BDeBooks.com

E-BOOK

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

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রবর্তিত ৪ বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের **ইলেকট্রনিক্স টেকনোলজির সপ্তম পর্বের** ছাত্রছাত্রীদের জন্য প্রণীত

মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

Microwave, Radar and Navigation Aids

Subject Code : 6874

রচনায়

প্রকৌশলী মোঃ নূরুজ্জামান প্রামানিক

প্রাক্তন চীফ ইনস্ট্রাক্টর (ইলেকট্রিক্যাল)
ফরিদপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, ফরিদপুর
কারিকুলাম বিশেষজ্ঞ
বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা
ওয়ার্কশপ সুপার (ইলেকট্রনিক্স)
ঢাকা মহিলা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, ঢাকা
ইনস্ট্রাক্টর (ইলেকট্রনিক্স)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট, ময়মনসিংহ

সম্পাদনায়

প্রফেসর মোঃ অমদাদুল হক চৌধুরী

মহাপরিচালক (অবঃ)

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]
এই বইয়ের অংশ বিশেষ হুবহু বা আংশিক পরিবর্তন করে
ছাপানো বা ফটোকপি করা আইনত দণ্ডনীয় অপরাধ]

প্রথম প্রকাশ ঃ ১ ফেব্রুয়ারি ১৯৯৯
পঞ্চম প্রকাশ ঃ ১ জানুয়ারি ২০১৪
ষষ্ঠ প্রকাশ ঃ ১ ফেব্রুয়ারি ২০১৬
পরিমার্জিত ও সংশোধিত সংস্করণ ঃ
সপ্তম প্রকাশ ঃ ১ ফেব্রুয়ারি ২০১৭

প্রচ্ছদ পরিকল্পনায় ঃ মোঃ আশরাফুল হক আলো

সার্বিক তত্ত্বাবধানে ঃ ইঞ্জিঃ মোঃ হামিদুল হক মামুন

চিত্রাঙ্কনে ঃ মীর মোঃ আব্দুল হালিম

বর্ণবিন্যাসে ঃ **জি. মাওলা কম্পিউটার**

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

বাংলাদেশ পুস্তক প্রকাশক ও বিক্রেতা সমিতি কর্তৃক পৃষ্ঠিত

মূল্য (MRP) ঃ ১৬০.০০ টাকা মাত্র

লেখকের কথা

প্রযুক্তি উন্নয়নের সাথে সামাজিক চাহিদা পূরণের উপযোগী ডিপ্লোমা প্রকৌশলী তৈরির উদ্দেশ্যে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড ২০১০ সালে ৪ বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমার নতুন সিলেবাস প্রণয়ন করে। এ সিলেবাস অনুযায়ী শিক্ষার্থীদের উপযোগী করে বিভিন্ন বিষয়ে বাংলা পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন প্রকল্প গ্রহণ করে। এই নতুনভাবে চালুকৃত সিলেবাস অনুযায়ী শিক্ষার্থীদের জন্য আমি **"মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস (৬৮-৭৪)"** পুস্তকখানা প্রণয়ন করি। এতে সিলেবাস অনুযায়ী প্রত্যেকটি সাধারণ উদ্দেশ্যের আওতাধীন বিশেষ উদ্দেশ্যাবলির সীমায় আলোচনা সীমাবদ্ধ রাখা হয়েছে। তবে কোন কোন ক্ষেত্রে শিক্ষার্থীদের নিকট সহজ-সরল ও পর্যায়ক্রমিক উপস্থাপনের জন্য এর ব্যতিক্রমও ঘটেছে। এতে প্রত্যেকটি অধ্যায়ের শেষে শিক্ষার্থীর শিখন মূল্যায়নে অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর, সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ও রচনামূলক প্রশ্নাবলি দেয়া হয়েছে।

বইটি প্রণয়নে অনেক স্বনামধন্য লেখকের বইপত্র, বিভিন্ন প্রতিষ্ঠানের গবেষণাপত্র ইত্যাদির সহায়তা নিয়েছি এবং বিভিন্ন গুণীজনের সহযোগিতা ও পরামর্শ গ্রহণ করেছি। আমি তাঁদের সকলের নিকট কৃতজ্ঞ ও ঋণী। বিশেষ করে শ্রদ্ধেয় সম্পাদক জনাব এমদাদুল হক চৌধুরী, মহাপরিচালক (অবঃ) এর মূল্যবান পরামর্শ ও উপদেশ বইখানার মান উন্নয়নে যথেষ্ট অবদান রেখেছে। আমি তাঁর কৃতজ্ঞতা পাশে আবদ্ধ।

পরিশেষে অনিচ্ছাকৃত ভুলত্রুটি, মুদ্রণভ্রান্তি ও জ্ঞানের সীমাবদ্ধতার কথা অকপটে স্বীকার করে পাঠকবৃন্দ ও সুধীজনদের নিকট হতে গঠনমূলক পরামর্শ কামনা করছি। স্বল্প সময়ে বইটির মুদ্রণ শেষ করে ছাত্রছাত্রীদের হাতে তুলে দেয়ায় হক পাবলিকেশনস্ এর স্বত্বাধিকারিণী হাজী জাহানারা হককে ধন্যবাদ জ্ঞাপন করছি। এ বইখানা শিক্ষার্থী ও পাঠকদের সামান্য উপকারে আসলেই আমার শ্রম সার্থক মনে করব।

ধন্যবাদান্তে

প্রকৌশলী মোঃ নূরুজ্জামান প্রামাণিক

উৎসর্গ

আমার স্নেহময়ী মা ও বাবা'কে

সিলেবাস

6874 **MICROWAVE, RADAR & NAVIGATION AIDS** **T P C**
2 3 3

AIMS

To provide the students with an opportunity to acquire knowledge, skill and attitude in the area of microwave, radar & navigation aids with special emphasis on:

- microwave components
- wave guides
- microwave tubes
- microwave measurements
- microwave antenna
- semiconductor microwave devices
- radar system
- radio and navigation aids

SHORT DESCRIPTION

Concept of microwave; Microwave components; Wave guide; Microwave tubes; Microwave measurements; Microwave antenna; Semiconductor microwave devices; Radar; Radar system; Radio aids; Navigation aids.

DETAIL DESCRIPTION

Theory :

1. Understand the concept of microwave.

1.1 Define the term microwave.
1.2 Mention the application of microwave with frequency range.
1.3 List the characteristics of microwave.
1.4 Mention the problems associated with conventional tubes at UHF.
1.5 Describe the characteristics of tubes for ultra high frequency.
1.6 Describe the basic principles of acorn.
1.7 Describe the basic principle of disk seal tube.

2. Understand the features of wave guide.

2.1 Define the term wave guide.
2.2 List advantages of wave guide over coaxial line.
2.3 Mention different modes of a wave guide.
2.4 Describe phase velocity and group velocity in a wave guide.
2.5 Describe the field pattern of TE10, TE20 and TM11 modes.
2.6 Explain the methods of mode excitation in rectangular wave guide.
2.7 Describe behavior, field pattern and disadvantages of circular wave guide.
2.8 State the relationship between cut-off guide & free space wave length.

3. Understand the concept of microwave components.

3.1 Describe the construction and function of basic microwave components, (i) wave guide tees, (ii) magic tee, (iii) isolating device, (iv) adjustable phase shifter, (v) hybrid ring (rat-race), (vi) coupling probes, (vii) coupling loops, (viii) wave guide flanges, (ix) rotating joints, (x) travelling detector, (xi) mode suppressors, (xii) irises, (xiii) tuning posts and screws.
3.2 Describe the working principle of wave meters.
3.3 Describe the working principle of directional couplers.
3.4 Describe the constructions two of isolators and circulators.
3.5 Describe the principle of isolators and circulators.
3.6 Describe the principle of operation of cavity resonator.

4. Understand the features of klystron tube.

4.1 Describe the construction and operation of two cavity klystron tube.
4.2 Describe Applegate diagram for klystron amplifier.
4.3 Describe the construction and operation of multi cavity klystron.
4.4 Mention the performance and application of multi cavity klystron.
4.5 Describe the construction and operation of reflex klystron tube.
4.6 Mention the performance and applications of reflex klystron.

5. Understand the features of magnetron and travelling wave tube.

5.1 Describe constructional features of cavity magnetron.
5.2 Describe the mechanism of oscillations in a magnetron.
5.3 Describe the construction and operation of travelling wave tube.
5.4 Mention performance, properties and applications of travelling wave tube.

6. Understand the basic concept of microwave measurements.

6.1 Describe the method of measurements of low microwave power by bolometer and microwave thermocouple.
6.2 Describe the method of measurement of medium and high microwave power by calorimeter-wattmeter measuring system.
6.3 Describe the method of measurement of microwave frequency and wavelength.
6.4 Describe the method of measurement of standard wave ratio.
6.5 Describe the method of measurement of impedance.
6.6 Describe the method of measurement of attenuation.

7. Understand the features of microwave antennes.

7.1 Mention the characteristics of microwave antennas.
7.2 Describe the construction of horn antennas.
7.3 Describe the operation of antennas with parabolic reflectors.
7.4 Describe the function of feed antennas.
7.5 Describe the operation of cassegrain feed.
7.6 Describe the operation of dielectric lens antenna.

8. Understand the concept of semi conductor microwave devices.

8.1 Describe the construction, performance and application of microwave transistor.
8.2 Describe the construction, operation and characteristic of varactor diode.
8.3 Describe the basic principle of parametric amplifiers.
8.4 Describe the constructional features and applications of gun diode.
8.5 Describe the theory of microwave amplification by stimulated emission of radiation (Maser).
8.6 Describe the construction and performance of IMPATT (impact avalanche and transit time) and Gun diode.

9. Understand the basic concept of radar.

9.1 Describe the basic principle of radar.
9.2 Express the deduction of the radar range equation.
9.3 Mention the factors influencing maximum range.
9.4 Mention the effect of noise.
9.5 Describe power and frequencies used in radar.
9.6 Mention different types of radar.
9.7 List the special considerations in radar receiver.
9.8 Describe the function of radar display systems.

10. Understand the features of radar system.

10.1 Describe the operation of basic pulsed radar system.
10.2 Describe the working principle of Duplexer.
10.3 Describe the working principle of moving target indicator (MTI).
10.4 Describe the basic principle of tracking radar system and search radar system.
10.5 Describe the working principle of Doppler radar.
10.6 Mention the advantages and limitations of CW Doppler radar.
10.7 Describe the working principle of FM CW radar.
10.8 Deseribe the radar antenna scanning pattern.

11. Understand the basic concept of radio aids.

11.1 Describe the basic principles of radio direction finding.
11.2 Derive the equation of resultant voltage of a rectangular loop antenna.
11.3 Mention the step for finding the direction by loop antenna.
11.4 Describe the construction and application of loop, modified loop and Adcock antenna.
11.5 Explain the basic principle of very high frequency omni direction range (VOR).
11.6 Describe the operation of distance measuring equipment (DME).

12. Understand the basic concept of navigation aids.

12.1 Describe the operating principle of long range navigation (LORAN) and short range navigation (SORAN).
12.2 Describe the working principle of instrument landing system (ILS).
12.3 Describe the working principle of Ground Control Approach (GCA).
12.4 Describe the basic principle of marker becons and transponders.

Practical :

1. Measure the tuning range of a reflex klystron.

1.1 Select reflex klystron, power supply, klystron mounts detector & necessary meters, equipment and materials.
1.2 Connect the klystron tube and associated components properly.
1.3 Set up the signal detector.
1.4 Switch on the power supply.
1.5 Set the tuning control at minimum.
1.6 Measure the frequency.
1.7 Measure the frequency for the maximum control.
1.8 Determine the tuning range.

2. Measure the VSWR of a microwave signal for a given load.

2.1 Select a micro wave tube (klystron) and require apparatus & materials.
2.2 Connect the klystron, wave guide / slotted line, load and necessary equipment.
2.3 Switch on the power supply.
2.4 Adjust the controls properly.
2.5 Measure the VSWR.

3. Measure the input impedance of a horn antenna.

3.1 Select a horn, VSWR meter, necessary apparatus.
3.2 Set up the apparatus and connect circuits properly.
3.3 Switch on the power supply.
3.4 Make proper adjustment.
3.5 Collect required data.
3.6 Use smith chart to determine the impedance of a horn antenna.
3.7 Use admittance meter to determine input impedance.

4. Study the operation of two cavity klystron amplifier.

4.1 Select a klystron tube and required apparatus & materials.
4.2 Set up the apparatus and connect the circuit properly.
4.3 Switch on the power supply.
4.4 Apply known signal to the input.
4.5 Make necessary adjustment.
4.6 Measure the signal from output.
4.7 Determine amplification.

5. Study the operation of travelling wave tube amplifier.

5.1 Select the tube and required tools & materials.
5.2 Connect the circuits and equipment properly.
5.3 Switch on the power supply.
5.4 Apply known signal to the input.
5.5 Make proper adjustment.
5.6 Observe the output.
5.7 Determine the amplification.

6 Study the operation of magnetron tube oscillator.

6.1 Select the tube, required apparatus and materials.
6.2 Set up the equipment and connect the circuit.
6.3 Switch on the power supply.
6.4 Make proper adjustment.
6.5 Observe the output frequencies.
6.6 Determine the modes of the tube.

7. Measure the klystron frequency by slotted selection method.

7.1 Select klystron supply, mount, isolator, slotted section and required apparatus & materials.
7.2 Connect the circuit and set up equipment properly.
7.3 Switch on the power supply.
7.4 Make necessary adjustment.
7.5 Measure frequency

8. Measure the directivity and coupling of a directional coupler.

8.1 Select klystron supply, mount, isolator, directional coupler and required equipment & materials.
8.2 Set up the apparatus and connect the circuits.
8.3 Switch on the power supply.
8.4 Make proper adjustments.
8.5 Measure the coupling.
8.6 Measure the directivity.

9. Plot the radiation pattern of horn antenna in horizontal and vertical plane.

9.1 Select klystron supply, klystron mount, isolator, two horn antenna, wave guide to coaxial adapter etc.
9.2 Set up the apparatus and connect the circuits.
9.3 Switch on the power supplies.
9.4 Make proper adjustment.
9.5 Obtain data for horizontal and vertical plane.
9.6 Plot the radiation pattern.

10. Verify the properties of magic tee.

10.1 Select magic tee and required apparatus.
10.2 Setup the equipment and connect the circuits.
10.3 Switch on the power supply.
10.4 Make proper adjustment.
10.5 Observe the magic tee.

11. Study the characteristics of a parabolic dish antenna.

11.1 Select a dish antenna and required apparatus.
11.2 Set up the equipment and connect the circuits.
11.3 Switch on the power supply.
11.4 Collect the data.
11.5 Determine radiation pattern.

12. Study the operation of pulse radar.

12.1 Select the apparatus and required materials.
12.2 Set up the equipment and connect the circuits.
12.3 Switch on the power supply.
12.4 Rotate the antenna to a target.
12.5 Transmits the pulse.
12.6 Receive the echo pulse.
12.7 Determine the angle and distance.

13. Study the operation of an instrumental landing system.

13.1 Select an aircraft landing station.
13.2 Observe the run way localizer.
13.3 Observe the guide path equipment.
13.4 Observe the marker beacons.
13.5 Observe the operation of controlling equipment.

14. Study the operation of a semi conductor micro wave device.

14.1 Select the micro wave semi conductor PIN diode, required apparatus & materials.
14.2 Set up the equipment and connect the equipment.
14.3 Switch on the power supply.
14.4 Make proper adjustments.
14.5 Observe the output frequencies.

- **Visit nearest microwave, radar and navigation station and prepare a report.**

সূচিপত্র

অধ্যায়-১ : মাইক্রোওয়েভ সম্বন্ধে ধারণা

১.০	ভূমিকা	১৫
১.১	মাইক্রোওয়েভের সংজ্ঞা	১৫
১.২	ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জসহ মাইক্রোওয়েভের প্রয়োগ ক্ষেত্র	১৬
১.৩	মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্য	১৭
১.৪	প্রচলিত টিউবে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সি প্রয়োগের সমস্যা	১৭
১.৫	আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সি টিউবের বৈশিষ্ট্য	১৮
১.৬	অ্যাক্রোন টিউবের মূলনীতি	১৯
১.৭	ডিস্ক সিল টিউবের মূলনীতি	১৯
	অনুশীলনী-১	
	অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর	২০
	সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর	২১
	রচনামূলক প্রশ্নাবলি	২৪

অধ্যায়-২ : ওয়েভগাইডের ফিচার

২.০	ভূমিকা	২৫
২.১	ওয়েভগাইডের সংজ্ঞা	২৫
২.২	সমঅক্ষীয় লাইন অপেক্ষা ওয়েভগাইডের সুবিধা	২৫
২.৩	ওয়েভগাইড মোড	২৫
২.৪	ওয়েভগাইডের ফেজ এবং গ্রুপ গতিবেগ	২৬
২.৫	বিভিন্ন ফিল্ড প্যাটার্ন	২৭
২.৫.১	TE_{10} মোড	২৭
২.৫.২	TE_{20} মোড	২৭
২.৫.৩	TM_{11} মোড	২৮
২.৬	আয়তাকার ওয়েভগাইডের এক্সাইটেশন মোড	২৯
২.৬.১	অ্যান্টেনা কাপলিং	২৯
২.৬.২	সম-অক্ষীয় লাইন কাপলিং	৩১
২.৭	বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের বৈশিষ্ট্য, ফিল্ড প্যাটার্ন ও অসুবিধা	৩১
২.৮	ওয়েভগাইডের কাট-অফ-গাইড এবং ফ্রি স্পেস ওয়েভলেংথের মধ্যকার সম্পর্ক	৩২
◈	সমাধানসহ উদাহরণ	৩৪

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৩
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪৫
সমস্যাবলি ৪৬

অধ্যায়-৩ : মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের ধারণা

৩.০ ভূমিকা ৪৭
৩.১ মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের গঠন ও কাজ ৪৭
৩.১.১ ওয়েভগাইড টী ৪৭
৩.১.২ ম্যাজিক টী ৪৮
৩.১.৩ আইসোলেটিং ডিভাইস ৪৯
৩.১.৪ অ্যাডজাস্টেবল ফেজ শিফ্টার ৫০
৩.১.৫ হাইব্রীড রিং বা র‍্যাট-রেস ৫০
৩.১.৬ কাপলিং প্রোব ৫১
৩.১.৭ কাপলিং লুপ ৫১
৩.১.৮ ওয়েভগাইড ফ্লেঞ্জ ৫১
৩.১.৯ রোটেটিং জয়েন্ট ৫২
৩.১.১০ ট্রাভেলিং ডিটেক্টর ৫৩
৩.১.১১ মোড সাপ্রেসর ৫৩
৩.১.১২ আইরিস ৫৪
৩.১.১২.১ ইন্ডাকটিভ উইন্ডো ৫৪
৩.১.১২.২ ক্যাপাসিটিভ উইন্ডো ৫৪
৩.১.১২.৩ রেজনেন্ট উইন্ডো ৫৪
৩.১.১৩ টিউনিং পোস্ট ৫৫
৩.২ ওয়েভমিটারের কার্যনীতি ৫৫
৩.২.১ রি-অ্যাকশন টাইপ ওয়েভমিটার ৫৬
৩.২.২ ক্যাভিটি ওয়েভমিটার ৫৬
৩.৩ ডিরেকশনাল কাপলারের কার্যনীতি ৫৭
৩.৩.১ ওয়েভগাইড ডাইরেকশনাল কাপলার ৫৮
৩.৩.২ দীর্ঘ স্লট ডাইরেকশনাল কাপলার ৫৮
৩.৪ ও ৩.৫ আইসোলেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি ৫৯
৩.৬ ক্যাভিটি রেজনেটরের কার্যপদ্ধতি ৬০

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬৩
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬৬
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬৯

অধ্যায়-৪ : ক্লাইস্ট্রন টিউবের ফিচার

৪.১ টু ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের গঠন ও কার্যপ্রণালি ৭১
৪.২ ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ারের আপলগেট ডায়াগ্রাম ৭২
৪.৩ মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন-এর গঠন ও কার্যপদ্ধতি ৭৪
৪.৪ মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের পারফরমেন্স ও প্রয়োগ ক্ষেত্র ৭৪
৪.৫ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি ৭৫
৪.৬ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের পারফরমেন্স এবং প্রয়োগ ৭৬

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৬
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৭
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭৮

অধ্যায়-৫ : ম্যাগনেট্রন এবং ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের ফিচার

৫.১ ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রনের গঠন ৭৯
৫.২ ম্যাগেনেট্রনে অসিলেশনের কৌশল ৮০
৫.৩ ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন ও কার্যপদ্ধতি ৮১
৫.৪ ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের পারফরমেন্স, ধর্ম এবং প্রয়োগ ৮২

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮২
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮৩
রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮৪

অধ্যায়-৬ : মাইক্রোওয়েভ পরিমাপ

৬.০ ভূমিকা ৮৫
৬.১ নিম্ন মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাণ ৮৫
৬.১.১ বলোমিটার পদ্ধতি ৮৫
৬.১.২ থার্মোকাপল পদ্ধতি ৮৭
৬.২ মধ্যম ও উচ্চ মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ ৮৭
৬.২.১ প্রবহমান ধরনের ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতি ৮৭
৬.২.২ প্রতিস্থাপন ধরনের ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতি ৮৮
৬.৩ মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি ও ওয়েভলেংথ পরিমাপ ৮৯
৬.৩.১ মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ ৮৯
৬.৩.২ মাইক্রোওয়েভ ওয়েভলেংথ পরিমাপ ৮৯
৬.৪ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও পরিমাপ ৮৯

৬.৪.১ নিম্নমানের SWR পরিমাপ ৯০
৬.৪.২ উচ্চমানের SWR পরিমাপ ৯০
৬.৫ ইম্পিড্যান্স পরিমাপ ৯১
৬.৬ অ্যাটেনিউয়েশন পরিমাপ ৯১
৬.৬.১ পাওয়ার রেশিও পদ্ধতি ৯১
৬.৬.২ প্রতিস্থাপন পদ্ধতি ৯১

অনুশীলনী-৬
- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯২
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৩
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯৪

অধ্যায়-৭ : মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা

৭.১ মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্য ৯৫
৭.২ হর্ন অ্যান্টেনা ৯৫
৭.৩ প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনা ৯৬
৭.৪ ফিড অ্যান্টেনা ৯৭
৭.৫ ক্যাসগ্রেইন ফিড ৯৭
৭.৬ লেন্স অ্যান্টেনা ৯৮

অনুশীলনী-৭
- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৮
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৯
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১০২

অধ্যায়-৮ : সেমিকন্ডাক্টর মাইক্রোওয়েভ ডিভাইস

৮.০ ভূমিকা ১০৩
৮.১ মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর ১০৩
৮.১.১ গঠন ১০৩
৮.১.২ পারফরমেন্স এবং প্রয়োগ ১০৩
৮.২ ভ্যারাক্টর ডায়োড ১০৩
৮.২.১ গঠন ১০৪
৮.২.২ অপারেশন ১০৪
৮.২.৩ বৈশিষ্ট্য ১০৫
৮.৩ প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার ১০৫
৮.৩.১ মূলনীতি ১০৬

৮.৪ গান ডায়োড ১০৭
৮.৪.১ প্রয়োগক্ষেত্র ১০৭
৮.৫ ম্যাসার ১০৭
৮.৫.১ রুবি ম্যাসার ১০৮
৮.৬ ইম্প্যাট ডায়োড ১০৮

অনুশীলনী-৮
- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০৯
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১০
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১১২

অধ্যায়-৯ : রাডার সম্পর্কে ধারণা

৯.১ রাডারের মূলনীতি ১১৩
৯.২ রাডার রেঞ্জ সমীকরণ ১১৩
৯.৩ সর্বোচ্চ রেঞ্জে প্রভাবকৃত উপাদান ১১৪
৯.৪ নয়েজের প্রভাব ১১৫
৯.৫ রাডারে ব্যবহৃত পাওয়ার এবং ফ্রিকোয়েন্সি ১১৬
৯.৬ রাডারের প্রকারভেদ ১১৬
৯.৭ রাডার রিসিভারের বিবেচ্য বিষয় ১১৭
৯.৮ রাডার ডিসপ্লে পদ্ধতি ১১৭

অনুশীলনী-৯
- অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১৮
- সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১৯
- রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১২০

অধ্যায়-১০ : রাডার পদ্ধতি

১০.১ পালস রাডার ১২১
১০.২ ডুপ্লেক্সার ১২২
১০.৩ চলমান বস্তু নির্দেশক রাডার ১২২
১০.৪ ট্রাকিং রাডার পদ্ধতি এবং সার্চ রাডার পদ্ধতি ১২৪
১০.৪.১ ট্রাকিং রাডার পদ্ধতি ১২৪
১০.৪.২ সার্চ রাডার পদ্ধতি ১২৪
১০.৫ ডপ্লার বা CW রাডার ১২৪
১০.৬ ডপ্লার রাডারের সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা ১২৫
১০.৭ FM CW রাডার ১২৫

১০.৮ রাডার অ্যান্টেনা স্ক্যানিং প্যাটার্ন ১২৬

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৭

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২৮

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৩০

অধ্যায়-১১ : রেডিও ওয়েভস সম্পর্কে ধারণা

১১.১ রেডিও দিক সন্ধানের মূলনীতি ১৩১

১১.২ রেকট্যাংগুলার লুপ অ্যান্টেনা এবং রেজালট্যান্ট ভোল্টেজ সমীকরণ ১৩১

১১.৩ লুপ অ্যান্টেনা এর দিক সন্ধানের ধাপ ১৩২

১১.৪ লুপ অ্যান্টেনা, রূপান্তরিত লুপ অ্যান্টেনা এবং অ্যাডকক অ্যান্টেনার গঠন এবং প্রয়োগ ১৩৩

১১.৫ VHF অমনিডাইরেকশনাল রেঞ্জের মূলনীতি ১৩৫

১১.৬ দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্র ১৩৬

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৭

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৮

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৪০

অধ্যায়-১২ : নেভিগেশন ওয়েভ-এর প্রাথমিক ধারণা

১২.১ লং রেঞ্জ নেভিগেশন (LORAN) ও শর্ট রেঞ্জ নেভিগেশন (SORAN) এর কার্যপদ্ধতি ১৪১

১২.২ ইনস্ট্রুমেন্ট ল্যান্ডিং পদ্ধতি ১৪১

১২.৩ গ্রাউন্ড কন্ট্রোল অ্যাপ্রোচ ১৪৩

১২.৪ মারকার বীকন এবং ট্রান্সপন্ডার ১৪৪

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪৫

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪৬

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৪৮

সুপার সাজেশনস ১৪৯–১৬৮

বাকাশিরো প্রশ্নাবলি ১৬৯–২১৪

অধ্যায়-১

মাইক্রোওয়েভ সম্বন্ধে ধারণা (Concept of microwave)

