরর (Error) সিগন্যাল এবং টেকোজেনারেটর সিগন্যাল এর সমতুল্য ডিজিটাল সিগন্যালকে স্ট্যাবিলাইজিং সফটওয়্যারের মাধ্যমে একত্রিত করে সিস্টেমটি নিয়ন্ত্রণ করার জন্য প্রয়োজনীয় ডিজিটাল সিগন্যাল তৈরি করে DAC-তে পাঠায়। DAC (Digital to Analogue Converter) ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর করে। সিস্টেমকে সঠিকভাবে অপারেট করার জন্য DAC-এর আউটপুট প্রাপ্ত লো পাওয়ার সিগন্যালকে কাঙ্ক্ষিত লেভেলে বর্ধিত করার জন্য পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করা হয়।

১.৭ কম্পিউটার প্রসেস কন্ট্রোলের প্রয়োজনীয় উপাদান (Requirements of computer process control) ঃ

কম্পিউটার প্রসেস কন্ট্রোলের প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহকে নিম্নের ব্লকের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে–



চিত্র ঃ ১.৭ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের উপাদানের ব্লক চিত্র

কার্যপ্রণালি ঃ কম্পিউটার প্রসেস কন্ট্রোলে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপাদানসমূহের বর্ণনা নিম্নে দেয়া হলো ঃ

(১) **প্রসেস (Process) ঃ** যে ডিভাইস বা সিস্টেমকে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে, তাকে প্রসেস বলে। প্রসেসটি মেকানিক্যাল, কেমিক্যাল, ইলেকট্রিক্যাল, ইলেকট্রোমেকানিক্যাল, ইলেকট্রিক্যাল অথবা ইলেকট্রনিক ইত্যাদি হতে যে-কোনোটি হতে পারে।

(২) **ফিডব্যাক নেটওয়ার্ক (Feedback network) ঃ** ফিডব্যাক নেটওয়ার্ক এর মাধ্যমে প্রসেসকৃত ডাটাকে প্রয়োজনে সংশোধন বা পরিবর্তন করার উদ্দেশ্যে কন্ট্রোলার-এ পাঠানো হয়।

(৩) **কন্ট্রোলার (Controller) ঃ** কন্ট্রোলার ফিডব্যাক সিগন্যালকে তার সেট ভ্যালুর সাথে তুলনা করে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোলিং সিগন্যাল উৎপন্ন করে প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করে। এক্ষেত্রে কন্ট্রোলার প্রয়োজনে সরাসরি প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করে অথবা কম্পিউটার এর সহযোগিতা নিয়ে প্রসেসকে নিয়ন্ত্রণ করে।

(৪) **কমিউনিকেশন পোর্ট (Communication port) ঃ** কন্ট্রোলার এবং কম্পিউটার সিপিইউ (CPU)-এর মধ্যে তথ্য আদান-প্রদান বা বিনিময় করার জন্য কমিউনিকেশন পোর্ট ব্যবহার করা হয়।

(৫) **কম্পিউটার সিপিইউ (Computer CPU) ঃ** কম্পিউটার সিপিউ মেমোরিতে ধারণকৃত সফটওয়্যার-এর মাধ্যমে সম্পূর্ণ সিস্টেমকে পরিচালনা করে। কন্ট্রোলার থেকে প্রেরিত প্রসেস এর ফিডব্যাক সিগন্যাল এবং মেমোরিতে ধারণকৃত ডাটার মধ্যে যদি পার্থক্য দেখা দেয়, তবে কম্পিউটার CPU সফটওয়্যারের মাধ্যমে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল সিগন্যাল তৈরি করে পোর্টের মাধ্যমে প্রসেসে পাঠায়।

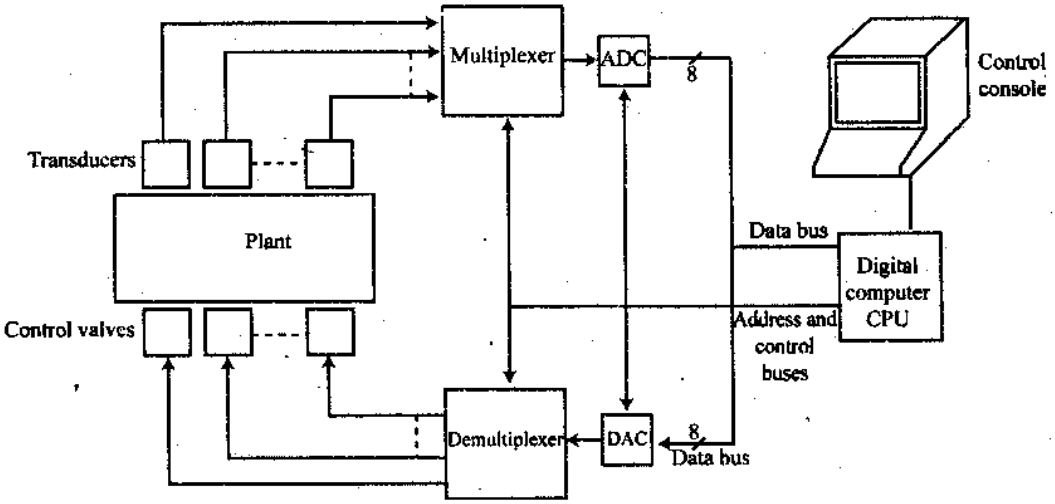
(৬) **কন্ট্রোল কনসোল এবং ভিডিইউ (Control console & VDU) ঃ** প্রসেসে এবং কম্পিউটার সিপিইউ এর কার্যপ্রণালিকে সার্বক্ষণিকভাবে প্রদর্শন (Display) করার জন্য এই ইউনিটটি ব্যবহার করা হয়। বিশেষ প্রয়োজনে প্রোগ্রামকে কিছুটা পরিবর্তন করার জন্যও এই ইউনিট ব্যবহার করা হয়।

(৭) **মেমোরি (Memory/Storage element) ঃ** কন্ট্রোল সফটওয়্যার এবং কম্পিউটার সিস্টেমকে পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় প্রোগ্রাম ধারণ করার জন্য মেমোরি ব্যবহার করা হয়।

১.৮ ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম (Direct digital control system) ঃ

বর্তমান বিশ্বে ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স এর ব্যাপক উন্নয়ন ঘটেছে এবং উত্তরোত্তর উন্নতি হচ্ছে। তাই ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স এর উন্নয়নের ফলে অনেক ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেসে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমেই বেশি ব্যবহৃত হচ্ছে। যেহেতু কম্পিউটার বাইনারি বা ডিজিটাল ডাটা নিয়ে কাজ করে। তাই যে কন্ট্রোল সিস্টেমে সরাসরি কম্পিউটার ব্যবহার করা হয়, তাকে ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

কার্যপ্রণালি ঃ নিম্নের চিত্রে ব্লকের মাধ্যমে একটি মৌলিক ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম দেখানো হয়েছে। সিস্টেমটিতে প্ল্যান্ট এর নিকটে অনেকগুলো ট্রান্সডিউসার স্থাপন করা হয়েছে। প্রত্যেকটি ট্রান্সডিউসার এর আউটপুটকে মাল্টিপ্লেক্সার এর ইনপুটে সংযুক্ত করা হয়েছে। বিভিন্ন ট্রান্সডিউসার হতে আগত অ্যানালগ সিগন্যালকে মাল্টিপ্লেক্সারের মাধ্যমে ADC-তে পাঠানো হয়। ADC (Analogue to Digital Converter) অ্যানালগ সিগন্যালকে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তর করে ডাটা বাসের মাধ্যমে কম্পিউটারের CPU-এ পাঠায়।



চিত্র ঃ ১.৮ ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

সিপিইউ এক বা একাধিক ট্রান্সডিউসার থেকে ডাটা বাছাই করে পূর্ব নির্ধারিত সেট পয়েন্টের সাথে তুলনা করে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে DAC-এ পাঠায়। DAC (Digital to Analogue Converter) কন্ট্রোল সিগন্যালটিকে অ্যানালগ সিগনালে রূপান্তর করে একটি ডিমাল্টিপ্লেক্সারের মাধ্যমে কন্ট্রোল ভালভসমূহে পাঠায়। কন্ট্রোল ভালভসমূহ প্লান্টকে নিয়ন্ত্রণ করে। VDU-এর মাধ্যমে মাধ্যমে সম্পূর্ণ সিস্টেমের কাজের প্রক্রিয়াকে প্রদর্শন করা হয়।

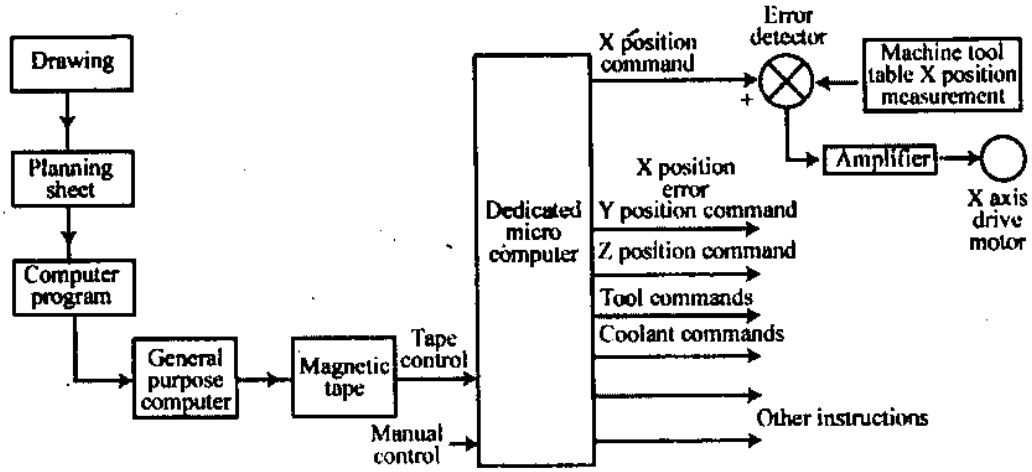
১.৯ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম এর বর্ণনা (Describe the Numerical Control System) ঃ

নিউমেরিক্যাল অথবা ডিজিট্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম দু'গ্রুপে ভাগ হতে পারে। যথা ঃ

১। পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট সিস্টেম (Point-to-Point System)

২। কন্টিনিউয়াস পাথ সিস্টেম (Continuous Path System)

কন্টিনিউয়াস পাথ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ



চিত্র ঃ ১.৯ কন্টিনিউয়াস পাথ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

গঠন ঃ চিত্রে একটি কন্টিনিউয়াস পাথ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। এটি Drawing, Planning sheet, Computer program, General purpose, Computer, Magnefic tape, Didicated micro computer, Amplifier ইত্যাদি সেকশন বা ব্লক নিয়ে গঠিত।

কার্যপ্রণালি ঃ নিম্নে বিভিন্ন ব্লকের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হল ঃ

১। **ড্রইং (Drawing) ঃ** প্রথমে পুরু মেশিনের জন্য একটি ড্রইং তৈরি করা হয়।

২। **প্ল্যানিং শিট (Planning sheet) ঃ** এই অংশে ড্রইংটিকে একটি প্ল্যানিং (পরিকল্পনা) শিটে স্থানান্তর করা হয়। কোন কাজের পর কোন কাজ হবে তার ধারাবাহিক বর্ণনা এবং কো-অর্ডিনেটরসমূহের (যেমন– টুল ফিডের হার, কাটারের ধরন, কুলেন্ট কোয়ালিটি ইত্যাদি) লিস্ট এই শিটে থাকে।

৩। **কম্পিউটার প্রোগ্রাম (Computer program) ঃ** এই অংশে কন্ট্রোল সিস্টেমের সমস্ত কার্যাবলিকে কম্পিউটারের বুঝার উপযোগী করার জন্য Programming করা হয়।

৪। **জেনারেল পারপাস কম্পিউটার (General purpose computer) ঃ** এই কম্পিউটারটি প্রোগ্রাম অনুসারে সিস্টেমকে পরিচালনা করার জন্য প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে ম্যাগনেটিক টেপে পাঠায়।

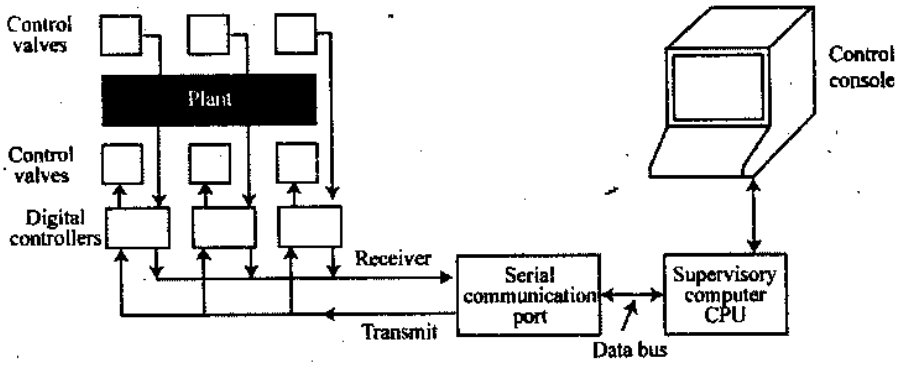
৫। **ম্যাগনেটিক টেপ (Magnetic tape) ঃ** ম্যাগনেটিক টেপ সাধারণত কম্পিউটার কর্তৃক সমাধানকৃত তথ্যকে সিকোয়েন্সিয়াল বা অনুক্রমিক পালসে রূপান্তর করে।

৬। **ডেডিকেটেড মাইক্রো কম্পিউটার (Dedicated micro computer) ঃ** এটি ম্যাগনেটিক টেপ হতে ইনপুট গ্রহণ করে সাধারণ কম্পিউটার কর্তৃক সমাধানকৃত ফলাফলের ভিত্তিতে X-Co-ordinate-এর সাথে যুক্ত প্লান্ট এর উদ্দেশ্যে একটি Signal পাঠায়। এরর ডিটেক্টর এই Signal এবং মেশিন টুল টেবিল হতে আগত ফিডব্যাক Signal এর তুলনা করে একটি এরর (Error) Signal তৈরি করে। এই এরর Signal-কে অ্যামপ্লিফায়ার দিয়ে বর্ধিত করে X-axis ড্রাইভ Motor-এর মাধ্যমে X-Co-ordinate প্ল্যান্টকে পরিচালনা করে।

১.১০ সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেম এর বর্ণনা (Describe the supervisor control system) ঃ

মাইক্রোপ্রসেসর ভিত্তিক কন্ট্রোল সিস্টেমের বিকল্প সিস্টেম হচ্ছে কম্পিউটার সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেম। এই সিস্টেমে কতকগুলো লোকাল ফিডব্যাক লুপের মাধ্যমে পৃথক পৃথক কন্ট্রোলার দ্বারা প্রসেসকে কন্ট্রোল করা হয়। এক্ষেত্রে সম্পূর্ণ সিস্টেমকে পরিচালনার ক্ষেত্রে কম্পিউটারটি সুপারভাইজার হিসেবে কাজ করে। কন্ট্রোলারগুলোর সেট পয়েন্টকে কন্ট্রোল করার ক্ষমতাও এই কম্পিউটারের কাছে থাকে।

সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিম্নে দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১.১০ কম্পিউটার সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

কার্যপ্রণালি ঃ কম্পিউটারটি কমিউনিকেশন পোর্টের মাধ্যমে প্রতিটি কন্ট্রোলারের সাথে যুক্ত থাকে। এই পোর্টের মাধ্যমে প্রসেসর কন্ট্রোলার থেকে কম্পিউটারে অথবা কম্পিউটার থেকে কন্ট্রোলারে ডাটা আদান-প্রদান করে। তারের খরচ (Cost) কমাতে ডাটাগুলোকে পালস (Pulse) আকারে পাঠানো হয় এবং কমিউনিকেশন পোর্টকে সিরিয়াল মোডে কাজ করানো হয়। প্রতিটি কন্ট্রোলার তার নিজস্ব সেন্সর এবং কন্ট্রোল ভালভ এর সাহায্যে প্ল্যান্টের প্রত্যেকটি সেকশনকে আলাদা আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণ করে। প্রতিটি সেকশন সরাসরি ম্যানুয়ালি নিয়ন্ত্রণ করা যেতে পারে অথবা রিমোট কন্ট্রোলারের (Remote controller) মাধ্যমে অপারেটর কর্তৃক দূর হতে নিয়ন্ত্রিত হতে পারে। এক্ষেত্রে আর্থিক সাশ্রয়ের জন্য একটি 'Send' তার এবং একটি 'Receive' তার মাধ্যমে কমিউনিকেশন করা হয়। এই পদ্ধতিতে আর্থিক সাশ্রয় হয় কিন্তু ট্রান্সমিশন গতি খুব কম হয়।

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কম্পিউটারে এরর (Error) সিগন্যাল কীভাবে উৎপন্ন হয়?**

উত্তর ঃ রেফারেন্স সিগন্যাল ও ফিডব্যাক সিগন্যালের পার্থক্য থেকে এরর (Error) সিগন্যাল উৎপন্ন হয়।

২। **কী কী উৎস থেকে কম্পিউটার ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ লিমিট সুইচ, টেম্পারেচার সেন্সর, স্ট্যাবিলাইজিং সিগন্যাল সোর্স ইত্যাদি থেকে কম্পিউটার ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে।

৩। **কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১৩]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেম নিয়ন্ত্রক (Controller) হিসেবে কম্পিউটার ব্যবহার হয়, তাকে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

৪। **হাইব্রিড কৌশল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, হাইব্রিড কৌশল কী?

উত্তর ঃ অ্যানালগ ও ডিজিটাল কৌশল এর সমন্বয়কে হাইব্রিড কৌশল বলে।

৫। **প্রসেস বা প্ল্যান্ট কাকে বলে?**

উত্তর ঃ যার সাহায্যে বা যেখানে কোনো পণ্য উৎপাদন করা হয় বা কোনো কার্যসম্পাদন করা হয়, তাকে প্রসেস বা প্ল্যান্ট বলে। প্রসেস বা প্ল্যান্ট হচ্ছে যেকোনো কন্ট্রোল সিস্টেমের শেষ অংশ।

৬। কন্ট্রোল কনসোল এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

অথবা, Control console কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর কন্ট্রোল কনসোলের কাজ হচ্ছে প্রসেস এবং কম্পিউটার CPU এর কার্যপ্রণালিকে সার্বক্ষণিকভাবে প্রদর্শন করা।

৭। On-line computer control system-এর দু'টি সুবিধা লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৮]

উত্তর (i) অপারেটরের প্রয়োজন হয় না। (ii) অপারেশন খরচ কম।

৮। অন-লাইন (On-line) কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯]

উত্তর যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সিস্টেমকে পরিচালনার জন্য কোনো অপারেটর প্রয়োজন হয় না, তাকে অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

৯। অফ-লাইন (Off-line) কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৯]

উত্তর যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সিস্টেমকে পরিচালনার জন্য অবশ্যই একজন অপারেটর প্রয়োজন হয়, তাকে অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

১০। কম্পিউটার মেমোরির কাজ কী?

উত্তর তথ্য (স্থায়ী বা অস্থায়ীভাবে) সংরক্ষণ করাই মেমোরির কাজ।

১১। VDU-এর পূর্ণ নাম কী?

উত্তর VDU-এর পূর্ণ নাম হলো Video Display Unit.

১২। VDC-এর পূর্ণ নাম কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর VDC-এর পূর্ণ নাম হলো Video Display Control.

১৩। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম দু'প্রকার। যথা ঃ

(১) পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট সিস্টেম (Point-to-Point System) এবং

(২) কন্টিনিউয়াস পথ সিস্টেম (Continuous Path System)।

১৪। UART-এর পূর্ণ নাম কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর UART-এর পূর্ণ নাম হলো- Universal Asynchronous Receiver Transmitter.

১৫। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৬, ১২]

উত্তর যে কন্ট্রোল সিস্টেম নিয়ন্ত্রক (Controller) হিসেবে কম্পিউটার ব্যবহার হয়, তাকে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

১৬। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কত প্রকার এবং কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০, ১৩, ১৫, ১৪(পরি)]

উত্তর কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম তিন প্রকার। যথা ঃ

১। অফ-লাইন (Off-line) কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম।

২। অন-লাইন (On-line) কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম।

৩। হাইব্রিড (Hybrid) কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম।

১৭। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান প্রধান উপাদানগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ০৮, ১১]

উত্তর নিম্নে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম এর প্রধান প্রধান উপাদানগুলোর নাম দেয়া হলো ঃ

১। কম্পিউটার (Computer)

২। সেন্সিং ইলিমেন্ট (Sensing element)

৩। A/D এবং D/A কনভার্টার (A/D and D/A converter)

৪। টেলিটাইপ (Taletype) এবং

৫। পেপার টেপ রিডার (Paper tape reader)।

১৮। নিউম্যারিকেল কন্ট্রোল সিস্টেম কী? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ কোন অপারেশনকে কতগুলো সংখ্যা অক্ষর এবং প্রতীকের সমন্বয়ে নিয়ন্ত্রণ করা হলে, তাকে নিউম্যারিকেল কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

১৯। ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমের কন্ট্রোল অ্যাকশন এর আউটপুটের উপর নির্ভর করে তাকে ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। অফ-লাইন ও অন লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর ঃ **অফ-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ** যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সিস্টেমকে পরিচালনার জন্য অপারেটরের প্রয়োজন হয়, তখন ঐ ব্যবস্থাকে অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

অন-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সিস্টেমকে পরিচালনার জন্য অপারেটরের প্রয়োজন হয় না, প্রসেস অবিরতভাবে পরিচালিত হয় তাকে অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

২। কম্পিউটার প্রসেস কন্ট্রোল এর জন্য প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহের নাম লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৭, ১১, ১২]

অথবা, Computer process control -এর প্রয়োজনীয় উপাদানগুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম এর প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহ নিম্নরূপ ঃ

১। প্রসেস, ২। কম্পিউটার সি.পি.ইউ, ৩। কন্ট্রোল কনসোল, ৪। কম্পিউটার সফটওয়্যার, ৫। কন্ট্রোলার, ৬। ফিডব্যাক নেটওয়ার্ক, ৭। কমিউনিকেশন পোর্ট এবং ৮। মেমোরি/স্টোরেজ ইলিমেন্ট।

৩। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম এর প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৫(পরি)]

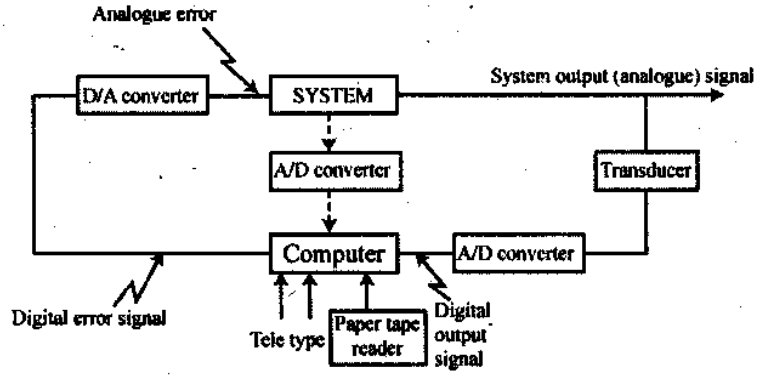
অথবা, কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের চারটি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৫]

উত্তর ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োগক্ষেত্র হচ্ছে—

(ক) মেডিক্যাল টেস্ট-এ,
(খ) নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোলে,
(গ) মেশিন কন্ট্রোলে,
(ঘ) AC/DC motor কন্ট্রোলে,
(ঙ) রোবট কন্ট্রোলে।

৪। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩, ১৪]

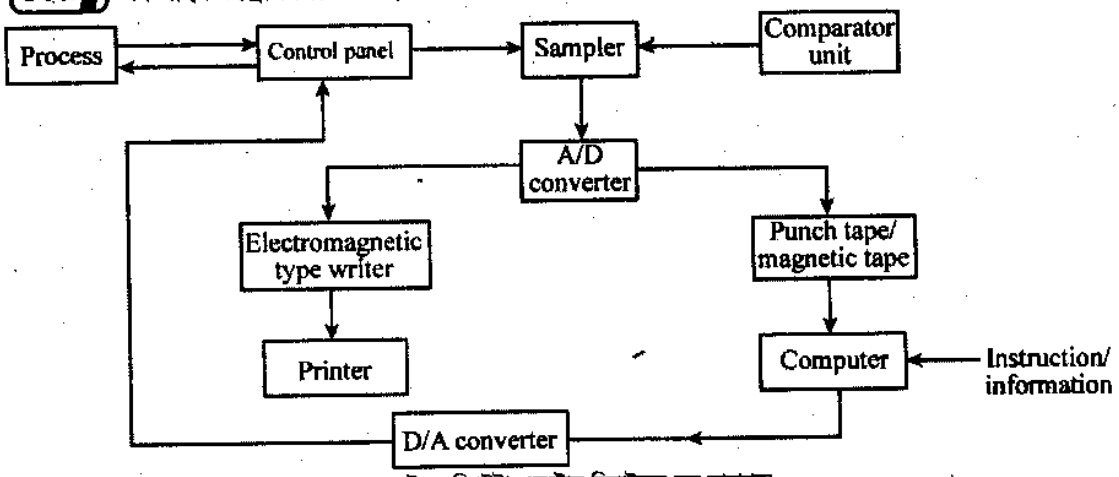
উত্তর ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

৫। **অন-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো- ২০০৯, ১১, ১২, ১৪, ১৫(পরি)]

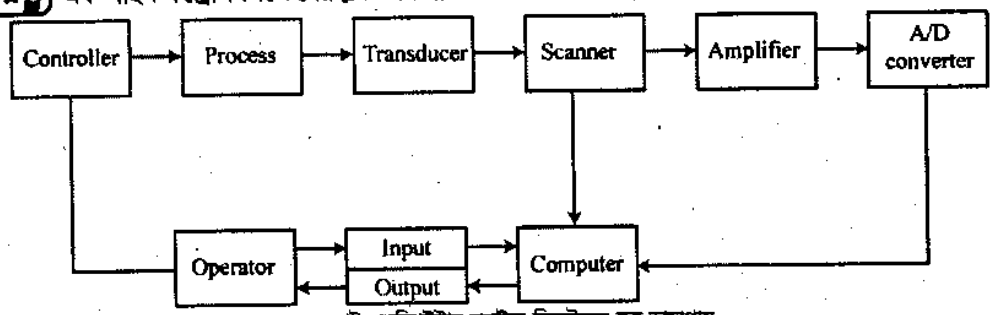
উত্তর ঃ অন লাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

৬। **অফ-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো- ২০১২]

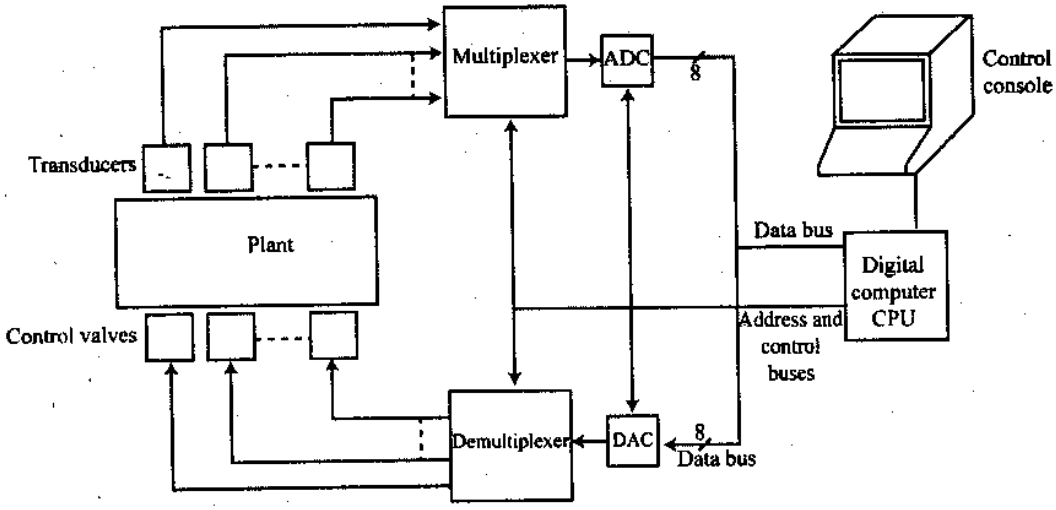
উত্তর ঃ অফ লাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

৭। **ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

৮। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমে ডেডিকেটেড মাইক্রোকম্পিউটারের কাজ কী?

উত্তর ঃ ডেডিকেটেড মাইক্রোকম্পিউটার এর কাজ হলো জেনারেল পারপাস কম্পিউটার কর্তৃক প্রেরণকৃত প্রোগ্রামের সমাধান অনুযায়ী কাজগুলোকে বিভিন্ন কো-অর্ডিনেটে ভাগ করে বিভিন্ন কাজ সম্পন্ন করার জন্য সহযোগিতা করা। প্রসেস চলাকালীন অনবরত সার্ভিস নিশ্চিত করাও এর কাজ।

৯। সুপারভাইজার কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম এর সুবিধা ও অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৭]

উত্তর ঃ **সুবিধা ঃ**

১। প্লান্টের সাথে অনেকগুলো কন্ট্রোলার যুক্ত থাকায় তাৎক্ষণিকভাবে যে-কোনো সমস্যার সমাধানের জন্য প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করতে পারে।

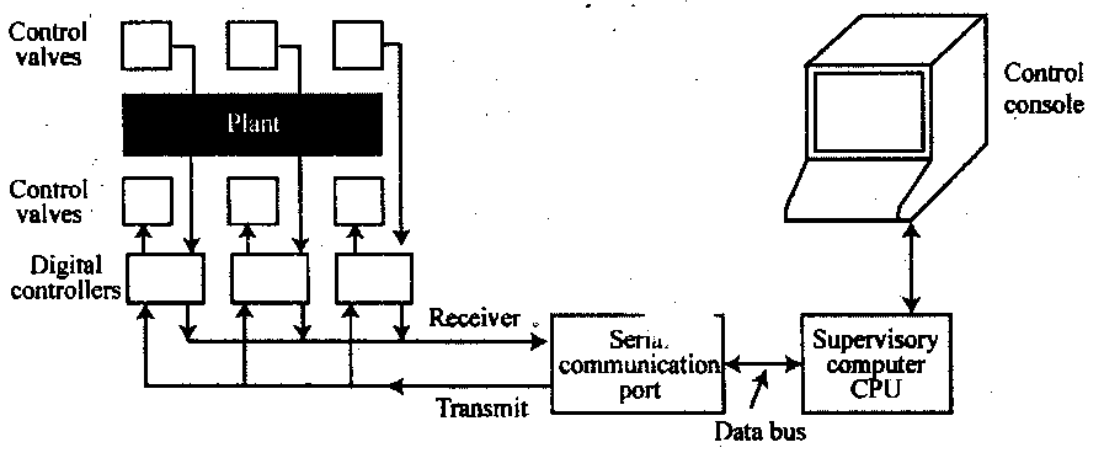
২। ডিজিটাল কন্ট্রোলারটি সমস্যার সমাধানে ব্যর্থ হলে সুপারভাইজার কম্পিউটারটি সফটওয়্যারের মাধ্যমে সমস্যার সমাধান করে কন্ট্রোলারে পাঠিয়ে প্ল্যান্টকে নিয়ন্ত্রণ করে।

৩। দু'টি তারের (Send এবং Receiver) মাধ্যমে ডাটা আদান-প্রদান করা হয় বলে খরচ কম হয়।

অসুবিধা ঃ সিরিয়ালি ডাটা আদান-প্রদানের কারণে সময় বেশি লাগে।

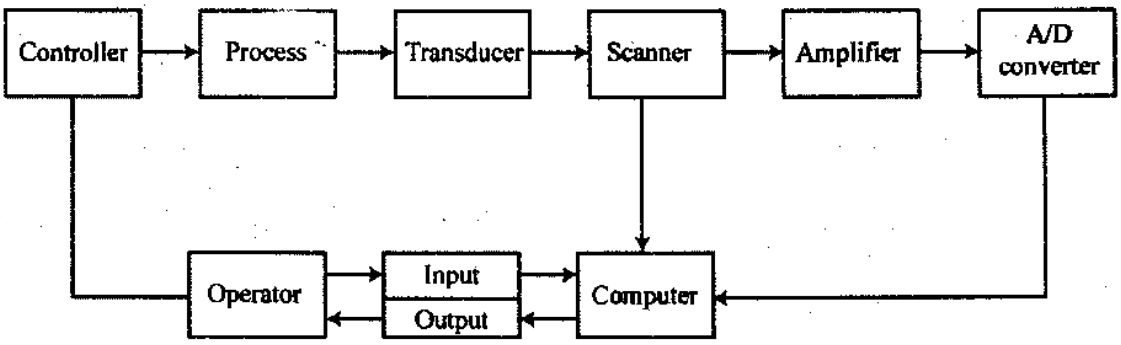
১০। সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর ঃ সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



১১। অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর ঃ যে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে সিস্টেমকে পরিচালনা করার জন্য অবশ্যই একজন অপারেটর প্রয়োজন হয়, তাকে অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। এটি একটি ওপেন লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম। নিম্নের চিত্রে অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।



অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

১২। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ফাংশন লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর ঃ নিম্নে বিভিন্ন ব্লকের কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হল ঃ

১। **ড্রইং (Drawing) ঃ** প্রথমে পুরু মেশিনের জন্য একটি ড্রইং তৈরি করা হয়।

২। **প্ল্যানিং শিট (Planning sheet) ঃ** এই অংশে ড্রইংটিকে একটি প্ল্যানিং (পরিকল্পনা) শিটে স্থানান্তর করা হয়। কোন কাজের পর কোন কাজ হবে তার ধারাবাহিক বর্ণনা এবং কো-অর্ডিনেটরসমূহের (যেমন– টুল ফিডের হার, কাটারের ধরন, কুলেন্ট কোয়ালিটি ইত্যাদি) লিস্ট এই শিটে থাকে।

৩। **কম্পিউটার প্রোগ্রাম (Computer program) ঃ** এই অংশে কন্ট্রোল সিস্টেমের সমস্ত কার্যাবলিকে কম্পিউটারের বুঝার উপযোগী করার জন্য Programming করা হয়।

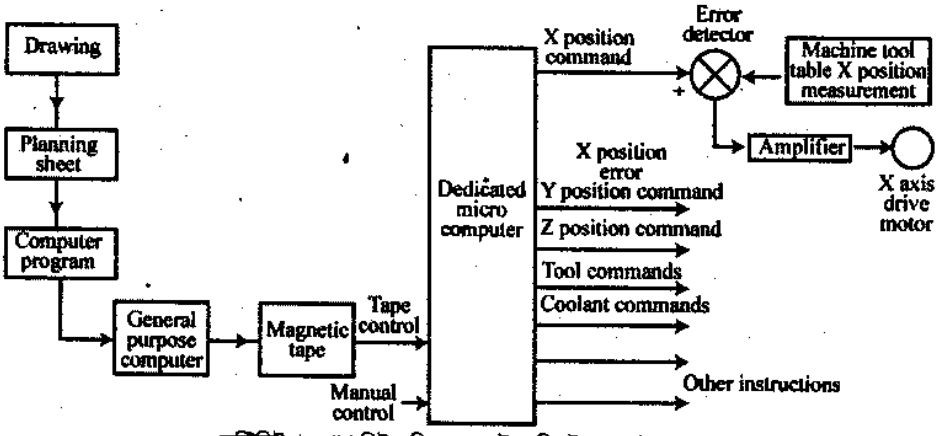
৪। **জেনারেল পারপাস কম্পিউটার (General purpose computer) ঃ** এই কম্পিউটারটি প্রোগ্রাম অনুসারে সিস্টেমকে পরিচালনা করার জন্য প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে ম্যাগনেটিক টেপে পাঠায়।

৫। **ম্যাগনেটিক টেপ (Magnetic tape) ঃ** ম্যাগনেটিক টেপ সাধারণত কম্পিউটার কর্তৃক সমাধানকৃত তথ্যকে সিকোয়েন্সিয়াল বা অনুক্রমিক পালসে রূপান্তর করে।

৬। **ডেডিকেটেড মাইক্রো কম্পিউটার (Dedicated micro computer) ঃ** এটি ম্যাগনেটিক টেপ হতে ইনপুট গ্রহণ করে সাধারণ কম্পিউটার কর্তৃক সমাধানকৃত ফলাফলের ভিত্তিতে X-Co-ordinate-এর সাথে যুক্ত প্লান্ট এর উদ্দেশ্যে একটি Signal পাঠায়। এরর ডিটেক্টর এই Signal এবং মেশিন টুল টেবিল হতে আগত ফিডব্যাক Signal এর তুলনা করে একটি এরর (Error) Signal তৈরি করে। এই এরর Signal-কে অ্যামপ্লিফায়ার দিয়ে বর্ধিত করে X-axis ড্রাইভ Motor-এর মাধ্যমে X-Co-ordinate প্ল্যান্টকে পরিচালনা করে।

১৩। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

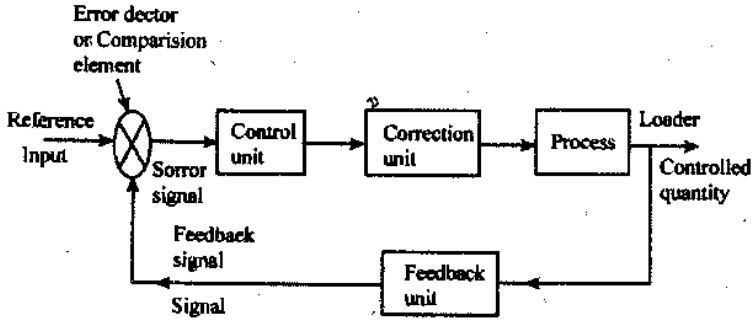
উত্তর ঃ



কন্টিনিউয়াস পাথ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

১৪। ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ নিচে ক্লোজ লোপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ডায়াগ্রাম অঙ্কন করা হলো—



রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ১.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১০, ১১, ১২]

অথবা, On-line computer control system-এর Block diagram-সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

উত্তর সংকেত ১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো- ২০১২]

উত্তর সংকেত ১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কন্ট্রোল সিস্টেমে পার্সোনাল কম্পিউটার ব্যবহার কৌশল চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ১.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। কম্পিউটার প্রসেস কন্ট্রোলের প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ১.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ১.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম এর সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো - ২০০৭, ০৮, ১২, ১৩, ১৪]

অথবা, চিত্রসহ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ১.৯ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেম এর সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৬, ১০]

অথবা, কম্পিউটার সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ১.১০ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

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

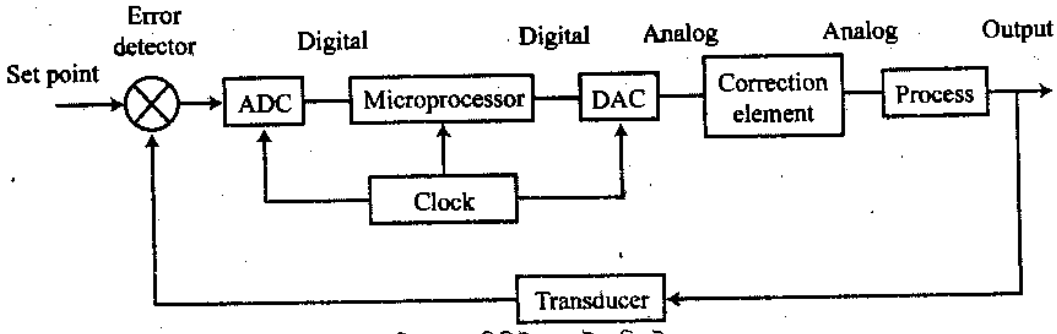
অধ্যায় ২ ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ধারণা (Understand the digital control system)

২.১ আধুনিক ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম (Modern digital control system) ঃ

যে কন্ট্রোল সিস্টেমে সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণের জন্য আধুনিক ডিজিটাল ডিভাইস বা কন্ট্রোলার (যেমন– মাইক্রোপ্রোসেসর, কম্পিউটার, মাইক্রোকন্ট্রোলার, পিএলসি) ব্যবহার করা হয়, তাকে আধুনিক ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

ডিজিটাল কন্ট্রোলার ইনপুট হিসেবে ডিজিটাল সিগন্যাল গ্রহণ করে ডিজিটাল সিগন্যাল হিসেবে ইনফরমেশন প্রক্রিয়া করে এবং আউটপুটে ডিজিটাল সিগন্যাল প্রদান করে। যেহেতু অধিকাংশ প্রোসেস্রের আউটপুট অ্যানালগ তাই ডিজিটাল কন্ট্রোলারে ইনপুটে অ্যানালগ থেকে ডিজিটাল রূপান্তরক এবং আউটপুটে ডিজিটাল থেকে অ্যানালগ রূপান্তরক ব্যবহার করা হয়। এছাড়া আউটপুটে কারেক্টিং এলিমেন্ট ব্যবহার করা হয়। ডিজিটাল কন্ট্রোলারে কন্ট্রোল অ্যাকশন সফ্টওয়্যারের মাধ্যমে পরিবর্তন করা যায়। কোন হার্ডওয়্যার বা বৈদ্যুতিক সংযোগের পরিবর্তন করতে হয় না। অ্যানালগ কন্ট্রোল সিস্টেমে প্রত্যেক প্রসেসের জন্য আলাদা আলাদা কন্ট্রোলার প্রয়োজন হয় কিন্তু ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমে মাল্টিপ্লেক্সার ও ডিমাল্টিপ্লেক্সার ব্যবহার করে একটি মাত্র কন্ট্রোলার দিয়ে প্রত্যেক প্রসেসকে কন্ট্রোল করা সম্ভব। অ্যানালগ কন্ট্রোল সিস্টেমের তুলনায় ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম অধিক সঠিক।

২.১নং চিত্রে একটি ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ২.১ ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম

চিত্রে কন্ট্রোলার হিসেবে মাইক্রোপ্রোসেসর ব্যবহার করা হয়েছে। কন্ট্রোলারের ইনপুট ADC এবং আউটপুট DAC সংযুক্ত করা হয়েছে। ADC-এর মাধ্যমে এরর (Error) অ্যানালগ সিগনালকে ডিজিটালে এবং DAC-এর মাধ্যমে কন্ট্রোলড ডিজিটাল সিগন্যালকে অ্যানালগে রূপান্তর করা হয়। ADC, DAC ও মাইক্রোপ্রোসেসরকে সিনক্রোনাইজ করার জন্য Clock সিগন্যাল ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সডিউসারের মাধ্যমে প্রসেস আউটপুটকে ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করে এরর ডিকেক্টরে দেওয়া হয়। এরর ডিটেকটর Set point অনুযায়ী এরর সিগন্যাল তৈরি করে। মাইক্রোপ্রোসেসর পূর্বে সংরক্ষিত লজিক প্রোগ্রাম অনুযায়ী এরর সিগন্যালকে প্রক্রিয়াকরণের মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে।

২.২ বাস্তব সময় নিয়ন্ত্রণ ও নিয়ন্ত্রণ স্ট্যাবিলিটি (Real time control and control stability) ঃ

বাস্তব সময় নিয়ন্ত্রণ (Real time control) ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুটের সঠিকতা শুধুমাত্র সিস্টেমের যুক্তিমূলক সঠিকতার হিসাবনিকাশের উপর নির্ভর না করে কাঙ্ক্ষিত আউটপুট তৈরির সময়ের অবস্থার উপরও নির্ভর করে, তাকে রিয়ালটাইম কন্ট্রোল সিস্টেম বলা হয়।

স্ট্যাবিলিটি ঃ যে ধর্ম বা বৈশিষ্টের দরুন একটি কন্ট্রোল সিস্টেমের আউটপুট একটি কাঙ্ক্ষিত মানে স্ট্যাবল বা স্থায়ী থাকে, তাকে কন্ট্রোল সিস্টেমের স্ট্যাবিলিটি বলা হয়। একটি স্ট্যাবল কন্ট্রোল সিস্টেমের আউটপুট সর্বদা স্ট্যাবল অপারেটিং স্টেটে দ্রুত ফিরে আসে। কিন্তু একটি আনস্ট্যাবল সিস্টেমের আউটপুট যেকোন বিঘ্ন ঘটার সাথে সাথে অসিলেশন তৈরি করে অর্থাৎ কাঙ্ক্ষিত আউটপুট স্থির হয় না।

২.৩ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক উপাদান (Basic element of computer) ঃ

কম্পিউটারভিত্তিক মেজারমেন্ট ও কন্ট্রোল সিস্টেমের মৌলিক (Basic) উপাদান নিচে দেওয়া হলো–

১। মেজারমেন্ট অ্যান্ড ডাটা অ্যাকুইজিশন (Measurement and data acquisition)

২। ডাটা কনভার্শন অ্যান্ড স্কেলিং অ্যান্ড চেকিং (Data conversion and scaling and checking)

৩। ডাটা অ্যাকুমুলেশন অ্যান্ড ফরম্যাটিং (Data accumulation and formating)

৪। ভিজুয়্যাল ডিসপ্লে (Visual display)

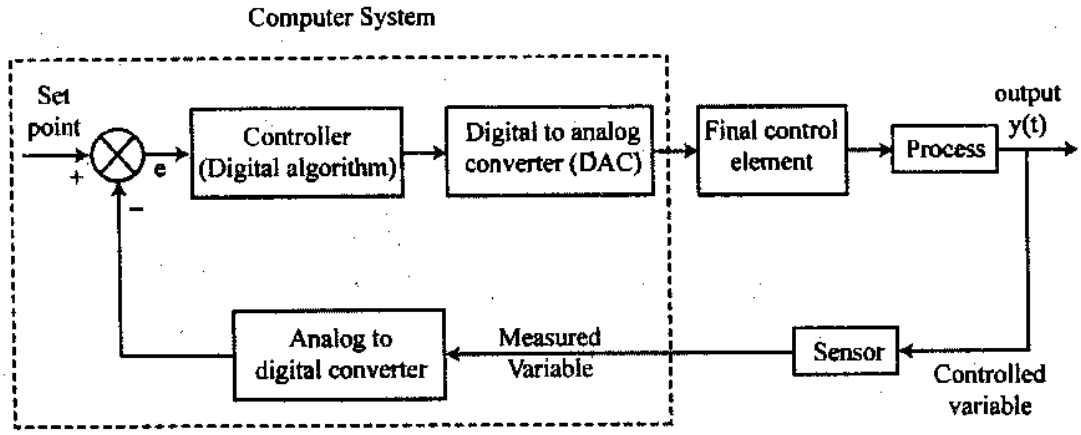
৫। কমপেয়ারিং উইথ লিমিট অ্যান্ড অ্যালার্ম রাইজিং (Comparing with limits and alarm raising)

৬। ইভেন্ট, সিকুয়েন্স অ্যান্ড ট্রেন্ডস মনিটরিং অ্যান্ড লগিং (Events, sequence and trends, monitoring and logging)

৭। ডাটা লগিং অ্যান্ড কম্পিউটেশন (Data logging and computation)

৮। কন্ট্রোল অ্যাকশন (Control actions)

২.২নং চিত্রে কম্পিউটার বেসড প্রোসেস কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লকচিত্র দেখানো হয়েছে।



২.২ কম্পিউটার বেসড কন্ট্রোল সিস্টেম

চিত্রে প্রোসেসের আউটপুটকে সেন্সর-এর মাধ্যমে অ্যানালগ ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়। এ সিগন্যাল পরিমাপ করা হয়। মেজারড ভেরিয়েবল অর্থাৎ সেন্সর থেকে প্রাপ্ত অ্যানালগ সিগনালকে অ্যানালগ থেকে ডিজিটাল রূপান্তরকের মাধ্যমে ডিজিটাল সিগন্যালে রূপান্তর করা হয়। এই ডিজিটাল সিগন্যালকে ডিজিটাল কম্পারেটরে ফীডব্যাক করা হয় এবং সেট পয়েন্টের সাথে তুলনা করে এরর সিগন্যাল উৎপাদিত হয়। কন্ট্রোলারে উপযুক্ত কম্পিউটার প্রোগ্রাম থাকে যাকে কন্ট্রোল অ্যালগরিদম বলা হয়। এরর সিগন্যাল কন্ট্রোলারে প্রবেশ করার পর প্রোগ্রাম এক্সিকিউট হয় এবং কন্ট্রোলার আউটপুট উৎপন্ন হয়। কন্ট্রোলারের আউটপুট ডিজিটাল থেকে অ্যানালগ রূপান্তরকের মাধ্যমে অ্যানালগ সিগন্যালে রূপান্তর হয়। এ অ্যানালগ সিগন্যাল চূড়ান্ত কন্ট্রোল এলিমেন্টে প্রয়োগ করা হয়।

২.৪ ইম্পালস রেসপন্স সিস্টেম (Impulse response system) ঃ

খুব কম ডিউরেশনের সিগন্যালকে ইম্পালস বলে। যখন একটি ডাইনামিক সিস্টেমের ইনপুটে ইম্পালস প্রয়োগ করা হয় তখন উহার যে আউটপুট পাওয়া যায়, তাকে ইম্পালস রেসপন্স বলে।

একটি সিস্টেমের সময় নির্ভর ইনপুট সিগন্যাল $x(t)$ এবং তার আউটপুট $y(t)$ হলে ইম্পালস রেসপন্স $h(t) = \frac{y(t)}{x(t)}$

২.৫ z- ট্রান্সফরমেশন এবং বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন (z and bilinear transformation) ঃ

z- ট্রান্সফরমেশন ঃ সিস্টেমের ট্রান্সফার ফাংশনকে টাইম ডোমেন থেকে ফ্রিকোয়েন্সি ডোমেনে রূপান্তর করাকে, z ট্রান্সফরমেশন বলা হয়। এক্ষেত্রে ট্রান্সফার ফাংশনকে ডিসক্রিট-টাইম ফাংশনও বলা হয়। সিস্টেমের আউটপুট ও ইনপুটের অনুপাতকে ট্রান্সফার ফাংশন বলা হয়।

বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন ঃ সিস্টেমের ট্রান্সফার ফাংশনকে কমপ্লেক্স ল্যাপলাস ডোমেন বা অনবরত টাইম সিস্টেম থেকে z-ডোমেন বা ডিসক্রিট টাইম সিস্টেমে এবং বিপরীতভাবে z-ডোমেন থেকে ল্যাপলাস ডোমেনে রূপান্তর করাকে বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন বলে।

অর্থাৎ, $Ha(s) = Hd(z)$

গাণিতিকভাবে বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন

$$s = \frac{2(1 - z^{-1})}{T(1 + z^{-1})} = \frac{2(z - 1)}{T(z + 1)}$$

বা, $z = \frac{2 + ST}{2 - ST}$

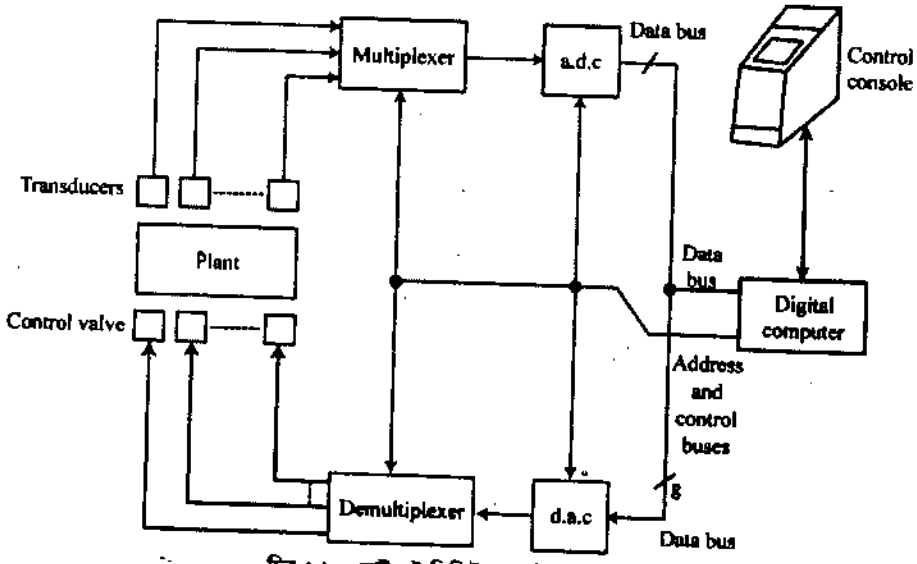
এখানে s = ল্যাপলাস ট্রান্সফার ফাংশন = jw

z = z-ট্রান্সফার ফাংশন = e^{jwT}

T = স্যাম্পলিং টাইম।

২.৬ ডাইরেক্ট কন্ট্রোলার, কম্বাইন্ড ফীড ফরোয়ার্ড কন্ট্রোলার, ক্লাসিক্যাল স্টেটস, ফীডব্যাক কন্ট্রোলার ডিজাইন ও লিমিটেশন (Direct controller, Combined feed forward controller, Classical state, Feedback controller design and limitations) ঃ

ডাইরেক্ট কন্ট্রোলার ঃ যখন প্লান্ট বা প্রসেস থেকে কন্ট্রোল সিগন্যাল সরাসরি কন্ট্রোলারে যায় এবং কন্ট্রোলার থেকে কন্ট্রোল সিগন্যাল সরাসরি প্রসেসে বা প্লান্টে যায়, তখন তাকে ডাইরেক্ট কন্ট্রোলার বলে। এই পদ্ধতিতে একটি কম্পিউটার ব্যবহার করা হয়। ২.৩ নং চিত্রে একটি ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম দেখানো হয়েছে–



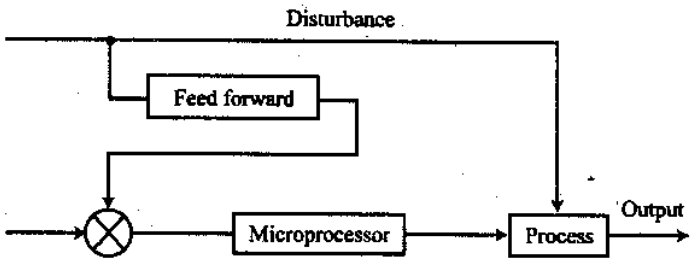
চিত্র ঃ ২.৩ ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম

চিত্রে অনেকগুলো ট্রান্সডিউসার প্লান্টের চারিদিকে বসানো আছে। প্রত্যেক ট্রান্সডিউসারের একপ্রান্ত মাল্টিপ্লেক্সারের ইনপুটে সংযুক্ত আছে। এর ফলে প্রত্যেক ট্রান্সডিউসার থেকে সিগন্যাল মাল্টিপ্লেক্সারের মাধ্যমে অ্যানালগ থেকে ডিজিটাল রূপান্তরকে প্রবেশ করে। ADC, ট্রান্সডিউসারের সিগন্যালকে স্যাম্পল করে এবং ডিজিটালে রূপান্তর করে। এ ডিজিটাল সিগন্যাল ডাটা বাসের মাধ্যমে সিস্টেমের সিপিইউতে প্রেরণ করে।

যখন সিপিইউতে এক বা একাধিক ট্রান্সডিউসার থেকে সিগন্যাল পৌঁছায় তখন তা কম্পিউটার প্রোগ্রামে উপযুক্ত সেটপয়েন্টের সাথে তুলনা করে এবং কাঙ্ক্ষিত কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে। এই কন্ট্রোল সিগন্যাল ডাটা বাসের মাধ্যমে ডিজিটাল থেকে অ্যানালগ রূপান্তরকে পাঠায়। DAC থেকে ডিমাল্টিপ্লেক্সারের মাধ্যমে রূপান্তরিত অ্যানালগ কন্ট্রোল সিগন্যাল কাঙ্ক্ষিত কন্ট্রোল ভালভে যায় এবং প্লান্টকে চাহিদামতো নিয়ন্ত্রণ করে।

যখন প্রক্রিয়াকরণের কার্যক্রম সংঘটিত হয় তখন অপারেটর VDV-তে ফলাফল প্রদর্শন করে। যদি সেটপয়েন্ট পরিবর্তন করার প্রয়োজন হয় তবে প্রোগ্রামের মাধ্যমে তা পরিবর্তন করা যায়।

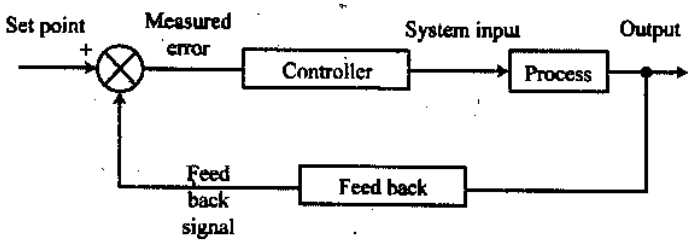
ফীড ফরোয়ার্ড কন্ট্রোলার ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে বিঘ্ন বা বিশৃঙ্খলা (Disturbance) সংঘটিত হওয়ার সাথে সাথে এবং সিস্টেমে প্রভাব বিস্তার করার পূর্বেই পরিমাপ করে এবং প্রোসেস ডিমান্ড অনুযায়ী কন্ট্রোল সিগন্যাল কন্ট্রোলারে প্রয়োগ হয় তাকে ফীড ফরোয়ার্ড কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। সিস্টেমে ব্যবহৃত কন্ট্রোলারকে ফীড ফরোয়ার্ড কন্ট্রোলার বলে।



চিত্র ঃ ২.৪ ফীড ফরোয়ার্ড কন্ট্রোল

উদাহরণস্বরূপ, একটি ঘরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে ফীড ফরোয়ার্ড কন্ট্রোল পদ্ধতিতে ঘরের দরজা খোলার সাথে সাথে বিঘ্ন বা ঘটনা পরিমাপ করে এবং ঘর যথেষ্ট ঠান্ডা হওয়ার পূর্বেই স্বয়ংক্রিয়ভাবে হিটার সুইচ টার্ন অন করে। ফলে ঘরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত থাকে।

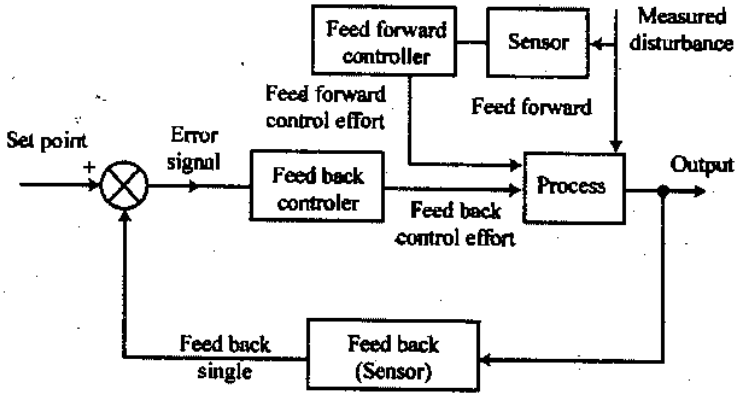
ফীডব্যাক কন্ট্রোল ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেমে প্রোসেসের আউটপুট পরিমাপ করা হয় এবং কন্ট্রোলারে ফীডব্যাক করা হয় যা প্রোসেসের আউটপুটকে কাঙ্ক্ষিত মানে নিয়ন্ত্রণ করে, তাকে ফীডব্যাক কন্ট্রোল সিস্টেম বলে এবং ব্যবহৃত কন্ট্রোলারকে ফীডব্যাক কন্ট্রোলার বলে।



চিত্র ঃ ২.৫ ফীডব্যাক কন্ট্রোল

উদাহরণস্বরূপ, একটি ঘরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে ফীডব্যাক পদ্ধতিতে ঘরের দরজা খোলার সাথে সাথে ঘরের তাপমাত্রা কমতে শুরু করে যখন তাপমাত্রা কাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রার নিচে নামে তখন হিটারের সুইচ টার্ন অন হয়। আবার যখন তাপমাত্রা কাঙ্ক্ষিত মানে বৃদ্ধি পায় তখন হিটার সুইচ টার্ন অফ হয় এবং তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত রাখে।

ফীড ফরোয়ার্ড ও ফীডব্যাক কন্ট্রোল সিস্টেম ঃ কন্ট্রোল সিস্টেম যথাযথভাবে সম্পাদনের জন্য ফীডব্যাক ও ফীড ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোল সিস্টেম সমন্বিতভাবে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ঃ ২.৬ সমন্বিত ফীডব্যাক ও ফীড ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোল

চিত্রে একটি সমন্বিত ফীড ফরোওয়ার্ড ও ফীড কন্ট্রোল সিস্টেম দেখানো হয়েছে। এখানে প্রোসেস আউটপুট থেকে ফীডব্যাক নেটওয়ার্ক বা সেন্সর-এর মাধ্যমে ফীডব্যাক সিগন্যাল এরর ডিটেকটরে প্রয়োগ করা হয়। এরর ডিটেকটর Setpoint রেফারেন্স ইনপুট ও ফীডব্যাক সিগন্যালের মধ্যে পার্থক্য সিগন্যাল উৎপন্ন করে এবং ফীডব্যাক কন্ট্রোলারের মাধ্যমে প্রোসেসকে কাঙ্ক্ষিত মান ধরে রাখে। আবার, পরিমাপযোগ্য কোন ডিসটার্বেন্স প্রোসেসকে প্রভাবিত করার পূর্বেই ফীডফরোওয়ার্ড নেটওয়ার্কের মাধ্যমে সিগন্যাল Feed ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোলারে প্রয়োগ করা হয় এবং ফীড ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোলার প্রোসেসকে কাঙ্ক্ষিত মানে ধরে রাখে।

ফীডব্যাক কন্ট্রোলারের ডিজাইন ও সীমাবদ্ধ (Fedback controller design and limitation) ঃ

কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়–

১। প্রোসেসের যে চলক (Variables)-গুলো নিয়ন্ত্রণ করতে হবে সেগুলো এবং প্রয়োজনীয় প্রিসিশনের মাত্রা চিহ্নিত করা।

২। প্রোসেসের যে বৈশিষ্ট্যগুলো প্রয়োজনীয় সীমার মধ্যে রাখতে হবে সেগুলো চিহ্নিত করা।

৩। প্রত্যেক নিয়ন্ত্রণযোগ্য চলকের জন্য উপযুক্ত পরিমাপ পদ্ধতি নির্বাচন করা।

৪। প্রয়োজনীয় ম্যানিপুলেশন প্রদান করতে প্রয়োজনীয় চূড়ান্ত নিয়ন্ত্রণ উপাদান নির্বাচন করা।

৫। সিস্টেমের অন্যান্য উপাদান যা বৈদ্যুতিক, হাইড্রোলিক অথবা নিউমেটিক সিগন্যালের মাধ্যমে সংযোগ রক্ষা করা হয় সেগুলো নির্বাচন করা।

৬। বিভিন্ন উপাদানের আবরণ ও সমগ্র কন্ট্রোল সিস্টেমের আচরণ বর্ণনা করার জন্য গাণিতিক সমীকরণ ডেভেলপ (Develop) করা।

৭। কাঙ্ক্ষিত লক্ষ্যে পৌঁছার জন্য সিস্টেমের মডিফাই (Modify) করা।

৮। সিস্টেমের কাঙ্ক্ষিত কর্মদক্ষতার শর্তপূরণে টেস্ট নিশ্চিত করা।

ফীডব্যাক সিস্টেমের সীমাবদ্ধ ঃ ফীডব্যাক সিস্টেমের অনেক সুবিধা থাকা সত্ত্বেও কিছু সীমাবদ্ধতা আছে, যেমন–

১। কন্ট্রোল ভেরিয়্যাবল বিচ্যুত না হওয়া পর্যন্ত সঠিক কার্যক্রম (Corrective action) গ্রহণ করা যায় না। অর্থাৎ যেখানে কন্ট্রোল ভেরিয়্যাল ডিসটার্বেন্স (Disturbance) সংঘটিত হওয়ার মুহূর্তে সেট পয়েন্ট থেকে বিচ্যুত হয় না বা সেট পয়েন্ট পরিবর্তন হয় না সেখানে তাত্ত্বিকভাবে সঠিক (Perfect) কন্ট্রোল অসম্ভব।

২। ফীডব্যাক কন্ট্রোল জানা অথবা পরিমাপযোগ্য (Measurable) ডিসটার্বেন্স প্রভাবের ক্ষতিপূরণ করতে ভবিষ্যৎ কন্ট্রোল অ্যাকশন গ্রহণ করতে পারে না।

৩। এটি বৃহৎ সময় ধ্রুবক (Large time constants) এবং অথবা দীর্ঘ সময় ডিলেসহ প্রসেস (Processes) এর জন্য সন্তোষজনক হয় না। যদি বৃহৎ এবং বার বার (Frequent) ডিসটার্বেন্স সংঘটিত হয়, তবে প্রোসেস অনবরত (Continuous) ট্রানজিয়েন্ট স্টেটে পরিচালিত হতে পারে এবং কখনই কাঙ্ক্ষিত স্টেডি স্টেটে উপনীত হয় না।

৪। কিছু অবস্থায় (Situation) এ কন্ট্রোলড ভেরিয়্যাবল অন-লাইনে পরিমাপ করা হয় না, ফলে ফীডব্যাক কন্ট্রোল বাস্তবায়ন (Feasible) করা যায় না।

২.৭ কম্পিউটার কন্ট্রোল আর্কিটেকচার (Describe computer control architecture) ঃ

আর্কিটেকচার অনুযায়ী কম্পিউটার বেসড ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেস কন্ট্রোল সিস্টেমকে তিন ভাগে বিভক্ত করা যায়, যথা–

১। সেন্ট্রালাইজড কম্পিউটার কন্ট্রোল (Centralized computer control)

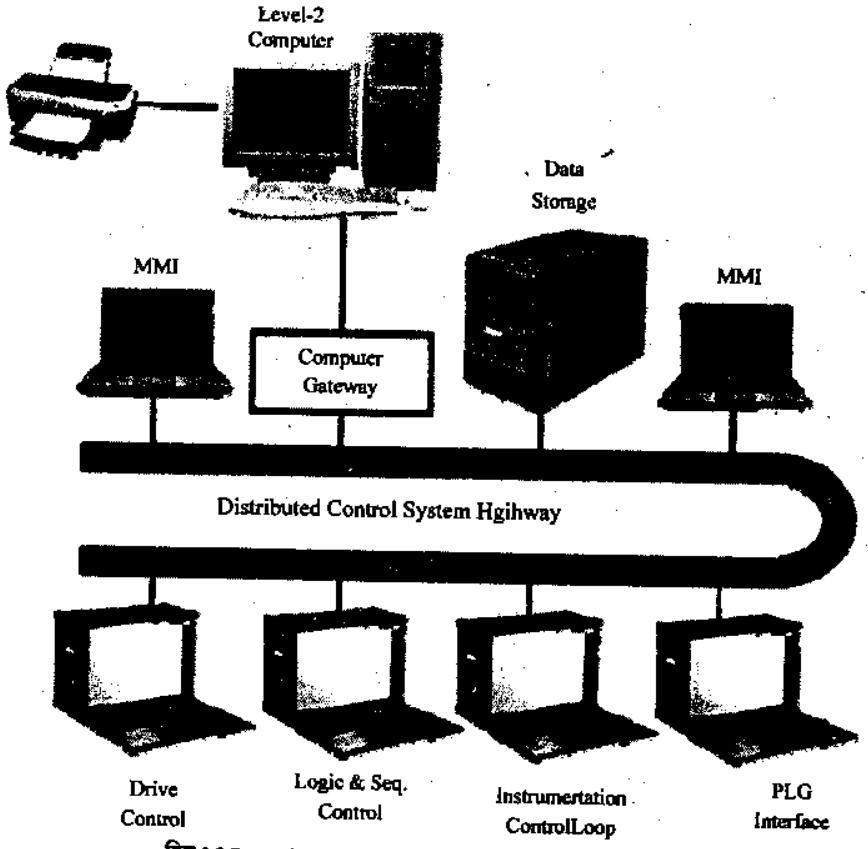
২। ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল (Distributed computer control)

৩। হাইয়ারআর্কিক্যাল কম্পিউটার কন্ট্রোল (Hierarchical computer control)

সেন্ট্রালাইজড কম্পিউটার কন্ট্রোল (Describe computer control architecture) ঃ সেন্ট্রালাইজড কম্পিউটার বেসড প্রোসেস কন্ট্রোল সিস্টেম বিশাল আয়তন ও পাওয়ার অপচয়কারী (Consuming type) ম্যাগনেটিক কোর মেমোরি গাণিতিক ও লজিক্যাল ফাংশনসহ অধিক ক্ষমতাসম্পন্ন কম্পিউটার সিস্টেমের সমন্বয়ে গঠিত। উচ্চ ব্যয়ের কোর মেমোরি ও অতিরিক্ত ইলেকট্রনিক্স বর্তনী ব্যবহারের দরুন এ সিস্টেম ব্যয়বহুল। উচ্চ খরচ বিবেচনা করে ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল ও সুপারভাইজারসহ সকল সম্ভাব্য কন্ট্রোল ফাংশন একটি একক (Single) কম্পিউটার সিস্টেমে একত্রীভূত করা হয়। সেন্ট্রালাইজড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহারের ফলে ফীল্ড সিগন্যালকে সেন্ট্রালাইজড কম্পিউটার লোকেশনে নেওয়া এবং আউটপুট সিগন্যাল ফিল্ড ডিভাইস (ভাল্ব, মোটর অ্যাকচুয়েটর)-এ পাঠানোর ব্যয়বহুল যোগাযোগ সিস্টেম প্রয়োজন হয়। কেন্দ্রিয় কম্পিউটার হঠাৎ করে কার্যক্রম বন্ধের কারণে সমস্ত প্লান্ট বা প্রোসেস বন্ধ হয়ে পড়ে।

ডিস্টিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম : ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম ব্যবহারের ফলে সেন্ট্রালাইজড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সমস্যা ও সীমাবদ্ধতাগুলোকে দূরীভূত করা যায়। এ পদ্ধতিতে ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোসেসের কন্ট্রোল ও মনিটরিং কাজ ফাংশন অনুযায়ী ভাগ না করা ও একটি নির্দিষ্ট কম্পিউটার বরাদ্দের পরিবর্তে সমস্ত কাজকে ভাগ করা হয় এবং বিভিন্ন কম্পিউটারের মধ্যে ছড়িয়ে দেওয়া হয়। কোন কম্পিউটার নষ্ট হয়ে গেলেও অন্য সাবসিস্টেমের মাধ্যমে প্লান্টের কার্যক্রম অনবরত চলতে থাকে।

২.৭ নং চিত্রে একটি ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম দেখানো হয়েছে–



চিত্র : 2.7 Architecture of Distributed Digital Control (DDC)

চিত্রে এক বা একাধিক মাইক্রোপ্রোসেসর সম্বলিত এক সেট ছোট কম্পিউটার সিস্টেম বিস্তৃতভাবে বিন্যস্ত থাকে যাদেরকে এক বা একাধিক লুপে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

সকল কম্পিউটার একটি একক উচ্চ গতির ডাটা লিংক এর মাধ্যমে সংযুক্ত থাকে। ফলে, সেন্ট্রালাইজড স্টেশনের সাথে প্রত্যেক মাইক্রোপ্রোসেসর বেসড সিস্টেমের মধ্যে যোগাযোগ করা সম্ভব হয়।

Hierarchical computer control system : এই পদ্ধতিতে কন্ট্রোল সিস্টেমের কার্যক্রমকে পাঁচটি স্তরে বিভক্ত করা হয়। এই প্রকার কন্ট্রোলে প্রোসেস ডাটার জন্য উপরের স্তরের কম্পিউটার নিচের স্তরের ডিভাইসের উপর নির্ভর করে এবং অধিক জটিল বা সূক্ষ্ম কন্ট্রোল ফাংশন যেমন– সামগ্রিক প্লান্ট অপটিমাইজেশন-এর জন্য নিচু স্তরের সিস্টেম উচ্চতর স্তরের সিস্টেমের উপর নির্ভর করে। স্তর পাঁচটি হলো–

১। ফীল্ড লেভেল বা লেভেল–০ (Field Level or Level–0)

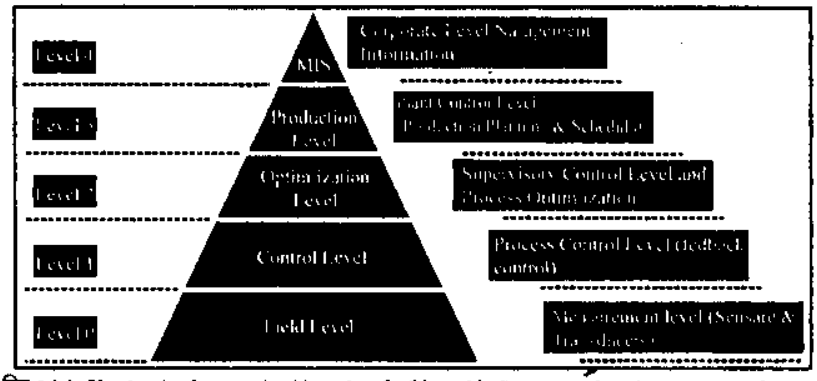
২। কন্ট্রোল লেভেল বা লেভেল–১ (Control level or level–1))

৩। সুপারভাইজারি লেভেল বা লেভেল–২ (Supervisory level or level–2)

৪। প্লান্ট লেভেল বা লেভেল–৩ (Plant level or level–3)

৫। ম্যানেজমেন্ট লেভেল বা লেভেল–৪ (Management level or level–4)

২.৮ নং চিত্রে Hierarchical computer control system-এর পাঁচ স্তর দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ২.৮ Five levels of automation hierarchy of a (hierarchical) computer based process control system

১। ফীল্ড লেভেল বা লেভেল–০ (Field level or level–0) ঃ এটি সবচেয়ে নিচের লেভেল। এই স্তরে ফীল্ড যন্ত্রপাতি যেমন– সেন্সর, ট্রান্সডিউসার ইত্যাদি স্থাপন করা হয়। প্রয়োজন অনুযায়ী প্রোসেস প্যারামিটার পরিমাপ, সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণ (Conditioning) এবং ফীল্ড প্যারামিটার কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের কন্ট্রোল লেভেল–১ এ প্রেরণ করা হয়।

২। কন্ট্রোল লেভেল বা লেভেল–১ (Control level or level–1) ঃ এই স্তরে কম্পিউটার স্থাপন করে প্রোসেস মনিটরিং ও নিয়ন্ত্রণ, সিস্টেম কাপলিং ইত্যাদি কার্যক্রম সম্পাদন করে। ইউনি প্রোডাকশন, কাঁচামাল খরচ ও শক্তি অপচয় ইত্যাদির উপর তথ্য সংগ্রহের মাধ্যমে সিস্টেম সমন্বয় ও রিপোর্টিং এর দায়িত্ব গ্রহণ করে। এই লেভেল Level-2 এর সাথে যোগাযোগ করে।

৩। সুপারভাইজারি লেভেল বা লেভেল–২ (Supervisory level or level–2) ঃ এ স্তরে তত্ত্বাবধানের কার্যক্রম বাস্তবায়িত হয়, এ স্তর ডাটা সংগ্রহ ও রেকর্ড রক্ষণাবেক্ষণ করে এবং প্রোসেস অপটিমাইজেশন করে। এ ছাড়াও এ স্তর উচ্চতর স্তর ও নিম্নতর স্তরের মধ্যে যোগাযোগ করে নিয়ন্ত্রণ সমন্বয় করে।

৪। প্লান্ট লেভেল বা লেভেল–৩ (Plant level or level–3) ঃ লেভেল-৩ হলো প্ল্যান্ট বা ম্যানেজমেন্ট লেভেল যেখানে প্ল্যান্ট রিসোর্স বরাদ্দ, প্রোডাকশন প্ল্যানিং ও সিডিউলিং মেইনটেন্যান্স সিডিউলিং, প্রোডাকশন অ্যাকাউন্টিং ইত্যাদি কাজ সম্পাদন করা হয়। লেভেল–৩ কম্পিউটারে ম্যানেজমেন্ট ইনপুট যেমন– সেলস, অর্ডার, স্টোক লেভেল, সেলিং কস্ট, প্রোফিট মার্জিন, অপারেটিং কস্ট, প্রোডাকশন ইউনিটের মেইনটেন্যান্স সিডিউল ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে প্রোডাকশন সিডিউল তৈরি করা হয়।

এ ইনফরমেশন নিচের দিকে লেভেল–২ কম্পিউটারের সাথে যোগাযোগ করে। উপরোক্ত প্রোডাকশন সিডিউলকে সম্পন্ন করতে বিভিন্ন প্যারামিটারের জন্য সেট পয়েন্ট লেভেল–১-এ নির্ণয় করা হয়, যা লেভেল–১-এর প্রোসেস কন্ট্রোলারে পাঠানো হয়। লেভেল–১-এর কম্পিউটার সেট পয়েন্ট প্রোসেস কন্ডিশনকে রক্ষণাবেক্ষণ করতে লেভেল–১-এর কম্পিউটার প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ গ্রহণ করে।

৫। ম্যানেজমেন্ট লেভেল বা লেভেল–৪ (Management level or level–4) ঃ এ স্তর মূলত ম্যানেজমেন্ট কার্যক্রম সম্পাদন করে। কম্পিউটার লেভেল–৩ তে কম্পিউটার প্ল্যান্ট/প্রোসেস প্যারামিটার ও বিভিন্ন ইভেন্ট, অ্যালার্ম কন্ডিশন, প্রোডাকশন এবং কোয়ালিটি ইস্যু মনিটরিং ও রেকর্ডিং করা হয় এবং এগুলোকে বেছে বেছে ম্যানেজমেন্ট ইনফরমেশন (MIS) উদ্দেশ্যের জন্য লেভেল–৪-এ প্রেরণ করে।

ফিন্যান্স ও অ্যাকাউন্টিং-এর অধীনে লগিং ও প্রতিষ্ঠানের বিক্রয় (Sales) মনিটরিং এবং ব্যয়, বাৎসরিক হিসাব, ম্যানেজমেন্ট ইনফরমেশনের জন্য প্রোফিট ও ক্ষতি হিসাব ইত্যাদি গ্রহণ করা হয়।

২.৮ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের হার্ডওয়্যার (Hardware of computer control system) ঃ

পর্যাপ্ত হার্ডওয়্যার যোগান (Provisions)-সহ একটি জেনারেল পারপাস কম্পিউটারকে একটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রোসেস কম্পিউটার কন্ট্রোল হিসেবে ব্যবহার করা যেতে পারে। তাছাড়া, ডিজিটাল কম্পিউটারকে পরিমাপ ও নিয়ন্ত্রণের উদ্দেশ্য সাধনের উপযুক্ত করে তৈরি করতে হলে এর অতিরিক্ত বৈশিষ্ট্য যেমন– প্ল্যান্ট ও অপারেটিং পার্সোনেল (Personnel) এর সাথে কার্যকরভাবে ও দক্ষতার সাথে যোগাযোগ দক্ষতা থাকতে হবে।

কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক হার্ডওয়্যারসমূহ নিচে দেওয়া হলো–

১। সেন্ট্রাল প্রোসেসিং ইউনিট (Central processing unit, CPU)

২। স্টোরেজ সেকশন (মেমোরি) (Storage section, memory)

৩। ইনপুট/আউটপুট সেকশন (Input/output section)

৪। বাস ইন্টারফেস (Bus interface)

১। **সেন্ট্রাল প্রোসেসিং ইউনিট (Central processing unit) ঃ** সিপিইউ কন্ট্রোল ইউনিট, অ্যারিথমেটিক লজিক ইউনিট (ALU), টেম্পোরারি (প্রাইমারি স্টোরেজ) ও জেনারেল পারপোস রেজিস্টারের সমন্বয়ে গঠিত। এটি সকল অভ্যন্তরীণ ও অনাভ্যন্তরীণ ডিভাইসকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং গাণিতিক ও লজিক অপারেশন সম্পাদন করে।

কন্ট্রোল ইউনিট সিপিইউ এর ভিতরের অপারেশন/কার্যক্রমকে অনবরত সুপারভাইস ও নিয়ন্ত্রণ করে। ALU মেমোরি থেকে ডাটা গ্রহণ করে বিভিন্ন গাণিতিক অপারেশন যেমন– যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ এবং লজিক্যাল অপারেশন যেমন– AND, OR, NOT ইত্যাদি সম্পাদন করে।

২। **স্টোওরেজ সেকশন (Storage section) ঃ** স্টোরেজ ডিভাইসের প্রধান কাজ ডাটা এবং ইন্সট্রাকশন সংরক্ষণ করা।

স্টোরেজ ডিভাইস নিম্নলিখিত তিন প্রকারে হয়ে থাকে–

(ক) প্রধান স্টোরেজ বা ইমিডিয়েট অ্যাকসেস অব স্টোরেজ (Main storage or Immediate access of storage (IAS)

(খ) সাহায্যকারী বা সেকেন্ডারি মেমোরি স্টোরেজ (Auxiliary or secondary memory storage)

(গ) ক্যাশ মেমোরি (Cache memory)

(ক) প্রধান মেমোরি ঃ প্রধান মেমোরি স্টোরেজ হলো একটি উচ্চগতির RAM। এটা এক্সিকিউশনের জন্য প্রয়োজনীয় তথ্য বা প্রোগ্রাম সংরক্ষণ করে। প্রধান মেমোরি দ্রুতগতিতে কাজ করে। আরেক ধরনের প্রধান মেমোরি ব্যবহার করা হয়, যাকে ROM বলা হয়। এতে উৎপাদনকারী সংস্থা সিস্টেম পরিচালনার জন্য প্রোগ্রাম রাইট করে দেয়। এখান থেকে CPU শুধু Read করতে পারে।

(খ) সাহায্যকারী মেমোরি ঃ সাহায্যকারী মেমোরি স্টোরেজ নন-ভোল্টাইল প্রকৃতির। এটি পাওয়ার অফ অবস্থায় ডাটা, ইনফরমেশন, প্রোগ্রাম বা ইন্সট্রাকশন ধরে রাখে। যেমন– টেপ, ডিস্ক ইত্যাদি।

(গ) ক্যাশ মেমোরি (Cache memory) ঃ অতিরিক্ত স্টোরেজ অংশ যা প্রোসেস কন্ট্রোল কম্পিউটারের ব্যবহার ও কর্মসম্পাদনে উন্নতির জন্য ব্যবহার করা হয়, তাকে ক্যাশ মেমোরি বলে। এটি প্রধান মেমোরির চেয়ে দ্রুতগতির মেমোরি কিন্তু প্রধান মেমোরির তুলনায় খুব ব্যয়বহুল।

৩। **ইনপুট/আউটপুট সেকশন (Input/Output section) ঃ** এ অংশে ইনপুট/আউটপুট ইন্টারফেসের মাধ্যমে বিভিন্ন ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। প্রোসেস কন্ট্রোল কম্পিউটারে তিন ধরনের ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, যথা–

(ক) অপারেটর ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস (Opperator I/O device)

(খ) প্রোসেস ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস (Process I/O device)

(গ) কম্পিউটার ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস (Computer I/O device)

I/O ইন্টারফেস হলো একটি সাব-সিস্টেম যার মাধ্যমে সিপিইউ বাইরের জগতের (Outside world) সাথে যোগাযোগ করে।

(ক) অপারেটর ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস ঃ এ ডিভাইস অপারেটরের সাথে যোগাযোগ করে। প্রোসেস অপারেটরের কীবোর্ড, পুশ-বাটন, থামব সুইচ ইত্যাদি ব্যবহার করে কম্পিউটারে ডাটা বা কমান্ড ইনপুট করে এবং তারা ভিডিও ডিসপ্লে ইউনিট (VDV), লাইট ইমিটিং ডায়োড (LED), নিউমেরিক্যাল ডিসপ্লে, পাইলট লাইট ইত্যাদির মাধ্যমে কম্পিউটার থেকে তথ্য গ্রহণ করে।

(খ) প্রোসেস ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস ঃ এ ডিভাইস সিপিইউ এবং সকল প্লান্ট ডিভাইসের মধ্যে সরাসরি যোগাযোগ করে। যেমন– সেন্সর, লিমিট সুইচ, টেকোমিটার, এনকোডার ইত্যাদি ইনপুট ডিভাইস হিসেবে এবং কন্ট্রোল ভাল্ব মোটর, স্টাটার, স্টেপিং মোটর ইত্যাদি আউটপুট ডিভাইস হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(গ) কম্পিউটার ইনপুট/আউটপুট ডিভাইস ঃ যে পেরিফেরাল ডিভাইসগুলো ডাটা ও ইনফরমেশন বিনিময় (exchange) করার জন্য সরাসরি সিপিইউ-এর সাথে যোগাযোগ করে, তাদেরকে Computer I/O ডিভাইস বলে। যেমন– ডিস্ক, ম্যাগনেটিক টেপ, লাইন প্রিন্টার, কনসল কীবোর্ড ইত্যাদি।

৪। **বাস ইন্টারফেস (Bus interface) ঃ** কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে বাস ইন্টারফেস হলো একটি ইলেকট্রনিক মিডিয়া, যা সিপিইউ এবং এর মেমোরি এবং পেরিফেরাল এবং কন্ট্রোল সিস্টেমে সংযুক্ত অন্য সিপিইউ-এর মধ্যে ডাটা প্রবাহের পথ তৈরি (Provide) করে। সাধারণত কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমে Address bus, control bus ও data bus ব্যবহার করা হয়। বাস ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল বহন করে। চিপের বাহিরের বাস সার্কিট বোর্ডে তারের ট্যাক টেনে বা রিবন ক্যাবল ব্যবহার করে তৈরি করা হয়।

কম্পিউটার বোর্ডে PCB বা রিবন প্লাগ স্লোটে বসিয়ে দেওয়া হয়। মাইক্রো কম্পিউটারে বাসের জন্য Expansion slot ব্যবহার করা হয়।

Personal computer-এর জন্য নিচে কতকগুলো সাধারণ Expansion bus standard দেওয়া হলো–

⇒ S–100 bus
⇒ ISA (Industry Standard Architecture) bus
⇒ ISA – AT (Advanced Technology) bus
⇒ MCA (Micro Channel Architecture) bus
⇒ EISA (Extended Industry Standard Architecture) bus
⇒ NU-bus.