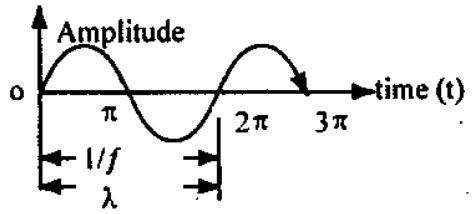
১.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

এ অধ্যায়ে মাইক্রোওয়েভ এর প্রাথমিক ধারণা দেয়া হয়েছে। মাইক্রোওয়েভ বলতে সাধারণভাবে ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট সিগন্যালকে বুঝানো হয়েছে। মাইক্রোওয়েভকে নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আবদ্ধ করা কঠিন। সাধারণভাবে গিগাহার্টজ রেঞ্জের সিগন্যালকে মাইক্রোওয়েভ নামে অভিহিত করা হয়। মাইক্রোওয়েভ সিগন্যালের সুনির্দিষ্ট কিছু বৈশিষ্ট্য আছে। এ অধ্যায়ে সে সম্পর্কে কিছুটা আলোকপাত করা হয়েছে। মাইক্রোওয়েভ সিগন্যাল ব্যবহারের ক্ষেত্রে যেসব টিউব ব্যবহার করা হয়, তাদের গঠন, বৈশিষ্ট্য এবং কার্যপ্রণালি সম্পর্কে এ অধ্যায়ে আলোকপাত করা হয়েছে।

১.১ মাইক্রোওয়েভের সংজ্ঞা (Definition of microwave) ঃ

মাইক্রো শব্দের আভিধানিক অর্থ ক্ষুদ্র এবং ওয়েভ শব্দের আভিধানিক অর্থ হল তরঙ্গ। সুতরাং, ক্ষুদ্র তরঙ্গবিশিষ্ট সিগন্যালকে মাইক্রোওয়েভ নামে অভিহিত করা হয়। একটি সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক ব্যস্তানুপাতিক। সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পেলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য হ্রাস পায়। সুতরাং সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি যত বেশি হবে, তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য তত কম হবে। এ ক্ষেত্রে বলা যায় যে, উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট সিগন্যালকে মাইক্রোওয়েভ বলা যায়। যোগাযোগ ব্যবস্থায় মাইক্রোওয়েভকে সীমাবদ্ধ করা খুবই কঠিন। সাধারণত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের সেন্টিমিটার এককে প্রকাশিত তরঙ্গদৈর্ঘ্যকে মাইক্রোওয়েভ ধরা হয়। সে দিক দিয়ে বিবেচনা করে বলা যায় যে, 100 থেকে 1 সেন্টিমিটার তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট সিগন্যালকে মাইক্রোওয়েভ বলা যায়, যার ফ্রিকোয়েন্সি 0.3–30 গিগাহার্টজ (GHz)। তবে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে মাইক্রোওয়েভকে 100 গিগাহার্টজ পর্যন্ত বর্ধিত করা যায়।

১.১ নং চিত্রে একটি তরঙ্গ চিত্র দেখানো হয়েছে। একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, ফ্রিকোয়েন্সি এবং তরঙ্গের বেগের মধ্যে সম্পর্ক আছে।



চিত্র ঃ ১.১ তরঙ্গ চিত্র

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, ফ্রিকোয়েন্সি এবং বেগের মধ্যে সম্পর্ক হল $\lambda = \frac{v}{f}$

এখানে, λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য

f = ফ্রিকোয়েন্সি

v = ইলেকট্রোম্যাগনেটিক তরঙ্গের বেগ = আলোর বেগ = 30×10^{10} সেমি/সে

ধরা যাক, 0.3 গিগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য হবে, $\lambda = \frac{3 \times 10^{10}}{0.3 \times 10^{9}} = 100$ সেমি

আবার, 30 গিগাহার্টজ বিশিষ্ট তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য হবে, $\lambda = \frac{3 \times 10^{10}}{0.3 \times 10^{9}} = 1$ সেমি

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ 0.3 গিগাহার্টজ হতে 30 গিগাহার্টজ হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য হবে 100 সেমি হতে 1 সেমি। বিপরীতভাবে বলা যায়, মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 100 সেমি হতে 1 সেমি হলে ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ হবে 0.3 গিগাহার্টজ হতে 30 গিগাহার্টজ।

১.২ ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জসহ মাইক্রোওয়েভের প্রয়োগ ক্ষেত্র (Application of microwave with frequency range) ঃ

মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জকে সুনির্দিষ্ট করা খুবই কঠিন। তবুও যোগাযোগ পদ্ধতিতে 100 থেকে 1 সেন্টিমিটার তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ওয়েভকে মাইক্রোওয়েভ ধরা হয়। এর ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ 0.3 থেকে 20 গিগাহার্টজ (GHz) ধরা হয়।

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর হতে মাইক্রোওয়েভ উৎপাদন, প্রেরণ এবং পরিমাণ প্রক্রিয়ার ব্যাপক ক্ষেত্র এবং গবেষণা শুরু হয়। কমিউনিকেশনাল, ইন্ডাস্ট্রিয়াল, বায়োমেডিকেল এবং অন্যান্য ক্ষেত্রে মাইক্রোওয়েভ প্রয়োগ হয়। ট্রপসফেরিক কমিউনিকেশন, পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট কমিউনিকেশন, স্পেস-টু-স্পেস কমিউনিকেশন ইত্যাদি মাইক্রোওয়েভ কমিউনিকেশন পদ্ধতির ব্যবহারিক ক্ষেত্র। রাডার, এয়ারক্রাফ্ট, আন্তর্জাতিক টেলিফোন, টেলিভিশন কমিউনিকেশন, রিমোট সেনসিং ইত্যাদি মাইক্রোওয়েভের প্রয়োগ।

মাউক্রোওয়েভের বিশেষ কিছু সুবিধা যেমন ঃ অধিক গতীরে তাপ প্রেরণ, দ্রুত এবং তাৎক্ষণিক শক্তি নিয়ন্ত্রণ এবং শক্তি প্রেরণের দক্ষতা ইত্যাদির কারণে ইন্ডাস্ট্রিতে মাইক্রোওয়েভের ব্যবহার উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে। মাইক্রোওয়েভ ব্যবহারের দিক দিয়ে ইন্ডাস্ট্রিসমূহকে ফুড ইন্ডাস্ট্রি, রাবার ইন্ডাস্ট্রি, প্লাস্টিক ইন্ডাস্ট্রি, কেমিক্যাল ইন্ডাস্ট্রি, ফরেস্ট পাবলিক ইন্ডাস্ট্রি, মাইনিং পাবলিক ওয়ার্ক ইত্যাদি গ্রুপে বিভক্ত করা যায়। সাধারণ ইন্ডাকশন হিটিং (Induction Heating) প্রক্রিয়ায়ও মাইক্রোওয়েভ ব্যবহার করা হয়।

ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ডের উপর ভিত্তি করে মাইক্রোওয়েভের শ্রেণিবিন্যাস (Classification of Microwave on the Basis of Frequency Band) ঃ

ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ডের উপর ভিত্তি করে মাইক্রোওয়েভকে নিম্নরূপে শ্রেণিবিন্যাস করা যায় ঃ

টেবিল-১.১ ঃ মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডস

ব্যান্ড	ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ (গিগাহার্টজ)
U	0.3 – 1.12
L	1.12 – 1.7
LS	1.7 – 2.6
S	2.6 – 3.95
C	3.95 – 5.85
XC	5.85 – 8.2
X	8.2 – 12.4
Ku	12.4 – 18.0
K	18.0 – 26.5
Ka	26.5 – 40.00

নিচের টেবিলে ফ্রিকোয়েন্সির বিভিন্ন এককের মধ্যে সম্পর্ক দেখানো হয়েছে।

টেবিল-১.২

বিভিন্ন একক	হার্টজ
কিলোহার্টজ (KHz)	10^3(Hz)
মেগাহার্টজ (MHz)	10^6(Hz)
গিগাহার্টজ (GHz)	10^9(Hz)
টেরাহার্টজ (THz)	10^{12}(Hz)

এ ছাড়াও, সাধারণভাবে সামরিক যন্ত্রপাতিতে ব্যবহৃত সাম্প্রতিককালে মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডের শ্রেণিভেদ টেবিল- ১.৩-তে দেখানো হয়েছে ঃ

টেবিল-১.৩ ঃ সামরিক ক্ষেত্রে ব্যবহৃত মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ড

ব্যান্ড	ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ (গিগাহার্টজ)
A	0.1 – 0.25
B	0.25 – 0.5
C	0.5 – 1.0
D	1.0 – 2.0
E	2.0 – 3.0
F	3.0 – 4.0
G	4.0 – 6.0
H	6.0 – 8.0
I	8.0 – 10.0
J	10.0 – 20.0
K	20.0 – 40.0
L	40.0 – 60.0
M	60.0 – 100.0

১.৩ মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of microwave) :

মাইক্রোওয়েভের কিছু বৈশিষ্ট্য আছে, যার জন্য ব্যাপকভাবে মাইক্রোওয়েভ ব্যবহৃত হচ্ছে। বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ

১। ব্যান্ডউইডথ (Bandwidth), ২। ডাইরেক্টিভিটি (Directivity),
৩। বিশ্বস্ততা (Reliability), ৪। পাওয়ার (Power requirements),
৫। গেইন (Gain)।

১। **ব্যান্ডউইডথ (Bandwidth) ঃ** মাইক্রোওয়েভের রেঞ্জ অধিক হওয়ায় চ্যানেল ক্যাপাসিটি বৃদ্ধি পায়। ফলে, টিভি কমিউনিকেশনে চ্যানেল সংখ্যা বৃদ্ধি করা যায়। এতে সিগন্যাল-টু-নয়েজ রেশিও বৃদ্ধি পায়।

২। **ডাইরেক্টিভিটি (Directivity) ঃ** মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গের ফ্রিকোয়েন্সি বেশি হওয়ায় অ্যান্টেনার সাইজ হ্রাস পায় এবং ডাইরেক্টিভিটি বৃদ্ধি পায়। মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গ বিভিন্ন দিকে না ছড়িয়ে সুনির্দিষ্ট দিকে গমন করে।

৩। **বিশ্বস্ততা (Reliability) ঃ** মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে লাইন অব সাইট (Line of Sight) প্রপাগেশন ঘটে। ফলে প্রেরক ও গ্রাহকের মধ্যে সরাসরি শক্তির স্থানান্তর ঘটে বলে ফেডিং ইফেক্ট (Fading effect) কম ঘটে। তা ছাড়া, মাইক্রোওয়েভ প্রপাগেশন প্রতিকূল আবহাওয়ার কোনো প্রভাব পড়ে না।

৪। **পাওয়ার (Power requirements) ঃ** মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গের ক্ষেত্রে প্রেরক ও গ্রাহক উভয়ের জন্য অপেক্ষাকৃত কম পাওয়ার প্রয়োজন হয়। ফলে, অন্যান্য কমিউনিকেশনের চেয়ে এতে রিপিটার স্টেশন (Repeater Station) কম প্রয়োজন হয়।

৫। **গেইন (Gain) ঃ** মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে তরঙ্গ সুনির্দিষ্ট দিকে গমন করে বলে তরঙ্গের অপচয় কম হয়। ফলে, গেইন বৃদ্ধি পায়।

১.৪ প্রচলিত টিউবে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সি প্রয়োগের সমস্যা (Problems associated with conventional tubes at UHF) ঃ

ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পেলে অ্যামপ্লিফায়ার এবং অসিলেটর হিসাবে সাধারণ টিউবের ব্যবহার সীমিত হয়ে পড়ে। বিশেষ করে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে প্রচলিত টিউব অকার্যকর হয়ে পড়ে। কারণ, এ ক্ষেত্রে অধিক পাওয়ার প্রয়োগ করলেও আউটপুট হ্রাস পায় এবং গেইন একক বা তার নিচে নেমে আসে। অ্যামপ্লিফায়ার অপেক্ষা অসিলেটরের আউটপুট আরও দ্রুত হ্রাস পায়। ফলে, সাধারণ টিউবে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল প্রয়োগ করা যায় না।

নিচে উল্লেখিত কারণে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সিতে আউটপুট হ্রাস পেয়ে থাকে ঃ

১। ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স (Inter-electrode Capacitance),
২। লীড ইন্ডাকট্যান্স (Lead Inductance),
৩। ট্রানজিট টাইমের প্রভাব (Transit Time Effect),
৪। ক্যাথোড ইমিশন (Cathode Emission),
৫। প্লেট হিট ডিসিপেশন এরিয়া (Plate Heat Dissipation Area),
৬। স্কিন ইফেক্ট, বিকিরণ, ডাই-ইলেকট্রিক লস এর কারণে পাওয়ার লস (Power loss due to skin-effect, radiation, di-electric loss)।

১। **ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্সের প্রভাব ঃ** টিউবের বিভিন্ন ইলেক্ট্রোডসমূহের মধ্যে ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স তৈরি হয়। ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পেলে ক্যাপাসিটি ও রিয়্যাকট্যান্স হ্রাস পায়। ফলে, লিকেজ বৃদ্ধি পায় এবং আউটপুট হ্রাস পায়।

২। **লীড ইন্ডাকট্যান্সের প্রভাব ঃ** ইলেকট্রোডসমূহ অভ্যন্তরীণভাবে ইন্ডাকট্যান্স প্রদর্শন করে। উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সিতে ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স বৃদ্ধি পায়। ফলে, ইনপুট পাওয়ার হ্রাস পায়, পাওয়ার লস বেশি হয় এবং ফলশ্রুতিতে আউটপুট হ্রাস পায়।

৩। **ট্রানজিট টাইমের প্রভাব ঃ** ক্যাথোড থেকে অ্যানোডে ইলেকট্রন গমন করতে যে সময় প্রয়োজন, তাকে ট্রানজিট টাইম বলে। ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পেলে, তরঙ্গের টাইম পিরিয়ড খুব কম হয় এবং সে ক্ষেত্রে ট্রানজিট টাইমও কম হওয়া আবশ্যক। তা না হলে ক্যাথোড ও অ্যানোড পোলারিটির পরিবর্তনের সাথে সঙ্গতি রেখে ইলেকট্রন প্রবাহের সংখ্যা হ্রাস পাবে এবং আউটপুট হ্রাস পাবে।

৪। **ক্যাথোড ইমিশন ঃ** ক্যাথোড থেকে ইমিশন বৃদ্ধি করতে হলে নিচের প্রক্রিয়া অবলম্বন করা প্রয়োজন ঃ

১। ক্যাথোড এরিয়া বৃদ্ধিকরণ,

২। ফিলামেন্ট ভোল্টেজ বৃদ্ধিকরণ,

৩। ফিলামেন্ট তাপমাত্রা বৃদ্ধিকরণ।

ক্যাথোড এরিয়া বৃদ্ধি করা হলে ইলেকট্রোক্যাপাসিট্যান্স বৃদ্ধি পায়, যা কাম্য নয়। আবার ফিলামেন্ট ভোল্টেজ এবং তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট মানের চেয়ে বৃদ্ধি করা যায় না। ফলে, ক্যাথোড ইমিশন সীমিত হয়ে পড়ে।

৫। **প্লেট ডিসিপেশন এরিয়া ঃ** ক্যাথোডের ন্যায় একই কারণে প্লেট ডিসিপেশন এরিয়াও বৃদ্ধি করা যায় না।

৬। **পাওয়ার লস ঃ** আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সিতে স্কিন ইফেক্ট, বিকিরণ এবং ডাই-ইলেকট্রিক লস বৃদ্ধি পায়। ফলে, সার্বিকভাবে পাওয়ার লস বেড়ে যায় এবং আউটপুট ও দক্ষতা উভয়ই হ্রাস পায়।

১.৫ আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সি টিউবের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of tubes for Ultra High Frequency) ঃ

ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধির সাথে সাথে ডিভাইসের আকৃতি হ্রাস পায়। একইভাবে পাওয়ার হ্রাস পায় এবং নয়েজ লেভেল বৃদ্ধি পায়। সেজন্য প্রচলিত নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সির টিউব-এ মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করা যায় না। একটি টিউবের ইলেকট্রোডসমূহের মধ্যে ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স এবং ইলেকট্রোড ইন্ডাকট্যান্স গঠিত হয়। ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধির সাথে সাথে ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স হ্রাস পায় এবং ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স বৃদ্ধি পায়। ফলে, ইলেকট্রোডসমূহের মধ্যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, যা তাপ আকারে প্রকাশ পায়। ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স বৃদ্ধির ফলে ইনপুট পাওয়ার হ্রাস পায়। সামগ্রিকভাবে টিউবে পাওয়ার হ্রাস পায়, লস বেশি হয় ও নয়েজ বেশি দেখা দেয়। এ জন্য মাইক্রোওয়েভ টিউবকে বিশেষভাবে গঠন করতে হয়।

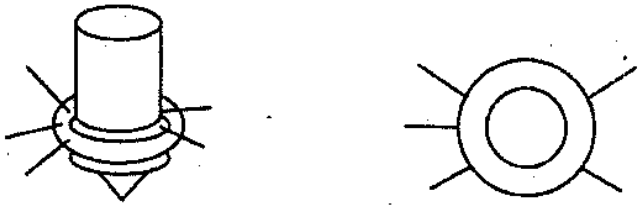
মাইক্রোওয়েভ টিউবের গ্রিড লস এবং নয়েজ হ্রাস করার জন্য তার ট্রানজিট-টাইম খুব ক্ষুদ্র হওয়া আবশ্যক। একই সাথে ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স এবং ইলেকট্রোড ইন্ডাকট্যান্স হ্রাস করা প্রয়োজন। সুতরাং, টিউবের ট্রানজিট টাইম হ্রাস করার জন্য টিউবের ইলেকট্রোডসমূহকে যতটা সম্ভব কাছাকাছি স্থাপন করা আবশ্যক। সে ক্ষেত্রে যখন টিউব বন্ধ করা হয়, তখন লক্ষ রাখতে হবে যেন ইলেকট্রোডসমূহ পরস্পরের সাথে স্পর্শ না করে থাকে। প্লেটে ভোল্টেজ প্রয়োগ বৃদ্ধি করেও ট্রানজিট টাইম হ্রাস করা যায়। কিন্তু সে ক্ষেত্রে অযথা প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পেয়ে থাকে। ফলে, এ প্রক্রিয়া তেমন গ্রহণযোগ্য নয়। ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স, ইলেকট্রোডের ক্ষেত্রফলের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক এবং ইলেকট্রোডের মধ্যে দূরত্বের বিপরীত আনুপাতিক হয়। ইলেকট্রোডের ক্ষেত্রফল হ্রাস এবং ইলেকট্রোডসমূহের মধ্যে দূরত্ব হ্রাস করে ইন্টার ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স হ্রাস করা যায়। অপরদিকে, ইলেকট্রোডকে রিং আকৃতি করে ইলেকট্রোড ইন্ডাকট্যান্স দূর করা যায়।

যখন ইলেকট্রোডের ক্ষেত্রফল হ্রাস করা হয়, তখন অবশ্যই ইলেকট্রোডের সর্বোচ্চ পাওয়ার অপচয় ক্ষমতার মধ্যে পাওয়ার নির্গমন হ্রাস পায়। এভাবে ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধির সাথে সাথে আউটপুট পাওয়ার ক্রমান্বয়ে কম হতে থাকে। এ অসুবিধা, আংশিকভাবে ডিজাইন এবং গঠন উন্নত করে এবং ফোর্সড কুলিং ব্যবহার করে দূর করা যায়। ফলশ্রুতিতে UHF টিউবের প্রায়শ বাহিরের অ্যানোডে কুলিং এর ব্যবস্থা করতে হয়। Ultra High Frequency (UHF) এর রেঞ্জ 0.3 গিগাহার্টজ থেকে 3 গিগাহার্টজ।

এ সমস্ত প্রক্রিয়া ব্যবহার করে টিউবের উন্নয়ন সম্ভব। UHF টিউব হিসাবে যে সমস্ত টিউব ডিজাইন করা হয়, সেগুলো হল অ্যাক্রোন টিউব বা পেন্সিল টিউব, ডোর-নব টিউব, ডিস্ক সিল বা লাইট হাউস টিউব ইত্যাদি।

১.৬ অ্যাক্রোন টিউবের মূলনীতি (Basic principle of acron tube) ঃ

অ্যাক্রোন টিউব খুব ছোট আকৃতির করে তৈরি করা হয়। এর ইলেকট্রোডসমূহের আকৃতিও খুব ছোট এবং প্রচলিত আকৃতির হয়ে থাকে। এ টিউবগুলো অ্যামপ্লিফায়ার এবং লো পাওয়ার অসিলেটর সার্কিটে ব্যবহার উপযোগী করে তৈরি করা হয়। এটি সর্বোচ্চ 1200 মেগাহার্টজ (10^6) ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার উপযোগী হয়ে থাকে। নিচের চিত্রে অ্যাক্রোন টিউবের গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ



(ক) সম্মুখ দৃশ্য (খ) উপর দৃশ্য

চিত্র ঃ ১.২ অ্যাক্রোন টিউব

ডোর নব টিউবের ক্ষেত্রে অধিক পাওয়ার আউটপুট এবং ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহারের উচ্চ সীমা পাওয়া সম্ভব। এর গ্রিড টাংস্টেন তারের কুণ্ডলী দ্বারা তৈরি হয়, যা কুলিং পিনের উপর এবং একটি ভি-শেপ প্লেটের বাড়তি অংশের উপর স্থাপিত হয়।

কিছু অ্যাক্রোন এবং ডোর-নব টিউবের ক্ষেত্রে গ্রিড এবং প্লেট লীড প্রত্যেকটি দু'টি করে হয়, যা ঢাকনার কোনাকুনি বিন্দু থেকে বের হয়ে থাকে।

যদিও এ ধরনের টিউবকে এক প্রান্তীয় টিউবের অনুরূপ ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হতে পারে, তথাপি একে দ্বি-প্রান্তীয় লীড গঠন করায় কিছুটা সুবিধা পাওয়া যায়। এটাকে দ্বি-প্রান্তীয় করায় গ্রিড এবং প্লেট সেকশনে দুটি করে লীড প্যারালালে যুক্ত থাকে এবং উভয় অংশ হতে প্যারালাল সংযোগ গ্রহণ করা যায়। যদি উভয় সেকশনের লাইনের দূরত্ব সঠিকভাবে নির্বাচন করা যায়, তবে লাইনের উচ্চ ইম্পিড্যান্স বিন্দুতে শর্ট সার্কিট হয়ে থাকে। কারণ, গ্রিড এবং প্লেটের মধ্যে ক্যাপাসিট্যান্স দু'টি অংশে বিভক্ত হয় এবং এ ধরনের সার্কিটে সর্বোচ্চ অসিলেশন ফ্রিকোয়েন্সি উচ্চতর করা যায়। দ্বি-প্রান্তীয় টিউব গঠন করায় রেডিয়েশন হ্রাস পায়। উপরন্তু অর্ধেক ক্যাপাসিটরে চার্জিং কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ায় লীড পাওয়ার অপচয় হ্রাস পায় বা কম হয়।

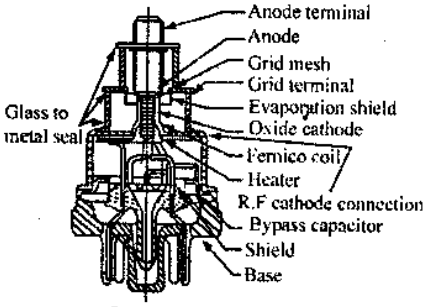
অ্যাক্রোন এবং ডোর-নব টিউবগুলো বাটারফ্লাই টিউনারে সফলতার সাথে ব্যবহার করা যায়। টিউনারকে পৃথকীকরণ ক্যাপাসিটরের মাধ্যমে গ্রিড এবং প্লেটের উচ্চ ইম্পিড্যান্স বিন্দুতে সংযোগ প্রদান করা যায়, যার ফলে এর উপযুক্ত ভোল্টেজে এর প্রয়োগ সম্ভব হয়।

অ্যাক্রোন এবং ডোর নব-টিউবকে অসিলেটর হিসাবে ব্যবহার করা যায়। অসিলেটর একটি ফ্রিকোয়েন্সি জেনারেটর (Frequency generator)।

১.৭ ডিস্ক সিল টিউবের মূলনীতি (Basic Principle of disk seal tube) ঃ

একে লাইট হাউস টিউবও বলা হয়। এ ধরনের টিউব বর্তমানে উন্নত করা হয়েছে। একটি প্রচলিত ডিস্ক-সিল টিউব ১.৩ নং চিত্রে প্রদর্শন করা হয়েছে। এর ট্রানজিট টাইম প্রভাব হ্রাস করার জন্য টিউবের অভ্যন্তরে ইলেকট্রোডের মধ্যে দূরত্ব কমানো হয়। সাধারণত ক্যাথোড এবং গ্রিডের মধ্যে ০.০১ সেন্টিমিটার এবং গ্রিড ও অ্যানোডের মধ্যে ০.০৪ সেন্টিমিটার দূরত্ব রাখা হয়।

ডিস্ক-সিল টিউবের ডিস্ক কোন ইলেকট্রোডের লীড নয়। কিন্তু ডিস্ক এবং ইলেকট্রোড গঠন রেজোনেন্ট ক্যাভিটির অভ্যন্তরীণ ইলেকট্রোডের চারিপার্শ্বের স্থানে রি-এন্ট্রান্ট অংশ হিসাবে কাজ করে।



চিত্র ঃ ১.৩ ডিস্ক-সিল টিউব

এ ধরনের টিউব 3000 মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি পর্যন্ত ব্যবহার করা যায়। এর আউটপুট ক্যাভিটি হতে ইনপুট ক্যাভিটিতে ফিডব্যাকের মাধ্যমে একে অসিলেটর হিসাবে ব্যবহার করা যায়। গ্রিড-প্লেট ক্যাভিটির সাথে সংযুক্ত অতিরিক্ত কাপলিং লুপের সাহায্যে কিছু পরিমাণ শক্তি অপসারণ করা হয় এবং ইনপুট লুপে প্রয়োগ করা হয়। ক্যাভিটির রেজোনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সি দ্বারা আউটপুট সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণ করা হয়। সুতরাং ব্যবস্থাপনাকে সুচতুরভাবে অ্যাডজাস্ট করে, ক্যাভিটিকে পরিবর্তনশীল ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহারযোগ্য করে টিউন্ড করা যায়।

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **মাইক্রোওয়েভ কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২]

অথবা, মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভ বলতে সাধারণভাবে ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট সিগন্যালকে বুঝায়।

২। **মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি কোন রেঞ্জে ধরা হয়?**

উত্তর ঃ গিগাহার্টজ রেঞ্জে।

৩। **একটি সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সম্পর্ক কীরূপ?**

উত্তর ঃ ফ্রিকোয়েন্সি এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক ব্যস্তানুপাতিক।

৪। **মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গ কত হতে পারে?**

উত্তর ঃ 100 থেকে 1 সেন্টিমিটার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট হতে পারে।

৫। **মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ সচরাচর কত?** [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১২, ১৩, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ সচরাচর 0.3-30 গিগাহার্টজ, তবে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে মাইক্রোওয়েভকে 100 গিগাহার্টজ পর্যন্ত বর্ধিত করা যায়।

৬। **ইলেকট্রন টিউবের ক্যাথোড থেকে ইমিশন বৃদ্ধি করতে হলে কোন প্রক্রিয়া অবলম্বন করা প্রয়োজন?**

উত্তর ঃ নিম্নের প্রক্রিয়া অবলম্বন করা যায় ঃ

(i) ক্যাথোড এরিয়া বৃদ্ধিকরণ।

(ii) ফিলামেন্ট ভোল্টেজ বৃদ্ধিকরণ।

(iii) ফিলামেন্ট তাপমাত্রা বৃদ্ধিকরণ।

৭। **মাইক্রোওয়েভে U ব্যান্ডের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ কত?**

উত্তর ঃ $0.3 \rightarrow 1.12$ গিগাহার্টজ।

৮। **L ব্যান্ডের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ কত?**

উত্তর ঃ $1.12 \rightarrow 1.7$ গিগাহার্টজ।

৯। **S ব্যান্ডের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ কত?**

উত্তর ঃ $2.6 \rightarrow 3.95$ গিগাহার্টজ।

১০। **C ব্যান্ডের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ কত?**

উত্তর ঃ $3.95 \rightarrow 5.85$ গিগাহার্টজ।

১১। **K ব্যান্ডের ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড কত?**

উত্তর ঃ $18.0 \rightarrow 26.5$ গিগাহার্টজ।

১২। **কয়েকটি বহুল ব্যবহৃত UHF টিউবের নাম লেখ।**

উত্তর ঃ (i) অ্যাক্রোন টিউব বা পেন্সিল টিউব,

(ii) ডোর নব টিউব,

(iii) ডিস্ক সিল বা লাইট হাউস টিউব।

১৩। মাইক্রোওয়েভ টিউবের ট্রানজিট টাইম ক্ষুদ্র হওয়া আবশ্যক কেন?

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভ টিউবের গ্রিড লস এবং নয়েজ হ্রাস করার জন্য তার ট্রানজিট টাইম ক্ষুদ্র হওয়া আবশ্যক।

১৪। কীভাবে টিউবের ট্রানজিট টাইম হ্রাস করা যায়?

উত্তর ঃ টিউবের ইলেকট্রোডসমূহকে যতটা সম্ভব কাছাকাছি স্থাপন করে টিউবের ট্রানজিট টাইম হ্রাস করা যায়।

১৫। পেন্সিল টিউব বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ খুব ছোট আকৃতির অ্যাক্রোন টিউবকে পেন্সিল টিউব বলা হয়। এর ইলেকট্রোডসমূহের আকৃতিও ছোট। এ টিউবগুলো অ্যামপ্লিফায়ার এবং লো পাওয়ার অসিলেটর সার্কিটে ব্যবহার উপযোগী করে তৈরি করা হয়।

১৬। ডিস্ক সিল টিউবে ক্যাথোড গ্রিড ও অ্যানোডের মধ্যে কত দূরত্ব রাখা হয়?

উত্তর ঃ ক্যাথোড ও গ্রিডের মধ্যে ০.০১ সেন্টিমিটার এবং গ্রিড ও অ্যানোডের মধ্যে ০.০৪ সেন্টিমিটার দূরত্ব রাখা হয়।

১৭। ডিস্ক সিল টিউবে কীভাবে আউটপুট সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণ করা হয়?

উত্তর ঃ ক্যাভিটির রেজোনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সি দ্বারা আউটপুট সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

১৮। চারটি মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১৩]

উত্তর ঃ নিম্নে চারটি মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম দেয়া হল ঃ

(ক) রাডার,
(খ) এয়ারক্রাফ্ট,
(গ) আন্তর্জাতিক টেলিফোন,
(ঘ) টেলিভিশন কমিউনিকেশন।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। মাইক্রোওয়েভ অর্থ কী?

উত্তর ঃ মাইক্রো (Micro) শব্দের আভিধানিক অর্থ ক্ষুদ্র এবং ওয়েভ (Wave) শব্দের আভিধানিক অর্থ তরঙ্গ। সুতরাং, ক্ষুদ্র তরঙ্গবিশিষ্ট সিগন্যালকে মাইক্রোওয়েভ নামে অভিহিত করা যায়।

২। মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, ফ্রিকোয়েন্সি ও বেগের মধ্যে সম্পর্ক কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২, ১৫]

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, ফ্রিকোয়েন্সি এবং বেগের মধ্যে সম্পর্ক হল $\lambda = \frac{v}{f}$

এখানে,

λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য
f = ফ্রিকোয়েন্সি
v = ইলেকট্রোম্যাগনেটিক তরঙ্গের বেগ
আলোর বেগ,
$= 30 \times 10^{10}$ সেমি/সে।

৩। 0.3 গিগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১০, ১৩]

উত্তর ঃ আমরা জানি,

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{v}{f}$

$v = 3 \times 10^{10}$ সেমি/সে.
$f = 0.3$ গিগাহার্টজ
$\lambda = ?$

সুতরাং,

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^{10}}{0.3 \times 10^{9}} = 100 \text{ সেমি।}$$

৪। মাইক্রোওয়েভের বিশেষ সুবিধা কী?

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভের বিশেষ সুবিধা নিম্নরূপ ঃ

(i) অধিক গভীরে তাপ প্রেরণ,

(ii) দ্রুত এবং তাৎক্ষণিক শক্তি নিয়ন্ত্রণ,

(iii) শক্তি প্রেরণের দক্ষতা।

৫। মাইক্রোওয়েভের কয়েকটি ব্যবহারিকক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভের কয়েকটি ব্যবহারিক ক্ষেত্র নিম্নে উল্লেখ করা হলো। যথা–

(i) ট্রপসফোরক কমিউনিকেশন,

(ii) পয়েন্ট-টু-পয়েন্ট কমিউনিকেশন,

(iii) স্পেস টু স্পেস কমিউনিকেশন,

(iv) ইন্ডাস্ট্রিয়াল,

(v) বায়োমেডিকেল ইত্যাদি।

৬। মাইক্রোওয়েভের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]

অথবা, মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(i) ব্যান্ডউইড্থ (Bandwidth),

(ii) ডাইরেক্টিভিটি (Directivity),

(iii) বিশ্বস্ততা (Reliability),

(iv) পাওয়ার (Power Requireuent),

(v) গেইন (Gain)।

৭। মাইক্রোওয়েভের ডাইরেক্টিভিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গের ফ্রিকোয়েন্সি বেশি হওয়ায় অ্যান্টেনার সাইজ হ্রাস পায় এবং ডাইরেক্টিভিটি বৃদ্ধি পায়। মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গ বিভিন্ন দিকে না ছড়িয়ে সুনির্দিষ্ট দিকে গমন করে।

৮। কোন কোন কারণে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সিতে আউটপুট হ্রাস পেয়ে থাকে? [বাকাশিবো–২০০৭, ১১, ১৫, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত কারণে ঃ

(i) ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স,

(ii) লীড ইন্ডাকট্যান্স,

(iii) ট্রানজিট টাইমের প্রভাব,

(iv) ক্যাথোড ইমিশন,

(v) প্লেট হিট ডিসিপেশন এরিয়া,

(vi) স্কিন ইফেক্ট, বিকিরণ, ডাই-ইলেকট্রিক লস এর কারণে পাওয়ার লস।

৯। ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্সের প্রভাব কী?

উত্তর ঃ টিউবের বিভিন্ন ইলেকট্রোডসমূহের মধ্যে ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিট্যান্স তৈরি হয়। ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পেলে ক্যাপাসিটি ও রিয়্যাকট্যান্স হ্রাস পায়। ফলে, লিকেজ বৃদ্ধি পায় এবং আউটপুট হ্রাস পায়।

১০। সাধারণ টিউব মাইক্রোওয়েভে ব্যবহারযোগ্য নয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭]

উত্তর ঃ সাধারণ টিউবের ইলেকট্রোডগুলোর মধ্যে ইন্টার-ইলেকট্রোড ক্যাপাসিটেন্স সৃষ্টির ফলে ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধির সাথে সাথে ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকটেন্স হ্রাস পায় এবং ইলেকট্রোডের ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স বৃদ্ধির ফলে ইনপুট পাওয়ার হ্রাস পায়। সামগ্রিকভাবে টিউবে পাওয়ার হ্রাস পায়, লস বেশি হয় ও নয়েজ বেশি দেখা যায়।

সে জন্য প্রচলিত নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সির সাধারণ টিউবে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করা যায় না।

১১। 0.2 GHZ Frequency বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ

আমরা জানি,

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{V}{f}$

$= \frac{3 \times 10^{10}}{0.2 \times 10^{9}}$

$= 150$ সেমি.

দেওয়া আছে,

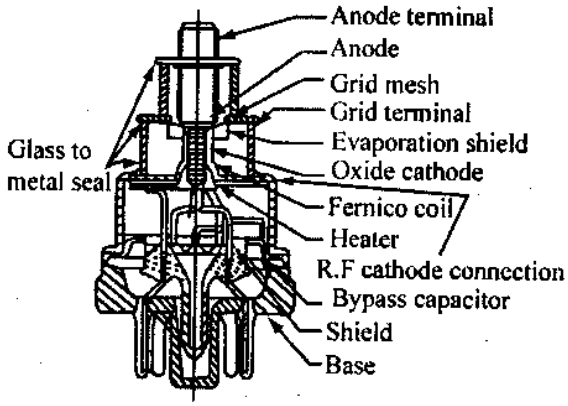
$V = 3 \times 10^{10}$ সেমি.

$f = 0.2$ গিগাহার্টজ

$\lambda =$ কত?

১২। ডিস্ক সিল টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

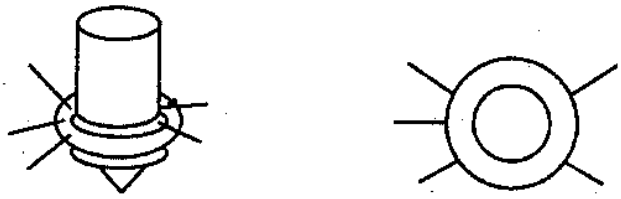
উত্তর ঃ ডিস্ক সিল টিউবের গঠনচিত্র নিচে দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ডিস্ক-সিল টিউব

১৩। অ্যাক্রোন টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ



(ক) সম্মুখ দৃশ্য (খ) উপর দৃশ্য

চিত্র ঃ অ্যাক্রোন টিউব

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। মাইক্রোওয়েভ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা কর। এর ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ দেখাও। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, বিভিন্ন মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্য ও প্রয়োগক্ষেত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.২ ও ১.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। সামরিক ক্ষেত্রে ব্যবহৃত মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডগুলোর একটি টেবিল তৈরি কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। প্রচলিত সাধারণ টিউবে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সি প্রয়োগের ক্ষেত্রে কী কী সমস্যা দেখা দেয়, বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সি টিউবের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। চিত্রের সাহায্যে অ্যাক্রোন টিউবের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ডিস্ক সিল টিউবের গাঠনিক বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮। লাইট হাউস টিউবের মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

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

অধ্যায়-২ ওয়েভগাইডের ফিচার (Features of waveguide)

২.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

বৈদ্যুতিক শক্তিকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে স্থানান্তরের জন্য ট্রান্সমিশন লাইন ব্যবহার করা হয়। কম ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে ট্রান্সমিশন লাইন উপযোগী। কিন্তু মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে ট্রান্সমিশন লাইন যথেষ্ট নয়। মাইক্রোওয়েভকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে প্রেরণের জন্য ওয়েভগাইড ব্যবহার করা হয়। এ অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের ওয়েভগাইড, ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে ওয়েভের গমন প্রকৃতি, বেগ, ওয়েভ মোড, ফিল্ড ইত্যাদি সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

২.১ ওয়েভগাইডের সংজ্ঞা (Definition of waveguide) ঃ

সাধারণভাবে যেকোন পদ্ধতিতে পরিবাহী ও অপরিবাহী ব্যবহার করে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে প্রেরণ করা হলে তাদেরকে ওয়েভগাইড বলে। তবে এ ক্ষেত্রে ওয়েভগাইডকে আরো সুস্পষ্টভাবে সংজ্ঞায়িত করা হয়েছে। ওয়েভগাইড বলতে মাঝখানে ফাঁপা ধাতব টিউবকে বুঝায়, যা মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সির ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে প্রেরণ করা হয়। ওয়েভগাইড ট্রান্সমিশন লাইনের অনুরূপ। ট্রান্সমিশন লাইন কম ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় এবং ওয়েভগাইড মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

২.২ সমঅক্ষীয় লাইন অপেক্ষা ওয়েভগাইডের সুবিধা (Advantages of waveguide over coaxial line) ঃ

সমঅক্ষীয় ক্যাবল অপেক্ষা ওয়েভগাইডের কিছু সুবিধ্য আছে। নিচে সমঅক্ষীয় ক্যাবল অপেক্ষা ওয়েভগাইডের সুবিধাগুলো আলোচনা করা হয়েছে ঃ

১। ওয়েভগাইড তৈরি করা সহজ।

২। ওয়েভগাইডের ভিতরের অংশ ফাঁপা থাকে। ভিতরে কোন পরিবাহী বা ডাই-ইলেকট্রিক থাকে না বিধায় ফ্লাশ ওভার (Flash over) কম ঘটে।

৩। ওয়েভগাইডের পাওয়ার স্থানান্তর ক্ষমতা অধিক হয়। একই মাত্রার সমঅক্ষীয় ক্যাবল অপেক্ষা ওয়েভগাইডে দশ গুণ অধিক পাওয়ার স্থানান্তর করা যায়।

৪। ওয়েভগাইডের মধ্যদিয়ে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ প্রতিফলনের মাধ্যমে গমন করে বলে পাওয়ার অপচয় কম হয়।

৫। পাওয়ার স্থানান্তরের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

২.৩ ওয়েভগাইড মোড (Mode of waveguide)ঃ

একটি ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ কোন স্পেস বা স্থানে ট্রান্সভার্স-ইলেকট্রোম্যাগনেটিক আকারে অবস্থান করে। এতে ইলেকট্রিক ফিল্ড, ম্যাগনেটিক ফিল্ড এবং ওয়েভ গমনের দিক পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। কোনো ওয়েভগাইডে এ ধরনের ওয়েভ প্রয়োগ করা হলে সেটি গাইডের স্পেসের মধ্য দিয়ে গমন করতে পারে না। কারণ, ইলেকট্রিক ফিল্ডের দিক যা-ই হোক না কেন, এটা ওয়েভগাইডের দেয়ালে শর্ট সার্কিট সৃষ্টি করে। উল্লেখ্য, ওয়েভগাইডের দেয়াল পরিপূর্ণ পরিবাহী হয়। ফলে, দেয়ালে কোনো ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় না। ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে ওয়েভকে সঞ্চালিত করার জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। এতে ওয়েভকে ওয়েভগাইডের দেয়ালে আঁকাবাঁকাভাবে প্রয়োগ করা হয়ে থাকে।

ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে নির্দিষ্ট প্যাটার্নে ওয়েভ প্রপাগেট করে, তাকে মোড বলা হয়ে থাকে। সুতরাং, মোড শব্দটি কোন একটি নির্দিষ্ট সিগন্যালের ওয়েভগাইডের মধ্যবর্তী দু'টি দেয়ালের মধ্যে বৈদ্যুতিক তীব্রতার অর্ধ-ওয়েভের সংখ্যা নির্দেশ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি উপযুক্তভাবে অ্যাডজাস্ট করা খুবই প্রয়োজন। যখন দু'য়ের অধিক দেয়াল বিদ্যমান থাকে, তখন দু'টি দেয়ালের মধ্যে বৈদ্যুতিক তীব্রতার অর্ধ-ওয়েভ বিদ্যমান থাকার সম্ভাবনাও অধিক থাকে। এভাবে, একটি নির্দিষ্ট মোড সঠিক এবং সহজভাবে নির্দেশ করার নিশ্চয়তা প্রদান করা হয়।

১৯৫৫ সালে ইনস্টিটিউট অব রেডিও ইঞ্জিনিয়ার্স অনুমোদিত মোডকে নিম্নভাবে বিভক্ত করা যায় ঃ

১। ট্রান্সভার্স ইলেকট্রিক মোড্ (TE Mode),

২। ট্রান্সভার্স ম্যাগনেটিক মোড্ (TM Mode),

৩। ট্রান্সভার্স ইলেকট্রোম্যাগনেটিক মোড্ (TEM Mode)।

কোনো ওয়েভগাইড সাধারণ যে মোডে কাজ করে, তাকে ডোমিন্যান্ট মোড বলে। ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে ন্যূনতম ফ্রিকোয়েন্সি প্রপাগেট করতে পারে, তাকে ডোমিন্যান্ট মোড বলে। ডোমিন্যান্ট মোডকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায় ঃ

১। ট্রান্সভার্স ইলেকট্রিক মোড্, $TE_{m.n}$

২। ট্রান্সভার্স ম্যাগনেটিক মোড্, $TM_{m.n}$

এখানে, m = ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা বরাবর অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সংখ্যা।

n = ওয়েভগাইডের উচ্চতা বরাবর অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সংখ্যা।

২.৪ ওয়েভগাইডের ফেজ এবং গ্রুপ গতিবেগ (Phase and group velocity of waveguide) ঃ

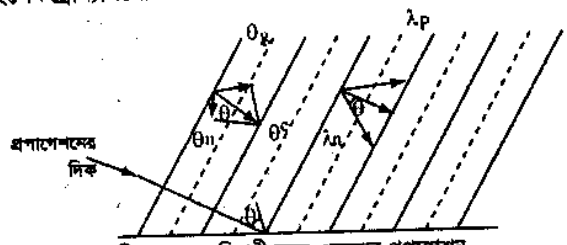
ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যখন ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ গমন করে, তখন ওয়েভগাইডের দেয়ালে এসে ওয়েভ পতিত হয় এবং প্রতিফলিত হয়ে অন্য দেয়ালে এসে পতিত হয়। পুনরায় ঐ দেয়াল থেকে প্রতিফলিত হয়। এভাবে প্রতিফলনের মাধ্যমে ওয়েভ সামনের দিকে গমন করে।

যেকোনো ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের দু'টি গতিবেগ থাকে— (i) ফেজ গতিবেগ (Phase velocity) এবং (ii) প্রপাগেশন বা গ্রুপ গতিবেগ (Propagation or group velocity)।

ফেজ গতিবেগ বলতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের ফেজ পরিবর্তনের গতিকে বুঝায়। একে ϑ_p দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের গ্রুপ গতিবেগ বলতে পরিবাহী তলের প্যারালালে ওয়েভ গমনের গতিকে বুঝায়। একে ϑ_g দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

২.১ নং চিত্রে পরিবাহী তলে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের প্রপাগেশন দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ২.১ পরিবাহী তলে ওয়েভের প্রপাগেশন

২.১ নং চিত্র হতে পাওয়া যায়,

$\vartheta_g = \vartheta_c \sin\theta$ .....(২.১)

$\vartheta_n = \vartheta_c \cos\theta$ .....(২.২)

এখানে, $\vartheta_c = \partial\lambda = 3 \times 10^4$ মি/সে. .....(২.৩)

= আলোর গতিবেগ।

আবার, $\lambda_p = \dfrac{\lambda}{\sin\theta}$ .....(২.৪)

$\lambda_n = \dfrac{\lambda}{\cos\theta}$ .....(২.৫)

শূন্য মাধ্যমে ফেজ গতিবেগ এবং গ্রুপ গতিবেগ সমান এবং তা আলোর গতির সমান হয়ে থাকে।

আমরা বলতে পারি যে ফেজ গতিবেগ,

$\vartheta_p = \partial\lambda_p$ ..... (২.৬)

বা, $\vartheta_p = \partial . \dfrac{\lambda}{\text{Sin}\theta}$

$= \dfrac{\partial\lambda}{\text{Sin}\theta}$

$\vartheta_p = \dfrac{\vartheta_c}{\text{Sin}\theta}$ .....(২.৭) [যেহেতু $\vartheta_c = \partial\lambda$]

সুতরাং, $\vartheta_g\,\vartheta_p = \vartheta_c\,\text{Sin}\theta . \dfrac{\vartheta_c}{\text{Sin}\theta}$

$\vartheta_g\,\vartheta_p = \vartheta_c^2$.....(২.৮)

২.৫ বিভিন্ন ফিল্ড প্যাটার্ন (Different types of field patterns) ঃ

২.৫.১ TE_{10} মোড (TE_{10} Mode) ঃ

TE মোড বলতে ট্রান্সভার্স ইলেকট্রিক মোড বুঝায়। TE_{10} মোড এর ডোমিন্যান্ট মোড। ২.২ নং চিত্রে ইলেকট্রিক এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ড প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। এ মোডে ওয়েভ যে দিকে গমন করে, ঐ দিকে ইলেকট্রিক ফিল্ডের কোন উপাদান থাকে না।

অর্থাৎ ওয়েভ গমনের দিকের লম্বভাবে ইলেকট্রিক ফিল্ড অবস্থান করে। কিন্তু ম্যাগনেটিক ফিল্ডের একটি অংশ ওয়েভ গমনের একই দিকে অবস্থান করে এবং অন্য অংশটি এর সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। এ মোডে ইলেকট্রিক ফিল্ডের তীব্রতা কেন্দ্রে সর্বাধিক হয় এবং ক্রমান্বয়ে হ্রাস পেয়ে দেয়ালে শূন্য হয়। ম্যাগনেটিক ফিল্ড লুপ গঠন করে। এটি ইলেকট্রিক ফিল্ডের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। অর্থাৎ ওয়েভগাইডের উপর এবং নিচ প্রান্তের সমান্তরাল অবস্থান করে।

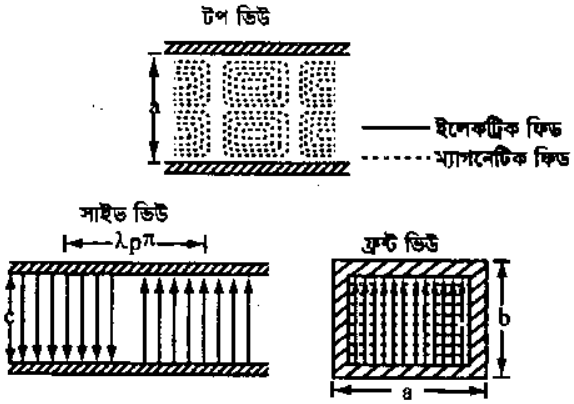
চিত্র ঃ ২.২ TE_{10} মোড

যে তলে ম্যাগনেটিক ফিল্ড অবস্থান করে, তাদের সর্বত্র এর পরিমাণ সমান থাকে। চিত্রে পূর্ণ রেখা দ্বারা ইলেকট্রিক ফিল্ড এবং ডটেড রেখা দ্বারা ম্যাগনেটিক ফিল্ড নির্দেশ করা হয়েছে।

একে TE_{mn} এর সাথে তুলনা করে, $m = 1$ এবং $n = 0$ মান পাওয়া যায়। অর্থাৎ ওয়েভগাইডের প্রশস্ত দিকে একটি অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিদ্যমান থাকে এবং তার উচ্চতা বরাবর কোন ওয়েভ নেই। ফলে প্রশস্ততা বরাবর দু'টি দেয়াল ব্যবহার করা হয়, যার দ্বারা ওয়েভ প্রতিফলিত হয়ে থাকে। কিন্তু এর উচ্চতা বরাবর কোন দেয়াল প্রয়োজন নেই। এটি হতে আরও প্রতীয়মান হয় যে, এক অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্য বরাবর স্থানে একটি দেয়াল স্থাপন করতে হয়। TE_{10} মোডে এটা অনুধাবন করা আবশ্যক যে, ইলেকট্রিক ফিল্ড যে দিকে বিস্তার লাভ করে, তার ফিল্ডের পরিবর্তন লম্বভাবে ঘটে। যেমন ধরা যাক, একটি পুকুরে ঢিল ছুঁড়লে ঢেউ এর সৃষ্টি হয়। ঢেউ যে দিকে গমন করে, পানির অণুগুলো তার সাথে লম্বভাবে আন্দোলিত হয়ে থাকে। ধরা যাক, y–দিকে ইলেকট্রিক ফিল্ড বিস্তার লাভ করে। ফলে, x–দিকে তার ফিল্ডের পরিবর্তন ঘটে থাকে এবং z–দিকে ওয়েভের প্রপাগেশন হয়। এর সকল ওয়েভ কনফিগারেশন গ্রুপ গতিবেগে গমন করে। কিন্তু যেকোনো মুহূর্তে সকল ফিল্ডই ওয়েভগাইডকে পূর্ণ করে। z–দিকে দুটি অনুরূপ বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব λ_p এর সমান হয়ে থাকে। ২.২ নং চিত্রে তা পরিষ্কারভাবে প্রদর্শন করা হয়েছে।

২.৫.২ TE_{20} মোড (TE_{20} Mode) ঃ

TE_{20} মোড TE_{10} মোডের প্রায় অনুরূপ হয়ে থাকে। কিন্তু এখানে, $m = 2$ এবং $n = 0$ হয়। অর্থাৎ ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা দিকে একটি দেয়াল হতে অন্য দেয়ালের মধ্যবর্তী দূরত্ব দুই অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান হয়। ওয়েভগাইডের উচ্চতা বরাবর কোন দেয়াল প্রয়োজন হয় না। ২.৩ নং চিত্রে TE_{20} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে।