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **আধুনিক ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম কী?**
অথবা, ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর যে কন্ট্রোল সিস্টেমে সিগন্যাল প্রক্রিয়াকরণের জন্য আধুনিক ডিজিটাল ডিভাইস বা কন্ট্রোলার (যেমন- মাইক্রোপ্রোসেসর, কম্পিউটার, মাইক্রোকন্ট্রোলার, পিএলসি) ব্যবহার করা হয়, তাকে আধুনিক ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

২। **কন্ট্রোল স্ট্যাবিলিটি কী?**

উত্তর যে ধর্ম বা বৈশিষ্ট্যের দরুন একটি কন্ট্রোল সিস্টেমের আউটপুট একটি কাঙ্ক্ষিত মানে স্ট্যাবল বা স্থায়ী থাকে, তাকে কন্ট্রোল সিস্টেমের স্ট্যাবিলিটি বলা হয়।

৩। **রিয়াল টাইম কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?**
অথবা, রিয়াল টাইম Control system কী? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, বাস্তব সময় নিয়ন্ত্রণ (Real time control) কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর যে কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলারের আউটপুটের সঠিকতা শুধুমাত্র সিস্টেমের যুক্তিমূলক সঠিকতার হিসাবনিকাশের উপর নির্ভর না করে কাঙ্ক্ষিত আউটপুট তৈরির সময়ের অবস্থার উপরও নির্ভর করে, তাকে রিয়ালটাইম কন্ট্রোল সিস্টেম বলা হয়।

৪। **ইম্পালস রেসপন্স কী?**

উত্তর খুব কম ডিউরেশনের সিগন্যালকে ইম্পালস বলে। যখন একটি ডাইনামিক সিস্টেমের ইনপুটে ইম্পালস প্রয়োগ করা হয় তখন তার যে আউটপুট পাওয়া যায়, তাকে ইম্পালস রেসপন্স বলে।

৫। **z-ট্রান্সফরমেশন কী?**

উত্তর সিস্টেমের ট্রান্সফার ফাংশনকে টাইম ডোমেন থেকে ফ্রিকোয়েন্সি ডোমেনে রূপান্তর করাকে z ট্রান্সফরমেশন বলা হয়।

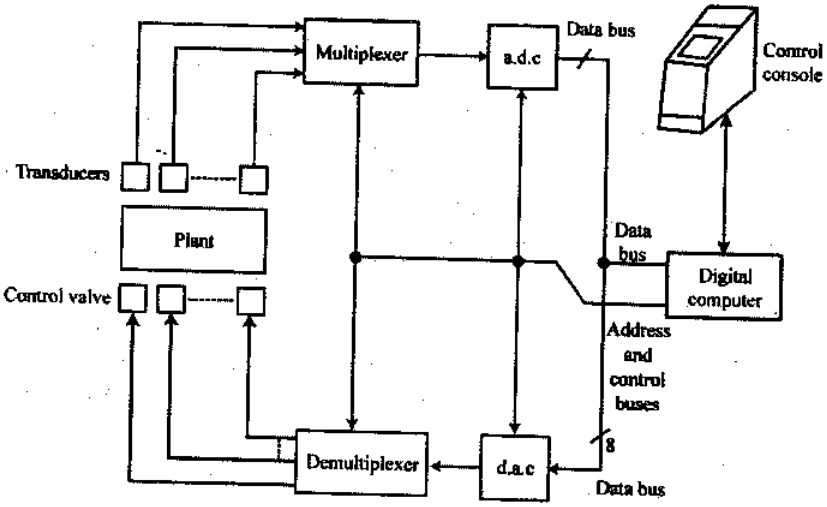
৬। **ফীড ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোল কী?**

উত্তর যে কন্ট্রোল সিস্টেমে বিঘ্ন বা বিশৃঙ্খলা (Disturbance) সংঘটিত হওয়ার সাথে সাথে এবং সিস্টেমে প্রভাব বিস্তার করার পূর্বেই পরিমাপ করে এবং প্রোসেস ডিমান্ড অনুযায়ী কন্ট্রোল সিগন্যাল কন্ট্রোলারে প্রয়োগ হয় তাকে ফীড ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **ডাইরেক্ট কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম আঁক।**

উত্তর ডাইরেক্ট কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো ঃ



২। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর কম্পিউটারভিত্তিক মেজারমেন্ট ও কন্ট্রোল সিস্টেমের মৌলিক (Basic) উপাদান নিচে দেওয়া হলো–

১। মেজারমেন্ট অ্যান্ড ডাটা অ্যাকুইজিশন (Measurement and data acquisition)

২। ডাটা কনভার্শন অ্যান্ড স্কেলিং অ্যান্ড চেকিং (Data conversion and scaling and checking)

৩। ডাটা অ্যাকুমুলেশন অ্যান্ড ফরম্যাটিং (Data accumulation and formating)

৪। ভিজুয়্যাল ডিসপ্লে (Visual display)

৫। কমপেয়ারিং উইথ লিমিট অ্যান্ড অ্যালার্ম রাইজিং (Comparing with limits and alarm raising)

৬। ইভেন্ট, সিকুয়েন্স অ্যান্ড ট্রেন্ডস মনিটরিং অ্যান্ড লগিং (Events, sequence and trends, monitoring and logging)

৭। ডাটা লগিং অ্যান্ড কম্পিউটেশন (Data logging and computation)

৮। কন্ট্রোল অ্যাকশন (Control actions)

৩। ফীডব্যাক কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর যে কন্ট্রোল সিস্টেমে প্রোসেসের আউটপুট পরিমাপ করা হয় এবং কন্ট্রোলারে ফীডব্যাক করা হয় যা প্রোসেসের আউটপুটকে কাঙ্ক্ষিত মানে নিয়ন্ত্রণ করে, তাকে ফীডব্যাক কন্ট্রোল সিস্টেম বলে এবং ব্যবহৃত কন্ট্রোলারকে ফীডব্যাক কন্ট্রোলার বলে।

৪। কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইনের সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইন করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়–

১। প্রোসেসের যে চলক (Variables)-গুলো নিয়ন্ত্রণ করতে হবে সেগুলো করা এবং প্রয়োজনীয় প্রিসিশনের মাত্রা চিহ্নিত করা।

২। প্রোসেসের যে বৈশিষ্ট্যগুলো প্রয়োজনীয় সীমার মধ্যে রাখতে হবে সেগুলো চিহ্নিত করা।

৩। প্রত্যেক নিয়ন্ত্রণযোগ্য চলকের জন্য উপযুক্ত পরিমাপ পদ্ধতি নির্বাচন করা।

৪। প্রয়োজনীয় ম্যানিপুলেশন প্রদান করতে প্রয়োজনীয় চূড়ান্ত নিয়ন্ত্রণ উপাদান নির্বাচন করা।

৫। সিস্টেমের অন্যান্য উপাদান যা বৈদ্যুতিক, হাইড্রোলিক অথবা নিউমেটিক সিগন্যালের মাধ্যমে সংযোগ রক্ষা করা হয় সেগুলো নির্বাচন করা।

৬। বিভিন্ন উপাদানের আবরণ ও সমগ্র কন্ট্রোল সিস্টেমের আচরণ বর্ণনা করার জন্য গাণিতিক সমীকরণ ডেভেলপ (Develop) করা।

৭। কাঙ্ক্ষিত লক্ষ্যে পৌঁছার জন্য সিস্টেমের মডিফাই (Modify) করা।

৮। সিস্টেমের কাঙ্ক্ষিত কর্মদক্ষতার শর্তপূরণে টেস্ট নিশ্চিত করা।

৫। ফীডব্যাক কন্ট্রোল সিস্টেমের সীমাবদ্ধতাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ফীডব্যাক সিস্টেমের অনেক সুবিধা থাকা সত্ত্বেও কিছু সীমাবদ্ধতা আছে, যেমন–

১। কন্ট্রোল ভেরিয়্যাবল বিচ্যুত না হওয়া পর্যন্ত সঠিক কার্যক্রম (Corrective action) গ্রহণ করা যায় না। অর্থাৎ যেখানে কন্ট্রোল ভেরিয়্যাল ডিস্টার্বেন্স (Disturbance) সংঘটিত হওয়ার মুহূর্তে সেট পয়েন্ট থেকে বিচ্যুত হয় না বা সেট পয়েন্ট পরিবর্তন হয় না সেখানে তাত্ত্বিকভাবে সঠিক (Perfect) কন্ট্রোল অসম্ভব।

২। ফীডব্যাক কন্ট্রোল জানা অথবা পরিমাপযোগ্য (Measurable) ডিসটার্বেন্স প্রভাবের ক্ষতিপূরণ করতে ভবিষ্যৎ কন্ট্রোল অ্যাকশন গ্রহণ করতে পারে না।

৩। এটি বৃহৎ সময় ধ্রুবক (Large time constants) এবং অথবা দীর্ঘ সময় ডিলেসহ প্রসেস (Processes) এর জন্য সন্তোষজনক হয় না। যদি বৃহৎ এবং বার বার (Frequent) ডিসটার্বেন্স সংঘটিত হয়, তবে প্রোসেস অনবরত (Continuous) ট্রানজিয়েন্ট স্টেটে পরিচালিত হতে পারে এবং কখনোই কাঙ্ক্ষিত স্টেডি স্টেটে উপনীত হয় না।

৪। কিছু অবস্থায় (Situation) এ কন্ট্রোলড ভেরিয়্যাবল অন-লাইনে পরিমাপ করা হয় না, ফলে ফীডব্যাক কন্ট্রোল বাস্তবায়ন (Feasible) করা যায় না।

৬। **কম্পিউটার কন্ট্রোল আর্কিটেকচার কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর আর্কিটেকচার অনুযায়ী কম্পিউটার বেসড ইন্ডাস্ট্রিয়াল প্রসেস কন্ট্রোল সিস্টেমকে তিন ভাগে বিভক্ত করা যায়, যথা--

১। সেন্ট্রালাইজড কম্পিউটার কন্ট্রোল (Centralized computer control)

২। ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল (Distributed computer control)

৩। হাইয়ারআর্কিক্যাল কম্পিউটার কন্ট্রোল (Hierarchical computer control)

৭। **কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের হার্ডওয়্যারগুলোর নাম লেখ।**

উত্তর কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক হার্ডওয়্যারসমূহ নিচে দেওয়া হলো–

১। সেন্ট্রাল প্রোসেসিং ইউনিট (Central processing unit, CPU)

২। স্টোরেজ সেকশন (মেমোরি) (Storage section, memory)

৩। ইনপুট/আউটপুট সেকশন (Input/output section)

৪। বাস ইন্টারফেস (Bus interface)

৮। **বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন বলতে কি বুঝায়?**

উত্তর সিস্টেমের ট্রান্সফার ফাংশনকে কমপ্লেক্স ল্যাপলাস ডোমেন বা অনবরত টাইম সিস্টেম থেকে z-ডোমেন বা ডিসক্রিট টাইম সিস্টেমে এবং বিপরীতভাবে z-ডোমেন থেকে ল্যাপলাস ডোমেনে রূপান্তর করাকে বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন বলে।

৯। **ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

উত্তর ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

১। এই সিস্টেম ব্যবহারের ফলে সেন্ট্রালাইজড কন্ট্রোল সিস্টেমের সমস্যা ও সীমাবদ্ধতাগুলোকে দূর করা যায়।

২। এই পদ্ধতিতে প্রোসেসের কন্ট্রোল ও মনিটরিং কাজ ফাংশন অনুযায়ী ভাগ না করা ও একটি নির্দিষ্ট কম্পিউটার বরাদ্দের পরিবর্তে সমস্ত কাজকে ভাগ করা হয়।

৩। কাজকে বিভিন্ন কম্পিউটারের মধ্যে ছড়িয়ে দেওয়া হয়।

৪। এই পদ্ধতিতে কোন কম্পিউটার নষ্ট হলেও সাব সিস্টেমের মাধ্যমে প্লান্টের কার্যক্রম অনবরত চলতে থাকে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **আধুনিক ডিজিটাল কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক উপাদানসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ২.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **ব্লক চিত্রসহ ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **ব্লক চিত্রসহ সমন্বিত ফীডব্যাক-ফীড ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোল সিস্টেমের বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **কম্পিউটার কন্ট্রোল আর্কিটেকচার ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ২.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের হার্ডওয়্যারের বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ২.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৩ কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা হুমকির ধারণা (Understand the threats of Computer system security)

৩.১ কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা হুমকি (The threats of computer system security) ঃ

যে সম্ভাব্য বিপদ কন্ট্রোল সিস্টেমের দুর্বলতাকে কাজে লাগিয়ে সিস্টেমের নিরাপত্তা ব্যবস্থাকে ফাটল ধরায়/ভেঙে ফেলে এবং সিস্টেমের ক্ষতিসাধন করে, তাকে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের নিরাপত্তা হুমকি (Threat) বলে।

হুমকি (Threat) নিম্নলিখিত যে কোন প্রকারের হতে পারে–

১। **সংকল্পিত (Intentional) ঃ** ইনডিভিজুয়্যাল ক্র্যাকার (Individual craker) বা ক্রিমিনাল প্রতিষ্ঠান (Criminal organization)।

২। **আকস্মিক (Accidental) ঃ** কম্পিউটার স্বাভাবিকভাবে কাজ করার ব্যর্থতার সম্ভাবনা বা প্রাকৃতিক দুর্ঘটনা যেমন– ভূমিকম্প, আগুন বা টর্নেডো।

৩। অন্যান্য পারিপার্শ্বিক ক্রিয়া, অবস্থা।

৩.২ কম্পিউটার নেটওয়ার্কের নিরাপত্তা ঘাতোপযোগিতার প্রকারভেদ (Types of vulnerable for computer network) ঃ

যে দুর্বলতা একটি সিস্টেমের তথ্য নিশ্চয়তা হ্রাস করতে আক্রমণকারীকে অনুমতি দেয়, (Fllow) তাকে ঘাতোপযোগিতা (Vulnerability) বলে।

একটি নিরাপদ সিস্টেমের ডিজাইন অবশ্যই বিভিন্ন প্রকার ঘাতোপযোগিতার বিরুদ্ধে প্রোটেকশনের যথাযথ প্রস্তুতি গ্রহণ করে।

ঘাতোপযোগিতা (Vulnerability)-কে প্রধান তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়–

১। আকস্মিক উন্মোচন (Accidental disclosures)

২। উদ্দেশ্য প্রণোদিত প্রবেশ (Deliberate penetrations)

৩। বাস্তব আক্রমণ (Physical attack)

১। **আকস্মিক উন্মোচন ঃ** কম্পোনেন্ট, ইকুইপমেন্ট, সফ্টওয়্যার বা সাব-সিস্টেমের ব্যর্থতার কারণে সিস্টেমের যে কোন উপাদান (Element) লঙ্ঘন (Violation) বা তথ্য প্রকাশিত হয়। সচরাচর হার্ডওয়্যার বা সফ্টওয়্যারের ব্যর্থতার দরুন আকস্মিক উন্মোচন হয়। এরূপ ব্যর্থতা একজন ব্যবহারকারীর সাথে আরেকজন ব্যবহারকারীর মধ্যে যোগাযোগের জন্য তথ্য আঘাতের অর্থাৎ ফাইল প্রতিদানে পাওয়া, নিরাপত্তা পরিমাপ পাশ কাটিয়ে যাওয়া বা পরাজিত হওয়া, ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা স্ট্যাটাস অপ্রয়োজনীয় পরিবর্তন ইত্যাদির কারণে হতে পারে।

২। **উদ্দেশ্য প্রণোদিত প্রবেশ ঃ** ইচ্ছাকৃত ও লুক্কায়িত চেষ্টা–

১। সিস্টেমের তথ্য সংগ্রহ করে,

২। থ্রেটিং পার্টির উপকার করতে সিস্টেমটি পরিচালিত করে, অথবা,

৩। সিস্টেমকে নিজ উদ্দেশ্য সাধনে কাজে লাগাতে পারে।

৩। **বাস্তব আক্রমণ ঃ** প্রাকৃতিক পরিবেশের আক্রমণ যেমন– ভূমিকম্প, আগুন, টর্নেডো অথবা অন্য কোন পারিপার্শ্বিক অবস্থা ইত্যাদি।

আবার সম্পর্কযুক্ত পরিসম্পদ শ্রেণির (Asset class) উপর ভিত্তি করে ঘাতোপযোগিতা (Vulnerability)-কে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায়–

১। **হার্ডওয়্যার (Hardware) ঃ**

- আর্দ্রতার সংবেদনশীলতা (Susceptibility to humidity)
- ধূলি-ময়লার সংবেদনশীলতা (Susceptibility to dust)
- মাটির সংবেদনশীলতা (Susceptibility to soiling)
- অরক্ষিত স্টোরেজের সংবেদনশীলতা (Susceptibility to unprotected storage)

২ **সফ্টওয়্যার (Software) ঃ**

- ইনসাফিসিয়েন্ট টেস্টিং (Insufficient testing)
- ল্যাক অব অডিট ট্রায়াল (Lack of audit trail)

৩। নেটওয়ার্ক (Network) ঃ
- আনপ্রোটেকটেড কমিউনিকেশন লাইন (Unprotected communication lines)
- ইনসিকিউর নেটওয়ার্ক আর্কিটেকচার (Insecure network architecture)

৪। কর্মচারী (Personnel) ঃ
- অপর্যাপ্ত রিক্রুটিং প্রোসেস (Inadequate recruiting process)
- অপর্যাপ্ত নিরাপত্তা সতর্কতা (Inadequate security awareness)

৫। স্থান (Site) ঃ
- বন্যা কবলিত অ্যারিয়া (Arear subject to flood)
- অবিশ্বস্ত পাওয়ার সোর্স (Unreliable power source)

৬। অর্গানাইজেশনাল (Organizational) ঃ
- ল্যাক অব রেগুলার অডিট (Lack of regular audits)
- ল্যাক অব কনটিনিউটি প্ল্যান (Lack of continuity plans)
- ল্যাক অব সিকিউরিটি (Lack of security)।

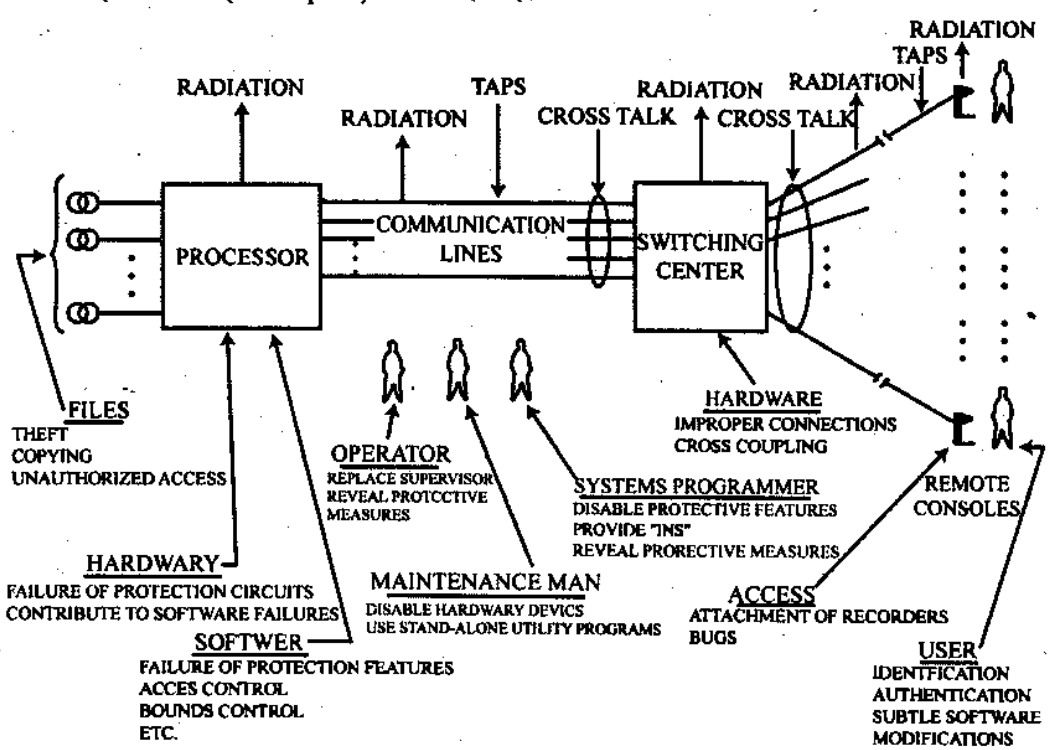
৩.৩ নিরাপত্তা সংরক্ষণ অঞ্চল (Area of security protection) ঃ

সিস্টেম ডিজাইনার সিস্টেমের দুর্বল বিষয় (Point of vulnerability) যা লিকেজ পয়েন্ট হিসেবে বিবেচনা হতে পারে, তা থেকে অবশ্যই সতর্কতা অবলম্বন করবে এবং আকস্মিক ও উদ্দেশ্য প্রণোদিত উভয় বিষয়গুলোর জন্য অবশ্যই প্রয়োজনীয় প্রতিরোধ ব্যবস্থা গ্রহণ করবে।

সিস্টেমের নিরাপত্তা লিকেজ পয়েন্টগুলোকে নিম্নলিখিত পাঁচটি গ্রুপে ভাগ করা হয়, যথা–

১। বাস্তব পারিপার্শ্বিক অবস্থা (Physical surroundings)
২। হার্ডওয়্যার (Hardware)
৩। সফ্টওয়্যার (Software)
৪। যোগাযোগ লিংক (Communication links)
৫। অর্গানাইজেশনাল (Organizational)

৩.১নং চিত্রে হুমকি এলাকা (Threat point) দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.১ Computer network vulnerabilities

১। **ফিজিক্যাল প্রোটেকশন (Physical protection) ঃ** ফিজিক্যাল ইকুইপমেন্ট রক্ষা করতে প্রয়োগকৃত নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ শুধুমাত্র কম্পিউটারের নিজস্ব ও প্রান্তীয় যন্ত্রপাতি রক্ষা করতে ব্যবহৃত হয় না বরং অপসারণযোগ্য অংশ যেমন– ম্যাগনেটিক টেপ, ম্যাগনেটিক ডিস্ক প্যাক, পাঞ্চকার্ড ইত্যাদির নিরাপত্তা প্রদান করে।

ফিজিক্যাল প্রোটেকশনে নিম্নলিখিত সাধারণ গাইডলাইন প্রয়োগ করা হয়, যথা–

১। কেন্দ্রিয় কম্পিউটিং কমপ্লেক্স ও এর সংশ্লিষ্ট যন্ত্রপাতি অবশ্যই নিরাপদ রাখতে হবে।

২। ফিজিক্যাল প্রোটেকশন অবশ্যই সময়ের সাথে নিরবচ্ছিন্ন হতে হবে।

৩। দূরবর্তী প্রান্তীয় ডিভাইসসমূহ অবশ্যই তথ্যের সংবেদনশীলতার সাথে ফিজিক্যাল প্রোটেকশন নিশ্চিত করবে।

২। **হার্ডওয়্যার লিকেজ পয়েন্ট ঃ** সিস্টেমের হার্ডওয়্যার অংশে স্বাভাবিকভাবে কাজ করার ব্যর্থতাগুলোকে যা সিস্টেমের যে কোন নিরাপত্তা সংরক্ষণ পদ্ধতির ব্যর্থতার দ্বারা সৃষ্টি হয় তাদেরকে নিয়ন্ত্রণ করে এবং সফ্টওয়্যার ব্যর্থতাকে প্রভাবিত করে। বিভিন্ন প্রকার ব্যর্থতার মধ্যে যা সর্বাপেক্ষা সরাসরি নিরাপত্তাকে প্রভাবিত করে সেগুলো হলো– সার্কিটের স্বাভাবিক কাজ করার ব্যর্থতা যেমন– রেজিস্টারে প্রবেশ নিষেধ করা, মেমোরি রিড/রাইট প্রোটেক্ট, অপারেশন মুডের বিশেষ সুযোগ সুবিধা লাভ করা (Privileged mode operation) অথবা ইন্টারাপ্ট অগ্রাধিকার প্রদান করা। হার্ডওয়্যারের যে কোন ব্যর্থতা নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণকে ব্যাপকভাবে প্রভাবিত করে।

৩। **সফ্টওয়্যার লিকেজ পয়েন্ট ঃ** কম্পিউটার সিস্টেমে সফ্টওয়্যারের সাথে সরাসরি সম্পর্কযুক্ত সকল ঘাতোপযোগিতা (Vulnerabilities) সফ্টওয়্যার লিকেজ পয়েন্টের অন্তর্গত। বিশেষ করে অপারেটিং সিস্টেম এবং সাপলিমেন্টারি প্রোগ্রাম যা অপারেটিং সিস্টেমের সাপোর্ট প্রদান করে। অনুপোযুক্ত ডিজাইন অথবা অপ্রত্যাশিত ফলাফল সূচনা করতে পারে এমন পারিপার্শ্বিক অবস্থার সংযুক্তির জন্য পর্যাপ্ত পরীক্ষা করে দেখার ব্যর্থতা থেকে নিরাপত্তা দুর্বলতা দেখা দিতে পারে।

৪। **কমিউনিকেশন লিকেজ পয়েন্ট ঃ** কেন্দ্রিয় প্রসেসর, সুইচিং সেন্টার, দূরবর্তী প্রান্ত যোগাযোগ লিংকিং এর মাধ্যমে সম্ভাব্য ঘাতোপযোগিতা উপস্থাপন করে। ওয়ারট্যাপিং ল্যান্ড লাইন থেকে গোপনে ইনফরমেশন গ্রহণ করতে কাজে লাগানো হয়। অনুরূপভাবে মাইক্রোওয়েভ সংযোগ থেকে তথ্য গোপনে গ্রহণ করতে রেডিও ইন্টারসেপট (Radio intercept) ইকুইপমেন্ট ব্যবহার করা হয়।

৫। **অর্গানাইজেশনাল লিকেজ পয়েন্ট ঃ** দুটি প্রধান অর্গানাইজেশনাল লিকেজ পয়েন্ট হলো–

১। কর্মচারী নিরাপত্তা ছাড়পত্র (Presonnel security clearances) এবং

২। প্রাতিষ্ঠানিক কার্যপদ্ধতি (Institutional operating procedure) জাতীয় যন্ত্রপাতির গঠন, প্রশাসন ও মেকানিজ, স্বীকৃত কর্মচারী ছাড়পত্রের জন্য প্রথম উদ্বেগ। দ্বিতীয় উপাদান হলো প্রাতিষ্ঠানিক কার্যপদ্ধতি।

অপর্যাপ্ত অর্গানাইজেশনাল কার্যপদ্ধতির ফলাফল অথবা তাদের এলোমেলো প্রয়োগ এবং আন-সুপারভাইজড (Unsupervised) ব্যবহার যে কোন মারাত্মক ব্যর্থতা ঘটাতে পারে।

৩.৪ কম্পিউটার সিস্টেমের নিরাপত্তা অনিশ্চয়তা (The uncertainties of security of computer system) ঃ

কম্পিউটার সিস্টেম নিরাপদের কতিপয় দিক সাম্প্রতিককালে নির্ণয় করা অবাস্তব ও অসম্ভব।

ভবিষ্যৎ ব্যর্থতা (Failure prediction) ঃ কম্পিউটার টেকনোলজির বর্তমান অবস্থাতে সকল হার্ডওয়্যার ব্যর্থতা মুড, সকল সফটওয়্যার ডিজাইন ত্রুটি এবং ভয়ানক সকল ব্যর্থতা মুড যেখানে হার্ডওয়্যার ম্যালফাংশন (Malfunction) সফ্টওয়্যার ম্যালফাংশনকে প্রভাবিত করে তা সুনির্দিষ্টভাবে উল্লেখ করার প্রত্যাশা করা অসম্ভব।

ঝুঁকি স্তর (Risk level) ঃ ব্যর্থতার মুড এবং তাদের সংঘটনের সম্ভাব্যতার সুনির্দিষ্ট তালিকা করা বা বর্ণনা করা সম্ভব নয়। নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতিতে শ্রেণিবিন্যস্ত তথ্যের আকস্মিক গোপন তথ্য ফাঁসের সামগ্রিক সম্ভাব্যতায় পৌঁছানো খুব জটিল। সুতরাং নিয়ন্ত্রণ সিস্টেমের নিরাপত্তা ঝুঁকি স্তরের পরিমাণগত পরিমাপ করা খুব জটিল।

খরচ (Cost) ঃ দুর্ভাগ্যবশত কম্পিউটার সিস্টেমের নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ খরচ বর্তমান সময়ে এস্টিমেট করা সহজ নয়।

৩.৫ নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি জেনারেশন (Security control system generation) ঃ

যে পদ্ধতিতে সিস্টেম সিকিউরিটি অফিসার বা দায়িত্বপ্রাপ্ত কর্তৃপক্ষ কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ সংজ্ঞা (Security control definition) সুনির্দিষ্টভাবে উল্লেখ করে, (Specify) তাকে নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি সংঘটন বা সিকিউরিটি কন্ট্রোল সিস্টেম জেনারেশন বলা হয়। কম্পিউটার সিস্টেম বৈধতা যাচাই করে এবং অভ্যন্তরীণ টেবিল স্টোওরেজ জেনারেশন এর মাধ্যমে তথ্য প্রক্রিয়া করে এবং প্রকৃত ব্যবহারের জন্য সিস্টেমকে প্রস্তুত করতে সহায়তা দান করে।

নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ সংজ্ঞা (Security control definition) পাঁচটি পৃথক উপকরণ (Specifications) এর সমন্বয়ে গঠিত, যথা–

১। নিরাপত্তা কাঠামো (Security structure definition)

২। কর্মচারী নিরাপত্তা (Personnel security definition)

৩। ক্ষমতা প্রদান গ্রুপ (Authorization group definition)

৪। প্রান্তীয় নিরাপত্তা (Terminal security definition)

৫। রিলিজঅ্যাবিলিটি (Releaseability definition)

৩.৬ প্রান্তীয় নিরাপত্তা ও আপডেট (Terminal security and update) ঃ

কর্মচারী নিরাপত্তার মতো একই রকমে প্রান্তীয় নিরাপত্তা পরিচালনা করা হয়। এখানে তথ্য অন-লাইনে আপডেট করার ক্ষমতা বিদ্যমান থাকে। বর্তমান স্পেসিফিকেশনে, একটি প্রান্তীয় প্রবেশাধিকার তালিকা সংযুক্ত না করে সুনির্দিষ্ট করতে সক্ষম। এটি উপস্থাপনের জন্য দৃষ্টিগোচর হয় যা ইতোমধ্যে বার্ডেন্ড (Burdened) সিস্টেমের সাথে একটি অপ্রয়োজনীয় জটিলতা যোগ করে আমরা প্রত্যাশা করি যে, প্রান্তীয় প্রোসেসিং শ্রেণিবিন্যস্ত তথ্যের বাস্তব প্রবেশাধিকার সাধারণভাবে নিয়ন্ত্রিত হবে।

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কম্পিউটার সিস্টেম নিরাপত্তা থ্রেট কী?** [বাকাশিবো-২০১৫]

অথবা, কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা হুমকি বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর ঃ যে সম্ভাব্য বিপদ কন্ট্রোল সিস্টেমের দুর্বলতাকে কাজে লাগিয়ে সিস্টেমের নিরাপত্তা ব্যবস্থাকে ফাটল ধরায়/ ভেঙে ফেলে এবং সিস্টেমের ক্ষতিসাধন করে, তাকে কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের নিরাপত্তা হুমকি (Threat) বলে।

২। **Vulnerability কী?** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ যে দুর্বলতা একটি সিস্টেমের তথ্য নিশ্চয়তা হ্রাস করতে আক্রমণকারীকে অনুমতি দেয়, (Allow) তাকে ঘাতোপযোগিতা (Vulnerability) বলে।

৩। **কম্পিউটার সিস্টেমের নিরাপত্তার অনিশ্চয়তাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ কম্পিউটারে সিস্টেমের নিরাপত্তার অনিশ্চয়তাগুলো হলো– ভবিষ্যৎ ব্যর্থতা, ঝুকিস্তর ও খরচ।

কম্পিউটার সিস্টেম নিরাপদের কতিপয় দিক সাম্প্রতিককালে নির্ণয় করা অবাস্তব ও অসম্ভব।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কন্ট্রোল সিস্টেমের নিরাপত্তা হুমকী কী কী প্রকারের হতে পারে?**

উত্তর ঃ হুমকি (Threat) নিম্নলিখিত যে কোন প্রকারের হতে পারে–

১। **সংকল্পিত (Intentional) ঃ** ইনডিভিজুয়্যাল ক্রাকার (Individual craker) বা ক্রিমিনাল প্রতিষ্ঠান (Criminal organization)।

২। **আকস্মিক (Accidental) ঃ** কম্পিউটার স্বাভাবিকভাবে কাজ করার ব্যর্থতার সম্ভাবনা বা প্রাকৃতিক দুর্ঘটনা যেমন– ভূমিকম্প, আগুন বা টর্নেডো।

৩। অন্যান্য পারিপার্শ্বিক ক্রিয়া, অবস্থা।

২। **Vulnerability কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ ঘাতোপযোগিতা (Vulnerability)-কে প্রধান তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়–

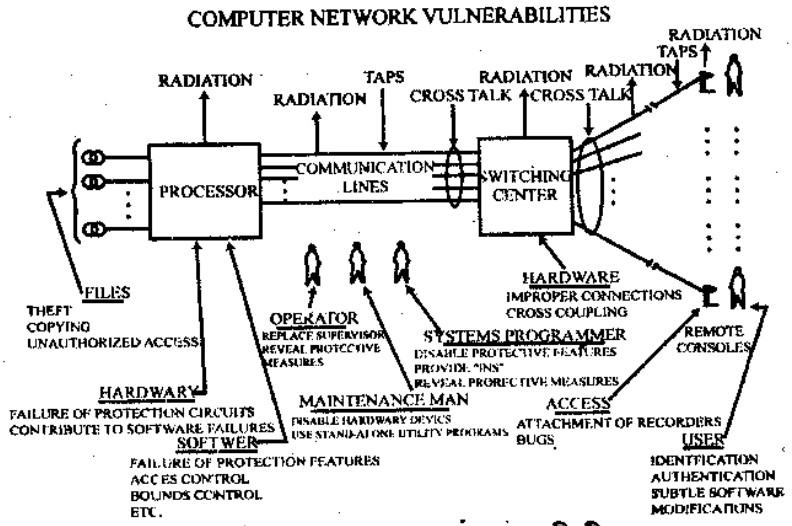
১। আকস্মিক উন্মোচন (Accidental disclosures)

২। উদ্দেশ্য প্রণোদিত প্রবেশ (Deliberate penetrations)

৩। বাস্তব আক্রমণ (Physical attack)

৩। কন্ট্রোল সিস্টেমের নিরাপত্তা পয়েন্ট চিত্র অংকন করে দেখাও।

উত্তর ঃ কন্ট্রোল সিস্টেমের নিরাপত্তা পয়েন্ট চিত্র অংকন করে দেখানো হলো–



৪। কন্ট্রোল সিস্টেমের নিরাপত্তা লিকেজ পয়েন্ট কত গ্রুপে ভাগ করা যায় এবং কী কী?

উত্তর ঃ সিস্টেমের নিরাপত্তা লিকেজ পয়েন্টগুলোকে নিম্নলিখিত পাঁচটি গ্রুপে ভাগ করা হয়, যথা–

১। বাস্তব পারিপার্শ্বিক অবস্থা (Physical surroundings)
২। হার্ডওয়্যার (Hardware)
৩। সফ্টওয়্যার (Software)
৪। যোগাযোগ লিংক (Communication links)
৫। অর্গানাইজেশনাল (Organizational)

৫। নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ সংজ্ঞা কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ সংজ্ঞা (Security control definition) পাঁচটি পৃথক উপকরণ (Specifications) এর সমন্বয়ে গঠিত, যথা–

১। নিরাপত্তা কাঠামো (Security structure definition)
২। কর্মচারী নিরাপত্তা (Personnel security definition)
৩। ক্ষমতা প্রদান গ্রুপ (Authorization group definition)
৪। প্রান্তীয় নিরাপত্তা (Terminal security definition)
৫। রিলিজঅ্যাবিলিটি (Releaseability definition)

৬। প্রান্তীয় নিরাপত্তা সংজ্ঞা ও আপডেট বর্ণনা কর।

উত্তর ঃ কর্মচারী নিরাপত্তার মতো একই রকমে প্রান্তীয় নিরাপত্তা পরিচালনা করা হয়। এখানে তথ্য অন-লাইনে আপডেট করার ক্ষমতা বিদ্যমান থাকে। বর্তমান স্পেসিফিকেশনে, একটি প্রান্তীয় প্রবেশাধিকার তালিকা সংযুক্ত না করে সুনির্দিষ্ট করতে সক্ষম। এটি উপস্থাপনের জন্য দৃষ্টিগোচর হয় যা ইতোমধ্যে বার্ডেন্ড (Burdened) সিস্টেমের সাথে একটি অপ্রয়োজনীয় জটিলতা যোগ করে আমরা প্রত্যাশা করি যে, প্রান্তীয় প্রোসেসিং শ্রেণিবিন্যস্ত তথ্যের বাস্তব প্রবেশাধিকার সাধারণভাবে নিয়ন্ত্রিত হবে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। কম্পিউটার নেটওয়ার্কের জন্য বিভিন্ন প্রকার Vulnerability-এর বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। নিরাপত্তা রক্ষা অঞ্চলের বর্ণনা কর।
অথবা, নিরাপত্তা সংরক্ষণ অঞ্চল সম্পর্কে সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি জেনারেশন ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৪
কন্ট্রোলার সম্পর্কে ধারণা (Understand the Controller)

৪.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

Robotic system-এর heart হলো Controller. Controller নিজে প্রোগ্রাম ধারণ করে সে অনুযায়ী পেরিফেরাল ডিভাইসসমূহকে পরিচালনা করে থাকে। রোবটের মেনিপুলেটর পরিচালনা (Drive) অথবা Movement-এর জন্য Controller ব্যবহৃত হয়। Controller এক ধরনের Memory cell হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এটি বিভিন্ন ধরনের প্রোগ্রাম Store করতে পারে এবং প্রোগ্রামকে Modify করতে পারে।

Robot controller-সমূহ সাধারণত তিনটি Function সম্পাদন করে। যথা ঃ

(ক) Monipulation-এর পৃথক পৃথক Components-গুলোর Motion (গতি)-কে একটি কাঙ্ক্ষিত সিকোয়েন্সে এবং নির্দিষ্ট Point-এ আরম্ভ এবং শেষ করে।

(খ) Position এবং Sequence data Memory-তে জমা রাখে।

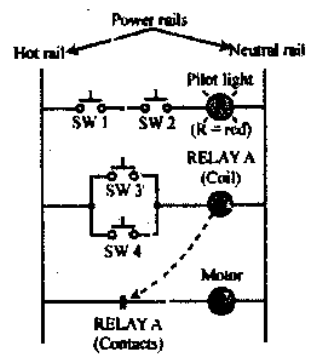
(গ) Sensore-এর মাধ্যমে Outside world (workstation)-এর সাথে, Interface (যোগাযোগ) করতে Robot অনুমতি প্রদান করে।

৪.১ কন্ট্রোলারের সংজ্ঞা (Define controller) ঃ

যে ডিভাইস একটি সক্রিয় (Dynamical) সিস্টেমের অপারেটিং গুণাবলি (Conditions) নৈতিকভাবে (Physically) পরিবর্তন ও মনিটর করে, তাকে কন্ট্রোলার বলে।

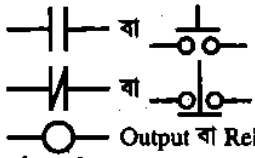
৪.২ রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম এর ব্যাখ্যা (Description of relay logic control system) ঃ

যে Control system-এ কোনো Logical oparation-কে সম্পন্ন করার জন্য Relay ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ Relay-কে যখন পূর্বনির্ধারিত Logic-এর মাধ্যমে Operate করা হয়, তাকে Relay logic control system বলে। এক্ষেত্রে Ladder diagram এর মাধ্যমে প্রোগ্রাম করে Logic নির্ধারণ করা হয়।



চিত্র ঃ ৪.১ Relay Logic Control System

Relay logic কন্ট্রোল সিস্টেমে নিচের প্রতীকগুলো ব্যবহৃত হয়–

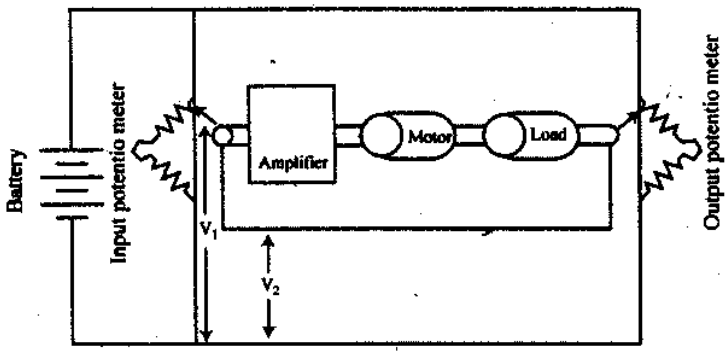


গঠন ঃ চিত্রে Relay logic control system দেখানো হয়েছে। এটি দু'টি Power rail, কিছু Rung, Switch, Relay, Pilot light motor ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।

কার্যপ্রণালি ঃ যখন সুইচ S_1 এবং S_2-কে বন্ধ (Close) করা হয় তখন প্রযুক্ত Voltage লাইটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত করে, ফলে লাইটটি জ্বলে। S_3 এবং S_4 প্যারালালে সংযুক্ত থাকায় এদের যে-কোনো একটিকে বন্ধ (Close) করলে Relay কার্যকর হবে। ফলে Motor-টি চলতে শুরু করবে। এখানে S_3 ও S_4 সুইচ দুটি Relay এর জন্য OR লজিক অপারেশন সম্পন্ন করে।

৪.৩ মোশন কন্ট্রোলারের কার্যাবলি (Function of motion controller) ঃ

শিল্পকারখানায় বিভিন্ন ধরনের কাজের জন্য বিভিন্ন ধরনের লোড ব্যবহার করা হয়। এ লোডসমূহের অবস্থা বা মান বিভিন্ন কারণে, বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন রকম হতে পারে। লোডের পরিবর্তনের ফলে কন্ট্রোলিং আর্মসমূহ বা ঘূর্ণায়মান মেকানিজমকে পরিবর্তন করতে হয়। যে কন্ট্রোলারের মাধ্যমে কন্ট্রোল মেকানিজমকে নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে লোডগুলোকে সূক্ষ্মভাবে আকাঙ্ক্ষিত লেভেলে পরিচালনা করা হয়, তাকে মোশন কন্ট্রোলার বলে।



চিত্র ঃ ৪.২ মোশন কন্ট্রোলার এর ব্লক ডায়াগ্রাম

কার্যপ্রণালি ঃ পদ্ধতিটি অনেক জটিল এবং বড় হওয়ায় একটি সরল ব্লকের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে, যার মাধ্যমে বিষয়টি সম্পর্কে একটি ধারণা পাওয়া যায়। সিস্টেমটি দু'টি ভোল্টেজ V_1 ও V_2 এর পার্থক্য হতে উৎপন্ন এরর (Error) ভোল্টেজ দ্বারা পরিচালিত হয়। উৎপন্ন এরর সিগন্যালটি দুর্বল হওয়ায় একে অ্যামপ্লিফায়ারের মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত মানে বর্ধিত করে মোটরে সরবরাহ করা হয়। প্রথম অবস্থায় যখন $V_1 - V_2 = 0$ হয়, তখন কোনো টর্ক উৎপন্ন হয় না। ফলে মোটর স্থির থাকে বা ঘুরে না। যদি কোনো কারণে শ্যাফটের অবস্থান পরিবর্তন হয়, তবে $V_1 - V_2 \neq 0$ হবে, অর্থাৎ একটি মান পাওয়া যাবে, বা অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা বর্ধিত হয়ে মোটরে যাবে, ফলে মোটর চলতে থাকবে। শ্যাফটটি ঘুরে যখন সঠিক জায়গায় যাবে তখন $V_1 = V_2$ হবে এবং মোটরটি থেমে (Stop) যাবে।

৪.৪ মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যারসমূহ (Hardware of motion controller) ঃ

মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যারসমূহ হচ্ছে—

১। কন্ট্রোলার (Controller) ২। অ্যামপ্লিফায়ার (Amplifier)
৩। কনভার্টার (Converter) ৪। ঘূর্ণায়মান মেকানিজম (Movable mechanism)
৫। সেন্সর (Sensor) ৬। অ্যাকচুয়েটর (Actuator)

বর্ণনা ঃ

১। **কন্ট্রোলার (Controller) ঃ** যে-কোনো (প্ল্যান্ট বা ইন্ডাস্ট্রির) কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান অংশ হচ্ছে কন্ট্রোলার। কন্ট্রোলার ফিডব্যাক সিগন্যাল এবং মেমোরিতে সংরক্ষিত রেফারেন্স সিগন্যালের সাথে তুলনা করে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে প্রসেস বা মেশিনকে নিয়ন্ত্রণ করে।

২। **অ্যামপ্লিফায়ার (Amplifier) ঃ** কন্ট্রোলার কর্তৃক উৎপাদিত কন্ট্রোল সিগন্যাল দুর্বল হওয়ায় প্ল্যান্টে প্রয়োগের পূর্বে সিগন্যালকে অ্যামপ্লিফায়ার-এর মাধ্যমে নির্দিষ্ট লেভেলে বর্ধিত করা হয়।

৩। **কনভার্টার (Converter) ঃ** ডিজিটাল সিস্টেমে ফিডব্যাক এর সময় অ্যানালগ-টু-ডিজিটাল কনভার্শন এবং কন্ট্রোলিং সিগন্যাল প্ল্যান্টে প্রয়োগের জন্য ডিজিটাল-টু-অ্যানালগ কনভার্শন এর প্রয়োজন হয়। কন্ট্রোলার এই কনভার্শনের কাজটি করে থাকে।

৪। **ঘূর্ণায়মান মেকানিজম (Movable mechanism) ঃ** লোডের মান বা অবস্থা পরিবর্তনের সাপেক্ষে লোডকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ঘূর্ণায়মান মেকানিজম ব্যবহার করা হয়।

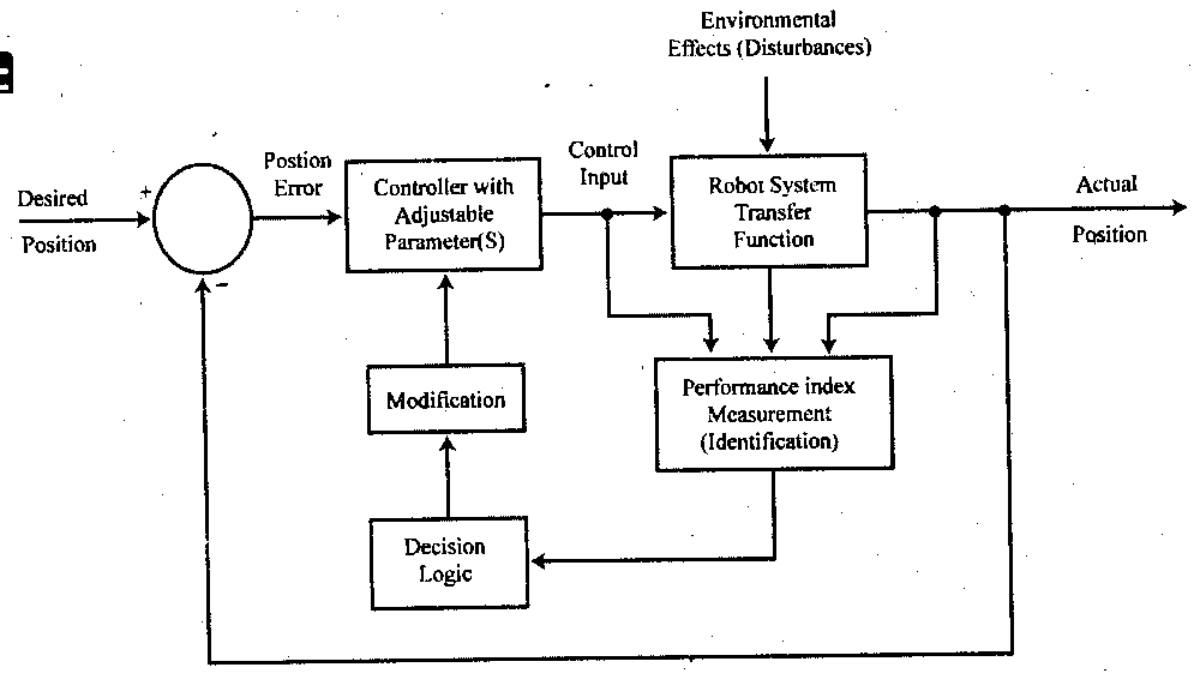
৫। **সেন্সর (Sensor) ঃ** এক প্রকার লোডকে অন্য প্রকার লোডে রূপান্তর করার জন্য সেন্সর ব্যবহার করা হয়। সেন্সরের কাজ হচ্ছে এক প্রকার লোডকে (শক্তিকে) সমতুল্য অন্য প্রকার লোডে (শক্তিতে) রূপান্তর করা।

৬। **অ্যাকচুয়েটর (Actuator) ঃ** কন্ট্রোলিং সিগন্যাল অনুসারে লোডকে পরিচালনা এবং নিয়ন্ত্রণ করাই অ্যাকচুয়েটরের কাজ। এজন্য অ্যাকচুয়েটরকে লোড বা প্লান্ট এর কাছাকাছি স্থাপন করা হয়।

৪.৫ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার (Adaptive controller) ঃ

কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত প্যারামিটারসমূহের মধ্যে কিছু প্যারামিটার স্থির থাকে আবার কিছু প্যারামিটার সময়ের সাথে অথবা লোডের পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তন হয়। উদাহরণস্বরূপ, একটি রোবট ম্যানিপুলেটরকে যদি লোডকে মুভ করতে ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে লোডটি পরিবর্তন হওয়ার কারণে যদি প্লান্টে এর ট্রান্সফার ফাংশন পরিবর্তন হয় তবে প্রপোরশনাল, ডেরিভেটিভ এবং ইন্টিগ্রাল কনস্ট্যান্টসমূহের সর্বোচ্চ মান (Maximum value) নির্ণয় করতে সিস্টেমকে পুনরায় আকাঙ্ক্ষিত মানে সেট করতে হয়। এ ধরনের কন্ট্রোল সিস্টেমে যতক্ষণ পর্যন্ত অপারেটর পুনরায় মান পরিবর্তন না করে ততক্ষণ পর্যন্ত সিস্টেমের প্রপোরশনাল, ডেরিভেটিভ এবং ইন্ট্রিগ্রাল কনস্ট্যান্ট এর মান একই থাকে। এই সমস্যার সমাধানের জন্য একটি স্বয়ংক্রিয় (Automatic) কন্ট্রোল সিস্টেম ব্যবহার করা হয়, যাকে অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোল সিস্টেম বলে। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোল সিস্টেমে কন্ট্রোলার হিসেবে মাইক্রোপ্রসেসর ব্যবহার করা হয়। মাইক্রোপ্রসেসর স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রসেস বা প্ল্যান্ট এর পরিবর্তন অনুসারে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল মুড এবং কন্ট্রোল প্যারামিটার পরিবর্তন করে।

নিম্নে অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৪.৩ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম

কার্যপ্রণালি ঃ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোল সিস্টেম তিনটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ করে। যথা ঃ

১। একটি নির্ধারিত শর্তের উপর ভিত্তি করে কন্ট্রোলারকে পরিচালনা (Operate) করে।

২। প্রকৃত সিস্টেম কার্যপ্রণালির সাথে আকাঙ্ক্ষিত কার্যপ্রণালিকে অনবরত তুলনা (Compare) করে।

৩। স্বয়ংক্রিয়ভাবে এবং অবিরত কন্ট্রোল সিস্টেম মুড এবং প্যারামিটারসমূহের মধ্যে সমন্বয় সাধনের মাধ্যমে আকাঙ্ক্ষিত এবং প্রকৃত সিস্টেম পারফরম্যান্স এর মধ্যে পার্থক্যকে কমিয়ে আনে।

সেট ভ্যালুই প্রকৃত ভ্যালু হিসেবে মডেল সিস্টেমে ইনপুট হিসেবে ব্যবহৃত হয় এবং প্রকৃত আউটপুট ও মডেল আউটপুটের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করে। এ পার্থক্য হতে প্রাপ্ত এরর সিগন্যালটি কন্ট্রোলারের পারফরম্যান্স অ্যাডজাস্ট করতে ব্যবহৃত হয়। এই পার্থক্য বা এরর Signal-কে কারেকশন ইউনিটে পাঠানো হয়। কারেকশন ইউনিটে-এর মাধ্যমে প্রয়োজনীয় কারেকশন করে প্রসেস্ ইউনিটে পাঠানো হয়। ফলে প্রসেসটি কাঙ্ক্ষিত পদ্ধতিতে চলতে থাকে।

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **রিলে (Relay) কী?**

অথবা, Relay বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬]

উত্তর: রিলে হলো এমন এক প্রকার কন্ট্রোলিং সিস্টেম, যা কন্ট্যাক্ট ও ডিসকন্ট্যাক্ট সুইচিং ব্যবস্থা (Option)-এর মাধ্যমে কোনো সিস্টেমকে অন (ON) অথবা অফ (OFF) করে।

২। **মোশন কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৫]

অথবা, মোশন কন্ট্রোল কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১১]

উত্তর: যে কন্ট্রোল পদ্ধতিতে কোনো ডিভাইস বা মেশিন বা মেকানিজম এর লিনিয়ার বা রোটেশনাল মুভমেন্টকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়, তাকে মোশন (Motion) কন্ট্রোল বা মোশন কন্ট্রোল সিস্টেম বলে।

৩। **মোশন কন্ট্রোলারের এরর সিগন্যাল বলকে কী বুঝায়?**

উত্তর: মোশন কন্ট্রোলারে ব্যবহৃত ইনপুট পটেনশিওমিটারের ভোল্টেজ (v_1) এবং আউটপুট পটেনশিওমিটারের ভোল্টেজ (v_2)-এর পার্থক্য থেকে যে Signal পাওয়া যায়, তাকে এরর সিগন্যাল (Error signal) বলে। অর্থাৎ এরর সিগন্যাল, Verror = $(V_1 - V_2)$ Volt.

৪। **মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যার কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর: মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যার বলতে কন্ট্রোলারটি কী কী কম্পোনেন্ট নিয়ে গঠিত তাদের সমষ্টিকে বুঝায়।

৫। **অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার কাকে বলে?** [বাকাশিবো- ২০০৬, ১২, ১৩]

উত্তর: প্যারামিটার পরিবর্তন হলেও যে কন্ট্রোল সিস্টেমের কার্যকারিতার কোনো পরিবর্তন হয় না, তাকে অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার বলে।

৬। **রিলে লজিক এর কাজ কী?** [বাকশিবো -২০০৫]

উত্তর: ইনপুটে প্রয়োগকৃত লজিক্যাল ইন্সট্রাকশনের মাধ্যমে রিলে এর অপারেশন সম্পন্ন করাই হচ্ছে রিলে লজিক এর কাজ।

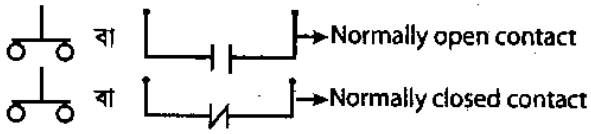
৭। **রিলে লজিক কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর: যে কন্ট্রোল সিস্টেমে রিলে এর অপারেশন ইনপুটে প্রয়োগকৃত লজিক বা Program-এর উপর নির্ভর করে, তাকে রিলে লজিক কন্ট্রোল বলে।

৮। **রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত Open contract এবং Closed contact এর প্রতীক আঁক।**

[বাকাশিবো-০৯, ১৪(পরি), ১৫]

উত্তর:



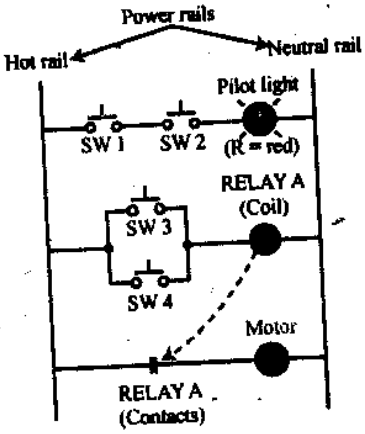
৯। **Ladder diagram কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর: ল্যাডার ডায়াগ্রাম হচ্ছে বিশেষ ধরনের ওয়্যারিং (Wiring) ডায়াগ্রাম, বা দুটি ভার্টিক্যাল পাওয়ার রেইল (Power rail) নিয়ে গঠিত। একে রিলে (Relay) অপারেশন এবং সুইচিং কন্ট্রোল সার্কিটের জন্য ডিজাইন করা হয়। PLC-কে প্রোগ্রামিং এর ভিত্তি (Base) হিসেবে ল্যাডার ডায়াগ্রাম ব্যবহার করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। রিলে লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৪, ১৫]
অথবা, রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন কর।

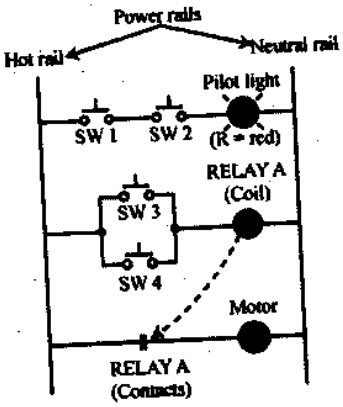
উত্তর ঃ



চিত্র ঃ Relay Logic Control System

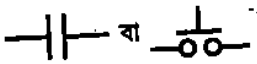
২। রিলে লজিক কন্ট্রোলার এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৯]
অথবা, রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

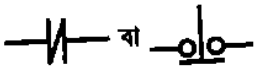
উত্তর ঃ যে Control system-এ কোনো Logical oparation-কে সম্পন্ন করার জন্য Relay ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ Relay-কে যখন পূর্বনির্ধারিত Logic-এর মাধ্যমে Operate করা হয়, তাকে Relay logic control system বলে। এক্ষেত্রে Ladder diagram এর মাধ্যমে প্রোগ্রাম করে Logic নির্ধারণ করা হয়।

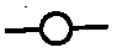


চিত্র ঃ Relay Logic Control System

Relay logic কন্ট্রোল সিস্টেমে নিচের প্রতীকগুলো ব্যবহৃত হয়—

 বা Normally open contact

 বা Normally closed contact

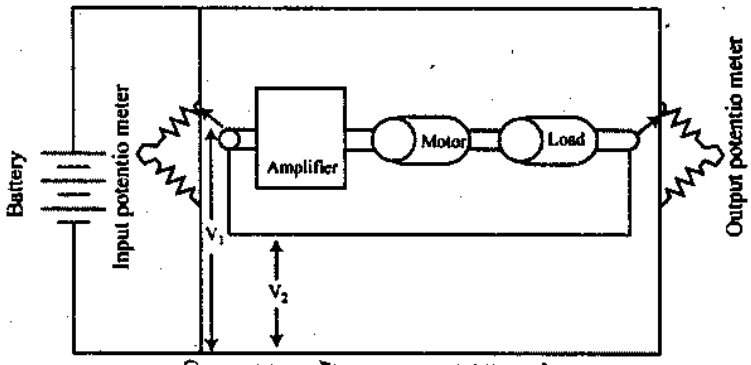
 Output বা Relay

গঠন ঃ চিত্রে Relay logic control system দেখানো হয়েছে। এটি দু'টি Power rail, কিছু Rung, Switch, Relay, Pilot light motor ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।

কার্যপ্রণালি ঃ যখন সুইচ S_1 এবং S_2-কে বন্ধ (Close) করা হয় তখন প্রযুক্ত Voltage লাইটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত করে, ফলে লাইটটি জ্বলে। S_3 এবং S_4 প্যারালালে সংযুক্ত থাকায় এদের যে-কোনো একটিকে বন্ধ (Close) করলে Relay কার্যকর হবে। ফলে Motor-টি চলতে শুরু করবে। এখানে S_3 ও S_4 সুইচ দুটি Relay এর জন্য OR লজিক অপারেশন সম্পন্ন করে।

৩। **মোশন কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো ২০১১]

উত্তর ঃ মোশন কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ মোশন কন্ট্রোলার এর ব্লক ডায়াগ্রাম

৪। **মোশন কন্ট্রোলারে ব্যবহৃত হার্ডওয়্যারগুলোর নাম লেখ।** [বাকাশিবো ২০০৮, ১৩]

উত্তর ঃ নিম্নে কন্ট্রোলারে ব্যবহৃত হার্ডওয়্যারসমূহের নাম নিম্নরূপ ঃ

১। কন্ট্রোলার (Controller)
২। অ্যামপ্লিফায়ার (Amplifier)
৩। কনভার্টার (Converter)
৪। ঘূর্ণায়মান মেকানিজম (Movable mechanism)
৫। সেন্সর (Sensor)।

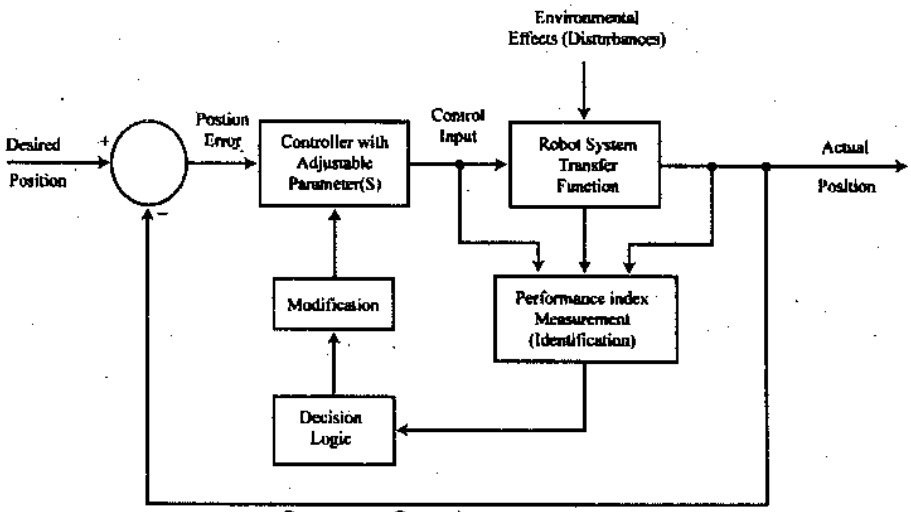
৫। **অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?**
অথবা, অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার কী কী কাজ করে?

উত্তর ঃ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোল সিস্টেম তিনটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ করে। যথা ঃ

১। একটি নির্ধারিত শর্তের উপর ভিত্তি করে কন্ট্রোলারকে অপারেট (Operate) করে।
২। প্রকৃত সিস্টেম কার্যপ্রণালির সাথে আকাঙ্ক্ষিত কার্যপ্রণালিকে অনবরত তুলনা (Compare) করে।
৩। স্বয়ংক্রিয়ভাবে এবং অবিরত কন্ট্রোল সিস্টেম মুড এবং প্যারামিটারসমূহের মধ্যে সমন্বয় সাধন করে আকাঙ্ক্ষিত এবং প্রকৃত সিস্টেম পারফরম্যান্স এর মধ্যে পার্থক্যকে কমিয়ে আনে বা হ্রাস করে।

৬। **অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম

৭। **অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোল রেফারেন্স মডেল এর চিত্র অঙ্কন কর।**

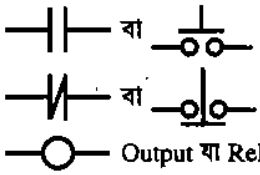
উত্তর ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৮। **মোশন (Motion) কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১১, ১২]

উত্তর ঃ পদ্ধতিটি অনেক জটিল এবং বড় হওয়ায় একটি সরল ব্লকের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে, যার মাধ্যমে বিষয়টি সম্পর্কে একটি ধারণা পাওয়া যায়। সিস্টেমটি দু'টি ভোল্টেজ V_1 ও V_2 এর পার্থক্য হতে উৎপন্ন এরর (Error) ভোল্টেজ দ্বারা পরিচালিত হয়। উৎপন্ন এরর সিগন্যালটি দুর্বল হওয়ায় একে অ্যামপ্লিফায়ারের মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত মানে বর্ধিত করে মোটরে সরবরাহ করা হয়। প্রথম অবস্থায় যখন $V_1 - V_2 = 0$ হয়, তখন কোনো টর্ক উৎপন্ন হয় না। ফলে মোটর স্থির থাকে বা ঘুরে না। যদি কোনো কারণে শ্যাফটের অবস্থান পরিবর্তন হয়, তবে $V_1 - V_2 \neq 0$ হবে, অর্থাৎ একটি মান পাওয়া যাবে, যা অ্যামপ্লিফায়ার দ্বারা বর্ধিত হয়ে মোটরে যাবে, ফলে মোটর চলতে থাকবে। শ্যাফটটি ঘুরে যখন সঠিক জায়গায় যাবে তখন $V_1 = V_2$ হবে এবং মোটরটি থেমে (Stop) যাবে।

৯। **রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম সংক্ষেপে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১২, ১৪, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ Relay logic কন্ট্রোল সিস্টেমে নিচের প্রতীকগুলো ব্যবহৃত হয়–



গঠন ঃ চিত্রে Relay logic control system দেখানো হয়েছে। এটি দু'টি Power rail, কিছু Rung, Switch, Relay, Pilot light motor ইত্যাদি নিয়ে গঠিত।

কার্যপ্রণালি ঃ যখন সুইচ S_1 এবং S_2-কে বন্ধ (Close) করা হয় তখন প্রযুক্ত Voltage লাইটের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত করে, ফলে লাইটটি জ্বলে। S_3 এবং S_4 প্যারালালে সংযুক্ত থাকায় এদের যে-কোনো একটিকে বন্ধ (Close) করলে Relay কার্যকর হবে। ফলে Motor-টি চলতে শুরু করবে। এখানে S_3 ও S_4 সুইচ দুটি Relay এর জন্য OR লজিক অপারেশন সম্পন্ন করে।

১০। **Ladder diagram-এ ব্যবহৃত প্রতীকগুলো আঁক।** [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]

উত্তর ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **রিলে লজিক কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ ৪.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **মোশন কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত ঃ ৪.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যারসমূহের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৪.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **ব্লক চিত্রসহ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৮, ২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ৪.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৫ ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ধারণা (Understand the Fuzzy Logic Controller System)

৫.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

সর্বপ্রথম ১৯৬৫ সালে Berkeley নামক জায়গায় L.A. Zadeh নামক একজন বৈজ্ঞানিক Fuzzy logic শব্দটি ব্যবহার করেন। পরবর্তীতে জাপানি ইন্ডাস্ট্রিতে প্রথম এর বাস্তব প্রয়োগ হয় Sendai শহরে Subway system-এ। ফুজি লজিক হল কন্ট্রোল সিস্টেমে একটি নতুন ধারণা (New concept)। বাস্তব জগতে কোনো বস্তুই "সব বা কিছুই না" (All or Nothing), অথবা "কালো এবং সাদা" (Black or White) হতে পারে না। কিন্তু এর মধ্যেই অনেক কিছু।

৫.১ ফুজি লজিক, ফুজি প্রেডিকেটস, ফুজি সেট টার্মগুলোর সংজ্ঞা (Definition of the terms Fuzzy logic, Fuzzy predicates, Fuzzy set.) ঃ

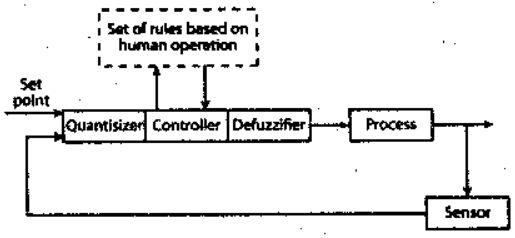
ফুজি লজিক ঃ বিশেষ কিছু অবস্থায় সময়ের পরিবর্তনের ফলে চাহিদার পরিবর্তন করতে হয়। শিল্প, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির ক্ষেত্রে এমন কিছু কন্ট্রোল সিস্টেম আছে, যা সময়ের পরিবর্তন সাপেক্ষে পরিবর্তিত চাহিদাকে পরিবর্তন করতে পারে। "যে কন্ট্রোল সিস্টেম কোনো উপাদান বা মান নিয়ন্ত্রণ করে চাহিদা পূরণ করে থাকে, তাকে ফুজি লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম বলে"। Fuzzy Logic সিস্টেমকে "Intelligence system" ও বলা হয়। মোবাইল, রোবট, তাপমাত্রা, ওয়াশিং মেশিন, এক্সপার্ট মেশিন ইত্যাদি কন্ট্রোল সিস্টেমে ফুজি লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।

ফুজি প্রেডিকেটস (Fuzzy predicates) ঃ কোয়ান্টিসাইজারের (Quantisizer) মাধ্যমে ডাটাকে ফুজি লজিক কন্ট্রোলারে ব্যবহার উপযোগী করার প্রক্রিয়াকে ফুজি প্রেডিকেটস বলে। যেমন– তাপমাত্রার একক ডিগ্রিকে Brisk, cool, cold, very cold ইত্যাদি প্রেডিকেটে রূপান্তর করা হয়। এছাড়া Fuzzy truth value-কে "True, quite true, not very true" এবং Fuzzy quantifiers-কে "most, few, almost" এবং Fuzzy probabilities-কে likely, very likely, not very likely" ইত্যাদি প্রেডিকেটে রূপান্তর করা হয়।

ফুজি সেট (Fuzzy set) ঃ সাধারণ ডাটাকে কন্ট্রোল সেটিং-এ ব্যবহার উপযোগী করার জন্য যখন এক সেট ফুজি (Fuzzy) রাশিতে রূপান্তর করা হয়, তখন তাকে ফুজি সেট বলে। এ সেটে যতগুলো ভ্যালু সংশ্লিষ্ট থাকে তাদেরকে উক্ত সেটের সদস্য (Member) বলা হয়। প্রতিটি ভ্যালুরই একটি Degree of membership আছে, যা 100% membership (1) থেকে 0% membership (0) পর্যন্ত পরিবর্তিত হতে পারে।

৫.২ ফুজি লজিক কন্ট্রোলার (Fuzzy logic controller) ঃ

নিম্নে একটি ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে এর প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দেয়া হলো ঃ



চিত্র ঃ ৫.১ Block diagram of fuzzy logic controller

(ক) কোয়ান্টিসাইজার (Quantisizer) ঃ কোয়ান্টিসাইজারের কাজ হল সেন্সর থেকে গৃহীত ডাটাকে ফুজি লজিক কন্ট্রোলারে ব্যবহার উপযোগী ফরমে রূপান্তর করা। রূপান্তরিত ফরমের নাম ফুজি প্রেডিকেটস।

(খ) কন্ট্রোলার (Controller) ঃ কন্ট্রোলার কোয়ান্টিসাইজার থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালকে কন্ট্রোলারের মাধ্যমে ডিফুজিফায়ারে প্রেরণ করে। এছাড়া এ ব্লকের মাধ্যমে হিউম্যান অপারেটরে সিগন্যাল প্রেরণ ও সেখান থেকে সিগন্যাল গ্রহণ করা হয়ে থাকে।

(গ) ডিফুজিফায়ার (Defuzzifier) ঃ কোয়ান্টিসাইজার থেকে প্রাপ্ত সিগন্যালকে একটি নির্দিষ্ট অ্যাকচুয়েটর সিগন্যালে (যেমন– মোটরের জন্য ভোল্টেজ, হাইড্রোলিক ড্রাইভের জন্য তরলের প্রেসার, নিউমেটিক ড্রাইভের জন্য বাতাসের প্রেসার ইত্যাদি) রূপান্তর (Convert) করা ডিফুজিফায়ারের কাজ।

(ঘ) প্রসেস (Process) ঃ যে ডিভাইসকে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে, তাই প্রসেস। ডিফুজিফায়ারের আউটপুটকে প্রসেসে প্রয়োগ করে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোলিং এর কাজ সম্পন্ন করা হয়। আর এ প্রসেসকে কন্ট্রোল করার মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত আউটপুট পাওয়া যায়।

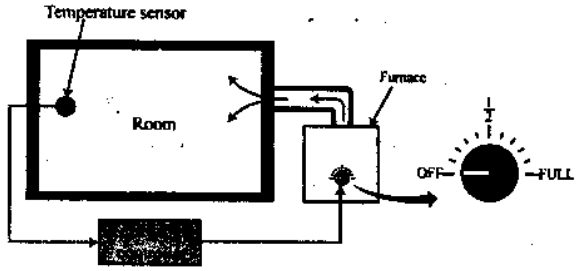
(ঙ) সেন্সর (Sensor) ঃ সেন্সর প্রসেস কন্ট্রোলারের আউটপুটকে মেশিনের ধরন অনুসারে বিভিন্ন রকম ফরমে রূপান্তর করে। সেন্সরের আউটপুটকে কোয়ান্টিসাইজারে ফিডব্যাক সিগন্যাল হিসেবে প্রয়োগ করা হয়।

৫.৩ ট্রেডিশনাল (প্রচলিত) এবং ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মধ্যে তুলনা (Compare the traditional and fuzzy logic controller) ঃ

প্রচলিত কন্ট্রোলার	ফুজি লজিক কন্ট্রোলার
১। এটি One dimentional (এক মাত্রিক) পদ্ধতিতে কাজ করে।	১। এটি Multilevel পদ্ধতিতে কাজ করে।
২। এটি সময়ের পরিবর্তনের সাপেক্ষে অবস্থার পরিবর্তন করতে পারে না।	২। এটি সময়ের পরিবর্তনের সাপেক্ষে অবস্থার পরিবর্তন করতে পারে।
৩। একক মেথমেটিক্যাল মডেল দ্বারা এর নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি সম্পাদিত হয়ে থাকে।	৩। বিশেষ ডিজাইনের মডেলের মাধ্যমে কার্যসম্পাদন করে থাকে।
৪। এরর নিয়ন্ত্রণ কাজ সকল অংশে একই রকম।	৪। এরর নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি অবস্থা অনুযায়ী ভিন্ন রকম।

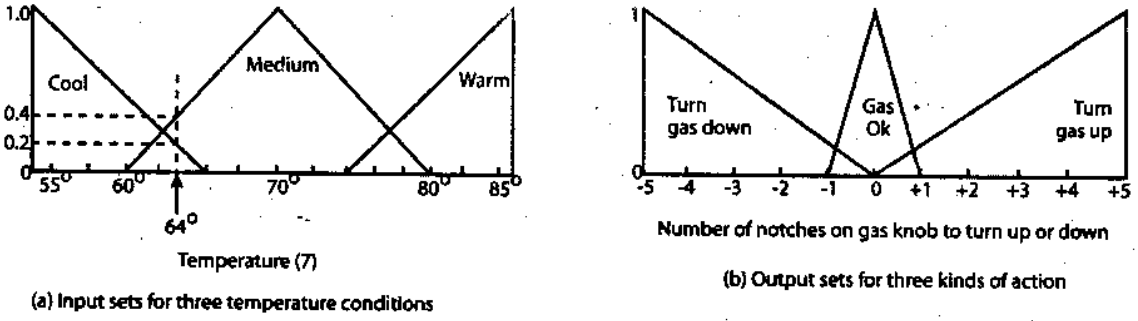
৫.৪ ফুজি লজিক ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি [Technique of temperature control in a room using a Fuzzy logic (One-input system)] ঃ

একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার মাধ্যমে প্রকৃতপক্ষে ফুজি কন্ট্রোলার কীভাবে কাজ করে ব্যাখ্যা করা যায়। নিম্নে চিত্রের মাধ্যমে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৫.২ তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি

গঠন ঃ সিস্টেমটি একটি কক্ষ, একটি গ্যাস ফারনেস, একটি টেম্পারেচার সেন্সর এবং একটি ফুজি লজিক কন্ট্রোলার নিয়ে গঠিত। একটি কন্ট্রোল নবের মাধ্যমে ফারনেসের গ্যাস প্রবাহকে পূর্ণ অফ থেকে পূর্ণ অন পর্যন্ত নিয়ন্ত্রণ করা যায়। একটি নির্দিষ্ট নিয়মের ভিত্তিতে কন্ট্রোল নবকে Up-down এর মাধ্যমে ফুজি কন্ট্রোলারটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে এবং কক্ষে একটি আরামদায়ক তাপমাত্রা (ধরি 70°F) বজায় রাখে।



চিত্র ঃ ৫.৩ Membership Function Diagram

কার্যপ্রণালি ঃ এখানে উত্তপ্ত (Warm), মধ্যম (Medium) এবং ঠাণ্ডা (Cool) তাপমাত্রার তিনটি অবস্থা বিবেচনা করা হয়। প্রতিটি অবস্থাকে গ্রাফের মাধ্যমে উপস্থাপন করলে একটি ত্রিভুজের মতো দেখায় এবং একে Membership function বলে। যা ৫.৩ (a) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

মানুষের জন্য আরামদায়ক তাপমাত্রা হলো মধ্যম রেঞ্জের (অর্থাৎ 60°F থেকে 80°F) কিন্তু অতীব আরামদায়ক হলো 70°। 60°F এর নিচের তাপমাত্রাকে ঠাণ্ডা বলা হয়। মধ্যম ও ঠাণ্ডা অবস্থাকে ফুজি সেট বলা হয় কারণ এরা একটি তাপমাত্রা রেঞ্জকে প্রকাশ করে। ফুজি কন্ট্রোলার 'if-then' statement-এর মাধ্যমে অপারেট হয়।

নিচের তিনটি নিয়ম এর মাধ্যমে বিষয়টি বুঝানো যেতে পারে ঃ

নিয়ম-১ ঃ যদি তাপমাত্রা ঠাণ্ডা হয় অর্থাৎ কমে যায় তবে গ্যাস বৃদ্ধি করতে হবে।

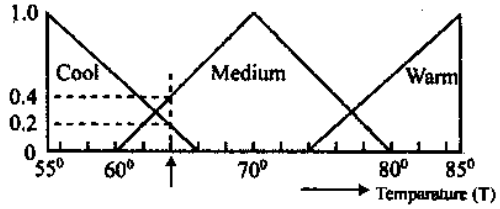
নিয়ম-২ ঃ যদি তাপমাত্রা মধ্যম হয় তবে গ্যাস সঠিক মাত্রায় আছে।

নিয়ম-৩ ঃ যদি তাপমাত্রা উত্তপ্ত অর্থাৎ বেশি হয় তবে গ্যাস কমাতে হবে।

এখন গ্যাসকে কম বা বেশি করলে ৫.৩ (b) নং চিত্রের মতো চিত্র পাওয়া যাবে।

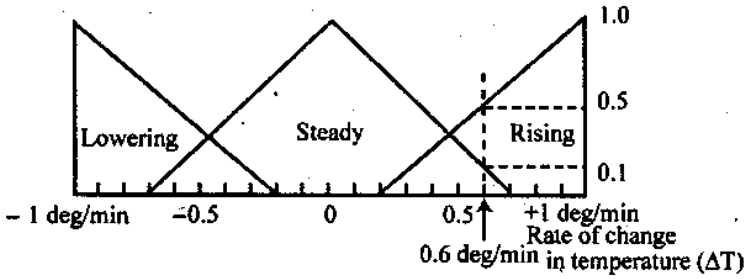
৫.৫ দুই ইনপুট বিশিষ্ট ফুজি লজিক কন্ট্রোলার (Fuzzy logic controller that uses two inputs) ঃ

ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মাধ্যমে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার জন্য যদি দু'টি ইনপুট বিশিষ্ট সিস্টেম ব্যবহার করা হয়, তাকে দুই ইনপুট বিশিষ্ট ফুজি লজিক কন্ট্রোলার বলে। এই ইনপুট দুটির একটি উত্তপ্ত, মধ্যম ও ঠাণ্ডা এই তিন অবস্থা বিশিষ্ট এবং অপরটি হল তাপমাত্রা পরিবর্তনের হার (rate)। এই মুহূর্তে তাপমাত্রা (T) কত এবং কত দ্রুত তাপমাত্রা পরিবর্তন (VT) হচ্ছে তা একই সাথে কন্ট্রোলার থেকে জানা যাবে। তিনটি তাপমাত্রা কত হবে তা নিম্নের ৫.৪নং চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৫.৪ Input sets for three trmperature condition

এখন তাপমাত্রার পরিবর্তন (VT) -কে হ্রাস পাওয়া (Lowering) স্থির থাকা (Steady) এবং বৃদ্ধি পাওয়া (Raising) এই তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে, যা ৫.৫ নং চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৫.৫ Input sets for three kinds of action

ধরি, টেম্পারেচার সেন্সরটি আরামদায়ক তাপমাত্রা 64° নির্দেশ করে এবং এমনটি 0.6% মিনিট হারে বাড়তে থাকে। ৫.৪ নং চিত্র হতে দেখা যায় যে, 64° তাপমাত্রা 20% ঠাণ্ডা (Cool) এবং 40% মধ্যম (Midium) তাপমাত্রা নির্দেশ করে।

প্রতিটি ইনপুট সেটের জন্যই পৃথকভাবে নির্দিষ্ট আউটপুট পাওয়া যায়। যেমন–

নিয়ম-১ ঃ যদি T ঠাণ্ডা হয় এবং কমতে থাকে তখন গ্যাস সরবরাহ দ্রুত বৃদ্ধি পাবে।

নিয়ম-২ ঃ যদি T ঠাণ্ডা হয় এবং স্থির থাকে তবে গ্যাস সরবরাহ বৃদ্ধি পাবে।

নিয়ম-৩ ঃ যদি T ঠাণ্ডা হয় এবং বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে গ্যাস সঠিক মানে আছে।

নিয়ম-৪ ঃ যদি T মধ্যম হয় এবং কমতে থাকে তবে গ্যাস সরবরাহ বৃদ্ধি পাবে।

নিয়ম-৫ ঃ যদি T মধ্যম হয় এবং স্থির থাকে তবে গ্যাস সঠিক মানে আছে।

নিয়ম-৬ ঃ যদি T মধ্যম হয় এবং বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে গ্যাস সরবরাহ কমবে।

নিয়ম-৭ ঃ যদি T উত্তপ্ত হয় এবং কমতে থাকে তবে গ্যাস সঠিক মানে আছে।

নিয়ম-৮ ঃ যদি T উত্তপ্ত হয় এবং স্থির থাকে তবে গ্যাস সরবরাহ কমবে।

নিয়ম-৯ ঃ যদি T উত্তপ্ত হয় এবং বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে গ্যাস দ্রুত কমবে।

পরবর্তীতে গ্যাস বৃদ্ধি (Increase gas) ও গ্যাস হ্রাস (Decrease gas) কন্ডিশনের ফুজি সেট নিম্নের টেবিলে দেখানো হলো (টেবিল-১)।

ΔT →

T ↑	Lower	Steady	Raise
Cool	+5 Rule 1	+2 Rule 2	0 Rule 3
Medium	+2 Rule 4	0 Rule 5	–2 Rule 6
Warm	0 Rule 7	–2 Rule 8	–5 Rule 9

(c) Output table

টেবিল-১

টেবিলটি 0 থেকে ±5 পর্যন্ত সংখ্যা ধারণ করে।

৫.৫ নং চিত্রটি 64° তাপমাত্রা 0.6°/ মিনিট তাপমাত্রার পরিবর্তন, 10% বৃদ্ধি হার এবং 50% হ্রাসের হার নির্দেশ করে। এক্ষেত্রে নয়টি নিয়মের মধ্যে মাত্র চারটি নিয়ম প্রযোজ্য।

নিয়ম চারটি হলো ঃ

নিয়ম-২ ঃ যদি T ঠাণ্ডা হয় এবং স্থির থাকে তবে গ্যাস সরবরাহ বৃদ্ধি পাবে।

নিয়ম-৩ ঃ যদি T ঠাণ্ডা হয় এবং বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে গ্যাস সঠিক মানে আছে।

নিয়ম-৫ ঃ যদি T মধ্যম হয় এবং স্থির থাকে তবে গ্যাস সঠিক মানে আছে।

নিয়ম-৬ ঃ যদি T মধ্যম হয় এবং বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে গ্যাস সরবরাহ কমবে।

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ফুজি লজিক বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১০]
অথবা, ফুজি লজিক কী? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, Fuzzy logic কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ যে কন্ট্রোল সিস্টেম কোনো উপাদান বা মান নিয়ন্ত্রণ করে চাহিদা পূরণ করে থাকে, তাকে ফুজি লজিক বলে।

২। **Fuzzy logic কন্ট্রোল কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর ঃ সময়ের তারতম্যের কারণে চাহিদা বা প্রয়োজন পরিবর্তিত হয়। যে কন্ট্রোলিং ব্যবস্থায় চাহিদা অনুসারে নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি পরিবর্তন করে চাহিদা যোগান দেয়, সেই পদ্ধতিকে Fuzzy logic কন্ট্রোল পদ্ধতি বলে।

৩। **ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের কয়েকটি ব্যবহার লেখ।** [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, ফুজি লজিক (Fuzzy logic) কন্ট্রোলারের চারটি প্রয়োগ ক্ষেত্র লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ মোবাইল রোবট নিয়ন্ত্রণ, তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ, ওয়াশিং মেশিন নিয়ন্ত্রণ, এক্সপার্ট মেশিন নিয়ন্ত্রণ ইত্যাদিতে ফুজি লজিক কন্ট্রোলার ব্যবহার করা হয়।

৪। **ফুজি প্রেডিকেট কাকে বলে?**

উত্তর ঃ কোয়ান্টিসাইজারের (Quantisizer) মাধ্যমে ডাটাকে ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্যবহার উপযোগী ফরমে রূপান্তর করার প্রক্রিয়াকে ফুজি প্রেডিকেট বলে।

৫। **ফুজি সেট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১০, ১৩, ১৪(পরি), ১৫]

উত্তর ঃ সাধারণ ডাটাকে কন্ট্রোল সেটিং এ ব্যবহার উপযোগী করার জন্য যখন এক সেট ফুজি রাশিতে রূপান্তর করা হয়, তখন তাদেরকে ফুজি সেট বলে।

৬। **ডিফুজিফায়ারের কাজ কী?**

উত্তর ঃ ডিফুজিফায়ারের কাজ হচ্ছে কোয়ান্টিসাইজার সেন্সর আউটপুটকে যে সিগন্যালে রূপান্তর করে তাকে একটি নির্দিষ্ট অ্যাকচুয়েটর সিগন্যালে (যেমন– মোটরের জন্য ভোল্টেজ, হাইড্রলিক ড্রাইভের জন্য তরলের প্রেসার, নিউমেটিক ড্রাইভের জন্য বাতাসের প্রেসার ইত্যাদি) রূপান্তর করা।

৭। **Fuzzy logic controller কী?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ সময়ের পরিবর্তনে চাহিদার পরিবর্তন হয়। যে কন্ট্রোলিং ব্যবস্থায় প্রয়োজনে Control system পরিবর্তন করে চাহিদা সরবরাহ করা হয়, তাকে Fuzzy logic control বলে। যে Controller-এর সাহায্যে একই কাজটি করা হয়, তাকে Fuzzy logic controller বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ফুজি লজিক কন্ট্রোলার বলতে কী বুঝায়? সংক্ষেপে আলোচনা কর।**

উত্তর ঃ **ফুজি লজিক ঃ** "যে কন্ট্রোল সিস্টেম কোনো উপাদান বা মান নিয়ন্ত্রণ করে চাহিদা পূরণ করে থাকে, তাকে ফুজি লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম বলে"। Fuzzy logic সিস্টেমকে "Intelligence system" ও বলা হয়। মোবাইল, রোবট, তাপমাত্রা, ওয়াশিং মেশিন, এক্সপার্ট মেশিন ইত্যাদি কন্ট্রোল সিস্টেমে ফুজি লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।

২। **ফুজি প্রেডিকেটস বলতে কী বুঝায়? সংক্ষেপে আলোচনা কর।**

উত্তর ঃ কোয়ান্টিসাইজারের (Quantisizer) মাধ্যমে ডাটাকে ফুজি লজিক কন্ট্রোলারে ব্যবহার উপযোগী করার প্রক্রিয়াকে ফুজি প্রেডিকেটস বলে। যেমন– তাপমাত্রার একক ডিগ্রিকে Brisk, cool, cold, very cold ইত্যাদি প্রেডিকেটে রূপান্তর করা হয়। এছাড়া Fuzzy truth value-কে "True, quite true, not very true" এবং Fuzzy quantifiers-কে "most, few, almost" এবং Fuzzy probabilities-কে likely, very likely, not very likely" ইত্যাদি প্রেডিকেটে রূপান্তর করা হয়।

৩। **ফুজি সেট বলতে কী বুঝায়? সংক্ষেপে আলোচনা কর।**

উত্তর ঃ সাধারণ ডাটাকে কন্ট্রোল সেটিং-এ ব্যবহার উপযোগী করার জন্য যখন এক সেট ফুজি (Fuzzy) রাশিতে রূপান্তর করা হয়, তখন তাকে ফুজি সেট বলে। এ সেটে যতগুলো ভ্যালু সংশ্লিষ্ট থাকে তাদেরকে উক্ত সেটের সদস্য (Member) বলা হয়। প্রতিটি ভ্যালুরই একটি Degree of membership আছে, যা 100% membership (1) থেকে 0% membership (0) পর্যন্ত পরিবর্তিত হতে পারে।

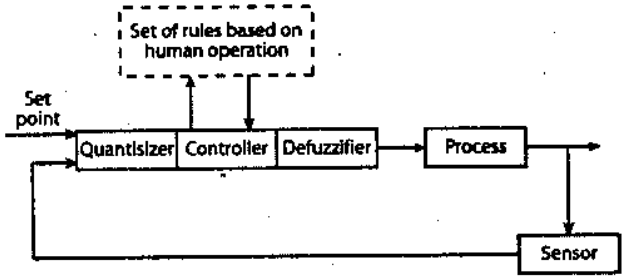
৪। **প্রচলিত ও ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৫]
অথবা, ট্রেডিশনাল (প্রচলিত) এবং ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মাঝে তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর ঃ

প্রচলিত কন্ট্রোলার	ফুজি লজিক কন্ট্রোলার
১। এটি One dimentional (এক মাত্রিক) পদ্ধতিতে কাজ করে।	১। এটি Multilevel পদ্ধতিতে কাজ করে।
২। এটি সময়ের পরিবর্তনের সাপেক্ষে অবস্থার পরিবর্তন করতে পারে না।	২। এটি সময়ের পরিবর্তনের সাপেক্ষে অবস্থার পরিবর্তন করতে পারে।
৩। একক মেথমেটিক্যাল মডেল দ্বারা এর নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি সম্পাদিত হয়ে থাকে।	৩। বিশেষ ডিজাইনের মডেলের মাধ্যমে কার্যসম্পাদন করে থাকে।
৪। এরর নিয়ন্ত্রণ কাজ সকল অংশে একই রকম।	৪। এরর নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি অবস্থা অনুযায়ী ভিন্ন রকম।

৫। ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১২]

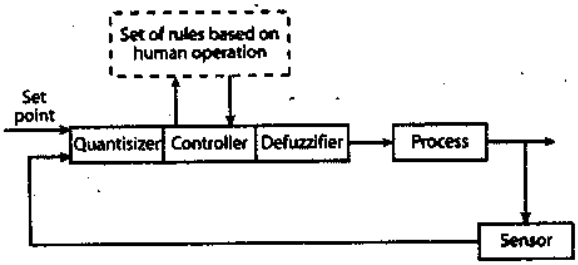
উত্তর ঃ ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম নিম্নে অঙ্কন করা হলো ঃ



Block diagram of fuzzy logic controller

৬। Fuzzy logic কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র অঙ্কন করে সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]
অথবা, ফুজি (Fuzzy) লজিক কন্ট্রোলারের ব্যাখ্যা দাও। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ নিম্নে একটি ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে এর প্রতিটি ব্লক দেখানো হল ঃ



Block diagram of fuzzy logic controller

(ক) কোয়ান্টিসাইজার (Quantisizer)
(খ) কন্ট্রোলার (Controller)
(গ) ডিফুজিফায়ার (Defuzzifier)
(ঘ) প্রসেস (Process)
(ঙ) সেন্সর (Sensor)

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ফুজি লজিক (Fuzzy logic) কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বিভিন্ন ব্লকের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১২, ১৩, ১৪]
অথবা, Fuzzy logic কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রামসহ প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ ৫.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। চিত্রসহ এক ইনপুট বিশিষ্ট Fuzzy logic কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৫.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। চিত্রসহ দুই ইনপুট বিশিষ্ট Fuzzy logic কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত ঃ ৫.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। Fuzzy Logic ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নির্ণয় করার পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, ফুজি লজিক ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]
অথবা, ফুজি লজিক কন্ট্রোলার ব্যবহার করে কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ৫.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৬

রোবট ফান্ডামেন্টালস (Fundamentals of Robot)

৬.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

১৯২১ সালে Karel Capek নামের Czech দেশীয় একজন নাট্যকার তাঁর লেখা একটি বিদ্রূপাত্মক (Satirical) নাটক RUR (Rossum's Universal Robots)-তে প্রথম রোবট শব্দটি ব্যবহার করেন। Robot শব্দটি Czech দেশীয় শব্দ Robota থেকে এসেছে, যার শাব্দিক অর্থ হল "Forced laborer" বা "Slave laborer"।

৬.১ রোবট, রোবটিক্স, প্রোগ্রাম লোকেশন, টুলিং, গ্রিপার ও ওয়ার্কসেলের সংজ্ঞা (Definition of the terms robot, Robotics, Program location, Tooling grippers, Work cell) ঃ

রোবট (Robot) ঃ Webster-এর মতে, মানুষের অনুকরণে কাজ করতে সক্ষম এরূপ স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র বা ডিভাইসকে রোবট (Robot) বলে।

Robotic Institute of America (RIA)-এর মতে, "রোবট একটি প্রোগ্রামেবল, মাল্টিফাংশনাল ম্যানিপুলেটর, যা পরিবর্তনশীল প্রোগ্রামের মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার বস্তু, যন্ত্রাংশ, যন্ত্রপাতি বা বিশেষ ডিভাইসসমূহকে মুভ (Move) করাতে পারে।"

রোবটের মেকানিক্যাল স্ট্রাকচারের সাথে একটি প্রোগ্রামেবল ডিভাইস (যেমন– Controller অথবা Computer) ব্যবহার করা হয়। পূর্ব থেকে ধারণকৃত প্রোগ্রামের নির্দেশ অনুসারেই রোবটের বিভিন্ন অংশ কাজ করে থাকে। Prostheses, Exoskeletons, Telecheries, Locomotive mechanism ইত্যাদি রোবটের মতো যন্ত্র।

রোবটিক্স (Robotics) ঃ রোবটিক্স হলো রোবটের ডিজাইন, প্রয়োগ ও ব্যবহারের ক্ষেত্রে মানুষের কলাকৌশল এবং জ্ঞানের ভাণ্ডার বিশেষ। শুধুমাত্র একটি রোবটের সমন্বয় নয় বরং নির্ধারিত কার্যসম্পাদনের জন্য বিভিন্ন ডিভাইসের সমন্বয়ে রোবটিক্স সিস্টেম গঠিত। উৎপাদন কাজে, পানির নিচে বা মহাকাশে প্রয়োগের জন্য বিভিন্নভাবে রোবটিক্স সিস্টেম ডিজাইন ও প্রোগ্রামিং করা হয়। মেকানিক্যাল, ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্স ইঞ্জিনিয়ারিং, কম্পিউটার সায়েন্স ও জীববিদ্যাসহ বহু ডিসিপ্লিনের আন্তঃবিভাগীয় (Inter-disciplinary) বিষয় নিয়ে রোবটিক্স সিস্টেম গঠিত হয়।

প্রোগ্রাম লোকেশন (Program location) ঃ কোনো নির্দিষ্ট কাজ সম্পাদনের জন্য রোবট যে পথ (Path) অনুসরণ করে, তাকে রোবট প্রোগ্রাম লোকেশন বলে। এ লোকেশনসমূহের যে-কোনো একটি বিন্দুতে স্থির হয়ে রোবট নির্দিষ্ট কাজ করে। প্রোগ্রাম লোকেশনসমূহকে রোবটের মেমোরিতে ধারণ (Store) করে রাখা হয় এবং ধারাবাহিক অপারেশনের সময় পুনরায় ডাকা (Recall) করা হয়। কাজের ধরনের পরিবর্তন অনুসারে প্রোগ্রাম লোকেশনসমূহও পরিবর্তিত হয়।

টুলিং (Tooling) ঃ রোবট ম্যানিপুলেটরের শেষ লিংক এবং টুল বা অ্যান্ড অ্যাফেক্টরের মধ্যে ইন্টারফেসিং (Interfacing) করার পদ্ধতিকে, টুলিং বা টুল মাউন্টিং (Tool mounting) বলে।

গ্রিপার (Grippers) ঃ গ্রিপার একটি নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেম ডিভাইস, যাকে নির্দিষ্ট শক্তির মাধ্যমে সার্ভো কন্ট্রোল ইউনিটকে খোলা (Open) বা বন্ধ (Close) করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

ওয়ার্ক সেল (Work cell) ঃ নির্দিষ্ট কার্যসম্পাদনের জন্য রোবট কর্তৃক প্রয়োজনীয় স্বয়ংক্রিয় (Automatic) যন্ত্রপাতিসমূহ সংযোগ করার পদ্ধতিকে, ওয়ার্ক সেল বলে। ওয়ার্ক সেলে রোবট ছাড়াও কিছু অতিরিক্ত স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস (Automatic devices) যেমন ঃ কনভেয়র (Conveyor) এবং নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র (Control devices) যেমন– কম্পিউটার বা প্রোগ্রামেবল কন্ট্রোলার বা অন্যান্য ডিভাইস (যেমন– মেশিন টুল) ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে।

৬.২ রোবটের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর (Mention the types of robot) ঃ

➢ প্রথমত Robot-কে বিষয়ের ভিত্তিতে ভাগ করা হয়েছে। যথা ঃ

(ক) মেকানিক্যাল স্ট্রাকচার ডিভাইসে ব্যবহৃত কো-অর্ডিনেট সিস্টেমের ভিত্তিতে।

(খ) Robotics axes controlling-এর ভিত্তিতে।

➢ Coordinate system অনুযায়ী রোবট তিন প্রকার। যথা ঃ

(ক) সিলিন্ডার আকৃতির (Cylinder) coordinate robot.

উদাহরণ ঃ Prab, Versatran, Antoplace, Seiko.

(খ) গোলাকৃতি (Spherical) coordinate robot.

উদাহরণ ঃ Unimation, United States.

(গ) সংযুক্ত বাহু (Jointed arm) robot.

➢ Jointed arm (সংযুক্ত বাহু) robot আবার তিন প্রকার। যথা ঃ

(ক) Pure spherical

উদাহরণ ঃ ASEA, GCA, Niko

(খ) Paralleogram jointed

উদাহরণ ঃ Hitachi, Toshiba

(গ) Jointed cylinderical

উদাহরণ ঃ GCA, United States, Reis

➢ Cartesian coordinate Robot আবার দুই প্রকার। যথা ঃ

(ক) Contilevered cartesian

(খ) Gantry-style cartesian.

➢ Axes নিয়ন্ত্রণ (Control method) অনুসারে রোবটকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা ঃ

(ক) Non servo controlled robot এবং

(খ) Servo controlled robot

➢ Servo নিয়ন্ত্রিত রোবটকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা ঃ

(ক) Point-to-point controlled robot

(খ) Continuous path controlled robot.

➢ এছাড়াও নিম্নলিখিতভাবে Robot-কে ভাগ করা যায়। যথা ঃ

১। Japanese Industrial Robot Association (JIRA)-এর মতে, রোবটের শ্রেণিবিন্যাস নিম্নরূপ ঃ

(ক) **Class-1 (Manual handling devices)** ঃ এ ধরনের ডিভাইসসমূহ Multiple degrees of freedom সম্পন্ন, যা কোনো অপারেটর কর্তৃক পরিচালিত হয়।

(খ) **Class-2 (Fixed sequence robot)** ঃ এ ধরনের রোবট অপরিবর্তনীয় পদ্ধতিতে পূর্বনির্ধারিত একাধিক ধাপবিশিষ্ট কাজকে পর্যায়ক্রমে সম্পাদন করে। এদের কার্যপদ্ধতিকে পরিবর্তন করা অনেক জটিল।

(গ) **Class-3 (Vaviable sequence robot)** ঃ এ ধরনের রোবটের কার্যপদ্ধতি একাধিক ধাপবিশিষ্ট, তবে এদের কার্যপদ্ধতি খুব সহজেই পরিবর্তন করা যায়।

(ঘ) **Class-4 (Playback robot)** ঃ এ ধরনের রোবটে একজন অপারেটর কর্তৃক ম্যানুয়্যালি অপারেটর হয় এবং পরবর্তী প্লে-ব্যাকের জন্য গতিকে রেকর্ড করে।

(ঙ) **Class-5 (Numerical control robot)** ঃ এ ধরনের রোবট একটি পরিবর্তনশীল প্রোগ্রামের মাধ্যমে কাজ করে।

(চ) **Class-6 (Intelligent robot)** ঃ এ ধরনের রোবট যে কোনো পরিবেশে কার্যসম্পাদন করতে সক্ষম।

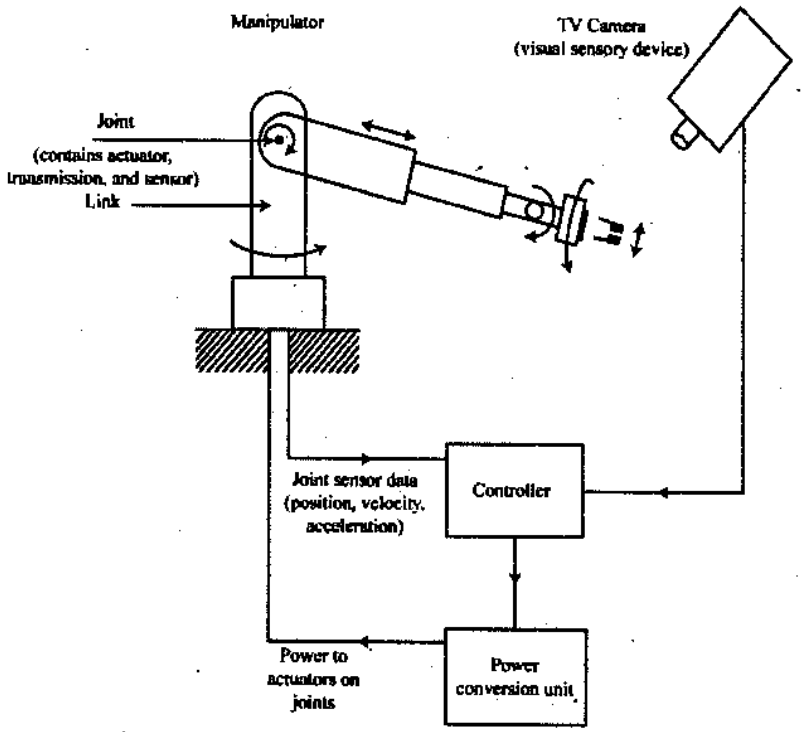
এ ছাড়াও রোবটকে আরও বিভিন্নভাবে ভাগ করা যায়।

৬.৩ রোবটের মৌলিক উপাদানসমূহ (Basic components of robot) ঃ

রোবটের মৌলিক উপাদানসমূহ (Basic components of robot) ঃ রোবটের মৌলিক উপাদানসমূহ হলো ঃ

১। ম্যানিপুলেটর (Manipulator) বা বাহু
২। এন্ড এফেক্টর (End effector)
৩। অ্যাকচুয়েটর (Actuator)
৪। সেন্সরি ডিভাইস (Sensory device)
৫। কন্ট্রোলার (Controller)
৬। পাওয়ার কনভার্শন ইউনিট (Power conversion unit)
৭। প্রসেসর (Processor)
৮। সফটওয়্যার (Software)

নিম্নের ৬.১ নং চিত্রে রোবটের কম্পোন্যান্টসমূহ দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৬.১ রোবট সিস্টেমের কম্পোন্যান্টসমূহ

১। **ম্যানিপুলেটর (Manipulator) ঃ** ম্যানিপুলেটর হলো রোবটের প্রধান বডি যার সাথে লিংক, পিয়ার, জয়েন্ট এবং অন্যান্য উপাদানসমূহ সংযুক্ত থাকে। ম্যানিপুলেটরটি বিভিন্ন দিকে ঘুরে নির্দেশিত কাজ সম্পন্ন করে।

২। **এন্ড এফেক্টর (End effector) ঃ** ম্যানিপুলেটরের সর্বশেষ জয়েন্টের সাথে অন্যান্য মেশিনসমূহকে সংযুক্ত করাই হচ্ছে এন্ড এফেক্টর এর কাজ করে।

৩। **অ্যাকচুয়েটর (Actuator) ঃ** অ্যাকচুয়েটর ম্যানিপুলেটরের পেশি (Muscles) হিসেবে কাজ করে। কন্ট্রোলারের মাধ্যমে এর কাজকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

৪। **সেন্সরি ডিভাইস (Sensory device) ঃ** ম্যানিপুলেটরের বিভিন্ন অভ্যন্তরীণ অবস্থা (Condition) সম্পর্কে কন্ট্রোলারকে অবহিত (Inform) করা অথবা বাইরের পরিবেশের সাথে সমন্বয় সাধন করাই হচ্ছে সেন্সরি ডিভাইসের কাজ। জয়েন্টের বিভিন্ন অবস্থা যেমন– পজিশন, ভ্যালুসিটি বা ত্বরণ ইত্যাদি সম্পর্কে জানা ম্যানিপুলেটরকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য একান্ত প্রয়োজন। আর এ অবস্থাসমূহের তথ্য জানার জন্যই বিভিন্ন প্রকার সেন্সরি ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, যা অ্যাকচুয়েটর শ্যাফটের সাথে সংযুক্ত থাকে।

৫। **কন্ট্রোলার (Controller) ঃ** রোবটের কন্ট্রোলার হলো মানবদেহের লঘু মস্তিষ্ক (Cerebellum) এর মতো, যা যাবতীয় নিয়ন্ত্রণ কাজ সম্পন্ন করে। কম্পিউটার থেকে ডাটা গ্রহণ করে অ্যাকচুয়েটরের গতিকে নিয়ন্ত্রণ করা এবং সেন্সর হতে ফিডব্যাককৃত তথ্যের সাথে অ্যাকচুয়েটরের গতিকে সমন্বয় করাই হচ্ছে কন্ট্রোলারের কাজ। ম্যানিপুলেটরের সঠিক পথ, গতি ও অবস্থান নির্ধারণের জন্য প্রয়োজনীয় গাণিতিক কার্যাবলিও কন্ট্রোলার করে থাকে।

৬। **পাওয়ার কনভার্শন ইউনিট (Power conversion unit) ঃ** Power conversion unit, sequencer (সিকোয়েন্সার) থেকে প্রয়োজনীয় সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং উক্ত সিগন্যালকে কাঙ্ক্ষিত Power level-এ বর্ধিত করে ম্যানিপুলেটর এবং অ্যাকচুয়েটরে সরবরাহ করে থাকে।

৭। **প্রসেসর (Processor) ঃ** রোবটের ব্রেইন হলো প্রসেসর। এটি রোবট জয়েন্টের গতি নির্ণয় করে। জয়েন্টগুলো কত সময় ধরে ও কত গতিতে ঘুরবে তাও নির্ধারণ করে। নির্দিষ্ট অপারেটিং সিস্টেম, পেরিফেরাল ডিভাইস, সফটওয়্যার ইত্যাদি ব্যবহার করে প্রসেসরটি একটি নির্দিষ্ট কাজকে পরিচালনা করে।

৮। **সফটওয়্যার (Software) ঃ** রোবট সিস্টেমে তিন ধরনের সফটওয়্যার ব্যবহৃত হয়। যথা ঃ

১। অপারেটিং সিস্টেম, যা কম্পিউটারকে অপারেট করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

২। রোবটিক সফটওয়্যার, যা কাইনেমেটিক সমীকরণ (Kinematic equation) অনুযায়ী রোবটের প্রতিটি জয়েন্টের প্রয়োজনীয় গতিবেগ নির্ণয় করে তথ্য কন্ট্রোলারে প্রেরণ করে।

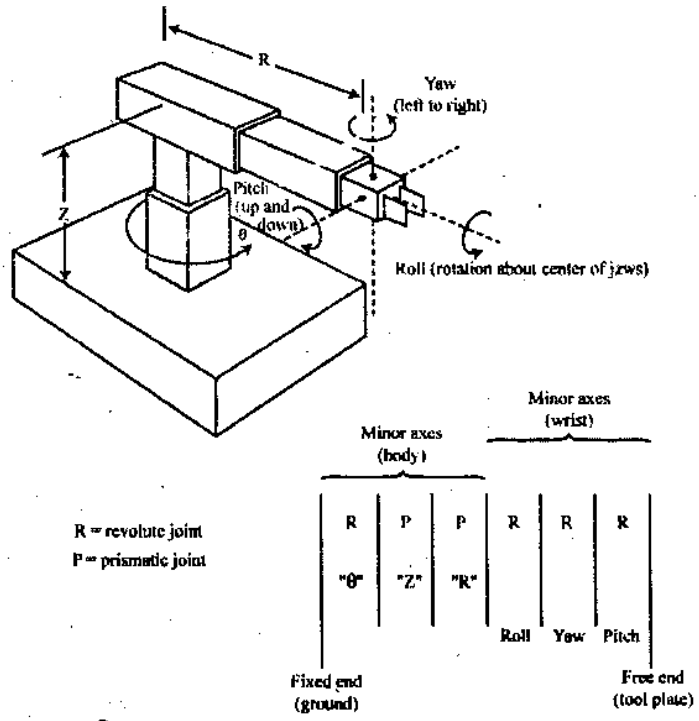
৩। রুটিন ও অ্যাপ্লিকেশন সফটওয়্যারের সমন্বয়, যা রোবটের পেরিফেরাল ডিভাইসে ব্যবহার করার জন্য তৈরি করা হয়।

৬.৪ রোবট জয়েন্টসমূহের আলোচনা (Discuss robot joints) ঃ

রোবট জয়েন্টসমূহ (Robot joints) ঃ রোবটে ব্যবহৃত জয়েন্টগুলো হচ্ছে– (ক) রৈখিক (Linear) জয়েন্ট, (খ) ঘূর্ণায়মান (Rotating) জয়েন্ট, (গ) স্লাইডিং (Sliding) জয়েন্ট অথবা গোলাকৃতি (Spherical) জয়েন্ট ইত্যাদি।

বিভিন্ন প্রকার জয়েন্টের বর্ণনা ঃ গোলাকৃতি জয়েন্ট গবেষণায় বেশি ব্যবহৃত হয়। তবে বিভিন্ন ধরনের কাজে এটি অবদান রাখে বলে এ ধরনের জয়েন্টকে নিয়ন্ত্রণ করা জটিল। এজন্য গবেষণা ব্যতীত রোবটিক্সে এ ধরনের জয়েন্ট খুব কম ব্যবহৃত হয়। অধিকাংশ রোবটে লিনিয়ার অথবা রোটারি জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

নিম্নের চিত্রে Cylindrical coordinate robot joint দেখানো হয়েছে।

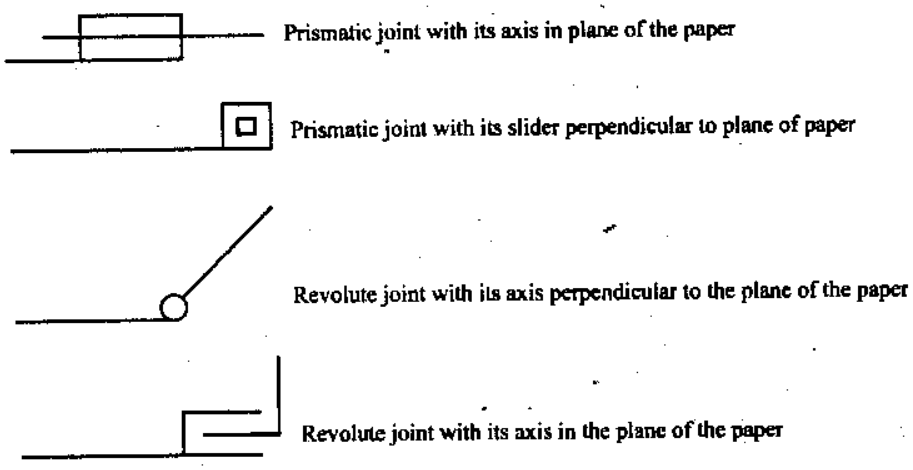


চিত্র ঃ ৬.২ Joint classification of a cylindrical coordinate robot

প্রিজমেটিক জয়েন্টগুলো হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক (Pnumatic) সিলিন্ডার অথবা লিনিয়ার ইলেকট্রিক টাইপের হয়ে থাকে। এসব জয়েন্টগুলো একই রকম জয়েন্ট কনফিগারেশনে ব্যবহার করা হয়।

রেভোলিউট (Revolute) জয়েন্টগুলো রোটারি টাইপের হয়। যদিও হাইড্রলিক এবং নিউমেটিক রোটারি জয়েন্টগুলো রিভোলিটি জয়েন্টে কমন (Common) তথাপি অধিকাংশ রোটারি জয়েন্টগুলোকে স্টেপার মোটর অথবা সার্ভোমোটর দিয়ে পরিচালনা করা হয়।

নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন প্রকার Prismatic এবং Revolute জয়েন্ট দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৬.৩ বিভিন্ন প্রকার Prismatic এবং Revolute জয়েন্ট

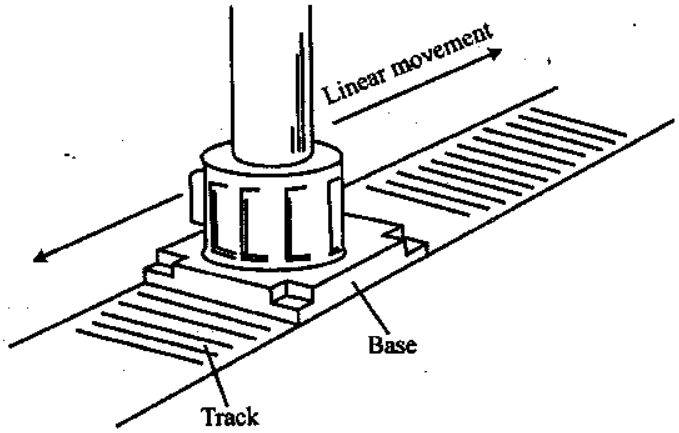
৬.৫ বেজ কন্ট্রোল রোবট মোশনের বর্ণনা (Describe the base control robot motion) ঃ

রোবট মোশনকে প্রধানত দু'টি ফরমেটে (Format)ও ভাগ করা যায়। যথা ঃ

১। বেজ ট্রাভেল (Base travel) বা কন্ট্রোল (Control)।

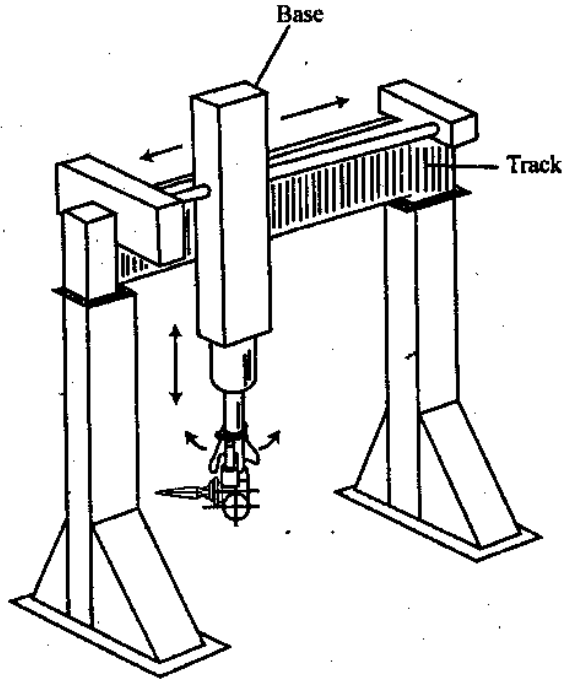
২। এক্সিস (Axes) কন্ট্রোল।

বেজ ট্রাভেল (Base travel) ঃ রোবটের ট্রাভেল বা ভ্রমণ বেজ এর সরণ (Movement)/ঘূর্ণন এর উপর নির্ভরশীল। অধিকাংশ ক্ষেত্রে Robot-এর Base-কে কারখানা (Factory)-এর ফ্লোর (Floor) বা মেঝের সাথে স্থায়ীভাবে স্থাপন করা হয়। আবার Base-কে Rail অথবা Track-এ স্থাপন করে স্থানান্তর করার উপযোগী করা যায়। নিম্নের চিত্রে Track এর উপর Base স্থাপন করে Linear travel দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৬.৪ Robot manipulator base mounts (Track mount for linear travel)

কিছু কিছু কাজের ক্ষেত্রে Base-কে উপরেও স্থাপন করা হয়ে থাকে। এ ধরনের সংযোগকে Gantry mounted robot বলে। নিম্নের চিত্রে Robot এর Over head mount দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৬.৫ Robot manipulator base mounts (overhead mount)

৬.৬ এক্সিস কন্ট্রোল রোবট মেশিন-এর বর্ণনা (Describe the axes control robot motion) ঃ

কোনো কোনো রোবটের ক্ষেত্রে কন্ট্রোলারের এক্সিস থেকে এক স্থির (Constant) ফিডব্যাক সিগন্যাল এর মাধ্যমে রোবটের পজিশন কন্ট্রোল করা হয়। কন্ট্রোলারের এক্সিস থেকে একটি স্থির (Constrant) ফিডব্যাক সিগন্যাল এর মাধ্যমে যে সব রোবটের পজিশন (অবস্থান) কন্ট্রোল করা হয়, তাদেরকে এক্সিস কন্ট্রোল রোবট বলে। সার্ভো সিস্টেমের মাধ্যমে স্থির (Constant) ফিডব্যাক সিগন্যাল সরবরাহ করা হয়ে থাকে। সার্ভো সিস্টেমের কাজই হলো রোবটের এক্সিসকে কন্ট্রোল করা। সার্ভো সিস্টেমটি একটি কমান্ড পালসের মাধ্যমে মোটরকে ঘুরায় এবং একটি ফিডব্যাক ডিভাইসের মাধ্যমে মোটরের পজিশনাল Valve বা Data-কে ইলেকট্রিক সিগন্যালে রূপান্তর করে কন্ট্রোলারে পাঠায়। যখন ফিডব্যাক পালস এবং কমান্ড পালস একই রকম হয় তখন সার্ভো সিস্টেমটি পজিশনে থাকে।

এক্সিস কন্ট্রোল অনুসারে শিল্পকারখানায় ব্যবহৃত রোবটকে দুটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা ঃ

১। নন-সার্ভো কন্ট্রোল রোবট (Non-servo controlled robot)

২। সার্ভো কন্ট্রোল রোবট (Servo controlled robot)

৬.৬.১ নন-সার্ভো কন্ট্রোল (Non-servo control) ঃ

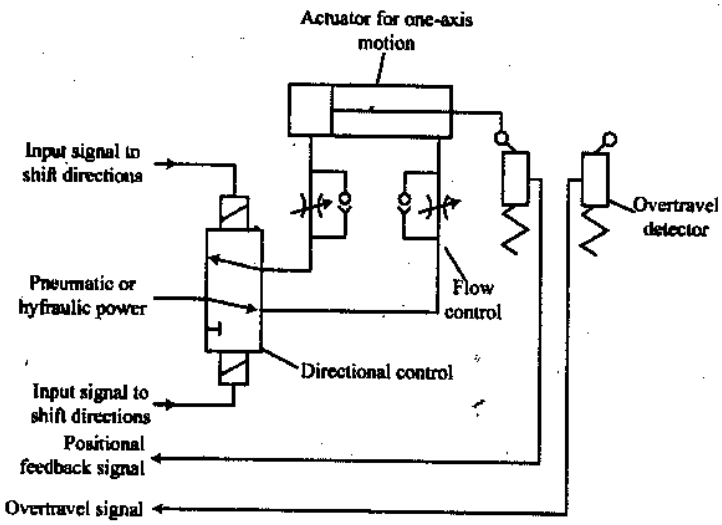
নন-সার্ভো কন্ট্রোল রোবটকে 'Bang-Bang" রোবট বলা হয়। এ ধরনের রোবটের এক্সিসের ঘূর্ণনকে একটি শক্তিশালী যান্ত্রিক স্টপ (Hard mechanical stop) এর মাধ্যমে থামানো হয়, যা রোবটের ট্রাভেল (ভ্রমণ) পথে স্থাপন করা হয়। কোনো নতুন ট্রাভেল এক্সিস ব্যবহার করলে Hard stop-কে পরিবর্তন করতে হয়। এ ধরনের রোবটের তিন ধরনের ডিগ্রিস অব ফ্রিডম (Degrees of freedom) অর্থাৎ স্বাধীনভাবে ঘুরানোর ব্যবস্থা আছে। যথা ঃ

(ক) Up/Down

(খ) In/Out and

(গ) Left/Right

নিম্নের চিত্রে নন-সার্ভো কন্ট্রোল সিস্টেম দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ৬.৬ নন-সার্ভো কন্ট্রোল রোবটিক সিস্টেম

৬.৬.২ সার্ভো কন্ট্রোল (Servo Control) ঃ

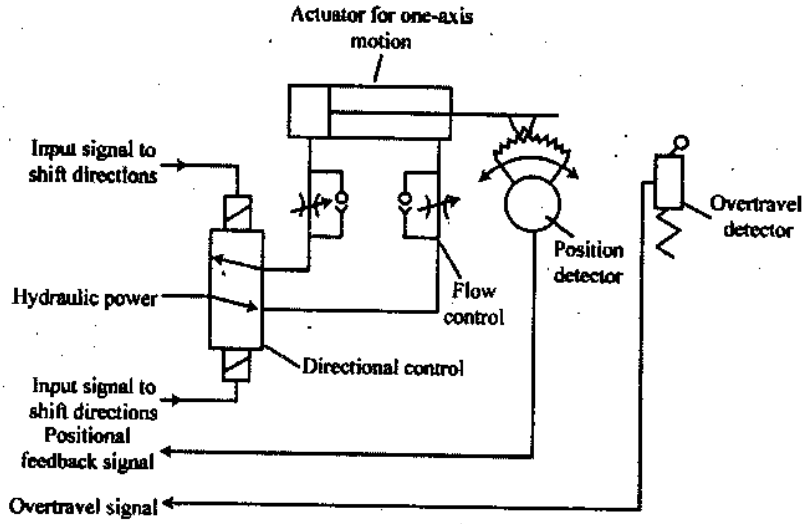
রোবট মেকানিজমকে যখন কন্ট্রোলারের ইলেকট্রনিক সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করে পরিচালনা করা হয়, তখন ঐ রোবটটিকে সার্ভো কন্ট্রোল রোবট বলে। সার্ভো কন্ট্রোল রোবট আবার দু'প্রকার। যথা ঃ

(ক) কন্টিনিউয়াস পথ পদ্ধতি (Continuous path system) এবং

(খ) পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট সিস্টেম (Point-to-point system)।

কন্টিনিউয়াস পথ সিস্টেমে রোবট এক্সিসের ঘূর্ণন এর মাধ্যমে একটি বাঁকা বা বক্র পথের পরিষ্কার ছবি (Trace) তৈরি হয়। এক্ষেত্রে রোবট কন্ট্রোলারে অনেক বেশি মেমোরি স্টোওরেজ করার ব্যবস্থা থাকে। রোবট ওয়েল্ডিং, স্প্রে-পেইন্টিং এবং অ্যাসেম্বলি ইত্যাদি কাজে এই রোবট ব্যবহৃত হয়। আর পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট সিস্টেমে এক্সিসের ঘূর্ণন একটি প্রারম্ভিক বিন্দু (Starting point) এবং একটি পূর্ব নির্ধারিত প্রোগ্রামের শেষ বিন্দু (End point) পর্যন্ত বিস্তৃত হয়। সার্ভো কন্ট্রোল রোবটের সবগুলো এক্সিসই একই সাথে শেষ বিন্দুতে পৌঁছায়। মেশিন লোডিং ও আনলোডিং এর ক্ষেত্রে এ ধরনের রোবট ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের রোবটের ঘূর্ণন ঝুঁকিপূর্ণ (Jerky) হয়।

সার্ভো কন্ট্রোল রোবটের চিত্র নিম্নে দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৬.৭ সার্ভো Control robotic system

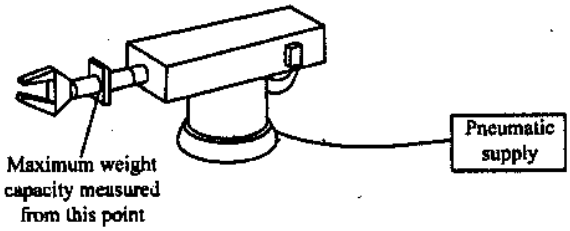
৬.৭ লো, মিডিয়াম এবং হাই টেকনোলজি এর Robot এর মধ্যে পার্থক্য (Differentiate low, medium & high technology robots) ঃ

লো টেকনোলজি কন্ট্রোলারের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of low technology controllers) ঃ লো টেকনোলজি কন্ট্রোলার এ Reprogrammed করার ব্যবস্থা থাকে। রোবটিক্স সিস্টেমের একটি বড় বৈশিষ্ট্য হলো Reprogrammed করার ক্ষমতা। লো টেকনোলজি Controller এর Movement-কে ক্যাম টাইমিং সিগন্যাল (Cam timing signal) দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। ফলে পরবর্তী কাজের জন্য বিভিন্ন লোকেশনে অবস্থিত Cam-এর Movement (ঘূর্ণন) এর উপর নির্ভর করে Controller-কে Reprogrammed করতে হয়। এক্ষেত্রে Plant programmer reprogramme এর কাজটি করে থাকে। এ Reprogramming process খুব জটিল এবং দীর্ঘ সময় সাপেক্ষ হওয়ায় বাস্তবে Low technology controller-এ Reporgrammed করা হয় না।

এই কন্ট্রোলারের প্রধান দু'টি অসুবিধা হচ্ছে–

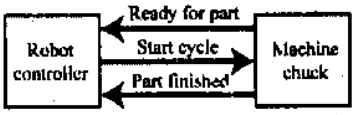
১। কোনো Internal memory নেই, যা Data store (সংরক্ষণ) করতে পারে।

২। Electronic signal produce করা এবং Axis movement control করার মতো, এখানে কোনো Microprocessor base system নেই।

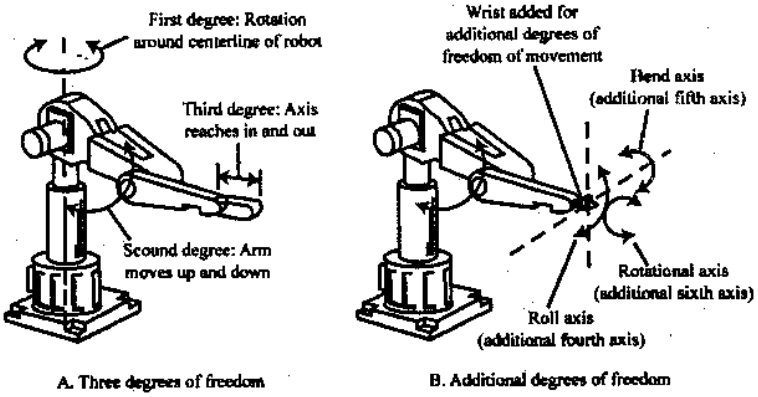


চিত্র ঃ ৬.৮ লো টেকনোলজি রোবট

মিডিয়াম টেকনোলজি কন্ট্রোলারের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of medium technology controllers) ঃ দুই অথবা চার (Two or four) এক্সিস মুভমেন্টের জন্য Medium technology controller ব্যবহার করা হয়। মিডিয়াম টেকনোলজি কন্ট্রোলারগুলো মাইক্রোপ্রসেসর বেসড হয় এবং Memory থাকে। মাইক্রোপ্রসেসর হতে প্রদত্ত ইন্সট্রাকশন এর মাধ্যমে বিভিন্ন এক্সিসের Movement পরিচালনা করা হয়। এই টেকনোলজির কন্ট্রোলারে পেরিফেরাল ডিভাইসের সাথে কমিউনিকেশনের জন্য নির্দিষ্ট ইনপুট/আউটপুট ব্যবহৃত হয়। মনে করি, একটি রোবট মেশিন লোডিং এবং আনলোডিং এর কাজ করছে। যখন মেশিন টুলের চাক একটি কাজ করার জন্য প্রস্তুত হয় তখন এটি রোবট কন্ট্রোলারের কাছে Signal পাঠায় এবং কন্ট্রোলার কাজ (Job) তৈরি করে। চাকের জন্য মেশিন সাইকেল সমাপ্ত হওয়ার সাথে সাথে মেশিন টুল রোবট কন্ট্রোলারের কাছে সিগন্যাল পাঠিয়ে চাক হতে Job-কে Pick up করতে বলে। নিম্নের চিত্রের মাধ্যমে মিডিয়াম টেকনোলজি কন্ট্রোলার দেখানো হয়েছে–



চিত্র ঃ ৬.৯ মিডিয়াম টেকনোলজি কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ৬.১০ মিডিয়াম টেকনোলজির রোবট

হাই টেকনোলজি কন্ট্রোলারের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of high technology controllers) ঃ হাই টেকনোলজি কন্ট্রোলারের মেমোরি ক্যাপাসিটি বেশি হয়। এছাড়া একটি মাইক্রোপ্রসেসর, একটি কো-মাইক্রোপ্রসেসর, ম্যানিপুলেটর মুভমেন্টের জন্য সারভো কন্ট্রোল সিস্টেম এবং ৩২ বিট ইনপুট/আউটপুট সিগন্যাল ব্যবহার করা হয়। ৫টি প্রধান সেকশন নিয়ে হাই টেকনোলজির কন্ট্রোলার গঠিত। যথা ঃ

১। পাওয়ার সাপ্লাই (Power supply) সেকশন।

২। ইন্টারফেস (Interface) সেকশন।

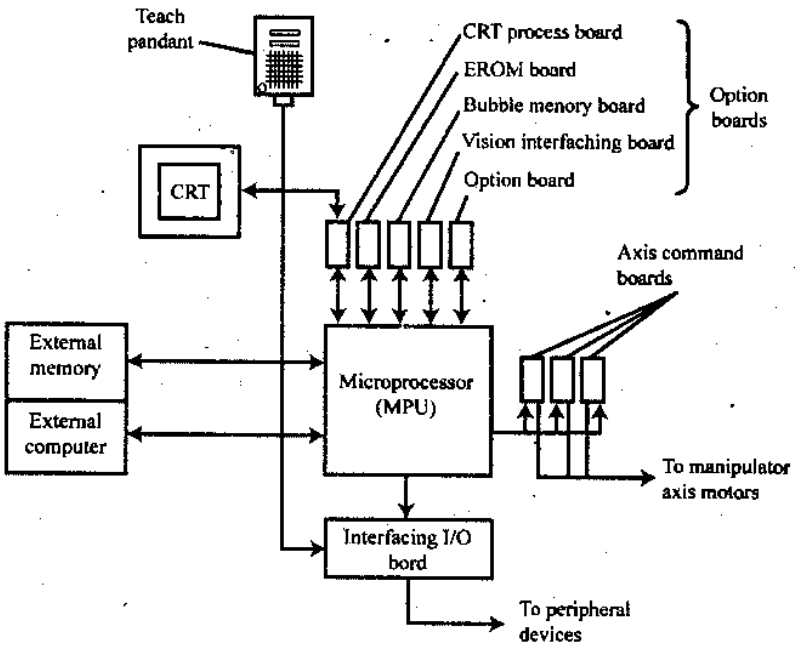
৩। এক্সিস ড্রাইভ বোর্ড (Axis drive board) সেকশন।

৪। অপশন বোর্ড (Option board) সেকশন।

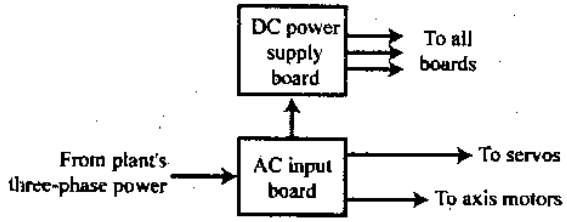
৫। মাইক্রোপ্রসেসর (Microprocessor) সেকশন।

পাওয়ার সাপ্লাই সেকশনের কাজ হলো AC ভোল্টেজকে নির্দিষ্ট মানের DC ভোল্টেজে পরিণত করা। ইন্টারফেস সেকশনের মাধ্যমে End effector এর সাথে অন্যান্য পেরিফেরাল ডিভাইসের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করা হয়। এক্সিস ড্রাইভ বোর্ডের মাধ্যমে এক্সিস ড্রাইভ সিস্টেমকে কন্ট্রোল করা হয়। অপশন বোর্ড সেকশনের মাধ্যমে অতিরিক্ত মেমোরি স্পেস সরবরাহ করা হয়। এছাড়া অপশন ব্লক কন্ট্রোলারকে আলাদা ইন্টারফেসিং এ সহযোগিতা করে।

নিচের চিত্রে একটি হাই টেকনোলজির রোবটের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো ঃ



A. Supportive components



B. Power supply board

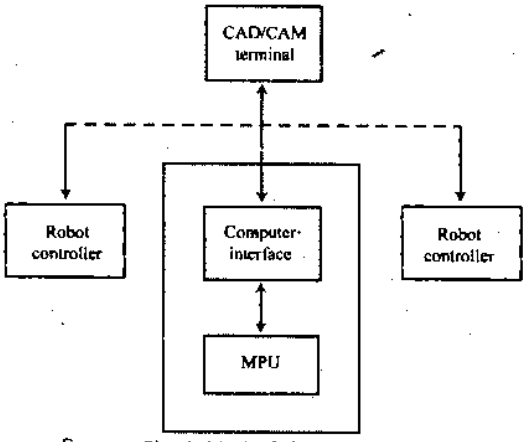
চিত্র ঃ ৬.১১ Block diagram of high technology robot

কন্ট্রোলারের প্রধান সেকশন হলো মাইক্রোপ্রসেসর, যা যাবতীয় গাণিতিক ও যৌক্তিক কার্যাবলি সম্পাদন করে। রোবট অপারেশনের জন্য প্রয়োজনীয় সমস্ত ডাটা এই সেকশনের নির্দেশে প্রেরণ করা হয়। হাই টেকনোলজি কন্ট্রোলারের অনেক কম সময়ে রিপ্রোগ্রাম করার সামর্থ্য আছে। এতে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের প্রোগ্রাম কন্ট্রোল মেমোরিতে থাকে। হাই টেকনোলজি কন্ট্রোলার একই সময় নয় (৯) এক্সিস পর্যন্ত কন্ট্রোল করতে পারে এবং এটি মিডিয়াম টেকনোলজি কন্ট্রোলার থেকে দ্রুত গতিতে কাজ করতে পারে।

হাই টেকনোলজি কন্ট্রোলারে বড় ধরনের স্টোওরেজ ক্যাপাসিটি সম্পন্ন মেমোরি ব্যবহৃত হয়। এখানে মেমোরি বলতে RAM (Random Access Memory) এবং ROM (Read Only Memory)-কে বুঝায়। কন্ট্রোলারের মেমোরি রেঞ্জ (Range) 32K থেকে 64K bytes (বাইট) পর্যন্ত হয়ে থাকে।

হাই টেকনোলজি কন্ট্রোলারের সাথে বিভিন্ন ধরনের পেরিফেরাল ডিভাইস। যেমন– External majentic tape unit, floppy disk, bubble memory ইত্যাদি যুক্ত থাকে।

বর্তমানে High technology controller এর সাথে Automated manufacturing system যুক্ত থাকে। অর্থাৎ CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) যুক্ত থাকে।



চিত্র : ৬.১২ Simple block of high technology robot

লো, মিডিয়াম ও হাই টেকনোলজি রোবটের মধ্যে পার্থক্য (Differentiate between low, medium and high technology Robot) : প্রতিটি টেকনোলজির স্বতন্ত্র বৈশিষ্ট্য আছে। একেক ধরনের রোবট একেক ধরনের কাজে ব্যবহার করা হয়। এদের মধ্যকার পার্থক্য নিম্নরূপ :

ক্র.	বিবেচ্য বিষয়	লো টেকনোলজি	মিডিয়াম টেকনোলজি	হাই টেকনোলজি
১।	কন্ট্রোলার (Controller)	ইলেকট্রনিক্যালি বা এয়ার লজিক কন্ট্রোলার।	মাইক্রোপ্রসেসর বেইজড।	মাইক্রোপ্রসেসর বেইজড।
২।	ড্রাইভ সিস্টেম	ইলেকট্রিক ড্রাইভ।	হাইড্রোলিক বা ইলেকট্রিক।	হাইড্রোলিক বা ইলেকট্রিক।
৩।	অ্যাকিউরেসি (Accuracy)	0.050 থেকে 0.025 মিলিমিটার।	0.2 থেকে 1.3 মিলিমিটার।	0.4 থেকে 1 মিলিমিটার।
৪।	সাইকেল টাইম (Cycle time)	বিভিন্ন অবস্থানে এক্সিসের ঘূর্ণন 5 থেকে 10 সেকেন্ড সময় নেয়।	লম্বদিকে প্রতি সেকেন্ডে 25 থেকে 65 সেন্টিমিটার এবং গোলাকার এক্সিসের ক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ডে 150 সেন্টিমিটার।	লম্বদিকে প্রতি সেকেন্ডে 35 থেকে 75 সেন্টিমিটার এবং গোলাকার এক্সিসের ক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ডে 175 সেন্টিমিটার।
৫।	পে-লোড (Pay- load)	3 থেকে 13.6 কেজি।	68 থেকে 150 কেজি।	68 থেকে 150 কেজি।
৬।	এক্সিস (Axes)	দুই বা চারটি এক্সিস থাকে।	পাঁচ বা ছয়টি এক্সিস থাকে।	ছয় থেকে নয়টি বা কোনো কোনো ক্ষেত্রে ষোলটি এক্সিস থাকে।
৭।	প্রয়োগ ক্ষেত্র	মেশিন লোডিং ও আন লোডিং, মেটেরিয়াল হ্যান্ডলিং, প্রেস অপারেশন, অ্যাসেম্বলি অপারেশন ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত হয়।	মেটেরিয়াল পিকিং ও প্লেসিং এবং মেশিন লোডিং ও আনলোডিং কাজে ব্যবহৃত হয়।	মেটেরিয়াল হ্যান্ডলিং, প্রেস ট্রান্সফারিং, পেইন্টিং, সিলিং, স্পট ও আর্ক ওয়েল্ডিং ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত হয়।

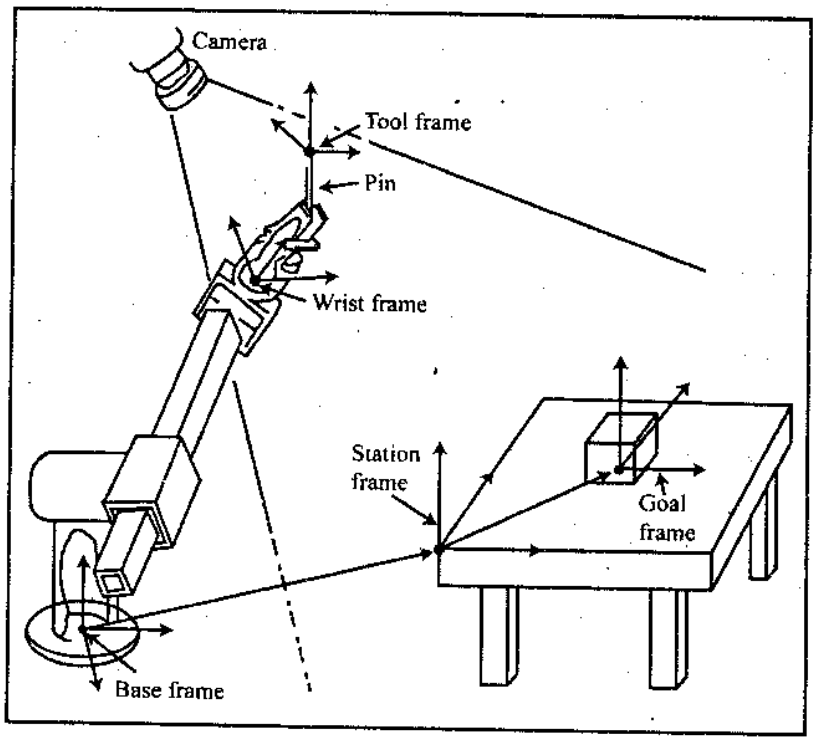
৬.৮ রোবট রেফারেন্স ফ্রেম (Robot reference frames) ঃ

রোবর্টের কাজের বর্ণনা এবং পরিচালনার ক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট বিষয়গুলোকে যাতে সহজে পৃথক করা যায় সেজন্য রোবট এবং তার ওয়ার্কস্পেস এর সাথে সংযুক্ত ফ্রেমগুলোর নির্দিষ্ট নামকরণ করা হয়েছে। রোবট প্রোগ্রামিং এবং কন্ট্রোলিং এর সুবিধার্থে ফ্রেমগুলোকে পাঁচটি ভিন্ন নামে নামকরণ করা হয়েছে এবং এদের মাধ্যমেই রোবটের সকল মোশনকে উপস্থাপন করা যায়।

৬.১৩ নং চিত্রের মাধ্যমে রোবটের Reference frame-গুলো দেখানো হয়েছে–

(ক) **Base Frame (B) :** রোবট ম্যানিপুলেটরের বেসে B (Base) ফ্রেমের অবস্থান। এই Frame-কে frame (0) ও বলা হয়। রোবটের যে অংশটি ঘূর্ণায়মান নয় তা এই ফ্রেমের সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত থাকে, ফলে একে লিংক জিরো ফ্রেমও বলা হয়ে থাকে।

(খ) **Station Frame (S) :** রোবটটি যে টেবিলের উপর কাজ করে সে টেবিলের কোণায় S (Station) ফ্রেমের অবস্থান। সমস্ত কাজ এই ফ্রেমের উপর সম্পন্ন হয় বলে রোবট ব্যবহারকারীরা এই ফ্রেমটিকে Universe frame হিসেবে ব্যবহার করে। একে কখনও কখনও Task frame বা World frame-ও বলা হয়। এ ফ্রেমটিকে সবসময় বেস ফ্রেমের সাপেক্ষে নির্ধারণ করা হয়।



চিত্র ঃ ৬.১৩ রোবট রেফারেন্স ফ্রেম

(গ) **Wrist frame (W) :** ম্যানিপুলেটরটির শেষ লিংক এর সাথে W (Wrist) ফ্রেম যুক্ত থাকে। একে Link frame (N)-ও বলা হয়। লিংক ফ্রেমটির মূল (Base) একটি বিন্দুতে নির্দিষ্ট (Fixed) থাকে, যা বেস ফ্রেমের সাথে সম্পর্কযুক্ত।

(ঘ) **Tool frame (T) :** রোবট যে টুল ব্যবহার করবে সেই টুল যে অংশের সাথে সংযুক্ত থাকে, সেই অংশকে টুল ফ্রেম বলে। অর্থাৎ যখন আর্ম খালি থাকে তখন রোবটের Fingertips-এর মধ্যে টুলটি অবস্থান করে। এ Frame-কে Wrist frame এর সাপেক্ষে নির্ধারণ করা থাকে।

(ঙ) **Goal Frame (G) :** রোবট টুল (Tool)-গুলোকে যেখানে ঘুরায় সেই স্থানটিকে গোল ফ্রেম বলে। এর মাধ্যমে গতির একেবারে শেষ প্রান্তকে বুঝায়। যন্ত্রসমূহ যেখানে স্থাপন হবে সে অবস্থানগুলোকে গোল ফ্রেম হিসেবে চিহ্নিত করা হয়ে থাকে। এই ফ্রেমটি স্টেশন ফ্রেমের সাথে সম্পর্কযুক্ত।

৬.৯ রোবট প্রোগ্রামিং মুডসমূহের বর্ণনা (Robot programming modes) ঃ

রোবট এবং রোবটের কাজের উপর ভিত্তি করে রোবটকে বিভিন্ন মুডে প্রোগ্রাম করা হয়। কয়েকটি কমন মুড সম্পর্কে নিম্নে আলোচনা করা হলো। যেমন–

১। Physical setup
২। Lead Through or Teach mode
৩। Continuous walk or Through mode and
৪। Software mode.