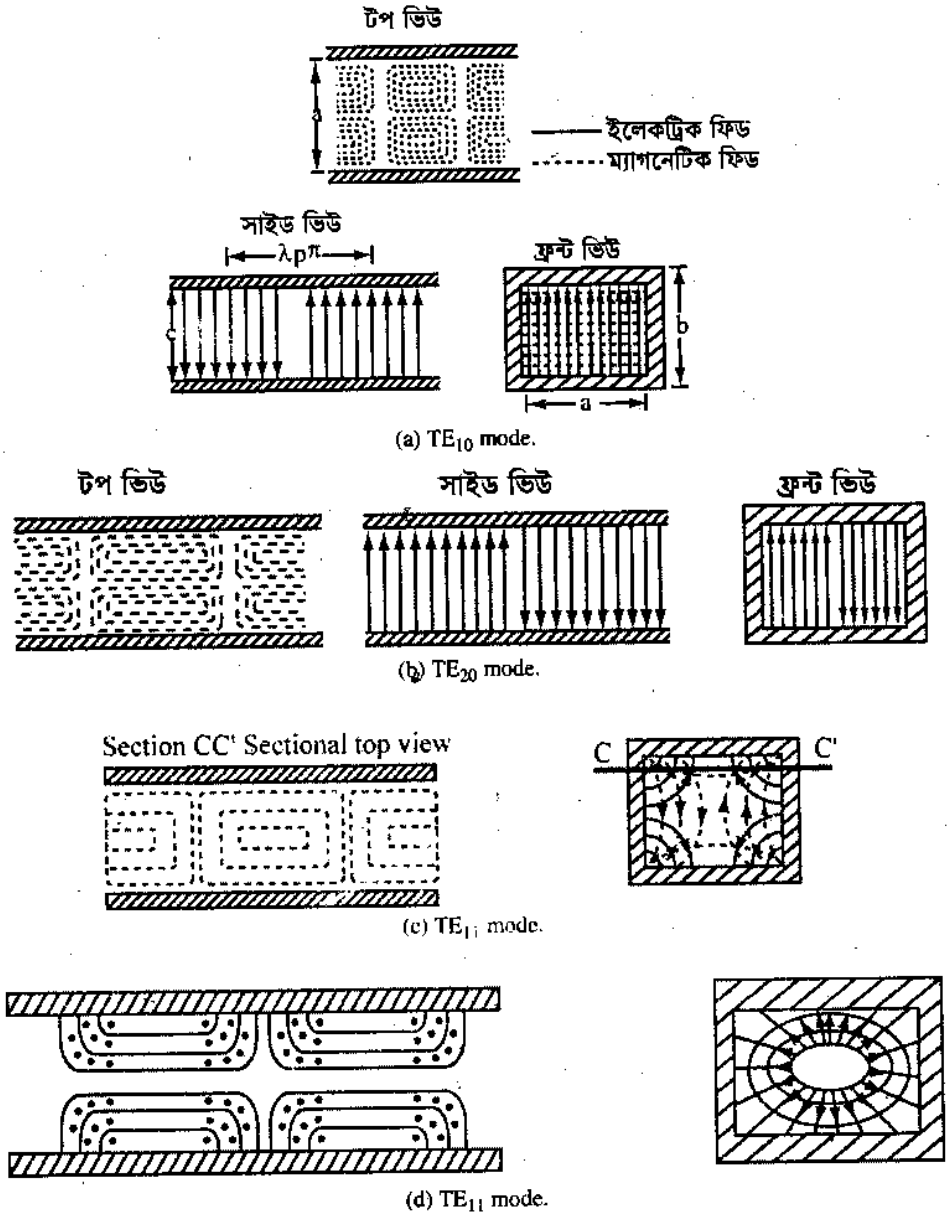


চিত্র ঃ ২.৩ TE_{20} মোডে ফিল্ড প্যাটার্ন

এতে x – y তলে ইলেকট্রিক এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ড এর পরিবর্তন হয়ে থাকে। এ তলে দুটি অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ওয়েভ অবস্থান করে। অর্থাৎ, ওয়েভগাইডের তলদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব এক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান থাকে।

২.৫.৩ TM_{11} মোড (TM$_{11}$ Mode) ঃ

TM মোড বলতে ট্রান্সভার্স ম্যাগনেটিক ফিল্ড বুঝায়। এ মোডে ওয়েভ গমনের দিকে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের কোনো উপাদান বিদ্যমান থাকে না। কিন্তু ইলেকট্রিক ফিল্ডের একটি উপাদান ওয়েভ গমনের একই দিকে অবস্থান করে এবং অন্য উপাদান ওয়েভ গমনের দিক ও ম্যাগনেটিক ফিল্ডের লম্বভাবে অবস্থান করে। ম্যাগনেটিক ফিল্ড সর্বদা বদ্ধ লুপ গঠন করে অবস্থান করে। TM_{11} মোডে ইলেকট্রিক ফিল্ড রেডিয়াল হয় এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ড x–y তলের সাথে কৌণিকভাবে অবস্থান করে। একটি TM_{11} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন ২.৪ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ২.৪ TM_{11} মোডে ফিল্ড প্যাটার্ন

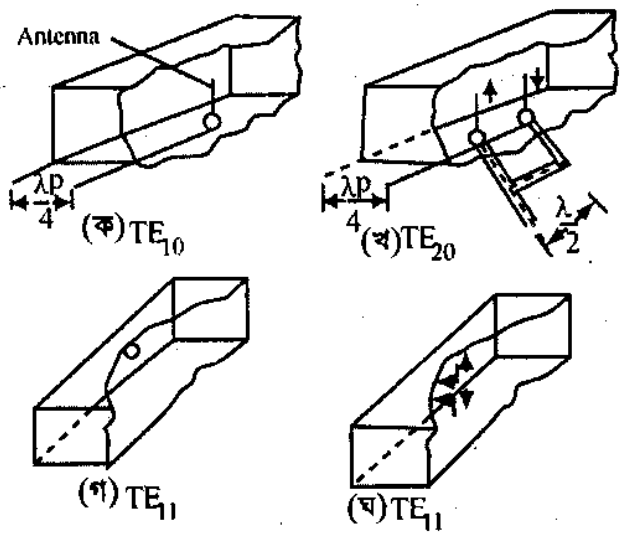
২.৪ নং চিত্রে পূর্ণ রেখা দ্বারা ইলেকট্রিক ফিল্ড এবং ডটেড বিন্দু দ্বারা ম্যাগনেটিক ফিল্ড নির্দেশ করা হয়েছে। ইলেকট্রিক ফিল্ড ওয়েভগাইডের দেয়ালের দিকে বিস্তার লাভ করে এবং দেয়ালে লম্বভাবে পতিত হয়। ম্যাগনেটিক ফিল্ড এবং ইলেকট্রিক ফিল্ড লাইনের ছেদবিন্দু পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে।

২.৬ আয়তাকার ওয়েভগাইডের এক্সাইটেশন মোড (Excitation mode of rectangular waveguide) ঃ

কোন ওয়েভগাইডের একসাইটিং পদ্ধতি তার মোডের উপর নির্ভর করে। এতে একাধিক পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, যেমনঃ অ্যান্টেনা কাপলিং, স্লট কাপলিং, ডাইরেক্ট কাপলিং ইত্যাদি। ওয়েভগাইডকে এক্সাইটেশন বলতে অ্যান্টেনা হতে ওয়েভকে ওয়েভগাইডে প্রয়োগ করা বুঝায়। নিচে বিভিন্ন প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হয়েছে ঃ

২.৬.১ অ্যান্টেনা কাপলিং ঃ

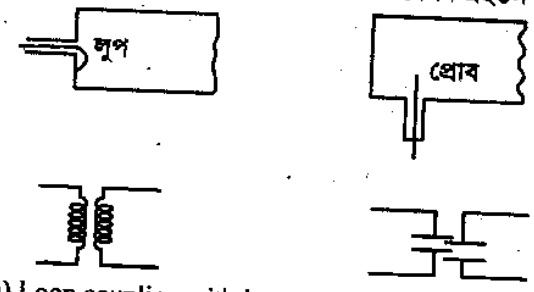
প্রোব অথবা লুপ আকৃতির ক্ষুদ্র অ্যান্টেনা যদি ওয়েভগাইডের উপযুক্ত স্থানে স্থাপন করা হয়, তবে অ্যান্টেনা হতে কাঙ্ক্ষিত মোডে ওয়েভগাইডে রেডিয়েশন শুরু হয়। ওয়েভগাইডে প্রোব বা লুপের অবস্থান সঠিক হওয়া খুবই গুরুত্বপূর্ণ। ২.৫ নং চিত্রে আয়তাকার ওয়েভগাইডে প্রচলিত মোডে এক্সাইটিং প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। ওয়েভগাইডে অ্যান্টেনার স্থান কাঙ্ক্ষিত সর্বোচ্চ ইলেকট্রিক ফিল্ডের অবস্থানের উপর নির্ভর করে। এটি দেখানো যায় যে, প্রত্যেকটি অ্যান্টেনার নিজস্ব তলের প্যারালালে অ্যান্টেনাকে পোলারাইজড করা হয়। একে কাঙ্ক্ষিত মোডের ফিল্ডের প্যারালালে স্থাপন করা হয়। ওয়েভগাইডের গ্রাহক প্রান্তে এরূপ প্রত্যেক মোডের জন্য একই ব্যবস্থাপনা গ্রহণ করা হয়। দুই বা ততোধিক অ্যান্টেনা একই সাথে ব্যবহারের ক্ষেত্রে তাদেরকে সঠিক ফেজে ফিড করা আবশ্যক। অন্যথায়, কাঙ্ক্ষিত মোড পাওয়া সম্ভব নয়। দুটি অ্যান্টেনার মাধ্যমে TE_{11} মোডে এক্সাইটিং প্রক্রিয়া ২.৫ (ঘ) নং চিত্রে প্রদর্শন করা হয়েছে। এই দুই অ্যান্টেনাকে একই ফেজে ফিড করানো হয়। আবার দুই অ্যান্টেনার মাধ্যমে TE_{20} মোডে এক্সাইটিং প্রক্রিয়া ২.৫ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। কিন্তু এতে একটির ফেজ অন্যটি হতে ১৮০° পার্থক্যে ফিড করানো হয়। এটা কাঙ্ক্ষিত ফিল্ড প্যাটার্ন পাওয়ার জন্য করা হয়।



চিত্র ঃ ২.৫ আয়তাকার ওয়েভগাইড এক্সাইটিং প্রক্রিয়া

এন্টেনার সাথে অতিরিক্ত প্রেরণ লাইন যুক্ত করে সঠিক ফেজ পার্থক্য পাওয়া যায়। একই পদ্ধতি প্রয়োগ করে উচ্চতর TEm'o মোড এক্সাইটেশন করা যায়। কিন্তু উচ্চতর TEm'o মোড বিশুদ্ধভাবে সেট করা খুবই কঠিন। এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, TM_{11} মোডে অ্যান্টেনা স্থাপন এবং TE মোডে অ্যান্টেনা স্থাপন পরস্পরের সাথে ৯০° বা লম্বভাবে সম্পন্ন করা হয়। কারণ, উভয় ক্ষেত্রে ফিল্ড স্থাপন ৯০° পার্থক্যে হয়ে থাকে। অপরদিকে, অ্যান্টেনা প্রবেশ করানোর গভীরতা আরও একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। এটি নির্ভর করে কাপলিং পাওয়ারের পরিমাণ এবং ইম্পিড্যান্সের উপর। সুতরাং, অ্যান্টেনা প্রবেশের গভীরতা নিয়ন্ত্রণ করে ওয়েভগাইডের সঙ্গে অ্যান্টেনার সামঞ্জস্যতা রক্ষা করা সম্ভব।

বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে TM_{01} মোডে প্রোব পদ্ধতির সাহায্যে অ্যান্টেনা স্থাপন করা যায়। আবার লুপ অ্যান্টেনা পদ্ধতিও ব্যবহার করা যায়। এদেরকে ২.৬ নং চিত্রের মাধ্যমে প্রদর্শন করা হয়েছে। লুপ অ্যান্টেনাকে প্রোব তলের লম্বভাবে স্থাপন করতে হয়। এটা বলা যায় যে, প্রোব কাপলিং ওয়েভের ইলেকট্রিক ফিল্ড ফিড করার জন্য এবং লুপ কাপলিং ওয়েভের ম্যাগনেটিক ফিল্ড ফিড করানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। ২.৬ নং চিত্রের সাহায্যে লুপ কাপলিং এবং প্রোব কাপলিং এর সমতুল্য বর্তনীও প্রদর্শন করা হয়েছে।



(a) Loop coupling with its equivalent circuite

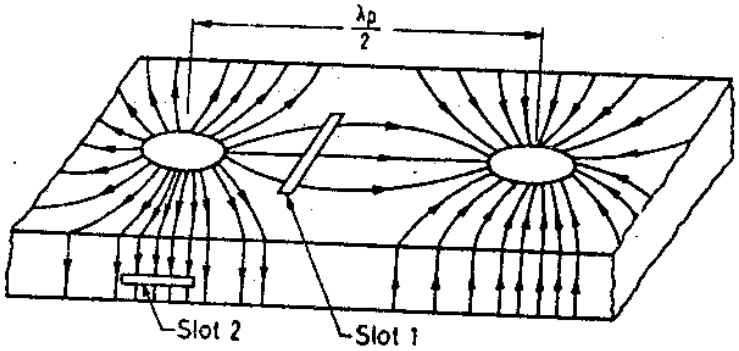
(b) Probe coupling and its equivalent circuit

চিত্র ঃ ২.৬ লুপ এবং প্রোব কাপলিং

স্লট কাপলিং ঃ কোনো ওয়েভগাইডের উপযুক্ত স্থানে স্লট কর্তন করা হয়ে থাকে, যাতে পাওয়ার রেডিয়েশনে সক্ষম হয়। যখন এর মধ্য দিয়ে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ প্রপাগেট করে, তখন ওয়েভ গাইডের দেয়ালে প্রবাহিত কারেন্টকে স্লট কর্তৃক প্রয়োজনীয় বাধা প্রদান করার ফলে এতে রেডিয়েশন হয়। ২.৭ নং চিত্রে ডোমিন্যান্ট মোডের জন্য ওয়েভগাইডের দেয়ালে কারেন্ট প্রবাহ প্রদর্শন করানো হয়েছে। এটি লক্ষ করা যায় যে, ওয়েভগাইডে ইলেকট্রিক ফিল্ডের সর্বোচ্চ তীব্রতার স্থানে কারেন্ট সজ্জিত হয় এবং দেয়াল বরাবর বিভিন্ন বিন্দুর মধ্যে ভোল্টেজ এর জন্য কারেন্ট দেয়ালের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এ ধরনের কারেন্ট সকল মোডের জন্য দেখানো যায়। তবে এখানে শুধু ডোমিন্যান্ট মোডের জন্য দেখানো হয়েছে।

যদি ওয়েভগাইডের দেয়ালে একটি গর্ত কর্তন করা হয়, তবে ওয়েভগাইড হতে স্লটের দিকে শক্তি গমন করবে অথবা স্লট হতে ওয়েভগাইডের দিকে গমন করবে। বাহির হতেও শক্তি স্লটের মধ্য দিয়ে ওয়েভগাইডের দিকে প্রবাহিত করা যায়। ফলশ্রুতিতে, এক বা একাধিক স্লটের সাথে কাপলিং করে এক ওয়েভগাইড হতে অন্য ওয়েভগাইডে বা ক্যাভিটি রেজনেটরে শক্তি সঞ্চালিত করা যায়।

যখন স্লট কাপলিং ব্যবহার করা হয়, তখন এতে এক ওয়েভগাইডের দেয়ালে ইলেকট্রিক ফিল্ড লাইন সমাপ্ত হয়ে অন্য ওয়েভগাইডের দিকে সঞ্চালিত হয়। নতুবা স্লটের কারেন্ট প্রবাহ বাধা পাওয়ার জন্য ম্যাগনেটিক ফিল্ড এক ওয়েভগাইড হতে অন্য ওয়েভগাইডে সঞ্চালিত হয়।



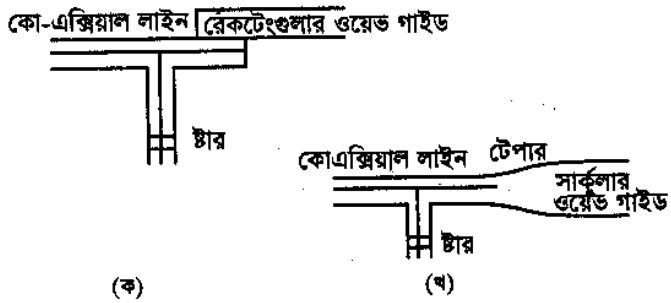
চিত্র ঃ ২.৭ ওয়েভগাইডের স্লট কাপলিং

কিছু ক্ষেত্রে ইলেকট্রিক এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ড উভয়ই পৃথক স্লটের মাধ্যমে কাপলিং করা হয়। এ ক্ষেত্রে দু'টি স্লটকে পরস্পরের সাথে ৯০° কোণে স্থাপন করা হয়। সর্বোচ্চ ইলেকট্রিক ফিল্ড পাওয়ার জন্য ইলেকট্রিক কাপলিং এবং ওয়েভের দেয়ালকে কারেন্ট ইন্টারাপ্টেড করে ম্যাগনেটিক কাপলিং করা হয়। এভাবে স্লট-১ কে এই স্থানে স্থাপন করা হয় যে, ইলেকট্রিক ফিল্ড শূন্য এবং এটিকে ম্যাগনেটিক কাপলিং উপযোগী করা হয়। ওয়েভগাইডের দেয়ালের যেকোনো স্থানে স্লট করা যায় এবং এটি হতে কাপলিং গ্রহণ করা যায়। কিন্তু বিভিন্ন স্থানে কাপলিং এর ফলে পাওয়ার এবং কাপলিং প্রক্রিয়া ভিন্ন হয়।

স্লট কাপলিং দু'টি ওয়েভগাইডকে একত্রিত করার জন্য প্রায়শ ব্যবহার করা হয়। এ ছাড়া ডিরেকশনাল কাপলিং বা ওয়েভগাইড ও ক্যাভিটি রেজনেটরের মধ্যে কাপলিং করার জন্য এটা ব্যবহৃত হয়।

২.৬.২ সম-অক্ষীয় লাইন কাপলিং ঃ

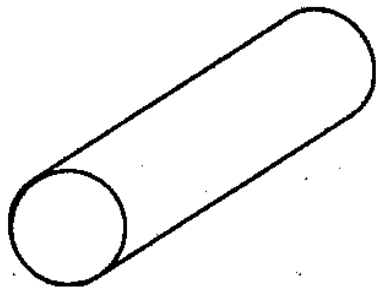
অনেক সময় ওয়েভগাইড এবং সম-অক্ষীয় লাইনের মধ্যে সরাসরি কাপলিং প্রয়োজন হয়। ২.৮ নং চিত্রে দু'টি পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। ২.৮ (ক) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে যে, একটি সাধারণ দেয়ালে একটি স্লট, যা সমঅক্ষীয় লাইন হতে ওয়েভগাইডে পাওয়ার সরবরাহ করে এবং ২.৮ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে যে, ট্যাপার ব্যবহারের মাধ্যমে TEM মোডকে সমঅক্ষীয় লাইন হতে ওয়েভগাইডে ডোমিন্যান্ট মোড-এ রূপান্তর করা হয়েছে। এদের মধ্যে যেকোন ধরনের অসামঞ্জস্যতা পরিহার করার জন্য স্ট্যাব অ্যাডজাস্ট ব্যবহার করা হয়েছে।



চিত্র ঃ ২.৮ সম-অক্ষীয় লাইন কাপলিং

২.৭ বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের বৈশিষ্ট্য, ফিল্ড প্যাটার্ন ও অসুবিধা (Behavior, field pattern and disadvantages of cirular waveguide) ঃ

যে ওয়েভগাইডের ব্যবচ্ছেদ বৃত্তাকার আকৃতির হয়, তাকে বৃত্তাকার ওয়েভগাইড বলে। এর একপ্রান্ত অ্যান্টেনার সাথে এবং অপর প্রান্ত ট্রান্সমিটার বা রিসিভারের সাথে যুক্ত থাকে। মাইক্রোওয়েভকে ট্রান্সমিটার হতে অ্যান্টেনায় অথবা অ্যান্টেনা হতে রিসিভারে সঞ্চালন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। মূলত এর কাজ আয়তাকার ওয়েভগাইডের অনুরূপ। কিন্তু এর গাঠনিক চিত্র এবং প্রয়োগে ভিন্নতা আছে। ২.৯ নং চিত্রে একটি বৃত্তাকার ওয়েভগাইড দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ২.৯ বৃত্তাকার ওয়েভগাইড

বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে গমনকৃত ওয়েভের নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়া তার ব্যবচ্ছেদ এবং গাইডের মাত্রা বা আকৃতির উপর নির্ভরশীল নয়। ফলে যে সমস্ত সমীকরণ আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য, সে সমস্ত সমীকরণ এবং প্রক্রিয়া বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য। শুধুমাত্র এর কাট-অফ ওয়েভলেংথের ক্ষেত্রে পার্থক্য রয়েছে। এর কাট-অফ ওয়েভলেংথ নির্ণয়ের জন্য নিচের সমীকরণ ব্যবহার করা হয় ঃ

$$\lambda_c = \frac{2\pi r}{(kr)} \quad \text{.....} \quad (২.৯)$$

এখানে, λ_c = কাট-অফ ওয়েভলেংথ

r = ওয়েভগাইডের ব্যাসার্ধ

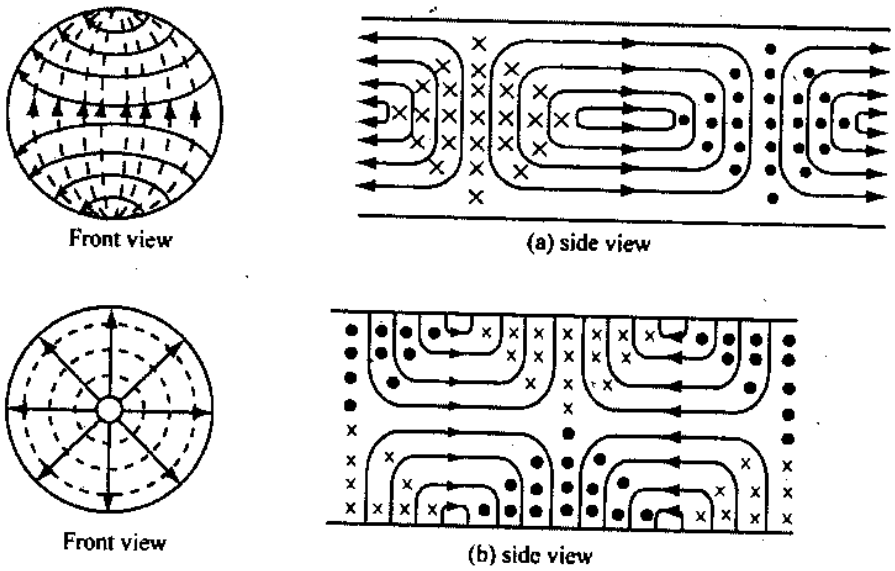
(kr) = ব্যাসের ফাংশন সমীকরণের সমাধান।

নিচের টেবিলে বৃত্তাকার ওয়েভগাইডে বিভিন্ন মোডের জন্য (kr) এর মান দেখানো হয়েছে।

টেবিল-২.১

TE		TM	
মোড	(kr)	মোড	(kr)
TE_{01}	3.83	2.40	TM_{01}
TE_{11}	1.84	3.83	TM_{11}
TE_{21}	3.05	5.14	TM_{21}
TE_{02}	7.02	TM_{02}	5.52
TE_{12}	5.33	TM_{12}	7.02
TE_{22}	6.71	TM_{22}	8.42

ফিল্ড প্যাটার্ন ঃ বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ফিল্ড প্যাটার্ন চিত্রে দেকানো হলো।



চিত্র ঃ ২.১০ ফিল্ড প্যাটার্ন

অসুবিধা ঃ বৃত্তাকার ওয়েভসাইডের অসুবিধা নিম্নে দেওয়া হল–

১। বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ওজন বেশি।

২। বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের প্রস্থচ্ছেদ অনেক বড়।

৩। এতে তড়িৎ ইত্যাদিতে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ সমস্যা হয়।

২.৮ ওয়েভগাইডের কাট-অফ-গাইড এবং ফ্রি স্পেস ওয়েভলেংথের মধ্যকার সম্পর্ক (Relationship between cut off guide and free space wavelength) ঃ

ওয়েভলেংথ এর ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$\lambda_p = \frac{\lambda}{\sin\theta}$ ..... (১)

এবং $\lambda_n = \frac{\lambda}{\cos\theta}$ ..... (২)

ওয়েভগাইডের মধ্যবর্তী দু'টি দেয়ালের দূরত্ব X। দেয়ালের ইলেকট্রিক ফিল্ডের ইনটেনসিটি শূন্য। তাই

$\therefore X = \frac{y\lambda n}{2}$ ..... (৩)

এখানে, X = দেয়ালের মধ্যবর্তী দূরত্ব

y = ফিল্ডের ইনটেনসিটির হাফ ওয়েভলেং

$\therefore X = \frac{y\lambda n}{2}$

বা, $X = \frac{y}{2} \cdot \frac{\lambda}{\cos\theta}$ [২নং সমীকরণ এর মান বসিয়ে]

বা, $X = \frac{y\lambda}{2\cos\theta}$

$\therefore \cos\theta = \frac{y\lambda}{2X}$ ..... (৪)

আবার, $\lambda_p = \frac{\lambda}{\sin\theta}$

বা, $\lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\cos^2\theta}}$

বা, $\lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{y\lambda}{2X}\right)^2}}$ $\left[\therefore \cos\theta = \frac{y\lambda}{2X}\right]$

$\therefore \lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{y\lambda}{2X}\right)^2}}$ ..... (৫)

উপরের সমীকরণ কে নির্দিষ্ট মান থেকে λ এর মান বৃদ্ধি করলে নির্দিষ্ট স্থানে অসীম হয় এবং ওয়েভ চলাচল করতে পারে না। তাই (৫) নং এর জন্য $\sqrt{1-\left(\frac{y\lambda c}{2X}\right)^2} = 0$ লেখা যায়।

$\therefore \sqrt{1-\left(\frac{y\lambda c}{2X}\right)^2} = 0$

বা, $1 - \frac{y\lambda c}{2X} = 0$

বা, $\frac{y\lambda c}{2X} = 1$

বা, $\lambda_c = \frac{2X}{y}$

$\therefore \lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$

বা, $\lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$ $\therefore \left[\lambda_c = \frac{2X}{y}\right]$

বা, $\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = \frac{\lambda}{\lambda_p}$

$\therefore \sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = \frac{\lambda}{\lambda_p}$

মাইক্রোওয়েভ, রাডার ও অপটিক্যাল কমিউনিকেশন—২

সমাধানসহ উদাহরণ ঃ

উদাহরণ-১। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দুই দেয়ালের মধ্যে দূরত্ব 4.5 সেমি. এবং এর মধ্য দিয়ে 6 গিগাহার্টজ এর ওয়েভ গমন করলে, নির্ণয় কর ঃ (ক) ডোমিন্যান্ট মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, (খ) ওয়েভগাইডের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, এটা ছাড়াও ডোমিন্যান্ট মোডে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, (গ) গ্রুপ বেগ এবং ফেজ বেগ, (ঘ) বৈশিষ্ট্যগত ইম্পিড্যান্স।

সমাধান ঃ এখানে,

$a = 4.5$ হার্টজ

$f = 6$ হার্টজ $= 6 \times 10^9$ হার্টজ

(ক) কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda_c = \frac{2a}{m}$

ডোমিন্যান্ট মোডে $m = 1$

$\therefore \lambda = \frac{2\times4.5}{1} = 9$ সেমি

(খ) শূন্যস্থানে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বা ওয়েভগাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda = \frac{V_c}{f}$

এখানে, $V_c =$ আলোর বেগ $= 3 \times 10^{10}$ সেমি

$\lambda = \frac{3\times10^{10}}{6\times10^9} = 5$ সেমি

ডোমিন্যান্ট মোডে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$$

$$= \frac{5}{\sqrt{1-\left(\frac{5}{9}\right)^2}}$$

$= 6.013$ সেমি

(গ) গ্রুপ বেগ (Velocity),

$$V_g = V_c\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = 3\times10^{10}\sqrt{1-\left(\frac{5}{9}\right)^2} = 2.494 \times 10^8 \text{ মিটার/সেকেন্ড}$$

ফেজ বেগ (Phase velocity),

$$V_p \frac{V}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \frac{3\times10^{10}}{\sqrt{1-\left(\frac{5}{9}\right)^2}} = 3.608 \times 10^8 \text{ মিটার/সেকেন্ড}$$

(ঘ) ওয়েভগাইডের বৈশিষ্ট্যগত ইম্পিড্যান্স, TE মোডের জন্য

$$Z_o = \frac{Z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_z}\right)^2}}$$

$$= \frac{377}{\sqrt{1-\left(\frac{5}{9}\right)^2}} = 453.4\Omega$$

উদাহরণ-২। একটি ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়ালদ্বয় পরস্পরকে 5 সেমি দূরত্বে স্থাপন করা আছে। এর মধ্য দিয়ে 8 গিগাহার্টজ এর ওয়েভ গমন করলে দুইটি দেয়ালের মধ্যে সর্বোচ্চ কতটি বৈদ্যুতিক তীব্রতার অর্ধ-তরঙ্গ পাওয়া সম্ভব? এ মোডে ওয়েভ গমনের জন্য গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, a = 5 সেমি, f = 8 গিগাহার্টজ = 8×10^9 হার্টজ

শূন্যস্থানে ওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{v}{f}$

এখানে, $v = 3 \times 10^{10}$ সেমি/সে.

$$\lambda = \frac{3 \times 10^{10}}{8 \times 10^9}$$

$= 3.75$ সেমি।

কোন ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে ওয়েভ গমন করবে, যদি কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, শূন্যস্থানের তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপেক্ষা অধিক হয় অর্থাৎ, $\lambda_c > \lambda$ হয়। এ শর্ত সাপেক্ষে m এর মান নির্ণয় করতে হবে।

যখন,

m = 1, কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_c = \frac{2a}{m} = \frac{2 \times 5}{1} = 10 \text{ সেমি}$$

$\therefore \lambda_c > \lambda$

সুতরাং, এ মোডে ওয়েভ গমন করতে পারবে।

যখন, m = 2, কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_c = \frac{2a}{m} = \frac{2 \times 5}{2} = 5 \text{ সেমি}$$ । এটার ক্ষেত্রেও $\lambda_c > \lambda$

সুতরাং, এ মোডেও ওয়েভ গমন করতে পারবে।

যখন, m = 3, কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_c = \frac{2a}{m} = \frac{2 \times 5}{3} = 3.33 \text{ সেমি}$$

কিন্তু এটা $\lambda_c > \lambda$ শর্ত পূরণ করে না।

ফলে, এ মোডে ওয়েভ গমন করতে পারবে না।

সুতরাং, ওয়েভগাইডে সর্বোচ্চ 2টি বৈদ্যুতিক তীব্রতার অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাওয়া সম্ভব।

এ মোডে গাইডের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_P = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_P}\right)^2}} = \frac{3.75}{\sqrt{1-\left(\frac{3.75}{5}\right)^2}}$$

$= 5.67$ সেমি

উদাহরণ-৩। TM_{11} মোডে কার্যরত একটি আদর্শ আয়তাকার ওয়েভগাইডের কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

[বাকাশিবো-২০১১, ২০১২]

সমাধান: একটি আদর্শ আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে a ও b এর অনুপাত 2:1 হয়ে থাকে।

$\therefore a:b = 2:1$

বা, $\frac{a}{b} = \frac{2}{1}$

$\therefore b = \frac{a}{2}$

TM_{11} মোডে, m = 1 এবং n = 1

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{\frac{a}{2}}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{2n}{b}\right)^2}}$$

$$\lambda_c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{2}{a}\right)^2}} = \frac{2a}{\sqrt{1+4}} = \frac{2a}{\sqrt{5}} = 0.894\,a$$

উদাহরণ-৪ । একটি 3 সেমি × 4.5 সেমি মাত্রাবিশিষ্ট আয়তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে 10 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করে। (ক) TE_{10} মোড এবং (খ) TE_{11} মোড-এর জন্য কাট অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গ্রুপ বেগ, ফেজ বেগ এবং বৈশিষ্ট্যগত ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ এখানে,

$a = 4.5$ সেমি

$b = 3$ সেমি

$f = 10$ গিগাহার্টজ $= 10 \times 10^9$ গিগাহার্টজ

শূন্যস্থানে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

এখানে, $v = 3\times10^{10}$ সেমি/সে.

$$\therefore \lambda = \frac{3\times10^{10}}{10\times10^9} = 3 \text{ সেমি}$$

(ক) TE_{10} মোডে ঃ $m=1$

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_c = \frac{2a}{m} = \frac{2\times4.5}{1} = 9 \text{ সেমি}$$

গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$$

$$= \frac{3}{\sqrt{1-\left(\frac{3}{9}\right)^2}} = 3.182 \text{ সেমি}$$

গ্রুপ বেগ, $V_g = V_c\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}$

$$= 3\times10^{10}\sqrt{1-\left(\frac{3}{9}\right)^2}$$

$$= 2.828\times10^8 \text{ মি/সে}$$

ফেজ বেগ, $V_p = \frac{V_c}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \frac{3\times10^{10}}{\sqrt{1-\left(\frac{3}{9}\right)^2}}$

$$= 3.182\times10^8 \text{ মি/সে}$$

বৈশিষ্ট্যগত ইম্পিড্যান্স $Z_o = \frac{Z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$

$$= \frac{120\pi}{\sqrt{1-\left(\frac{3}{9}\right)^2}} \quad [\text{যেহেতু, } Z_{ES} = 120\pi = 377\Omega]$$

(খ) TE_{11} মোডে ঃ $m = 1$. $n=1$

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2+\left(\frac{n}{b}\right)^2}}$

$$= \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{1}{4.5}\right)^2+\left(\frac{1}{3}\right)^2}} = 5 \text{ সেমি}$$

গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_p = \dfrac{1}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \dfrac{3}{\sqrt{1-\left(\dfrac{3}{5}\right)^2}}$

$= 3.75$ সেমি

গ্রুপ বেগ, $V_g = V_c\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}$

$= 3 \times 10^{10}\sqrt{1-\left(\dfrac{3}{5}\right)^2} = 2.4\times10^8$ মি/সে

ফেজ বেগ, $V_p = \dfrac{V_c}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \dfrac{3\times10^{10}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{3}{5}\right)^2}})$

$= 3.75 \times 10^8$ মি/সে

বৈশিষ্ট্যগত ইম্পিড্যান্স, $Z_0 = Z_{ES}\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}$

$= 120\pi\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = 301.6\ \Omega$

উদাহরণ-৫ । একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়ালের মাত্রা 10 সেমি হলে ডোমিন্যান্ট মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? এর মধ্য দিয়ে 2.5 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করলে গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গ্রুপ বেগ, ফেজ বেগ এবং বৈশিষ্ট্যগত গাইড ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান এখানে,

$a = 10$ সেমি

$f = 2.5$ গিগাহার্টজ $= 2.5 \times 10^9$ হার্টজ

$v = 3\times10^9$ সেমি/সে

ডোমিন্যান্ট মোডে, $m = 1$

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_c = \dfrac{2a}{m} = \dfrac{2\times10}{1} = 20$ সেমি।

শূন্যস্থানে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{3\times10^{10}}{2.5\times10^9} = 12$ সেমি।

গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_p = \dfrac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \dfrac{12}{\sqrt{1-\left(\dfrac{12}{20}\right)^2}}$

$= 15$ সেমি।

গ্রুপ বেগ, $V_g = V_c\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = 3\times10^{10}\sqrt{1-\left(\dfrac{12}{20}\right)^2} = 2.4\times10^8$ মি/সে

ফেজ গ্রুপ, $V_p = \dfrac{Vc}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \dfrac{3\times10^{10}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{12}{20}\right)^2}} = 3.75\times10^8$ মি/সে

বৈশিষ্ট্যগত গাইড ইম্পিড্যান্স, $Z_o = \dfrac{Z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \dfrac{120\pi}{\sqrt{1-\left(\dfrac{12}{20}\right)^2}} = 471.24\Omega$

উদাহরণ-৬। একটি ওয়েভগাইডের অভ্যন্তরীণ মাত্রা 4.5 সেমি এবং এটা ডোমিন্যান্ট মোডে ওয়েভ বহন করে। যদি বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স 490Ω হয়, তবে ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে,

$a = 4.5$ সেমি

$Z_o = 490\Omega$

$Z_{ES} = 120\pi = 377\Omega$

$v = 3\times10^{10}$ সেমি/সে

আমরা জানি, $Z_0 = \dfrac{Z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$

বা, $\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = \dfrac{Z_{ES}}{Z_o}$

বা, $1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2 = \left(\dfrac{Z_{ES}}{Z_o}\right)^2$

বা, $\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2 = 1-\left(\dfrac{Z_{ES}}{Z_o}\right)^2$

$\lambda = \lambda_c\sqrt{1-\left(\dfrac{Z_{ES}}{Z_r}\right)^2}$ ..... (১)

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda_c = \dfrac{2a}{m} = \dfrac{2\times4.5}{1} = 9$ সেমি

$\lambda = \lambda c\sqrt{1-\left(\dfrac{Z_{ES}}{Z_r}\right)^2}$

$\therefore \lambda = 9\sqrt{1-\left(\dfrac{377}{490}\right)^2} = 5.75$ সেমি

আবার, $\lambda = \dfrac{v}{f}$

$\therefore f = \dfrac{v}{f} = \dfrac{3\times10^{10}}{5.75} = 5.22$ গিগাহার্টজ

উদাহরণ-৭। একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে 6 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করে। এর পার্শ্ব দেয়ালের মধ্যে দূরত্ব 7.5 সেমি. TE_{mo} মোডের প্রথম তিনটি মোডের জন্য বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে,

$F = 6$ গিগাহার্টজ $= 6\times10^9$ হার্টজ

$a = 7.5$ সেমি

$v = 3\times10^{10}$ সেমি/ সে.

শূন্যস্থানে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{3\times10^{10}}{6\times10^9} =$ সেমি

TE_{10} মোডে, $m = 1$

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $l = \dfrac{2a}{m} = \dfrac{2\times7.5}{1} = 15$ সেমি

বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স, $Z_o = \dfrac{Z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$

$= \dfrac{120\pi}{\sqrt{1-\left(\dfrac{5}{15}\right)^2}}$

$= 399.86\ \Omega$

TE_{20}মোডে, $m = 2$

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_c = \dfrac{2a}{m}\dfrac{2\times7.5}{2} = 7.5$ সেমি

বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স, $Z_o = \dfrac{Z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$

$= \dfrac{120\pi}{\sqrt{1-\left(\dfrac{5}{5}\right)^2}}$

$= \alpha$ (অসীম)

উদাহরণ-৮। একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে ডোমিন্যান্ট মোডে 6 গিগাহার্টজ সিগন্যাল গমন করে। যদি এর গ্রুপ বেগ, শূন্যস্থানে আলোর বেগের 90 শতাংশ হয়, তবে ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা কত? সিগন্যাল গমনের সময় বাধার পরিমাণও নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে,

$f = 6$ গিগাহার্টজ $= 6\times10^9$ হার্টজ

$V_c = 3\times10^{10}$ সেমি/সে.

$V_g = 2.7\times10^{10}$ সেঃ মিঃ / সে.

শূন্যস্থানে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{3\times10^{10}}{6\times10^9} = 5$ সেমি

আবার, $V_g = V_c\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}$

বা, $2.7\times10^{10} = 3\times10^{10}\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}$

বা, $\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2} = 0.9$

বা, $\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2 = 1-0.81 = 0.19$

বা, $\dfrac{\lambda}{\lambda_c} = \sqrt{0.19} = 0.436$

$\therefore \lambda_c \dfrac{\lambda 0}{436} = \dfrac{5}{0.436} = 11.47$ সেমি

পুনরায়, $\lambda_c = \dfrac{2a}{m}$

ডোমিন্যান্ট মোডে, $m = 1$

$\therefore a = \dfrac{\lambda_c}{2} = \dfrac{11.47}{2} = 5.74$ সেমি

বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স, $Z_o = \dfrac{z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \dfrac{120\pi}{\sqrt{1-\left(\dfrac{5}{11.47}\right)^2}} = 418.9\Omega$

উদাহরণ-৯। 2.5 সেমি ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে TE_{11} মোডে 8 গিগাহার্টজ সিগন্যাল গমন করলে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, $r = 2.5$ সেমি

$f = 8$ গিগাহার্টজ 8×10^9 হার্টজ

আমরা জানি, TE_{11} মোডে, $(Kr) = 1.84$

কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য (বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের জন্য)

$$\lambda_c = \frac{2\pi r}{(kr)} = \frac{2\times3.14\times2.5}{1.84} = 8.54 \text{ সেমি}$$

শূন্যস্থানে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda = \frac{v}{\phi} = \frac{3\times10^{10}}{8\times10^9} = 3.75 \text{ সেমি।}$$

গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $$\lambda_c = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \frac{3.75}{\sqrt{1-\left(\frac{3.75}{8.54}\right)^2}}$$

$= 4.174$ সেমি.।

বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স, $$Z_0 = \frac{Z_{ES}}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} = \frac{120\pi}{\sqrt{1-\left(\frac{3.75}{8.54}\right)^2}}$$

$= 419.62\Omega$

উদাহরণ-১০। একটি বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ব্যাস 5 সেমি। (ক) TE_{11} (খ) TM_{01} এবং (গ) TE_{01} মোডে কাট-অফ ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে,

$r = 5/2 = 2.5$ সেমি

(ক) TE_{11} মোডে $(kr) = 1.84$

কাট-অফ তরঙ্গ- দৈর্ঘ্য, $$\lambda_c = \frac{2\pi r}{(kr)} = \frac{2\times3.14\times2.5}{1.84}$$

$= 8.54$ সেমি

$$\therefore f_c = \frac{v}{\lambda_c} = \frac{3\times10^{10}}{8.54} = 3.52 \text{ গিগাহার্টজ}$$

(খ) TM_{01} মোডের জন্য, $(kr) = 2.4$

$$\therefore \lambda_c = \frac{2\pi r}{(kr)} = \frac{2\times3.14\times2.5}{2.4}$$

$= 6.545$ সেমি

$$\therefore f_c = \frac{3\times10^{10}}{6.545} = 4.58 \text{ গিগাহার্টজ}$$

(গ) TE_{01} মোডে, $(kr) = 3.84$

$$\therefore \lambda_c = \frac{2\pi r}{(kr)} = \frac{2\times3.14\ 2.5}{3.83}$$

$= 4.1$ সেমি

$$\therefore f_c = \frac{3\times10^{10}}{4.1} = 7.32 \text{ গিগাহার্টজ}$$

উদাহরণ-১১। একটি বৃত্তাকার এবং আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রফলের অনুপাত নির্ণয় কর, যদি ডোমিন্যান্ট মোডে উভয় ওয়েভগাইডের কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য সমান হয়।

সমাধান ঃ একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের ডোমিন্যান্ট মোড TE_{10}

এখানে, m = 1 এবং কাট- অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda_c = \frac{2a}{m} = \frac{2a}{1} = 2a$$

একটি আদর্শ আয়তাকার ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা ও উচ্চতার অনুপাত 2 ঃ 1 হয়।

অর্থাৎ, a ঃ b = 2 ঃ 1

বা, $\frac{a}{b} = \frac{2}{1}$

বা, $b = \frac{a}{2}$

সুতরাং আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রফল,

$$A_r = a.b = a.\frac{a}{2} = \frac{a^2}{2}$$

বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে ডোমিন্যান্ট মোড বলতে TE_{11} বুঝায়। এ মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda_c = \frac{2\pi r}{(kr)}$; এখানে, (kr) = 1.84

$$\lambda_c = \frac{2\times 3.14}{1.84} r = 3.41\, r$$

বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রফল,

$A_c = \pi r^2$

যেখানে, r = ব্যাসার্ধ

$\therefore\ A_c = 3.14r^2$

যেহেতু উভয়ের জন্য কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য সমান, সেহেতু

2a = 3.14r

বা, $a = \frac{3.14r}{2}$

$\therefore a = 1.705\, r$

সুতরাং আদর্শ আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রফল,

$$A_c = \frac{a^2}{2} = \frac{(1.705r)^2}{2} = 1.45r^2$$

অতএব, বৃত্তাকার এবং আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রফলের অনুপাত,

$$\frac{A_r}{A_c} = \frac{3.14r^2}{1.45r^2} = 2.17$$

উদাহরণ-১২। TM_{21} মোডে একটি আদর্শ আয়তকার Wave guide এর Cut off এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ একটি আদর্শ আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে a ও b এর অনুপাত 2 ঃ 1 হয়ে থাকে।

$\therefore$ a ঃ b = 2 ঃ 1

বা, $\frac{a}{b} = \frac{2}{1}$

$\therefore b = \frac{a}{2}$

TM21 মোডে, m = 2, এবং n = 1

কাট-অফ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,

$$\lambda c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{\frac{a}{2}}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{2n}{b}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{2}{a}\right)^2 + \left(\frac{2.1}{\frac{a}{2}}\right)^2}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{4}{a}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{\frac{4+2}{a^2}}} = \frac{2a}{\sqrt{b}} = 0.816a \text{ Ans.}$$

অনুশীলনী-২

ওয়েভগাইডের ফিচার

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। ট্রান্সমিশন লাইন কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর : বৈদ্যুতিক শক্তিকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে স্থানান্তরের জন্য ট্রান্সমিশন লাইন ব্যবহার করা হয়।

২। ওয়েভগাইড কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর : মাইক্রোওয়েভকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে প্রেরণের জন্য ওয়েভগাইড ব্যবহার করা হয়।

৩। ওয়েভগাইডের দেয়াল পরিবাহী কি না?

উত্তর : ওয়েভগাইডের দেয়াল পরিপূর্ণ পরিবাহী।

৪। ওয়েভকে ওয়েভগাইডের দেয়ালে কীভাবে প্রয়োগ করা হয়?

উত্তর : ওয়েভকে ওয়েভগাইডের দেয়ালে আঁকাবাঁকাভাবে প্রয়োগ করা হয়ে থাকে।

৫। মোড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

অথবা, মোড (Mode) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর : ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে নির্দিষ্ট প্যাটার্নে ওয়েভ প্রপাগেট করে, তাকে মোড বলে।

৬। ডোমিন্যান্ট মোড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭, ১০]

উত্তর : ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে ন্যূনতম ফ্রিকোয়েন্সি প্রপাগেট করতে পারে, তাকে ডোমিন্যান্ট মোড বলে।

৭। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের গতিবেগ কয়টি ও কী কী?

উত্তর : গতিবেগ দু'টি—

(i) ফেজ গতিবেগ (Phase Velocity),

(ii) প্রপাগেশন বা গ্রুপ গতিবেগ (Propagation or Group Velocity)।

৮। ফেজ গতিবেগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]

অথবা, Phase vetocity বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর : ফেজ গতিবেগ বলতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের ফেজ পরিবর্তনের গতিকে বুঝায়। একে ϑ_P দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৯। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের গ্রুপ গতিবেগ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর : ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের গ্রুপ গতিবেগ বলতে পরিবাহী তলের প্যারালালে ওয়েভ গমনের গতিকে বুঝায়।

১০। TE মোড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর : TE মোড বলতে ট্রান্সভার্স ইলেকট্রিক মোড বুঝায়।

১১। TE মোডের ডোমিন্যান্ট মোড কী?

উত্তর : TE_{10} মোড TE মোড এর ডোমিন্যান্ট মোড।

১২। TM_{11} মোডে ইলেকট্রিক ফিল্ড কীরূপ হয়?

উত্তর : TM_{11} মোডে ইলেকট্রিক ফিল্ড রেডিয়াল হয়।

১৩। ওয়েভগাইডের এক্সাইটিং পদ্ধতি কীসের উপর নির্ভরশীল?

উত্তর : এক্সাইটিং পদ্ধতি তার মোডের উপর নির্ভর করে।

১৪। বৃত্তাকার ওয়েভগাইডে কীভাবে অ্যান্টেনা স্থাপন করা যায়?

উত্তর : বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে TM_{01} মোডে প্রোব পদ্ধতির সাহায্যে অ্যান্টেনা স্থাপন করা যায়।

১৫। স্লট কাপলিং-এ ইলেকট্রিক ফিল্ড লাইনের কী অবস্থা হয়?

উত্তর ঃ যখন স্লট কাপলিং ব্যবহার করা হয়, তখন এতে এক ওয়েভগাইডের দেয়ালে ইলেকট্রিক ফিল্ড লাইন সমাপ্ত হয়ে অন্য ওয়েভগাইডের দিকে সঞ্চালিত হয়।

১৬। বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ব্যবহার লেখ।

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভকে ট্রান্সমিটার হতে অ্যান্টেনায় অথবা অ্যান্টেনা হতে রিসিভারে সঞ্চালন করার জন্য বৃত্তাকার ওয়েভগাইড ব্যবহার হয়।

১৭। বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের কাট-অফ ওয়েভলেংথের সমীকরণটি লেখ।

উত্তর ঃ সমীকরণ ঃ

$$\lambda_C = \frac{2\pi r}{(kr)}$$

এখানে,

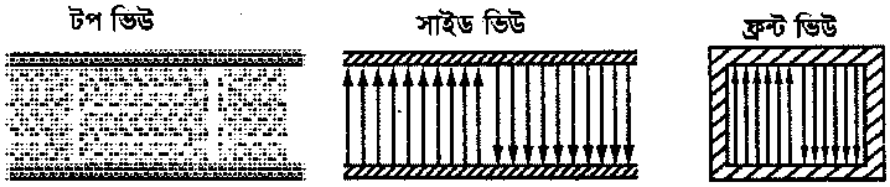
λ_C = কাট-অফ ওয়েভলেংথ,

r = ওয়েভগাইডের ব্যাসার্ধ,

(kr) = ব্যাসের ফাংশন সমীকরণের সমাধান।

১৮। TE_{10} mode এর field pattern অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৫]

উত্তর ঃ নিম্নে TE_{10} mode এর field pattern অঙ্কন করে দেখানো হল ঃ



সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। ওয়েভগাইড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১২]

উত্তর ঃ ওয়েভগাইড বলতে মাঝখানে ফাঁপা ধাতব টিউবকে বুঝায়, যা মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সির ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে প্রেরণ করে।

২। সমঅক্ষীয় ক্যাবলের চেয়ে ওয়েভগাইডের সুবিধা কী? [বাকাশিবো–২০১১, ১৩, ১৫(পরি)]

অথবা, Coaxial line-এর তুলনায় Wave guide-এর সুবিধাগুলো কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) ওয়েভগাইড তৈরি করা সহজ;

(ii) ওয়েভগাইডের ভিতরের অংশ ফাঁপা থাকে। ভিতরে কোন পরিবাহী বা ডাই-ইলেকট্রিক থাকে না বিধায় ফ্লাশ ওভার কম ঘটে;

(iii) পাওয়ার স্থানান্তর ক্ষমতা অধিক। সমঅক্ষীয় ক্যাবল অপেক্ষা ওয়েভগাইডে ১০গুণ অধিক পাওয়ার স্থানান্তর করা যায়;

(iv) পাওয়ার অপচয় করা হয়;

(v) পাওয়ার স্থানান্তরের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

৩। মোড (Mode) কাকে বলে? একে কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে নির্দিষ্ট প্যাটার্নে ওয়েভ প্রপাগেট করে, তাকে মোড বলা হয়।

সুতরাং, মোড শব্দটি কোন একটি নির্দিষ্ট সিগন্যালের ওয়েভগাইডের মধ্যবর্তী দু'টি দেয়ালের মধ্যে বৈদ্যুতিক তীব্রতার অর্ধ ওয়েভের সংখ্যা নির্দেশ করতে ব্যবহৃত হয়।

৪। অনুমোদিত মোডগুলো কী কী? [বাকাশিবো-০৮, ১১]
অথবা, ইনস্টিটিউট অব রেডিও ইঞ্জিনিয়ার্স অনুমোদিত mode গুলোর নাম লেখ? [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, মোড কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ ইনস্টিটিউট অব রেডিও ইঞ্জিনিয়ার্স অনুমোদিত (IRE) মোডকে নিম্নভাবে বিভক্ত করা যায়, যথা ঃ
(i) ট্রান্সভার্স ইলেকট্রিক মোড (TE Mode),
(ii) ট্রান্সভার্স ম্যাগনেটিক মোড (TM Mode),
(iii) ট্রান্সভার্স ইলেকট্রোম্যাগনেটিক মোড (TEM Mode)।

৫। ডোমিন্যান্ট মোডকে কীভাবে প্রকাশ করা যায়? [বাকাশিবো-২০১০, ২০১৪]

উত্তর ঃ ডোমিন্যান্ট মোডকে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায়, যথা ঃ
(i) ট্রান্সভার্স ইলেকট্রিক মোড TE m.n,
(ii) ট্রান্সভার্স ম্যাগনেটিক মোড TM m.n।
এখানে, m = ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা বরাবর অর্ধ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সংখ্যা।
n = ওয়েভগাইডের উচ্চতা বরাবর অর্ধ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সংখ্যা।

৬। TE_{10} মোডে প্রশস্থতা বরাবর দু'টি দেয়াল ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তর ঃ TE_{10} মোডকে TE m.n এর সাথে তুলনা করে, m =1 এবং n = 0 মান পাওয়া যায়।
অর্থাৎ ওয়েভগাইডের প্রশস্ত দিকে একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিদ্যমান থাকে এবং তার উচ্চতা বরাবর কোন ওয়েভ নেই। ফলে প্রশস্ত তা বরাবর দু'টি দেয়াল ব্যবহার করা হয়, যার দ্বারা ওয়েভ প্রতিফলিত হয়ে থাকে।

৭। TM_{11} মোডে বিভিন্ন ফিল্ডের অবস্থান কী রকম?
অথবা, TM_{11} mode বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ TM_{11} মোডে ইলেকট্রিক ফিল্ড রেডিয়াল হয় এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ড x – y তলের সাথে কৌণিকভাবে অবস্থান করে।

৮। ওয়েভগাইডের এক্সাইটেশন বলতে কী বুঝায়? এক্সাইটেশন পদ্ধতি কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১৫]

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডকে এক্সাইটেশন বলতে অ্যান্টেনা হতে ওয়েভকে ওয়েভগাইডে প্রয়োগ করা বুঝায়। এক্সাইটেশন পদ্ধতি নিম্নরূপ ঃ
(i) অ্যান্টেনা কাপলিং,
(ii) স্লট কাপলিং,
(iii) ডাইরেক্ট কাপলিং।

৯। স্লট কাপলিং-এর ক্ষেত্রে ওয়েভগাইডে স্লট কর্তন করা হয় কেন?