১। **Physical setup :** এ মুডে রোবটের গতি নিয়ন্ত্রণ করার জন্য Open বা চালু এবং বন্ধ (Close) হওয়ার ব্যবস্থা করে থাকে। একজন অপারেটর সুইচগুলোকে সেট আপ করে রোবটকে যখন অন্যান্য ডিভাইস (যেমন– PLC) এর সাথে সংযোগ করে তখন এই মুডে কাজ করে।

২। **Lead through or Teach mode :** এ মুডে রোবটের জয়েন্টগুলো Teach pendent-এর সাথে নাড়াচাড়া (Move) করে। কাঙ্ক্ষিত অবস্থান (Location) এবং অবস্থা (Orientation) অর্জিত হলে লোকেশনটি কন্ট্রোলারকে জানিয়ে দেয়। Play back-এর সময় অর্থাৎ চালু অবস্থায় কন্ট্রোলার জয়েন্টটিকে ঐ লোকেশন এবং অবস্থায় রেখে পরিচালনা করে। Point-to-Point অর্থাৎ যেখানে বিভিন্ন পয়েন্টের মধ্যে জয়েন্ট এর গতি ঠিক থাকে না বা নিয়ন্ত্রণ থাকে না সেখানে রোবট এই মুডে কাজ করে।

৩। **Continuous walk through mode :** এই মুডে কন্ট্রোলার কর্তৃক অবিরতভাবে (Continuously) গতির নমুনা গ্রহণ করে রেকর্ড করে এবং রোবটের সবগুলো জয়েন্ট একসাথে ঘুরে। আবার প্লে ব্যাক এর সময় রেকর্ডকৃত তথ্যকে সঠিকভাবে নির্বাহ (Execute) করে। অপারেটর এর মাধ্যমে গতি জানা যায়। এখানে অপারেটর হিসেবে একটি End effector এর বাহ্যিক স্থানান্তর এর মাধ্যমে রোবট বাহুর অবস্থান এবং উক্ত বাহুর ওয়ার্কস্পেসে মুভিংকে ব্যবহার করা হয়। পেইন্টিং (Painting) রোবট এই মুড পরিচালিত হয়ে থাকে।

৪। **Software mode :** একটি লিখিত অফ-লাইন অথবা অন-লাইন প্রোগ্রাম-এর মাধ্যমে গতিকে নিয়ন্ত্রণ করতে কন্ট্রোলার এর মাধ্যমে উক্ত প্রোগ্রাম নির্বাহ (Execute) করা হয়। এটি খুবই জটিল এবং বহু কাজের জন্য উপযোগী একটি মুড এবং এতে Sensory, information, conditional statements (যেমন– If-then statement এবং Branching feature বা technique) ইত্যাদি অন্তর্ভুক্ত থাকে। অধিকাংশ ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটকে একাধিক মুডে প্রোগ্রাম করা হয়ে থাকে। তাই রোবটের যে-কোনো প্রোগ্রাম নির্বাহের (Execution) পূর্বে অপারেটিং সিস্টেম সম্পর্কে জ্ঞান থাকা প্রয়োজন।

অনুশীলনী-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **রোবটের মতো কয়েকটি ডিভাইসের নাম লেখ।**

উত্তর ঃ রোবটের মতো ডিভাইসসমূহ হলো ঃ Prostheses, Exoskeletons, Telecheries, Locomotive Mechanism ইত্যাদি।

২। **টুলিং কাকে বলে?**

উত্তর ঃ রোবট ম্যানিপুলেটরের শেষ লিংক এবং টুল বা এন্ড এফেক্টরের মধ্যে ইন্টারফেসিং (Interfacing) করার পদ্ধতিতে টুলিং বা টুল মাউন্টিং (Tool mounting) বলে।

৩। **গ্রিপার কাকে বলে?**

উত্তর ঃ গ্রিপার একটি সাধারণ নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেম ডিভাইস, যাকে নির্দিষ্ট শক্তির মাধ্যমে সার্ভো কন্ট্রোল ইউনিটকে খোলা (Open) ও বন্ধ (Close) করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

৪। **ওয়ার্ক সেল বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ এক বা একাধিক নির্দিষ্ট কার্যসম্পাদনের জন্য রোবট কর্তৃক প্রয়োজনীয় স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রপাতিসমূহ সংযোগ করার পদ্ধতিকে ওয়ার্ক সেল (Work cell) বলে।

৫। **রোবট ম্যানিপুলেটর কাকে বলে?** [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর ঃ রোবটের প্রধান বডি হল ম্যানিপুলেটর, যার সাথে লিংক, গিয়ার, জয়েন্ট এবং অন্যান্য গাঠনিক উপাদানসমূহ সংযুক্ত থাকে। ম্যানিপুলেটরটি বিভিন্ন দিকে ঘুরে নির্দেশিত কাজ সম্পন্ন করে।

৬। **এন্ড ইফেক্টর (End effector) কাকে বলে?** [বাকাশিবো- ২০১২]

উত্তর ঃ ম্যানিপুলেটরের সর্বশেষ জয়েন্টের সাথে অন্যান্য মেশিনসমূহকে সংযুক্ত করার জন্য যে ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে এন্ড ইফেক্টর বলে।

৭। **রোবট ফ্রেম (Frame) কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮]
অথবা, Robot-এর Reference frame-গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ রোবট ফ্রেম প্রধানত পাঁচ প্রকার। যথা ঃ

১। Base frame ২। Station frame
৩। Wrist frame ৪। Tool frame
৫। Goal frame

৮। **রোবট প্রোগ্রামিং মুড কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো- ২০১২, ১৫]

উত্তর ঃ রোবট প্রোগ্রামিং মুড চার প্রকার। যথা ঃ

(i) Physical setup
(ii) Lead through or Teach mode
(iii) Continuous walk through mode and
(iv) Software mode.

৯। **রোবট মোশন কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ রোবট মোশন প্রধানত দুই প্রকার। যথা ঃ

১। বেস ট্রাভেল (Base travel)
২। এক্সিস কন্ট্রোল (Axes control)

১০। **এক্সিস বিবেচনায় রোবট কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ এক্সিস বিবেচনায় রোবট দুই প্রকার। যথা ঃ

১। নন-সার্ভো কন্ট্রোল রোবট (Non-Servo controlled robot) এবং
২। সার্ভো কন্ট্রোল রোবট (Servo controlled robot)।

১১। **Robot শব্দের অর্থ কী?**

উত্তর ঃ Robot কথাটি Czech দেশীয় শব্দ "Robota" থেকে এসেছে, যার শাব্দিক অর্থ হলো "Forced Laborer" বা "Slave Laborer"।

১২। **রোবট কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, রোবট কী? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১২]

উত্তর ঃ মানুষের অনুকরণে কাজ করতে সক্ষম এরূপ স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র বা ডিভাইসকে রোবট বলে।

১৩। **রোবট Component গুলোর নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৭]
অথবা, একটি পূর্ণাঙ্গ রোবট-এর বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ
১। ম্যানিপুলেটর (Manipulator) বা বাহু
২। এন্ড ইফেক্টর (End effector)
৩। অ্যাকচুয়েটর (Actuator)
৪। সেন্সরি ডিভাইস (Sensory device)
৫। কন্ট্রোলার (Controller)
৬। পাওয়ার কনভার্শন ইউনিট (Power conversion unit)
৭। প্রসেসর (Processor)
৮। সফটওয়্যার (Software)

১৪। CAM CAD কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১১, ১২, ১৫]

উত্তর ঃ CAM CAD-এর পূর্ণ অর্থ হলো Computer aided manufacturing ও CAD এর পূর্ণ অর্থ হলো Computer Aided Design.

১৫। রোবট ফ্রেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ রোবটের কাজের বর্ণনা এবং পরিচালনার ক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট বিষয়গুলোকে যাতে সহজে পৃথক করা যায় সেজন্য রোবট এবং তার ওয়ার্কস্পেসকে কয়েকটি কাঠামোতে বিভক্ত করা হয়েছে। এই কাঠামোগুলোকে ফ্রেম বলা হয়।

১৬। প্লে-বেক রোবট কী? [বাকাশিবো-২০০৫]

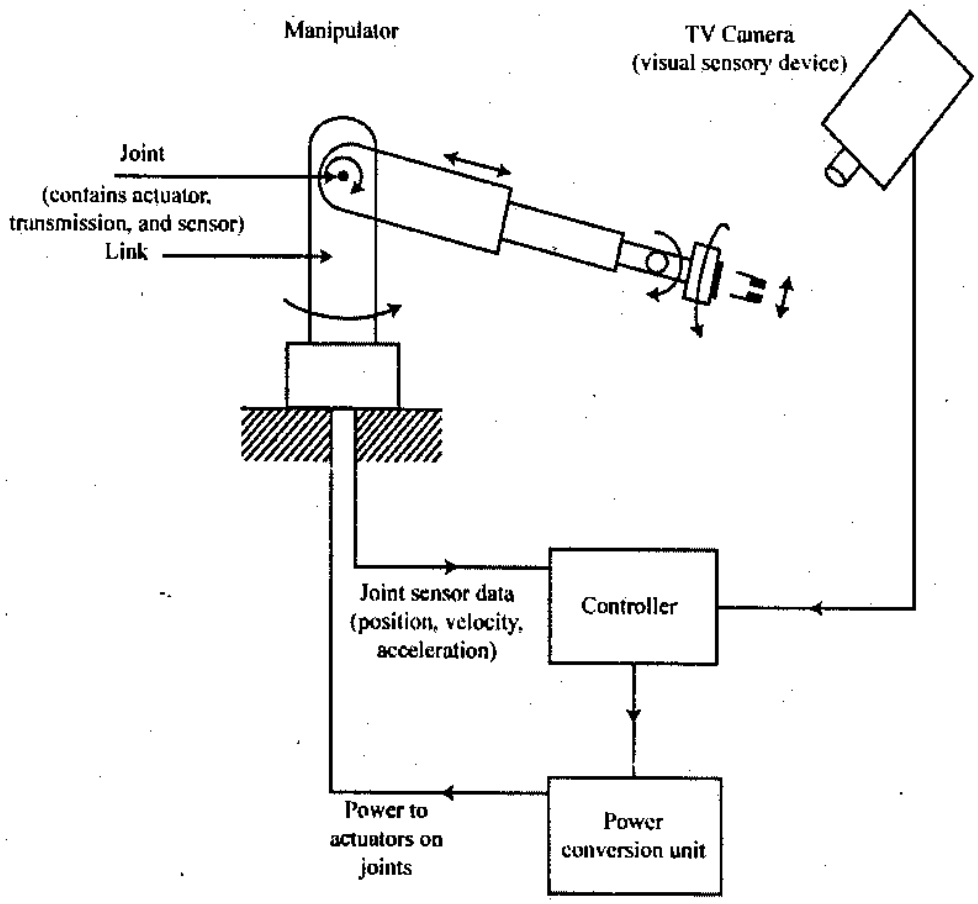
উত্তর ঃ যখন একটি রোবটিক সিস্টেমকে অপারেটর কর্তৃক একটি নির্দিষ্ট সিকোয়েন্সে (ক্রমে) কাজ করার জন্য আদেশ করা হয়, তখন সিস্টেমটি যদি একই গতিতে পূর্ববর্তী সিকোয়েন্সের পুনরাবৃত্তি করে, তবে ঐ রোবটিক সিস্টেমকে প্লে-বেক রোবট বলা হয়।

১৭। গ্রিপারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ গ্রিপার একটি সাধারণ নিউমেটিক কন্ট্রোল সিস্টেম ডিভাইস, যাকে নির্দিষ্ট শক্তির মাধ্যমে সার্ভো কন্ট্রোল ইউনিটকে খোলা (Open) ও বন্ধ (Close) করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

১৮। একটি রোবট সিস্টেমের ব্লক চিত্র আঁক। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ একটি রোবট সিস্টেমের ব্লকচিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



রোবট সিস্টেমের কম্পোন্যান্টসমূহ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **রোবট কাকে বলে ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর ঃ Webster-এর মতে, মানুষের অনুকরণে কাজ করতে সক্ষম এরূপ স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র বা ডিভাইসকে রোবট (Robot) বলে।

২। **Robot joint-এর প্রকারভেদ লেখ।** [বাকাশিবো- ২০০৯, ১২, ১৩]
অথবা Robot জয়েন্টগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ রোবটে ব্যবহৃত জয়েন্টগুলো হচ্ছে– (ক) রৈখিক (Linear) জয়েন্ট, (খ) ঘূর্ণায়মান (Rotating) জয়েন্ট, (গ) স্লাইডিং (Sliding) জয়েন্ট অথবা গোলাকৃতি (Spherical) জয়েন্ট ইত্যাদি।

৩। **রোবটিক্স বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩]
অথবা, রোবটিক্স কী?

উত্তর ঃ রোবটিক্স হলো রোবটের ডিজাইন, প্রয়োগ ও ব্যবহারের ক্ষেত্রে মানুষের কলাকৌশল এবং জ্ঞানের ভাণ্ডার বিশেষ। শুধুমাত্র একটি রোবটের সমন্বয় নয় বরং নির্ধারিত কার্যসম্পাদনের জন্য বিভিন্ন ডিভাইসের সমন্বয়ে রোবটিক্স সিস্টেম গঠিত।

৪। **ওয়ার্কসেল বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ নির্দিষ্ট কার্যসম্পাদনের জন্য রোবট কর্তৃক প্রয়োজনীয় স্বয়ংক্রিয় (Automatic) যন্ত্রপাতিসমূহ সংযোগ করার পদ্ধতিকে ওয়ার্ক সেল বলে।

৫। **কো-অর্ডিনেট সিস্টেম অনুসারে রোবট কত প্রকার ও কী কী?**
অথবা, রোবট কো-অর্ডিনেট কয় প্রকার লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

উত্তর ঃ কো-অর্ডিনেট সিস্টেম অনুসারে রোবট তিন প্রকার। যথা ঃ

১। সিলিন্ড্রিক্যাল কো-অর্ডিনেট রোবট।
২। স্ফেরিক্যাল কো-অর্ডিনেট রোবট।
৩। জয়েন্ট আর্ম রোবট।

জয়েন্ট আর্ম রোবট আবার তিন প্রকার। যথা ঃ

(ক) সঠিক স্ফেরিক্যাল (Pure spherical)।
(খ) প্যারালালোগ্রাম জয়েন্টেড (Paralleogram jointed)।
(গ) জয়েন্টেড সিলিন্ড্রিক্যাল (Jointed cylindrical)।

৬। **রোবট এর প্রোগ্রাম লোকেশন কাকে বলে?**

উত্তর ঃ কোনো নির্দিষ্ট কাজ সম্পাদনের জন্য রোবট যে পথ (Path) অনুসরণ করে, তাকে রোবট প্রোগ্রাম লোকেশন বলে। এ লোকেশনসমূহের যে-কোনো একটি বিন্দুতে স্থির হয়ে রোবট নির্দিষ্ট কাজ করে। প্রোগ্রাম লোকেশনসমূহকে রোবটের মেমোরিতে ধারণ (Store) করে রাখা হয় এবং ধারাবাহিক অপারেশনের সময় পুনরায় ডাকা (Recall) করা হয়। কাজের ধরনের পরিবর্তন অনুসারে প্রোগ্রাম লোকেশনসমূহও পরিবর্তিত হয়।

৭। **রোবটের মৌলিক অংশগুলো কী কী?** [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ১২]

উত্তর ঃ রোবটের প্রধান বা মৌলিক অংশগুলো হচ্ছে–

১। ম্যানিপুলেটর বা বাহু বা মেকানিক্যাল অংশ (Manipulator)
২। এন্ড এফেক্টর (End effector)
৩। অ্যাকচুয়েটর (Actuator)
৪। সেন্সরি ডিভাইস (Sensory device)
৫। কন্ট্রোলার (Controller)
৬। পাওয়ার কনভারশন ইউনিট (Power conversion unit)
৭। প্রসেসর (Processor)
৮। সফটওয়্যার (Software)

৮। **রোবটে কন্ট্রোলারের কাজ লেখ।**

উত্তর: রোবটের কন্ট্রোলার হলো মানবদেহের লঘু মস্তিষ্ক (Cerebellum) এর মতো, যা যাবতীয় নিয়ন্ত্রণ (Controlling) কাজ করে। কম্পিউটার থেকে ডাটা গ্রহণ করে অ্যাকচুয়েটরের গতিকে নিয়ন্ত্রণ করা এবং সেন্সর ফিডব্যাক তথ্যের সাথে অ্যাকচুয়েটরের গতিকে সমন্বয় করাই কন্ট্রোলারের কাজ। ম্যানিপুলেটরের সঠিক পথ, গতি ও অবস্থান নির্ধারণের জন্য প্রয়োজনীয় গাণিতিক কাজও কন্ট্রোলার করে থাকে।

৯। **রোবট জয়েন্ট বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯]

অথবা, Robot joint-এর প্রকারভেদ সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১৪(পরি), ১৫]

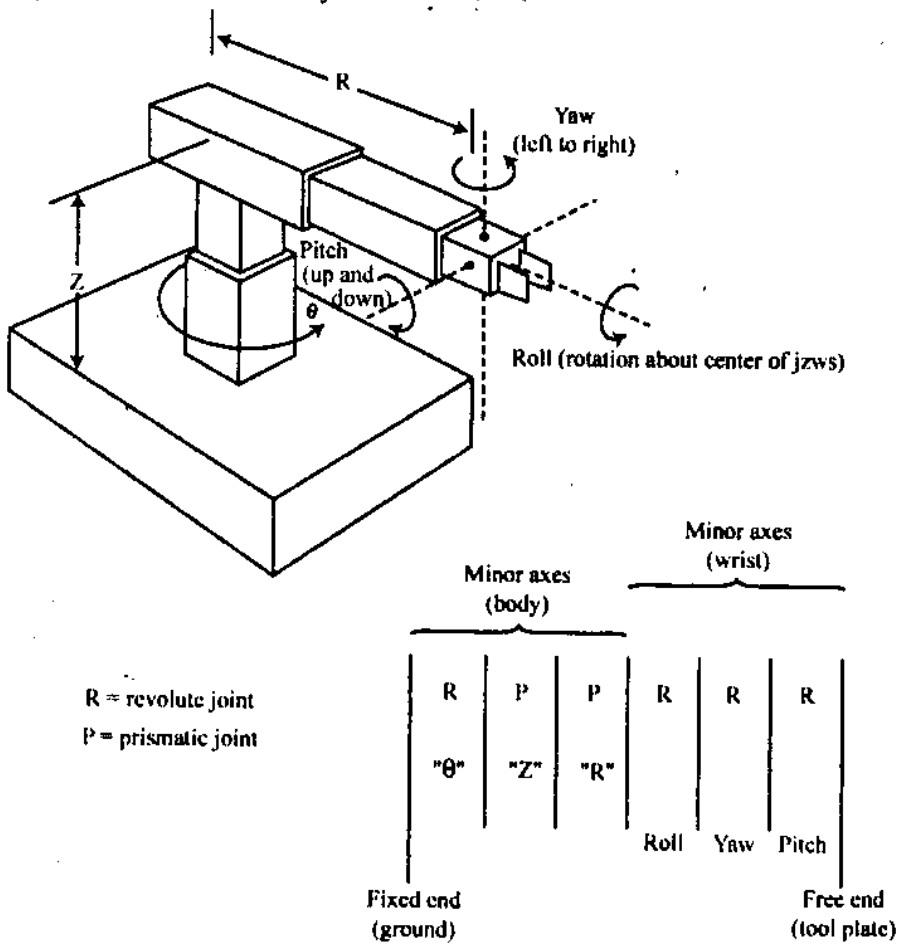
অথবা, রোবট জয়েন্ট বুঝিয়ে লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১২]

উত্তর: রোবটে ব্যবহৃত জয়েন্টগুলো হচ্ছে– (ক) রৈখিক (Linear) জয়েন্ট, (খ) ঘূর্ণায়মান (Rotating) জয়েন্ট, (গ) স্লাইডিং (Sliding) জয়েন্ট অথবা গোলাকৃতি (Spherical) জয়েন্ট ইত্যাদি।

বিভিন্ন প্রকার জয়েন্টের বর্ণনা :

গোলাকৃতি জয়েন্ট গবেষণায় বেশি ব্যবহৃত হয়। তবে বিভিন্ন ধরনের কাজে এটি অবদান রাখে বলে এ ধরনের জয়েন্টকে নিয়ন্ত্রণ করা জটিল। এজন্য গবেষণা ব্যতীত রোবটিক্সে এ ধরনের জয়েন্ট খুব কম ব্যবহৃত হয়। অধিকাংশ রোবটে লিনিয়ার অথবা রোটারি জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

নিম্নের চিত্রে Cylindrical coordinate robot joint দেখানো হয়েছে।

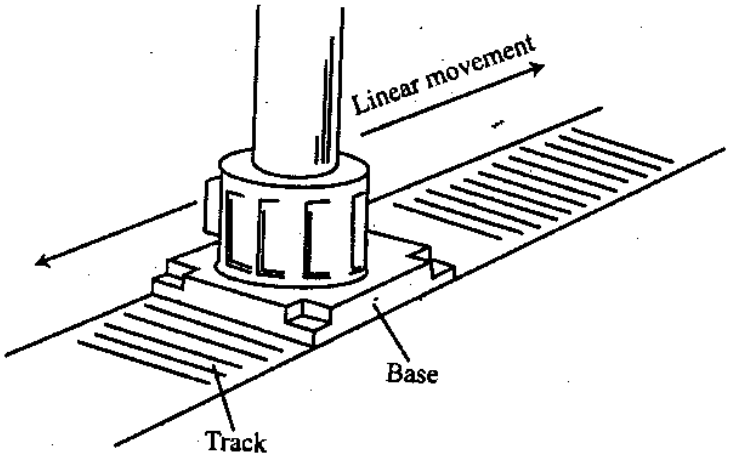


Joint classification of a cylindrical coordinate robot

প্রিজমেটিক জয়েন্টগুলো হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক (Pnumatic) সিলিন্ডার অথবা লিনিয়ার ইলেকট্রিক টাইপের হয়ে থাকে। এসব জয়েন্টগুলো একই রকম জয়েন্ট কনফিগারেশনে ব্যবহার করা হয়।

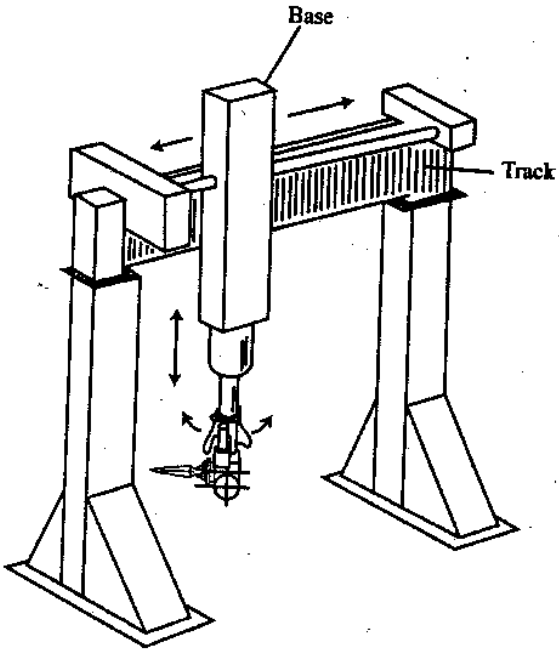
১০। বেস ট্রাভেল রোবট মোশন সম্পর্কে বর্ণনা কর।

উত্তর ঃ **বেজ ট্রাভেল (Base travel) ঃ** রোবটের ট্রাভেল বা ভ্রমণ বেজ এর সরণ (Movement)/ঘূর্ণন এর উপর নির্ভরশীল। অধিকাংশ ক্ষেত্রে Robot-এর Base-কে কারখানা (Factory)-এর ফ্লোর (Floor) বা মেঝের সাথে স্থায়ীভাবে স্থাপন করা হয়। আবার Base-কে Rail অথবা Track-এ স্থাপন করে স্থানান্তর করার উপযোগী করা যায়। নিম্নের চিত্রে Track এর উপর Base স্থাপন করে Linear travel দেখানো হয়েছে।



Robot Manipulator base mounts (Track mount for linear travel)

কিছু কিছু কাজের ক্ষেত্রে Base-কে উপরেও স্থাপন করা হয়ে থাকে। এ ধরনের সংযোগকে Gantry mounted robot বলে। নিম্নের চিত্রে Robot এর Over head mount দেখানো হয়েছে।



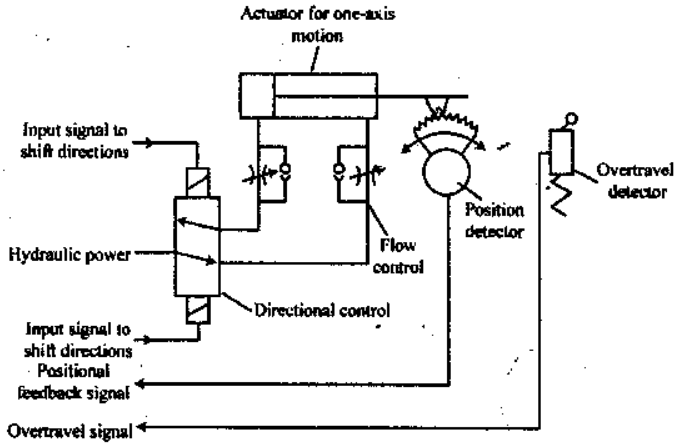
Robot Manipulator base mounts (overhead mount)

১১। নন-সার্ভো এক্সিস কন্ট্রোল সম্পর্কে বর্ণনা কর।

উত্তর নন-সার্ভো কন্ট্রোল রোবটকে 'Bang-Bang" রোবট বলা হয়। এ ধরনের রোবটের এক্সিসের ঘূর্ণনকে একটি শক্তিশালী যান্ত্রিক স্টপ (Hard mechanical stop) এর মাধ্যমে থামানো হয়, যা রোবটের ট্রাভেল (ভ্রমণ) পথে স্থাপন করা হয়। কোনো নতুন ট্রাভেল এক্সিস ব্যবহার করলে Hard stop-কে পরিবর্তন করতে হয়। এ ধরনের রোবটের তিন ধরনের ডিগ্রিস অব ফ্রিডম (Degrees of freedom) অর্থাৎ স্বাধীনভাবে ঘুরানোর ব্যবস্থা আছে। যথা ঃ

(ক) Up/Down; (খ) In/Out and; (গ) Left/Right.

নিম্নের চিত্রে নন-সার্ভো কন্ট্রোল সিস্টেম দেখানো হলো--



নন-সার্ভো কন্ট্রোল রোবটিক সিস্টেম

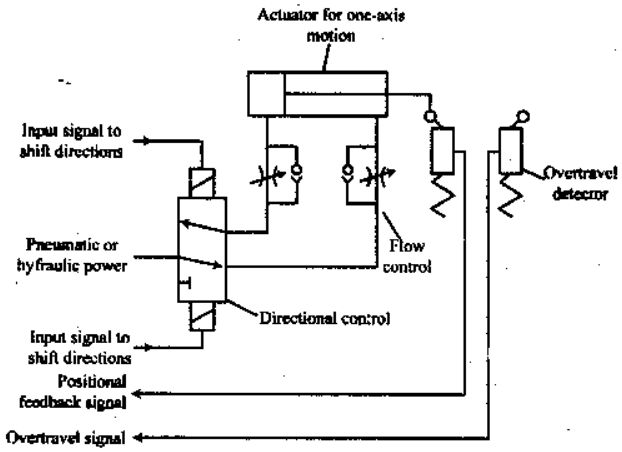
১২। সার্ভো কন্ট্রোল রোবট মোশন সম্পর্কে বর্ণনা কর।

উত্তর রোবট মেকানিজমকে যখন কন্ট্রোলারের ইলেকট্রনিক সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত করে পরিচালনা করা হয়, তখন ঐ রোবটটিকে সার্ভো কন্ট্রোল রোবট বলে। সার্ভো কন্ট্রোল রোবট আবার দু'প্রকার। যথা ঃ

(ক) কন্টিনিউয়াস পথ পদ্ধতি (Continuous path system) এবং (খ) পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট সিস্টেম (Point-to-point system)

কন্টিনিউয়াস পথ সিস্টেমে রোবট এক্সিসের ঘূর্ণন এর মাধ্যমে একটি বাঁকা বা বক্র পথের পরিষ্কার ছবি (Trace) তৈরি হয়। এক্ষেত্রে রোবট কন্ট্রোলারে অনেক বেশি মেমোরি স্টোওরেজ করার ব্যবস্থা থাকে। রোবট ওয়েল্ডিং, স্প্রে-পেইন্টিং এবং অ্যাসেম্বলি ইত্যাদি কাজে এই রোবট ব্যবহৃত হয়। আর পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট সিস্টেমে এক্সিসের ঘূর্ণন একটি প্রারম্ভিক বিন্দু (Starting point) এবং একটি পূর্ব নির্ধারিত প্রোগ্রামের শেষ বিন্দু (End point) পর্যন্ত বিস্তৃত হয়। সার্ভো কন্ট্রোল রোবটের সবগুলো এক্সিসই একই সাথে শেষ বিন্দুতে পৌঁছায়। মেশিন লোডিং ও আনলোডিং এর ক্ষেত্রে এ ধরনের রোবট ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের রোবর্টের ঘূর্ণন ঝুঁকিপূর্ণ (Jerky) হয়।

সার্ভো কন্ট্রোল রোবটের চিত্র নিম্নে দেখানো হলো ঃ



সার্ভো Control robotic system

১৩। **Robot programming mode-গুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১৪]

উত্তর ঃ রোবট এবং রোবটের কাজের উপর ভিত্তি করে রোবটকে বিভিন্ন মুযে প্রোগ্রাম করা হয়। কয়েকটি কমন মুড সম্পর্কে নিম্নে আলোচনা করা হলো। যেমন–

১। Physical setup.

২। Lead through or Teach mode.

৩। Continuous walk or Through mode and

৪। Software mode.

১। **Physical setup :** এ মুডে গতি নিয়ন্ত্রণ করার জন্য Open বা চালু এবং বন্ধ হওয়ার ব্যবস্থা করে থাকে।

২। **Lead through or Teach mode :** এ মুডে রোবটের জয়েন্টগুলো Teach pendent এর সাথে নাড়াচাড়া করে।

৩। **Continuous walk or Through mode :** এই মুডে কন্ট্রোলার কর্তৃক অবিরতভাবে গতির নমুনা গ্রহণ করে এবং রোবটের সবগুলো জয়েন্ট একসাথে ঘুরে।

৪। **Software mode :** একটি লিখিত অফ-লাইন বা অন-লাইন প্রোগ্রাম এর মাধ্যমে গতিকে নিয়ন্ত্রণ করতে কন্ট্রোলার এর মাধ্যমে উক্ত প্রোগ্রাম নির্বাহ করার হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **রোবটের শ্রেণিবিন্যাস আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **রোবট এর বিভিন্ন কম্পোন্যান্টসমূহ চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **রোবট রেফারেন্স ফ্রেম এর সচিত্র বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১১, ১৫]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **রোবট এর বিভিন্ন প্রোগ্রামিং মুড বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো- ২০০৯, ১০, ১১, ২০১২]

অথবা, রোবট প্রোগ্রামিং মোডগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৯ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **এক্সিস কন্ট্রোল রোবট মোশন বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **লো, মিডিয়াম ও হাই টেকনোলজি রোবটের মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। **ব্লক চিত্রসহ রোবট সিস্টেমের উপাদানগুলোর বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো- ২০০৯, ০৮, ১১, ১২, ১৩]

অথবা, ব্লক ডায়াগ্রামসহ রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

অথবা, Block diagram-সহ Robot system-এর বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, ব্লক চিত্রসহ একটি রোবট কন্ট্রোলারের কম্পোনেন্টগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৭

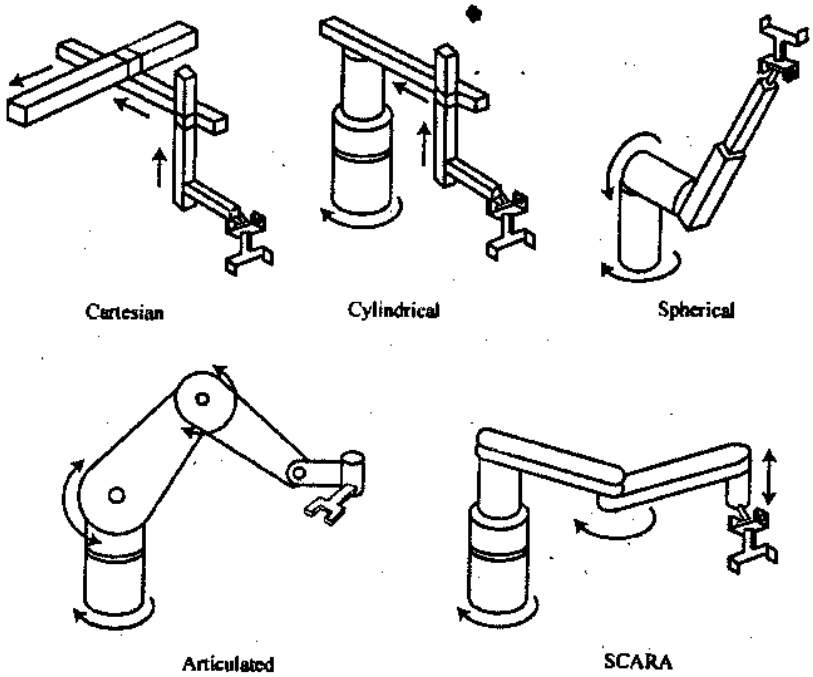
রোবট ম্যানিপুলেটর অ্যান্ড কন্ট্রোলার এর বৈশিষ্ট্য (Feature of Robot Manipulators and Controllers)

৭.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

ম্যানিপুলেটরই হচ্ছে রোবটের মেইন বডি। এই ম্যানিপুলেটরের সাথে বিভিন্ন প্রকার লিংক, জয়েন্ট এবং অন্যান্য প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহ সংযুক্ত থাকে। আর কন্ট্রোলার রোবটের বিভিন্ন অংশের Movement বা গতিকে নিয়ন্ত্রণ করে। ম্যানিপুলেটর হার্ডওয়্যার এবং কন্ট্রোলার এর মধ্যে ধারণকৃত সফটওয়্যারের মাধ্যমে প্রয়োজনীয় কন্ট্রোল সিগন্যাল উৎপন্ন করে রোবটকে পরিচালনা করে। Robotic operation-এ ম্যানিপুলেটর এবং কন্ট্রোলার দুটোর গুরুত্ব অপরিসীম। একটি ছাড়া অন্যটি অচল।

৭.১ রোবট কো-অর্ডিনেট এর বর্ণনা (Describe the robot co-ordinates) ঃ

রোবটের বিভিন্ন ফ্রেমসমূহ স্থাপন করার জন্য যে কনফিগারেশন ব্যবহার হয়, তাকেই রোবট কো-অর্ডিনেট বলে। নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন প্রকার রোবট কো-অর্ডিনেট ফ্রেম দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৭.১ Robot coordinate frames

প্রিজমেটিক (Prismatic) জয়েন্টকে P দ্বারা, রিভোলিউট (Revolute) জয়েন্টকে R দ্বারা এবং স্ফেরিক্যাল (Spherical) জয়েন্টকে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পরপর 'P', 'R'; অথবা 'S' দ্বারা রোবট কনফিগারেশনকে বর্ণনা করা হয়।

রোবটের বিভিন্ন প্রকার কো-অর্ডিনেট সিস্টেম সম্পর্কে নিম্নে আলোচনা করা হলো ঃ

১। **কার্তেসিয়ান বা রেকট্যাংগুলার কো-অর্ডিনেট (Cartesian/ Rectangular co-ordinate) ঃ** একে '3P' এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এতে তিনটি লিনিয়ার বা প্রিজেমেটিক জয়েন্ট থাকে এবং এই জয়েন্ট-এ এন্ড ইফেক্টরকে স্থাপন করা হয়। অ্যান্ড ইফেক্টের ওরিয়েন্টেশন এর জন্য অতিরিক্ত রিভোলিউট (Revolute) জয়েন্ট পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

২। **সিলিন্ড্রিক্যাল কো-অর্ডিনেট (Cylindrical co-ordinate) ঃ** একে 'R2P' এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এই পদ্ধতিতে দু'টি প্রিজমেটিক ও একটি রিভোলিউট জয়েন্ট এর মাধ্যমে যন্ত্রাংশকে সঠিকভাবে স্থাপন করা হয়। এ যন্ত্রাংশকে ঘুরানো বা ওরিয়েন্টেশন করার জন্য অতিরিক্ত রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

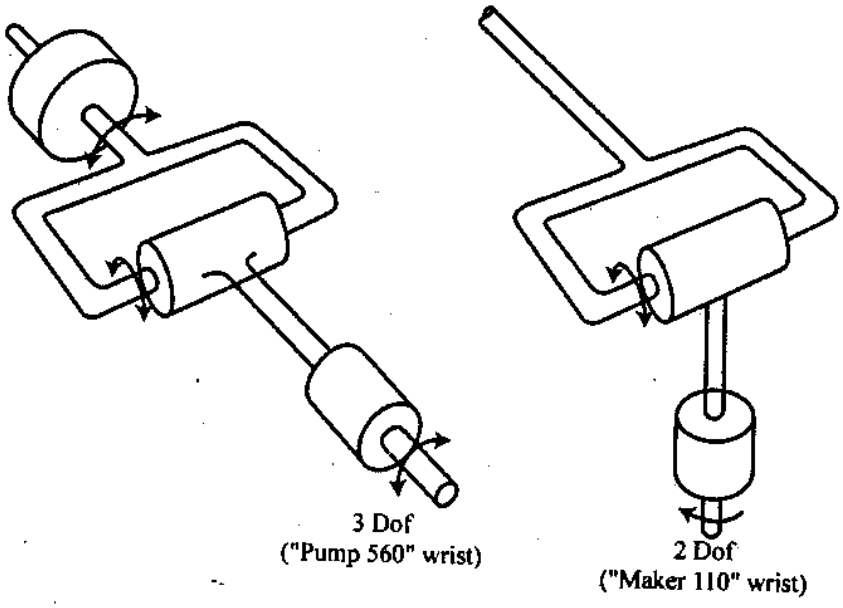
৩। **স্ফেরিক্যাল কো-অর্ডিনেট (Spherical co-ordinate) ঃ** এ পদ্ধতিকে '2RP' এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এতে দুটি রিভোলিউট ও একটি প্রিজমেটিক জয়েন্ট এর মাধ্যমে যন্ত্রাংশকে সঠিকভাবে স্থাপন করা হয়। যন্ত্রাংশকে ঘুরানো বা ওরিয়েন্টেশন করার জন্য অতিরিক্ত রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

৪। **আর্টিকুলেটেড বা এনথ্রোপোমোরফিক কো-অর্ডিনেট (Atriculated or Anthropomorphic co-ordinate) ঃ** একে '3R' এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এই পদ্ধতিই হলো ইন্ডাস্ট্রিয়াল পদ্ধতিতে ব্যবহৃত রোবটের সর্বাধিক জনপ্রিয় পদ্ধতি। এতে মানব হাতের (Human hand) মতো তিনটি রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

৫। **সিলেকটিভ কম্পাইরেন্স অ্যাসেম্বলি রোবট আর্ম (Selective compliance assembly robot arm) ঃ** একে সংক্ষেপে SCARA দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এ ধরনের রোবটে দু'টি রিভোলিউট জয়েন্ট থাকে, যার একটি প্যারালাল যা রোবটকে অনুভূমিক দিকে ঘুরায় এবং একটি অতিরিক্ত প্রিজমেট্রিক জয়েন্ট যা রোবটকে উলম্ব দিকে ঘুরায়। অ্যাসেম্বলিং (Assembling) এর জন্য এ ধরনের রোবট খুবই উপযোগী।

৭.২ কবজির ঘূর্ণন-এর বর্ণনা (Describe the wrist rotation) ঃ

রোবট আর্মসমূহ কবজির (Wrist) সঙ্গে যুক্ত থাকে। এই কবজির ঘূর্ণনের ফলেই রোবট আর্ম ঘুরে। রোবট ম্যানিফুলেটরের ছোট বা মাইনর লিংকেজ (Minor linkage)-গুলোই কবজি (Wrist)। এন্ড ইফেক্টরকে পজিশনিং করার জন্য যে সমস্ত জয়েন্ট এবং লিংক ব্যবহৃত হয়, তাকে কবজি বলে। এন্ড ইফেক্টরসমূহ টুল প্লেটের সাথে সংযুক্ত থাকায় এদেরকে ঘুরানোর জন্য বিশেষ মেকানিজম লাগে। দু'ধরনের কবজির (Wrist) কনফিগারেশন নিম্নের চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৭.২ Wrist rotation

৭.৩ ম্যানিপুলেটের ড্রাইভ সিস্টেম (Manipulator drive system) ঃ

রোবটের বিভিন্ন কম্পোনেন্টের মধ্যে প্রধান অংশ হলো ম্যানিপুলেটর। এর সাথে অনেক স্থির (Rigid) যন্ত্রাংশ (Member), লিংক (Link), জয়েন্ট (Joint) ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে। ফলে ম্যানিপুলেটরটি সহজে যে-কোনো দিকে প্রয়োজনমতো ঘুরতে (Movement) পারে। এ ধরনের ড্রাইভ সিস্টেমকে ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম বলে। কোন একটি নির্দিষ্ট জয়েন্টের গতির কারণে অন্যান্য লিংকগুলোও ঘুরতে থাকে। জয়েন্টের গতিকে একটি অ্যাকচুয়েটরের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অ্যাকচুয়েটরকে (Actuator) আবার অন্যান্য লিংকের সাথে সরাসরি বা অন্যান্য মেকানিক্যাল ট্রান্সমিশন মেকানিজমের মাধ্যমে সংযুক্ত করা থাকে।

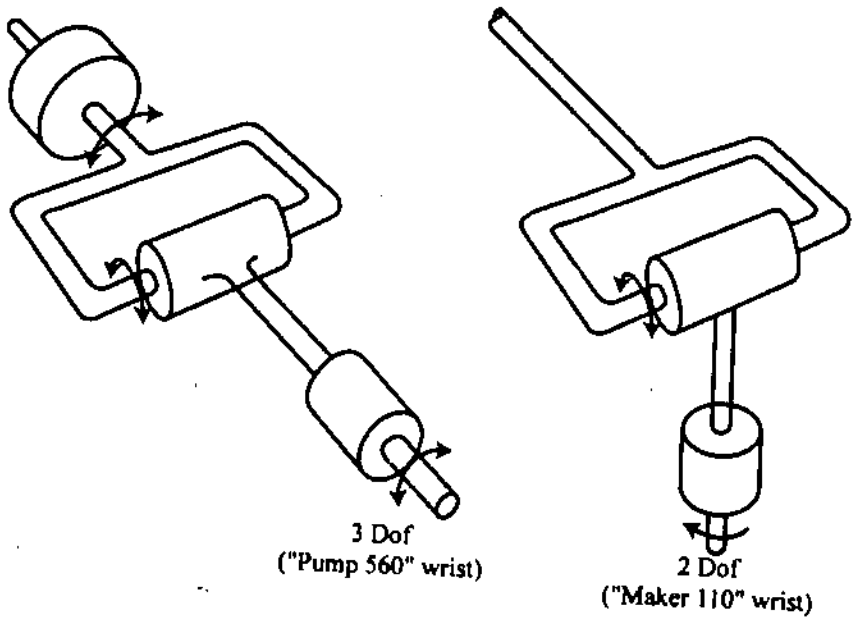
৩। **স্ফেরিক্যাল কো-অর্ডিনেট (Spherical co-ordinate) ঃ** এ পদ্ধতিকে '2RP' এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এতে দুটি রিভোলিউট ও একটি প্রিজমেটিক জয়েন্ট এর মাধ্যমে যন্ত্রাংশকে সঠিকভাবে স্থাপন করা হয়। যন্ত্রাংশকে ঘুরানো বা ওরিয়েন্টেশন করার জন্য অতিরিক্ত রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

৪। **আর্টিকুলেটেড বা এনথ্রোপোমোরফিক কো-অর্ডিনেট (Atriculated or Anthropomorphic co-ordinate) ঃ** একে '3R' এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এই পদ্ধতিই হলো ইন্ডাস্ট্রিয়াল পদ্ধতিতে ব্যবহৃত রোবটের সর্বাধিক জনপ্রিয় পদ্ধতি। এতে মানব হাতের (Human hand) মতো তিনটি রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

৫। **সিলেকটিভ কম্পাইয়েন্স অ্যাসেম্বলি রোবট আর্ম (Selective compliance assembly robot arm) ঃ** একে সংক্ষেপে SCARA দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এ ধরনের রোবটে দু'টি রিভোলিউট জয়েন্ট থাকে, যার একটি প্যারালাল যা রোবটকে অনুভূমিক দিকে ঘুরায় এবং একটি অতিরিক্ত প্রিজমেট্রিক জয়েন্ট যা রোবটকে উলম্ব দিকে ঘুরায়। অ্যাসেম্বলিং (Assembling) এর জন্য এ ধরনের রোবট খুবই উপযোগী।

৭.২ কবজির ঘূর্ণন-এর বর্ণনা (Describe the wrist rotation) ঃ

রোবট আর্মসমূহ কবজির (Wrist) সঙ্গে যুক্ত থাকে। এই কবজির ঘূর্ণনের ফলেই রোবট আর্ম ঘুরে। রোবট ম্যানিফুলেটরের ছোট বা মাইনর লিংকেজ (Minor linkage)-গুলোই কবজি (Wrist)। এন্ড ইফেক্টরকে পজিশনিং করার জন্য যে সমস্ত জয়েন্ট এবং লিংক ব্যবহৃত হয়, তাকে কবজি বলে। এন্ড ইফেক্টরসমূহ টুল প্লেটের সাথে সংযুক্ত থাকায় এদেরকে ঘুরানোর জন্য বিশেষ মেকানিজম লাগে। দু'ধরনের কবজির (Wrist) কনফিগারেশন নিম্নের চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে ঃ

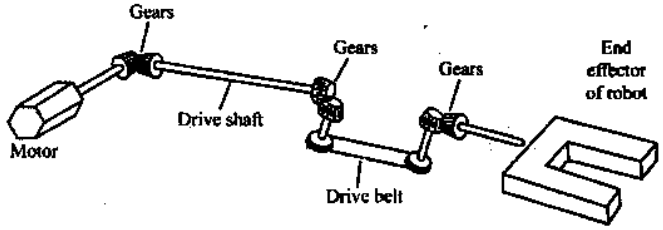


চিত্র ঃ ৭.২ Wrist rotation

৭.৩ ম্যানিপুলেটের ড্রাইভ সিস্টেম (Manipulator drive system) ঃ

রোবটের বিভিন্ন কম্পোনেন্টের মধ্যে প্রধান অংশ হলো ম্যানিপুলেটর। এর সাথে অনেক স্থির (Rigid) যন্ত্রাংশ (Member), লিংক (Link), জয়েন্ট (Joint) ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে। ফলে ম্যানিপুলেটরটি সহজে যে-কোনো দিকে প্রয়োজনমতো ঘুরতে (Movement) পারে। এ ধরনের ড্রাইভ সিস্টেমকে ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম বলে। কোন একটি নির্দিষ্ট জয়েন্টের গতির কারণে অন্যান্য লিংকগুলোও ঘুরতে থাকে। জয়েন্টের গতিকে একটি অ্যাকচুয়েটরের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অ্যাকচুয়েটরকে (Actuator) আবার অন্যান্য লিংকের সাথে সরাসরি বা অন্যান্য মেকানিক্যাল ট্রান্সমিশন মেকানিজমের মাধ্যমে সংযুক্ত করা থাকে।

মেজর লিংকেজগুলো হলো জয়েন্ট-লিংক জোড়ার সেট, যা ম্যানিপুলেটরকে সঠিক স্থানে স্থাপন করে। আর এগুলোর সাহায্যে ম্যানিপুলেটর নিজ অক্ষের (Axis) চতুর্দিকে ঘুরে। নিম্নের চিত্রে ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম ব্যবহার করে মোটর থেকে এন্ড এফেক্টরে এনার্জি স্থানান্তর পদ্ধতি দেখানো হয়েছে।



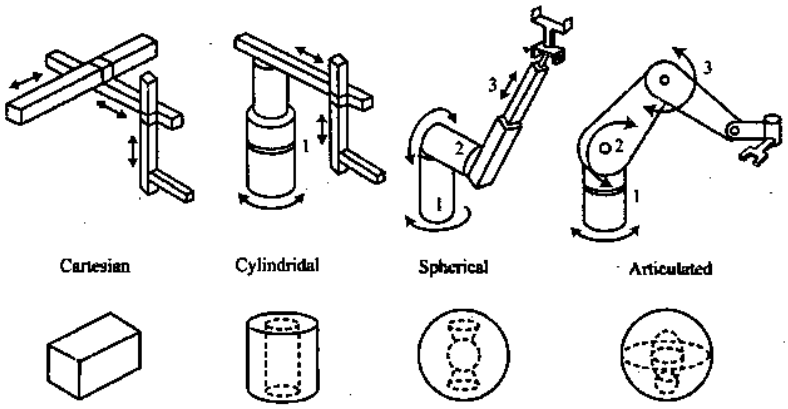
চিত্র ঃ ৭.৩ ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম

কার্যপ্রণালি ঃ Actuator হিসেবে ব্যবহৃত Motor-টিকে Robot আর্মের (বাহুর) একবারে বাম প্রান্তে সংযোগ দেয়া হয়েছে। সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের মাধ্যমে এনার্জিকে প্রথমে ড্রাইভ শ্যাফটে এবং পরে আর্মের অপর প্রান্তে স্থানান্তর করা হয়। সবশেষে, এন্ড ইফেক্টরের সাহায্যে প্রয়োজনীয় কাজ সম্পন্ন করা হয়। এ পদ্ধতিতে লিভার, চেইন, পুলি, বেল্ট, ক্যাম এবং গিয়ার ইত্যাদির মাধ্যমে এনার্জিকে অ্যাকচুয়েটর থেকে যে বিন্দুতে কাজ সম্পন্ন করতে হবে সেই বিন্দুতে ট্রান্সফার করা হয়।

৭.৪ ওয়ার্ক এনভেলাপ-এর বর্ণনা (Describe work envelopes) ঃ

যে জায়গা জুড়ে রোবট তার অবস্থান ঠিক রেখে কাজ করে, সেই জায়গাকে ওয়ার্ক স্পেস বা ওয়ার্ক ভলিউম বা ওয়ার্ক এনভেলাপ (Work space or work volume or work envelope) বলা হয়। ওয়ার্ক এনভেলাপের মধ্যে কিছু কিছু বিন্দু আছে যাদেরকে একাধিক জয়েন্ট কনফিগারেশনের মাধ্যমে অ্যাড্রেস (Address) করা হয়। Wrist এক্সিস যুক্ত করে অধিক অ্যাঙ্গেলে যা কোণে আর্মকে ঘুরানো যায় বলে ওরিয়েন্টেশন বা ঘূর্ণন সহজ হয়। কোনো একটি কাল্পনিক বিন্দুকে কেন্দ্র করে যদি ম্যানিপুলেটরটি ঘুরে তবে এ বিন্দুকে কেন্দ্র করে যে বৃত্ত অঙ্কিত হয়, তাকে ঐ রোবটের ওয়ার্ক এনভেলাপ বলে।

নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন প্রকার ওয়ার্ক এনভেলাপ দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৭.৪ বিভিন্ন প্রকার ওয়ার্ক এনভেলাপ

৭.৫ কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্য (The general feature of controllers) ঃ

কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(i) রোবট আর্মের ঘূর্ণনের অবস্থান (অর্থাৎ জয়েন্টের কোণ ও দৈর্ঘ্য) এবং প্রোগ্রাম ধারণ (Store) করার জন্য মেমোরি থাকতে হবে।

(ii) কন্ট্রোলারের মেমোরিতে স্টোর করা ডাটাসমূহ ইন্টারফেসিং করার জন্য সিকুয়েন্সার থাকতে হবে।

(iii) বিভিন্ন ক্যালকুলেশন (গণনা) করার জন্য সিকুয়েন্সার একটি ক্যালকুলেটিং ইউনিট (Unit) থাকতে হবে।

(iv) সিকুয়েন্সারের সাথে সেন্সর হিসেবে ব্যবহৃত ডিভাইসসমূহের ইন্টারফেসিং এর ব্যবস্থা থাকতে হবে।

(v) সিকুয়েন্সারের ইনফরমেশনকে পাওয়ার কনভার্শন ইউনিটে স্থানান্তরের জন্য প্রয়োজনীয় ইন্টারফেসিং থাকতে হবে।

(vi) এক্সটারন্যাল কন্ট্রোল ডিভাইসসমূহ অবশ্যই কন্ট্রোলারের সাথে সিনক্রোনাইজিং করার উপযোগী হতে হবে।

(vii) কন্ট্রোলার অপারেটরকে অবশ্যই প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজ সম্পর্কে উপযুক্ত জ্ঞান থাকতে হবে।

৭.৬ ব্লক ডায়াগ্রামসহ একটি কন্ট্রোলারের ভেতরের কম্পোনেন্টসমূহের বর্ণনা (Discribe the internal component of a controller with block diagram) ঃ

একটি Controller দুটি প্রধান (Main) component নিয়ে গঠিত। যথা ঃ

১। প্রোগ্রাম মেমোরি (Programme memory) এবং

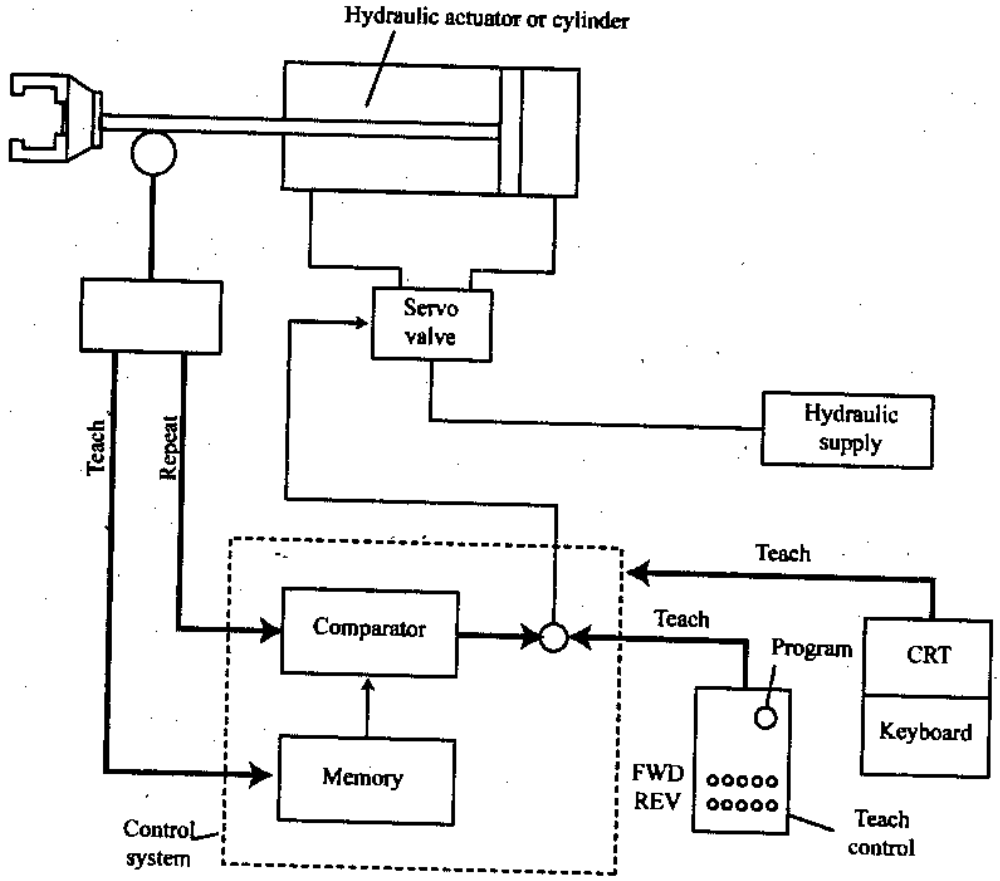
২। কম্পারেটর (Comperator)

প্রোগ্রাম মেমোরি ঃ প্রোগ্রাম মেমরি কাজের নির্দিষ্ট ধাপসমূহ অর্থাৎ প্রোগ্রাম ধারণ (Store) এবং এটি কিছু প্রয়োজনীয় ডাটা স্টোর করে রাখে। প্রয়োজন অনুসারে এখান থেকে ডাটা নিয়ে কাজ করা হয়।

কম্পারেটর ঃ কম্পারেটর Feed back data -এর সাথে প্রোগ্রামড অর্থাৎ পূর্ব নির্ধারিত ডাটার সঙ্গে তুলনা করে সে অনুযায়ী কাজ করে এবং ঐ তথ্য মেমোরিতে রাখে। কম্পারেটরের কাজই হলো তুলনা করা।

প্রোগ্রাম পয়েন্ট (Programmed points) teaching এর সময় Controller-এর বাইরে Teach pendant নামে একটি ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। Program location select করার জন্য একটি CRT (Cathode Rry Tube) ব্যবহার করা হয়।

কন্ট্রোলার থেকে Output signal servo valve-এ আসে। Servo valve এর মধ্যে হাইড্রোলিক সিলিন্ডারে Fluid নিয়ন্ত্রিত হয় এবং সিলিন্ডারটি চলাচল করে। ফলে সিলিন্ডারের শেষে লাগানো End effector কর্মক্ষম (Active) হয়। সিলিন্ডারের সাথে একটি Feed back device লাগানো থাকে, যা Comparator –এ Signal প্রদান করে। এজন্য Comparator সবসময় Positional data-কে Update করতে পারে। Update data comparator-এর মাধ্যমে Servo valve-এ প্রবেশ করে। এভাবে পরবর্তীতে সিলিন্ডারের Continuous movement পরিচালিত হয়। Savro valve-টিকে ইলেকট্রিক্যালি ON/OFF সুইচের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।



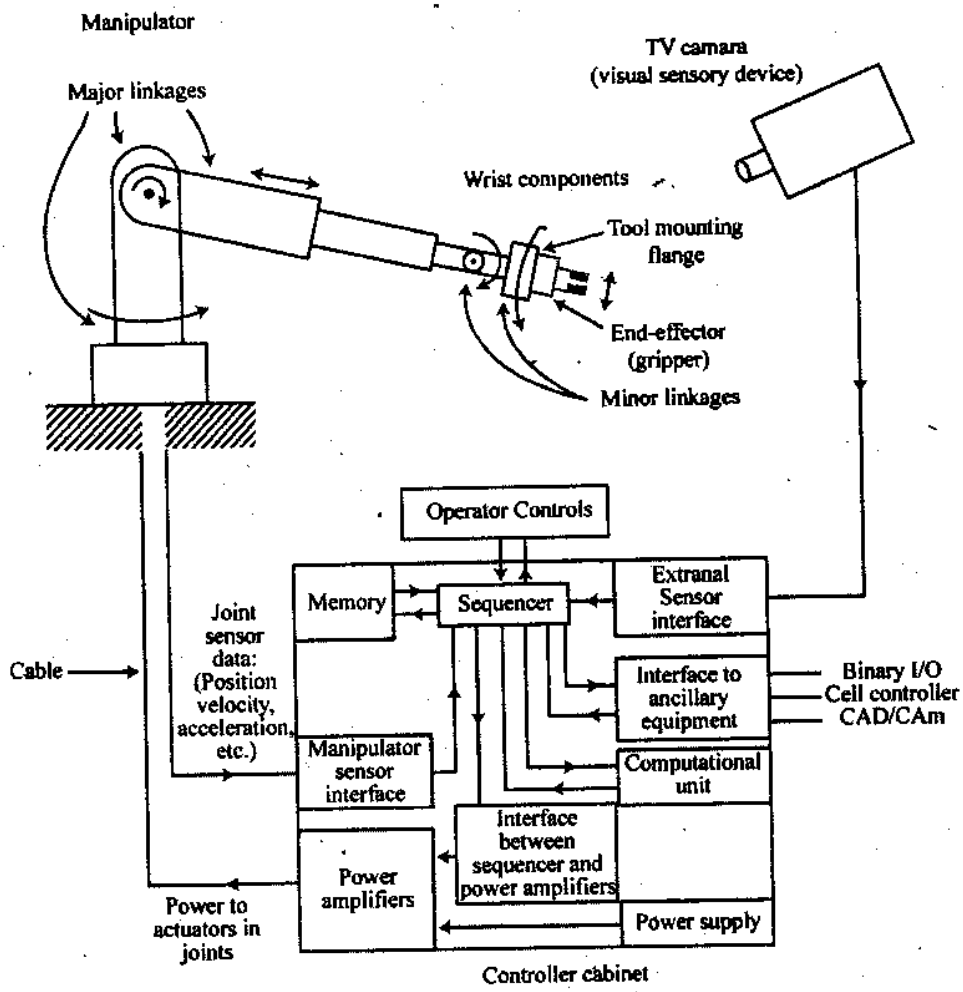
চিত্র ঃ ৭.৫ Block diagram of robot controller

৭.৭ কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ড (The master control board of controllers) ঃ

কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ড নিম্নলিখিত অংশ নিয়ে গঠিত ঃ

১। **সিকুয়েন্সার (Sequencer) ঃ** এই ইউনিট হলো কন্ট্রোলারের প্রধান ইউনিট, যার সাথে অন্য সকল অংশ সংযুক্ত থাকে। প্রতিটি অংশের সাথে সমন্বয় সাধন করাই এর একমাত্র কাজ।

২। **মেমোরি (Memory) ঃ** ক্যালকুলেশনের কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন ডাটা মেমোরিতে জমা থাকে এবং প্রয়োজনে আদান-প্রদান করে।



চিত্র ঃ ৭.৬ কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ডের ব্লক ডায়াগ্রাম

৩। **পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার (Power amplifier) ঃ** সেন্সরি ডিভাইসের সিগন্যালকে প্রয়োজনীয় মানে বৃদ্ধি করার জন্য পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করা হয়।

৪। **কম্পুটেশনাল ইউনিট (Computational unit) ঃ** রোবটে বিভিন্ন প্রকার গাণিতিক কার্যাবলি এ ইউনিটে সম্পন্ন হয়। ম্যানিপুলেটর ও সেন্সরের মধ্যে ইন্টারফেসিং এর কাজও এই ইউনিটটি করে থাকে।

৫। **বহিস্থ সেন্সর ইন্টারফেস (External sensor Interface) ঃ** এই ইউনিটটি টিভি ক্যামেরাতে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার ভিজ্যুয়্যাল (দৃশ্যমান) সেন্সরকে সিকুয়েন্সারের সাথে ইন্টারফেসিং করে থাকে।

৬। **সংযুক্ত ইকুইপমেন্টসমূহের ইন্টারফেস (Interface of ancillary equipments) ঃ** বিভিন্ন প্রকার আনুষঙ্গিক ডিভাইস যেমন– বাইনারি 1/0 ডিভাইস, সেল কন্ট্রোলার CAD/CAM ইত্যাদিকে এ ইউনিটের মাধ্যমে সিকুয়েন্সারের সাথে সংযুক্ত করা হয়।

৭। **পাওয়ার সাপ্লাই (Power supply) ঃ** কন্ট্রোল মাস্টার বোর্ডের বিভিন্ন ইউনিটে প্রয়োজনীয় পাওয়ার সাপ্লাই দেয়াই হচ্ছে পাওয়ার সাপ্লাই ইউনিটের কাজ।

৭। কন্ট্রোলারের Main component-গুলো কী কী?

উত্তর কন্ট্রোলারের Main component দু'টি হল- ১। প্রোগ্রাম মেমোরি, ২। কম্পারেটর।

৮। প্রোগ্রাম মেমোরি এর কাজ কী?

উত্তর প্রোগ্রাম মেমোরি কাজের নির্দিষ্ট ধাপসমূহ এবং প্রয়োজনীয় ডাটা ধারণ (Store) করে।

৯। কার্তেসিয়ান বা রেকট্যাংগুলার কো-অর্ডিনেট কাকে বলে?

উত্তর কার্তেসিয়ান বা রেকট্যাংগুলার কো-অর্ডিনেটকে 3p-এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এতে তিনটি লিনিয়ার বা প্রিজমেটিক জয়েন্ট থাকে, যাতে এন্ড এফেক্টকরকে স্থাপন করা হয়। আর এন্ড এফেক্টরকে ওরিয়েন্টেশন করার জন্য অতিরিক্ত রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

১০। সিলিন্ড্রিক্যাল কো-অর্ডিনেট বলতে কী বুঝ?

উত্তর সিলিন্ড্রিক্যাল কো-অর্ডিনেটকে 'R2P'-এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। সিলিন্ড্রিকাল কো-অর্ডিনেট সিস্টেম দু'টি প্রিজমেটিক ও একটি রিভোলিউট জয়েন্ট থাকে যার মাধ্যমে যন্ত্রাংশকে সঠিকভাবে স্থাপন করা হয়। এছাড়া যন্ত্রাংশকে ঘুরানোর জন্য অতিরিক্ত রিভোলিউটির জয়েন্টও ব্যবহার করা হয়।

১১। স্পেরিক্যাল কো-অর্ডিনেট বলতে কী বুঝ?

উত্তর স্পেরিক্যাল কো-অর্ডিনেট পদ্ধতিকে '2RP'-এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এতে দু'টি রিভোলিউট ও একটি প্রিজমেটিক জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়, যার মাধ্যমে যন্ত্রাংশকে সঠিকভাবে স্থাপন করা হয়। আর যন্ত্রাংশকে ওরিয়েন্টেশন করার জন্য অতিরিক্ত রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

১২। আর্টিকুলেটেড কো-অর্ডিনেট বলতে কী বুঝ?

উত্তর আর্টিকুলেটেড বা এনথ্রোপোমোরফিক কো-অর্ডিনেটকে '3R'-এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এ পদ্ধতিই হলো ইন্ডাস্ট্রিয়াল পদ্ধতিতে ব্যবহৃত রোবটের সর্বাধিক জনপ্রিয় পদ্ধতি। এতে মানব হাতের (Human hand) মতো তিনটি রিভোলিউট জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।

১৩। SCARA কী?

উত্তর SCARA-এর পূর্ণ নাম হলো– Selective Compliance Assembly Robot Arm.

১৪। Robot এর কবজি (Wrist) কাকে বলে?

উত্তর এন্ড ইফেক্টরকে পজিশনিং করার জন্য যে সমস্ত জয়েন্ট এবং লিংক ব্যবহৃত হয়, তাই হল কবজি (Wrist)।

১৫। ওয়ার্ক এনভেলাপ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর যে জায়গা জুড়ে রোবট তার অবস্থান ঠিক রেখে কাজ করে সেই জায়গাকে ওয়ার্ক স্পেস বা ওয়ার্ক ভলিউম বা ওয়ার্ক এনভেলাপ বলা হয়।

১৬। রোবট কন্ট্রোলার মাইক্রোপ্রসেসর কী হিসেবে কাজ করে?

উত্তর সিকুয়েন্সার ও কম্পুটেশন (Computation) এলিমেন্ট হিসেবে কাজ করে।

১৭। রোবট মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ড এর আনুষাঙ্গিক উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর রোবট মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ড এর বাইনারি 1/0; সেল কাউন্টার CAD/CAM ইত্যাদি আনুষাঙ্গিক উপাদান থাকে।

১৮। Teachpendant কাকে বলে?

উত্তর Teachpendant এমন একটি ডিভাইস, যা Teaching এর সময় বিভিন্ন এক্সিসকে Mamual jogging-এ সহযোগিতা করে থাকে।

১৯। Teachpendant-এর ব্যবহার লেখ।

উত্তর রোবট প্রোগ্রামিং এবং অপারেটিং সিস্টেমে Teachpendant ব্যবহার করা হয়।

২০। Manipulator কী? [বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩]

অথবা, রোবট ম্যানিপুলেটর কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর Robot -এর মেইন বডিকে ম্যানিপুলেটর বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। রোবট কো-অর্ডিনেট কত প্রকার ও কী কী উল্লেখ কর।

উত্তর ঃ রোবট কো-অর্ডিনেট পাঁচ প্রকার। যথা ঃ

১। কার্তেসিয়ান বা রেকট্যাংগুলার, ২। সিলিন্ড্রিক্যাল, ৩। স্ফেরিক্যাল ৪। অ্যাট্রিকুলেটের বা এনথ্রোপোমোরফিক এবং ৫। SCARA

২। রোবটের কবজির ঘূর্ণন (Wrist rotation) সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

অথবা, Wrist rotation এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ রোবট আর্মসমূহ কবজির (Wrist) সঙ্গে যুক্ত থাকে। এই কবজির ঘূর্ণনের ফলেই রোবট আর্ম ঘুরে। রোবট ম্যানিফুলেটরের ছোট বা মাইনর লিংকেজ (Minor linkage)-গুলোই কবজি (Wrist)। এন্ড ইফেক্টরকে পজিশনিং করার জন্য যে সমস্ত জয়েন্ট এবং লিংক ব্যবহৃত হয়, তাকে কবজি বলে। এন্ড ইফেক্টরসমূহ টুল প্লেটের সাথে সংযুক্ত থাকায় এদেরকে ঘুরানোর জন্য বিশেষ মেকানিজম লাগে।

৩। ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০১২]

অথবা, রোবট ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ রোবটের বিভিন্ন কম্পোনেন্টের মধ্যে প্রধান অংশ হলো ম্যানিপুলেটর। এর সাথে অনেক স্থির (Rigid) যন্ত্রাংশ (Member), লিংক (Link), জয়েন্ট (Joint) ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে। ফলে ম্যানিপুলেটরটি সহজে যে-কোনো দিকে প্রয়োজনমতো ঘুরতে (Movement) পারে। এ ধরনের ড্রাইভ সিস্টেমকে ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম বলে। কোন একটি নির্দিষ্ট জয়েন্টের গতির কারণে অন্যান্য লিংকগুলোও ঘুরতে থাকে। জয়েন্টের গতিকে একটি অ্যাকচুয়েটরের মাধ্যমে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অ্যাকচুয়েটরকে (Actuator) আবার অন্যান্য লিংকের সাথে সরাসরি বা অন্যান্য মেকানিক্যাল ট্রান্সমিশন মেকানিজমের মাধ্যমে সংযুক্ত করা থাকে।

মেজর লিংকেজগুলো হলো জয়েন্ট-লিংক জোড়ার সেট, যা ম্যানিপুলেটরকে সঠিক স্থানে স্থাপন করে। আর এগুলোর সাহায্যে ম্যানিপুলেটর নিজ অক্ষের (Axis) চতুর্দিকে ঘুরে।

৪। ওয়ার্ক এনভেলাপ বলতে কী বুঝায়? সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর ঃ যে জায়গা জুড়ে রোবট তার অবস্থান ঠিক রেখে কাজ করে, সেই জায়গাকে ওয়ার্ক স্পেস বা ওয়ার্ক ভলিউম বা ওয়ার্ক এনভেলাপ (Work space or work volume or work envelope) বলা হয়। ওয়ার্ক এনভেলাপের মধ্যে কিছু কিছু বিন্দু আছে যাদেরকে একাধিক জয়েন্ট কনফিগারেশনের মাধ্যমে অ্যাড্রেস (Address) করা হয়। Wrist এক্সিস যুক্ত করে অধিক অ্যাঙ্গেলে বা কোণে আর্মকে ঘুরানো যায় বলে ওরিয়েন্টেশন বা ঘূর্ণন সহজ হয়। কোনো একটি কাল্পনিক বিন্দুকে কেন্দ্র করে যদি ম্যানিপুলেটরটি ঘুরে তবে এ বিন্দুকে কেন্দ্র করে যে বৃত্ত অঙ্কিত হয়, তাকে ঐ রোবটের ওয়ার্ক এনভেলাপ বলে।

৫। কন্ট্রোলারের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

উত্তর ঃ কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(i) কন্ট্রোলারের মেমোরিতে স্টোর করা ডাটাসমূহ ইন্টারফেসিং করার জন্য সিকুয়েন্সার থাকতে হবে।

(ii) বিভিন্ন ক্যালকুলেশন (গণনা) করার জন্য সিকুয়েন্সার একটি ক্যালকুলেটিং ইউনিট (Unit) থাকতে হবে।

(iii) সিকুয়েন্সারের সাথে সেন্সর হিসেবে ব্যবহৃত ডিভাইসসমূহের ইন্টারফেসিং এর ব্যবস্থা থাকতে হবে।

(iv) সিকুয়েন্সারের ইনফরমেশনকে পাওয়ার কনভার্শন ইউনিটে স্থানান্তরের জন্য প্রয়োজনীয় ইন্টারফেসিং থাকতে হবে।

৬। কন্ট্রোলারের অভ্যন্তরীণ উপাদানগুলোর নাম লেখ।

উত্তর ঃ কন্ট্রোলারের অভ্যন্তরীণ উপাদানগুলো হলো–

১। ভিশন সিস্টেম, ২। মাইক্রোপ্রসেসর, ৩। মেমোরি, ৪। সার্ভোকন্ট্রোলার, ৫। সেন্সর ৬। পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার, ৭। গ্রিপার ইত্যাদি।

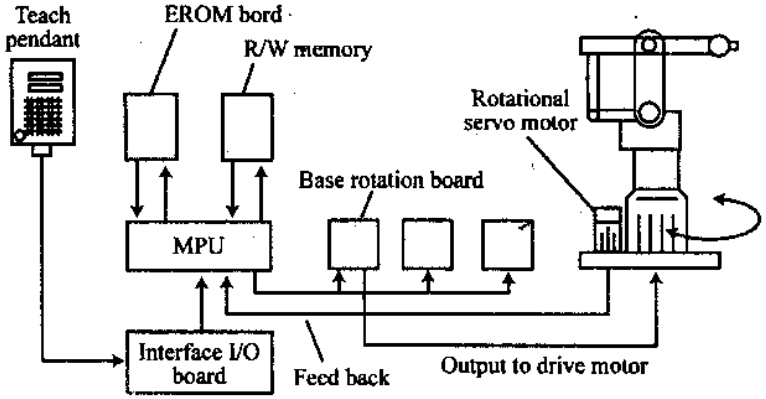
৭। কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ডের বিভিন্ন উপাদানগুলো নাম লেখ।

উত্তর ঃ মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ডের বিভিন্ন উপাদানগুলো হলো–

১। সিকুয়েন্সার, ২। মেমোরি, ৩। পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার, ৪। কম্পুটেশন ইউনিট, ৫। পাওয়ার সাপ্লাই এবং ৬। ইন্টারফেসিং ডিভাইসসমূহ।

৮। কন্ট্রোলারের সিগন্যাল পথ বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর।

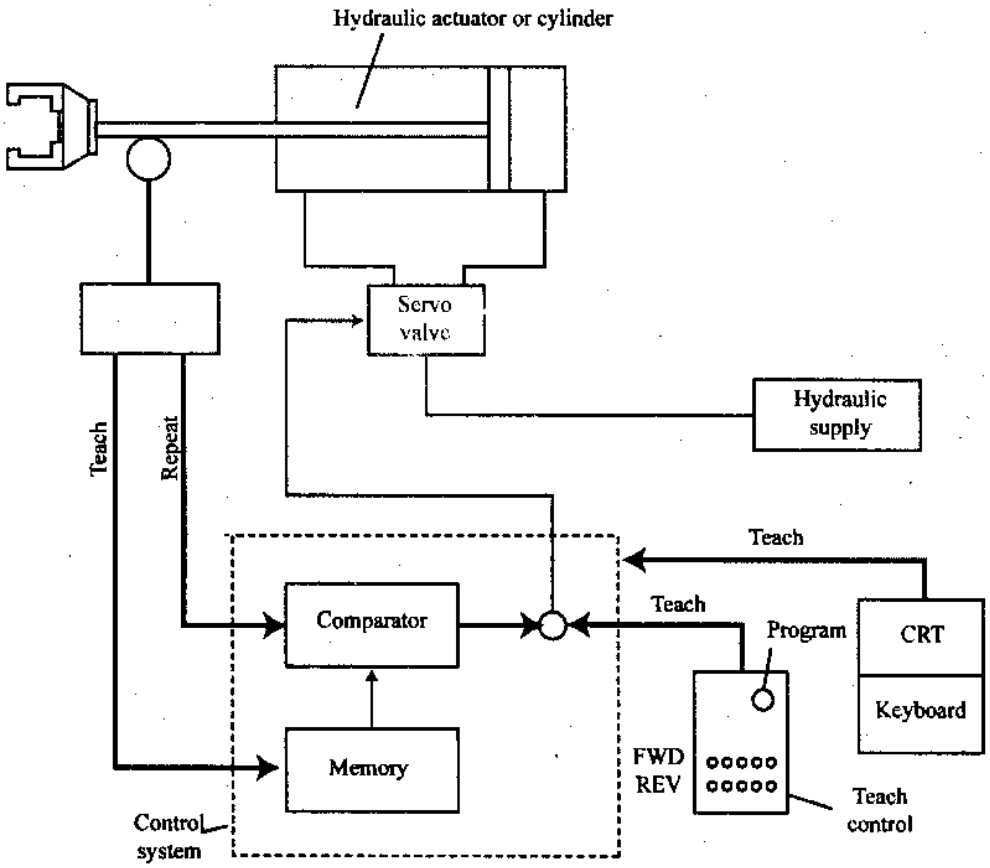
উত্তর ঃ রোবটিক সিস্টেম অপারেশনের জন্য কন্ট্রোলারের সিগন্যাল পথ একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। সিগন্যাল পথ উৎপন্ন হওয়ার সিকুয়েন্স হলো– একটি সোর্স থেকে সিগন্যাল উৎপন্ন হয়ে কন্ট্রোলার কর্তৃক প্রক্রিয়াকরণ করা এবং পরবর্তীতে কন্ট্রোলারের নির্দেশ (Command) অনুসারে রোবট এক্সিসকে ঘুরানো। অধিকাংশ হাই টেকনোলজি কন্ট্রোলারের সিগন্যাল পথ উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াকে কন্ট্রোলারের সিগন্যাল পথ বলে। নিম্নে একটি কমন ব্লকের মাধ্যমে নিম্নে দেখানো হলো ঃ



কন্ট্রোলারের সিগন্যাল পথের ব্লক ডায়াগ্রাম

৯। রোবট কন্ট্রোলারের ব্লকচিত্র অংকন কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ রোবট কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



Block diagram of robot controller

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। রোবট কো-অর্ডিনেট চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ৭.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। রোবট ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ৭.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।

অথবা, কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ৭.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কন্ট্রোলারের অভ্যন্তরীণ কম্পোন্যান্টসমূহ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

অথবা, একটি রোবট কন্ট্রোলারের বাস্তবায়ন ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, ব্লক চিত্রসহ একটি মাইক্রোপ্রসেসর বেইজড্ কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ৭.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ডের সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১৫]

উত্তর সংকেত ৭.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। কন্ট্রোলারের সিগন্যাল পথের চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ৭.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৮ হাইড্রোলিক অ্যান্ড নিউম্যাটিক ড্রাইভ সিস্টেম (Hydraulic and Pneumatic Drive System)

৮.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

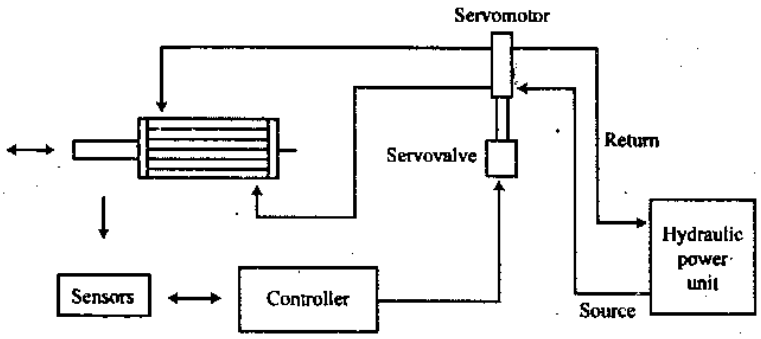
'Robotic' ম্যানিপুলেটরসমূহ ইলেকট্রিক, হাইড্রোলিক এবং নিউমেটিক (Pneumatic)-এই তিন ড্রাইভ সিস্টেম (পরিচালনা পদ্ধতি) ব্যবহার করে। এদের মধ্যে হাইড্রোলিক সিস্টেম তরল পদার্থকে এবং নিউমেটিক সিস্টেম বাতাসকে কার্যকরী উপাদান হিসেবে ব্যবহার করে। এই অধ্যায়ে হাইড্রোলিক এবং নিউমেটিক সিস্টেমের কার্যপ্রণালি এবং এদেরকে পরিচালনা করার জন্য যেসব যন্ত্রপাতি (Components) ব্যবহার করা হয়, সেগুলো সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

৮.১ হাইড্রোলিক ও নিউমেটিক সিস্টেমের সংজ্ঞা (Define hydraulic & pneumatic system) ঃ

যে সিস্টেম বা পদ্ধতিতে শক্তি স্থানান্তরের জন্য কার্যকরী উপাদান হিসেবে তরল পদার্থকে ব্যবহার করা হয়, তাকে হাইড্রোলিক সিস্টেম বলে। আর যে সিস্টেম বা পদ্ধতিতে শক্তি স্থানান্তরের জন্য কার্যকরী উপাদান হিসেবে বাতাসকে ব্যবহার করা হয়, তাকে নিউমেটিক সিস্টেম বলে।

৮.২ হাইড্রোলিক ড্রাইভ এর মূলনীতি (Principle of hydraulic drive) ঃ

নিচের চিত্রে হাইড্রোলিক সিস্টেম এর কম্পোনেন্টসহ ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ৮.১ হাইড্রোলিক সিস্টেমের স্কেমেটিক ডায়াগ্রাম

একটি হাইড্রোলিক ড্রাইভ সাধারণত নিম্নলিখিত অংশ নিয়ে গঠিত ঃ

১। **হাইড্রোলিক সিলিন্ডার এবং বাহু (Hydraulic cylinder and arm) ঃ** এগুলো প্রয়োজনীয় বল বা টর্ক উৎপন্ন করে, যা সার্ভো ভালভ বা ম্যানুয়েল ভালভ এর মাধ্যমে জয়েন্টগুলোকে ঘুরায় এবং নিয়ন্ত্রণ করে।

২। **হাইড্রোলিক পাম্প (Hydraulic pump) ঃ** একে সিস্টেমে হাই-প্রেসার ফ্লুইড পাম্প করতে ব্যবহার করা হয়।

৩। **বৈদ্যুতিক মোটর (Electric motor) ঃ** মোটর হাইড্রোলিক পাম্পকে চালায়।

৪। **কুলিং সিস্টেম (Cooling system) ঃ** সিস্টেমে উৎপাদিত তাপকে কমিয়ে আনতে বা সিস্টেমকে তাপমুক্ত করতে কুলিং সিস্টেম ব্যবহৃত হয়। এর জন্য কুলিং ফ্যান, রেডিয়েটর এবং ঠাণ্ডা বাতাস সরবরাহ করা হয়।

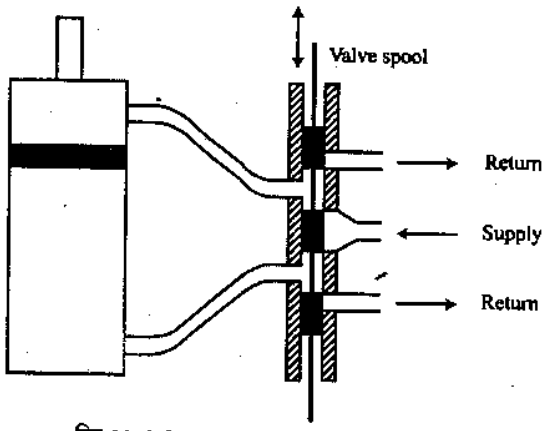
৫। **ট্যাংক/রিজার্ভার (Tank/Resourver) ঃ** সিস্টেমে প্রয়োজনমতো ফ্লুইড সরবরাহ করতে ফ্লুইড জমা রাখার জন্য ট্যাংক/রিজার্ভার থাকে।

৬। **সার্ভো ভালভ (Servo valve) ঃ** এটি অত্যন্ত সেন্সিটিভ ভালভ, যা সিলিন্ডারে ফ্লুইড এর হার (Rate) এবং পরিমাণ (Quantity) নিয়ন্ত্রণ করে থাকে।

৭। সেইফটি ভালভ, হোল্ডিং ভালভ এবং সিস্টেমের অন্যান্য ভালভ বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোলিং এর জন্য ব্যবহৃত হয়।

৮। **কানেকটিং হোল (Connecting hole) ঃ** প্রেসারাইজড ফ্লুইড সিলিন্ডারে ট্রান্সপোর্ট করতে এবং রিজার্ভারে ফিরিয়ে আনার জন্য কানেকটিং হোল এর ব্যবস্থা করা হয়।

৯। **সেন্সর (Sensor) ঃ** সিলিন্ডারের মোশন নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ব্যবহার হয়। পজিশন, ভ্যালুসিটি, ম্যাগনেটিক, টাচ্ ইত্যাদি সেন্সর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ৮.২ Schematic diagram of a spool value

৮.৩ হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের ব্যাখ্যা (Describe hydraulic actuators) ঃ

হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর একধরনের ডিভাইস। হাইড্রোলিক Energy-কে মেকানিক্যাল Energy-তে রূপান্তর করার যে অ্যাকচুয়েটর (Actuator) ব্যবহার করা হয়, তাকে Hydraulic actuator বলে। দুই ধরনের Hydraulic actuators রয়েছে। যথা ঃ

(১) সিলিন্ডার (Cylinder)

(২) মোটর (Motor)

৮.৩.১ সিলিন্ডার (Cylinder) টাইপ হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর ঃ

এটি এক ধরনের লিনিয়ার অ্যাকচুয়েটর। লিনিয়ার বলতে সিলিন্ডারের Output-এ লিনিয়ার ফোর্স Develop (বা উৎপাদন) করাকে বুঝানো হয়েছে। হাইড্রোলিক সার্কিটে চার ধরনের সিলিন্ডার ব্যবহার করা হয়। যথা ঃ

(১) র‍্যাম সিলিন্ডার (Ram cylinder)

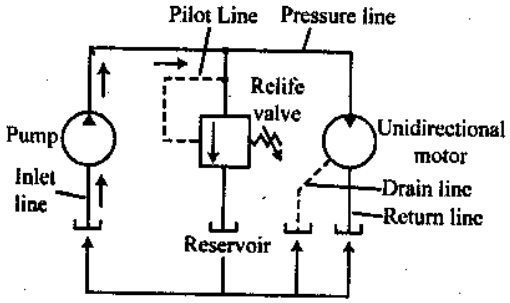
(২) টেলিসকপিং সিলিন্ডার (Telescoping cylinder)

(৩) ডাবল অ্যাকটিং সিলিন্ডার (Double-acting cylinder) and

(৪) ডাবল রড সিলিন্ডার (Double rod cylinder).

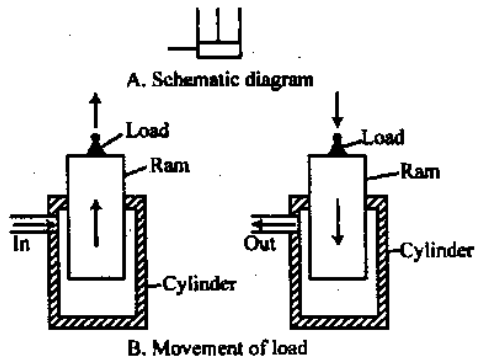
নিম্নে চিত্রের মাধ্যমে প্রত্যেকটি সিলিন্ডারের বর্ণনা দেয়া হলো ঃ

১। **র‍্যাম সিলিন্ডার (Ram cylinder) ঃ** Ram cylinder-এর ভেতরে যখন Fluid প্রবেশ করে তখন এর উপর একটি বল (Force) কাজ করে। ফলে Cylinder rod উপরে ওঠে। আবার Fluid যখন Cylinder থেকে বের হয়ে আসে তখন Cylinder rod নিচে নেমে আসে। এভাবে Ram cylinder কাজ করে।



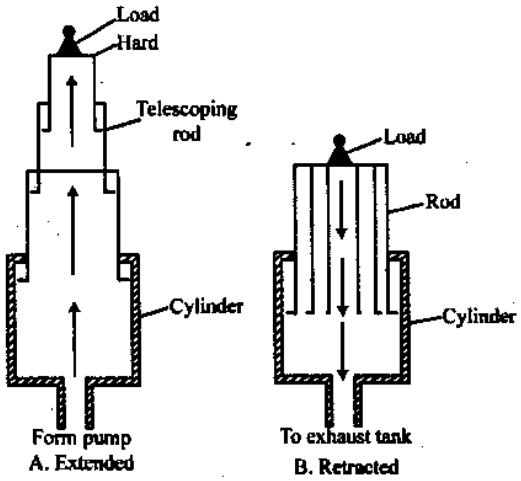
চিত্র ঃ ৮.৩ Ram cylinder.

২। **টেলিসকপিং সিলিন্ডার (Telescoping cylinder) ঃ** এটি Ram cylinder-এর মতোই। তবে এখানে মাত্র একটি Inlet আছে যার মধ্য দিয়ে Fluid সিলিন্ডারে প্রবেশ ও বের হতে পারে। বিভিন্ন Diameter-এর Telescoping parts একত্র করে একটি Telescoping cylinder প্রস্তুত হয়। Ram-কে উপরে উঠালে Fluid cylinder-এর ভিতরে প্রবেশ করে এবং Ram-কে নিচে নামালে Fluid Cylinder হতে বের হয়ে আসে।



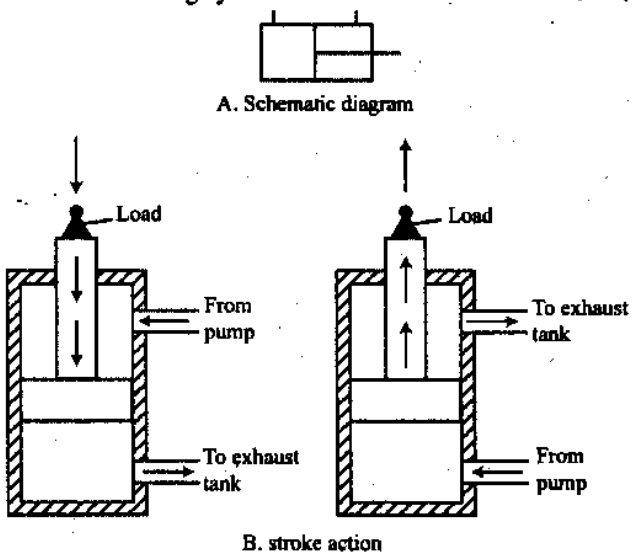
চিত্র ঃ ৮.৪ Telescoping cylinder

৩। **ডাবল অ্যাকটিং সিলিন্ডার (Double-acting cylinder) ঃ** Double-acting cylinder-এ দু'টি Oil port থাকে।



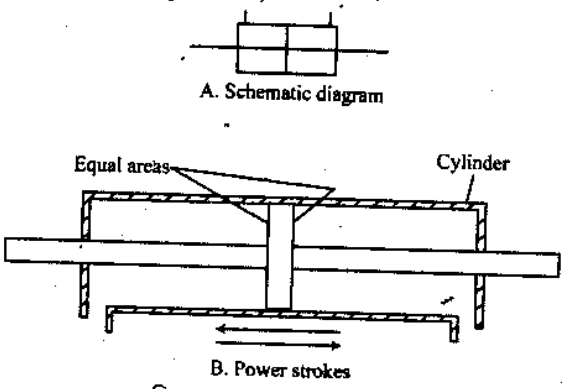
চিত্র ঃ ৮.৫ Double-Acting cylinder

একটি পোর্টের মধ্য দিয়ে Fluid প্রবেশ করে অন্যটি দিয়ে Fluid বের হয়ে থাকে। ফলে সিলিন্ডারটি দুই দিকে Move করতে পারে। নিম্নে চিত্রে Double acting cylinder-এর Stroke action দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৮.৬ Double-acting cylinder (stroke action)

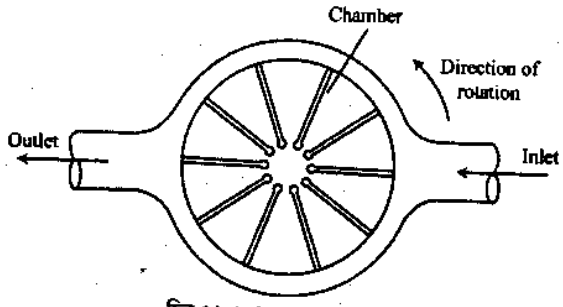
৪। **ডাবল রড সিলিন্ডার (Double rod cylinder) ঃ** Double acting cylinder-এর মতো Double rod cylinder-এ দুটি Fluid port থাকে, যার একটির মধ্য দিয়ে Fluid প্রবেশ করতে পারে এবং অন্যটির মধ্য দিয়ে Fluid বের হতে পারে। দুটি Cylinder (Double acting and Double rod)-এর মধ্যে পার্থক্য হলো Double Rod cylinder-এ দুটি Rod back to back থাকে, যার ফলে সিলিন্ডারের দুদিকে সমমানের বল (Equal force) ক্রিয়া করে।



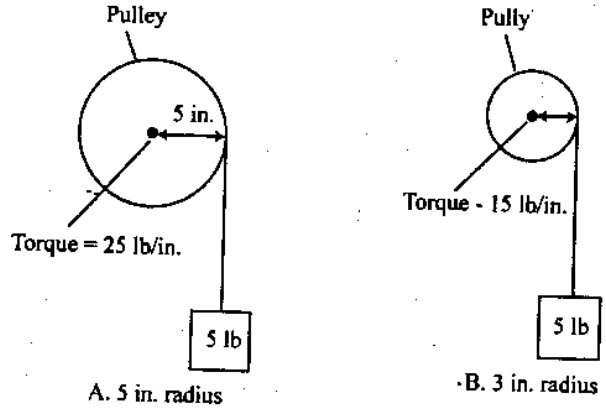
চিত্র ঃ ৮.৭ Double rod cylinder

৮.৩.২ মোটর টাইপ হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর ঃ

হাইড্রোলিক পাম্প এবং হাইড্রোলিক মোটর প্রায় একই ধরনের। তবে দু'য়ের মধ্যে মূল পার্থক্য হলো হাইড্রোলিক পাম্প ফ্লুইডের উপর প্রেসার সৃষ্টি করে। অন্যদিকে, হাইড্রোলিক মোটর ফ্লুইডের প্রেসার গ্রহণ করে। এ প্রেসার মোটরকে ঘুরায়। রোটেটিং মোটর একটি টর্ক ডেভলপ করে, যা একটি নিরবচ্ছিন্ন ঘূর্ণায়মান গতি উৎপন্ন করে।



চিত্র ঃ ৮.৮ Hydraulic motor



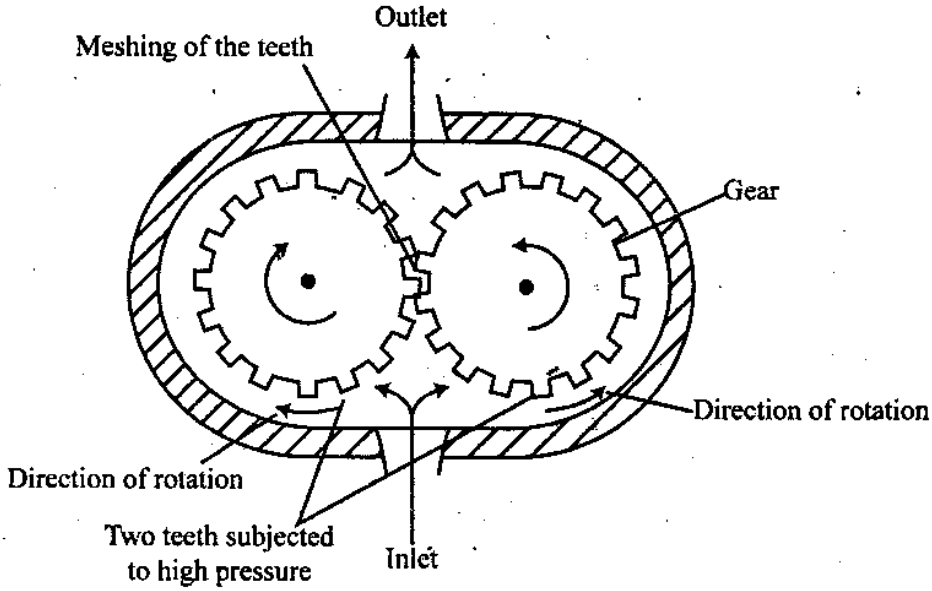
চিত্র ঃ ৮.৯ Torque developed at the centre of a pulley

হাইড্রোলিক মোটর আবার দুই প্রকার। যথা ঃ

১। গিয়ার মোটর (Gear motor)

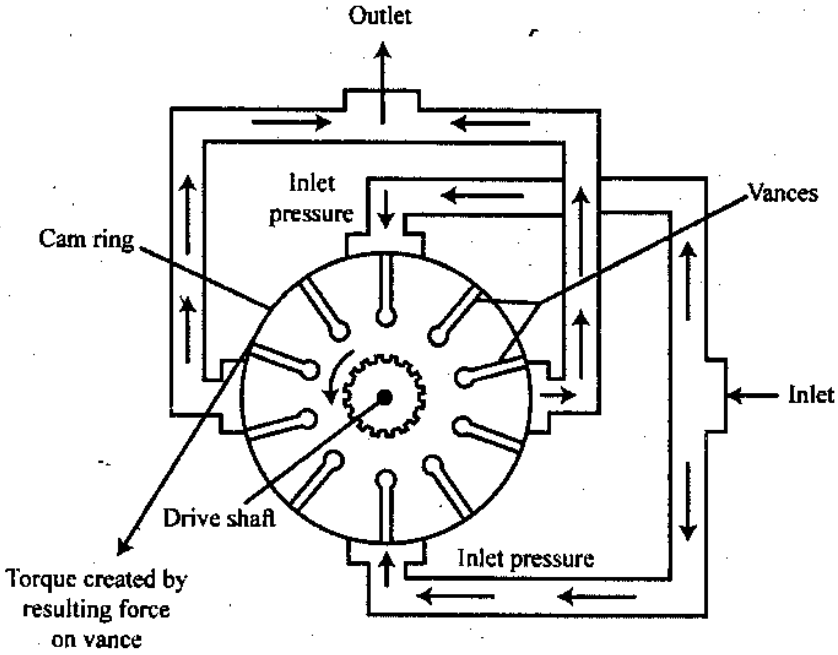
২। ভেন মোটর (Vane motor)

গিয়ার মোটর (Gear motor) ঃ যখন ফ্লুইডের প্রেসার মোটরের গিয়ারটির উপর পড়ে। তখন গিয়ার মোটরের টর্ক উৎপন্ন হয়, ফলে মোটরটি ঘুরতে শুরু করে।



চিত্র ঃ ৮.১০ Gear motor

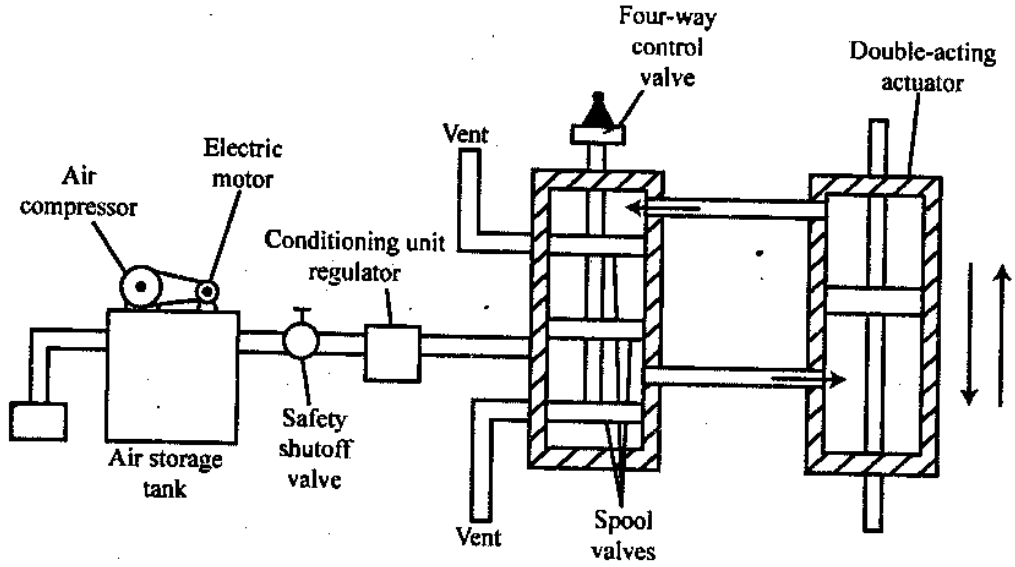
ভেন মোটর (Vane motor) ঃ যখন ফ্লুইডের প্রেসার মোটরের Rectangular ভেনের উপর পড়ে। তখন ভেন মোটরে টর্ক উৎপন্ন হয়, ফলে মোটরটি ঘুরতে শুরু করে। মোটরের Shaft এর সাথে Load connected থাকায় লোডও ঘুরতে থাকে।



চিত্র ঃ ৮.১১ Vane motor

৮.৪ নিউমেটিক সিস্টেমের মৌলিক উপাদানসমূহ (Basic Components of Pragmatic System) ঃ

এ System-টি একটি Air compressor এবং একটি Air storage tank নিয়ে গঠিত এবং এগুলো সিস্টেমে Pressure তৈরি করে থাকে। Generating source হিসাবে ব্যবহৃত Electric motor এবং load এর মধ্যে একটি Safety shutoff valve থাকে। ইলেকট্রিক মোটর Air compressure-এর প্রেসারকে নিয়ন্ত্রণ করে। একটি Four way কন্ট্রোল Valve double acting actuator-কে নিয়ন্ত্রণ করে। লাইনের Air pressure (বাতাসের চাপ) এর উপর নির্ভর করে Double acting cylinder উপরে ও নিচে উঠানামা করে। Spool value বাতাসের প্রবাহ (Air flow) এবং দিক (Direction) নিয়ন্ত্রণ করে।



চিত্র ঃ ৮.১২ নিউমেটিক সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম

৮.৪.১ হাইড্রোলিক ও নিউমেটিক অ্যাকচুয়েটর এর তুলনামূলক পার্থক্য (Comparison among Hydraulic, and Pneumatic actuators) ঃ

নিম্নে এদের পার্থক্য দেয়া হল ঃ

ক্রমিক নং	হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর	নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর
১।	বড় রোবট এবং ভারী Payload এর জন্য উপযোগী।	ON-OFF application এর জন্য এবং Pick and place এর জন্য উপযোগী।
২।	Power to weight ratio সর্বোচ্চ।	Power to weight ratio সর্বনিম্ন।
৩।	Stiff system accuracy high, response ভালো।	Stiffness Low.
৪।	Reduction gear এর প্রয়োজন নেই।	Air pressure filter এর প্রয়োজন।
৫।	লিক হতে পারে, clean room application-এর জন্য উপযোগী নয়।	কোনো লিক বা স্পার্ক নেই।
৬।	Compliance নিম্ন।	Compliant system.
৭।	Component-সমূহ দামি এবং নয়েজি। মেরামত করতে হয়।	Component-সমূহ নির্ভরযোগ্য।
৮।	অধিক গতিতে কাজ করতে পারে।	লিনিয়ার Position control করা কঠিন।
৯।	Response ভালো।	Response (সাড়া) ভালো নয়।

অনুশীলনী-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **হাইড্রোলিক সিস্টেম কাকে বলে?**
অথবা, হাইড্রোলিক সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যে পদ্ধতিতে শক্তি স্থানান্তরের জন্য কার্যকরী উপাদান হিসেবে কোনো তরল পদার্থকে ব্যবহার করা হয়, তাকে হাইড্রোলিক সিস্টেম বলে।

২। **নিউম্যাটিক সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ যে পদ্ধতিতে শক্তি স্থানান্তরের জন্য কার্যকরী উপাদান হিসেবে বাতাসকে ব্যবহার করা হয়, তাকে নিউমেটিক সিস্টেম বলে।

৩। **হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪(পরি), ১৫]

উত্তর ঃ Hydraulic energy-কে Mechanical energy-তে রূপান্তর করার জন্য যে অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়, তাকে Hydraulic actuator বলে।

৪। **মোটর কত প্রকার?**

উত্তর ঃ দুই প্রকার। যথা ঃ
(ক) গিয়ার মোটর (Gear motor) (খ) ভেন মোটর (Vane motor)

৫। **গিয়ার মোটরের টর্ক কখন উৎপন্ন হয়?**

উত্তর ঃ ফ্লুইডের প্রেসার যখন মোটরের গিয়ারটির উপর পড়ে তখন গিয়ার মোটরের টর্ক উৎপন্ন হয়।

৬। **ভেন মোটরের টর্ক উৎপন্ন হয় কখন?**

উত্তর ঃ ফ্লুইডের প্রেসার যখন মোটরের Rectangular ভেনের উপর পড়ে তখন ভেন মোটরের টর্ক উৎপন্ন হয়।

৭। **অ্যাকচুয়েটরের কাজ কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ১০, ১৫]
অথবা, অ্যাকচুয়েটরের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ Actuator এর কাজ হলো Controller/process কর্তৃক প্রেরিত Controlling সিগন্যাল অনুসারে লোডকে পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ করা।

৮। **অ্যাকচুয়েটর কী?** [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]
অথবা, Actuator বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ যে ডিভাইসের মাধ্যমে কন্ট্রোলার/প্রসেসর কর্তৃক প্রেরিত কন্ট্রোলিং সিগন্যাল অনুসারে লোডকে পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ করা হয়, তাকে অ্যাকচুয়েটর বলে।

৯। **নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]

উত্তর ঃ যে অ্যাকচুয়েটর শক্তি স্থানান্তরের জন্য বাতাসকে কার্যকরী উপাদান হিসাবে ব্যবহার করে, তাকে নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর বলে।

১০। **রোবটে ব্যবহৃত ইলেকট্রিক মোটরগুলোর নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ ১। গিয়ার মোটর ২। ভেন মোটর ৩। স্টেপার মোটর ৪। হাইড্রোলিক মোটর।

১১। **অ্যাকচুয়েটর কেন ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ ডিভাইসের মাধ্যমে কন্ট্রোলার/প্রসেসর কর্তৃক প্রেরিত কন্ট্রোলিং সিগন্যাল অনুসারে লোড পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ করার জন্য অ্যাকচুয়েটর ব্যবহার করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **হাইড্রোলিক ড্রাইভের অংশগুলোর নাম লেখ।**

উত্তর ঃ সাধারণত নিম্নলিখিত অংশ নিয়ে একটি হাইড্রোলিক ড্রাইভ গঠিত। যথা ঃ

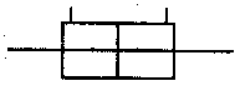
১। হাইড্রোলিক সিলিন্ডার এবং বাহু, ২। হাইড্রোলিক পাম্প, ৩। বৈদ্যুতিক মোটর, ৪। কুলিং সিস্টেম ৫। ট্যাংক/ রিজার্ভার, ৬। সার্ভো ভালভ, ৭। সেইফটি ভালভ, হোল্ডিং ভালভ এবং সিস্টেমের অন্যান্য ভালভ ৮। কানেকটিং হোল এবং ৯। সেন্সর।

২। **নিউম্যাটিক সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০১৩]

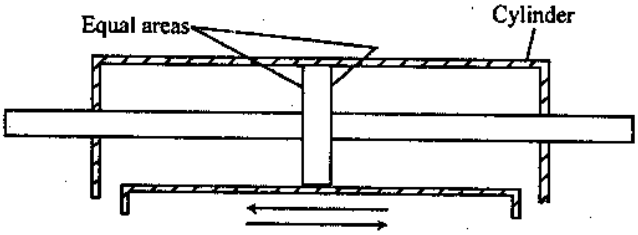
উত্তর ঃ নিউম্যাটিক সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ

৩। **Double rod sylinder সম্পর্কে যা জান সংক্ষেপে লেখ।**

উত্তর ঃ Double acting cylinder-এর মতো Double rod cylinder-এ দুটি Fluid port থাকে, যার একটির মধ্য দিয়ে Fluid প্রবেশ করতে পারে এবং অন্যটির মধ্য দিয়ে Fluid বের হতে পারে। দুটি Cylinder (Double acting and Double rod)-এর মধ্যে পার্থক্য হল Double rod cylinder-এ দুটি Rod back to back থাকে, যার ফলে সিলিন্ডারের দুদিকে সমমানের বল (Equal force) ক্রিয়া করে।



A. Schematic diagram



B. Power strokes
Double rod cylinder

৪। **মোটর সম্পর্কে যা জান সংক্ষেপে লেখ।**

উত্তর ঃ হাইড্রোলিক পাম্প এবং হাইড্রোলিক মোটর প্রায় একই ধরনের। তবে দু'য়ের মধ্যে মূল পার্থক্য হলো হাইড্রোলিক পাম্প ফ্লুইডের উপর প্রেসার সৃষ্টি করে। অন্যদিকে, হাইড্রোলিক মোটর ফ্লুইডের প্রেসার গ্রহণ করে। এ প্রেসার মোটরকে ঘুরায়। রোটেটিং মোটর একটি টর্ক ডেভলপ করে, যা একটি নিরবচ্ছিন্ন ঘূর্ণায়মান গতি উৎপন্ন করে।

৫। **গিয়ার মোটর ও ভেন মোটরের সংজ্ঞা দাও।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ **গিয়ার মোটর ঃ** যখন ফ্লুইডের প্রেসার মোটরের গিয়ারটির উপর পরে তখন গিয়ার মোটরের টর্ক উৎপন্ন হয়, ফলে মোটরটি ঘুরতে শুরু করে।

ভেন মোটর ঃ যখন ফ্লুইডের প্রেসার মোটরের Rectangular ভেনের উপর পড়ে তখন ভেন মোটরের টর্ক উৎপন্ন হয়। ফলে মোটরের ঘূর্ণনের সৃষ্টি হয়। মোটরের Shaft এর সাথে Load connected থাকায় Load-ও ঘুরতে থাকে।

৬। **নিউমেটিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫,০৮, ১১, ১২]

উত্তর ঃ System-টি একটি Air compressor এবং একটি Air storage tank নিয়ে গঠিত এবং এগুলো সিস্টেমে Pressure তৈরি করে থাকে। Generating source হিসাবে ব্যবহৃত Electric motor এবং load এর মধ্যে একটি Safety shutoff valve থাকে। ইলেকট্রিক মোটর Air compressure-এর প্রেসারকে নিয়ন্ত্রণ করে। একটি Four way কন্ট্রোল Valve double acting actuator-কে নিয়ন্ত্রণ করে। লাইনের Air pressure (বাতাসের চাপ) এর উপর নির্ভর করে Double acting cylinder উপরে ও নিচে উঠানামা করে। Spool value বাতাসের প্রবাহ (Air flow) এবং দিক (Direction) নিয়ন্ত্রণ করে।

৭। **হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর একধরনের ডিভাইস। হাইড্রোলিক Energy-কে মেকানিক্যাল Energy-তে রূপান্তর করার যে অ্যাকচুয়েটর (Actuator) ব্যবহার করা হয়, তাকে Hydraulic actuator বলে। দুই ধরনের Hydraulic actuators রয়েছে। যথা ঃ

১। সিলিন্ডার (Cylinder)

২। মোটর (Motor)

৮। **হাইড্রোলিক এবং নিউমেটিক Actuator এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, হাইড্রলিক ও নিউমেটিক সিস্টেমের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ

ক্রমিক নং	হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর	নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর
১।	বড় রোবট এবং ভারী Payload এর জন্য উপযোগী।	ON-OFF application এর জন্য এবং pick and place এর জন্য উপযোগী।
২।	Power to weight ratio সর্বোচ্চ।	Power to weight ratio সর্বনিম্ন।
৩।	Stiff system accuracy high, response ভালো।	Stiffness low.
৪।	Reduction gear এর প্রয়োজন নেই।	Air pressure filter এর প্রয়োজন।
৫।	লিক হতে পারে, clean room application-এর জন্য উপযোগী নয়।	কোনো লিক বা স্পার্ক নেই।

৯। **অ্যাকচুয়েটের বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১২]

উত্তর ঃ অ্যাকচুয়েটের বৈশিষ্ট্য হলো Controller/Process কর্তৃক প্রেরিত Controlling সিগন্যাল অনুসারে লোডকে পরিচালনা ও নিয়ন্ত্রণ করা।

১০। **রোবটে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটের (Actuator) গুলোর তালিকা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, Robot actuation গুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ Robot actuation গুলোর নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ

১। ইলেকট্রিক, ২। হাইড্রোলিক এবং ৩। নিউমেটিক।

এদের মধ্যে হাইড্রোলিক সিস্টেমে তরল পদার্থকে এবং নিউমেটিক সিস্টেমে বাতাসকে কার্যকরী উপাদান হিসেবে ব্যবহার করে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **হাইড্রোলিক ড্রাইভের মূলনীতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪, ১৫]

অথবা, চিত্রসহ হাইড্রলিক ড্রাইভিং সিস্টেম ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১২, ১৩, ১৫]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **ব্লক চিত্রসহ নিউমেটিক সিস্টেমের মৌলিক উপাদানসমূহের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **একটি হাইড্রোলিক সিস্টেমের বিভিন্ন অংশগুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ০৮, ১২]

অথবা, একটি Hydraulic system-এর block চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ৯ রোবট, গিয়ার এবং লিংকেজসমূহের ধারণা (Understand Robot, Gears and Linkages)

৯.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

Robot ম্যানিপুলেটর (Manipulator) ড্রাইভ সিস্টেম Motor or Actuator (মোটর বা অ্যাকচুয়েটর), Gear (গিয়ার) এবং Linkage (লিংকেজ)-এই তিনটি জিনিসের সমন্বয়ে গঠিত।

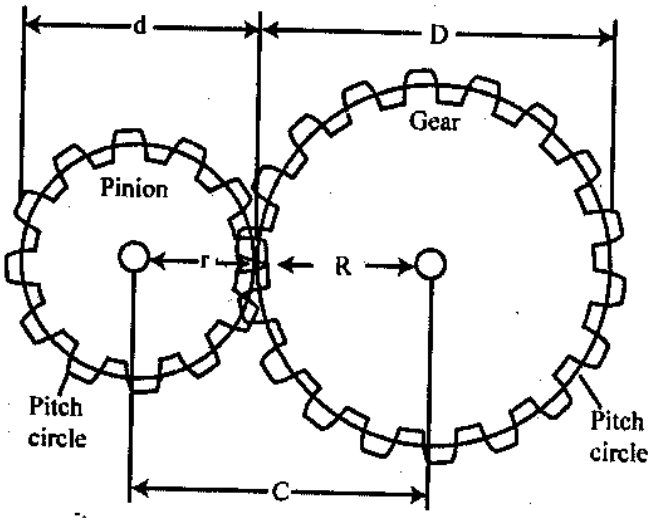
মোটর কর্তৃক উৎপাদিত এনার্জিকে গিয়ার এবং লিংকেজ এর মাধ্যমে ম্যানিপুলেটরে স্থানান্তর করে যার ফলে ম্যানিপুলেটর কার্য সম্পাদন করে। অন্যভাবে, রোবট ম্যানিপুলেটর হলো অনেকগুলো মেকানিক্যাল আর্মের সমন্বয়। এ আর্মগুলো ইলেকট্রিক, হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক ড্রাইভ সিস্টেমের সাথে সংযুক্ত থাকে। ড্রাইভ সিস্টেম থেকে ম্যানিপুলেটরে তিনটি পদ্ধতিতে এনার্জি সরবরাহ করা হয়। যথা ঃ

১। গিয়ার (Gear); ২। বেল্ট (Belt); ৩। চেইন (Chain)।

৯.১ গিয়ার, লিংকেজ, গিয়ার রেশিও, গিয়ার ডিরেকশন, গিয়ার ট্রেন শব্দগুলোর সংজ্ঞা (Definition of the term gear and linkage, gear ratio, gear direction & gear train) ঃ

(ক) গিয়ার (Gear) ঃ Rotational speed অর্থাৎ ঘূর্ণায়মান গতিকে স্থানান্তর করার জন্য বা গতির মানকে কমবেশি করার জন্য দাঁতবিশিষ্ট যে গোলাকৃতি মেকানিক্যাল ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে গিয়ার বলে।

চিত্রে একটি Spur গিয়ার দেখানো হয়েছে। এটি নিম্নলিখিত অংশ নিয়ে গঠিত ঃ



চিত্র ঃ ৯.১ Spur Gear Dimensions

১। **ড্রাইভ গিয়ার (Drive gear) ঃ** চিত্রে প্রদর্শিত ছোট গিয়ারটিকে ড্রাইভ গিয়ার বা পিনিয়ন (Pinion) বলা হয়।

২। **ড্রিভেন গিয়ার (Driven gear) ঃ** চিত্রে প্রদর্শিত বড় গিয়ারটিকে ড্রিভেন গিয়ার বা আউটপুট গিয়ার বলা হয়।

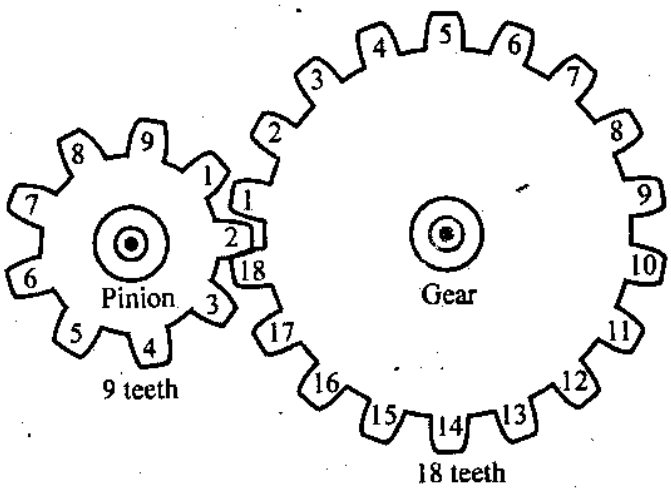
৩। **পিচ সার্কেল (Pitch circle) ঃ** গিয়ারের পরিধি বরাবর দাঁত কাটা হয় এবং এ পরিধিকে পিচ সার্কেল বলা হয়।

৪। **পিচ ডায়ামিটার (Pitch diameter) ঃ** পিচ সার্কেলের ব্যাসকেই পিচ ডায়ামিটার বলা হয়। চিত্রে D হলো বড় গিয়ারের পিচ ডায়ামিটার এবং d হলো ছোট গিয়ারের পিচ ডায়ামিটার।

৫। **সেন্টার ডিসট্যান্স (Center distance) ঃ** গিয়ার দু'টির কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্বকে সেন্টার ডিসট্যান্স বলে। চিত্রে সেন্টার ডিসট্যান্সকে C দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।

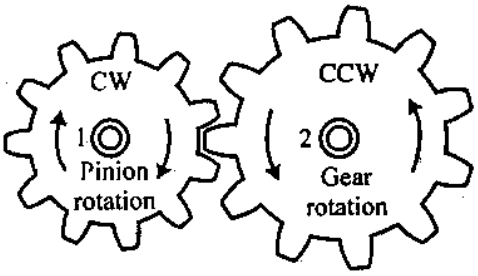
(খ) লিংকেজ (Linkage) ঃ ঘূর্ণায়মান গতিকে রৈখিক গতিতে স্থানান্তর করার জন্য যে মেকানিক্যাল ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে লিংকেজ বলে। যেমন– Four-bar linkage, Crank & Rocker, Slider crank, Pentograph ইত্যাদি।

(গ) গিয়ার রেশিও (Gear ratio) ঃ যখন একাধিক গিয়ার ব্যবহার করা হয় বা কম্পাউন্ড গিয়ার ব্যবহার করা হয় তখন গিয়ারের দু'টি দাঁতের সংখ্যার অনুপাতকে গিয়ার রেশিও বলে। চিত্রে প্রদর্শিত ছোট গিয়ারটির দাঁত সংখ্যা 9 এবং বড় গিয়ারের দাঁত সংখ্যা 18। সুতরাং তাদের গিয়ার রেশিও হলো 18 : 9 বা 2 : 1 অর্থাৎ, ছোট গিয়ারটি দু'বার ঘুরলে বড় গিয়ারটি একবার ঘুরবে। নিম্নের চিত্রে গিয়ার রেশিও দেখানো হয়েছে।

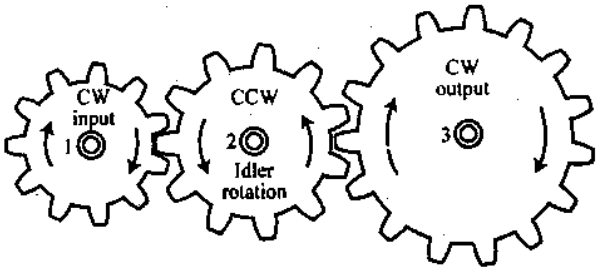


চিত্র ঃ ৯.২ (২ ঃ ১ গিয়ার রেশিও)

(ঘ) গিয়ার ডিরেকশন (Gear Direction) ঃ নির্দিষ্ট কাজের জন্য কোনো গিয়ার যে দিকে ঘুরে, তাকে ঐ গিয়ার এর গিয়ার ডিরেকশন বলে। ৯.৩ নং চিত্রে প্রদর্শিত ছোট গিয়ারটি যদি ক্লক ওয়াইজ ঘুরে তবে বড় গিয়ারটি এন্টিক্লকওয়াইজ ঘুরবে। ৯.৪ নং চিত্রে ড্রাইভ গিয়ার ও ড্রাইভেন গিয়ারের মাঝখানে একটি আইডেল গিয়ার (Idle gear) সেট করা হয়েছে। এক্ষেত্রে ড্রাইভ গিয়ার ক্লক ওয়াইজ, আইডল গিয়ার এন্টিক্লকওয়াইজ এবং ড্রাইভেন গিয়ার ক্লক ওয়াইজ ডিরেকশনে ঘুরে।



চিত্র ঃ ৯.৩ দুটি গিয়ারের রোটেশনাল ডিরেকশন



চিত্র ঃ ৯.৪ আইডল গিয়ারসহ রোটেশন

(ঙ) গিয়ার ট্রেন (Gear train) ঃ গিয়ার ট্রেন হলো অনেকগুলো গিয়ারের সংযোগ যা রোটেশনাল মেশিনকে স্থানান্তর ও রূপান্তর (Convert) করে। গিয়ার ট্রেন প্রধানত দু'প্রকার। যথা ঃ

১। সাধারণ গিয়ার ট্রেন (Ordinary gear train)

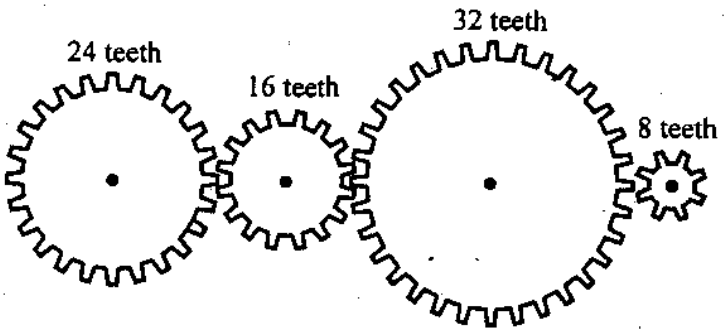
২। প্লেনেটারি গিয়ার ট্রেন (Planetary gear train)

সাধারণ গিয়ার ট্রেনকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা ঃ

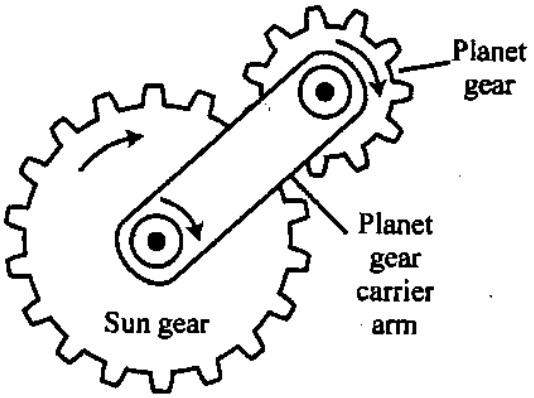
(ক) সরল গিয়ার ট্রেন (Simple gear train)

(খ) জটিল গিয়ার ট্রেন (Complex gear train)

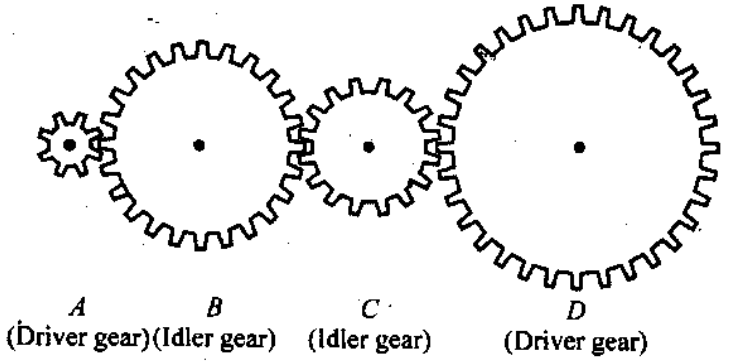
নিম্নে বিভিন্ন প্রকার গিয়ার ট্রেনের চিত্র দেখানো হলো–



চিত্র ঃ ৯.৫ অর্ডিনারি গিয়ার



চিত্র ঃ ৯.৬ প্লেনেটারি গিয়ার ট্রেন

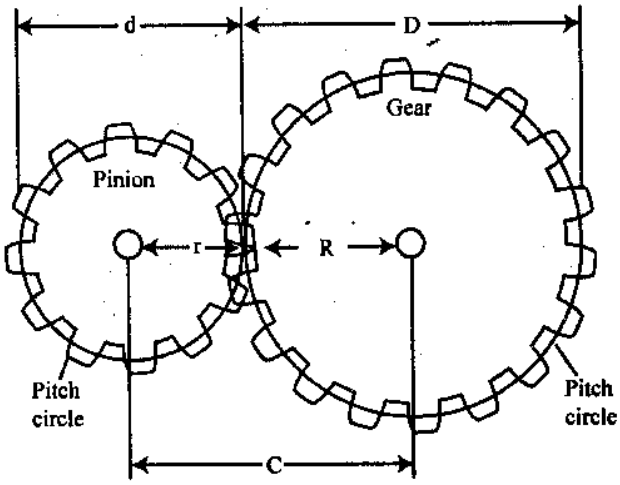


চিত্র ঃ ৯.৭ সিম্পল (সাধারণ) অর্ডিনারি গিয়ার ট্রেন

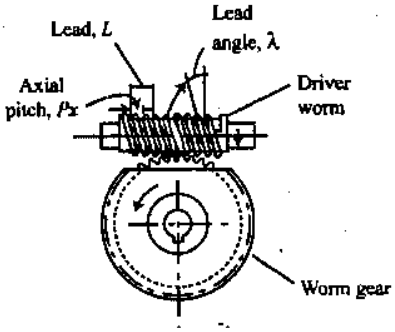
৯.২ রোবটিক সিস্টেমে ব্যবহৃত গিয়ারের তালিকা (List of gears used in Robotic system) ঃ

রোবটিক সিস্টেমে যেসব গিয়ার ব্যবহৃত হয় তাদের নাম ও তাদের চিত্র নিম্নে দেয়া হলো–

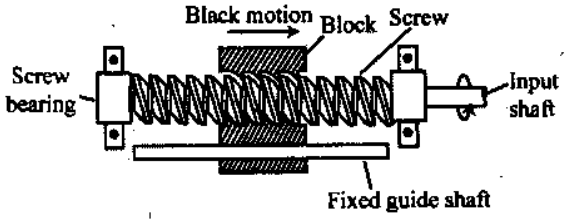
১। Spur gear
২। Worm gear
৩। Ball screw
৪। Bevel gear
৫। Harmonic drives
৬। Rack & Pinion
৭। Two meshed gear



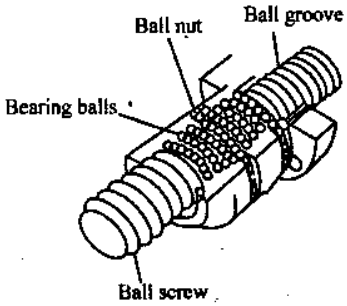
চিত্র ঃ ৯.৮ Spur gear



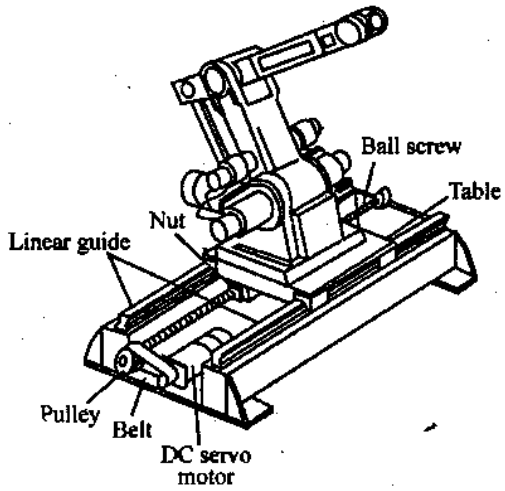
চিত্র ঃ ৯.৯ Worm gear



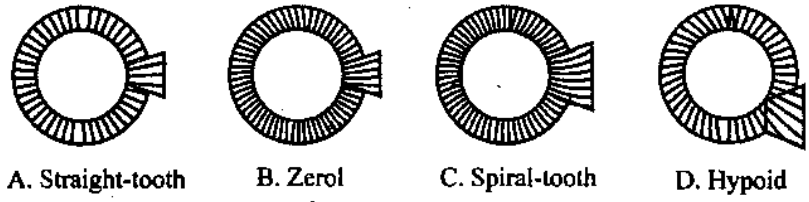
চিত্র ঃ ৯.১০ Ball screw



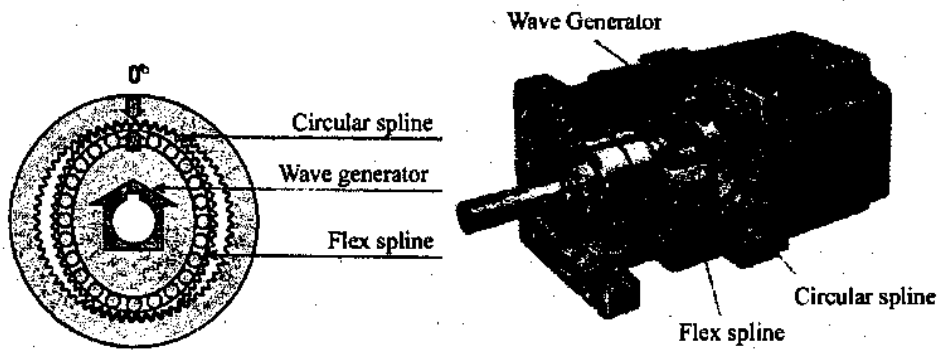
চিত্র ঃ ৯.১১ Ball bearings used with a ball screw.



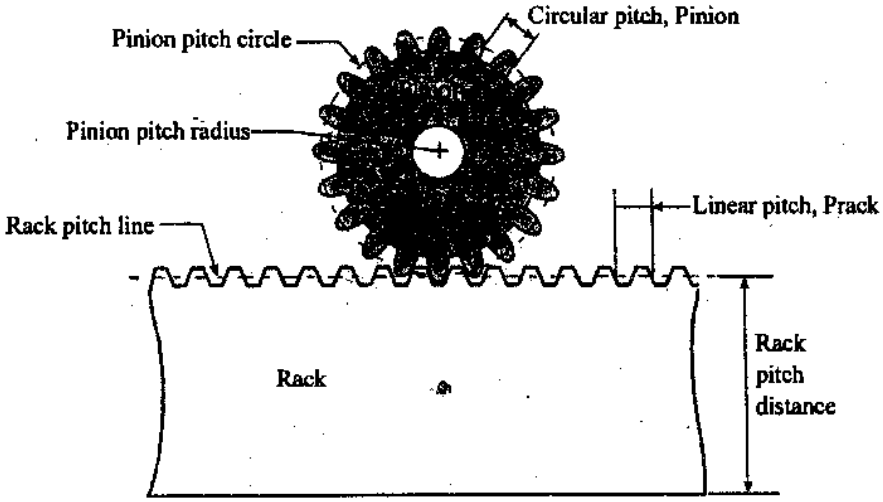
চিত্র ঃ ৯.১২ Ball screw drive system



চিত্র ঃ ৯.১৩ Bevel gears



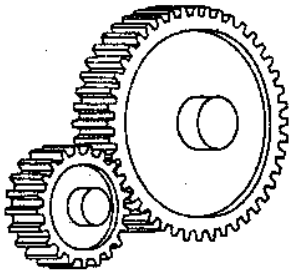
চিত্র ঃ ৯.১৪



চিত্র ঃ ৯.১৫

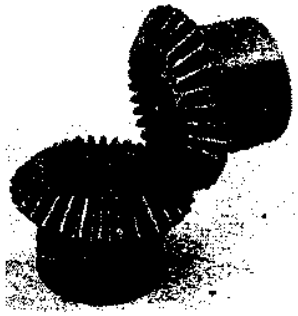
নিচের চিত্রে বিভিন্ন প্রকার গিয়ার দেখানো হয়েছে।

১। **স্পার গিয়ার (Spar Gear) ঃ** সমান্তরাল এবং একই সমতলে অবস্থিত দুটি শ্যাফটের একটি হতে অন্যটিতে শক্তি পরিবহন করতে যে গিয়ার ব্যবহার করা হয় তাকে স্পার গিয়ার বলে। এ গিয়ারের দাঁতগুলো হুইলের অক্ষের সমান্তরাল থাকে। মোটর গাড়ি, লেদ (Latch) মেশিন, মিলিং (Milling) মেশিন, ক্রেন (Crane), মেটাল কাটিং মেশিন ইত্যাদির গিয়ার বক্সে (Gear box) এটি ব্যবহৃত হয়।



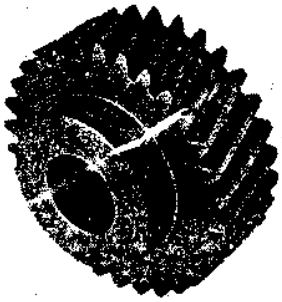
চিত্র ঃ ৯.১৬ স্পার গিয়ার

২। **বেভেল গিয়ার (Bevel gear) ঃ** অক্ষদ্বয় পরস্পরকে ছেদ করে এবং একই সমতলে অবস্থিত দুটি শ্যাফটকে সংযোগ করতে বা শক্তি পরিবহন করতে যে গিয়ার ব্যবহার করা হয় তাকে বেভেল গিয়ার বলে। ছিন্ন শীর্ষ কোণ (Truncated cone) এর উপরিভাগে দাঁত উৎপন্ন হলে দাঁতগুলো দেখতে যেমন নত দেখায়, এ জাতীয় গিয়ারের দাঁতগুলো তেমন দেখায়। এর শ্যাফট দু'টির অক্ষ একই তলে অথচ অসমান্তরাল (সাধারণত 90° কোণে) থাকে অর্থাৎ অক্ষ দু'টিকে বর্ধিত করলে এরা পরস্পরকে ছেদ করে। ড্রিলিং, মিলিং, শেপিং ইত্যাদি মেশিনে লম্বা শ্যাফট হতে অনুভূমিক শ্যাফটে শক্তি পরিবহনে এ জাতীয় গিয়ার ব্যবহৃত হয়।



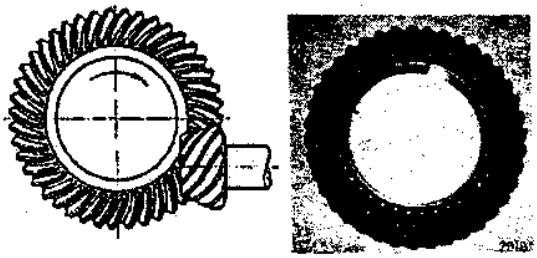
চিত্র ঃ ৯.১৭ বেভেল গিয়ার

৩। **হেলিক্যাল গিয়ার (Helical gear) ঃ** স্পার গিয়ারের দাঁতগুলো হুইলের অক্ষে সমান্তরালে না হয়ে দি কিছু বাঁকা হয়, তবে তাকে হেলিক্যাল গিয়ার বলে। এতে তলের যে কোন কৌণিক অবস্থানে অক্ষদ্বয় পরস্পরকে ছেদ না করে এমন দু'টি শ্যাফটে শক্তি পরিবহন করতে হেলিক্যাল গিয়ার ব্যবহার হয়। ডাবল হেলিক্যাল গিয়ারকে হেরিংবোন গিয়ার বলে। গিয়ারের ঘূর্ণনকালে শব্দ কমানো এবং উত্তম পরিবহনের জন্য হেলিক্যাল গিয়ার ব্যবহার করা হয়। রোলিং মিল, স্টিম-টারবাইন ইত্যাদিতে হেলিক্যাল গিয়ার ব্যবহৃত হয়।



চিত্র-৯.১৮ হেলিক্যাল গিয়ার

৪। **স্পাইরাল গিয়ার (Sprial gear) ঃ** অক্ষদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল নয় এবং একই বিন্দুতে ছেদ করে না (Non-parallel and non interscting) এরূপ দুটি শ্যাফটের মধ্যে শক্তি পরিবহন করতে স্পাইরাল বা স্কিউ (Skew) গিয়ার ব্যবহার করা হয়। স্পাইরাল গিয়ার অল্প শক্তি পরিবহনের উপযোগী। কারণ দাঁতগুলো লাইস কন্ট্রাক্ট না হয়ে পয়েন্টে কন্ট্রাক্ট হয়।

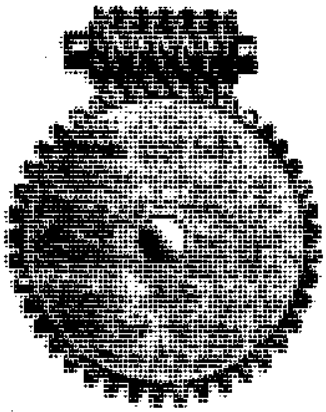


চিত্র- ৯.১৯ স্পাইরাল গিয়ার

৫। ওয়ার্ম গিয়ার (Warm gear) ঃ যে গিয়ারের অক্ষদ্বয় পরস্পর ছেদ করে না অথচ সমকোণে অবস্থান করে একে শ্যাফট হতে অন্য শ্যাফট ঘূর্ণন গতি কমিয়ে শক্তি সঞ্চালনে ব্যবহার করা হয় তাকে ওয়ার্ম গিয়ার বলে। এটা দেখতে স্ক্রু থ্রেডের মত দেখায়। ডিভাইডিং হেড, হোয়েস্টিং মেশিন, চেইন ড্রাইভ ইত্যাদিতে এ গিয়ার ব্যবহৃত হয়।

৬। হেরিংবন গিয়ার (Herringbone gear) ঃ একই তলে যে কোনো কৌণিক অবস্থানে অক্ষদ্বয় পরস্পরকে ছেদ করে না এমন দুটি শ্যাফটে ক্ষমতা পরিবহন করার জন্য হেলিক্যাল গিয়ার ব্যবহার করা হয়।

ডাবল হেলিক্যাল গিয়ারকে হেরিং বোন গিয়ার বলে। রোলিং মিল, স্টিম-টারবাইন ইত্যাদিতে এ ধরনের গিয়ার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র-৯.২০ ওয়ার্ম গিয়ার

গুরুত্বের দিক বিবেচনা করে গিয়ারকে নিচের তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায় ঃ

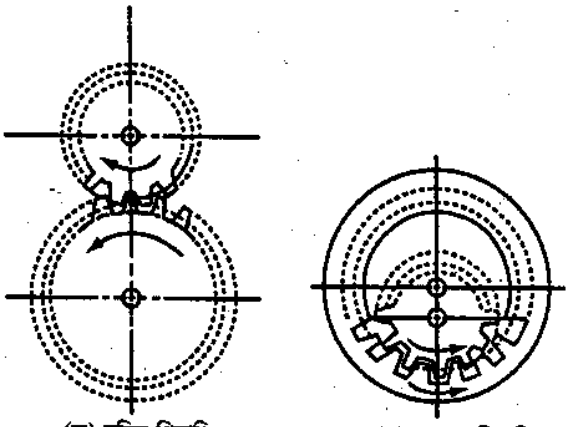
১। বহিস্থ গিয়ারিং (External gearing)

২। অন্তঃস্থ গিয়ারিং (Internal gearing)

৩। র‍্যাক এবং পিনিয়ন (Rack and pinion)

১। বহিস্থ গিয়ারিং (External Gearing) ঃ দুটি চাকার গিয়ার যদি একে অপরের সাথে বাইরের দিকে মিলিত হলে তাকে বহিস্থ গিয়ারিং বলে।

২। অন্তঃস্থ গিয়ারিং (Internal Gearing) ঃ দুটি চাকা বা শ্যাফটের গিয়ার যদি একে অপরের সাথে ভিতরের দিকে পরস্পর মিলিত হয় তাকে অন্তঃস্থ বিয়ারিং বলে। অন্তঃস্থ গিয়ার হুইলদ্বয়ের বড়টিকে অ্যানুলার হুইল (Annular wheel) এবং ছোটটিকে পিনিয়ন বলে।



(ক) বহিস্থ গিয়ারিং (খ) অন্তঃস্থ গিয়ারিং

চিত্র ঃ ৯.২১

৩। র‍্যাক এবং পিনিয়ন (Rack and Pinion) ঃ পরস্পরের সাথে সংযুক্ত দুটি গিয়ারের মাঝে যদি একটি সোজা (Straight) এবং অপরটি বৃত্তাকার (Circular) হয় তবে তাকে র‍্যাক এবং পিনিয়ন বলে। সোজা গিয়ারকে র‍্যাক ও বৃত্তাকার গিয়ারকে পিনিয়ন বলে।

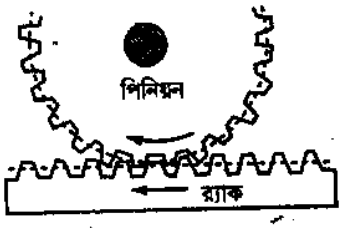
র‍্যাক এবং পিনিয়নের সাহায্যে সরল গতি হতে ঘূর্ণন গতি অথবা ঘূর্ণন গতি হতে সরল গতি পাওয়া যায়।

শ্যাফটের অক্ষের অবস্থান অনুযায়ী গিয়ার তিন প্রকার। যথা–

১। সমান্তরাল শ্যাফ্‌ট গিয়ার (Parallel shaft gear)

২। ইন্টারসেক্‌টিং শ্যাফট গিয়ার (Intersecting shaft gear)

৩। নন-ইন্টার সেকটিং শ্যাফট গিয়ার (Non-intersecting shaft gear)



চিত্র-৯.২২ র‍্যাক ও পিনিয়ন

১। সমান্তরাল শ্যাফট গিয়ার (Parallel shaft gear) ঃ যদি একই সমতলে অবস্থিত দুটি সমান্তরাল শ্যাফট গিয়ারের সাহায্যে সংযোগ দেওয়া হয় তখন তাকে সমান্তরাল শ্যাফট গিয়ার বলে। যেমন- স্পার গিয়ার, হেলিক্যাল গিয়ার, হেরিং বোন গিয়ার ইত্যাদি।

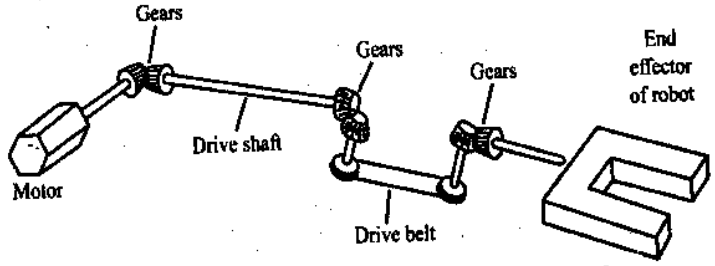
২। ইন্টারসেকটিং শ্যাফট গিয়ার (Intersecting Shaft Gear) ঃ একই সমতলে অবস্থিত দুটি অসমান্তরাল শ্যাফটেকে যে গিয়ারের সাহায্যে সংযোগ দেওয়া হয়, তাকে ইন্টারসেকটিং শ্যাফট গিয়ার বলে। যেমন- বেভেল গিয়ার, স্পার বেভেল গিয়ার, হেলিক্যাল বেভেল গিয়ার ইত্যাদি।

৩। নন-ইন্টারসেকটিং শ্যাফট গিয়ার (Non intersecting shaft gear) ঃ ভিন্ন তলে অবস্থিত অসমান্তরাল ও এক বিন্দুতে ছেদকারী দুটি শ্যাফটকে যখন গিয়ারের সঙ্গে সংযোগ দেওয়া হয় তখন তাকে নন-ইন্টারসেকটিং শ্যাফট গিয়ার বলে। যেমন–স্কিউক বেভেল গিয়ার।

৯.৩ মোটর থেকে এন্ড এফেক্টরে এনার্জি স্থানান্তর পদ্ধতি (The energy transfer technique from Motor to End effector) ঃ

অধিকাংশ রোবটিক সিস্টেমে যেখানে অ্যাকচুয়েটর সংযোগ করা হয় সেখানে প্রকৃতপক্ষে কোনো কাজ সম্পাদন হয় না। উদাহরণ হিসেবে নিম্নের চিত্রটি বিবেচনা করলে বিষয়টি বুঝা যাবে।

কার্যপ্রণালি ঃ অ্যাকচুয়েটর হিসেবে ব্যবহৃত মোটরটিকে এখানে রোবট আর্মের একেবারে বাম প্রান্তে সংযোগ দেয়া হয়েছে। সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার গিয়ার এর মাধ্যমে এনার্জিকে প্রথমে ড্রাইভ শ্যাফটে এবং পরে আর্মের অপর প্রান্তে স্থানান্তর করা হয়। সবশেষে এন্ড ইফেক্টরের সাহায্যে প্রয়োজনীয় কাজ সম্পন্ন করা হয়।



চিত্র ঃ ৯.২৩ Motor হতে End effector-এ Energy transfer পদ্ধতি

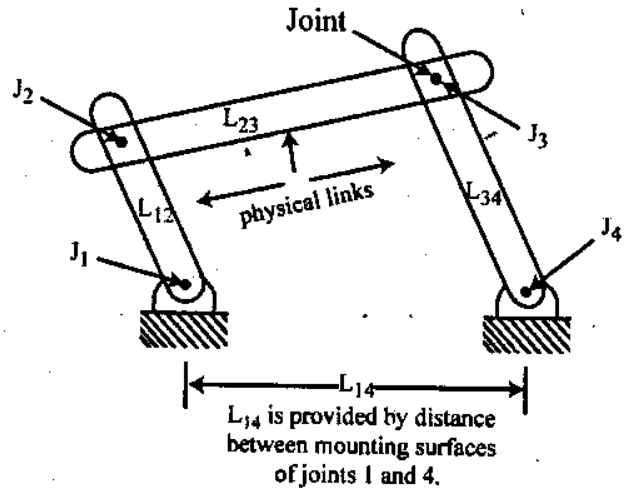
বর্তমানে অধিকাংশ শিল্প কারখানায় মেকানিক্যাল পদ্ধতিতে রোবটে এনার্জি ট্রান্সফার করা হয়। এই পদ্ধতিতে লিভার, চেইন, পুলি, বেল্ট, ক্যাম এবং গিয়ার ইত্যাদির মাধ্যমে সিস্টেমকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এনার্জিকে অ্যাকচুয়েটর থেকে যে বিন্দুতে কার্য সম্পাদন হবে সেই বিন্দুতে ট্রান্সফার করা হয়।

আবার কোনো কোনো রোবটিক সিস্টেমে অবশ্য অন্যান্য পদ্ধতিতে (যেমন– ইলেকট্রিক পদ্ধতিতে তারের সাহায্যে, নিউমেটিক পদ্ধতিতে বাতাসের মাধ্যমে, হাইড্রোলিক সিস্টেমে তরলের মাধ্যমে) এনার্জি ট্রান্সফার করা হয়। এনার্জি ট্রান্সফারের ক্ষেত্রে প্রধান ভূমিকা হলো অ্যাকচুয়েটরের। অ্যাকচুয়েটরই ইলেকট্রিক, নিউমেটিক বা হাইড্রোলিক এনার্জিকে মেকনিক্যাল এনার্জিতে রূপান্তর করে নির্ধারিত কাজ সম্পন্ন করে থাকে।

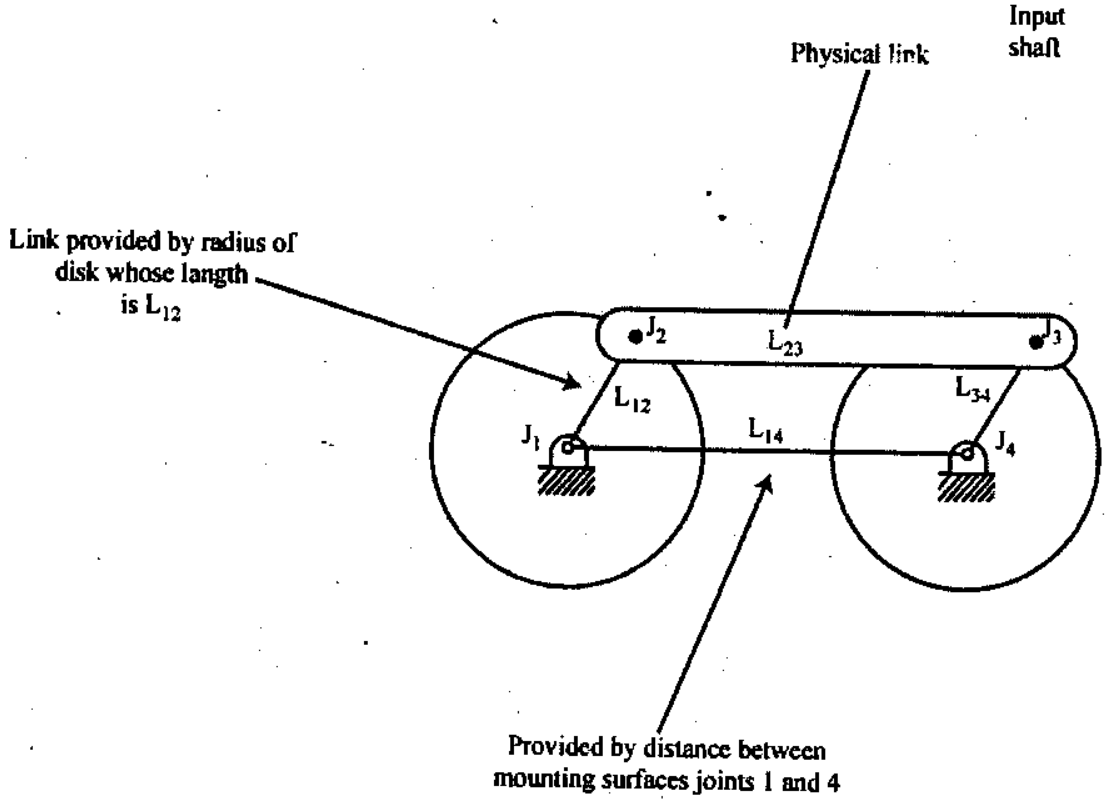
৯.৪ এনার্জি ট্রান্সফারের ক্ষেত্রে লিঙ্কেজের ব্যবহার (The purpose of linkages of transfer of energy) ঃ

রোটারি থেকে রোটারি বা রোটারি থেকে লিনিয়ার এনার্জি কনভার্শনের জন্য লিঙ্কেজ ব্যবহার করা হয়। কম্পিউটার কন্ট্রোল মেশিনকে কম্পিউটার দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করার পূর্বে উক্ত মেশিনটিকে অবশ্যই ক্যাম বা লিঙ্কেজ এর মাধ্যমে অটোমেটেড সিস্টেম (পদ্ধতিতে) নিয়ে আসতে হবে। একটি অটোমোটেড মেশিনের সম্পূর্ণ সাইকেলকে ক্যাম অথবা লিংকেজ অথবা উভয়ের সমন্বয়ে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। তাই লিংকেজ একটি গুরুত্বপূর্ণ ব্যবস্থাপনা। এনার্জি ট্রান্সফারের ক্ষেত্রে লিংকেজের ব্যবহার নিম্নে চিত্রসমূহের মাধ্যমে পর্যায়ক্রমে দেখানো হয়েছে–

1. Four bar linkage.

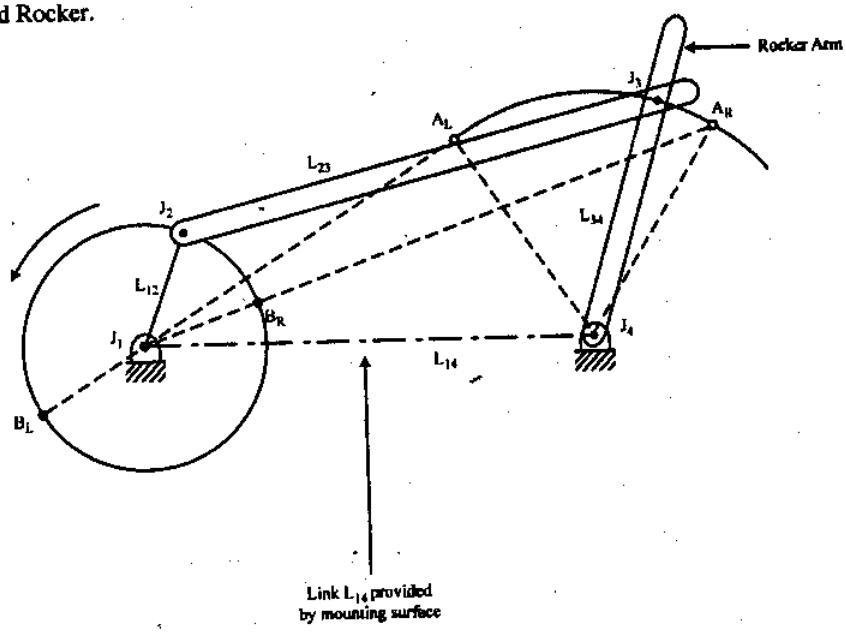


চিত্র ঃ ৯.২৪ Four bar linkage



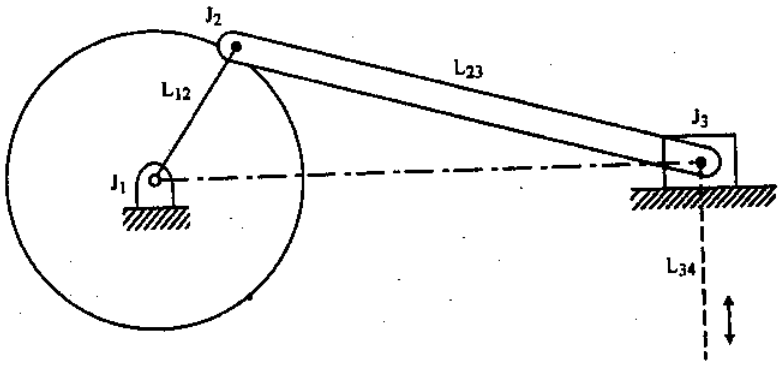
চিত্র ঃ ৯.২৫ Four bar linkage using disks for two links

2. Crank and Rocker.

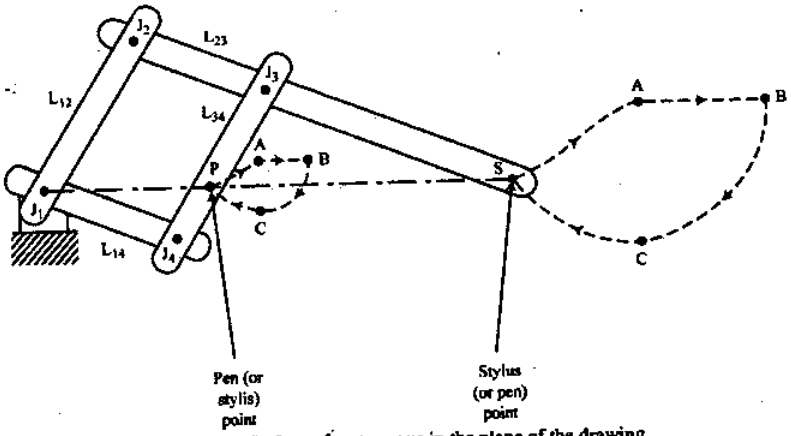


চিত্র ঃ ৯.২৬ Crank and Rocker

3. Slider crank.



চিত্র ঃ ৯.২৭ Slider crank from four bar linkage



J_1 is fixed J_2, J_3, J_4 are free to move in the plane of the drawing

চিত্র ঃ ৯.২৮ Pantograph

অনুশীলনী-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম কী কী অংশের সমন্বয়ে গঠিত?