উত্তর ঃ কোন ওয়েভগাইডের উপযুক্ত স্থানে স্লট কর্তন করা হয়ে থাকে, যাতে পাওয়ার রেডিয়েশনে সক্ষম হয়। যখন এর মধ্য দিয়ে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ প্রপাগেট করে, তখন ওয়েভ গাইডের দেয়ালে প্রবাহিত কারেন্টকে স্লট কর্তৃক প্রয়োজনীয় বাধা প্রদান করার ফলে এতে রেডিয়েশন হয়।

১০। বৃত্তাকার ওয়েভগাইড বলতে কী বুঝায়? অ্যান্টেনা ও ট্রান্সমিটারের সাথে এটি কীভাবে যুক্ত হয়?

উত্তর ঃ যে ওয়েভগাইডের ব্যবচ্ছেদ বৃত্তাকার আকৃতির হয়, তাকে বৃত্তাকার ওয়েভগাইড বলে। এর একপ্রান্ত এন্টেনার সাথে এবং অপর প্রান্ত ট্রান্সমিটার বা রিসিভারের সাথে যুক্ত থাকে।

১১। Wave guide-এর Phase velocity ও Group velocity বলতে কী বুঝায? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১১]
অথবা, Wave guide এর ফেজ গতিবেগ ও গ্রুপ গতিবেগ এর মাঝে সম্পর্কটি স্থাপন কর। [বাকাশিবো-২০১১]

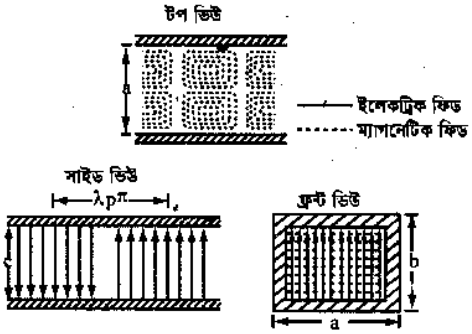
উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যখন ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ গমন করে, তখন ওয়েভগাইডের দেয়ালে এসে ওয়েভ পতিত হয় এবং প্রতিফলিত হয়ে অন্য দেয়ালে এসে পতিত হয়। পুনরায় ঐ দেয়াল থেকে প্রতিফলিত হয়। এভাবে প্রতিফলনের মাধ্যমে ওয়েভ সামনের দিকে গমন করে।

যেকোনো ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের দু'টি গতিবেগ থাকে– (i) ফেজ গতিবেগ (Phase velocity) এবং (ii) প্রপাগেশন বা গ্রুপ গতিবেগ (Propagation or group velocity)।

ফেজ গতিবেগ বলতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের ফেজ পরিবর্তনের গতিকে বুঝায়। একে ϑ_p দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

১২। TE_{20} Mode-এর Field pattern অঙ্কন করে দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১২, ১৪]

উত্তর ঃ TE_{20} Mode এর Feild Pattern নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ TE_{20} মোডে ফিল্ড প্যাটার্ন

১৩। Waveguide-এ ব্যবহৃত TE_{10} ও TM_{10} mode-এর Pattern আঁক। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০]

উত্তর ঃ Waveguide-এ ব্যবহৃত TE_{10} ও TM_{10} Mode এর Pattern নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ

চিত্র ঃ TE_{10} মোড

১৪। একটি সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সি 300GH, ওয়েভলেংথ কত? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ

আমরা জানি,
ওয়েভ লেংথ

$$\lambda = \frac{v}{f_{10}}$$
$$= \frac{3 \times 10^{10}}{300 \times 10^{9}}$$
$$= 0.1 \text{ সেমি}$$ **(উত্তর)**

এখানে,
ফ্রিকুয়েন্সি $f = 300$ GH
$= 300 \times 10^9$ হার্টজ
শূন্যস্থানে V = আলোর
বেগ $= 3 \times 10^{10}$ সেমি/সেকেন্ড
ওয়েভ লেংথ $\lambda = ?$

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। বৃত্তাকার ওয়েভগাইড বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৭ নং দ্রষ্টব্য।

২। ওয়েভগাইডের মোড বিস্তারিত আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। TE_{10} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। TE_{20} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। TM_{11} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। দেখাও যে, $\lambda_p = \dfrac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$ [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১১, ১৫]

অথবা, মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকুয়েন্সি ও ওয়েভ লেংথ পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $\dfrac{1}{\lambda^2} = \dfrac{1}{\lambda^2_p} + \dfrac{1}{\lambda^2_c}$ যেখানে প্রতিকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **আয়তাকার ওয়েভগাইডের এক্সাইটেশন মোড পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০, ১১]

অথবা, Rectangular wave guide to moole of exitation এর বিভিন্ন পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **গ্রুপ ভেলোসিটিও যোজ ভেলোসিটি এর মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

সমস্যাবলি ঃ

১। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়ালদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব ৫ সেমি। এর মধ্য দিয়ে ৫ গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করলে, ডোমিন্যান্ট মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, ওয়েভগাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, ডোমিন্যান্ট মোডে গাইড তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য, গ্রুপ বেগ এবং ফেজ বেগ নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** λ_c= 10 সেমি, λ = 6 সেমি, λ_p= 7.5 সেমি, $V_g = 2.4 \times 10^8$ মি./সে. এবং $V_p = 3.75 \times 10^8$ মি./সে.।]

২। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়াল পরস্পর হতে 4 সেমি দূরে স্থাপন করা আছে। ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে 10 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করলে, দেয়ালদ্বয়ের মধ্যে সর্বোচ্চ কতটি বৈদ্যুতিক তীব্রতার অর্ধ-তরঙ্গ পাওয়া সম্ভব? এ মোডে গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** ২টি অর্ধ-তরঙ্গ, 4.54 সেমি., 570Ω।]

৩। একটি ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়ালের মধ্যে দূরত্ব 4.5 সেমি। TE_{20} মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। এর মধ্য দিয়ে 8 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করলে গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 4.5 সেমি, 6.78 সেমি, 682Ω।]

৪। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের অভ্যন্তরীণ মাত্রা 3 সেমি × 5 সেমি। এর মধ্য দিয়া 7.5 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করলে, (ক) TE_{10} মোড এবং (খ) TM_{11} মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গ্রুপ বেগ, ফেজ বেগ এবং বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** (ক) 10 সেমি, 4.364 সেমি, 2.75×10^8 মি/সে, 3.27×10^8 মি/সে, 411.3 Ω।] (খ) 5.15 সেমি, 6.35 সেমি, 1.89×10^8 মি/সে, 4.76×10^8 মি/সে, 237.46Ω।)

৫। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়ালের মধ্যে দূরত্ব 8 সেমি হলে ডোমিন্যান্ট মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে 3 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করলে ডোমিন্যান্ট মোডে, গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গ্রুপ বেগ, ফেজ বেগ এবং বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 16 সেমি, 12.81 সেমি, 2.34×10^8 মি/সে, 3.84×10^8 মি/সে 482.92Ω।]

৬। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের অভ্যন্তরীণ পার্শ্ব দেয়ালদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব 5 সেমি এবং এটা ডোমিন্যান্ট মোডে ওয়েভ বহন করে। যদি এর বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স 500Ω হয়, তবে এর মধ্য দিয়ে গমনকৃত ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি কত? [**উত্তর ঃ** 4.567 গিগাহার্টজ।]

৭। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে 4 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করছে। ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা 7.5 সেমি। TE_{mn} মোডের প্রথম কোন কোন মোডে ওয়েভ গমন করতে পারবে? ঐ সমস্ত মোডে বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** TE_{10} ও TE_{20} মোড, 4.35.31Ω,α (অসীম)।]

৮। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে ডোমিন্যান্ট মোডে 5 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করছে। যদি এর গ্রুপ বেগ, শূন্যস্থানে আলোর গতির 80 শতাংশ হয়, তবে ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা কত? এ সিগন্যালের জন্য বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স কত? [**উত্তর ঃ** 5 সেমি, 471.25Ω।]

৯। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স 475Ω এর জন্য প্রয়োজনীয় ওয়েভ 10 গিগাহার্টজ। যদি এটা ডোমিন্যান্ট মোডে গমন করে, তবে ওয়েভ গাইডের ব্যবচ্ছেদের মাত্রা কত? [**উত্তর ঃ** 2.47 সেমি।]

১০। 3 সেমি ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে TE_{11} মোডে 6 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করে। উহার কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** 10.24 সেমি, 5.73 সেমি, 432Ω।]

১১। একটি বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ব্যাস 6 সেমি হলে (ক) TE_{11}, (খ) TE_{01} এবং (গ) TE_{11} মোডে, কাট-অফ ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** (ক) 2.93 গিগাহার্টজ, (খ) 6.1 গিগাহার্টজ, (গ) 6.1 গিগাহার্টজ।]

১২। ডোমিন্যান্ট মোডে একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ হয়। উভয় ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রফলের অনুপাত নির্ণয় কর। [**উত্তর ঃ** $\frac{A}{A} = 1.08$।]

অধ্যায়-৩ মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের ধারণা (Concept about microwave components)

৩.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

মাইক্রোওয়েভকে একস্থান থেকে অন্যস্থানে স্থানান্তর করার জন্য বিভিন্ন ধরনের কম্পোনেন্ট প্রয়োজন হয়। কোনো কোনো মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্ট মাইক্রোওয়েভের দিক পরিবর্তনে ব্যবহৃত হয়। এ অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্ট সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

৩.১ মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের গঠন ও কাজ (Construction and function of microwave components) ঃ

এ অনুচ্ছেদে বিভিন্ন মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের গঠন এবং কার্যপদ্ধতি সম্বন্ধে আলোকপাত করা হয়েছে।

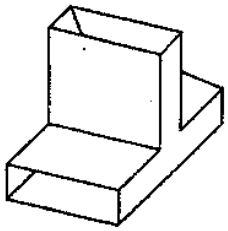
৩.১.১ ওয়েভগাইড টী (Waveguide tees) ঃ

টী (Tees) ঃ যখন দুই বা ততোধিক সিগন্যালকে একত্রিত বা একটি সিগন্যালকে দুই বা ততোধিক অংশে বিভক্ত করার প্রয়োজন হয়, তখন মাল্টিপোর্ট নেটওয়ার্ক ব্যবহার করা হয়। টী জাংশন এরূপ একটি মাল্টিপোর্ট নেটওয়ার্ক।

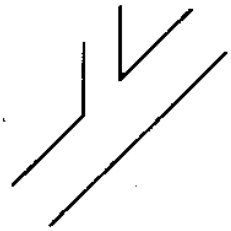
প্রধান ওয়েভগাইডের সাথে সিরিজে বা প্যারালালে শাখা অংশ তৈরি করার জন্য টী জাংশন ব্যবহৃত হয়। টী জাংশন দু'ধরনের হয়ে থাকে, যথা ঃ

১। E-plane টী; ২। H-plane টী।

১। E-plane টী ঃ ৩.১ নং চিত্রে একটি E-plane টী এর গাঠনিক চিত্র এবং ৩.২ নং চিত্রে তার সমতুল্য বর্তনী দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.১ E-plane টী

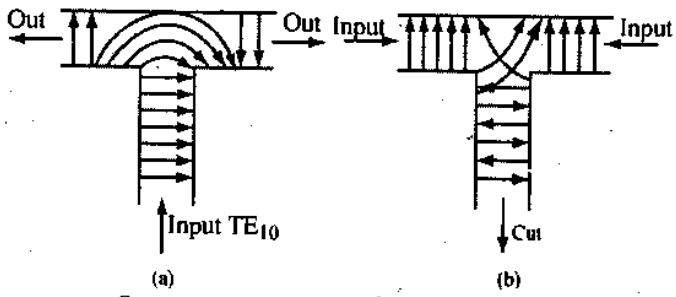


চিত্র ঃ ৩.২ E-plane টী এর সমতুল্য বর্তনী

যদি টী এর ব্রড বা প্রশস্ত দেয়াল হতে ইনপুট বাহু তৈরি হয়, তাহলে ঐ জাংশনকে E-plane টী বলে।

এটি একটি ভোল্টেজ বা সিরিজ জাংশন। এটি মধ্যবাহুর সাপেক্ষে সিমেট্রিক্যাল বা সামঞ্জস্যপূর্ণ হয়, যাতে এতে সিগন্যাল ফিড করলে সমান দু'ভাগে বিভক্ত করে অথবা উভয় দিকে দু'টি সিগন্যাল প্রয়োগ করলে মধ্যবাহুতে যুক্ত আকারে পাওয়া যায়। এর ফলে কিছু অনাবশ্যক প্রতিফলন ঘটে এবং এ প্রতিফলন পরিহার করার জন্য ইম্পিড্যান্স ম্যাচিং করা জরুরি হয়ে পড়ে।

৩.৩ নং চিত্রে E-plane টী'র ইলেকট্রিক ফিল্ড প্রপাগেশন দেখানো হয়েছে। যখন ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ TE_{10} মোডে ইনপুট করা হয়, তখন যে বৈদ্যুতিক ফিল্ড সৃষ্টি হয়, তার প্রপাগেশন চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.৩ TE_{10} মোডে E-plane টী তে ইলেকট্রিক ফিল্ড।

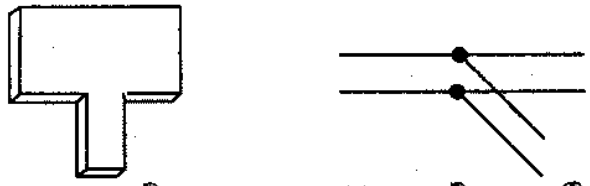
এর মধ্য দিয়ে ফিল্ড যখন পার্শ্ববাহু হতে প্রধান বাহুতে প্রবেশ করে, তখন তা বেঁকে যায় এবং বিপরীত ফেজের ফিল্ড সৃষ্টি হয়, যা ৩.৩ (a) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। যদি জাংশন সম্পূর্ণরূপে সিমেট্রিক্যাল হয়, তবে প্রধান বাহুর উভয় দিকের বিপরীত ফেজের ফিল্ডের মান সমান হয়।

যখন TE_{10} মোডে ইলেকট্রিক ফিল্ড জাংশনের প্রধান বাহুর উভয় পার্শ্ব হতে প্রয়োগ করা হয়, যা ৩.৩ (b) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে তখন সেটি জাংশন বরাবর দু'টি ফিল্ড লাইনের গমন নির্দেশ করে। জাংশন হতে পার্শ্ববাহুতে প্রবেশের সময় ফিল্ড লাইন বেঁকে যায়। প্রধান বাহুর উভয় পার্শ্ব হতে আগত ইলেকট্রিক ফিল্ড লাইন পার্শ্ববাহুতে বিপরীতমুখী হয়। যদি পার্শ্ববাহুর ইলেকট্রিক ফিল্ডের মান বিপরীত হয়, তবে এতে প্রকৃত ফিল্ড এর পরিমাণ শূন্য হয়।

পার্শ্ববাহুতে ইলেকট্রিক ফিল্ডের মান প্রধান বাহু হতে এতে প্রবেশকৃত ইলেকট্রিক ফিল্ডের তাৎক্ষণিক মানের পার্থক্যের সাথে সমানুপাতিক হয়। যদি প্রধান বাহুদ্বয়ের ফিল্ডের ফেজের পার্থক্য বিদ্যমান থাকে, তবে পার্শ্ববাহুতে ফিল্ডের পরিমাণ ফেজ পার্থক্যের সাথেও সমানুপাতিক হয়। পার্শ্ববাহুতে সর্বোচ্চ শক্তি নির্গত হবে, যদি প্রধান দুই বাহুর ফিল্ড ফেজে এবং বিপরীতমুখী হয়।

২। **H-plane টী ঃ** যে টী'র পার্শ্ববাহুর তল প্রধান বাহুতে প্রেরণকৃত H-ফিল্ড তলের সাথে সমান্তরাল হয়, তাকে H-plane টী বলে। H-plane টী-এ তিন বাহুই ম্যাগনেটিক ফিল্ডের একই তলে অবস্থান করে। ম্যাগনেটিক ফিল্ড এর বাহুতে বিভক্ত হয়ে যায় এবং এর ফলে কারেন্ট জাংশন বা প্যারালাল জাংশন সৃষ্টি হয়।

৩.৪ নং চিত্রে একটি H-plane টী এবং তার সমতুল্য বর্তনী দেখানো হয়েছে। যদি এ জাংশন সম্পূর্ণরূপে সিমেট্রিকেল হয় এবং ওয়েভ পার্শ্ববাহু দিয়ে প্রবেশ করে, তবে প্রধান বাহুর উভয় পার্শ্বে সমান মানের এবং একই ফেজের ওয়েভ পাওয়া যায়। এখানে উল্লেখ্য যে, একটি ইলেকট্রিক ফিল্ড যখন H-plane জাংশন অতিক্রম করে, তখন সেটি বেঁকে যায় না, শুধু প্রধান বাহুতে বিভক্ত হয়ে যায়। যদি প্রধান বাহুর উভয় পার্শ্ব হতে একই ফেজের বৈদ্যুতিক ফিল্ড আসে, তবে পার্শ্ববাহুতে তারা যুক্ত হয়ে ইলেকট্রিক ফিল্ড সৃষ্টি করে। পার্শ্ববাহু হতে নির্গত ফিল্ড প্রধান বাহুর উভয় পার্শ্ব হতে আগত ফিল্ডের ভেক্টর যোগের সাথে সমানুপাতিক হয়।



(ক) H-plane টী (খ) H-plane টী সমতুল্য বর্তনী

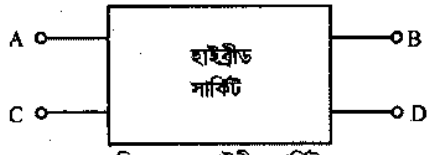
চিত্র ঃ ৩.৪

পার্শ্ববাহুতে নির্গত ওয়েভের শক্তি সর্বোচ্চ হবে, যদি প্রধান বাহুতে প্রবেশকৃত ওয়েভ একই ফেজের হয়ে থাকে। প্রধান বাহুর উভয় পার্শ্বে স্ট্যান্ডিং ওয়েভের ফলে জাংশনে বিপরীত ইলেকট্রিক ফিল্ডের নোড এবং একই সাথে জাংশনে কারেন্ট নোড সৃষ্টি হয়। উচ্চ ভোল্টেজ প্রান্তে ট্রান্সমিশন লাইন এর সাথে শাখা লাইন যুক্ত হলে উচ্চ শক্তি সরবরাহ হয় এবং প্রধান লাইনের সাথে শাখা লাইন প্যারালালে যুক্ত হলে নিম্নমানের কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

যদি শাখা লাইনের সিরিজ বা প্যারালাল টী -এর অপচয় খুবই নগণ্য হয় এবং শর্ট সার্কিট বা ওপেন সার্কিটে ট্রান্সমিশন করা হয়, তবে সিরিজ বা প্যারালাল লাইনের সাথে রিয়্যাকটেন্স যুক্ত হয়। রিয়্যাকটেন্সের মান লাইনের সাথে নিয়ন্ত্রণ করা আবশ্যক।

৩.১.২ ম্যাজিক টী (Magic tee) ঃ

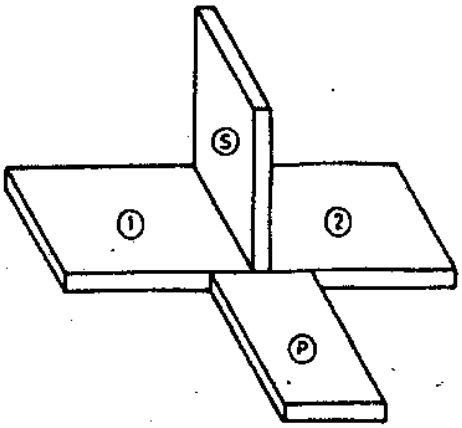
একটি E-plane টী এবং একটি H-plane টী-এর সমন্বয়ে একটি ম্যাজিক টী গঠিত হয়। একটি ম্যাজিক টী চার-পোর্ট হাইব্রীড সার্কিটের ন্যায় আচরণ বা কাজ করে। ৩.৫ নং চিত্রে একটি হাইব্রীড সার্কিট দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৩.৫ হাইব্রীড সার্কিট

চিত্রে একটি হাইব্রীড সার্কিটের বৈশিষ্ট্য হল যদি A অথবা C পোর্টের মাধ্যমে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়, তবে পোর্ট B এবং D হতে পাওয়ার পাওয়া যায়। কিন্তু A থেকে C পোর্টে অথবা C থেকে A পোর্টে কোনো পাওয়ার সরবরাহ হয় না। আবার B অথবা D পোর্টের মাধ্যমে পাওয়ার সরবরাহ করা হলে A এবং C পোর্টের মাধ্যমে পাওয়ার পাওয়া যায়। কিন্তু B থেকে D অথবা D থেকে B পোর্টে পাওয়ার সরবরাহ হয় না।

একটি ম্যাজিক টী সাধারণভাবে হাইব্রীড সার্কিটের বৈশিষ্ট্য নীতিগতভাবে মেনে চলে। ৩.৬ নং চিত্রে একটি ম্যাজিক টী-এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.৬ ম্যাজিক টী

ম্যাজিক টী এর কয়েকটি প্রয়োগ নিচে উল্লেখ করা হয়েছে ঃ

১। ইনসুলেটর হিসাবে ব্যবহার করা হয়,

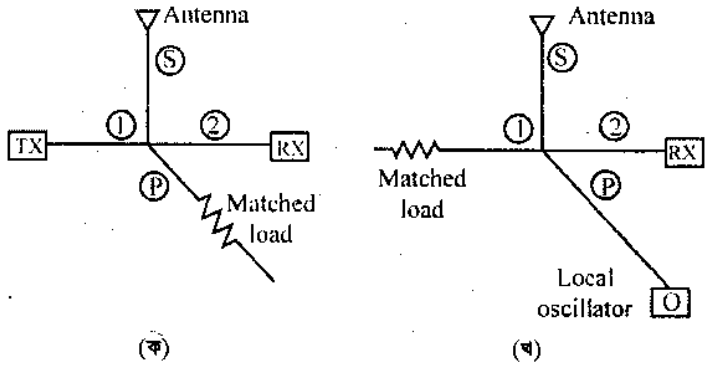
২। ম্যাচিং ডিভাইস হিসাবে ব্যবহার করা হয়,

৩। ফেজ শিফ্টার হিসাবে ব্যবহৃত হয়,

৪। ট্রান্স-রিসিভারের T/R সুইচ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

৩.১.৩ আইসোলেটিং ডিভাইস (Isolating device) ঃ

ম্যাজিক টী এর বৈশিষ্ট্যের কারণে একে আইসোলেটিং ডিভাইস রূপে ব্যবহার করা যায়। ম্যাজিক টীতে চারটি বাহু থাকে। এর যেকোনো একটি বাহুতে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার সরবরাহ করা হলে সমকোণে স্থাপিত বাহুদ্বয়ে পাওয়ার গমন করে। কিন্তু ১৮০° কোণে অবস্থিত বাহুতে পাওয়ার গমন করে না। এ ক্ষেত্রে এই বাহুদ্বয় পরস্পর হতে Isolate বা বিচ্ছিন্ন থাকে। ৩.৭ নং চিত্রের মাধ্যমে Isolation পদ্ধতি দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৩.৭ আইসোলেটিং ডিভাইস হিসাবে ম্যাজিক টী-এর ব্যবহার

৩.৭ (ক) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে যে, প্রেরক (TX) হতে সরবরাহকৃত পাওয়ার অ্যান্টেনা এবং লোডে যেতে পারে, কিন্তু গ্রাহকে (RX) পৌছাবে না। আবার অ্যান্টেনার মাধ্যমে সংগৃহীত পাওয়ার প্রেরক (TX) ও গ্রাহকের (RX) কাছে যায়, কিন্তু লোডে যায় না।

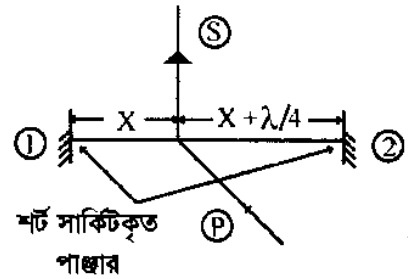
৩.৭(খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে যে, অ্যান্টেনাতে সংগৃহীত পাওয়ার গ্রাহক (RX) এবং লোডে যায়, কিন্তু অসিলেটরে পৌছে না। আবার অসিলেটরের মাধ্যমে সরবরাহকৃত পাওয়ার গ্রাহক (RX) ও লোডে যায়, কিন্তু অ্যান্টেনাতে যায় না।

এভাবে একই নেটওয়ার্কে সংযুক্ত উপাদানসমূহের মধ্যে আইসোলেশন হিসাবে ম্যাজিক টী ব্যবহার করা যায়।

৩.১.৪ অ্যাডজাস্টেবল ফেজ শিফ্টার (Adjustable phase shifter) ঃ

ম্যাজিক টী-কে অ্যাডজাস্টেবল ফেজ শিফ্টার হিসাবে ব্যবহার করা যায়। ৩.৮ নং চিত্রে অ্যাডজাস্টেবল ফেজ শিফ্টার দেখানো হয়েছে ঃ

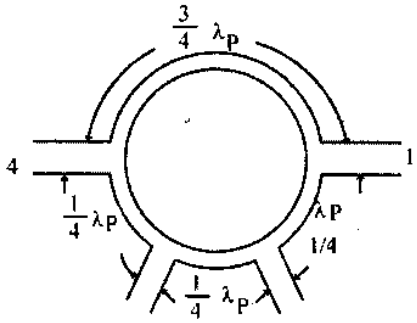
এখানে P বাহুতে পাওয়ার প্রয়োগ করা হয়। এই সরবরাহকৃত পাওয়ার ১ এবং ২ নং বাহুতে গমন করে। ১ এবং ২ নং বাহুতে শর্ট সার্কিটকৃত প্লাঞ্জার থাকায় পাওয়ার প্রতিফলিত হয় এবং সংযোগ প্রান্তে ফিরে আসে। ধরা যাক, প্লাঞ্জারদ্বয়কে এমনভাবে অ্যাডজাস্ট করা হল যেন, ১ এবং ২ নং বাহুর সংযোগ প্রান্তে প্রতিফলিত ওয়েভের ফেজ ১৮০° হয়। এ ক্ষেত্রে প্রতিফলিত ওয়েভ, ১ এবং ২ বাহুর ইনপুট হিসাবে কাজ করে। ফলে, S এবং P উভয় বাহুতে গমন করে। কিন্তু P বাহুতে গমনকৃত ওয়েভ মূল ওয়েভের বিপরীত হওয়ায় ফলাফল শূন্য হয় এবং S বাহুতে গমনকৃত ওয়েভের ফেজ শিফ্ট ১৮০° হয়। তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, P বাহুতে পাওয়ার প্রয়োগ করে S বাহুতে ১৮০° ফেজ শিফ্টবিশিষ্ট ওয়েভ পাওয়া যায়। এ ক্ষেত্রে প্লাঞ্জারদ্বয়কে অ্যাডজাস্ট করে যেকোন মানের ফেজ শিফ্ট করা যায়।