উত্তর রোবট ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম তিনটি অংশের সমন্বয়ে গঠিত। যথা–

১। মোটর বা অ্যাকচুয়েটর (Motor or Actuator) ২। গিয়ার (Gear) এবং ৩। লিংকেজ (Linkage).

২। ড্রাইভ সিস্টেম থেকে ম্যানিপুলেটরে এনার্জি স্থানান্তরে কী কী পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ড্রাইভ সিস্টেম থেকে ম্যানিপুলেটরে তিনটি পদ্ধতিতে এনার্জি সরবরাহ করা হয়। যথা ঃ

১। গিয়ার (Gear), ২। বেল্ট (Belt), ৩। চেইন (Chain)।

৩। গিয়ার (Gear) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫]

অথবা, গিয়ার কী?

উত্তর Rotational speed অর্থাৎ ঘূর্ণায়মান গতিকে স্থানান্তর করার জন্য বা গতির মানকে কমবেশি করার জন্য দাঁতবিশিষ্ট যে গোলাকৃতি মেকানিক্যাল ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে গিয়ার বলে।

৪। লিংকেজ (Linkage) কাকে বলে?

উত্তর ঘূর্ণায়মান গতিকে রৈখিক গতিতে স্থানান্তর করার জন্য যে মেকানিক্যাল ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে লিংকেজ বলে।

৫। বিভিন্ন প্রকার লিংকেজের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর বিভিন্ন প্রকার লিংকেজ এর নামগুলো হচ্ছে–

১। Four-bar linkage, ২। Crank & Rocker,
৩। Slider crank, ৪। Pantograph ইত্যাদি।

৬। গিয়ার রেশিও বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, গিয়ার রেশিও কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর একাধিক অথবা কম্পাউন্ড গিয়ার এর ক্ষেত্রে গিয়ারের দু'টি দাঁতের সংখ্যার আনুপাতকে, গিয়ার রেশিও বলে।

৭। গিয়ার ডিরেকশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর নির্দিষ্ট কাজের জন্য কোনো গিয়ার যে দিকে ঘুরে, তাকে ঐ গিয়ারের গিয়ার ডিরেকশন বলে।

৮। গিয়ার ট্রেন (Gear Train) কাকে বলে?

উত্তর গিয়ার ট্রেন হলো অনেকগুলো গিয়ারের সংযোগ, যা রোটেশনাল মেশিনকে স্থানান্তর ও রূপান্তর (Convert) করে।

৯। গিয়ার ট্রেন প্রধানত কত প্রকার? কী কী?

উত্তর গিয়ার ট্রেন (Gear train) প্রধানত দু'প্রকার। যথা–

১। সাধারণ গিয়ার ট্রেন (Ordinary gear train)

২। প্লেনেটারি গিয়ার ট্রেন (Planetary gear train)

সাধারণ গিয়ার ট্রেনকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা–

(ক) সরল গিয়ার ট্রেন (Simple gear train)

(খ) জটিল গিয়ার ট্রেন (Complex gear train)

১০। বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩]

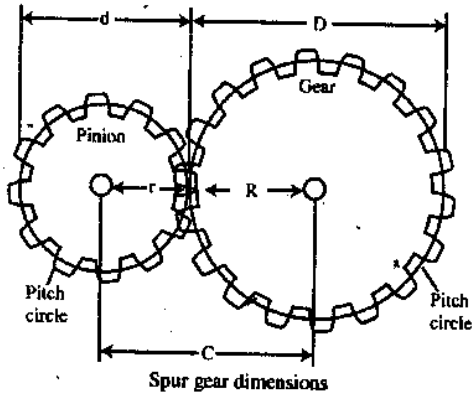
উত্তর রোবটিক সিস্টেমে ব্যবহৃত গিয়ারের নাম নিম্নে দেয়া হলো–

(i) Spur gear, (ii) Worm gear,
(iii) Ball screw, (iv) Bevel gear,
(v) Harmonic Drives, (vi) Rack & Pinion Ges
(vii) Two meshed gear.

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **গিয়ারের চিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।**

উত্তর ঃ গিয়ারের চিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করা হলো ঃ



Spur gear dimensions

২। **গিয়ারের বিভিন্ন টার্ম বা অংশগুলোর সংজ্ঞা লেখ।**

উত্তর ঃ **ক. গিয়ার (Gear) ঃ** Rotational speed অর্থাৎ ঘূর্ণায়মান গতিকে স্থানান্তর করার জন্য বা গতির মানকে কমবেশি করার জন্য দাঁতবিশিষ্ট যে গোলাকৃতি মেকানিক্যাল ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে গিয়ার বলে।

চিত্রে একটি Spur গিয়ার দেখানো হয়েছে। এটি নিম্নলিখিত অংশ নিয়ে গঠিত ঃ

১। **ড্রাইভ গিয়ার (Drive gear) ঃ** চিত্রে প্রদর্শিত ছোট গিয়ারটিকে ড্রাইভ গিয়ার বা পিনিয়ন (Pinion) বলা হয়।

২। **ড্রিভেন গিয়ার (Driven gear) ঃ** চিত্রে প্রদর্শিত বড় গিয়ারটিকে ড্রিভেন গিয়ার বা আউটপুট গিয়ার বলা হয়।

৩। **পিচ সার্কেল (Pitch circle) ঃ** গিয়ারের পরিধি বরাবর দাঁত কাটা হয় এবং এ পরিধিকে পিচ সার্কেল বলা হয়।

৪। **পিচ ডায়ামিটার (Pitch diameter) ঃ** পিচ সার্কেলের ব্যাসকেই পিচ ডায়ামিটার বলা হয়। চিত্রে D হলো বড় গিয়ারের পিচ ডায়ামিটার এবং d হলো ছোট গিয়ারের পিচ ডায়ামিটার।

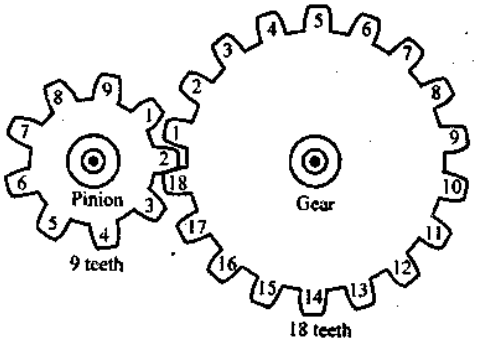
৫। **সেন্টার ডিসট্যান্স (Center distance) ঃ** গিয়ার দু'টির কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্বকে সেন্টার ডিসট্যান্স বলে। চিত্রে সেন্টার ডিসট্যান্সকে C দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।

৩। **চিত্রসহ গিয়ার রেশিও সংক্ষেপে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, গিয়ার রেশিও চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

অথবা, চিত্রসহ গিয়ার রেশিও সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

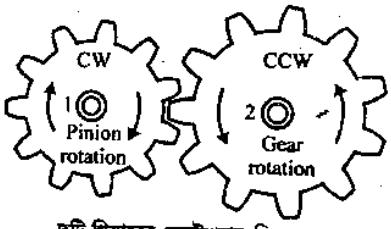
উত্তর ঃ **গিয়ার রেশিও (Gear ratio) ঃ** যখন একাধিক গিয়ার ব্যবহার করা হয় বা কম্পাউন্ড গিয়ার ব্যবহার করা হয় তখন গিয়ারের দু'টি দাঁতের সংখ্যার অনুপাতকে গিয়ার রেশিও বলে। চিত্রে প্রদর্শিত ছোট গিয়ারটির দাঁত সংখ্যা 9 এবং বড় গিয়ারের দাঁত সংখ্যা 18। সুতরাং তাদের গিয়ার রেশিও হলো 18 : 9 বা 2 : 1 অর্থাৎ, ছোট গিয়ারটি দু'বার ঘুরলে বড় গিয়ারটি একবার ঘুরবে। নিম্নের চিত্রে গিয়ার রেশিও দেখানো হয়েছে।



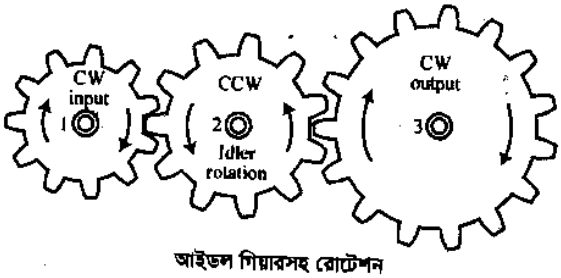
(২ ঃ ১ গিয়ার রেশিও)

৪। চিত্রসহ গিয়ার ডিরেকশন সংক্ষেপে বর্ণনা কর।
অথবা, চিত্রসহ গিয়ার ডিরেকশন ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর: নির্দিষ্ট কাজের জন্য কোনো গিয়ার যে দিকে ঘুরে, তাকে ঐ গিয়ার এর গিয়ার ডিরেকশন বলে। চিত্রে প্রদর্শিত ছোট গিয়ারটি যদি ক্লক ওয়াইজ ঘুরে তবে বড় গিয়ারটি এন্টিক্লকওয়াইজ ঘুরবে। চিত্রে ড্রাইভ গিয়ার ও ড্রাইভেন গিয়ারের মাঝখানে একটি আইডেল গিয়ার (Idle gear) সেট করা হয়েছে। এক্ষেত্রে ড্রাইভ গিয়ার ক্লক ওয়াইজ, আইডল গিয়ার এন্টিক্লকওয়াইজ এবং ড্রাইভেন গিয়ার ক্লক ওয়াইজ ডিরেকশনে ঘুরে।



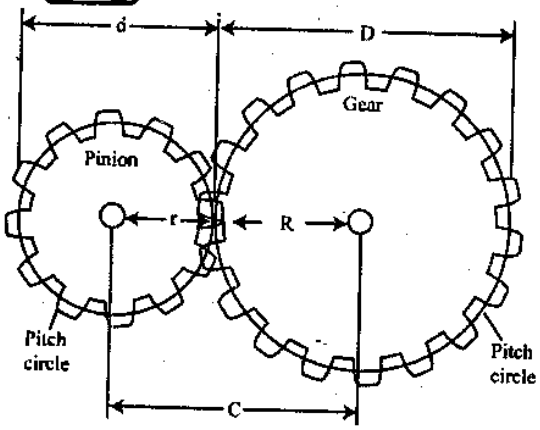
দুটি গিয়ারের রোটেশনাল ডিরেকশন



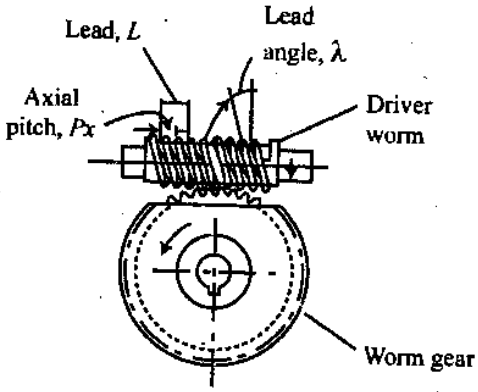
আইডল গিয়ারসহ রোটেশন

৫। বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের চিত্র অঙ্কন কর।

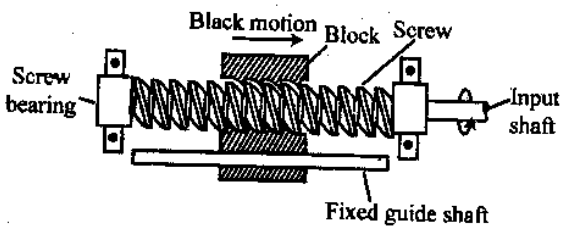
উত্তর:



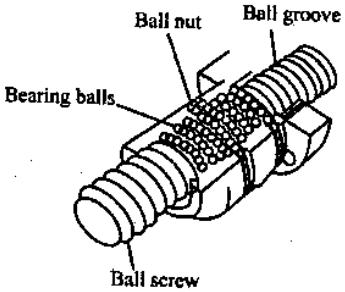
Spur gear



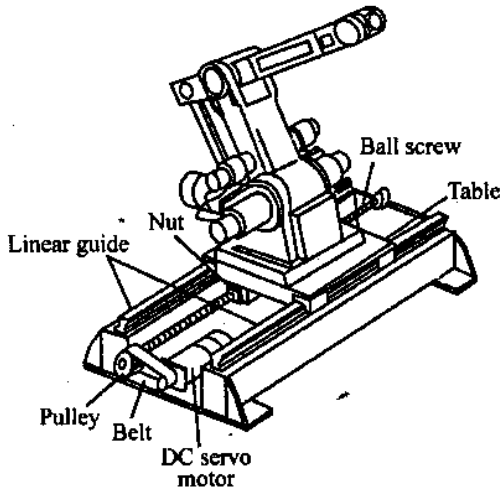
Worm gear



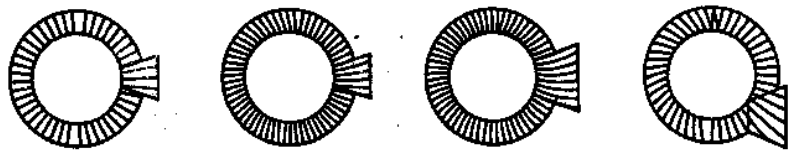
Ball Screw



Ball bearings used with a ball screw.



Ball screw drive system



A. Straight-tooth B. Zerol C. Spiral-tooth D. Hypoid

Bevel gears

৬। **লিঙ্কেজের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।**

উত্তর ঃ কম্পিউটার নিয়ন্ত্রিত মেশিনারিকে কম্পিউটার দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করার পূর্বে উক্ত মেশিনারিকে অবশ্যই ক্যাম বা লিঙ্কেজ দ্বারা অটোমেটেড পদ্ধতিতে পরিচালনা করতে হয়। তাই লিঙ্কেজ একটি অতীব গুরুত্বপূর্ণ ব্যবস্থাপনা। রোটারি থেকে রোটারি বা রোটারি থেকে লিনিয়ার এনার্জি কনভারশনের জন্য লিঙ্কেজ ব্যবহার করা হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **একটি গিয়ারের চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ৯.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **বিভিন্ন প্রকার গিয়ার ট্রেনের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ৯.১(ঙ) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **রোবটে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ৯.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **মোটর থেকে এন্ড ইফেক্টরে এনার্জি ট্রান্সফার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪, ১৫]

উত্তর সংকেত ঃ ৯.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **বিভিন্ন প্রকার লিঙ্কেজের চিত্র অঙ্কন করে সংক্ষেপে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৯.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ১০

এন্ড ইফেক্টরসমূহের ধারণা (Understand End Effectors)

১০.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

কোনো কাজ সম্পন্ন করার জন্য রোবট-এ ম্যানিপুলেটর ব্যবহার করা হয়। রোবটের ম্যানিপুলেটরের মাধ্যমে কাজ সম্পন্ন করতে হলে রোবটের আর্মে (বাহুতে) একটি End effector অবশ্যই সংযুক্ত করতে হবে। End effector-টি গ্রিপার (hand) অথবা End-of-arm tooling টাইপ হতে পারে। এই অধ্যায়ে এন্ড ইফেক্টর সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

১০.১ এন্ড ইফেক্টরের কাজের বর্ণনা (Describe the function of End effectors) ঃ

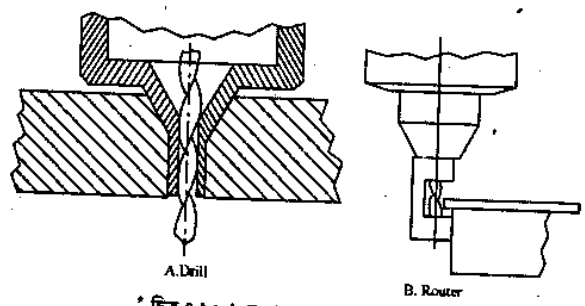
রোবট ম্যানিপুলেটরের কবজির (Wrist) সাথে সংযুক্ত অতিরিক্ত টুল বা ডিভাইসকে এন্ড ইফেক্টর বলে। এই মেকানিজমের মাধ্যমে রোবটের পরিপূর্ণ পেলোড (Complete payload) অথবা এক বা একাধিক যন্ত্রাংশকে ধারণ করা হয়। এছাড়া ম্যানিপুলেটরের জয়েন্টের অবস্থান নির্ণয়ের জন্যও এন্ড ইফেক্টর প্রয়োজন হয়।

নিউমেটিক কন্ট্রোল, আর্ক ওয়েল্ডিং, স্প্রে পেইন্টিং ইত্যাদি সাধারণত ব্যবহারের পাশাপাশি ক্ষয়কারক অ্যাসিডযুক্ত পরিবেশেও এন্ড ইফেক্টরকে বাণিজ্যিকভাবে ব্যাপকহারে ব্যবহার করা হয়। মেকানিক্যাল লিংকেজ পরিমাপ করা সহ ফোর্স মেজারিং ডিভাইস হিসেবেও একে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

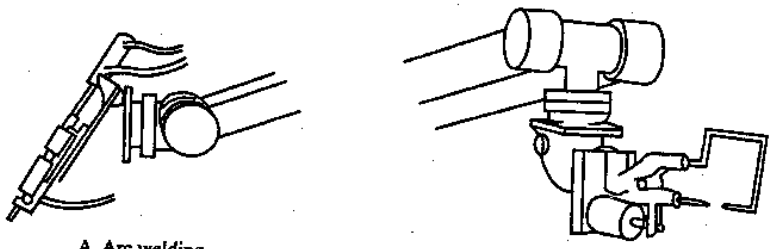
ইফেক্টর যন্ত্রাংশ স্থানান্তরের কাজের সাথে সাথে যন্ত্রাংশের আকৃতিও পরিবর্তন করতে পারে বলে, একে মাল্টি ন্যাশনাল ডিভাইস বলে। এটি গ্রিপিং এর কাজও করে থাকে। এর নিজস্ব ওজন ও আকৃতি এবং মোমেন্ট অব ইনার্শিয়া (Moment of inertia) আছে।

১০.২ এন্ড অব আর্ম টুলিং-এর বর্ণনা (Describe the end of arm tooling) ঃ

পেরিফেরাল ডিভাইসের সাথে রোবটের সঠিক ইন্টারফেসিংকে এন্ড অব আর্ম টুলিং বলে। যখন কোনো একটি যন্ত্রাংশকে কোনো মেশিনে সংযুক্ত করার ক্ষেত্রে এন্ড ইফেক্টরকে অবশ্যই সঠিকভাবে স্থাপন (Orientation) করতে হবে। রোবটের প্রকৃত এন্ডকে স্থাপন করার জন্য মেশিনে যথেষ্ট পরিমাণ ওপেনিং না থাকায় এন্ড ইফেক্টরকে সরাসরি রোবটের টুল প্লেটে স্থাপন করা যায় না। তাই রোবটের সাথে অন্যান্য ডিভাইসকে পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে এন্ড অব আর্ম টুলিং পদ্ধতিতে সংযোগ করতে হয়। এন্ড অব আর্ম টুলিং ডিজাইন করার সময় ম্যানিপুলেটরের বিভিন্ন প্যারামিটার এবং ওয়ার্কসেলের পারিপার্শ্বিক অবস্থা ইত্যাদি বিবেচনা করতে হয়। এন্ড অব আর্ম টুলিং এর চিত্র দেয়া হলো।



চিত্র ঃ ১০.১ End - of - Arm Tooling



চিত্র ঃ ১০.২ End - of - Arm Tooling for Welding

১০.৩ গ্রিপারের শ্রেণিবিন্যাস (Classification the gripper) ঃ

গ্রিপার প্রধানত তিন প্রকার। যেমন–

(ক) ইউনিলেটারেল (Unilateral); (খ) বাইলেটারেল (Bilateral); (ঘ) মাল্টিলেটারেল (Multilateral)

এগুলো ছাড়াও আরও বিভিন্ন প্রকার গ্রিপার আছে। যেমন–

১। মেকানিক্যাল গ্রিপার,

(a) Inside diameter gripper. (b) Outside diameter gripper.

২। ভ্যাকুয়াম (Vacum) গ্রিপার,

(a) Single gripper (b) Double gripper.

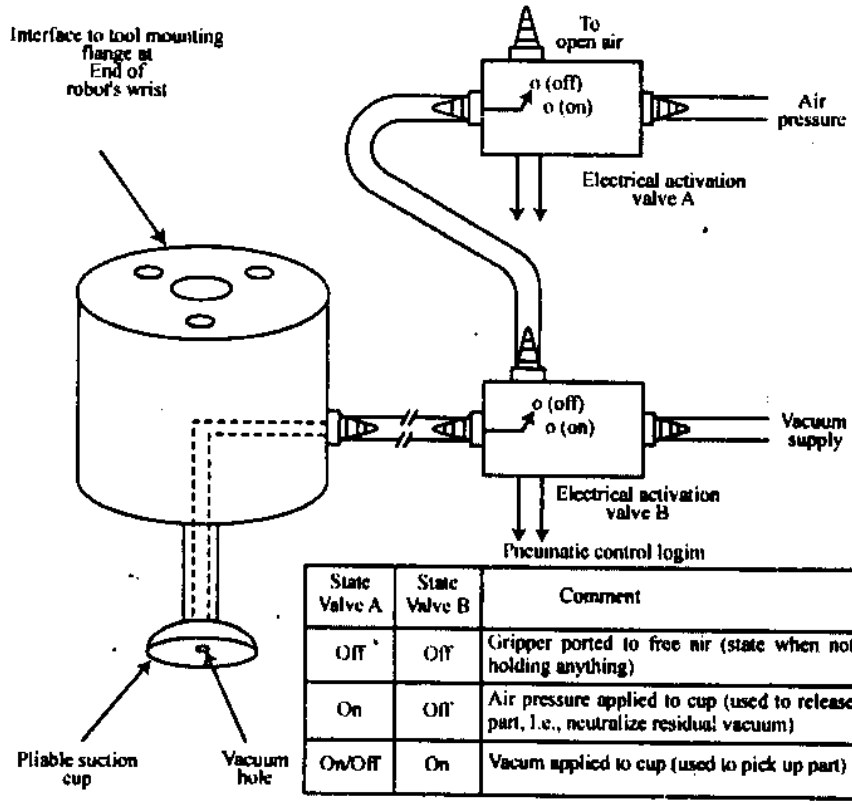
৩। ম্যাগনেটিক গ্রিপার ইত্যাদি।

১০.৪ বিভিন্ন প্রকার গ্রিপারের কার্যপ্রণালি (Operation of different type of gripper) ঃ

বিভিন্ন প্রকার গ্রিপারের কার্যপ্রণালি পৃথক পৃথকভাবে নিম্নে আলোচনা করা হলো ঃ

১০.৪.১ ইউনিলেটারেল গ্রিপার (Unilateral gripper) ঃ

যে সমস্ত গ্রিপার মাত্র একটি ফেজকে (Phase) স্পর্শ করে কোনো বস্তুকে উপরে উঠাতে পারে, তাদেরকে ইউনিলেটারেল গ্রিপার বলে। এ সমস্ত গ্রিপার অবজেক্টকে নিয়ন্ত্রণে রাখার জন্য ভ্যাকুয়াম, ম্যাগনেটিজম বা এডহেসিভ (Adhesive) ক্রিয়া (Action) ব্যবহার করে। ইউনিলেটারেল গ্রিপারের গঠন ও সংযোগপ্রণালি নিম্নে চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে ঃ



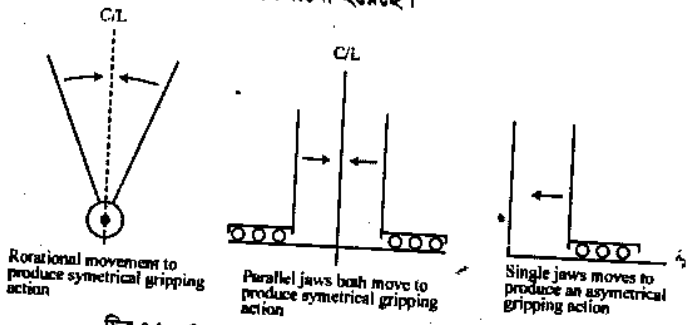
State Valve A	State Valve B	Comment
Off	Off	Gripper ported to free air (state when not holding anything)
On	Off	Air pressure applied to cup (used to release part, i.e., neutralize residual vacuum)
On/Off	On	Vacum applied to cup (used to pick up part)

চিত্র ঃ ১০.৩ ইউনিলেটারেল গ্রিপিং অ্যাকশনসহ এন্ড ইফেক্টরসমূহ

কার্যপ্রণালি ঃ ইউনিলেটারেল গ্রিপারের সাহায্যে কোনো যন্ত্রাংশ উত্তোলন করার জন্য ব্যবহৃত এন্ড ইফেক্টর অবশ্যই মজবুত এবং উপযুক্ত কাজের হতে হবে। ভ্যাকুয়াম টুল ব্যবহার করলে যন্ত্রাংশকে অবমুক্ত (Release) করার জন্য পরিশোধিত বাতাস ব্যবহার করতে হবে। যদি যন্ত্রাংশ এবং ভ্যাকুয়ামের মাঝে উপযুক্ত সিল (Seal) না থাকে তবে যন্ত্রাংশটি উপরে উঠানো কঠিন হবে এমনকি অসম্ভবও হতে পারে। ম্যাগনেটিজম এবং এডহেসিভ একশনের ক্ষেত্রে কিক (Kick) নামে অতিরিক্ত একটি ডিভাইস ব্যবহার করা হয়।

১০.৪.২ বাইলেটারেল গ্রিপার (Bilateral gripper) ঃ

কোনো অবজেক্টকে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখার জন্য যে সমস্ত গ্রিপার দু'টি রিজিড ফিংগার (Rigid finger) ব্যবহার করে, তাদেরকে বাইলেটারেল গ্রিপার বলে। এই পদ্ধতিতে গ্রিপার অবজেক্টকে দু'টি নির্দিষ্ট বিন্দুতে স্পর্শ করে। ফলে অবজেক্টের বিকৃতি হতেও পারে নাও পারে। ১০.৪ নং চিত্রে একটি বাইলেটারেল গ্রিপার দেখানো হয়েছে।

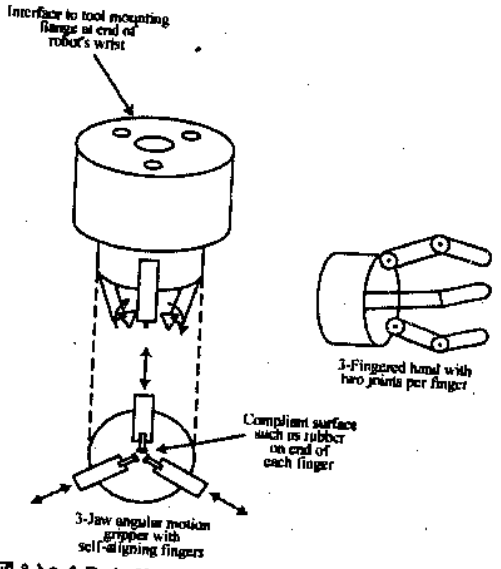


চিত্র ঃ ১০.৪ End effectors with bilateral gripping action

বাইলেটারেল অ্যাকশনের সময় কো-ইফিসিয়েন্ট অব ফ্রিকশন (Co-efficient of friction) বাড়ানোর জন্য উভয় কন্ট্যাক্ট পয়েন্টে রাবারের টুকরা সংযুক্ত করতে হয়। অন্যথায় যন্ত্রাংশটি গ্রিপারের বাইরে থেকে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এ পদ্ধতিতে প্রয়োজনীয় গতি লাভ করার জন্য র‍্যাক ও পিনিয়ন (Rack & Pinion) জাতীয় ডিভাইস বা বিভিন্ন রকম মেকানিক্যাল লিংকেজ ব্যবহার করা হয়। বাইলেটারেল ডিভাইসটি বাইনারি ধরনের হওয়ায় ওপেন না হয়ে ক্লোজ অবস্থায় থাকে।

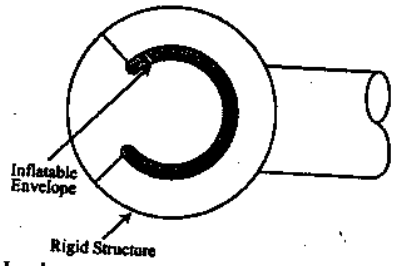
১০.৪.৩ মাল্টিলেটারেল গ্রিপার (Multilateral gripper) ঃ

যেসব গ্রিপারে অবজেক্টের কন্ট্যাক্ট এরিয়া বৃদ্ধি করা যায়, তাকে মাল্টিলেটারেল গ্রিপার বলে। এ ধরনের গ্রিপার মাল্টিজয়েন্ট ফিংগার ব্যবহার করা হয়। অথবা কোনো গ্লাসের ভিতরে একটি বেলুন যে নীতিতে ভাসমান থাকে সেই নীতিবিশিষ্ট কোনো ডিভাইস ব্যবহার করা হয়। মাল্টিলেটারেল গ্রিপারে ব্যবহৃত ডিভাইসটি নিউমেটিক প্রযুক্তিতে রোবট জয়েন্টকে ঘুরানোর চেষ্টা করে। এটি জটিল মেকানিক্যাল পদ্ধতি হওয়ায় বাণিজ্যিকভাবে এখনও "Three fingured gripper" ব্যবহার শুরু হয় নি।



চিত্র ঃ ১০.৫ End effectors with multilateral gripping action

এই গ্রিপারের সাহায্যে আউটার লেয়ারে শক্তি প্রয়োগ করার জন্য একটি তরল পূর্ণ চেম্বার ব্যবহার করতে হয়। চিত্রে একটি বিশেষ ধরনের মাল্টিলেটারেল গ্রিপার এর প্রয়োগ দেখানো হলো–



Implementation of a Multilateral Gripper

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **এন্ড ইফেক্টর কী?** [বাকাশিবো-২০১২, ১৩]
অথবা, এন্ড ইফেক্টর কাকে বলে?
অথবা, End effector কী? [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]

উত্তর ঃ রোবট ম্যানিপুলেটরের কবজির (Wrist) সাথে সংযুক্ত অতিরিক্ত টুল বা ডিভাইসকে, (Tool or Device) এন্ড ইফেক্টর বলে।

২। **এন্ড ইফেক্টরের প্রয়োজনীয়তা কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, এন্ড ইফেক্টর কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ঃ ম্যানিপুলেটরের জয়েন্টের অবস্থান নির্ণয়ের জন্য এন্ড ইফেক্টরের প্রয়োজন হয়।

৩। **এন্ড অব আর্ম টুলিং কী?** [বাকাশিবো-২০১৫]
অথবা, এন্ড অব আর্ম টুলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ এন্ড অব আর্ম টুলিং একটি রোবট ইন্টারফেসিং পদ্ধতি। পেরিফেরাল ডিভাইসের সাথে রোবটের সঠিক ইন্টারফেসিংকে এন্ড অব আর্ম টুলিং বলে।

৪। **এন্ড অব আর্ম টুলিং ডিজাইনের ক্ষেত্রে কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়?**

উত্তর ঃ এন্ড অব আর্ম টুলিং ডিজাইন করার সময় ম্যানিপুলেটরের বিভিন্ন প্যারামিটার এবং ওয়ার্কসেলের পারিপার্শ্বিক অবস্থা ইত্যাদি বিবেচনা করা হয়।

৫। **গ্রিপারের শ্রেণিবিন্যাস কর।**
অথবা, গ্রিপার কত প্রকার ও কী কী?
অথবা, বিভিন্ন প্রকার গ্রিপার এর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

উত্তর ঃ গ্রিপার প্রধানত তিন প্রকার। যেমন–
(ক) ইউনিলেটারেল (Unilateral); (খ) বাইলেটারেল (Bilateral); (ঘ) মাল্টিলেটারেল (Multilateral)
এগুলো ছাড়াও আরও বিভিন্ন প্রকার গ্রিপার আছে। যেমন–
১। মেকানিক্যাল গ্রিপার,
(a) Inside diameter gripper. (b) Outside diameter gripper.
২। ভ্যাকুয়াম (Vacuum) গ্রিপার,
(a) Single gripper (b) Double gripper.
৩। ম্যাগনেটিক গ্রিপার ইত্যাদি।

৬। **ইউনিলেটারেল গ্রিপারে কী কী অ্যাকশন প্রয়োগ করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ ইউনিলেটারেল গ্রিপারে ব্যবহৃত অ্যাকশনগুলো নিম্নরূপ ঃ
১। ভ্যাকুয়াম অ্যাকশন, ২। ম্যাগনেটিজম অ্যাকশন ও ৩। এডহেসিভ অ্যাকশন।

৭। **কিক (Kick) কী?**

উত্তর ঃ গ্রিপারকে বায়ুশূন্য করার জন্য যে ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে কিক (Kick) বলে।

৮। **বাইলেটারেল গ্রিপারে ফ্রিকশন কো-ইফিসিয়েন্ট (Co-efficient)-কে বৃদ্ধি করার জন্য কী করা হয়?**

উত্তর ঃ বাইলেটারেল গ্রিপারে ফ্রিকশন কো-ইফিসিয়েন্টকে বৃদ্ধি করার জন্য উভয় কন্ট্যাক্ট পয়েন্টে রাবারের টুকরা সংযুক্ত করা হয়।

৯। **বাইলেটারেল গ্রিপারকে বাইনারি ডিভাইস বলা হয় কেন?**

উত্তর ঃ বাইলেটারেল ডিভাইস ওপেন না হয় ক্লোজ অবস্থায় থাকে বলে, বাইলেটারেল ডিভাইসকে বাইনারি ডিভাইস বলা হয়।

১০। **বাইলেটারেল গ্রিপারে কোন ধরনের একচুয়েটর ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ বাইলেটারেল গ্রিপারে নিউম্যাটিক একচুয়েটর ব্যবহার করা হয়।

১১। ইউনিলেটারেল গ্রিপার (Unilateral gripper) কাকে বলে?

উত্তর ঃ যে সমস্ত গ্রিপার একটি ফেজকে স্পর্শ করে কোনো বস্তুকে উপরে উঠাতে পারে, তাদেরকে ইউনিলেটারেল গ্রিপার বলে।

১২। বাইলেটারেল গ্রিপার (Bilateral gripper) কাকে বলে?

উত্তর ঃ যে সমস্ত গ্রিপার কোনো অবজেক্টকে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখার জন্য দু'টি রিজিড ফিংগার ব্যবহার করে, তাকে বাইলেটারেল গ্রিপার বলে।

১৩। মাল্টিলেটারেল গ্রিপার (Multilateral gripper) কাকে বলে?

উত্তর ঃ যে সমস্ত গ্রিপারে অবজেক্টের কন্ট্যাক্ট এরিয়া বৃদ্ধি করার ব্যবস্থা থাকে, তাকে মাল্টিলেটারেল গ্রিপার বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। এন্ড ইফেক্টরের ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ নিউম্যাটিক কন্ট্রোল, আর্ক ওয়েল্ডিং, স্প্রে পেইন্টিং ইত্যাদি সাধারণ ব্যবহারের পাশাপাশি ক্ষয়কারক অ্যাসিডযুক্ত পরিবেশেও এন্ড ইফেক্টরকে বাণিজ্যিকভাবে ব্যাপকহারে ব্যবহার করা হয়। এছাড়া ফোর্স মেজারিং ডিভাইস, মেকানিক্যাল লিংকেজ পরিমাপ ইত্যাদি কাজেও ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

২। এন্ড ইফেক্টরের বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ এন্ড ইফেক্টরের বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) এতে পরিপূর্ণ লোড অথবা এক বা একাধিক যন্ত্রাংশকে ধারণ করার মেকানিজম থাকে।

(খ) এটি মাল্টিফাংশনাল ডিভাইস হিসাবে যন্ত্রাংশ স্থানান্তরের সাথে সাথে যন্ত্রাংশের আকার-আকৃতিও পরিবর্তন করতে পারে।

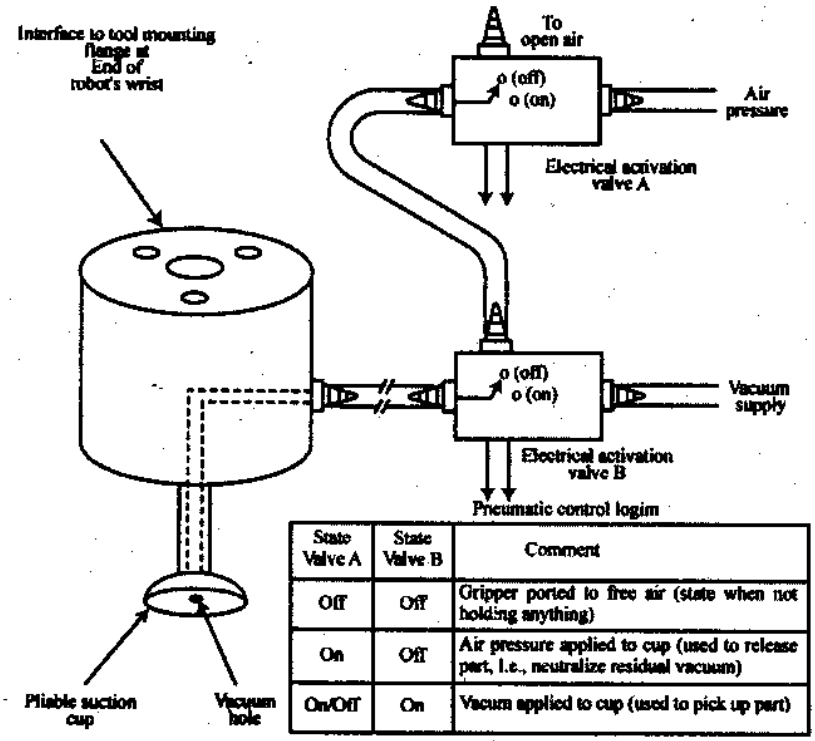
(গ) এটি গ্রিপিং করতে পারে।

(ঘ) এর নিজেস্ব ওজন ও আকৃতি আছে।

(ঙ) এর মোমেন্ট অব ইনার্শিয়া আছে।

৩। ইউনিলেটারেল গ্রিপারের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর ঃ ইউনিলেটারেল গ্রিপারের চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ

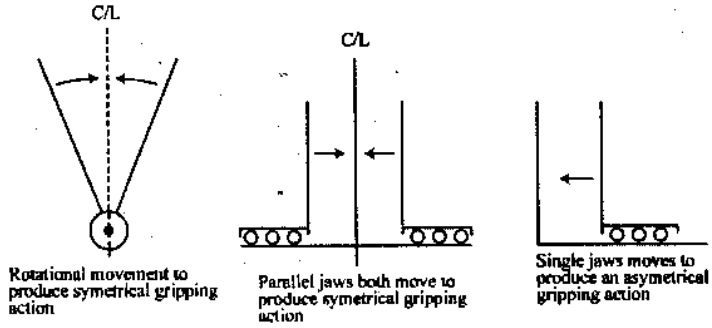


State Valve A	State Valve B	Comment
Off	Off	Gripper ported to free air (state when not holding anything)
On	Off	Air pressure applied to cup (used to release part, i.e., neutralize residual vacuum)
On/Off	On	Vacum applied to cup (used to pick up part)

ইউনিলেটারেল গ্রিপিং অ্যাকশনসহ এন্ড ইফেক্টরসমূহ

৪। **বাইলেটারেল গ্রিপারের চিত্র অঙ্কন কর।**

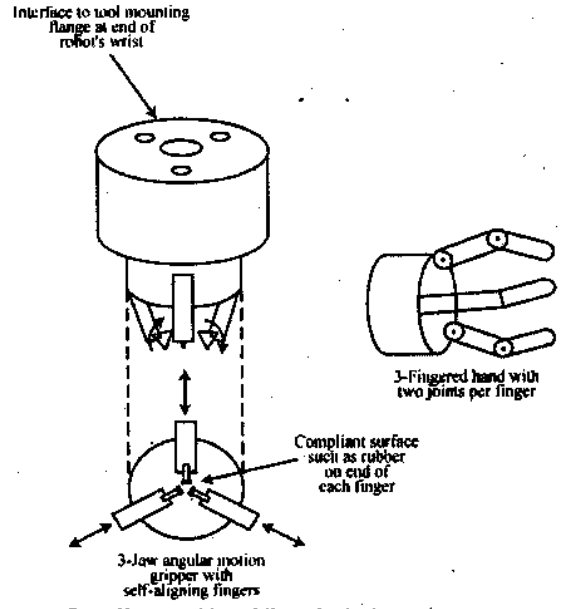
উত্তর ঃ বাইলেটারেল গ্রিপারের চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



End effectors with bilateral gripping action

৫। **মাল্টিলেটারেল গ্রিপারের চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ মাল্টিলেটারেল গ্রিপারের চিত্র নিম্নে অঙ্কন করা হলো ঃ



End effectors with multilateral gripping action

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **এন্ড ইফেক্টরসমূহের কাজের বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **এন্ড অব আর্ম টুলিং বলতে কী বুঝায়? চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **ইউনিলেটারেল গ্রিপারের সচিত্র বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৪.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **বাইলেটারেল গ্রিপারের সচিত্র বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৪.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **মাল্টিলেটারেল গ্রিপারের সচিত্র বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৪.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ১১

রোবটিক সেন্সরসমূহের ধারণা (Understand Robotic Sensors)

১১.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

সেন্সর হচ্ছে এক প্রকার ডিভাইস, যা এক প্রকার এনার্জিকে অন্য প্রকার এনার্জিতে রূপান্তর করে। বিভিন্ন প্রকার কাজের জন্য বিভিন্ন প্রকার সেন্সর নির্বাচন করতে হয়। সেন্সর নির্বাচন করার ক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রকার বৈশিষ্ট্য বিবেচনা করা হয়। সেন্সর নির্বাচন করার ক্ষেত্রে যে বিষয়সমূহ বিবেচনা করা হয় সেগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। **দাম (Cost)** ঃ যেখানে অনেকগুলো সেন্সর একটি মেশিনের জন্য ব্যবহার করা হয় সেখানে দাম একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। ডিজাইনের অন্যান্য বিষয় (যেমন– রিলাইঅ্যাবিলিটি, প্রয়োজনীয় ডাটা, অ্যাকিউরেসি এবং অবস্থান ইত্যাদির) এর সাথে সামঞ্জস্য রেখে দাম নির্ধারণ করতে হবে।

২। **আকার (Size)** ঃ সেন্সর কোথায় কী কাজের জন্য ব্যবহার হবে তার উপর নির্ভর করে এর আকার নির্ধারণ করতে হবে। আকারের উপর খরচ অনেকাংশে নির্ভরশীল।

৩। **ওজন (Weight)** ঃ যেহেতু সেন্সর একটি ঘূর্ণায়মান মেশিন তাই সেন্সরের ওজন বেশি হলে রোবটের চলাচলের গতি হ্রাস পাবে। তাই সেন্সর নির্বাচনের ক্ষেত্রে ওজন যাতে বেশি না হয় সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।

৪। **আউটপুটের ধরন (Type of output)** ঃ সেন্সরের আউটপুট কোন ধরনের হবে তা পূর্ব হতেই নির্ধারণ করতে হবে। সেন্সরের আউটপুট অ্যানালগ বা ডিজিটাল হতে পারে, যা নির্ভর করে প্রয়োগের উপর।

৫। **ইন্টারফেসিং (Interfacing)** ঃ সেন্সর ও অন্যান্য ডিভাইসের মধ্যকার ইন্টারফেসিং একটি গুরুত্বপূর্ণ বিবেচ্য বিষয়। ইন্টারফেসিং সঠিক না হলে প্রয়োজনীয় আউটপুট পাওয়া যাবে না। সেন্সরকে অবশ্যই অন্যান্য ডিভাইস যেমন– মাইক্রোপ্রসেসর বা কন্ট্রোলারের সাথে ইন্টারফেসিং করার উপযোগী হতে হবে।

৬। **রেজুলেশন (Resolution)** ঃ সেন্সরের পরিমাপের রেঞ্জের মধ্যে সর্বনিম্ন স্টেপ সাইজকে রেজুলেশন বলে। ওয়্যারউন্ড পটেনশিওমিটারের রেজুলেশন হলো তারের একটি প্যাঁচের রেজিস্ট্যান্স। ডিজিটাল ডিভাইসের ক্ষেত্রে n বিটের ডিভাইসের রেজুলেশন হবে,

$$\text{রেজুলেশন} = \frac{\text{ফুল স্কেল রিডিং}}{2^n}$$

রেজুলেশন যত বেশি হবে ততই ভালো।

৭। **সেনসিটিভিটি (Sensitivity)** ঃ সেন্সরের আউটপুট রেসপন্স ও ইনপুট রেসপন্সের অনুপাতকে সেনসিটিভিটি বলা হয়। অর্থাৎ

$$\text{সেনসিটিভিটি} = \frac{\text{আউটপুট রেসপন্স}}{\text{ইনপুট রেসপন্স}}$$

সুতরাং, কোনো সেন্সরের ইনপুটের তুলনায় আউটপুট যত বেশি হবে তার সেনসিটিভিটি তত বেশি হবে। সেনসিটিভিটি যত বেশি হবে তত বেশি সঠিকভাবে আউটপুট তৈরি করতে পারবে।

৮। **লিনিয়ারিটি (Linearity)** ঃ ইনপুট পরিবর্তন এবং আউটপুট পরিবর্তনের মধ্যকার সম্পর্ককে লিনিয়ারিটি বলে। সরলরৈখিক বৈশিষ্ট্যের সেন্সরের আউটপুট পরিবর্তন ইনপুট পরিবর্তনের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক। অর্থাৎ আউটপুট $\propto$ ইনপুট।

৯। **রেঞ্জ (Range)** ঃ সেন্সর এর সর্বনিম্ন এবং সর্বোচ্চ আউটপুট এর বিস্তৃতিকে রেঞ্জ (Range) বলে। রেঞ্জ যত বেশি হবে Sensor তত বেশি মান (Value) নিয়ে কাজ করতে পারবে।

১০। **রেসপন্স টাইম (Response time)** ঃ ইনপুট পরিবর্তনের যত সময় পর আউটপুট পাওয়া যায়, তাকে রেসপন্স টাইম রেসপন্স টাইম বলে। রেসপন্স টাইম যত কম হয় ততই ভালো।

১১। **ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স (Frequency response)** ঃ কোনো একটি সেন্সর কতটুকু ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করতে পারে, তাই ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স। সেন্সরের ফ্রিকোয়েন্সি রেসপন্স বেশি হওয়া ভালো।

১২। **রিলাইঅ্যাবিলিটি (Reliability)** ঃ সেন্সরটি কত সময় কাজ করতে সমর্থ এবং কত সময় কাজ করতে অসমর্থ এ দু'য়ের অনুপাতকে রিলাইঅ্যাবিলিটি বলে। তাই সেন্সরটি অবশ্যই বেশি রিলাইঅ্যাবল হতে হবে।

১৩। **একিউরেসি (Accuracy)** ঃ সেন্সরের অ্যাকিউরেসি হলো এর আউটপুট প্রকৃত মানের কতটুকু কাছাকাছি। তাই উচ্চ অ্যাকিউরেসি বিশিষ্ট সেন্সর নির্বাচন করা উচিত।

১৪। **রিপিটেবিলিটি (Repeatability)** ঃ সেন্সরের ইনপুট একই রেখে আউটপুট বারবার পরিমাপ করলে পরিমাপকৃত একটি মান থেকে আরেকটি মানের পরিবর্তনের পার্থক্যকে রিপিটেবিলিটি বলে। এই পার্থক্য যত কম হবে সেন্সরটি তত বেশি সূক্ষ্মভাবে কাজ করেতে পারবে।

১১.১ সেন্সরের প্রকারভেদ (Types of sensor) ঃ

সেন্সরকে প্রধানত নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয় ঃ

১। পজিশন সেন্সর (Position sensor)

পজিশন সেন্সর পাঁচ প্রকার, যথা–

(ক) পটেনশিওমিটার (Potentiometer)

(খ) এনকোডার (Encoder)

(গ) এলভিডিটি (LVDT)

(ঘ) রিসোলভার (Resolver)

(ঙ) ম্যাগনেটো রিফ্লেকটিভ সেন্সর (Magneto reflective sensor)

২। ভেলোসিটি সেন্সর (Velocity sensor)

ভেলোসিটি সেন্সর তিন প্রকার, যথা–

(ক) এনকোডার (Encoder)

(খ) টেকোমিটার (Tachometer)

(গ) ডিফারেন্সিয়েশন সেন্সর (Differentiation sensor)

৩। ফোর্স ও প্রেসার সেন্সর (Force & Pressure sensor)

ফোর্স ও প্রেসার সেন্সর তিন প্রকার, যথা–

(ক) পিজোইলেকট্রিক (Piezoelectric)

(খ) ফোর্স সেনসিং রেজিস্টর (Force sensing resistor)

(গ) স্ট্রেইন গেজ (Strain gauge)

৪। প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity sensor)

প্রক্সিমিটি সেন্সর সাত প্রকার, যথা–

(ক) ম্যাগনেটিক (Magnetic)

(খ) অপটিক্যাল (Optical)

(গ) আলট্রাসনিক (Ultrasonic)

(ঘ) ইন্ডাকটিভ (Inductive)

(ঙ) ক্যাপাসিটিভ (Capacitive)

(চ) এডি কারেন্ট (Eddy current)

(ছ) হল ইফেক্ট (Hall effect)

৫। রেঞ্জ ফাইন্ডার (Range finder)

রেঞ্জ ফাইন্ডার দুই প্রকার। যথা–

(ক) আলট্রাসনিক (Ultrasonic)

(খ) লাইট বেইজড (Light based)

৬। লাইট অ্যান্ড ইনফ্রারেড সেন্সর (Light & Infrared sensor)

৭। টাচ ও টেকটাইল সেন্সর (Touch & Tectile sensor)

৮। টর্ক সেন্সর (Torque sensor)

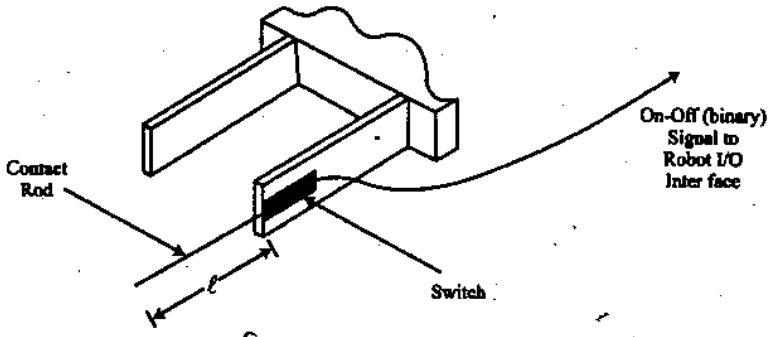
৯। ত্বরণযুক্ত সেন্সর (Acceleration sensor)

১০। স্নিফ সেন্সর (Sniff sensor)

১১। মাইক্রো সুইচ (Micro switch)

১১.২ কন্ট্যাক্ট (Sensor) এর কাজ বর্ণনা কর (Describe the function of contact sensor) ঃ

কন্ট্যাক্ট সেন্সর (Contact sensor) ঃ কন্ট্যাক্ট সেন্সর হলো একটি সাধারণ প্রক্সিমিটি সেন্সর। নিম্নের চিত্রে একটি কন্ট্যাক্ট সেন্সরের গঠনপ্রণালি দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১১.১ Simple contact sensor

গঠন ঃ এটি বাইরের দিকে প্রসারিত একটি বড় কন্ট্যাক্ট রড (Contact Rod) এবং এর সাথে অপরদিকে একটি সুইচ নিয়ে গঠিত। সুইচের পরিবর্তে অন্য কোনো লিনিয়ার পজিশন মনিটরিং এলিমেন্টকে সেন্সরের সাথে সংযুক্ত করা যায়।

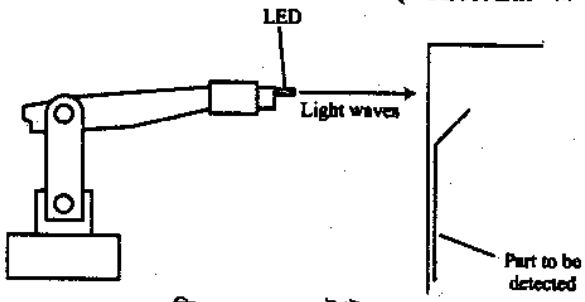
কার্যপ্রণালি ঃ যখন ম্যানিপুলেটরটি ঘুরবে এবং রডটি কোনো অবজেক্ট বা বস্তুর বা বাধার সংস্পর্শে (কন্ট্যাক্টে) আসবে। এ অবস্থায় সেন্সরের মধ্যে স্থাপিত সুইচটি অন হবে। একটি ইনপুট/আউটপুট ইন্টারফেস ডিভাইসের মাধ্যমে ON/OFF কন্ডিশনকে মনিটারিং করা হয়। এভাবে একটি নির্দিষ্ট অপারেশন সম্পন্ন করা হয়। এ ধরনের কন্ট্যাক্ট মনিটরকে রোবট Arm (আর্ম) বা Wrist-এর যে-কোনো অবস্থানে স্থাপন করে একাধিক অবস্থাকে ব্যবহার করা যায়।

এখন সাধারন অন-অফ সুইচকে যদি কোনো একটি লিনিয়ার পজিশন সেন্সিং ডিভাইস (যেমন– LVDT বা পটেনশিও মিটার) দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হয় তবে বাইনারি কন্ট্যাক্ট সেন্সরটি অবজেক্ট বা Obstacle-এর সঠিক অবস্থান নির্দেশ করতে পারবে। প্রসারিত রডটি একবার কন্ট্যাক্ট পেলে ম্যানিপুলেটরের অতিরিক্ত ঘূর্ণন রডটিকে পুনরায় সেন্সরের ভিতর ঠেলে দিবে। এ রডটিকে কোনো LVDT-এর ম্যাগনেটিক কোর বা পটেনশিওমিটারের উইপারের সাথে সংযোগ করা হলে, ঘূর্ণনশক্তি ভোল্টেজে রূপান্তর হবে। একটি অ্যানালগ বা ডিজিটাল ডিফারেন্সিয়েশন ব্যবহার করে Approach velocity-এর মান নির্ণয় করা যাবে। ফলে একটি কন্ট্যাক্ট সেন্সর ব্যবহার করেই দূরত্ব ও Approach velocity মনিটরিং করা যাবে। তবে শুধুমাত্র একটি একক কন্ট্যাক্ট সেন্সর দ্বারা Obstacle বা অবজেক্টের আকৃতি বা প্রকৃতি জানা যাবে না। জানতে হলে এক বা একাধিক অ্যারে (Array) বিশিষ্ট কন্টাক্ট সেন্সর ব্যবহার করতে হবে।

১১.৩ নন-কন্ট্যাক্ট Sensor (সেন্সর)-এর কাজের ব্যাখ্যা (Describe the function of non-contact sensor) ঃ

নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর (Non-contact sensors) ঃ রোবটিক্সে নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর হলো একটি দ্বিতীয় ধরনের সেন্সর। এটি ইলেকট্রম্যাগনেটিক রেডিয়েশন দ্বারা পরিচালিত হয়। লাইট ট্রান্সমিশন অথবা ইলেকট্রম্যাগনেটিক ফিল্ড দ্বারা এ ইলেকট্রম্যাগনেটিক রেডিয়েশন উৎপন্ন করা হয়। ইলেকট্রম্যাগনেটিক ফিল্ডের শক্তির পরিবর্তনকে কন্ট্রোলার দ্বারা Process করে মোশন দ্বারা কন্ট্রোলার রোবটকে পরিচালিত করে। এছাড়া তাপমাত্রা, বৈদ্যুতিক পরিবর্তন অথবা চাপ পরিবর্তন ইত্যাদির দ্বারা Non-contact সেন্সর উত্তেজিত (Excited) হয়।

Robot arm-এর শেষে একটি LED লাগানো থাকে, যা লাইট ইমিটি করে। Robot arm-এর শেষে কোনো বস্তু থাকলে LED-এর আলোর তারতম্য অনুসারে Robot-টি কাজ করতে থাকে অর্থাৎ বস্তু Pick up করার জন্য প্রস্তুত হয়। অন্যদিকে, Robot arm-এর সামনে কোনো বস্তু না থাকলে LED-এর আলোর কোনো পরিবর্তন ঘটে না। এ অবস্থায় Robot arm তার স্বাভাবিক কাজ করতে থাকে।



চিত্র ঃ ১১.২ নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর

১১.৪ প্রক্সিমিটি সেন্সরসমূহের বর্ণনা (Describe the function of proximity sensors) ঃ

প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity sensor) ঃ প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলো হচ্ছে এক ধরনের নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর। কোনো একটি অবজেক্ট অন্য একটি অবজেক্টের সংস্পর্শে আসার আগেই এটি তার কার্যসম্পাদন করে। পজিশন সেন্সরের একটি বিশেষ রূপ হলো প্রক্সিমিটি সেন্সর, যা ক্রিটিক্যাল দূরত্বের মধ্যে কোনো বস্তুর সরণকে নির্ণয় করতে পারে। অন-অফ আউটপুট এর জন্য এ সমস্ত সেন্সরসমূহ প্রয়োজন। রোবটের গতি পরিমাপ করে রোবটকে পরিচালনা করতে বিভিন্ন ধরনের প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত হয়। যেমন–

১। ম্যাগনেটিক প্রক্সিমিটি সেন্সর (Magnetic proximity sensor)

২। অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর (Optical proximity sensor)

৩। আলট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর (Ultrasonic proximity sensor)

৪। ইন্ডাকটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর (Inductive proximity sensor)

৫। ক্যাপাসিটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর (Capacitive proximity sensor)

৬। এডি কারেন্ট ও হল ইফেক্ট প্রক্সিমিটি সেন্সর (Eddy current and Hall effect proximity sensor)

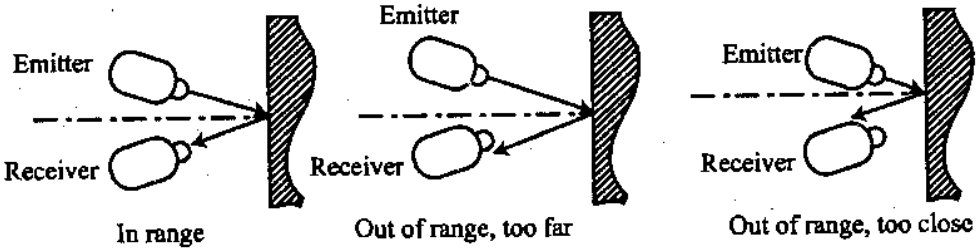
নিম্নে এদের বর্ণনা দেয়া হলো–

১১.৪.১ ম্যাগনেটিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ঃ

এ সেন্সরগুলো ম্যাগনেট এর কাছাকাছি আসলে সক্রিয় হয়। রোটর স্পিড, ঘূর্ণনের সংখ্যা পরিমাপ এবং একটি সার্কিটকে অন অথবা অফ করতে ম্যাগনেটিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত হয়। যদি একটি মোবাইল রোবট কল্পনা করা হয়, তবে এর মোট সরণকে একটি নির্দিষ্ট সময়ে হুইল এর ঘূর্ণন সংখ্যার সাথে হুইল এর পরিধি গুণ করে পাওয়া যায়। ম্যাগনেটিক প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলো চেচিস এর উপর নিজেকে (সেন্সরটিকে) স্থির রেখে হুইল এর সাথে একটি ম্যাগনেট সংযোগ করে হুইলের ঘূর্ণন নির্ণয় করে। অনুরূপভাবে, ম্যাগনেটিক সেন্সরগুলো নিরাপত্তা বা অন্যান্য অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত হতে পারে। ম্যাগনেটিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত অনেক ডিভাইস আছে, যা মেশিনের দরজা ওপেন হলে একটি সিগন্যাল প্রেরণ করে এবং এর ফলে কন্ট্রোলারটি ঘূর্ণায়মান বা মুভিং অংশকে থামিয়ে (Stop) দেয়।

১১.৪.২ অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর ঃ

লাইট সোর্সযুক্ত প্রক্সিমিটি সেন্সরকে অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর বলে। এটি ইমিটার ও একটি লাইট (Light) রিসিভার নিয়ে গঠিত। এ লাইট রিসিভারগুলো আলোকের উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি নির্দেশ করে। একটি ফটোট্রানজিস্টর অথবা LDR রিসিভার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। একটি অপটিক্যাল সেন্সরকে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে যে পর্যন্ত সেন্সরটিকে অবজেক্ট এর কাছে না আনা হয় সে পর্যন্ত ইমিটার কর্তৃক বিচ্ছুরিত লাইট রিসিভার গ্রহণ করে না বা করতে পারে না। চিত্রে অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর দেখানো হয়েছে–



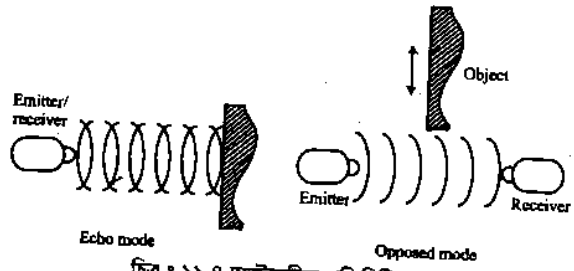
চিত্র ঃ ১১.৩ অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর

যতক্ষণ পর্যন্ত রিফ্লেকটিভ অবজেক্টটি সুইচটির সীমার মধ্যে না আসে, ততক্ষণ পর্যন্ত রিসিভার কোনো লাইট দেখতে পারে না এবং সেখানে কোনো সিগন্যালও পাওয়া যায় না।

১১.৪.৩ আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের সেন্সর। এ ধরনের সেন্সরে একটি ইমিটার (Emitter) সরাসরি হাই ফ্রিকুয়েন্সির (সাধারণত 200 kHz এর) সাউন্ড ওয়েভ ইমিট করে। এটি দু'টি মুড-এ অপারেট হয়। যথা ঃ Opposed mode এবং Echo mode। Opposed mode-এ রিসিভারটি ইমিটারের সম্মুখে স্থাপন করা হয় এবং Echo mode-এ পর্যায়ক্রমে প্রথমে ইমিটার এবং এরপর রিসিভার অথবা একসঙ্গে স্থাপন করা হয়, যাতে প্রতিফলিত সাউন্ড ওয়েভ রিসিভ করতে পারে। যদি রিসিভারের সীমার (Area) মধ্যে কোনো সারফেস দ্বারা প্রতিফলিত সাউন্ড ওয়েভ সেন্সরের নিকটে আসে তাহলে রিসিভার ঐ ওয়েভকে সেন্স করে একটি সিগন্যাল উৎপন্ন করে। অন্যথায় রিসিভার ওয়েভ সেন্স করবে না এবং কোনো সিগন্যালও উৎপন্ন হবে না। সমস্ত আল্ট্রাসনিক সেন্সরের ইমিটারের নিকটে একটি অন্ধ অঞ্চল বা ব্লাইন্ড জুন (Blind zone) আছে, যেই অঞ্চলের মধ্যে কোনো অবজেক্টের উপস্থিতি নির্ণয় করতে পারে না। আল্ট্রাসনিক সেন্সরগুলো ইকো মুডে সাউন্ড ওয়েভ রিফ্লেক্ট করে না বলে রাবার ও ফোম সম্বলিত সারফেসের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় না।

পাশের চিত্রে আল্টাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর দেখানো হলো ঃ



চিত্র ঃ ১১.৪ আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর

১১.৪.৪ ইন্ডাকটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ঃ

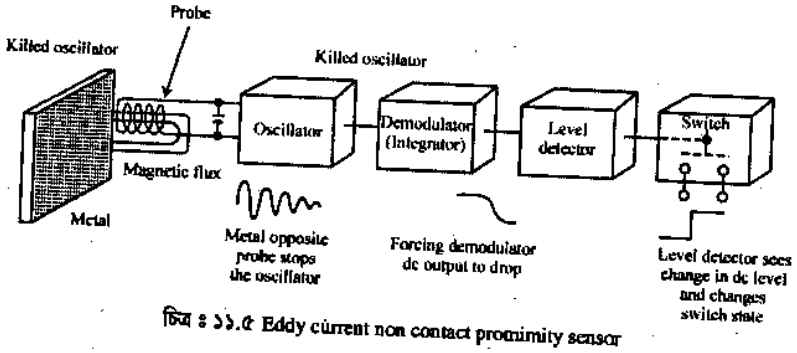
মেটাল সারফেস শনাক্ত করতে ইন্ডাকটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের সেন্সর একটি ফেরাইট কোর এর উপর প্যাঁচানো কয়েল, একটি অসিলেটর; একটি ডিটেক্টর এবং একটি সলিড স্টেট সুইচ এর সমন্বয়ে গঠিত। সেন্সরটির নিকটে কোনো মেটাল অবজেক্ট আসলে সেন্সরটি অসিলেশনের অ্যামপ্লিচুডকে কমিয়ে প্রায় শূন্য করে দেয়। ডিটেক্টরটি পরিবর্তনকে ডিটেক্ট (শনাক্ত) করে এবং সলিড স্টেট সুইকে অফ করে দেয়। যখন মেটালটি সেন্সর এর সীমা থেকে দূরে সরে যায় তখন সলিড স্টেট সুইচটি আবার অন করে দেয়।

১১.৪.৫ ক্যাপাসিটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ঃ

১.২ এর চেয়ে অধিক ডাই ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট বিশিষ্ট অবজেক্ট এর উপস্থিতি শনাক্ত ক্যাপাসিটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে ম্যাটেরিয়াল অবজেক্টটি একটি ক্যাপাসিটরের মতো কাজ করে সেন্সরের মোট ক্যাপাসিটেন্স বৃদ্ধি করে। এটি একটি ইন্টারন্যাল অসিলেটরকে ট্রিগার করে, বা একটি আউটপুট ইউনিটকে অন করার জন্য প্রয়োজনীয় সিগন্যাল তৈরি করে। নন-মেটাল অবজেক্ট যেমন– উড, লিকুইড, কেমিক্যাল ইত্যাদি এর উপস্থিতিকে ডিটেক্ট করতে ক্যাপাসিটিভ সেন্সরগুলো ব্যবহৃত হয়।

১১.৪.৬ এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সর ঃ

একটি পরিবাহীকে (Conductor) পরিবর্তনশীল ম্যাগনেটিক ফিল্ড স্থাপন করলে ঐ পরিবাহীতে একটি ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স উৎপন্ন হয় এবং পরিবাহীর মধ্যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই কারেন্টকে এডি কারেন্ট বলে। এডি কারেন্ট সেন্সরে মূলত দু'টি কয়েল থাকে, যার একটি কয়েল পরিবর্তনশীল ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স উৎপন্ন করে। আবার কন্ডাকটিং ম্যাটেরিয়াল-এর ক্লোজ প্রক্সিমিটির ফলে ম্যাটেরিয়াল-এ অন্য একটি এডি কারেন্ট উৎপন্ন হয়, যা প্রথম কয়েলের ফ্লাক্সের বিপরীতে একটি ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স উৎপন্ন করে। যার ফলে মোট ফ্লাক্সের পরিমাণ হ্রাস পায়। মোট ফ্লাক্সের পরিবর্তন এটি দ্বিতীয় কয়েল দ্বারা পরিমাপ করা হয় এবং এই পরিবর্তন কন্ডাকটিভ ম্যাটেরিয়াল এর প্রক্সিমিটির সমানুপাতিক কন্ডাকটিং ম্যাটেরিয়াল এর ভগ্নাবস্থা, ফাটল, পুরুত্ব ইত্যাদি শনাক্ত করতে এডি কারেন্ট ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ১১.৫ Eddy current non contact proximity sensor

১১.৫ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সরের কাজের বর্ণনা (Describe the function of electromagnetic sensors) ঃ

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সর (Electromagnetic sensors) ঃ ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সরগুলো ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতিতে কাজ করে। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ট্রান্সডাকশন উপাদান ম্যাগনেটিক ফীল্ডের উপস্থিতিতে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স পরিবর্তনের মাধ্যমে পরিবাহীতে ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স আবেশিত করে। রোবট দ্বারা ম্যাগনেটিক ম্যাটেরিয়াল/ফীল্ড শনাক্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ট্রান্সডাকশন এলিমেন্ট (Electromagnetic transduction element) নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যথা–

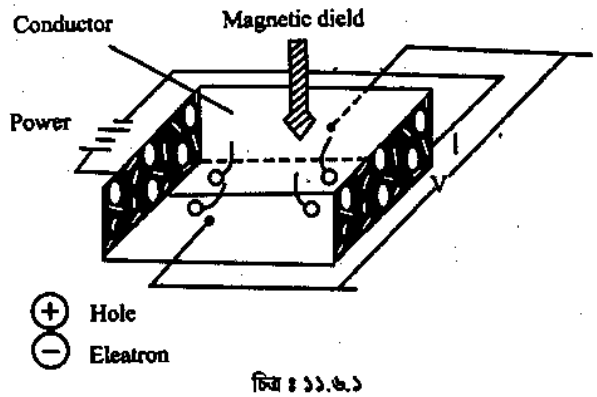
১। হল ইফেক্ট এলিমেন্ট (Hall effect element)

২। রিলাকটিভ এলিমেন্ট (Reluctive element)

৩। ম্যাগনেটো ট্রানজিস্টর (Magneto transistor)

৪। ম্যাগনেটো ডায়োড (Magneto diode)।

যদি কারেন্ট I বহনকারী একটি ধাতব পরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টরকে একটি ট্রান্সভার্স (Transvers) ম্যাগনেটিক ফীল্ড B এর মধ্যে স্থাপন করা হয় তবে I ও B এর সাথে লম্ব বরাবর একটি ইলেকট্রিক ফীল্ড বা ভোল্টেজ V আবেশিত (Induced) হয়। ১১.৬.১ চিত্রে দেখানো হলো। এই ঘটনাকে Hall effect বলা হয়। আবেশিত ভোল্টেজকে Hall voltage বলা হয়। এই আবেশিত ভোল্টেজ নিচের সমীকরণ অনুযায়ী নির্ণয় করা যায়–



চিত্র ঃ ১১.৬.১

$$V = \frac{BI}{\rho w}$$

এখানে B = ম্যাগনেটিক ফীল্ড

I = কারেন্ট

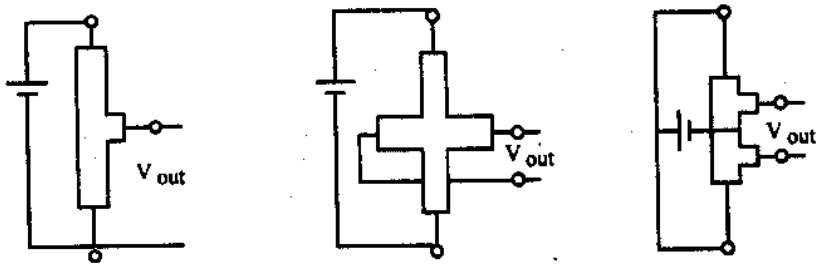
ρ = চার্জ ঘনত্ব

w = দুই সারফেসের মধ্যবর্তী দূরত্ব।

প্রান্তের সংখ্যানুযায়ী Hall element সাধারণত নিম্নলিখিত শ্রেণির হয়ে থাকে–

১। তিন প্রান্ত ২। চার প্রান্ত ৩। পাঁচ প্রান্ত।

১১.৬.২ চিত্রে এদের সংযোগ দেখানো হলো–



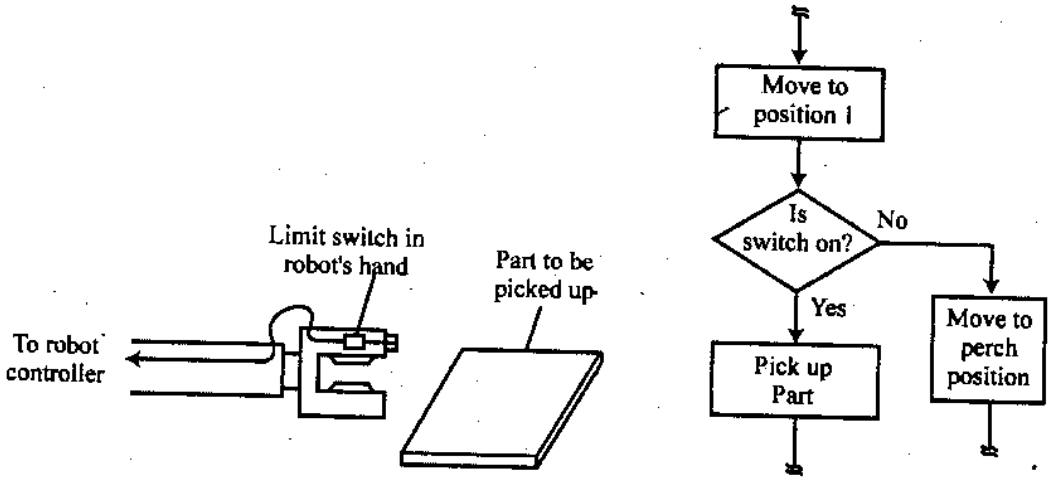
(i) Three terminal (ii) Four terminal (iii) Five terminal

চিত্র ঃ ১১.৬.২

Magnetic sensor distance, orientation, forces, motion ইত্যাদি detect করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

১১.৬ লিমিট সুইচসমূহের কাজের বর্ণনা (Describe the function of limit switches) ঃ

লিমিট সুইচ (Limit switch) ঃ লিমিট সুইচ এক ধরনের Contact type Proximity sensor. এটি Normally open সুইচ হিসাবে কাজ করে। ইন্ডাস্ট্রিতে বেশি কারেন্ট রেটিং এবং ভোল্টেজ রেটিং এর জন্য এ লিমিট সুইচ ব্যবহৃত হয়। রোবট আর্মের শেষে এ সুইচ বসানো থাকে। যখনই রোবট বস্তুর কাছাকাছি আসে, তখনই লিমিট সুইচ বন্ধ (Close) হয় এবং ক্লোজ কন্টাক্টের জন্য কন্ট্রোলার সিগন্যাল পায়। কন্ট্রোলার সিগন্যাল পাওয়ার পর রোবটের আর্মকে Execute করে। সুইচ Open অবস্থায় Controller কোনো Signal পায় না এবং রোবটের আর্ম Execute হয় না। নিম্নের চিত্রে ফ্লো ডায়াগ্রামসহ সেন্সর হিসেবে লিমিট সুইচের ব্যবহার দেখানো হয়েছে—



A. Limit switch as sensor B. Program flowchart for operation

চিত্র ঃ ১১.৭ লিমিট সুইচ

উপরোক্ত লিমিট সুইচ ছাড়াও আরও বিভিন্ন প্রকার লিমিট সুইচ আছে। যেমন—

(ক) অপটো ইন্টারাপ্টার (Opto interrupter)

(খ) অপটিক্যাল এনকোডার (Optical encoder)

(গ) রোটারি অ্যাবসলিউট এনকোডার (Rotary absolute encoder)

(ঘ) অপটিক্যাল ইনক্রিমেন্টাল এনকোডার (Optical incremental encoder)

অপটো ইন্টারাপ্টার (Opto interrupter) ঃ

শুধুমাত্র প্রথম ও শেষ বিন্দুর অবস্থান সঠিকভাবে নির্ণয় করার জন্য রোবট ব্যবহার হয়। এক্ষেত্রে এ বিন্দুগুলোর মধ্যকার পথ বিবেচনা করা হয় না। যতক্ষণ পর্যন্ত রোবটের জয়েন্টের চূড়ান্ত অবস্থান শনাক্ত করতে না পারে ততক্ষণ পর্যন্ত অ্যাকচুয়েটরটি চলতে থাকে। ফলে এটি একটি ওপেন লুপ কন্ট্রোল পদ্ধতি এর মতো কাজ করে। এ পদ্ধতির জন্য একটি সাধারণ মেকানিক্যাল সুইচ বা মাইক্রো সুইচ ব্যবহার করা যায়। তবে এ পদ্ধতির কিছু সুবিধা আছে। যেমন—