চিত্র ঃ ৩.৮ অ্যাডজাস্টেবল ফেজ শিফ্টার

৩.১.৫ হাইব্রীড রিং বা র‍্যাট-রেস (Hybrid ring or rat-race) ঃ

এর কার্যপদ্ধতি ম্যাজিক টী এর অনুরূপ, তবে গাঠনিক পার্থক্য রয়েছে। এটি মূলত E-plane ওয়েভ গাইডের বেন্ড, যা দ্বারা একটি পূর্ণ লুপ সম্পন্ন করা হয়। এর পরিধি ১.৫ λ_p এর সমান হয়ে থাকে। এর চারটি মুখ থাকে। ৩.৯ নং চিত্রে হাইব্রীড রিং এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৩.৯ হাইব্রীড রিং

হাইব্রীড রিং এর যেকোনো একটি বাহুতে পাওয়ার ইনপুট করলে যেকোন দুইটি বাহু দ্বারা নির্গত হয়, কিন্তু তৃতীয় বাহুতে কোন ওয়েভ গমন করে না।

ধরা যাক, ১নং বাহুতে পাওয়ার প্রয়োগ করা হল। প্রকৃত পাওয়ার সমান দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে দু'দিকে গমন করে। একটি অংশ ঘড়ির কাঁটার দিকে এবং অপর অংশ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে গমন করে। ২নং বাহুতে ঘড়ির কাঁটার দিকের অংশ $\frac{১}{৪}\lambda_p$ দূরত্ব অতিক্রম করে এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকের অংশ $\left(\frac{৩}{৪}\lambda p+\frac{১}{৪}\lambda p+\frac{১}{৪}\lambda p\right)$ ১$\frac{১}{৪}\lambda_p$ দূরত্ব অতিক্রম করে। ফলে দু'টি ওয়েভের একই ফেজে অবস্থান করে এবং যুক্ত হয়ে ২ নং বাহু দ্বারা নির্গত হয়।

৩নং বাহুতে ঘড়ির কাঁটার দিকের অংশ $\left(\frac{১}{৪}\lambda p+\frac{১}{৪}\lambda p\right)$ $\frac{১}{২}\lambda_p$ দূরত্ব অতিক্রম করে এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকের অংশ $\left(\frac{৩}{৪}\lambda p+\frac{১}{৪}\lambda p\right)\lambda_p$ দূরত্ব অতিক্রম করে। ফলে, উভয়ের মধ্যে ১৮০° ফেজ পার্থক্য সৃষ্টি হয় এবং ৩নং বাহু দ্বারা কোন ওয়েভ গমন করে না।

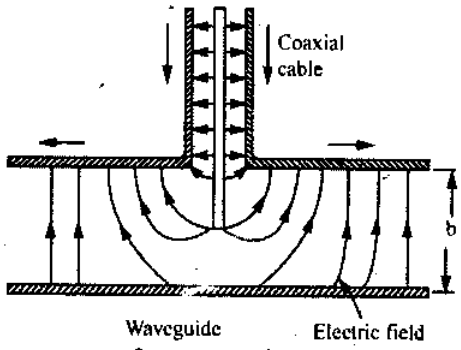
৪নং বাহুতে ঘড়ির কাঁটার দিকের অংশ $\left(\frac{১}{৪}\lambda p+\frac{১}{৪}\lambda p+\frac{১}{৪}\lambda p\right)\frac{৩}{৪}\lambda p$ এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকের অংশ $\frac{৩}{৪}\lambda p$ দূরত্ব অতিক্রম করে। ফলে উভয়ের ফেজ অনুরূপ থাকে এবং যুক্ত হয়ে ৪নং বাহু দ্বারা নির্গত হয়।

এভাবে দেখানো যায় যে, কোনো বাহুতে পাওয়ার প্রয়োগ করা হলে দু'টি বাহু দ্বারা তা নির্গত হয় এবং তৃতীয় বাহুতে গমন করে না।

৩.১.৬ কাপলিং প্রোব (Coupling probes) ঃ

ওয়েভগাইডের সাথে সমঅক্ষীয় (Co-axial) লাইন সংযোগ করার ক্ষেত্রে কাপলিং প্রোব প্রয়োজন হয়। ওয়েভগাইডের যে স্থানে ইলেকট্রিক ফিল্ডের মান সর্বোচ্চ, সে স্থানে বা তার কাছাকাছি স্থানে ইলেকট্রিক ফিল্ডের প্যারালালে প্রোব সংযোগ দেয়া হয়।

কাপলিং প্রোব মূলত একটি সমঅক্ষীয় ক্যাবলের অভ্যন্তরীণ তারের বর্ধিত অংশ। একে ওয়েভগাইডের দু'টি দেয়ালের মধ্যবর্তী স্থান পর্যন্ত প্রবেশ করানো হয়। ৩.১০ নং চিত্রে কাপলিং প্রোবের সংযোগ দেখানো হয়েছে। এক্ষেত্রে ওয়েভগাইডের একটি দেয়ালের সাথে ইলেকট্রিক ফিল্ড লম্বভাবে অবস্থান করে, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ

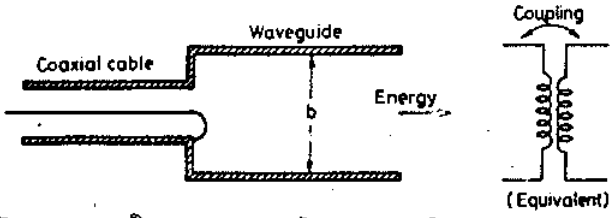


চিত্র ঃ ৩.১০ কাপলিং প্রোব

এরূপ সংযোগের ক্ষেত্রে সমঅক্ষীয় ক্যাবলের মাধ্যমে ওয়েভগাইডে পাওয়ার সরবরাহ করা যায়। আবার ওয়েভগাইডের মাধ্যমে সমঅক্ষীয় ক্যাবলকে পাওয়ার সরবরাহ করা যায়। তবে লক্ষণীয় দিক হল, উভয়ের ক্ষেত্রে প্রোবের ম্যাচিং হতে হবে। সংযোগ স্থলে প্রতিফলন পরিহার করার জন্য ওয়েভগাইডের সাথে প্রোবের সঠিক ম্যাচিং আবশ্যক। সে ক্ষেত্রে প্রোবের দৈর্ঘ্য এবং অবস্থান সঠিক হওয়া প্রয়োজন। প্রোবের দৈর্ঘ্য এবং অবস্থান পরীক্ষার মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়।

৩.১.৭ কাপলিং লুপ (Coupling loops) ঃ

মাইক্রোওয়েভ পদ্ধতিতে অনেক সময় সমঅক্ষীয় ক্যাবলকে ওয়েভগাইড বা ক্যাভিটি রেজনেটর এর সাথে কাপলিং প্রোবের পরিবর্তে কাপলিং লুপের মাধ্যমে সংযোগ দেয়া হয়।



চিত্র ঃ ৩.১১ সমঅক্ষীয় ক্যাবল ও ওয়েভগাইডের সাথে কাপলিং লুপের মাধ্যমে সংযোগ

কাপলিং লুপ মূলত ম্যাগনেটিক কাপলিং। সুতরাং লুপকে সেই স্থানে সংযোগ দিতে হয়, যেখানে ম্যাগনেটিক ফিল্ড সর্বোচ্চ হয় বা তার কাছাকাছি এবং একে এমনভাবে ঘুরানো হয়, যাতে এর তল ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। লুপকে ওয়েভগাইডের শেষপ্রান্তে অথবা উপরের ঠিক মাঝখানে অথবা দেয়ালের নিচে যেখানে দূরত্ব $\lambda/2$ হয়, সেখানে সংযোগ দিতে হয়।

লুপের তল ম্যাগনেটিক ফিল্ড (H-plane) এর সাথে লম্বভাবে অবস্থান করতে হয়।

৩.১.৮ ওয়েভগাইড ফ্লেঞ্জ (Waveguide flanges) ঃ

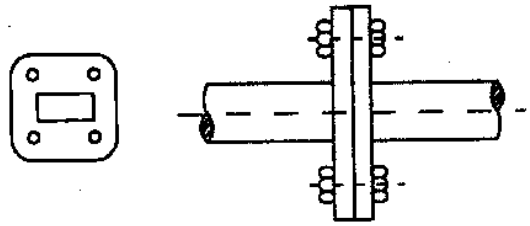
ওয়েভগাইডের বিভিন্ন অংশ এবং গাইড উপাদান কাপলিং বা যুক্ত করার জন্য ফ্লেঞ্জ ব্যবহার করা হয়। একটি ফ্লেঞ্জ এর কাজ হল বিভিন্ন অংশ বা উপাদান সংযোগ স্থলে প্রয়োজনীয় যান্ত্রিক শক্তি প্রদান করা এবং সাথে সাথে উপযুক্ত বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্য প্রদান করা। এ বৈশিষ্ট্যের মধ্যে খুব কম লিকেজ হওয়া এবং প্রতিফলন কম হওয়া অন্তর্ভুক্ত। সাধারণত দু'ধরনের ফ্লেঞ্জ কাপলিং ব্যবহৃত হয়, যথা ঃ

১। প্লেইন ফ্লেঞ্জ (Plain Flange),

২। চোক ফ্লেঞ্জ (Choke Flange)।

১। প্লেইন ফ্লেঞ্জ (plain flange) ঃ ৩.১২ নং চিত্রে প্রচলিত প্লেইন ফ্লেঞ্জ দেখানো হয়েছে।

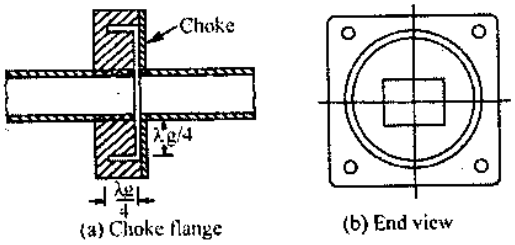
নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সিতে ওয়েভগাইডে ব্রেজড বা সোল্ডার্ড করে ফ্লেঞ্জ করা হয়। কিন্তু উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সিতে অধিক ফ্লাটার বাটেড ফ্লেঞ্জ ব্যবহার করা হয়। যখন দু'টি ওয়েভ গাইডের অংশ একত্রে যুক্ত করা হয়, তখন বোল্টেড ফ্লেঞ্জ ব্যবহার করা হয়। দু'টি অংশকে এমনভাবে একত্রিত করতে হয়, যাতে দু'টি অংশ যান্ত্রিকভাবে সঠিক সমতলে অবস্থান করে। তা না হলে অযথা প্রতিফলন সংগঠিত হবে। উপরোক্ত গাইড প্রান্ত এবং ফ্লেঞ্জকে মসৃনভাবে সম্পন্ন করতে হয়, যার দ্বারা নিরবচ্ছিন্নতা রক্ষা করা যায়।



চিত্র ঃ ৩.১২ প্লেইন ফ্লেঞ্জ

অনেক সময় সঠিক অ্যালাইনমেন্টের জন্য কিছু অ্যাডজাস্ট প্রয়োজন হয়। ফ্লেঞ্জকে প্যাঁচ কেটে গঠন করা হয়, যাতে সহজে রিং নাটের মাধ্যমে একত্রিত করা সম্ভব হয়। এ জন্য ওয়েভগাইডের ডাইমেনশন তুলনামূলক কম হয়।

২। চোক ফ্লেঞ্জ (Choke Flange) ঃ অনেক সময় দু'টি ওয়েভ গাইডের সংযোগ অ্যালাইনমেন্ট সঠিক হলেও ওয়েভগাইডে কিছু নিরবচ্ছিন্নতার অভাব লক্ষ করা যায়। এ অসুবিধা উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির জন্য খুবই ক্ষতিকর হয়। ওয়েভগাইডের মাত্রা খুব কম হলে, ওয়েভলেংথের অনুপাতে নিরবচ্ছিন্নতা বিনষ্টের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। এ অসুবিধা পরিহার করতে চোক ফ্লেঞ্জ ব্যবহার করা হয়। ৩.১৩ নং চিত্রে চোক ফ্লেঞ্জ দেখানো হয়েছে। এতে সাধারণ ফ্লেঞ্জের সাথে একটি চোক ফ্লেঞ্জ সমন্বয়ে দেখানো হয়েছে। এটি সাধারণ ফ্লেঞ্জের সাথে একটি চোক ফ্লেঞ্জ সমন্বয়ে গঠিত। চোক ফ্লেঞ্জের L সেকশনে বৃত্তাকার চোক রিং এর নিরবচ্ছিন্নতা বজায় রাখতে সহায়তা করে। L সেকশন শর্ট সার্কিট হিসাবে কাজ করে। কারণ, এর মোট দৈর্ঘ্য $\frac{\lambda p}{2}$ । ফলে, সংযোগ বিন্দুতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট সংগঠিত হয়। কিন্তু ঐ স্থানে যান্ত্রিক শর্ট সার্কিট পাওয়া যায় না। এ অসুবিধার জন্য চোক ফ্লেঞ্জ একটি ফ্রিকোয়েন্সি অনুভূতিশীল উপাদান।

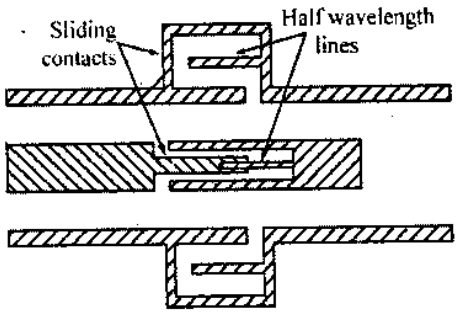


চিত্র ঃ ৩.১৩ চোক ফ্লেঞ্জ

৩.১.৯ রোটেটিং জয়েন্ট (Rotating joints) ঃ

পরীক্ষাগার এবং ব্যবহারিক রাডার পদ্ধতিতে প্রায়ই রোটেটিং জয়েন্ট প্রয়োজন হয়, যেখানে ঘূর্ণায়মান প্যারাবোলিক রিফ্লেক্টরের মাধ্যমে হর্ন অ্যান্টেনাকে উত্তেজিত করা হয় এবং ওয়েভগাইড ও হর্ন অ্যান্টেনার সাথে সংযোগ দেয়া হয়।

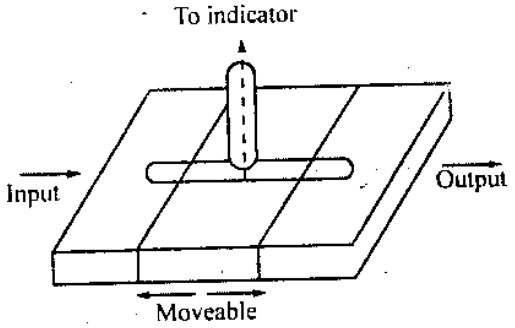
এরূপ ক্ষেত্রে কম প্রতিফলন, নগণ্য পাওয়ার লীকেজ এবং যান্ত্রিক শক্তিকে ডিজাইনের ক্ষেত্রে সর্বাধিক গুরুত্ব দেয়া আবশ্যক। দুই বা ততোধিক অর্ধ তরঙ্গদৈর্ঘ্য লাইনকে জয়েন্টের সাথে সম্পৃক্ত করে এমন স্থানে সংযোগ দেয়া হয়, যাতে স্লাইডিং (Sliding) সংযোগ সর্বনিম্ন কারেন্ট এর স্থানে বা কাছাকাছি সংযোগ পায়। ৩.১৪ নং চিত্রে এরূপ সংযোগ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.১৪ রোটেটিং জয়েন্ট

৩.১.১০ ট্রাভেলিং ডিটেক্টর (Travelling detector) ঃ

ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও (VSWR) পরিমাপ, ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট পরিমাপ এবং অন্যান্য পরীক্ষামূলক কার্যে ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি পরিমাপ করার প্রয়োজন হয়। এ ক্ষেত্রে ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি ওয়েভগাইডের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভরশীল। ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে প্রবহমান ওয়েভের ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি যে ডিটেকটরের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়, তাকে ট্রাভেলিং ডিটেকটর বলে। একটি শর্ট এবং চলমান প্রোব ওয়েভগাইডের সাথে স্থাপন করে এ কার্যসম্পাদন করা যায়। এ ধরনের একটি মৌলিক ডিটেকটর ৩.১৫ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.১৫ ট্রাভেলিং ডিটেক্টর

স্টাব টিউনার ব্যবহার করে ওয়েভগাইডের সাথে প্রোবকে ম্যাচড করা হয়, যাতে সর্বোচ্চ সঠিকতা (Accuracy) পাওয়া যায়। এখানে ইন্ডিকেটর যেকোন পাওয়ার মিটার বা VSWR মিটার হতে পারে। ওয়েভগাইডের সাথে কাপলিং প্রোবের মাধ্যমে সমঅক্ষীয় ক্যাবলের সংযোগ দেয়া হয়। ফলে, ওয়েভগাইডে প্রবাহমান ওয়েভের ইলেকট্রিক ফিল্ড সমঅক্ষীয় ক্যাবলে আসে এবং তা ডিটেক্টরে প্রয়োগ করা হয়। ডিটেক্টরের সাহায্যে ইলেকট্রিক ফিল্ডের ইনটেনসিটি পরিমাপ করা হয়।

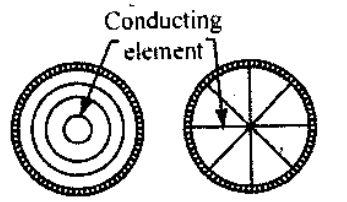
৩.১.১১ মোড সাপ্রেসর (Mode suppressors) ঃ

একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে সম্ভাব্য সর্বনিম্ন যে ফ্রিকোয়েন্সির ওয়েভ প্রপাগেট করতে পারে, তাকে ডোমিন্যান্ট মোড (Dominant mode) বলে। একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে মোডের ওয়েভ প্রেরণ করা প্রয়োজন, সে মোড ব্যতীত সকল মোডকে অনাকাঙ্ক্ষিত মোড হিসাবে বিবেচনা করা হয়। একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যখন অনাকাঙ্ক্ষিত মোডের ওয়েভ গমন করে, তখন পাওয়ার অপচয় বৃদ্ধি পায় এবং ডোমিন্যান্ট মোড অপেক্ষা অধিকতর মোডের ক্ষেত্রে অপচয় বেশি হয়। যে কম্পোনেন্ট এর সাহায্যে অনাকাঙ্ক্ষিত মোড পরিহার করা যায় তাকে মোড সাপ্রেসর বলে।

সঠিকভাবে ওয়েভগাইডকে ডিজাইন করে অনাকাঙ্ক্ষিত মোডের জন্য কাট-অফ (Cut off) সৃষ্টি করা যায়। কাট-অফ বলতে যে ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল ওয়েভগাইডের মধ্য গমন করতে পারে না, তাকে বুঝায়। সুতরাং, ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যেকোন মোডের ওয়েভ গমন করানোর জন্য ডিজাইন করা যায়। মোড সাপ্রেসরকে মোড ফিল্টারও বলা যায়।

একটি আদর্শ মোড ফিল্টার দ্বারা কাঙ্ক্ষিত মোড ব্যতীত সকল মোড পরিহার করা যায়। কিন্তু বাস্তবে এ ধরনের ফিল্টার পাওয়া সম্ভব নয়। অনাকাঙ্ক্ষিত মোডের ইলেকট্রিক ফিল্ডের প্যারালালে পরিবাহী তার বা শিট ব্যবহার করা হলে ঐ মোডের ওয়েভ গমনের ক্ষেত্রে ব্যাপক প্রতিফলন ঘটে। ফলে, ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে ঐ মোডের ওয়েভ গমন করতে পারে না। কিন্তু পারিবাহী তার বা শিট যদি কাঙ্ক্ষিত মোডের ইলেকট্রিক ফিল্ডের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে, তবে এ মোডে কোনরূপ প্রতিফলন ব্যতিরেকে ওয়েভ গমন করতে পারে।

৩.১৬ নং চিত্রে বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের দু'টি মোড সাপ্রেসর দেখানো হয়েছে ঃ



(a) TM_{01} transmission (b) TE_{01} transmission

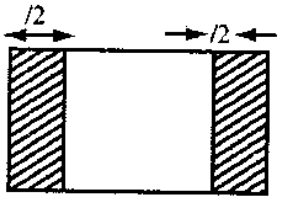
চিত্র ঃ ৩.১৬ মোড সাপ্রেসর

৩.১.১২ আইরিস (Irises)ঃ

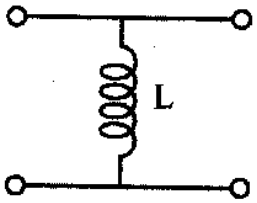
ওয়েভগাইডের দেয়াল থেকে স্থির বা অ্যাডজাস্টেবল অভিক্ষেপণ ইম্পিড্যান্স ম্যাচিং এর জন্য ব্যবহার করা হয়, যাকে উইন্ডো বা আইরিশ বলা হয়। এখানে তিন ধরনের আইরিস সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে ঃ

৩.১.১২.১ ইন্ডাকটিভ উইন্ডো (Inductive window) ঃ

পার্শ্ব দেয়াল থেকে ওয়েভগাইডে পরিবাহী ডায়াফ্রাম (Diaphram) যুক্ত করার ফলে ওয়েভগাইডের আড়াআড়ি ইন্ডাকটিভ সাসেপট্যান্স (Susceptance) যুক্ত হয়। এই ইন্ডাকটিভ সাসেপট্যান্স ডায়াফ্রাম সংযোজিত স্থানে পরিলক্ষিত হয়। ৩.১৭ নং চিত্রে ইন্ডাকটিভ আইরিস এবং ৩.১৮ নং চিত্রে এর সমতুল্য বর্তনী দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৩.১৭ ইন্ডাকটিভ আইরিশ বা উইন্ডো

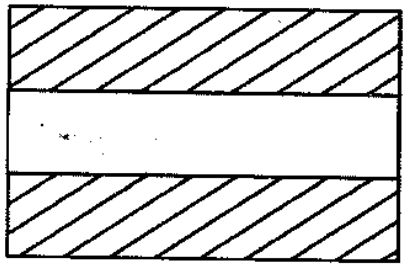


চিত্র ঃ ৩.১৮ সমতুল্য বর্তনী

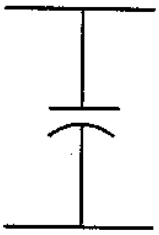
ইন্ডাকটিভ সাসেপট্যান্স যুক্ত হওয়ার ফলে যে স্থানে পূর্বে কারেন্ট প্রবাহিত হত না, সে স্থানে এখন কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফলে ওয়েভগাইডের ঐ স্থানে ম্যাগনেটিক ফিল্ড সঞ্চিত হয় এবং এতে ইন্ডাকট্যান্স বৃদ্ধি পায়। এ ধরনের উপাদানকে ইন্ডাকটিভ উইন্ডো বা আইরিস বলা হয়।

৩.১.১২.২ ক্যাপাসিটিভ উইন্ডো (Capacitive window) ঃ

একটি ওয়েভগাইডের উপর বা নিচে পরিবাহী ডায়াফ্রাম যুক্ত করা হলে ক্যাপসিটিভ উইন্ডো সৃষ্টি হয়। ৩.১৯ নং চিত্রে ক্যাপাসিটিভ উইন্ডো এবং ৩.২০ নং চিত্রে এর সমতুল্য বর্তনী দেখানো হয়েছে। এ উইন্ডোর ফলে ওয়েভগাইডের আড়াআড়ি ক্যাপাসিটিভ সাসেপট্যান্স যুক্ত হয়।



চিত্র ঃ ৩.১৯ ক্যাপাসিটিভ উইন্ডো

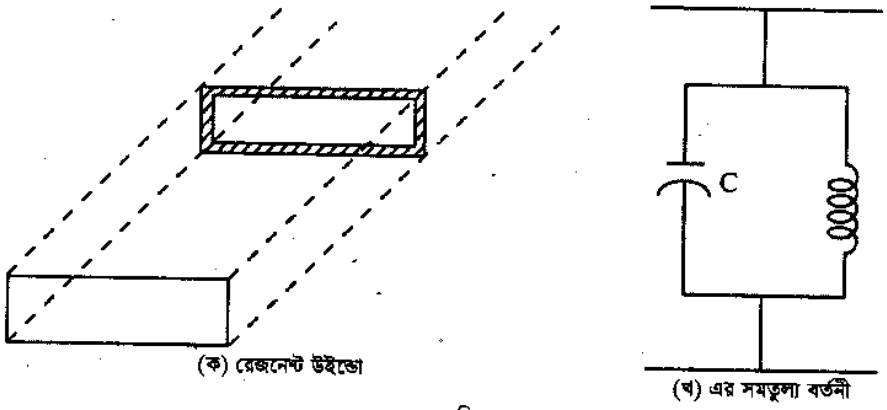


চিত্র ঃ ৩.২০ সমতুল্য বর্তনী

ক্যাপাসিটিভ সাসেপট্যান্সের ফলে ইলেকট্রিক ফিল্ড সঞ্চিত থাকে এবং এর ফলে ওয়েভগাইডের ঐ স্থানে ক্যাপাসিট্যান্স বৃদ্ধি পায়।

৩.১.১২.৩ রেজনেন্ট উইন্ডো (Resonant window) ঃ

৩.২১ (ক) নং চিত্রে একটি রেজনেন্ট উইন্ডো এর চিত্র দেখানো হয়েছে। আয়তাকার ওয়েভগাইডের চিত্রের ন্যায় যদি একটি পরিবাহী ডায়াফ্রাম তৈরি করা হয়, তবে যে স্থানে ডায়াফ্রাম স্থাপন করা হয়েছে, সেখানে একটি LC এর সমতুল্য প্যারালাল টিউন্ড সার্কিট গঠিত হয়। এর সমতুল্য বর্তনী ৩.২১ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। এরূপ রিয়্যাকট্যান্স সার্কিট প্যারালাল রেজনেন্ট উৎপন্ন করে। প্রথমতঃ বিবেচনা করা যাক, এটি একটি ইন্ডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ উইন্ডো এর সমন্বয়ে গঠিত। যদি এর অভ্যন্তরীণ অ্যাপারচারের মাথা সঠিকভাবে ফ্রিকোয়েন্সির সাথে সম্পর্কযুক্ত হয়, তবে এর য়েঞ্জ খুব বেশি হয়। যা হোক, যেকোন পরিবর্তনের ফলে অ্যাপারচারের ন্যূনতম সাইজ পরিবর্তিত হয়ে থাকে। এর Q এর মান ১০ পর্যন্ত পাওয়া যায় এবং অ্যাপারচারের সাইজ বৃদ্ধির সাথে সাথে হ্রাস পায়। এটি দেখানো যায় যে, ডোমিন্যান্ট মোডে এর ইম্পিড্যান্স খুব বেশি হয় এবং শান্টিং প্রভাব একই মোডে খুব কম হয়ে থাকে। ফলে, এটি মোড ফিল্টার বা ব্যান্ড পাস ফিল্টার হিসাবে কাজ করে।