১। এর স্থায়িত্ব (বা আয়ুকাল) খুব কম।

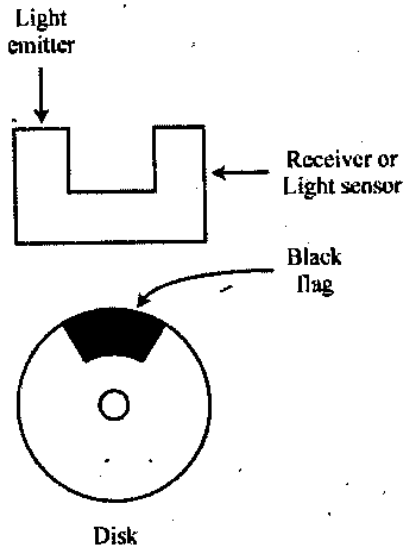
২। কন্ট্রাক্ট বাউন্স (Bounse) করতে সমস্যা হয়।

৩। সুইচকে মাইক্রো প্রসেসরের সাথে ইন্টাফেসিং করতে জটিলতা দেখা দেয়।

৪। ব্যবহার সীমিত, শুধুমাত্র প্রশিক্ষণ রোবটে ব্যবহার করা যায়।

অটো ইন্টারাপ্টার ব্যবহার করে অপটিক্যাল পদ্ধতিতে পূর্বের সমস্যাগুলোকে দূর করে পুরো অতিক্রান্ত পথকে (Fully end of travel) শনাক্ত করা যায়।

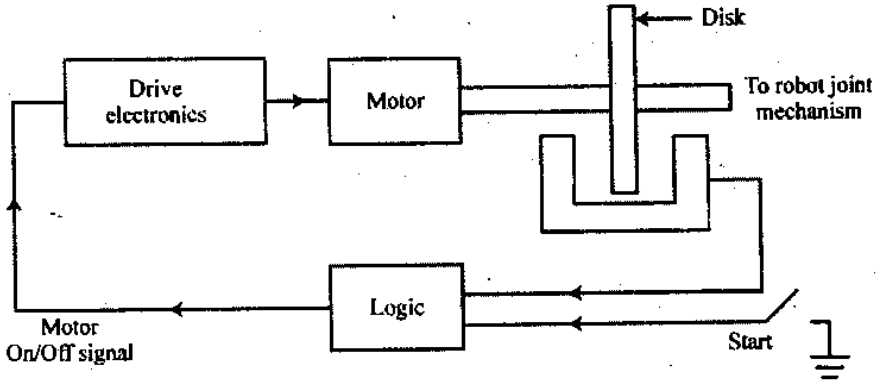
গঠন ঃ এটি একটি অন্ধকার সেকশন (Dark section)-সহ একটি স্বচ্ছ (Transparent) ডিস্ক, একটি লাইট ইমিটার (যেমন– LED) ও একটি লাইট রিসিভার (যেমন– ফটোট্রানজিস্টর) নিয়ে গঠিত। ডিস্কটিকে LED ও লাইট রিসিভারের মাঝখানে স্থাপন করা হয়।



চিত্র ঃ ১১.৮ অপটো ইন্টারাপ্টার

কার্যপ্রণালি ঃ ডিস্কটির ঘূর্ণনের ফলে ব্ল্যাক ফ্ল্যাগ (Black flag)-এর কারণে ব্লক না হওয়া পর্যন্ত রিসিভারে লাইট পৌঁছতে থাকে। একটি বাইনারি বা অন-অফ সিগন্যাল দ্বারা এন্ড পয়েন্ট ট্র্যাভেল (end point travel)-কে শনাক্ত করা হয়। কালেক্টর নিম্নমানের হবে যতক্ষণ পর্যন্ত এর বেসে (Base) আলোক প্রবেশ করতে থাকে, যতক্ষণ পর্যন্ত কালেক্টর কারেন্টের মান খুব কম থাকে। আবার যখন বেসে কোনো আলোক থাকে না তখন কালেকটর কারেন্টের মান অনেক বেশি হয়।

রোবট এক্সিসকে এন্ড অফ ট্র্যাভেল পর্যন্ত মুভ করানোর জন্য ব্যবহৃত সেন্সরের সাহায্যে তৈরি একটি সাধারণ ইলেকট্রনিক সার্কিট নিম্নের চিত্রে দেখানো হলো ঃ

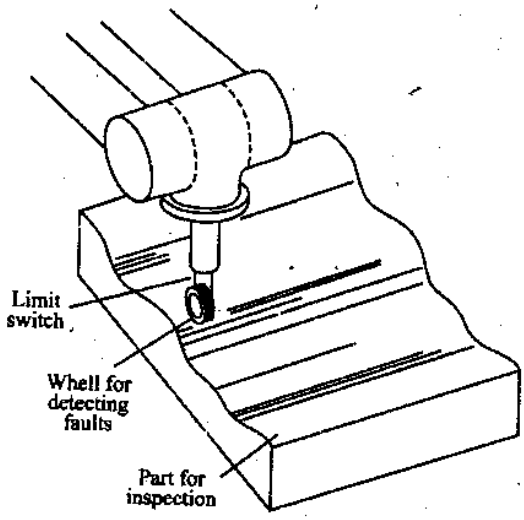


চিত্র ঃ ১১.৯ (সেন্সরসহ) ইউনিডিরেকশনাল মোটর কন্ট্রোল সার্কিটের ব্লক ডায়াগ্রাম

একটি বন্ধ হওয়া স্টার্ট সুইচ (Momentarily closing start switch) দ্বারা সিস্টেমটি অ্যাকচুয়েটেড করা হয়। মোটরটি যতক্ষণ পর্যন্ত বিরামহীনভাবে ঘুরতে থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত ব্ল্যাক ফ্ল্যাগ ডিস্কের উপরে আলোক পতিত হওয়া বন্ধ না হবে। এ অবস্থায় মোটরের ভোল্টেজ অফ হয়ে যায় এবং রোবট এক্সিস বন্ধ হয়ে যায়। লিমিট সুইচ হিসেবে ব্যবহৃত অপটো-ইন্টারাপ্টার এভাবে কাজ করে।

১১.৭ টাচ সেন্সরের কাজের বর্ণনা (Describe the function of touch sensor) ঃ

টাচ্ সেন্সর (Touch sensor) ঃ টাচ্ (Touch) অর্থ স্পর্শ করা। বাহ্যিকভাবে স্পর্শ করলে যে সেন্সরগুলো সিগন্যাল তৈরি করে প্রেরণ করে, তাদেরকে টাচ্ সেন্সর বলে। মাইক্রো সুইচ একটি টাচ্ সেন্সর যাকে স্পর্শ করলে ফলে অন অথবা অফ হয়। মাইক্রোসুইচকে বিভিন্ন মোশনের সেনসিটিভিটি এবং রেঞ্জে মাইক্রোসুইচকে সেট করা যায়। যেমন– একটি মাইক্রোসুইচকে মোবাইল রোবটে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে রোবট কাজ করার সময় যে কোনো বাধার সম্মুখীন হলে সাথে সাথে একটি সিগন্যাল পাঠায়। টাচ্ সেন্সর হিসেবে ব্যবহৃত ফোর্স সেন্সরগুলো তথ্য (ইনফরমেশন) পাঠানোর সাথে সাথে প্রযুক্ত বল বা ফোর্সটি কতটুকু শক্তিশালী তাও জানিয়ে দেয়। টাচ্ সেন্সরগুলোকে সাধারণত অ্যারে অথবা ম্যাট্রিক্স আকারে সাজানো থাকে। যা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে–

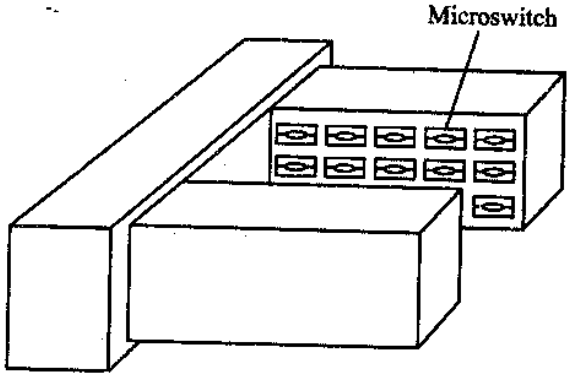


চিত্র ঃ ১১.১০ টাচ্ সেন্সর

একটি প্লাঞ্জার, একটি এলইডি (LED) এবং একটি লাইট সেন্সর এর সমন্বয়ে প্রতিটি টার্চ সেন্সর গঠিত হয়। যখন লাইট সেন্সরের আউটপুটটি প্লাঞ্জার এর সরণের সমানুপাতিক হয় তখন টাচ্ সেন্সরগুলোকে ডিসপ্লেসমেন্ট সেন্সরও বলা যায়। মাইক্রোসুইচ, LVDT, প্রেসার সেন্সর, ম্যাগনেটিক সেন্সর ইত্যাদি ডিসপ্লে সেন্সরসমূহকেও এই কাজের জন্য ব্যবহার করা যায়।

১১.৮ টেকটাইল সেন্সরের কাজের বর্ণনা (Describe the function of tactile sensor) ঃ

টেকটাইল সেন্সর (Tactile sensors) ঃ অ্যাডভান্সড টেকটাইল সেন্সর ব্যবহার করে রোবট গ্রিপার অনুধাবন করতে পারে। গ্রিপারে কোনো বস্তু উপস্থিত থাকলে টেকটাইল সেন্সর কন্ট্রোলারে তথ্য (Information) পাঠায় এবং সে অনুযায়ী Robot কাজ করে। টেকটাইল সেন্সর মূলত একাধিক টাচ সেন্সরের একটি সমন্বয় (A collection of touch sensors)। নিম্নের চিত্রের মাধ্যমে একটি টেকটাইল সেন্সর দেখানো হলো–



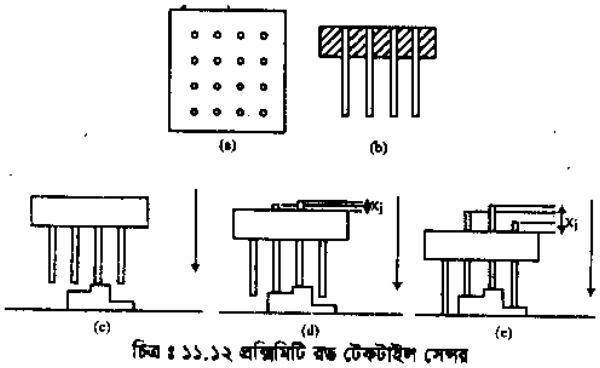
চিত্র ঃ ১১.১১ টেকটাইল সেন্সর

টেকটাইল সেন্সরের গ্রিপারের আঙুলের সাথে অনেক Micro switch যুক্ত থাকে। Micro switch হলো এক ধরনের ওপেন (Open) সুইচ। এই switch-গুলো Calculator এর keypad-এ ব্যবহৃত Switch এর মতো। সুইচগুলো কোনো বস্তু দেখার সাথে সাথে ক্লোজ হয়ে Controller-এ তথ্য (Information) পাঠায় এবং রোবট কাজ সম্পাদন করে। একই সাথে Angle এর মাধ্যমে বস্তুটিকে (Pickup) তুলে ধরে। বস্তুটিকে তুলে ধরতে (Pickup) কতটুকু বলের প্রয়োজন তাও বস্তুর অবস্থান থেকে সুইচটি বুঝে নিয়ে কন্ট্রোলারকে জানিয়ে দেয়।

এ ধরনের সেন্সরের অতিরিক্ত বৈশিষ্ট্য হলো এর সেনসিভিটি ও স্থায়িত্বকাল বেশি এবং বিশ্বস্ত। এছাড়া আরও অনেক প্রকারের টেকটাইল সেন্সর আছে। যেমন–

(ক) প্রক্সিমিটি রড টেকটাইল সেন্সর (Poximity rod Tactile sensor)
(খ) ফটোডিটেকটর টেকটাইল সেন্সর (Photodetector Tactile sensor)
(গ) কন্ডাকটিভ ইলাসটোমার সেন্সর (Conductive Elastomer sensor)
(ঘ) নিউমেটিক সুইচ সেন্সর (Pneumatic Switch sensor)
(ঙ) পলিমার টেকটাইল সেন্সর (Polimer Tactile sensor)
(চ) হাইব্রিড টেকটাইল সেন্সর (Hybrid Tactile sensor)
(ছ) অপটিক্যাল টেকটাইল সেন্সর (Optical Tactile sensor)

প্রক্সিমিটি রড টেকটাইল সেন্সর ঃ প্রক্সিমিটি রড টেকটাইল সেন্সর অন্যান্য সেন্সর অপেক্ষা বেশি বেশি ব্যবহৃত হয়। কতকগুলো সিম্পল প্রক্সিমিটি সেন্সিং ডিভাইসকে একত্রিত করে এ সেন্সর তৈরি করা হয়। নিম্নের চিত্রে তা দেখানো হয়েছে–



চিত্র ঃ ১১.১২ প্রক্সিমিটি রড টেকটাইল সেন্সর

এক্ষেত্রে সিংগেল কন্ট্যাক্ট রড প্রক্সিমিটি সেন্সরের পরিবর্তে কতকগুলো একই ধরনের সেন্সরের অ্যারে ব্যবহার করা হয়। যাকে 4 × 4 = 16. ম্যাট্রিক্স আকারে লেখা হয়।

যতক্ষণ পর্যন্ত সেন্সরের বেসটি টেবিল টপ থেকে সেন্সিং রডের যে ফ্রেমের উপর রোবটটি ঝুলানো থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত তাকে একটি ডিভাইসের সাথে লাগানো থাকে এবং এই ডিভাইসের উপর বস্তুটি (Object) স্থির অবস্থায় থাকে। সেন্সরের বেসটি যতক্ষণ পর্যন্ত টেবিল এর উপর থেকে সেন্সিং রডের দূরত্বের সমান দূরত্বে অবস্থান করে ততক্ষণ পর্যন্ত সেন্সরটি অবিরামভাবে কাজ করতে থাকে। প্রতিটি রডের সাথে মেকানিক্যাল বা ইলেকট্রিক্যাল সুইচসমূহ সংযুক্ত থাকে এবং এর ফলে অবজেক্টের একটি বাইডিরেকশনাল বা বাইনারি প্যাটার্ন তৈরি হয়। অবজেক্টের ধরন, আকৃতি ও ওরিয়েন্টেশন ইফরমেশনের উপর ইমেজ প্রসেসিং এর কৌশল (টেকনিক) নির্ভর করে।

এ পদ্ধতির প্রধান দুটি অসুবিধা হলো–

(ক) টেবিল সারফেজ থেকে ডিসেন্ট (descent) এর প্রকৃত দূরত্ব জানার প্রয়োজন হয়, যা নির্ণয় করা খুব কঠিন।
(খ) দূরত্ব সঠিকভাবে নির্ণয় করতে না পারলে সেন্সিং রডগুলোকে একসঙ্গে সংস্পর্শে আনা যায় না।

১১.৯ ভিশন সেন্সর (Vision sensor) ঃ

যে সমস্ত সেন্সরের উপর আলোক রশ্মি পড়লে তা কাজ করে অর্থাৎ সমতুল্য ইলেকট্রিক সিগন্যাল তৈরি করে, তাকে ভিশন সেন্সর বলে। এসব সেন্সরের উপর আপতিত আলোকের তীব্রতা (Intensity) পরিবর্তন করলে তাদের ইলেকট্রিক্যাল রেজিস্ট্যান্স (রোধ) পরিবর্তিত হয়। যখন আলোর তীব্রতা শূন্য হয় তখন রেজিস্ট্যান্স হবে সর্বোচ্চ। লাইট ইনটেনসিটি বাড়লে রেজিস্ট্যান্সের মান কমে এবং কারেন্টের মান বাড়ে। ফলে ভোল্টেজ ড্রপ কমে। অপটিক্যাল ইনকোডার এবং এ রকম অন্যান্য ডিভাইস তৈরি করতে এ সমস্ত সেন্সর ব্যবহার করা হয়। এই সেন্সরসমূহ সস্তা এবং খুব উপযোগী সেনসিটিভিটি প্রদর্শন করে। ফটোট্রানজিস্টরকে লাইট সেন্সর হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **সেন্সরের কাজ কী?**
অথবা, সেন্সর কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, রোবটে সেন্সর কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর: রোবট সিস্টেমে এনার্জি কনভার্শন অথবা ইন্টারন্যাল ফিডব্যাক কন্ট্রোল এবং বাইরের পরিবেশের সাথে ইন্টারএ্যাকশনের (আন্তক্রিয়ার) জন্য সেন্সর ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ এক প্রকার এনার্জিকে অন্য প্রকার এনার্জিতে রূপান্তর করার জন্য সেন্সর ব্যবহার করা হয়। এটাই সেন্সরের কাজ।

২। **সেন্সর কাকে বলে?**
অথবা, সেন্সর বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)]

উত্তর: যে ডিভাইসের মাধ্যমে এক প্রকার এনার্জিকে অন্য প্রকার এনার্জিতে রূপান্তর করা যায়, তাকে সেন্সর বলে।

৩। **সেন্সরের রেজুলেশন বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর: সেন্সরের পরিমাপের রেঞ্জের মধ্যে সর্বনিম্ন স্টেপ সাইজকে রেজুলেশন বলে। ওয়্যারউন্ড পটেনশিওমিটারের রেজুলেশন হলো তারের একটি প্যাঁচের রেজিস্ট্যান্স। ডিজিটাল ডিভাইসের ক্ষেত্রে n বিটের ডিভাইসের রেজুলেশন হবে,

$$\text{রেজুলেশন} = \frac{\text{ফুল স্কেল রিডিং}}{2^n}$$

৪। **সেন্সরের সেনসিটিভিটি কাকে বলে?**
অথবা, Sensor এর Sensitivity কী? [বাকাশিবো-২০১১, ১৩, ১৪]

উত্তর: সেন্সরের আউটপুট রেসপন্স ও ইনপুট রেসপন্সের অনুপাতকে সেনসিটিভিটি বলা হয়। অর্থাৎ সেনসিটিভিটি = $\frac{\text{আউটপুট রেসপন্স}}{\text{ইনপুট রেসপন্স}}$ সুতরাং, কোনো সেন্সরের ইনপুটের তুলনায় আউটপুট যত বেশি হবে তার সেনসিটিভিটি তত বেশি হবে।

৫। **কন্ট্যাক্ট সেন্সর কী ধরনের সেন্সর?**

উত্তর: কন্ট্যাক্ট সেন্সর এক প্রকার সাধারণ প্রক্সিমিটি সেন্সর।

৬। **প্রক্সিমিটি সেন্সর কী ধরনের সেন্সর?**
অথবা, প্রক্সিমিটি সেন্সর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১২]

উত্তর: প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলো হচ্ছে এক ধরনের নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর। কোনো একটি অবজেক্ট অন্য একটি অবজেক্টের সংস্পর্শে (কন্ট্যাক্টে) আসার পূর্বেই এটি তার কাজ সম্পন্ন করে।

৭। **নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর: নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর রিফ্লেকটেড লাইট, আল্ট্রাসাউন্ড, ক্যাপাসিটিভ, ইন্ডাকটিভ ইত্যাদি প্রকারের হতে পারে।

৮। **কন্ট্যাক্ট সেন্সরের প্রধান অসুবিধা কী?**

উত্তর: কন্ট্যাক্ট সেন্সরের প্রধান অসুবিধা হলো সম্প্রসারিত রডটি Obstacle বা অবজেক্টের সংস্পর্শে না আসলে এটি কোনো আউটপুট তৈরি করতে পারে না।

৯। **আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সরের মুডগুলো কী কী?**

উত্তর: আল্ট্রাসনিক সেন্সরের অপারেশনের মুড দু'টি। যথা :

(ক) Opposed mode

(খ) Echo mode

১০। আল্ট্রাসনিক সেন্সরের Blind zone বলতে কী বুঝায়?

উত্তর: আল্ট্রাসনিক সেন্সর তার ইমিটারের নিকটে যে এলাকার মধ্যে কোনো অবজেক্ট (Object) এর উপস্থিতি বুঝতে পারে না বা নির্ণয় করতে পারে না, সেই অঞ্চলকে Blind zone বা অন্ধ অঞ্চল বলে।

১১। অপটো ইন্টারাপ্টের অসুবিধাগুলো কী কী?

উত্তর: অপটো ইন্টারাপ্টের অসুবিধা হলো–

(ক) এর স্থায়িত্ব বা আয়ুষ্কাল খুব কম।

(খ) কন্ট্যাক্ট বাউন্স (Bounce) করতে সমস্যা হয়।

(গ) সুইচকে মাইক্রোপ্রসেসরের সাথে ইন্টারফেস করতে সমস্যা হয়।

(ঘ) ব্যবহার সীমিত শুধুমাত্র শিক্ষণ রোবটে ব্যবহার করা যায়।

১২। টাচ্ (Touch) সেন্সর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর: যে সেন্সরগুলোকে স্পর্শ করলে একটি সমতুল্য সিগন্যাল তৈরি করে, তাদেরকে টাচ্ সেন্সর বলে।

১৩। টাচ্ সেন্সর হিসেবে ব্যবহৃত ডিসপ্লেসমেন্ট সেন্সরগুলো কী কী?

উত্তর: টাচ্ সেন্সর হিসেবে ব্যবহৃত ডিসপ্লেসমেন্ট সেন্সরগুলো হচ্ছে– মাইক্রোসুইচ, LVDT, প্রেসার সেন্সর, ম্যাগনেটিক সেন্সর ইত্যাদি।

১৪। টেকটাইল সেন্সর কী? Robot-এ Tactile sensor কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর: অনেকগুলো টাচ্ সেন্সরের সমন্বয়ে টেকাটাইল সেন্সর গঠিত, যাকে স্পর্শ করলে অবজেক্ট সম্পর্কে অতিরিক্ত ইনফরমেশন দিতে পারে। এই অতিরিক্ত ইনফরমেশন পাওয়ার জন্য Tactile sensor ব্যবহার করা হয়।

১৫। টেকটাইল সেন্সরের সুবিধাগুলো কী কী?

উত্তর: টেকটাইল সেন্সরের সুবিধা হলো এর সেনসিভিটি বেশি ও স্থায়িত্ব বেশি এবং বিস্তৃত।

১৬। প্রক্সিমিটি রড টেকটাইল সেন্সরের অসুবিধাগুলো কী কী?

উত্তর: প্রক্সিমিটি রড টেকটাইল সেন্সরের অসুবিধা হলো–

(ক) টেবিল সারফেজ থেকে ডিসেন্ট (Descent) এর প্রকৃত দূরত্ব নির্ণয় করা প্রয়োজন হয়, যা নির্ণয় করা খুব কঠিন।

(খ) দূরত্ব সঠিকভাবে নির্ণয় করতে না পারলে সেন্সিং রডগুলোকে একত্রে সংস্পর্শে আনা যায় না।

১৭। ভিশন সেন্সর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১৭]

উত্তর: যে সমস্ত সেন্সর আলোক পড়লে কাজ করে অর্থাৎ সমতুল্য ইলেকট্রিক্যাল সিগন্যাল তৈরি করে, তাকে ভিশন সেন্সর বলে।

১৮। ইন্ডাকটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর: ফেরাইট কোর এর উপর প্যাঁচানো কয়েল, অসিলেটর, ডিটেক্টর এবং সলিড স্টেট সুইচ এর সমন্বয়ে ইন্ডাকটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর গঠিত।

১৯। ক্যাপাসিটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর কত ডাই ইলেকট্রিক বিশিষ্ট পদার্থকে শনাক্ত করতে পারে?

উত্তর: ক্যাপাসিটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ১.২ এর চেয়ে অধিক ডাই ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট বিশিষ্ট পদার্থকে শনাক্ত করতে পারে।

২০। ক্যাপাসিটিভ সেন্সর কী কী নন-মেটাল অবজেক্টকে শনাক্ত করতে পারে?

উত্তর: সেন্সরগুলো বিভিন্ন নন-মেটাল অবজেক্ট যেমন-উড, লিকুইড, কেমিক্যাল ইত্যাদি এর উপস্থিতিকে ক্যাপাসিটিভ সেন্সর শনাক্ত করতে পারে।

২১। এডি কারেন্ট কাকে বলে?
অথবা, এডি কারেন্ট বলতে কী বুঝ?

উত্তর: একটি পরিবাহীকে পরিবর্তনশীল ম্যাগনেটিক ফিল্ডে স্থাপন করলে ঐ পরিবাহীতে একটি ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স উৎপন্ন হয় এবং এর ফলে পরিবাহীর মধ্যে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে এডি কারেন্ট বলে।

২২। এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সর কী কী শনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর: এডি কারেন্ট সেন্সরগুলো কোনো কন্ডাকটিং ম্যাটেরিয়াল এর ভগ্নাবস্থা, ফাটল, পুরুত্ব ইত্যাদি শনাক্ত করতে পারে।

২৩। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সর বলতে কী বুঝায়? এদেরকে কীভাবে পরিচালনা করা হয়?

উত্তর: ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সর হলো লাইট সোর্স প্রক্সিমিটি সেন্সর। লাইট ইমিটিং ডায়োড (LED) ব্যবহারের মাধ্যমে এসব সেন্সরকে পরিচালনা করা হয়।

২৪। লিমিট সুইচ কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর: লিমিট সুইচ হল রোবট সেন্সরি ডিভাইসের নন-ভিজুয়্যাল (Non-visual) গ্রুপের এক প্রকার সেন্সর, যার ফটোইলেকট্রিক নীতিতে কাজ করে।

২৫। লিমিট সুইচ কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর: বিভিন্ন প্রকার অপটিক্যাল লিমিট সুইচ আছে। যেমন–

(ক) অপটো ইন্টারাপ্টার (Opto interrupter)

(খ) অপটিক্যাল এনকোডার (Optical encoder)

(গ) রোটারি অ্যাবসলিউট এনকোডার (Rotary absolute encoder)

(ঘ) অপটিক্যাল ইনক্রিমেন্টাল এনকোডার (Optical incremental enoder)

২৬। Inductive poximity sensor কী? [বাকাশিবো-২০০৯]

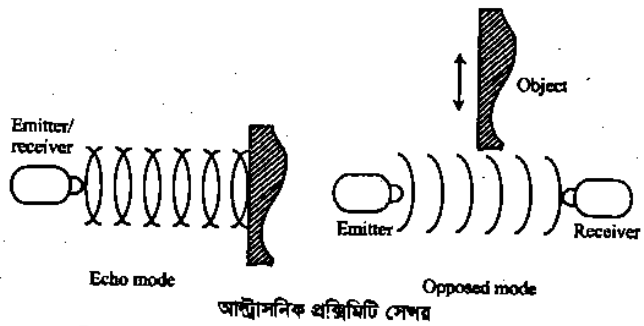
উত্তর: যে Sensor electromagntic induction এর মাধ্যমে মেটাল (Metal) এর সারফেসকে শনাক্ত করতে পারে, তাকে Inductive poximity sensor বলে।

২৭। রেঞ্জ ফাইন্ডার (Range finder) কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]

উত্তর: সেন্সর এর সর্বনিম্ন এবং সর্বোচ্চ আউটপুট এর বিস্তৃতিকে রেঞ্জ (Range) বলে। Range finder এক ধরনের প্রক্সিমিটি সেন্সর যার মাধ্যমে রেঞ্জ নির্ণয় করা যায়। রেঞ্জ যত বেশি হবে Sensor তত বেশি মান (Value) নিয়ে কাজ করতে পারবে।

২৮। আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ECO mode-এর চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

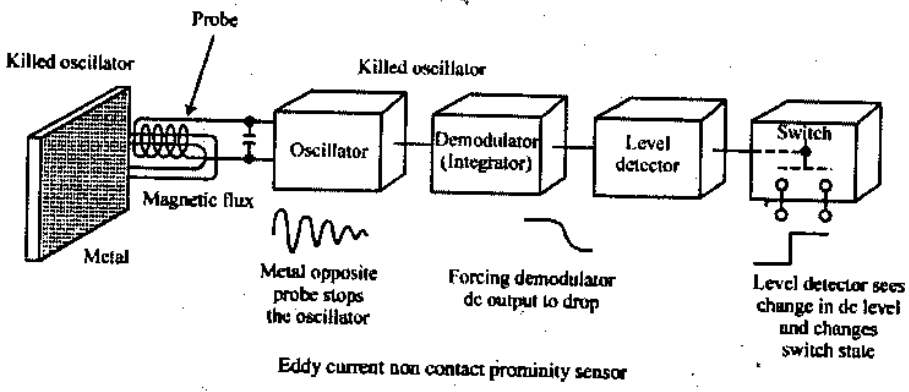
উত্তর:



আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর

২৯। এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সরের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর: এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সরের চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ

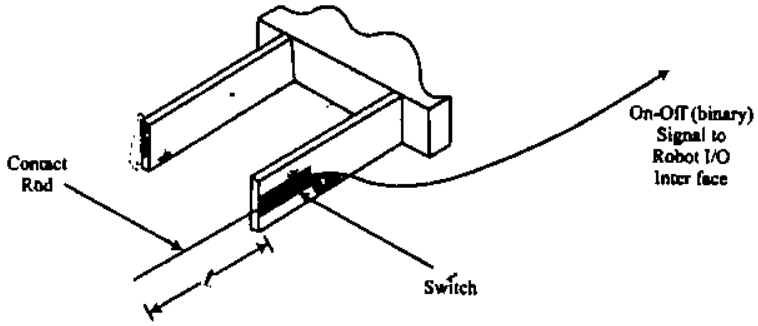


Eddy current non contact prominity sensor

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কন্ট্যাক্ট সেন্সর ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর কন্ট্যাক্ট সেন্সর হলো একটি সাধারণ প্রক্সিমিটি সেন্সর। নিম্নের চিত্রে একটি কন্ট্যাক্ট সেন্সরের গঠনপ্রণালি দেখানো হলো ঃ



Simple contact sensor

এটি বাইরের দিকে প্রসারিত একটি বড় কন্ট্যাক্ট রড (Contact rod) এবং এর সাথে অপরদিকে একটি সুইচ নিয়ে গঠিত। সুইচের পরিবর্তে অন্য কোনো লিনিয়ার পজিশন মনিটরিং এলিমেন্টকে সেন্সরের সাথে সংযুক্ত করা যায়।

২। **নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর রোবটিক্সে নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর হলো একটি দ্বিতীয় ধরনের সেন্সর। এটি ইলেকট্রম্যাগনেটিক রেডিয়েশন দ্বারা পরিচালিত হয়। লাইট ট্রান্সমিশন অথবা ইলেকট্রম্যাগনেটিক ফিল্ড দ্বারা এ ইলেকট্রম্যাগনেটিক রেডিয়েশন উৎপন্ন করা হয়। ইলেকট্রম্যাগনেটিক ফিল্ডের শক্তির পরিবর্তনকে কন্ট্রোলার দ্বারা Process করে মোশন দ্বারা কন্ট্রোলার রোবটকে পরিচালিত করে। এছাড়া তাপমাত্রা, বৈদ্যুতিক পরিবর্তন অথবা চাপ পরিবর্তন ইত্যাদির দ্বারা Non-contact সেন্সর উত্তেজিত (Excited) হয়।

৩। **প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর **প্রক্সিমিটি সেন্সর (Proximity sensor) ঃ** প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলো হচ্ছে এক ধরনের নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর। কোনো একটি অবজেক্ট অন্য একটি অবজেক্টের সংস্পর্শে আসার আগেই এটি তার কার্যসম্পাদন করে। পজিশন সেন্সরের একটি বিশেষ রূপ হল প্রক্সিমিটি সেন্সর, যা ক্রিটিক্যাল দূরত্বের মধ্যে কোনো বস্তুর সরণকে নির্ণয় করতে পারে। অন-অফ আউটপুট এর জন্য এ সমস্ত সেন্সরসমূহ প্রয়োজন। রোবটের গতি পরিমাপ করে রোবটকে পরিচালনা করতে বিভিন্ন ধরনের প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত হয়।

৪। **লিমিট সুইচ কী? ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর লিমিট সুইচ এক ধরনের Contact type Proximity sensor. এটি Normally open সুইচ হিসাবে কাজ করে। ইন্ডাস্ট্রিতে বেশি কারেন্ট রেটিং এবং ভোল্টেজ রেটিং এর জন্য এ লিমিট সুইচ ব্যবহৃত হয়। রোবট আর্মের শেষে এ সুইচ বসানো থাকে। যখনই রোবট বস্তুর কাছাকাছি আসে, তখনই লিমিট সুইচ বন্ধ (Close) হয় এবং ক্লোজ কন্টাক্টের জন্য কন্ট্রোলার সিগন্যাল পায়। কন্ট্রোলার সিগন্যাল পাওয়ার পর রোবটের আর্মকে Execute করে। সুইচ Open অবস্থায় Controller কোনো Signal পায় না এবং রোবটের আর্ম Execute হয় না।

৫। **ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সর ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সরগুলো ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতিতে কাজ করে। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ট্রান্সকন্ডাকশন উপাদান ম্যাগনেটিক ফীল্ডের উপস্থিতিতে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স পরিবর্তনের মাধ্যমে পরিবাহীতে ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স আবেশিত করে। রোবট দ্বারা ম্যাগনেটিক ম্যাটেরিয়াল/ফীল্ড শনাক্ত করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ট্রান্সডাকশন এলিমেন্ট (Electromagnetic transduction element) নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যথা—

১। হল ইফেক্ট এলিমেন্ট (Hall effect element)

২। রিলাকটিভ এলিমেন্ট (Reluctive element)

৩। ম্যাগনেটো ট্রানজিস্টর (Magneto transistor)

৪। ম্যাগনেটো ডায়োড (Magneto diode)।

৬। **সেন্সর নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, সেন্সরের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১৪]
অথবা, সেন্সরের প্রধান ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩, ১৪(পরি)]

উত্তর: সেন্সর নির্বাচন করার পূর্বে নিম্নলিখিত বিষয়সমূহ বিবেচনা করতে হয়। যেমন–
১। দাম, ২। আকার, ৩। ওজন, ৪। আউটপুটের ধরন, ৫। ইন্টারফেসিং, ৬। রেজুলেশন ৭। সেনসিটিভিটি, ৮। লিনিয়ারিটি, ৯। রেঞ্জ, ১০। রেসপন্স টাইম, ১১। ফ্রিকুয়েন্সি রেসপন্স, ১২। রিলাইঅ্যাবিলিটি, ১৩। অ্যাকিউরেসি এবং ১৪। রিপিটেবিলিটি।

৭। **সেন্সর প্রধানত কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর: সেন্সরকে প্রধানত নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয়ঃ
১। পজিশন সেন্সর, ২। ভেলোসিটি সেন্সর, ৩। ফোর্স ও প্রেসার সেন্সর, ৪। প্রক্সিমিটি সেন্সর, ৫। রেঞ্জ ফাইন্ডার, ৬। লাইট এন্ড ইনফ্রারেড সেন্সর, ৭। টাচ ও টেকটাইল সেন্সর, ৮। টর্ক সেন্সর, ৯। ত্বরণযুক্ত সেন্সর, ১০। স্লিপ সেন্সর এবং ১১। মাইক্রো সুইচ।

৮। **পজিশন সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস কর।**

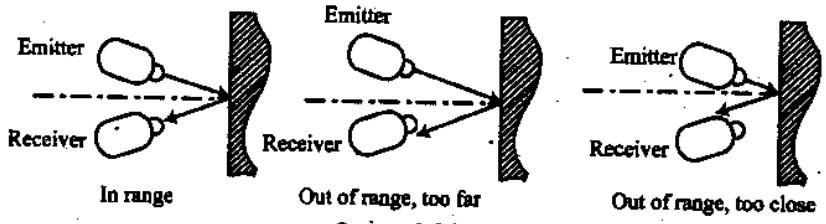
উত্তর: পজিশন সেন্সর পাঁচ প্রকার। যথা–
১। পটেনশিওমিটার, ২। এনকোডার, ৩। এলভিডিটি, ৪। রিসোলভার, ৫। ম্যাগনেটো রিফ্লেকটিভ সেন্সর।

৯। **প্রক্সিমিটি সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর: প্রক্সিমিটি সেন্সর সাত প্রকার। যথা–
১। ম্যাগনেটিক (Magnetic), ২। অপটিক্যাল (Optical), ৩। আলট্রাসনিক (Ultrasonic), ৪। ইন্ডাকটিভ (Inductive), ৫। ক্যাপাসিটিভ (Capacitive), ৬। এডি কারেন্ট (Eddy current), ৭। হল ইফেক্ট (Hall effect)।

১০। **অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সরের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২, ১৫]
অথবা, অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর: লাইট সোর্সযুক্ত প্রক্সিমিটি সেন্সরকে অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর বলে। এটি ইমিটার ও একটি লাইট (Light) রিসিভার নিয়ে গঠিত। এ লাইট রিসিভারগুলো আলোকের উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি নির্দেশ করে। একটি ফটোট্রানজিস্টর অথবা LDR রিসিভার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। একটি অপটিক্যাল সেন্সরকে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে যে পর্যন্ত সেন্সরটিকে অবজেক্ট এর কাছে না আনা হয় সে পর্যন্ত ইমিটার কর্তৃক বিচ্ছুরিত লাইট রিসিভার গ্রহণ করে না বা করতে পারে না। চিত্রে অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর দেখানো হয়েছে–



অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর

যতক্ষণ পর্যন্ত রিফ্লেকটিভ অবজেক্টটি সুইচটির সীমার মধ্যে না আসে, ততক্ষণ পর্যন্ত রিসিভার কোনো লাইট দেখতে পারে না এবং সেখানে কোনো সিগন্যালও পাওয়া যায় না।

১১। **ভিশন সেন্সরের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, ভিশন সেন্সর এর উপর আলোর প্রভাব বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪, ১৫]

উত্তর: যে সমস্ত সেন্সরের উপর আলোক রশ্মি পড়লে তা কাজ করে অর্থাৎ সমতুল্য ইলেকট্রিক সিগন্যাল তৈরি করে, তাকে ভিশন সেন্সর বলে। এসব সেন্সরের উপর আপতিত আলোকের তীব্রতা (Intensity) পরিবর্তন করলে তাদের ইলেকট্রিক্যাল রেজিস্ট্যান্স (রোধ) পরিবর্তিত হয়। যখন আলোর তীব্রতা শূন্য হয় তখন রেজিস্ট্যান্স হবে সর্বোচ্চ। লাইট ইনটেনসিটি বাড়লে রেজিস্ট্যান্সের মান কমে এবং কারেন্টের মান বাড়ে। ফলে ভোল্টেজ ড্রপ কমে। অপটিক্যাল ইনকোডার এবং এ রকম অন্যান্য ডিভাইস তৈরি করতে এ সমস্ত সেন্সর ব্যবহার করা হয়। এই সেন্সরসমূহ সস্তা এবং খুব উপযোগী সেনসিটিভিটি প্রদর্শন করে। ফটোট্রানজিস্টরকে লাইট সেন্সর হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

১৪

৭।

১২। টেকটাইল সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস কর।

উত্তর: টেকটাইল সেন্সরগুলোর নাম নিম্নরূপ ঃ

১। প্রক্সিমিটি রড টেকটাইল সেন্সর, ২। ফটোডিটেকটর টেকটাইল সেন্সর, ৩। কন্ডাকটিভ ইলাসটোমার (Elastomer) সেন্সর, ৪। নিউমেটিক সুইচ সেন্সর, ৫। পলিমার টেকটাইল সেন্সর, ৬। হাইব্রিড টেকটাইল সেন্সর, ৭। অপটিক্যাল টেকটাইল সেন্সর।

১৩। Ultrasonic (আল্ট্রাসনিক) Sensor এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১২]

উত্তর: নিম্নে আল্ট্রাসনিক সেন্সরের বৈশিষ্ট্যগুলো দেওয়া হলো ঃ

১। আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি একটি বিশেষ ধরনের সেন্সর।

২। হাই ফ্রিকুয়েন্সির সাউন্ড ওয়েভ ইমিট করতে পারে।

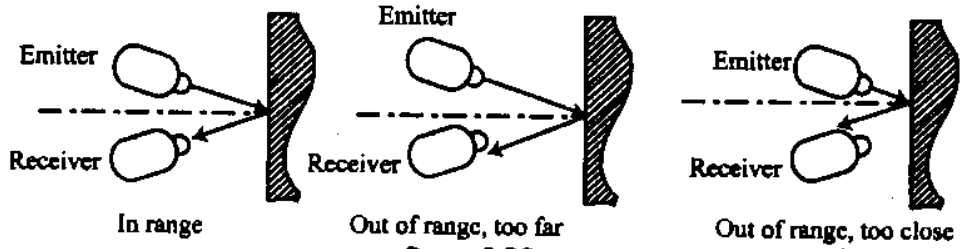
৩। একই সাথে সাউন্ড ওয়েভ রিসিভ করতে পারে।

যদি রিসিভারের সীমার মধ্যে কোন সারফেস দ্বারা প্রতিফলিত সাউন্ড ওয়েভ সেন্সরের নিকটে আসলে তাহলে রিসিভার ঐ ওয়েভকে সেন্স করে একটি সিগন্যাল উৎপন্ন করে। অন্যথায় রিসিভার কোন সিগন্যাল উৎপন্ন করবে না।

ইকো মুডে সাউন্ড ওয়েভ রিফ্লেক্ট করে না বলে রাবার ফোম সম্বলিত সারফেসের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় না।

১৪। অপটিক্যাল ও আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সরের কাজ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১২, ১৪]

উত্তর: লাইট সোর্সযুক্ত প্রক্সিমিটি সেন্সরকে অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর বলে। এটি ইমিটার ও একটি লাইট (Light) রিসিভার নিয়ে গঠিত। এ লাইট রিসিভারগুলো আলোকের উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি নির্দেশ করে। একটি ফটোট্রানজিস্টর অথবা LDR রিসিভার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। একটি অপটিক্যাল সেন্সরকে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে যে পর্যন্ত সেন্সরটিকে অবজেক্ট এর কাছে না আনা হয় সে পর্যন্ত ইমিটার কর্তৃক বিচ্ছুরিত লাইট রিসিভার গ্রহণ করে না বা করতে পারে না। যতক্ষণ পর্যন্ত রিফ্লেকটিভ অবজেক্টটি সুইচটির সীমার মধ্যে না আসে, ততক্ষণ পর্যন্ত রিসিভার কোনো লাইট দেখতে পারে না এবং সেখানে কোনো সিগন্যালও পাওয়া যায় না। চিত্রে অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর দেখানো হয়েছে—



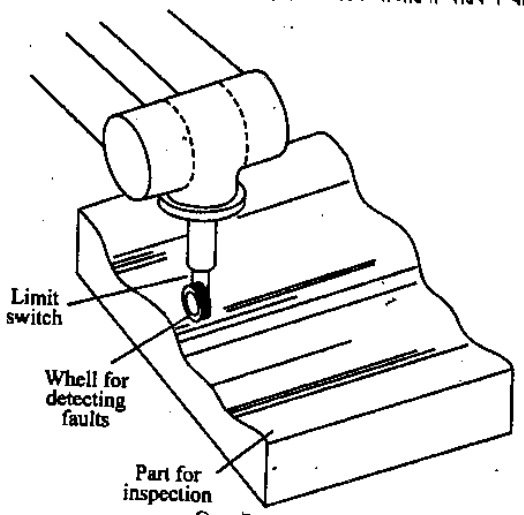
অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সর

এটি একটি বিশেষ ধরনের সেন্সর। এ ধরনের সেন্সরে একটি ইমিটার (Emitter) সরাসরি হাই ফ্রিকুয়েন্সির (সাধারণত 200 kHz এর) সাউন্ড ওয়েভ ইমিট করে। এটি দু'টি মুড-এ অপারেট হয়। যথা ঃ Opposed mode এবং Echo mode। Opposed mode-এ রিসিভারটি ইমিটারের সম্মুখে স্থাপন করা হয় এবং Echo mode-এ পর্যায়ক্রমে প্রথমে ইমিটার এবং এরপর রিসিভার অথবা একসঙ্গে স্থাপন করা হয়, যাতে প্রতিফলিত সাউন্ড ওয়েভ রিসিভ করতে পারে। যদি রিসিভারের সীমার (Area) মধ্যে কোনো সারফেস দ্বারা প্রতিফলিত সাউন্ড ওয়েভ সেন্সরের নিকটে আসে তাহলে রিসিভার ঐ ওয়েভকে সেন্স করে একটি সিগন্যাল উৎপন্ন করে। অন্যথায় রিসিভার ওয়েভ সেন্স করবে না এবং কোনো সিগন্যালও উৎপন্ন হবে না। সমস্ত আল্ট্রাসনিক সেন্সরের ইমিটারের নিকটে একটি অন্ধ অঞ্চল বা ব্লাইন্ড জুন (Blind zone) আছে, যেই অঞ্চলের মধ্যে কোনো অবজেক্টের উপস্থিতি নির্ণয় করতে পারে না। আল্ট্রাসনিক সেন্সরগুলো ইকো মুডে সাউন্ড ওয়েভ রিফ্লেক্ট করে না বলে রাবার ও ফোম সম্বলিত সারফেসের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় না।

১৫। চিত্রসহ টাচ সেন্সরের (Touch sensor) কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর: টাচ্ (Touch) অর্থ স্পর্শ করা। বাহ্যিকভাবে স্পর্শ করলে যে সেন্সরগুলো সিগন্যাল তৈরি করে প্রেরণ করে, তাদেরকে টাচ্ সেন্সর বলে। মাইক্রো সুইচ একটি টাচ্ সেন্সর যাকে স্পর্শ করলে ফলে অন অথবা অফ হয়। মাইক্রোসুইচকে বিভিন্ন মোশনের সেনসিটিভিটি এবং রেঞ্জে মাইক্রোসুইচকে সেট করা যায়। যেমন– একটি মাইক্রোসুইচকে মোবাইল রোবটে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে রোবট কাজ করার সময় যে কোনো বাধার সম্মুখীন হলে সাথে সাথে একটি সিগন্যাল পাঠায়। টাচ্

সেন্সর হিসেবে ব্যবহৃত ফোর্স সেন্সরগুলো তথ্য (ইনফরমেশন) পাঠানোর সাথে সাথে প্রযুক্ত বল বা ফোর্সটি কতটুকু শক্তিশালী তাও জানিয়ে দেয়। টাচ্ সেন্সরগুলোকে সাধারণত অ্যারে অথবা ম্যাট্রিক্স আকারে সাজানো থাকে। যা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে—

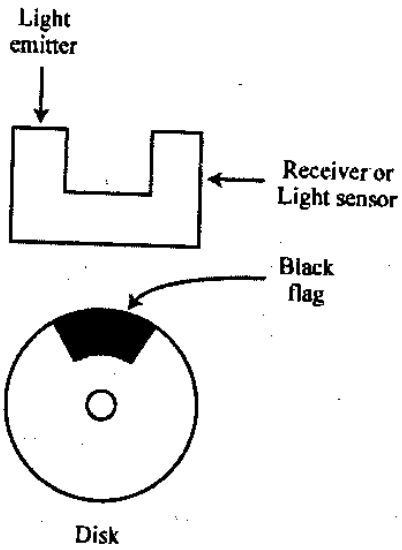


চিত্র ঃ টাচ্ সেন্সর

একটি প্লাঞ্জার, একটি এলইডি (LED) এবং একটি লাইট সেন্সর এর সমন্বয়ে প্রতিটি টার্চ সেন্সর গঠিত হয়। যখন লাইট সেন্সরের আউটপুটটি প্লাঞ্জার এর সরণের সমানুপাতিক হয় তখন টাচ্ সেন্সরগুলোকে ডিসপ্লেসমেন্ট সেন্সরও বলা যায়। মাইক্রোসুইচ, LVDT, প্রেসার সেন্সর, ম্যাগনেটিক সেন্সর ইত্যাদি ডিসপ্লে সেন্সরসমূহকেও এই কাজের জন্য ব্যবহার করা যায়।

১৬। Opto-interrupter এর চিত্রসহ সংক্ষিপ্ত বর্ণনা কর।। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ



অপটো ইন্টারাপ্টার

কার্যপ্রণালি ঃ ডিস্কটির ঘূর্ণনের ফলে ব্ল্যাক ফ্ল্যাগ (Black flag)-এর কারণে ব্লক না হওয়া পর্যন্ত রিসিভারে লাইট পৌঁছতে থাকে। একটি বাইনারি বা অন-অফ সিগন্যাল দ্বারা এন্ড পয়েন্ট ট্র্যাভেল (End point travel)-কে শনাক্ত করা হয়। কালেক্টর নিম্নমানের হবে যতক্ষণ পর্যন্ত এর বেসে (Base) আলোক প্রবেশ করতে থাকে, যতক্ষণ পর্যন্ত কালেক্টর কারেন্টের মান খুব কম থাকে। আবার যখন বেসে কোনো আলোক থাকে না তখন কালেকটর কারেন্টের মান অনেক বেশি হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। সেন্সর নির্বাচনে কী কী বিষয় আলোচনা করা হয়? বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.০ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। কন্ট্যাক্ট সেন্সরের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সরের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। প্রক্সিমিটি সেন্সরসমূহের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। ইলেকট্রম্যাগনেটিক সেন্সরের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। লিমিট সুইচের গঠন কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। টাচ্ সেন্সরের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। টেকটাইল রড সেন্সরের গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১৫]

অথবা, টেকটাইল সেন্সরের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লিখ। [বাকাশিবো-২০১১, ১২, ১৪]

অথবা, টেকটাইল সেন্সরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১০। ভিশন সেন্সরের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৯ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১১। প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলোর নাম লিখ এবং অপটিক্যাল ও আল্টাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সরের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ ১১.৪, ১১.৪.২ ও ১১.৪.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অধ্যায় ১২
রোবট স্পেসিফিকেশন এবং প্রয়োগ (Robot Specification and Application)

১২.১ ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন (Specification of an industrial robot) ঃ

একটি রোবট সিস্টেমকে নির্বাচন করার ক্ষেত্রে কিছু বৈশিষ্ট্য বিবেচনা করা হয়। বৈশিষ্টগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। **লোড বহন ক্ষমতা (Load carrying capacity or payload) ঃ** রোবট এর ম্যানিপুলেটর কী পরিমাণ লোড (Load) বহন করতে পারে তা অবশ্যই রোবট স্পেসিফিকেশনে উল্লেখ করতে হবে।

২। **পুনঃপুন বা বারবার কাজ করার সামর্থ্য (Repeatability) ঃ** কোনো একটি ম্যানিপুলেটর প্রতিবার কাজ করার পর প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসার সামর্থ্যকে রিপিটাবিলিটি বলে। ম্যানিপুলেটরটির একই পথে, সমপরিমাণ লোডসহ, একই গতিতে, একই তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে বারবার সঠিকভাবে ফিরে আসার সামর্থ্য থাকতে হবে।

৩। **সর্বোচ্চ টিপ গতি (Maximum tip speed) ঃ** রোবট এর ম্যানিপুলেটরটি সর্বোচ্চ কত দ্রুত মুভ করতে পারে তা উল্লেখ করতে হবে।

৪। **কো-অর্ডিনেট সিস্টেম (Co-ordinate system) ঃ** একেক রকম কাজের জন্য রোবটে একেক রকম কো-অর্ডিনেট ব্যবহার করা হয়। রোবট কোন কনফিগারেশন ব্যবহার করবে তা নির্ধারণ করতে হবে।

৫। **সর্বোচ্চ ঘূর্ণন (Maximum movement) ঃ** রোবট ম্যানিপুলেটর সর্বোচ্চ কতটুকু এলাকা জুড়ে মুভ করতে পারে তা উল্লেখ করতে হবে।

৬। **ড্রাইভ এর ধরন (Types of drive) ঃ** রোবট অ্যাকচুয়েটগুলো ইলেকট্রিক, হাইড্রোলিক বা নিউমেটিক কোন ধরনের হবে তা নির্ধারণ করতে হবে। একেক প্রকার কাজের জন্য একেক রকম ড্রাইভ সিস্টেম ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

৭। **কন্ট্রোল সিস্টেম (Control system) ঃ** কোন পদ্ধতিতে রোবট ম্যানিপুলেটরকে নিয়ন্ত্রণ করা হবে তা উল্লেখ থাকতে হবে।

৮। **প্রোগ্রামিং পদ্ধতি (Programming method) ঃ** রোবট পরিচালনার জন্য বিভিন্ন প্রকার প্রোগ্রামিং সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। প্রোগ্রামিং বিভিন্নভাবে করা যায়। যেমন– কী বোর্ডের মাধ্যমে, Teach-pendent পদ্ধতিতে পইন্টিং রোবটের ক্ষেত্রে Walk through পদ্ধতিতে নন-সার্ভো ইউনিটের ক্ষেত্রে মেকানিক্যাল সেট আপ, অফ-লাইন প্রোগ্রামিং এর ক্ষেত্রে CAD/CAM ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

৯। **মেমোরি ডিভাইস (Memory devices) ঃ** রোবট প্রোগ্রামকে সংরক্ষণ (Store) করার জন্য কোন ধরনের মেমোরি ডিভাইস ব্যবহার করা হবে তা উল্লেখ থাকতে হবে।

১০। **মেমোরি ক্যাপাসিটি (Memory capacity) ঃ** রোবট কন্ট্রোলার এ ব্যবহৃত মেমোরির ধারণক্ষমতা কত তা উল্লেখ করতে হবে।

নিম্নে একটি রোবটের Specification টেবিলের মাধ্যমে দেখানো হলো ঃ

Table (টেবিল) ঃ ১২ (ক)

S.L No	Specification	Today	1990
1.	Work area	24 inches × 24 inches	24 inches × 24 inches
2.	Insertion rate	1200/hr	2000/hr
3.	Number of axes	4 (four)	4 (four)
4.	Accuracy	002 inch	0.001 inch
5.	Repeatability	001 inch	0.0005 inch
6.	Minimum component Spacing	02 inch	01 inch

S.L No	Specification	Today	1990
7.	Payload	5 lbs with tooling	5 lbs with tooling
8.	End-effector	Hard-tooled, chuck,	Intelligent grippers with
		Turret and some intelligent grippers	Sensing feedback
9.	Controller	Autonomous decentralized microprocessor and teach box	Supervisory computer download to microprocessor machine control
10.	Programming languages	Numerous low and high-level robot programming -languages	Hopefully standard high level factory automation operating systems
11.	Price (robot and controller)	$20K to $150K	$20K

১২.২ রোবট ব্যবহার এর বিস্তৃতি (The growth of robot application) ঃ

শিল্পক্ষেত্রে প্রথম দিকে যান্ত্রিক (Mechanical) সিস্টেম ব্যবহার করা হতো। কম্পিউটার আবিষ্কারের পর কম্পিউটার ব্যবহার ব্যাপকতা লাভ করে। কম্পিউটার এর ব্যবহারের ব্যাপকতার পাশাপাশি স্বয়ংক্রিয় (Automatic) যান্ত্রিক পদ্ধতি উদ্ভাবিত উন্নয়ন হয়। তারপর মানুষের অনুকরণে কাজ করার জন্য স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র রোবট আবিষ্কৃত হয়।

রোবটের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো (বর্তমান এবং ভবিষ্যৎ) নিম্নরূপ ঃ

১। মেশিন লোডিং (Machine loading)

২। পিক এবং প্লেস অপারেশন (Pick & Place operation)

৩। ওয়েলডিং [Welding (Arc & Spot)]

৪। স্প্রে পেইন্টিং (Spray painting)

৫। গ্রাইন্ডিং [Grinding (Rotary & Metal casting)]

৬। ড্রিলিং, রাউটিং, পলিশিং (Drilling, Routing, Polishing)

৭। পার্টস হ্যান্ডেলিং/সর্টিং (Parts handling/Sorting)

৮। ইন্সপেকশন অপ পার্টস, সার্কিট বোর্ডস ইত্যাদি (Inspection of parts, Circuit boards etc.)

৯। স্যাম্পলিং উইথ আদার সিস্টেম (Sampling with other systems)

১০। অ্যাসেম্বলি অপারেশন (Assembly operation)

১১। ম্যানুফ্যাকচারিং (Manufacturing)

১২। সার্ভিলেন্স (Surveillance)

১৩। মেডিক্যাল অ্যাপ্লিকেশন (Medical applications)

১৪। অ্যাসিসটিং ডিজঅ্যাবল ইনডিভিজুয়্যালস (Assisting disabled individuals)

১৫। হ্যাজার্ডস ইনভাইরনমেন্ট (Hazardous Environments)

১৬। আন্ডার ওয়াটার স্পেস এবং রিমোট লোকেশন (Under water, space & Remote location)

১৭। টেলুপিরেটরস (Teleoperators)

১৮। সার্জারি (Surgery) (i) কার্ডিয়াক ভাল্ব রিপেয়্যার (ii) গাইনোকলজি (iii) প্রোস্টেটেকটমি

১৯। প্রসথেটিক্স/ওরেটরিস (Prosthetics/Oratories)

২০। মাইনিং সিস্টেম (Mining system)

২১। ফোরজিংস, মোল্ডিং, ফ্লোরিং (Forgings, Molding, Flouring)

২২। মিলিটারি অপারেশন (Military operation)

২৩। এনিমেট্রনিক্স (Animatronics)

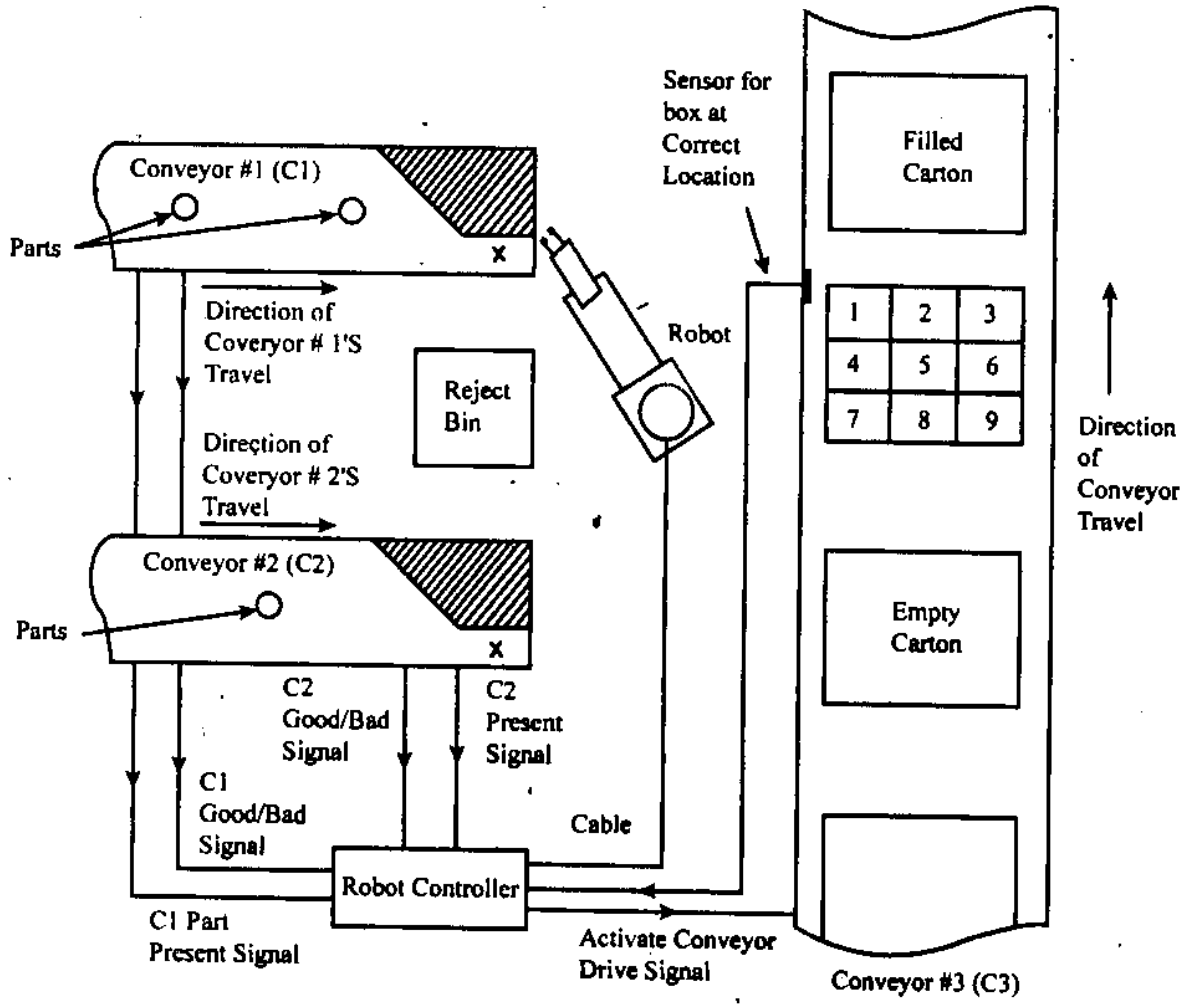
২৪। এন্টারটেইনমেন্ট (Entertainment)

২৫। মাইক্রো-ইলেকট্রো মেকানিক্যাল সিস্টেম [Micro-Electro-Mechanical System (MEMS)]

চিত্র ঃ ১২.১ রোবটিক সার্জারি মেশিন

১২.৩ সেল কন্ট্রোলার হিসেবে রোবট (Robot as a cell controller) ঃ

নিম্নের চিত্রে রোবটকে সেল কন্ট্রোলার হিসেবে ব্যবহারের ডায়াগ্রাম অঙ্কন করা হলো–

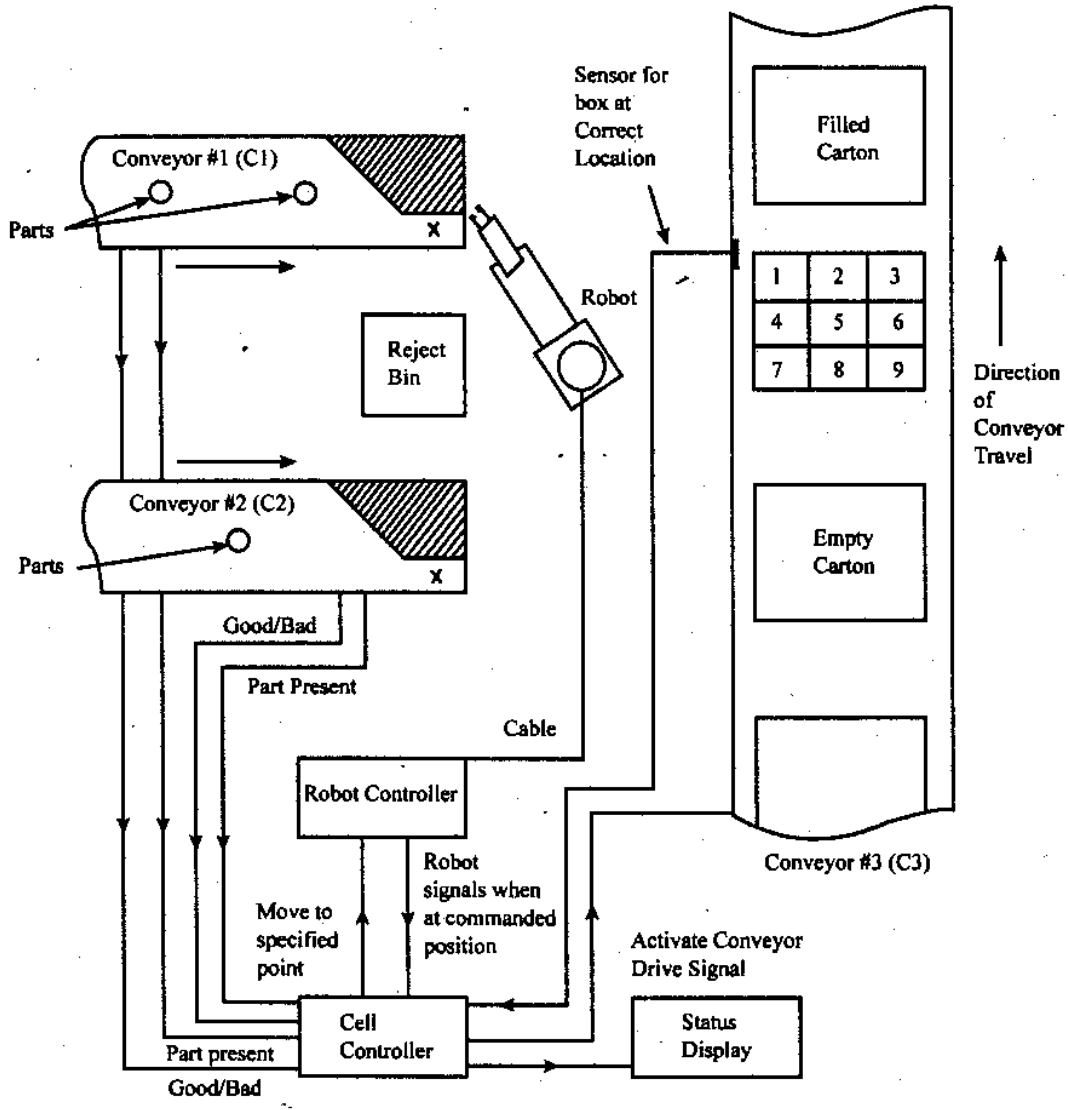


চিত্র ঃ ১২.২ সেল কন্ট্রোলার হিসাবে রোবট

কার্যপ্রণালি ঃ রোবটটি তিনটি কনভেয়র বেল্ট C_1, C_2 এবং C_3 এর সাহায্যে এর কার্যাবলি নিয়ন্ত্রণ করে। প্রোসেসে কোনো ত্রুটি (এরর) ঘটলে তা সংশোধন করে। দু'টি ইনপুট কনভেয়র (C_1 বা C_2) এর যে-কোনো একটি থেকে ইনপুট নিয়ে রোবটটি আউটপুট কনভেয়র (C_3) এর মাধ্যমে কার্টনের নয়টি বাক্সের যে-কোনো একটির ভিতর রাখে। একটি কার্টন পূর্ণ হয়ে গেলে রোবট কন্ট্রোলারটি C_3 ড্রাইভ সিস্টেমটিকে কার্যকরী করে অন্য একটি খালি কার্টন সঠিক অবস্থানে এসে C_3 থেমে যায়। C_1 ও C_2-তে সংরক্ষিত যন্ত্রাংশগুলো অসমভাবে অবস্থান করে। সবগুলো বাক্স পূর্ণ না হওয়া পর্যন্ত রোবটটি একই নিয়মে C_1 এবং C_2 থেকে ইনপুট (যেমন– অ্যাপেল অথবা অন্যকোন যন্ত্রাংশ) নিয়ে C_3-তে অবস্থিত বাক্সগুলোকে পূর্ণ করতে থাকে। সবগুলো বাক্স পূর্ণ হয়ে গেলে আরেকটি Signal এর মাধ্যমে রোবটকে জানিয়ে দেয়া হয়, ফলে রোবট কাজ করা বন্ধ করে। সেন্সিং ডিভাইসের মাধ্যমে ভালো এবং মন্দ যন্ত্রাংশগুলোকে চিহ্নিত করারও ব্যবস্থা থাকে। মন্দগুলোকে একটি বাতিল ঝুড়িতে রাখে। এভাবে একটি রোবট সেল কন্ট্রোলার হিসেবে কাজ করে। সেল কন্ট্রোলার হিসাবে মিনি কম্পিউটার, প্রোগ্রামেবল কন্ট্রোলার অথবা নির্দিষ্ট মাইক্রোপ্রোসেসর ব্যবহার করা যেতে পারে।

১২.৪ পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে রোবট (Robot as peripheral device) ঃ

চিত্রে রোবটকে পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে ব্যবহার দেখানো হয়েছে—



চিত্র ঃ ১২.৩ পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে রোবট

কার্যপ্রণালি ঃ এ পদ্ধতিটি সেল কন্ট্রোলারের মতো। মূল পার্থক্য হচ্ছে এক্ষেত্রে রোবটটিকে পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে বিবেচনা করা হয়। সেল কন্ট্রোলার এ রোবটটিকে, কোন কাজটি কখন করতে হবে তার নির্দেশ থাকে। সেল কন্ট্রোলারের মতো এখানেও তিনটি কনভেয়র বেল্টের মাধ্যমে রোবটটি তার কার্যাবলি সম্পাদন করে। সেল কন্ট্রোলারের ক্ষেত্রে রোবটকে কখন কী কাজ করতে হবে তার সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা এবং কনভেরর বেল্টগুলোকে নিয়ন্ত্রণ করা দুটিই করতে হয়। রোবটটিকে যখন পেরিফেরাল ডিজাইনস হিসেবে বিবেচনা করা হয় তখন এর কাজ কিছুটা কমে গিয়ে সহজ হয়ে যায়। পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে রোবট সেল কন্ট্রোলারের নির্দেশ মতো দুটি পিক আপ পয়েন্টের মধ্যে অথবা বাতিল ঝুড়িতে অথবা C_3 কার্টনের মধ্যে অবস্থিত নয়টি বক্সের যে-কোনো একটিতে মুভ (Move) করে। এছাড়া কন্ট্রোলারটি প্রতি ঘন্টায় প্রতিটি লাইন থেকে কয়টি বাতিল বস্তুকে বের করে বাতিল ঝুড়িতে রাখে এবং কয়টি বাক্স ভর্তি করা হয়েছে তার হিসাবও রেখে থাকে।

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **রোবটের প্রধান প্রধান কম্পোনেন্টের নাম লেখ।**

উত্তর রোবটের প্রধান প্রধান কম্পোনেন্টসমূহ হলো ঃ

(ক) Manipulator (ম্যানিপুলেটর)

(খ) Sensor (সেন্সর)

(গ) Controller (কন্ট্রোলার)

(ঘ) Software (সফটওয়্যার)

(ঙ) Power conversion unit. (পাওয়ার কনভার্শন ইউনিট)।

২। **সেল কন্ট্রোলারের কনভেয়র কয়টি ও কী কী?**

উত্তর সেল কন্ট্রোলারের কনভেয়র তিনটি। তাদের মধ্যে দুইটি ইনপুট এর জন্য এবং অন্যটি আউটপুটের জন্য নির্ধারণ করা থাকে। কনভেয়র ১ ও ২ ইনপুট হিসেবে এবং কনভেয়র ৩ আউটপুট হিসাবে কাজ করে।

৩। **কনভেয়র বেল্ট এর কাজ কী?**

উত্তর কনভেয়র বেল্ট একটি পরিবহন ব্যবস্থা যার মাধ্যমে পণ্য বা মালামাল স্থানান্তর হয়। অর্থাৎ পণ্য বা মালামাল পরিবহন করা।

৪। **রোবটের ব্রেইন কী?** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর প্রোগ্রাম বা Software-ই হলো Robot এর ব্রেইন।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **রোবট স্পেসিফিকেশনে কী কী বিষয় উল্লেখ থাকে?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৭, ১২]

অথবা, Ideal ratiny সহ একটি Electric assembly Robot-এর Specification লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩]

অথবা, একটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫, ১৫পরি)]

উত্তর রোবট স্পেসিফিকেশনের উল্লেখিত বিষয়গুলো হচ্ছে-

(a) Payload,

(b) Repeatability,

(c) Maximum tip speed,

(d) Co-ordinate system,

(e) Maximum movement,

(f) Drive system,

(g) Control system,

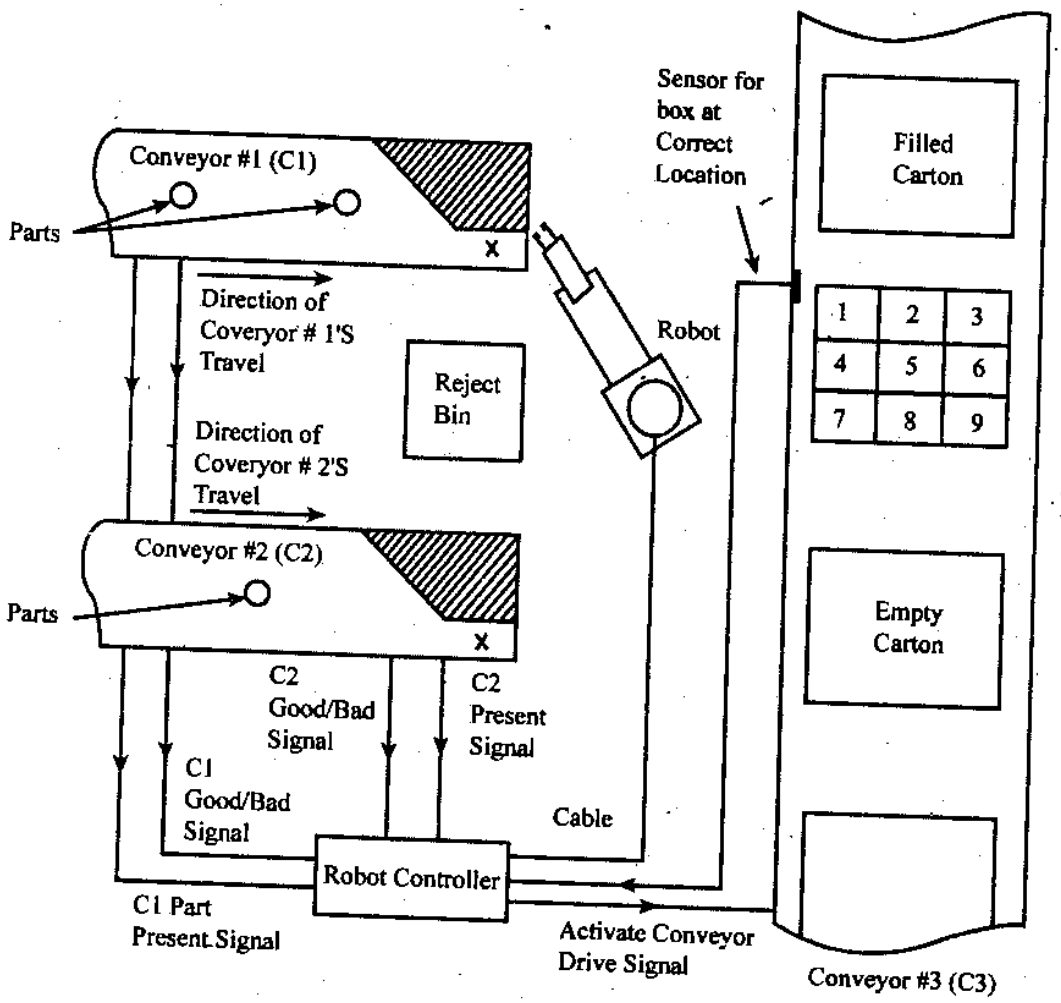
(H) Programming method,

(i) Memory devise

(j) Memory capacity.

২। রোবটকে সেল কন্ট্রোলার হিসেবে রোবটের ব্যবহারের চিত্র অঙ্কন কর।

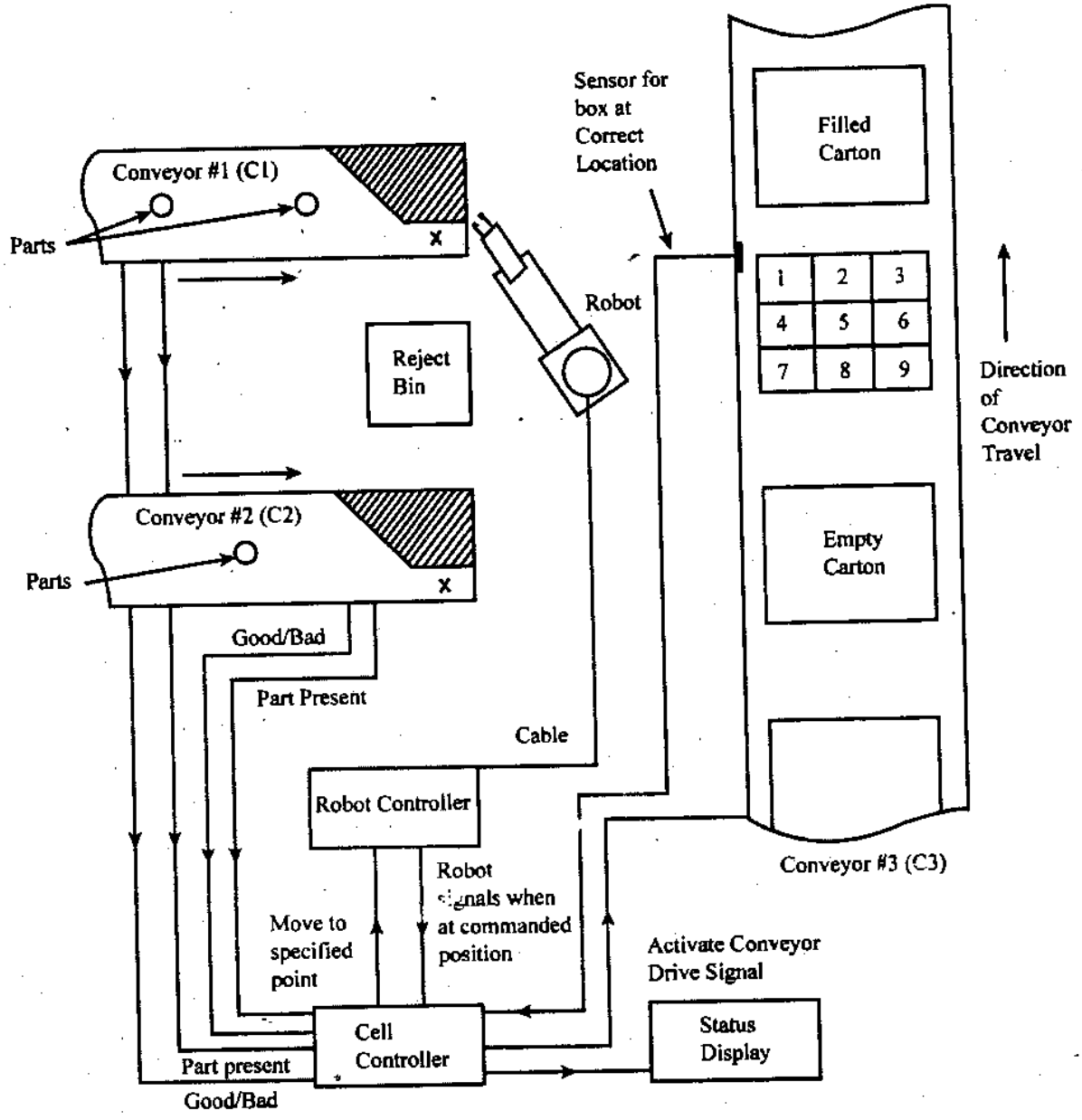
উত্তর ঃ রোবটকে সেল কন্ট্রোলার হিসেবে রোবটের ব্যবহারের চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



সেল কন্ট্রোলার হিসাবে রোবট

৩। **পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে রোবটের ব্যবহারের চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর পেরিফেরাল ডিভাইসে হিসাব রোবটের ব্যবহারের চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে রোবট

৪। একটি রোবট-এর স্পেসিফিকেশন লেখ। [বাকাশিবো-০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪]

উত্তর ঃ নিম্নে একটি রোবটের Specification টেবিলের মাধ্যমে দেখানো হলো ঃ

S.L No	Specification	Today	1990
1.	Work area	24 inches × 24 inches	24 inches × 24 inches
2.	Insertion rate	1200/hr	2000/hr
3.	Number of axes	4 (four)	4 (four)
4.	Accuracy	002 inch	0.001 inch
5.	Repeatability	001 inch	0.0005 inch
6.	Minimum component Spacing	02 inch	01 inch
7.	Payload	5 lbs with tooling	5 lbs with tooling
8.	End-effector	Hard-tooled, chuck,	Intelligent grippers with
		Turret and some intelligent grippers	Sensing feedback
9.	Controller	Autonomous decentralized microprocessor and teach box	Supervisory computer download to microprocessor machine control
10.	Programming languages	Numerous low and high-level robot programming languages	Hopefully standard high level factory automation operating systems
11.	Price (robot and controller)	$20K to $150K	$20K

৫। রোবটের প্রয়োগক্ষেত্রগুলোর নাম লেখ [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১১]

উত্তর ঃ রোবটের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো (বর্তমান এবং ভবিষ্যৎ) নিম্নরূপ ঃ

১। মেশিন লোডিং (Machine loading)
২। পিক এবং প্লেস অপারেশন (Pick & Place operation)
৩। ওয়েলডিং [Welding (Arc & Spot)]
৪। স্প্রে পেইন্টিং (Spray painting)
৫। গ্রাইন্ডিং [Grinding (Rotary & Metal casting)]
৬। ড্রিলিং, রাউটিং, পলিশিং (Drilling, Routing, Polishing)।

৬। Robot এর চারটি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর ঃ Robot এর চারটি ব্যবহার হলো ঃ

১। ম্যানুফ্যাকচারিং (Manufacturing)
২। মেডিক্যাল অ্যাপ্লিকেশন (Medical applications)
৩। সার্জারি (Surgery) (i) কার্ডিয়াক ভাল্ব রিপেয়্যার (ii) গাইনোকলজি (iii) প্রোস্টেটেকটমি
৪। মিলিটারি অপারেশন (Military operation)

৭। **রোবটের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০, ০৮, ০৬, ১৫]

অথবা, Industrial-তে রোবট ব্যবহারের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ **রোবটের সুবিধা ঃ**

১। রোবট ব্যবহারের ফলে উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

২। Operation পরিচালনা করা নিরাপদ।

৩। পণ্যের গুণত মান উন্নয়ন সম্ভব।

৪। রোবট যে কোন পরিবেশে কাজ করতে পারে।

৫। ঝুঁকিপূর্ণ জায়গায় কাজ করতে সক্ষম।

রোবটের অসুবিধা ঃ

১। মানুষ শ্রমিকের পরিবর্তে রোবট ব্যবহারের কারণে শ্রমিকদের মধ্যে আর্থিক সমস্যা সৃষ্টি হয় এবং সামাজিক সমস্যার সৃষ্টি হয়।

২। Situation চিহ্নিত এবং System এর Response অন্তর্ভুক্ত না করা পর্যন্ত ইমারজেন্সি Case-এ Response করতে পারে না।

৩। System এর সাথে সম্পৃক্ত Operator ও Machine-গুলো যেন Fault বা সমস্যা না দেখায় সেটি নিশ্চিত হতে হবে।

৮। **Robot-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১৫]

উত্তর ঃ Robot-এর বৈশিষ্ট্য নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

১। লোড বহন ক্ষমতা, ২। পুনঃপুন বা বারবার কাজ করার সামর্থ্য, ৩। সর্বোচ্চ টিপগতি, ৪। কো-অর্ডিনেট সিস্টেম।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবট স্পেসিফিকেশনে উল্লেখ্য বিষয়গুলো আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **বাণিজ্যিক বা ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।** [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, একটি Industrial robot-এর স্পিসিফিকেশন (Specification) বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **রোবটের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **সেল কন্ট্রোলার হিসেবে রোবটের প্রয়োগ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০, ১২]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **রোবটকে পেরিফেয়াস ডিভাইস হিসেবে রোবটের প্রয়োগ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

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

ব্যবহারিক
বাজারের সেরা বই
ব্যবহারিক

এতে আছে

১। কম্পিউটার ব্যবহার করে অন/অফ নিয়ন্ত্রণ।

২। কম্পিউটার ব্যবহার করে বিভিন্ন ফ্রিকুয়েন্সি এবং ভোল্টেজ প্রয়োগ করে ডিসি মোটরের স্পিড নিয়ন্ত্রণ।

৩। কম্পিউটার ব্যবহার করে প্যারালাল পোর্ট এর সাহায্যে Stepper motor-কে নিয়ন্ত্রণ।

৪। রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণ।

৫। প্রোগ্রামের সাহায্যে রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণের বিকাশ সাধন করা।

ব্যবহারিক

পরীক্ষণ নং-১	তারিখ : .....

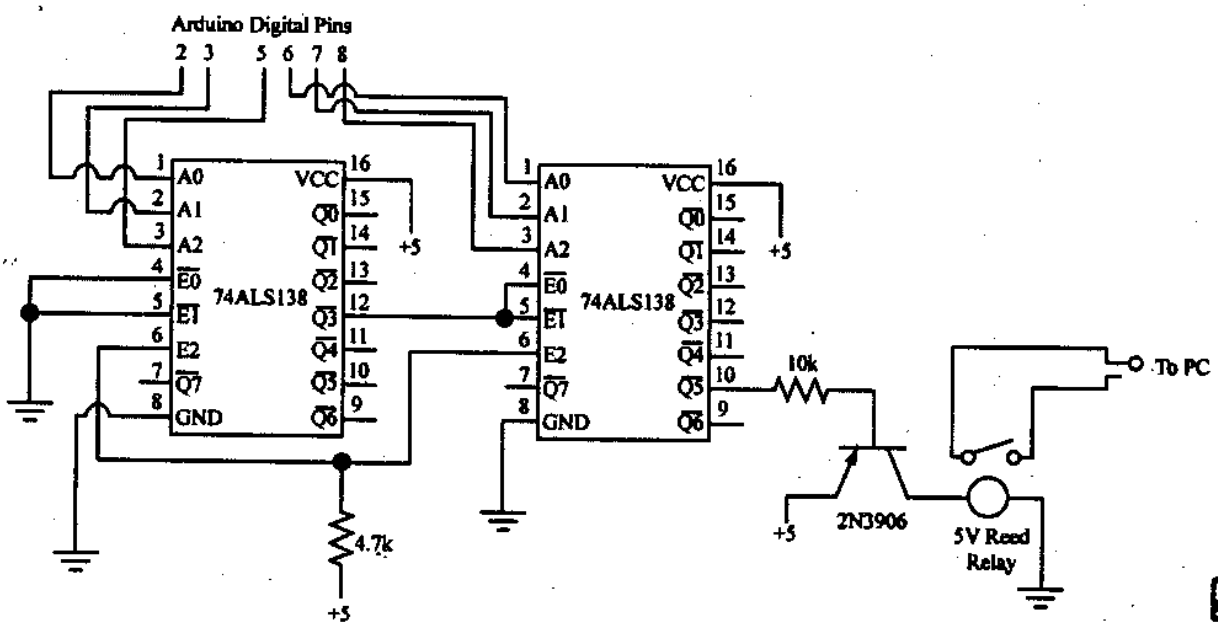
পরীক্ষণের নাম (Name of the experiment) : কম্পিউটার ব্যবহার করে অন/অফ নিয়ন্ত্রণ

উদ্দেশ্য (Objectives) : কম্পিউটার ব্যবহার করে অন/অফ নিয়ন্ত্রণ এর কার্যাবলি সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required apparatus) :

১। ল্যাপটপ ১টি
২। পাওয়ার সাপ্লাই
৩। পিভিটি
৪। ১৬ × 2 LCD ডিসপ্লে
৫। ব্রেড বোর্ড
৬। প্রয়োজনীয় তার
৭। বাল্ব ও হোল্ডার
৮। রিলে ১টি (৫ ভোল্ট)
৯। আইসি (ULN2003) ১টি
১০। সিরিয়াল ক্যাবল
১১। Arduino UNO.

সার্কিট ডায়াগ্রাম (Circuit diagram) :



চিত্র : Circuit diagram

কাজের ধারা (Working procedure) :

১। প্রথমে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করে টেবিলে রাখতে হবে।
২। চিত্রানুসারে সার্কিট তৈরি করতে হবে।
৩। কম্পিউটারে নিম্নলিখিত প্রোগ্রামটি লিখতে হবে।
৪। প্রোগ্রামটি রান করতে হবে।
৫। আউটপুট পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

প্রোগ্রাম ঃ

```
#include < LiquidCrystal.h >
LiquidCrystal lcd (13, 12, 11, 10, 9, 8) ;
# include < string.h >

#define light 3
#define fan 4
# define TV 5
```

After it serial communication is initialized at 9600 bps and gives direction to use pin.

```
lcd. begin (16, 2) ;
Serial. begin (9600) ;
pinMode (light, OUTPUT) ;
pinMode (fan, OUTPUT) ;
pinMode (TV, OUTPUT);
lcd. print ("Home Automation;) "
lcd. setCursor (0, 1);
```

For receiving data serially we use two functions- one is Serial. available which checks any serial data is coming or not and other one is Serial, read which reads data that comes serially.

```
While (Serial. available () )
    {
    char Inchar = serial. read ( ) ;
```

After receiving data serially we store it in a string and then wait for Enter.

```
Str [i] = Inchar ;
i ++ ;
lcd, print (Inchar);
delay (50);
if (Inchar = = 0 × 0d)
(
temp = 1 ;
```

When enter is pressed program start to compare received string with already defined string and if string matched then a relative operation is performed by using appropriate command that are given in code.

```
if (strncmp (str, "FAN ON" , 6)) = = 0 )
(
lcd. clear ( );
digitalWrite (fan, HIGH);
```

For using compare string we have used a library that is string.h which has some keywords like strcmp, strncmp, strcpy etc.

মন্তব্য (Remarks) ঃ নিজে লিখি।

পরীক্ষণ নং-২

তারিখ : .....

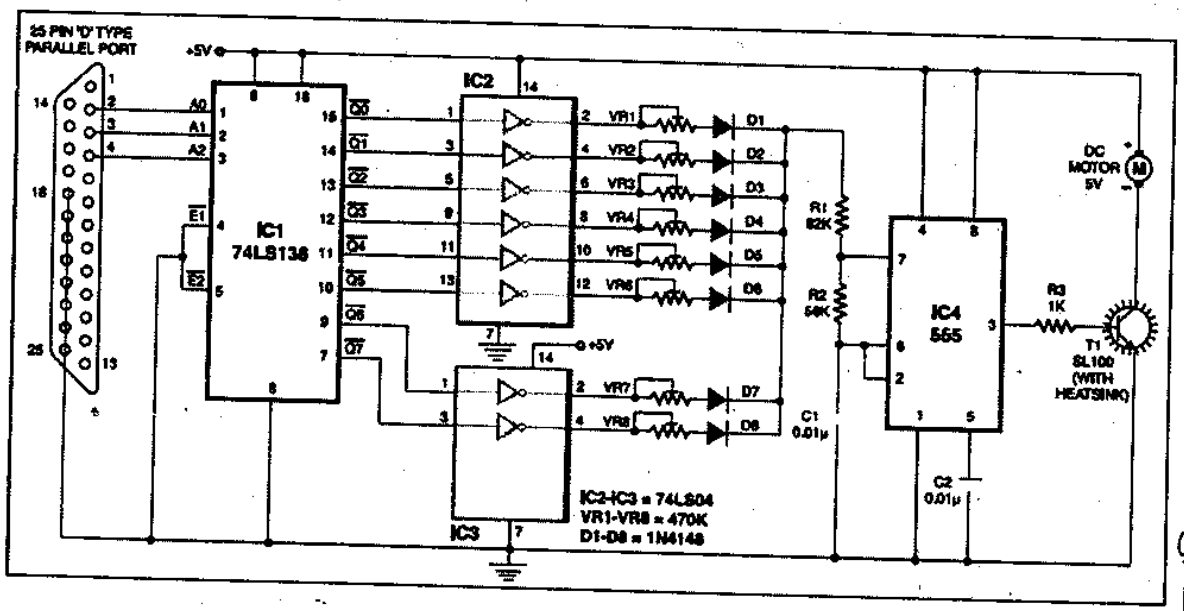
পরীক্ষণের নাম (Name of the experiment) : কম্পিউটার ব্যবহার করে বিভিন্ন ফ্রিকুয়েন্সি এবং ভোল্টেজ প্রয়োগ করে ডিসি মোটরের স্পিড নিয়ন্ত্রণ

উদ্দেশ্য (Objectives) : পিসি বেসড ডিসি মোটরের স্পিড কন্ট্রোলার সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Required apparatus) :

১। পিসি/কম্পিউটার ১টি
২। আইসি 4টি (২টি 74 LS04, ১টি 74LS138 ও ১টি 555 IC)
৩। ট্রানজিস্টর ১টি (SL-100)
৪। ডিসি মোটর ১টি
৫। ব্রেড বোর্ড ১টি
৬। ভ্যারিয়েবল রেজিস্টর ৮টি
৭। ডায়োড ৮টি
৮। রেজিস্টর (42 K ১টি, 56 K ১টি, 1kΩ ১টি)
৯। ক্যাপাসিটর (0.01 μF) ২টি
১০। DC Power Supply 5V
১১। প্রয়োজনীয় তার।

সার্কিট ডায়াগ্রাম (Circuit diagram) :



চিত্র : Circuit diagram

কাজের ধারা (Working procedure) :

১। উল্লিখিত যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করে টেবিলে রাখি।
২। ইন্টারফেস সার্কিটের জন্য মোটরকে পিসির সাথে সংযোগ করতে হবে।
৩। চিত্রানুযায়ী সার্কিট তৈরি করতে হবে।
৪। কম্পিউটারে নিম্নলিখিত প্রোগ্রামটি লিখতে হবে।
৫। প্রোগ্রামটি রান করতে হবে এবং আউটপুট পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

মন্তব্য (Remarks) : নিজে লিখি।

পরীক্ষণ নং-৩ তারিখ : .....

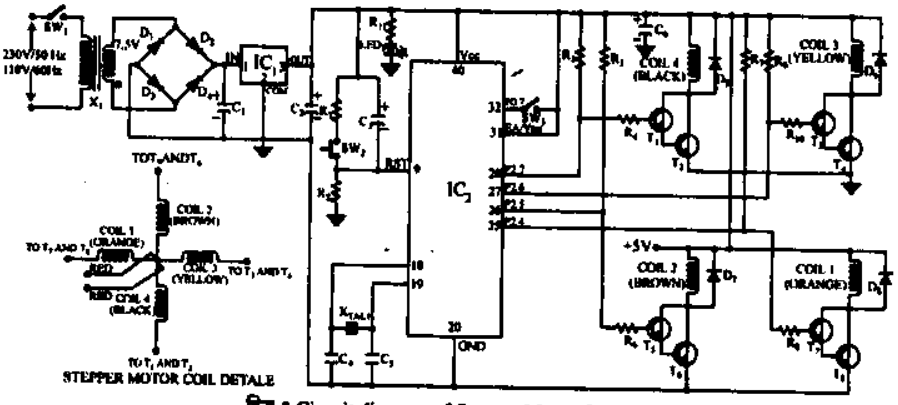
পরীক্ষণের নাম (Name of the experiment) : কম্পিউটার ব্যবহার করে প্যারালাল পোর্ট এর সাহায্যে Stepper motor-কে নিয়ন্ত্রণ

উদ্দেশ্য : কম্পিউটারের সাহায্যে প্যারালাল পোর্ট ব্যবহার করে Stepper motor-কে নিয়ন্ত্রণ করা সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল (Required equipment and materials) :

১। কম্পিউটার ১টি
২। IC (ULNS2003) ১টি
৩। ডিসি পাওয়ার সাপ্লাই (12V–24V) ১টি
৪। স্টেপার মোটর (12V–24V) ১টি
৫। প্রয়োজনীয় তার
৬। ব্রেড বোর্ড।

সার্কিট ডায়াগ্রাম (Circuit diagram) :



চিত্র : Circuit diagram of Stepper Motor Control

কাজের ধারা (Working procedure) :

১। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করে টেবিলে রাখতে হবে।
২। চিত্রানুযায়ী সার্কিট তৈরি করতে হবে।
৩। নিম্নলিখিত প্রোগ্রামটি কম্পিউটারে লিখতে হবে।
৪। প্রোগ্রামটি রান করতে হবে এবং আউটপুট পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

প্রোগ্রাম :

```
C# :
private int output = 0 ;
private void Form 1 _ MouseWheel (object sender, MouseEventArgs e)
{
    switch (stepMode)
    {
      case SteppingMode.SingleStep :
      // Single Stepping

      if (e.Delta > 0)
      {
        if (output = = 1) output = 2 ;
        else if (output = = 2) output = 4 ;
        else if (output = = 4) output = 8 ;
        else if (output = = 8) output = 1 ;
        else output = 1 ;

        directionStatusStripLabel. Text = "Direction : 1";
        decimalStatusStripLabel. Text = Decimal : " + output; ToString ();
        binaryStatusStripLabel. Text = "Binary : " + ConvertToBinary (output);
        PortAccess.Output (888, output);
}
else
{
```

```
    if (output = = 1) output = 8 ;
    else if (output = = 8 ) output = 4;
    else if (output = = 4 ) output = 2;
    else if (output = = 2) output = 1;
    else output = 1;

    directionStatusStripLabel. Text = "Direction : O"'.
    decimalStatusStripLabel. Text = "Decimal : " + output.Tostring ( ) ;
    binaryStatusStriplabel. Text = "Binary : " + ConvertToBinary (output);
    PortAccess. Output (888, output);
  }
  break ;
  }

  }
  private string ConvertToBinary(int DecimalValue)
  {
    // Decimal - > Binary conversion
    int digit ;
    string binaryForm = " " ;
    char [ ] binaryArray ;
    do
    {
      digit = DecimalValue % 2 ;
      binaryForm + = digit;
      DecimalValue/ = 2;
  } while (DecimalValue ! = 0);
    // The digits in the variable, binaryForm, are in reverse order
    // We will reverse it back to normal.
    binaryArray = binaryForm.ToCharArray ( );
    Array.Reverse (binaryArray);
    binaryForm = new string (binaryArray);
    return String.Format("{0:0000}", int. Parse(binaryForm)); ;
  }
  // Switch between different stepping modes
  switch (stepMode)
  {
  case SteppingMode.SingleStep :
      stepMode = SteppingMode.HalfStep;
      steppingModeStatusStripLabel.Text = "StepMode : Half" ;
      break;
  case SteppingMode.HalfStep :
      stepMode = SteppingMode.HighTorqueStep;
      steppingModeStatusStripLabel.Text = "Step Mode : High Torque";
      break ;
  case SteppingMode.High TorqueStep:
      stepMode = SteppingMode,SingleStep;.
      steppingModeStatusStripLabel.Text = "Step Mode : Single" ;
      break;
    }
  }
  else if (e.Button = MouseButtons.Left)
  {
    // Release the motor
    output = 0 ;
    PortAccess.Output (888, output);
    decimalStatusStripLabel.Text = ( "Decimal :" + output.ToString);
    binaryStatusStripLabel.Text = ("Binary" + ConvertToBinary(output)) ;
  }
}
```

মন্তব্য (Remarks) ঃ নিজে লিখি।

পরীক্ষণ নং-৪	তারিখ : .....

পরীক্ষণের নাম (Name of the Experiment) : রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণ

উদ্দেশ্য (Objectives) : রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণ করা।

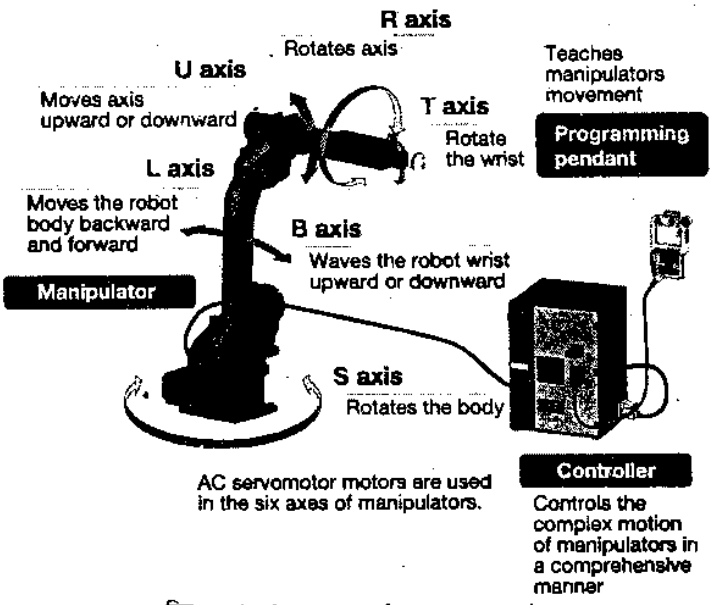
প্রয়োজনীয় মালামাল ও যন্ত্রপাতি (Required apparatus and materials) :

১। কম্পিউটার ১টি ২। পাওয়ার সাপ্লাই ৩। ম্যানিপুলেটর
৪। এন্ড ইফেক্টর ৫। কন্ট্রোলার ৬। ড্রাইভস
৭। Teach pendant.

কাজের ধারা (Working Procedure) :

১। প্রথমে ল্যাব থেকে প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করতে হবে এবং রোবটের কম্পোনেন্ট চিহ্নিত করতে হবে।

২। (i) কম্পিউটারে Pegasus control সফটওয়্যারটি Install করতে হবে এবং RSS interface করতে হবে।



চিত্র : Axis of movement of pegasus servo robot

1. Manipulator 2. End Effector (Hand)
3. Controller 4. Drives
5. Teach Pendant

(ii) রোবটের ৫টি অক্ষকে ঘুরাতে হবে এবং এর ঘুরার দিক চিহ্নিত করতে হবে।

(iii) অপ্রত্যাশিত কোন দিকে রোবট ঘুরলে স্টপ বাটনে ক্লিক করতে হবে।

৩। (i) মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণের জন্য পাওয়ার বাটন ক্লিক করতে হবে।

(ii) রোবটের বিভিন্ন পয়েন্টের মুভমেন্ট পর্যবেক্ষণ করে পয়েন্টগুলো সেভ করতে হবে।

৪।

(i) অবজেক্টকে একটি স্কোয়ার সাইজের টেবিলে স্থাপন করতে হবে।

(ii) প্রতিবন্ধককে পিক আপ পয়েন্ট এবং টার্গেট পয়েন্টের সাথে তুলনা করতে হবে।

(iii) Teach pendant এর মাধ্যমে মুভমেন্ট কার্যাবলি সম্পাদন করতে হবে।

(iv) কাজ শেষে রোবট কন্ট্রোল সফটওয়্যার বন্ধ করে পাওয়ার সুইচ অফ করতে হবে।

মন্তব্য (Remarks) : নিজে লিখি।

পরীক্ষণ নং-৫	তারিখ : .....

পরীক্ষণের নাম (Name of the Experiment) : প্রোগ্রামের সাহায্যে রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণের বিকাশ সাধন করা

উদ্দেশ্য (Objectives) : প্রোগ্রামের সাহায্যে রোবট ম্যানিপুলেটরের মুভমেন্ট নিয়ন্ত্রণ করা সম্পর্কে জ্ঞান অর্জন।

প্রয়োজনীয় মালামাল ও যন্ত্রপাতি (Required apparatus and materials) :

১। কম্পিউটার ১টি

২। পাওয়ার সাপ্লাই

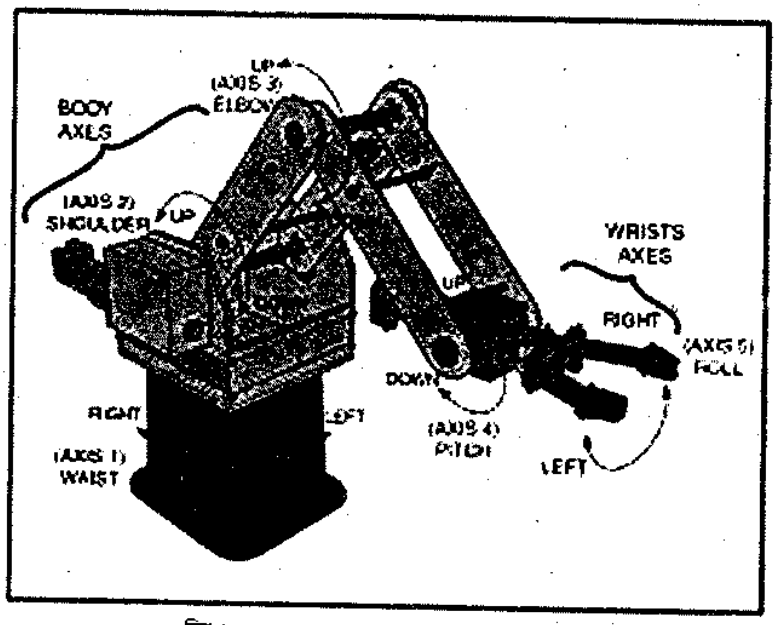
৩। ম্যানিপুলেটর

৪। এন্ড ইফেক্টর

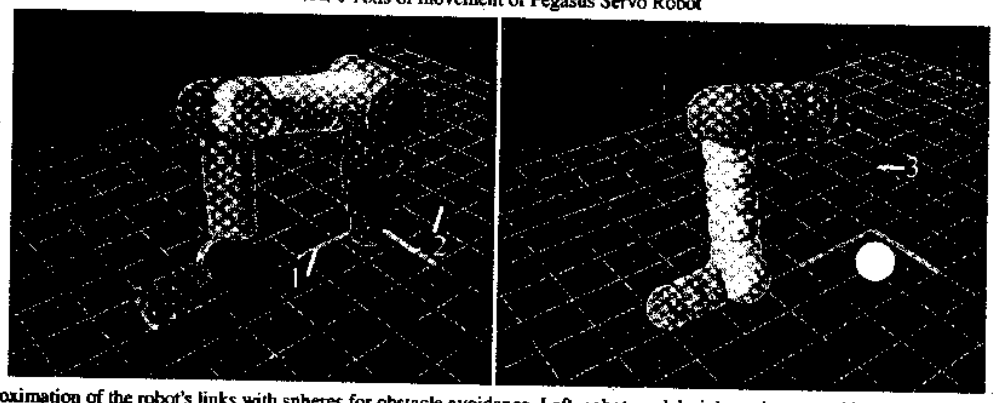
৫। কন্ট্রোলার

৬। ড্রাইভস

৭। Teach pendant.



চিত্র : Axis of movement of Pegasus Servo Robot



চিত্র : Approximation of the robot's links with spheres for obstacle avoidance. Left- robot model, right- spheres used in online collision avoidance (grey- segment 1, yellow-segment 2, blue -segment 3).

কাজের ধারা (Working procedure) ঃ

১। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল ল্যাব থেকে সংগ্রহ করতে হবে।

২। রোবটের প্রত্যেকটা কম্পোনেন্টকে চিহ্নিত করতে হবে।

৩। কম্পিউটারে নিম্নলিখিত প্রোগ্রামটি লিখতে হবে।

৪। প্রোগ্রামটি কম্পিউটারে রান করতে হবে।

৫। আউটপুটে রোবটের মুভমেন্ট পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

প্রোগ্রাম ঃ

```
for each obstacle O_i
  for each cell c_j ∈ o_i
      if (CheckCellClose (C_j))
          for each sphere S_k
                if Distance (Center (S_k)-Center (C_j)) < AllowedRange
                    force_k + = CalculateForce (S_k, Cj)
                end
            end
        end
for each segment r_m
    for each sphere S_k ∈ r_m
      segmentForce_m + = force_k
    end
end
CalculateReferenceAcceleration ( )
```

চিত্র ঃ Algorithm for online collision avoidance

মন্তব্য (Remarks) ঃ নিজে লিখি।

ব্যবহারিক

সুপার সাজেশনস্

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। কী কী উৎস থেকে কম্পিউটার ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩। হাইব্রিড কৌশল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, হাইব্রিড কৌশল কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪। প্রসেস বা প্ল্যান্ট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫। কন্ট্রোল কনসোল এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

অথবা, Control console কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬। On-line computer control system-এর দু'টি সুবিধা লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৭। অন-লাইন (On-line) কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৮। অফ-লাইন (Off-line) কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৯। VDU-এর পূর্ণ নাম কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১০। VDC-এর পূর্ণ নাম কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১১। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১২। UART-এর পূর্ণ নাম কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৬, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কত প্রকার এবং কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০, ১৩, ১৫, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান প্রধান উপাদানগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ০৮, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

১৬। নিউম্যারিকেল কন্ট্রোল সিস্টেম কী? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯নং দ্রষ্টব্য।

১৮। আধুনিক ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম কী?
অথবা, ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কন্ট্রোল স্ট্যাবিলিটি কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২০। রিয়াল টাইম কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?
অথবা, রিয়াল টাইম Control system কী? [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, বাস্তব সময় নিয়ন্ত্রণ (Real time control) কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২১। ইম্পালস রেসপন্স কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২২। ট্রান্সফরমেশন কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ফীড ফরোওয়ার্ড কন্ট্রোল কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কম্পিউটার সিস্টেম নিরাপত্তা থ্রেট কী? [বাকাশিবো-২০১৫]
অথবা, কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা হুমকি বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Vulnerability কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৬। কম্পিউটার সিস্টেমের নিরাপত্তার অনিশ্চয়তাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৭। রিলে (Relay) কী?

অথবা, Relay বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৮। মোশন কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫]

অথবা, মোশন কন্ট্রোল কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৯। মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যার কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩০। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৬, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী- ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩১। রিলে লজিক এর কাজ কী? [বাকশিবো -২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩২। রিলে লজিক কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত Open contract এবং Closed contact এর প্রতীক আঁক।

[বাকাশিবো-০৯, ১৪(পরি), ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। Ladder diagram কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। ফুজি লজিক বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১০]

অথবা, ফুজি লজিক কী? [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, Fuzzy logic কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। Fuzzy logic কন্ট্রোল কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের কয়েকটি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, ফুজি লজিক (Fuzzy logic) কন্ট্রোলারের চারটি প্রয়োগ ক্ষেত্র লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। ফুজি প্রেডিকেট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। ফুজি সেট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১৩, ১৪(পরি), ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪০। ডিফুজিফায়ারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪১। Fuzzy logic controller কী? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৪২। ওয়ার্ক সেল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। রোবট ম্যানিপুলেটর কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। এন্ড ইফেক্টর (End effector) কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। রোবট ফ্রেম (Frame) কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮]

অথবা, Robot-এর Reference frame-গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। রোবট প্রোগ্রামিং মুড কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো- ২০১২, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। রোবট মোশন কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। রোবট কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

অথবা, রোবট কী? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। রোবট Component গুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, একটি পূর্ণাঙ্গ রোবট-এর বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৫০। CAM CAD কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ০৯, ১১, ১২, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৫১। রোবট ফ্রেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৫২। প্লে-বেক রোবট কী? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। গ্রিপারের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। একটি রোবট সিস্টেমের ব্লক চিত্র আঁক। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। রোবট কো-অর্ডিনেট কী?

অথবা, রোবট কো-অর্ডিনেট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। সবচেয়ে জনপ্রিয় কো-অর্ডিনেট সিস্টেম কোনটি? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। কন্ট্রোলারের Main component-গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। প্রোগ্রাম মেমোরি এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। কার্তেসিয়ান বা রেকট্যাংগুলার কো-অর্ডিনেট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৬০। সিলিন্ড্রিক্যাল কো-অর্ডিনেট বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৬১। স্পেরিক্যাল কো-অর্ডিনেট বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৬২। আর্টিকুলেটেড কো-অর্ডিনেট বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। SCARA কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। Robot এর কবজি (Wrist) কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। ওয়ার্ক এনভেলাপ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। Teachpendant কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। Manipulator কী? [বাকাশিবো- ২০০৬, ১৩]

অথবা, রোবট ম্যানিপুলেটর কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। হাইড্রোলিক সিস্টেম কাকে বলে?

অথবা, হাইড্রোলিক সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। নিউম্যাটিক সিস্টেম বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৭০। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪(পরি), ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৭১। অ্যাকচুয়েটরের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ১০, ১৫]

অথবা, অ্যাকচুয়েটরের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৭২। অ্যাকচুয়েটর কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]

অথবা, Actuator বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। রোবটে ব্যবহৃত ইলেকট্রিক মোটরগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। অ্যাকচুয়েটর কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম কী কী অংশের সমন্বয়ে গঠিত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। গিয়ার (Gear) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫]

অথবা, গিয়ার কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। বিভিন্ন প্রকার লিংকেজের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। গিয়ার রেশিও বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, গিয়ার রেশিও কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৮০। গিয়ার ডিরেকশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৮১। গিয়ার ট্রেন (Gear Train) কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৮২। গিয়ার ট্রেন প্রধানত কত প্রকার? কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। এন্ড ইফেক্টর কী?
অথবা, এন্ড ইফেক্টর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২, ১৩]
অথবা, End effector কী? [বাকাশিবো-২০১২(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। এন্ড ইফেক্টরের প্রয়োজনীয়তা কী?
অথবা, এন্ড ইফেক্টর কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। এন্ড অব আর্ম টুলিং কী?
অথবা, এন্ড অব আর্ম টুলিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। গ্রিপারের শ্রেণিবিন্যাস কর।
অথবা, গ্রিপার কত প্রকার ও কী কী?
অথবা, বিভিন্ন প্রকার গ্রিপার এর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। ইউনিলেটারেল গ্রিপারে কী কী অ্যাকশন প্রয়োগ করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। ইউনিলেটারেল গ্রিপার (Unilateral gripper) কাকে বলে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৯০। বাইলেটারেল গ্রিপার (Bilateral gripper) কাকে বলে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৯১। মাল্টিলেটারেল গ্রিপার (Multilateral gripper) কাকে বলে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৯২। সেন্সরের কাজ কী?
অথবা, সেন্সর কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, রোবটে সেন্সর কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। সেন্সর কাকে বলে?
অথবা, সেন্সর বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। সেন্সরের রেজুলেশন বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। সেন্সরের সেনসিটিভিটি কাকে বলে?
অথবা, Sensor এর Sensitivity কী? [বাকাশিবো-২০১১, ১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। কন্ট্যাক্ট সেন্সর কী ধরনের সেন্সর?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। প্রক্সিমিটি সেন্সর কী ধরনের সেন্সর?

অথবা, প্রক্সিমিটি সেন্সর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। নন-কন্ট্যাক্ট সেন্সর কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। টাচ্ (Touch) সেন্সর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১০০। টেকটাইল সেন্সর কী? Robot-এ Tactile sensor কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

১০১। ভিশন সেন্সর কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

১০২। ইন্ডাকটিভ প্রক্সিমিটি সেন্সর ব্যবহৃত উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। এডি কারেন্ট কাকে বলে?

অথবা, এডি কারেন্ট বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সর কী কী শনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২২নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সর বলতে কী বুঝায়? এদেরকে কীভাবে পরিচালনা করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। লিমিট সুইচ কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। লিমিট সুইচ কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৫নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। Inductive poximity sensor কী? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। রেঞ্জ ফাইন্ডার (Range finder) কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭নং দ্রষ্টব্য।

১১০। আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর ECO mode-এর চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮নং দ্রষ্টব্য।

১১১। এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সরের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৯নং দ্রষ্টব্য।

১১২। রোবটের প্রধান প্রধান কম্পোনেন্টের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১১৩। কনভেয়র বেল্ট এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১১৪। রোবটের ব্রেইন কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। অফ-লাইন ও অন লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে? [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২। কম্পিউটার প্রসেস কন্ট্রোল এর জন্য প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহের নাম লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৭, ১১, ১২]

অথবা, Computer process control -এর প্রয়োজনীয় উপাদানগুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৩। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম এর প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লেখ। [বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৫(পরি)]

অথবা, কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের চারটি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫। অন-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো- ২০০৯, ১১, ১২, ১৪, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৬। অফ-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো- ২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। সুপারভাইজার কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম এর সুবিধা ও অসুবিধা লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৮। সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৯। অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১০। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ফাংশন লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১১। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১২। ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ডাইরেক্ট কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ফীডব্যাক কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইনের সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ফীডব্যাক কন্ট্রোল সিস্টেমের সীমাবদ্ধতাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের হার্ডওয়্যারগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১৮। বাইলিনিয়ার ট্রান্সফরমেশন বলতে কি বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

২০। Vulnerability কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২১। নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ সংজ্ঞা কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২২। রিলে লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।
অথবা, রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৪, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৩। রিলে লজিক কন্ট্রোলার এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৯]
অথবা, রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৪। মোশন কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো ২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মোশন কন্ট্রোলারে ব্যবহৃত হার্ডওয়্যারগুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো ২০০৮, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৬। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?
অথবা, অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার কী কী কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৭। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৮। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোল রেফারেন্স মডেল এর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

২৯। মোশন (Motion) কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৩০। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১২, ১৪, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৩১। Ladder diagram-এ ব্যবহৃত প্রতীকগুলো আঁক। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ফুজি সেট বলতে কী বুঝায়? সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। প্রচলিত ও ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]
অথবা, ট্রেডিশনাল (প্রচলিত) এবং ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মাঝে তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। Fuzzy logic কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র অঙ্কন করে সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২]
অথবা, ফুজি (Fuzzy) লজিক কন্ট্রোলারের ব্যাখ্যা দাও। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। রোবট কাকে বলে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। Robot joint-এর প্রকারভেদ লেখ। [বাকাশিবো- ২০০৯, ১২, ১৩]
অথবা Robot জয়েন্টগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। রোবটিক্স বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩]
অথবা, রোবটিক্স কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। ওয়ার্কসেল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪০। কো-অর্ডিনেট সিস্টেম অনুসারে রোবট কত প্রকার ও কী কী?
অথবা, রোবট কো-অর্ডিনেট কয় প্রকার লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪১। রোবট এর প্রোগ্রাম লোকেশন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪২। রোবটের মৌলিক অংশগুলো কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। রোবটে কন্ট্রোলারের কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। রোবট জয়েন্ট বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯]
অথবা, Robot joint-এর প্রকারভেদ সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১৪(পরি), ১৫]
অথবা, রোবট জয়েন্ট বুঝিয়ে লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। সার্ভো কন্ট্রোল রোবট মোশন সম্পর্কে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। Robot programming mode-গুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। রোবটের কবজির ঘূর্ণন (Wrist rotation) সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]
অথবা, Wrist rotation এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০১২]
অথবা, রোবট ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। কন্ট্রোলারের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫০। রোবট কন্ট্রোলারের ব্লকচিত্র অংকন কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৫১। হাইড্রোলিক ড্রাইভের অংশগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৫২। নিউম্যাটিক সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। গিয়ার মোটর ও ভেন মোটরের সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। নিউমেটিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫,০৮, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। হাইড্রোলিক এবং নিউমেটিক Actuator এর মধ্যে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০, ১৪, ১৫(পরি)]

অথবা, হাইড্রলিক ও নিউমেটিক সিস্টেমের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। অ্যাকচুয়েটের বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। রোবটে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটের (Actuator) গুলোর তালিকা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, Robot actuation গুলোর নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। গিয়ারের চিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬০। চিত্রসহ গিয়ার রেশিও সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, গিয়ার রেশিও চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

অথবা, চিত্রসহ গিয়ার রেশিও সংক্ষেপে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬১। চিত্রসহ গিয়ার ডিরেকশন সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

অথবা, চিত্রসহ গিয়ার ডিরেকশন ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৬২। লিঙ্কেজের কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। এন্ড ইফেক্টরের ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। এন্ড ইফেক্টরের বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। লিমিট সুইচ কী? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক সেন্সর ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। সেন্সর নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, সেন্সরের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১৪]

অথবা, সেন্সরের প্রধান ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩, ১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। সেন্সর প্রধানত কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। পজিশন সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৭০। প্রক্সিমিটি সেন্সরের শ্রেণিবিন্যাস কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৭১। অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সরের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২, ১৫]

অথবা, অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৭২। ভিশন সেন্সরের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, ভিশন সেন্সর এর উপর আলোর প্রভাব বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। Ultrasonic (আল্ট্রাসনিক) Sensor এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। অপটিক্যাল ও আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সরের কাজ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। চিত্রসহ টাচ সেন্সরের (Touch sensor) কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। Opto-interrupter এর চিত্রসহ সংক্ষিপ্ত বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। রোবট স্পেসিফিকেশনে কী কী বিষয় উল্লেখ থাকে? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৭, ১২]

অথবা, Ideal ratiny সহ একটি Electric assembly Robot-এর Specification লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

অথবা, একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩]

অথবা, একটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫, ১৫পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। একটি রোবট-এর স্পেসিফিকেশন লেখ। [বাকাশিবো-০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। রোবটের প্রয়োগক্ষেত্রগুলোর নাম লেখ [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৮০। Robot এর চারটি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৮১। রোবটের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ লিখ। [বাকাশিবো-২০১০, ০৮, ০৬, ১৫]

অথবা, Industrial-তে রোবট ব্যবহারের সুবিধাগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৮২। Robot-এর বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১০, ১১, ১২]

অথবা, On-line computer control system-এর Block diagram-সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

২। অফ-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো- ২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩। কন্ট্রোল সিস্টেমে পার্সোনাল কম্পিউটার ব্যবহার কৌশল চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম এর সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো - ২০০৭, ০৮, ১২, ১৩, ১৪]

অথবা, চিত্রসহ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

৫। সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেম এর সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৬, ১০]

অথবা, কম্পিউটার সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮নং দ্রষ্টব্য।

৬। আধুনিক ডিজিটাল কম্পিউটার-কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৭। কম্পিউটার কন্ট্রোল আর্কিটেকচার ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৮। নিরাপত্তা রক্ষা অঞ্চলের বর্ণনা কর।

অথবা, নিরাপত্তা সংরক্ষণ অঞ্চল সম্পর্কে সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৯। রিলে লজিক কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

১০। মোশন কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

১১। ব্লক চিত্রসহ অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৮, ২০১৩

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

১২। ফুজি লজিক (Fuzzy logic) কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বিভিন্ন ব্লকের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

[বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১২, ১৩, ১৪

অথবা, Fuzzy logic কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রামসহ প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৪

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

১৩। চিত্রসহ দুই ইনপুট বিশিষ্ট Fuzzy logic কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Fuzzy Logic ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নির্ণয় করার পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২

অথবা, ফুজি লজিক ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫

অথবা, ফুজি লজিক কন্ট্রোলার ব্যবহার করে কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রোবটের শ্রেণিবিন্যাস আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রোবট এর বিভিন্ন কম্পোন্যান্টসমূহ চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১২, ১৩

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রোবট রেফারেন্স ফ্রেম এর সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১১, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রোবট এর বিভিন্ন প্রোগ্রামিং মুড বর্ণনা কর। [বাকাশিবো- ২০০৯, ১০, ১১, ২০১২]

অথবা, রোবট প্রোগ্রামিং মোডগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৯। লো, মিডিয়াম ও হাই টেকনোলজি রোবটের মধ্যে তুলনামূলক পার্থক্য আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

২০। ব্লক চিত্রসহ রোবট সিস্টেমের উপাদানগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো- ২০০৯, ০৮, ১১, ১২, ১৩]

অথবা, ব্লক ডায়াগ্রামসহ রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৫]

অথবা, Block diagram-সহ Robot system-এর বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, ব্লক চিত্রসহ একটি রোবট কন্ট্রোলারের কম্পোনেন্টগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

২১। রোবট ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

২২। কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।

অথবা, কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৩। কন্ট্রোলারের অভ্যন্তরীণ কম্পোন্যান্টসমূহ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

অথবা, একটি রোবট কন্ট্রোলারের বাস্তবায়ন ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

অথবা, ব্লক চিত্রসহ একটি মাইক্রোপ্রসেসর বেইজড্ কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ডের সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৫। হাইড্রোলিক ড্রাইভের মূলনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪, ১৫]

অথবা, চিত্রসহ হাইড্রলিক ড্রাইভিং সিস্টেম ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

২৬। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১১, ১২, ১৩, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ব্লক চিত্রসহ নিউমেটিক সিস্টেমের মৌলিক উপাদানসমূহের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি হাইড্রোলিক সিস্টেমের বিভিন্ন অংশগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৭, ০৮, ১২]

অথবা, একটি Hydraulic system-এর block চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৯। রোবটে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩০। মোটর থেকে এন্ড ইফেক্টরে এনার্জি ট্রান্সফার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৪, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ইউনিলেটারেল গ্রিপারের সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩২। প্রক্সিমিটি সেন্সরসমূহের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। ইলেকট্রম্যাগনেটিক সেন্সরের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। লিমিট সুইচের গঠন কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। টাচ্ সেন্সরের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। টেকটাইল রড সেন্সরের গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১

অথবা, টেকটাইল সেন্সরের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লিখ। [বাকাশিবো-২০১১, ১২, ১

অথবা, টেকটাইল সেন্সরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলোর নাম লিখ এবং অপটিক্যাল ও আল্টাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সরের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১১নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবট স্পেসিফিকেশনে উল্লেখ্য বিষয়গুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। বাণিজ্যিক বা ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ। [বাকাশিবো-২০১

অথবা, একটি Industrial robot-এর স্পেসিফিকেশন (Specification) বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৪০। রোবটের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪১। সেল কন্ট্রোলার হিসেবে রোবটের প্রয়োগ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪২। রোবটকে পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে রোবটের প্রয়োগ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৪

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

সময়- ৩ ঘন্টা

পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। রোবটিক্স কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। অন-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মাইক্রোকন্ট্রোলার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। Ladder diagram কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। এডি কারেন্ট প্রক্সিমিটি সেন্সরের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Actuator -এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হাইড্রোলিক ও নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটরের মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ক্যাম (CAM) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ইমেজ ক্যাপচার (Capture) টাইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। Fuzzy logic কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। মাইক্রোপ্রসেসর বেজড্ স্টিপার মোটর কন্ট্রোল পদ্ধতির ব্লক-চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১২। নিউম্যারিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ফাংশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Ultrasonic sensor-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশনে PLC-এর গুরুত্ব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। মাইক্রোপ্রসেসর ও মাইক্রোকন্ট্রোলারের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৬। সেন্সরের প্রধান ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। বাইনারি ইমেজের সংক্ষিপ্ত ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। NAND এবং NOR গেইটের প্রয়োজনীয় ল্যাডার প্রোগ্রাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। PID Controller সিস্টেমের বিভিন্ন চিত্র অঙ্কন পূর্বক কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। PLC-এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। Tactile sensor -এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। মাইক্রোকন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে প্রত্যেকটি ব্লকের কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। এক ডায়াগ্রাম রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৫

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৪ (চার) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। নিউম্যারিকেল কন্ট্রোল সিস্টেম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

২। অ্যাকচুয়েটর কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মাইক্রোকন্ট্রোলার কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। রিলে লজিক এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। প্লে-ব্যাক রোবট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। টাচ্ সেন্সর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রেঞ্জ ফাইন্ডার (Range finder) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। অফ্-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বাইনারি ইমেজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত

১০। Fuzzi logic কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ- বিভাগ (মান- ১০ × ২ = ২০)

১১। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের চারটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মোশন (Motion) কন্ট্রোলারের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি পূর্ণাঙ্গ রোবট-এর বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সেন্সরের প্রধান ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি রোবট সিস্টেমের ব্লক চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Optical encoder-এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। মাইক্রো-প্রসেসর ও মাইক্রো-কন্ট্রোলারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। AND, OR এবং NOT গেইটের জন্য Ladder প্রোগ্রাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। Magnetostictive actuator-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। ৪টি PLC প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। চিত্রসহ PLC-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। চিত্রসহ মাইক্রো-কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। রোবটের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ইন্ডাস্ট্রিয়াল অটোমেশনে PLC-এর ব্যবহার আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। একটি হাইড্রোলিক সিস্টেমের বিভিন্ন অংশগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৫

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। Computer control system-সমূহের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। ইমেজ ক্যাপচার টাইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। PLC এর Control function সমূহের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। ক্যাম (CAM) কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Fuzzy logic কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Robot-এর Reference frame গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Ladder diagram কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Robot actuation-গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বাইনারি ইমেজ কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। Time of travel displacement sensor কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

খ- বিভাগ (মান ১০ X ২০ = ২০)

১১। মোশন (Motion) কন্ট্রোলারের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। চারটি PLC প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। মাইক্রোপ্রসেসর ও মাইক্রোকন্ট্রোলারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। AND, OR এবং NOT গেটের জন্য Ladder প্রোগ্রাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। Robot joint-এর প্রকারভেদ সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Sensor এর প্রধান চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিউম্যাটিক অ্যাকটুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Optical encoder-এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। মাইক্রোপ্রসেসর বেজড স্টিপার মোটর কন্ট্রোল পদ্ধতি ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৪ X ৫ = ২০)

২১। On-line computer control system এর Block diagram-সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। PLC-এর Architecture সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। PID Controller system -এর চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। ব্লক ডায়াগ্রামসহ রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Resolver এর Schematic diagram কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান- ১০ × ১ = ১০)

১। Stiffness বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২। পিএলসি এর ফাংশন লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। Microcontroller বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। রিলে লজিক কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Sensor-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Manipulator কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Image capture বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৮। Range finder এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। পিকচার কোডিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। Robot joint কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান- ১০ × ২ = ২০)

১১। Microcontroller ও PLC-এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১২। On line এবং Off line কম্পিউটার কন্ট্রোল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ ও ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রোবটের প্রয়োগক্ষেত্রগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ভয়েস রিকগনিশন ডিভাইসের ফাংশন লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৬। একটি টিপিক্যাল মাইক্রোকন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। AND এবং OR ফাংশনের ল্যাডার ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। অ্যাকচুয়েটর-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Fuzzy logic কন্ট্রোলারের ব্লকচিত্র অঙ্কন করে সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ইন্টারফেসিং এর প্রয়োজনীয় প্যারামিটারগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ বিভাগ (মান- ৪ × ৫ = ২০)

২১। কম্পিউটার সুপারভাইজার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। মাইক্রোপ্রসেসর বেজড স্টেপার মোটর কন্ট্রোল সিস্টেমের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। পিএলসি এর আর্কিটেকচার সচিত্র ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। প্রক্সিমিটি সেন্সরগুলোর নাম লেখ এবং অপটিক্যাল ও আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সরের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। PID Controller -এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ- বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। Cornputer control system বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রোপ্রসেসর এর সাথে সংযুক্তি ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইসগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। পিআইডি (PID) কন্ট্রোলার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। ল্যাডার ডায়াগ্রামে ব্যবহৃত প্রতীকগুলো অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রোবট ফ্রেম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। IRCC ডিভাইসের কাজ কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। রোবটে ব্যবহৃত Actuator গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Adaptive controller বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। রোবট্রিক্স বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Image capture বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

খ বিভাগ (মান- ১০ × ২ = ২০)

১১। অফ লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। PID Controller-এর কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। এনালগ প্রপোরশনাল কন্ট্রোলারের আউটপুট সমীকরণ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। চিত্র নং-১ অনুযায়ী ল্যাডার ডায়াগ্রামের PLC কোড ব্যবহার করে প্রোগ্রাম তৈরি কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। রোবটের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Position Sensor-এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। হাইড্রোলিক ও নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Time এর Sequence instruction বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। বাইনারি ভিশন সিস্টেমগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। AND এবং OR gate এর ল্যাডার ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ বিভাগ (মান ৫ × ৪ = ২০)

২১। Fuzzy logic কন্ট্রোলার এর কাজ চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। পিএলসি (PLC) এর ব্লক চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। রোবট উপাদানগুলোর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। মাইক্রোকন্ট্রোলারের ব্লকচিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। SRI ইন্ডাস্ট্রিয়াল ভিশন সিস্টেম বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৭

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘণ্টা

পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রধান প্রধান উপাদানগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। Microcontroller-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। Fuzzy logic কন্ট্রোল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজ কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৫। রোবট Component গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। আলোকভিত্তিক রেঞ্জফাইন্ডার কী কী পদ্ধতিতে প্রয়োগ করা হয়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। রোবটিক্সে ব্যবহৃত ইলেকট্রিক মোটরগুলো নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। AL ও AML কী?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৯। বিভিন্ন ধরনের রোবট ভিশন সিস্টেমের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। একটি Robot system-এর Specifications লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান-১০ × ২ = ২০)

১১। Supervisor Control System-এর সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Microprocessor ও Microcontroller-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম এর ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বিভিন্ন প্রকার PLC Programming Language এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। রোবট এর ব্যবহার ও প্রয়োগ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। অপটিক্যাল ও আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। হাইড্রোলিক সিস্টেমের ব্লক চিত্র দেখিয়ে বিভিন্ন Component-এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সিমিউলেশনের জন্য একটি অ্যালগরিদম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। Image capture time ফিল্ড দেখিয়ে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। টাইম অব ট্রাভেল ডিসপ্লেসমেন্ট সেন্সর কাকে বলে? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

গ বিভাগ (মান-৪ × ৫ = ২০)

২১। চিত্রসহ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Robot রেফারেন্স ফ্রেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। রিমোট সেন্টার কমপ্লাইয়েন্স (RCC) ডিভাইসের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। অ্যাগনেটোস্ট্রিকটিভ অ্যাকচুয়েটর বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। একটি রোবট কন্ট্রোলারের বাস্তবায়ন ব্লক ডায়াগ্রামসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। On-line Computer Control System-এর দু'টি সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। Computer Process Control-এর উপাদানগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Fuzzy Logic Controller কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। PLC Programming language গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৫। Robotics কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ইমেজ কেপচার টাইম কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। Pneumatic actuator কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Microcontroller-এর দু'টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৯। Motion controller-এর Hardware গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Robot-এ Optical প্রক্সিমিটি সেন্সরের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান-১০ × ২ = ২০)

১১। একটি আদর্শ রোবটের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Adaptive Control System-এর কৌশলগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। Industrial Control-এ PID controller-এর সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। দু'টি PLC-এর প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ সম্পর্কে সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। Industry-তে রোবট ব্যবহারের সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Robot এ Tactile sensor কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Linear motor এর direction control circuit অঙ্কন করে সংক্ষেপে কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। Ideal rating-সহ একটি Electric assembly robot এর Specification লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Robot-এর বিভিন্ন প্রকার Joint-এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২০। SRI Vision System এ Automatic Part Recognition পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান- ৫ × ৪ = ২০)

২১। Numerical control system—এর Block চিত্রসহ Operation লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Pneumatic system-এ Double solenoid value-এর মাধ্যমে Double action cylinder A ও B এর Sequencing প্রক্রিয়া Ladder diagram সহকারে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। Triangulation পদ্ধতিতে কোন বস্তুর অবস্থান নির্ণয়ের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $d = \frac{L.\tan\alpha \tan\beta}{\tan\alpha + \tan\beta}$

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। একটি Hydraulic system এর Block চিত্র অঙ্কন করে Component গুলোর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Cell controller হিসেবে একটি Robot-এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘন্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। Computer control system-গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। ইমেজ ক্যাপচার টাইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। PLC এর Control function গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। ক্যাম (CAM) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Fuzzy logic কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Robot -এর Reference farm গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Ladder diagram কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Robot actuation-গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বাইনারি ইমেজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। Time of travel displacement sensor কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ বিভাগ (মান-১০ × ২ = ২০)

১১। মোশন (Motion) কন্ট্রোলারের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। চারটি PLC প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। মাইক্রোপ্রসেসর ও মাইক্রোকন্ট্রোলারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। AND OR এবং NOT গেটের জন্য Ladde প্রগ্রাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। Robot joint -এর প্রকারভেদ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Sensor এর প্রধান চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Optical encoder-এর কার্যাবলি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। মাইক্রোপ্রসেসরের বেজড স্টিপার মোটর কন্ট্রোল পদ্ধতি ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান-৪ × ৫= ১০)

২১। On-line computer control system -এর Block diagram সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। PLC-এর Architecture সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। PID Controller system -এর চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। ব্লক ডায়াগ্রামসহ রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Resolver এর Schematicসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘন্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। OFF Line কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমে ব্যবহৃত Open contact এবং Closed contact এর প্রতীক আঁক।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। PLC কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। PLC তে টাইমার কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৫। Ladder ডায়াগ্রাম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রোবটিক্স বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Encoder sensor কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৮। Pneumatic actuator বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বাইনারি ডিশন সিস্টেমের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। Inductive Proximity Sensor কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান-১০ × ২ = ২০)

১১। রোবট জয়েন্টগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সেন্সরের বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রোবটে ব্যবহৃত অ্যাকচুয়েটর (Actuator) গুলোর তালিকা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ভলিউম (Volume) সেন্সরের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। রোবট সিস্টেমের স্পেসিফিকেশন বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক ব্লকচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। মাইক্রো কন্ট্রোলারের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। PLC এর প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। PLC এর ইনপুট ও আউটপুট সংযোগ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ বিভাগ (মান-৪ × ৫ = ২০)

২১। ব্লক চিত্রসহ রোবট সিস্টেমের উপাদানগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর (Actuator) এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। PLC-এর আর্কিটেকচার অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। সার্কিট ডায়াগ্রামসহ PID কন্ট্রোলারের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। Fuzzy Logic Controller এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

২য়, ৪র্থ, ৬ষ্ঠ ও ৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। রোবটিক্স কী?

ঠিকর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রো কন্ট্রোলার এর কাজ কী?

ঠিকর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। Robot -এ ব্যবহৃত actuator-এর নাম লেখ।

ঠিকর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Ladder diagram বলতে কী বুঝায়?

ঠিকর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। PLC কী?

ঠিকর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৬। Image capture time বলতে কী বুঝায়?

ঠিকর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। Velocity sensor কী?

ঠিকর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৮। CAM কী?

ঠিকর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Sensor -এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

ঠিকর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Time of Travel Displancement Sensor কী?

ঠিকর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

খ বিভাগ (মান-১০ × ২ = ২০)

১১। মাইক্রোপ্রসেসর ও মাইক্রোকন্ট্রোলারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

১২। Ladder diagram-এ ব্যবহৃত প্রতীকগুলো আঁক।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। একটি Robot-এর Specification লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Robot-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। অ্যাকচুয়েটর- Joint এর প্রকারভেদ লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। On line computer control system-এর block diagram আঁক।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Binary vision system -এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। RCC ডিভাইস ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। Voltalization device-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। Robot programming mode-গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান- ৪ × ৫ = ২০)

২১। PLC-এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। Fuzzy logic controller ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। PID controller-এর block diagram অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। Hydraulic actuator-এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Block diagram-সহ Robot system -এর বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স (ইএনটি - ৮২৩)

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১× ১০ = ১০)

১। Robotics কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। Ladder diagram কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Actuator-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। PLC –এর Control function গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৫। সেন্সর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Image capture টাইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। Proximity সেন্সর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Steppin angle পরিমাপে ব্যবহৃত একটি Code এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৯। Range বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Time of Travel displacement Sensor কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ বিভাগ (মান-২ × ১০ = ২০)

১১। মাইক্রোকন্ট্রোলার ও মাইক্রোকম্পিউটার এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১২। Sensor এর প্রধান চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। AND, OR এবং NOT gate এর জন্য Ladder program লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। Robot-এর সুবিধা এবং অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। হাইড্রোলিক ও নিউমেটিক Actuator-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি Robot-এর Specification লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রোবটের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। PID controller এর কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। Binary vision system গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। Optical encoder-এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৫ × ৪ = ২০)

২১। PLC-এর Block চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। Robot-এর রেফারেন্স ফ্রেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Micro controller-এর Block চিত্র অঙ্কনপূর্বক বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। Tactile sensor-এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৮১

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[দ্রষ্টব্য ঃ ক ও খ বিভাগ থেকে সকল প্রশ্নের উত্তর এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান-১০ × ১ = ১০)

১। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। হাইব্রিড কৌশল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মোশন কন্ট্রোল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফুজি সেট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রোবটিক্স বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রোবট Actuator কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হাইড্রোলিক্স অ্যাকচুয়েটর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। গিয়ার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। রোবট জয়েন্ট বুঝিয়ে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। সেন্সর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান-১০ × ২ = ২০)

১১। মাইক্রো-প্রসেসর ও মাইক্রো-কন্ট্রোলারের পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১২। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ফাজি (Fuzzy) লজিক কন্ট্রোলারের ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। রোবটের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কন্ট্রোলারের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। হাইড্রোলিক ড্রাইভের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। গিয়ার রেশিও চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। RCC বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। ভিশন সেন্সর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান-৫ × ৪ = ২০)

২১। ইমেজ কম্পোনেন্টগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। রোবট প্রোগ্রামিং মুড বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। মোটর থেকে এন্ড ইফেক্টরে এনার্জিট্রান্সফার চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। টেক্সটাইল রড সেন্সরের গঠন ও কার্যাবলি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। সেল কন্ট্রোলার হিসেবে রোবটের প্রয়োগ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১১

টেক্‌নোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। Computer control system-গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। ইমেজ ক্যাপচার টাইম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। PLC এর Control function গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৪। ক্যাম (CAM) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Fuzzy logic কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Robot এর Reference frame গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Ladder diagram কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Robot actuation-গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বাইনারি ইমেজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। Time of travel displacement sensor কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। মোশন (Motion) কন্ট্রোলারের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। চারটি PLC প্রোগ্রামিং ল্যাংগুয়েজের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। মাইক্রোপ্রসেসর ও মাইক্রোকন্ট্রোলারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। AND, OR এবং NOT গেটের জন্য Ladder প্রোগ্রাম লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৫। Robot joint এর প্রকারভেদ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Sensor এর প্রধান চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Optical encoder এর কার্যাবলি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। মাইক্রোপ্রসেসরের বেজড্ স্টিপার মোটর কন্ট্রোল পদ্ধতির ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান : ৫ × ৪ = ২০)

২১। On-line computer control system এর Block diagram সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। PLC এর Architecture সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৩। PID Controller system এ চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। ব্লক ডায়াগ্রামসহ রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন Component এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Resolver এর Schematic diagramসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব অনিয়মিত পরীক্ষা- ২০১১

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রোবটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৯০

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। Control console কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। বিভিন্ন প্রকার কম্পিউটার কন্ট্রোল পদ্ধতির নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Fuzzy logic control কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মোশন কন্ট্রোল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Robot কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Sensor এর Sensitivity কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Actuator বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮। RCC কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৯। Picture coding বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। CAM কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। Computer process console-এর প্রয়োজনীয় উপাদানগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। একটি সরল Stepper motor control circuit অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। Fuzzy logic controller-এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Robot এর সুবিধা-অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Motion controller এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Robot এর চারটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Robot sensor এর চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Pneumatic actuator সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Robot programming language গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। চিত্রসহ Volume sensor এর সেন্সিং কৌশল লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

গ বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। PID Conroller system-এর চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। Tactile sensor এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Block diagram-সহ Robot system এর বিভিন্ন Component এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Hydraulic actuator এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। বিভিন্ন প্রকার ইমেজ কম্পোনেন্টগুলোর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রবোটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৯০

সময়- ৩ ঘন্টা পূর্ণমান- ৫০

[ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রো-কন্ট্রোলারের যে-কোনো দুটি বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ ১০,০ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। রোবট প্রোগ্রামিং মুড কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ট্রান্সফার ফাংশন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৬। Gear ratio বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Fuzzy logic বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Proximity sensor কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। বিভিন্ন ধরনের রোবট ভিশন সিস্টেমের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। এনালগ ও ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেমের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। হাইড্রোলিক ড্রাইভের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। মোশন কন্ট্রোলারের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রোবটিক সিস্টেমে ব্যবহৃত গিয়ারের তালিকা উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Fuzzy logic controller-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রোবটের বিভিন্ন প্রকার Joint-এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। চিত্রসহ Touch sensor-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। চিত্রসহ রোবটের মৌলিক উপাদানগুলো (Basic components) উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫×৪=২০)

২১। Fuzzy logic ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নির্ণয় করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি Industrial robot-এর স্পেসিফিকেশন (Specification) বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। চিত্রসহ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ব্লক ডায়াগ্রামসহ Closed loop কন্ট্রোল সিস্টেমের কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। মোটর থেকে এন্ড ইফেক্টর (End effector)-এ এনার্জি ট্রান্সফার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রবোটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৯০

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ- বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। ক্লোজড লুপ কন্ট্রোল সিস্টেম কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

২। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রোবটের সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রোবট কো-অর্ডিনেট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। End effector কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। প্রক্সিমিটি সেন্সর কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইমেজ কেপচার টাইম কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। অফ-লাইন কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মোশন কন্ট্রোলারের মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রোবটের মৌলিক কম্পোনেন্টগুলোর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। রোবট ম্যানিপুলেটর ড্রাইভ সিস্টেম ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। নিউমেট্রিক অ্যাকচুয়েটরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। বিভিন্ন প্রকার PLC Programming Language-এর নাম লেখ।

১৭। ইউনিলেটারেল গ্রিপারের (Gripper) বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য)।

১৮। একটি রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। মাইক্রোপ্রসেসর বেজড স্ট্রিপার মোটর কন্ট্রোল পদ্ধতির ব্লকচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। অপটিক্যাল ও আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সরের কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। On-line computer control system-এর Block diagram-সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Fuzzy logic কন্ট্রোলার এর কাজ চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Tactile sensor-এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Cell controller হিসেবে একটি Robot-এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি Hydraulic system এর Block চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব সমাপনী ও অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রবোটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৮২

সময়- ৩ ঘন্টা পূর্ণমান- ৫০

[ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। রোবোটিক্স কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রোকন্ট্রোলার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৩। Robot-এ ব্যবহৃত actuator এর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Ladder diagram বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। PLC কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৬। Image capture time বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। Velocity sensor কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৮। CAM কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Sensor-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। মাইক্রোপ্রসেসর ও মাইক্রোকন্ট্রোলারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। মাইক্রোপ্রসেসর ও মাইক্রোকন্ট্রোলারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১২। Ladder diagram-এ ব্যবহৃত প্রতীকগুলো আঁক।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। একটি Robot এর Specification লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Robot joint-এর প্রকারভেদ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। অ্যাকচুয়েটর এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। On line computer control system এর Block diagram আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Binary vision system এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। RCC ডিভাইস ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। Voice recognition device-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। Robot programming mode-গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। PLC-এর চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২২। Fuzzy logic controller ব্লক চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। PID controller এর Block diagram অংকন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৪। Hydraulic actuator এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Block diagram-সহ Robot system এর বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম অ্যান্ড রবোটিক্স

বিষয় কোড ঃ ২৮৯০

সময়- ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান- ৫০

[ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৪ (চার)-টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফুজি সেট কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রোবট ম্যানিপুলেটর কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৬। নিউমেটিক সিস্টেম কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রোবটের বিভিন্ন প্রকার গিয়ারের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৮। এন্ড ইফেক্টর কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। সেন্সরের সেনসিটিভিটি কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। সেন্সরের চারটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। ক্লোজ লুপ কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যারগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। রোবটিক্স বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। রোবট কন্ট্রোলারের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। নিউমেটিক সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। এন্ড ইফেক্টরের ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। সেন্সরের নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। একটি রোবট স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। রোবট জয়েন্ট এর প্রকারভেদ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

২১। চিত্রসহ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ব্লকচিত্রসহ রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের ব্লক-ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। চিত্রসহ হাইড্রোলিক অ্যাকচ্যুয়েটরের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। অ্যাডাপটিভ কন্ট্রোলারের চিত্রসহ বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৪

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল অ্যান্ড রোবটিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা

পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। Robotics কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। Vulnerability কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। গ্রিপারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Sensor-এর Sensitivity কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Robot-এর ব্রেইন কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রিয়াল টাইম Control system কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সবচেয়ে জনপ্রিয় কো-অর্ডিনেট System কোনটি?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভিশন Sensor কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। অ্যাকচুয়েটর কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১০। VDC ও UART-এর পূর্ণনাম কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ ও ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। অন্ লাইন কন্ট্রোল সিস্টেম-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Robot-এর Programming mode বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। গিয়ার মোটর এবং ভেন মোটরের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সেন্সরের চারটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি Robot-এর স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। হাইড্রোলিক ও নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটরের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Robot-এর চারটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম-এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ সংজ্ঞা কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। অপটিক্যাল ও আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর-এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। Tactile sensor-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২২। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম-এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Fuzzy logic কন্ট্রোলারের ব্লক ডায়াগ্রামসহ প্রতিটি ব্লকের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। মোটর থেকে এন্ড ইফেক্টরে এনার্জি ট্রান্সফার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। আধুনিক ডিজিটাল কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম-এর ব্লক ডায়াগ্রামসহ ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। হাইড্রোলিক ড্রাইভের মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৪

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল অ্যান্ড রোবটিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। ফুজি সেট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। CAD/CAM-এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। বাস্তব সময় নিয়ন্ত্রণ (Real time control) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। আল্ট্রাসনিক প্রক্সিমিটি সেন্সর Eco mode-এর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। কম্পিউটার সিস্টেমে নিরাপত্তা হুমকি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেম কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রোবট কো-অর্ডিনেট কয় প্রকার, লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বিভিন্ন প্রকার গ্রিপারের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমের Open contact এবং Closed contact-এর প্রতীক অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ট্রেডিশনাল (প্রচলিত) এবং ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের মাঝে তুলনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। হাইড্রোলিক ও নিউমেটিক সিস্টেমের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। গিয়ার রেশিও চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ভিশন সেন্সর-এর ওপর আলোর প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। একটি ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রোবটের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Robot joint-এর প্রকারভেদ সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। নিরাপত্তা সংরক্ষণ অঞ্চল সম্পর্কে সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। On-line computer control system-এর Block diagramসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ব্লক ডায়াগ্রামসহ রোবট সিস্টেমের বিভিন্ন Component-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ফুজি লজিক ব্যবহার করে একটি কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার পদ্ধতি চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। মোটর থেকে এন্ড ইফেক্টরে এনার্জি ট্রান্সফার চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। টেক্সটাইল সেন্সরের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। Hydraulic actuators-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৫ পরীক্ষার তারিখ ঃ ২৮/৭/২০১৫

টেকনোলজি-ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল অ্যান্ড রোবটিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭২)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। মোশন কন্ট্রোল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ফুজি লজিক (Fuzzy logic) কন্ট্রোলারের চারটি প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। রোবট প্রোগ্রামিং মোড কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। এন্ড অব্ আর্ম টুলিং বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রোবটে সেন্সর কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। গিয়ার কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। অ্যাকচুয়েটরের কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। কী কী উৎস থেকে কন্ট্রোলার ইনপুট সিগন্যাল গ্রহণ করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। কম্পিউটার সিস্টেম নিরাপত্তা থ্রেট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কন্ট্রোল সিস্টেম ডিজাইনের সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রিলে লজিক কন্ট্রোল সিস্টেম সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। লো টেকনোলজি রোবট ও হাই টেকনোলজি রোবটের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। চিত্রসহ গিয়ার রেশিও সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। এন্ড ইফেক্টরের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সরের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রোবটের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। হাইড্রোলিক ড্রাইভের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Wrist rotation-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। রোবটকে পেরিফেরাল ডিভাইস হিসেবে প্রয়োগ চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। টেকটাইল রড সেন্সরের গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। চিত্রসহ দুটি ইনপুট বিশিষ্ট ফুজি লজিক কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Hydraulic actuators-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। কন্ট্রোলারের মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ডের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। রোবট রেফারেন্স ফ্রেমের সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫ পরীক্ষার তারিখ ঃ ৪/১/২০১৬

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল অ্যান্ড রোবটিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। কন্ট্রোল কনসোল-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের নিরাপত্তা অনিশ্চয়তাগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। রোবট রেফারেন্স ফ্রেম কত প্রকার?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪। সেন্সর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। এন্ড এফেক্টরের প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রোবট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। বিভিন্ন প্রকার লিংকেজের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। অ্যাকচুয়েটর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। গিয়ার রেশিও কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইউনিলেটারেল গ্রিপারে কী কী অ্যাকশন প্রয়োগ করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। ফীডব্যাক কন্ট্রোলারের সীমাবদ্ধতাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। অন্-লাইন কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। মোশন কন্ট্রোলারের হার্ডওয়্যারগুলোর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশনগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। হাইড্রলিক ও নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটরের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রিলে লজিক কন্ট্রোলার ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। অপটিক্যাল প্রক্সিমিটি সেন্সরের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কন্ট্রোলারের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। চিত্রসহ গিয়ার ডিরেকশন ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। ব্লক চিত্রসহ একটি মাইক্রোপ্রসেসর বেইজড কন্ট্রোলারের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রোবট প্রোগ্রামিং মোডগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। চিত্রসহ হাইড্রলিক ড্রাইভিং সিস্টেম ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ফুজি লজিক কন্ট্রোলার ব্যবহার করে কক্ষের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ব্লক চিত্রসহ একটি রোবট কন্ট্রোলারের কম্পোনেন্টগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। টেকটাইল সেন্সরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ২০/০৬/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কম্পিউটার কন্ট্রোল অ্যান্ড রোবটিক্স

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭২)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৮০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোনো **৫(পাঁচ)**টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১। ডাইরেক্ট ডিজিটাল কন্ট্রোল সিস্টেম কী?

উত্তর সংকেত ঃ ১.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। রিয়েল টাইম (Real time) কন্ট্রোল স্ট্যাবিলিটি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ঘাতোপযোগিতার (Vulnerability) প্রকারভেদ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Fuzzy set কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। রোবটের প্রোগ্রামিং মোড কয়প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রোবট কো-অর্ডিনেটকে কীভাবে প্রকাশ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। নিউম্যাটিক অ্যাকচুয়েটর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। পিয়ার রেশিও কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। গ্রিপারের শ্রেণিবিভাগ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। লিমিট সুইচ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। Off-line কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ডিস্ট্রিবিউটেড কম্পিউটার কন্ট্রোল সিস্টেমের বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কম্পিউটার সিস্টেমের নিরাপত্তা অনিশ্চয়তা সম্পর্কে লেখ।

উত্তর সংকেত ৩.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১৪। রিলে লজিক (Relay logic) কন্ট্রোল সিস্টেমের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্রথাগত (Traditional) এবং ফুজি লজিক (fuzzy logic) controller-এর পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রোবটের মূল উপাদান উল্লেখসহ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Controller এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। হাইড্রোলিক ও নিউম্যাটিক সিস্টেমের পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রোবটিক্স সিস্টেমে ব্যবহৃত গিয়ারের তালিকা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Vision sensor এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। চিত্রসহ নিউমেরিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেম বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২২। দুই ইনপুট বিশিষ্ট Fuzzy logic controller এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। হাইড্রোলিক অ্যাকচুয়েটরের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Tactile sensor এর কার্যাবলি চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Controller-এর মাস্টার কন্ট্রোল বোর্ড চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবটের স্পেসিফিকেশন উল্লেখপূর্বক কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

BDeBooks.com

E-BOOK

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