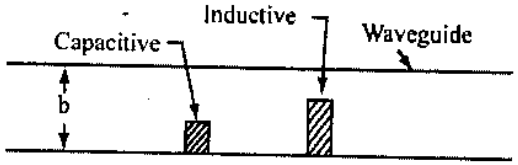


(ক) রেজনেন্ট উইন্ডো (খ) এর সমতুল্য বর্তনী

চিত্র ঃ ৩.২১

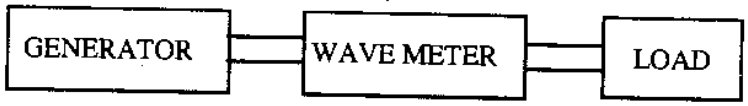
৩.১.১৩ টিউনিং পোস্ট (Tuning post) ঃ

একটি ওয়েভগাইডের বৃহৎ পার্শ্বে একটি চোঙাকৃতি পোস্ট স্থাপন করে ঐ স্থানে ক্যাপাসিটিভ ইন্ডাক্টিভ রিয়্যাকট্যান্স সৃষ্টি করা যায়। ৩.২২নং চিত্রে এটি প্রদর্শন করা হয়েছে। যখন ওয়েভগাইডের কোন স্থানে একটি চোঙাকৃতি পোস্ট সামান্য পরিমাণে প্রবেশ করানো হয়, তখন ঐ স্থানে ক্যাপাসিটিভ সাসেপট্যান্স প্রতিষ্ঠিত হয়। যদি অপর চোঙাকৃতি পোস্ট অধিক গভীরে প্রবেশ করানো হয়, তবে ঐ স্থানে ইন্ডাকটিভ সাসেপট্যান্স প্রতিষ্ঠিত হয়। পোস্ট প্রবেশের পরিমাণ $\frac{\lambda}{4}$ এর কম হলে ক্যাপাসিটিভি এবং $\frac{\lambda}{4}$ এর অধিক হলে ইন্ডাকটিভ সাসেপট্যান্স প্রতিষ্ঠিত হয়। এটি সিরিজ রেজনেন্স উৎপন্ন করে এবং ব্যান্ড স্টপ ফিল্টার হিসাবে কাজ করে।

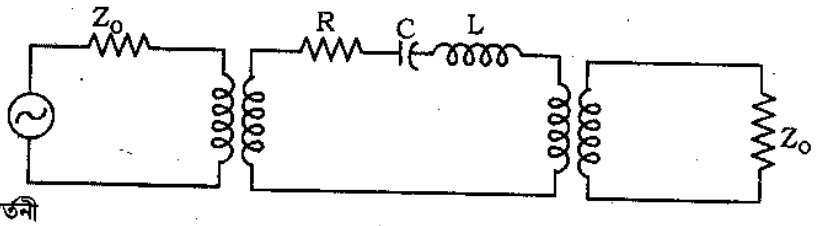


চিত্র ঃ ৩.২২ টিউনিং পোস্ট

৩.২ ওয়েভমিটারের কার্যনীতি (Working principle of wavemeter) ঃ



(ক) ওয়েভমিটার



(খ) সমতুল্য বর্তনী

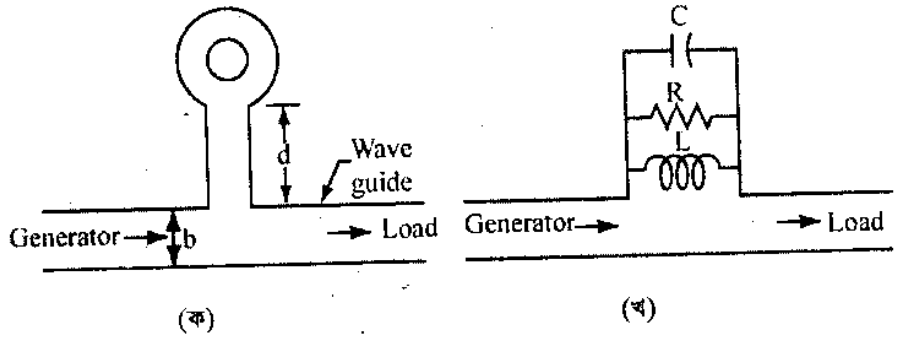
চিত্র ঃ ৩.২৩

ট্রান্সমিশন ওয়েভমিটার প্রধান লাইনের সাথে প্রোব অথবা E-Plane টী এর মাধ্যমে কাপলিং করা হয়। এর আউটপুট লুপ কাপলিং এর মাধ্যমে ডিটেক্টরের সাথে যুক্ত করা হয়। ডিটেক্টর প্রোবের সাথে একটি নির্দেশক সংযুক্ত থাকে।

জেনারেটর থেকে সর্বোচ্চ পরিমাণ পাওয়ার লোডে সরবরাহ হয়, যদি ক্যাভিটিতে রেজনেন্ট সংগঠিত হয়। ডিটেক্টরের সাথে যুক্ত নির্দেশক সর্বোচ্চ পাঠ নির্দেশ করে থাকে। রেজনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে পাওয়ার সর্বাধিক হয়। এর মান এবং ফ্রিকোয়েন্সির পাঠ ওয়েভমিটার হতে পাওয়া যায়।

৩.২.১ রি-অ্যাকশন টাইপ ওয়েভমিটার ঃ

এ ধরনের ওয়েভমিটার ৩.২৪ (ক) নং চিত্রে প্রদর্শন করা হয়েছে এবং ৩.২৪ (খ) নং চিত্রে এটির সমতুল্য বর্তনী দেখানো হয়েছে। এ ধরনের ওয়েভমিটার সচরাচর ব্যবহার করা হয়।

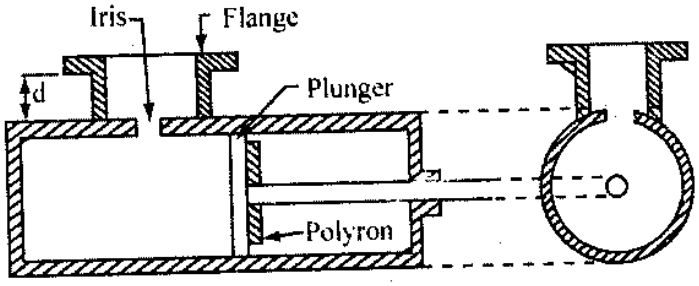


চিত্র ঃ ৩.২৪

ওয়েভগাইড হতে ক্যাভিটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 'd' শূন্য হতে পারে অথবা অর্ধ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান হতে পারে। ক্যাভিটি এর ইম্পিড্যান্স লোডের সাথে সিরিজে সংযুক্ত হয়। ফলে লোডে সর্বোচ্চ পাওয়ার পৌছাবে, যখন ক্যাভিটিতে রেজোনেন্স সংগঠিত হয় ক্যাভিটিকে টিউনিং করে রেজোনেন্স সংগঠিত করা হয়। লোডে সরবরাহকৃত পাওয়ারের মান ক্যাভিটির ইম্পিড্যান্স। এটি কোয়ালিটি ফ্যাক্টর Q এর দূরত্ব d এর উপর নির্ভর করে।

৩.২.২ ক্যাভিটি ওয়েভমিটার ঃ

৩.২৫ নং চিত্রে একটি প্রচলিত ক্যাভিটি ওয়েভমিটারের গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ



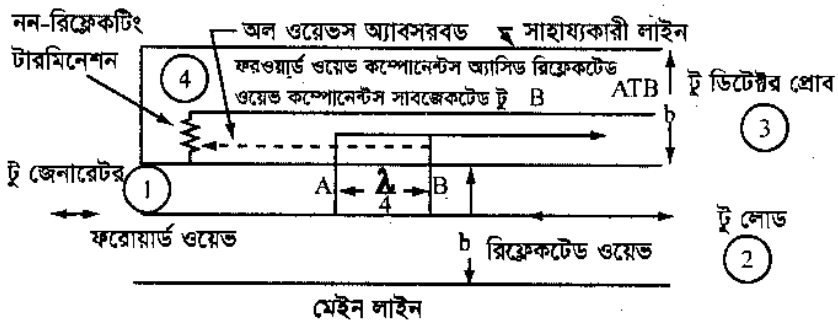
চিত্র ঃ ৩.২৫ ক্যাভিটি ওয়েভমিটার

প্রধান ওয়েভগাইডের সাথে লম্বভাবে ক্যাভিটি এর অক্ষ তৈরি করা হয়ে থাকে। প্রধান ওয়েভগাইড এবং ক্যাভিটি এর মধ্যে বৃত্তাকার হোল বা উইন্ডো এর মাধ্যমে কাপলিং করা হয়। একটি প্লাঞ্জারের পিছনের দিকে ওয়েভ শোষক পদার্থ ব্যবহার করা হয় এবং এটিকে ক্যাভিটির মধ্যে স্থাপন করা হয়। এ শোষক পদার্থ ব্যবহারের ফলে ক্যাভিটির পিছনের দিকে সৃষ্ট অবাঞ্ছিত অসিলেশন ড্যাম্পিং প্রক্রিয়ায় প্রতিহত করা হয়। উল্লেখ করা যায় যে, এতে ক্ষুদ্রতর রেজনেন্স সৃষ্টির ফলে প্লাঞ্জারের পিছনের চেম্বার বৃহৎ হয় এবং অবাঞ্ছিত রেজন্যান্স গঠিত হয়ে থাকে। ক্যাভিটিকে যথাযথভাবে ডিজাইন করে প্লাঞ্জারের মাথার সাথে সংযুক্ত মাইক্রোমিটার ইনস্ট্রুমেন্ট এর মাধ্যমে ওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সরাসরি নির্দেশ করা যায়। এ ধরণের ওয়েভমিটারের দাগাংকিত সরাসরি রেজনেন্স ফ্রিকোয়েন্সিতে করা থাকে।

এ ধরনের ওয়েভমিটারের পাঠ মোটামুটিভাবে সঠিক পাওয়া যায়। একটি ওয়েভমিটারের পাঠের সঠিকতা অপারেটরের দক্ষতা তাপমাত্রার স্থিরতা এবং এর Q এর উপর নির্ভর করে। নির্দিষ্ট ক্যাভিটি ওয়েভমিটারের Q এর মান খুব বেশি হয় এবং এটি 10 হতে 50000 এর মধ্যে অবস্থান করে। সাধারণত Q এর মান এর অধিক সঠিকতা নির্দেশ করে।

৩.৩ ডিরেকশনাল কাপলারের কার্যনীতি (Working principle of directional couplers) ঃ

অনেক সময় ট্রান্সমিশন লাইন বা ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে লোডে পাওয়ার সরবরাহ করার প্রয়োজন হয়। প্রায়শ ইহা স্যাম্পলিং পদ্ধতিতে সম্পন্ন করা হয়। এতে পাওয়ারের কিছু অংশ পরিমাপ করে মোট পাওয়ার নির্ণয় করা হয়ে থাকে। এ জন্য এ পদ্ধতিকে স্যাম্পলিং প্রক্রিয়া বলে।



চিত্র ঃ ৩.২৬ সমাক্ষীয় ডাইরেকশনাল কাপলার

এ পদ্ধতিতে শুধুমাত্র ওয়েভের সম্মুখ দিকের পাওয়ার পরিমাপ করা হয়ে থাকে। কিন্তু প্রতিফলন ওয়েভের (যদি থাকে) পাওয়ার বিবেচনা করা হয় না। এর জন্য একাধিক একক বিদ্যমান আছে, যাকে ডাইরেকশনাল কাপলার বলে। ৩.২৬নং চিত্রে একটি সম-অক্ষীয় লাইনের উপর ডাইরেকশনাল কাপলার দেখানো হয়েছে। এটি একটি দুই ছিদ্রবিশিষ্ট কাপলার। এতে ট্রান্সমিশন লাইনের একটি অংশ প্রধান লাইনের সাথে সাহায্যকারী লাইনের মাধ্যমে সিরিজে যুক্ত থাকে।

দু'টি সমঅক্ষীয় প্রধান লাইন এর বাহিরের অংশ হতে দুটি প্রোব দু'টি ছিদ্রের মধ্য দিয়ে সাহায্যকারী লাইনের সাথে যুক্ত থাকে। প্রকৃতপক্ষে প্রোব দু'টি ভিতরের সাহায্যকারী লাইনের সাথে স্পর্শ করে থাকে না। ফলে প্রধান লাইন হতে সামান্য শক্তি সাহায্যকারী লাইনের সাথে যুক্ত হয়। যদি প্রোব সাহায্যকারী লাইনের সাথে স্পর্শ করে থাকে, তবে প্রধান লাইনের অধিকাংশ শক্তি সাহায্যকারী লাইনের সাথে যুক্ত হত, যা কাম্য নয়। প্রধান লাইনের একই দিকে দু'টি প্রোবের মাধ্যমে শক্তি আবেশিত হয়ে সাহায্যকারী লাইনে প্রবাহিত হয়। দু'টি প্রোবের মধ্যে $\frac{\lambda}{4}$ দূরত্ব রাখা হয়,যদিও এদের মধ্যে দূরত্ব $\frac{1}{4}$ এর যেকোন বিজোড় সংখ্যক হতে পারে। সাহায্যকারী লাইনের সমাপ্ত প্রান্ত (4)-এ একটি রেজিস্টিভ লোড থাকে। এ লোড যেকোন প্রতিফলিত ওয়েভ শক্তি শোষণ করে। এর অপর প্রান্ত (3) পাওয়ার পরিমাপের জন্য ডিটেক্টর (Detector) প্রোবের সাথে যুক্ত করা হয়।

প্রধান লাইন হতে (2) নং প্রান্তের মাধ্যমে যেকোন লোডে শক্তি সরবরাহ করা হলে তা সম্পূর্ণরূপে লোড কর্তৃক শোষিত হয় এবং সেটি পরিমাপ করতে হয় না। এখন এটি নিশ্চিত করা আবশ্যক যেটি প্রধান লাইনের বাম হতে ডানদিকে একমাত্র ফরওয়ার্ড ওয়েভ সাহায্যকারী লাইনে প্রবাহিত হয়। প্রধান লাইনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ফরওয়ার্ড স্যাম্পলিং শক্তি দুটি প্রোবের মাধ্যমে দ্বিগুণ হয়। এটি $\frac{1}{4}$ দূরত্বে অবস্থান করে। দুটি প্রোবের মধ্য দিয়ে (3) নং প্রান্তের দিকে প্রবাহিত ওয়েভের ফেজ একই থাকে এবং এ প্রোবদ্বয় হতে প্রতিফলিত ওয়েভ (4) নং প্রান্তের দিকে আগত হয় এবং এদের মধ্যে ফেজ পার্থক্য 180° থাকে। ফলে, এরা পরস্পরকে বাতিল করে।

একটি ডাইরেকশনাল কাপলার দু'টি ফ্যাক্টর দ্বারা নির্দেশিত হয় ঃ একটি কাপলিং ফ্যাক্টর এবং অপরটি ডাইরেক্টিভিটি।

ধরা যাক, ১নং প্রান্তে P_i পরিমাণ পাওয়ার আপতিত হয় এবং তা হতে 3 নং প্রান্তের দিকে ফরওয়ার্ড ওয়েভের কাপলিং পাওয়ার P_f। কাপলিং ফ্যাক্টরের সংজ্ঞা নিম্নরূপ ঃ

$$C = 10 \log_{10} = \frac{P_i}{P_f} \text{ ---------- } (৩.১)$$

এখানে, C = কাপলিং ফ্যাক্টর।

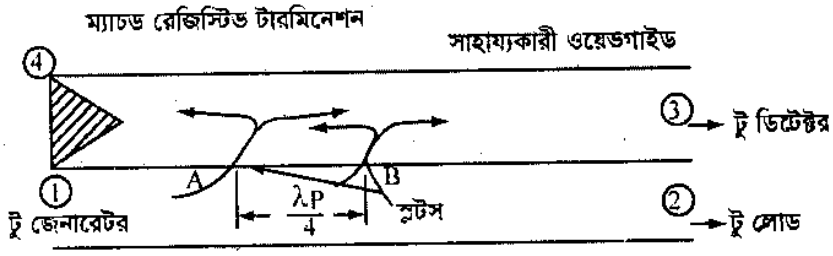
আদর্শভাবে, ৪নং প্রান্তের দিকে প্রতিফলিত কাপলিং পাওয়ার P_b এর মান শূন্য ধরা হয়। কিন্তু বাস্তব ক্ষেত্রে এর অস্তিত্ব বিদ্যমান থাকে। এটি দ্বারা ওয়েভের ডাইরেক্টিভিটি নির্দেশ করা হয় এবং নিচের ন্যায় সংজ্ঞায়িত করা যায় ঃ

$$D = 10 \log_{10} = \frac{P_f}{P_b} \text{ ---------- } (৩.২)$$

৩.৩.১ ওয়েভগাইড ডাইরেকশনাল কাপলার ঃ

৩.২৭ নং চিত্রে দুই-ছিদ্রবিশিষ্ট ওয়েভগাইড ডাইরেকশনাল কাপলার দেখানো হয়েছে। দেখানো হয়েছে যে, দু'টি ওয়েভগাইডের সাধারণ দেয়ালে দুটি ছিদ্র থাকে। এদেরকে $\frac{1}{4}$ দূরত্বে স্থাপন করা হয়। প্রধান ওয়েভগাইড হতে ফরওয়ার্ড ওয়েভ এর আংশিক শক্তি সাহায্যকারী ওয়েভগাইডে কাপলিং হয়। দু'টি ছিদ্রপথে 3 নং পোর্টের দিকে আগত ওয়েভ একই ফেজে অবস্থান করায় এরা পরস্পরের সাথে যুক্ত হয় এবং এর বিপরীত দিকে অর্থাৎ 4 নং পোর্টের দিকে আগত ওয়েভ পরস্পরকে বাতিল করে। কারণ, এদের মধ্যে ফেজ পার্থক্য 180° হয়। যা হোক যদি কিছু পরিমাণ শক্তি 4 নং পোর্টের দিকে আগত হয়, তা প্রান্তীয় সামঞ্জস্যতা ব্যবহার করে সম্পূর্ণরূপে শোষণ করা হয়।

এতে পাওয়ার পরিমাপ প্রক্রিয়া সম-অক্ষীয় লাইন ডাইরেকশনাল কাপলার এর অনুরূপ এবং (৩.১) ও (৩.২) নং সমীকরণ এ ক্ষেত্রেও সমভাবে প্রযোজ্য।

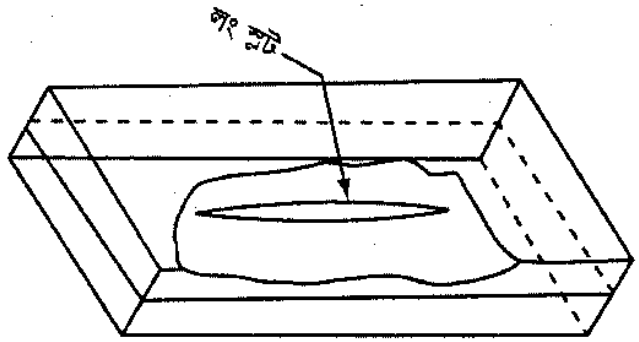


চিত্র ঃ ৩.২৭ দুই-ছিদ্র ওয়েভগাইড ডাইরেকশনাল কাপলার

এটিকে সাধারণত ওয়েভগাইড কাপলার হিসাবে ব্যবহার করা হয় এবং SWR পরিমাপ ও পাওয়ার পরিমাপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

৩.৩.২ দীর্ঘ স্লট ডাইরেকশনাল কাপলার ঃ

৩.২৮ নং চিত্রে এ ধরনের কাপলার দেখানো হয়েছে। এটি একটি দীর্ঘ স্লট ধারণ করে। এটি ধারণা করা যাক, দীর্ঘ স্লটের তলের প্রত্যেকটি বিন্দু কাপলিং হোল লিড এর ন্যায় কাজ করে, যদি স্লটের দৈর্ঘ্য ওয়েভের অর্ধ-তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান হয়। প্রধান গাইড থেকে সাহায্যকারী গাইডে পাওয়ার সরবরাহ করে কিন্তু সাহায্যকারী গাইড হতে প্রধান গাইডে পাওয়ার সরবরাহ হয় না। এ আলোচনা থেকে এটিই প্রতীয়মান হয় যে, সাহায্যকারী গাইড হতে প্রধান গাইডে পাওয়ার সরবরাহ নগণ্য বিবেচনা করা হয়।



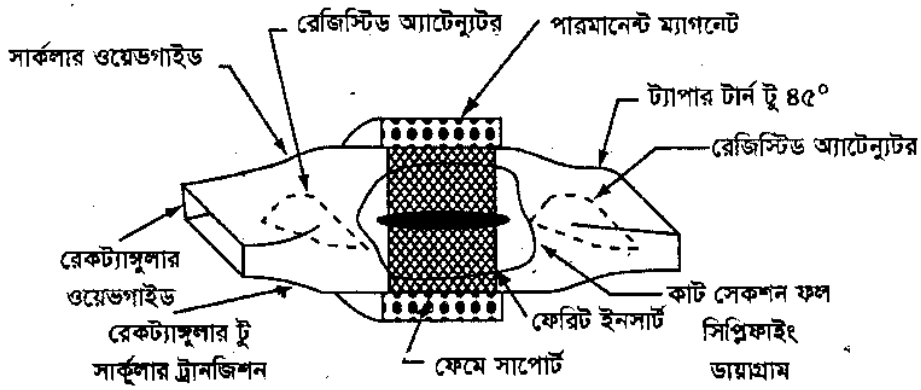
চিত্র ঃ ৩.২৮ দীর্ঘ স্লট ডাইরেকশনাল কাপলার

যদি স্লটের প্রান্তকে উপযুক্তভাবে সরু করা হয়, তবে স্লটের প্রান্ত হতে ওয়েভের প্রতিফলন বাধাগ্রস্ত হয়। এতে স্লটের দৈর্ঘ্য এমন হওয়া উচিত যে, প্রধান গাইড হতে সাহায্যকারী গাইডে সকল পাওয়ার সরবরাহ সম্ভব হয়। সম্পূর্ণরূপে পাওয়ার স্থানান্তর করার জন্য স্লটের দৈর্ঘ্য সাধারণত যা ব্যবহার করা হয়, তার চেয়ে অধিক হয়ে থাকে। যদি কাপলিং খুব কম হয়, তাহলে কাপলিং পাওয়ার স্লট দৈর্ঘ্যের বর্গ ও স্লটের প্রশস্ততার ষষ্ঠ পাওয়ারের সাথে সমানুপাতিক হয়।

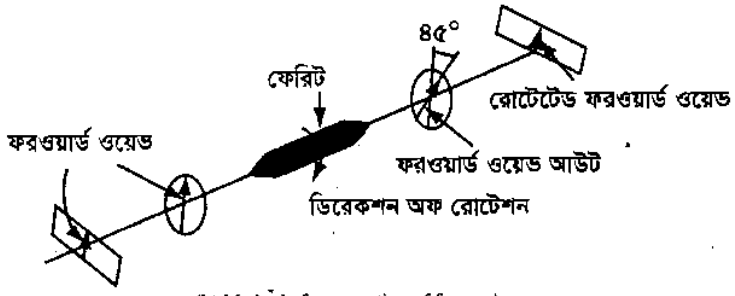
এ ধরনের কাপলারের প্রধান সুবিধা হল, এর ডাইরেক্টিভিটি উচ্চ হয় এবং কাপলিং প্রক্রিয়াও উচ্চ হয়।

৩.৪ ও ৩.৫ আইসোলেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি (Construction and working principle of isolators) ঃ

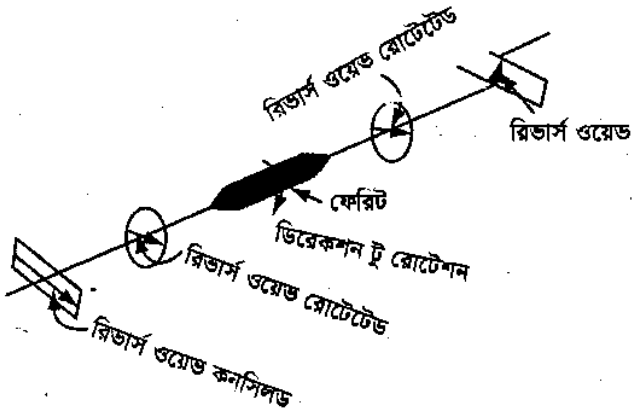
আইসোলেটর এমন একটি ডিভাইস, যা ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে একদিকে সহজে প্রেরণ করে, কিন্তু বিপরীত দিকে ওয়েভ গমনের সময় উচ্চ মানের বাধা প্রদান করে থাকে। একে মাইক্রোওয়েভ জেনারেটরের সাথে লোডকে সংযুক্ত করার জন্য ব্যবহার করা হয়।



(a) pictorial view



(b) Method of propagation of forward wave



(c) Method of cacenlation of reflected wave

চিত্র ঃ ৩.২৯ ফ্যারাডের ঘূর্ণন আইসোলেটর

ফেরাইট আইসোলেটর ফ্যারাডে ঘূর্ণন অথবা রেজোনেন্ট নীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে থাকে। ফ্যারাডে ঘূর্ণন আইসোলেটর ২৫০ কিলোওয়াট এর নিচে পাওয়ারের জন্য ব্যবহৃত হয় এবং রেজোনেন্ট আইসোলেটর উচ্চ পাওয়ারের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। ৩.২৯ নং চিত্রে ফ্যারাডে ঘূর্ণন আইসোলেটর দেখানো হয়েছে।

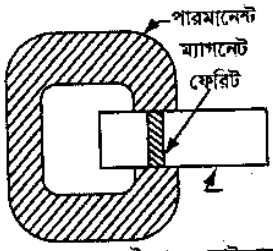
এ ধরনের আইসোলেটরে একটি বৃত্তকার ওয়েভগাইডের উভয় পার্শ্বে আয়তাকার ওয়েভগাইড যুক্ত থাকে। আয়তাকার এবং বৃত্তকার ওয়েভগাইডের সংযোগস্থানকে ট্রানজিশন অংশ বলে।

আউটপুট ট্রানজিশন প্রান্ত ৪৫° ঘুরানো থাকে। আইসোলেটরের ইনপুটে TE_{10} মোডে ওয়েভ প্রয়োগ করলে আয়তাকার ওয়েভগাইড হতে বৃত্তাকার ওয়েভগাইডে প্রবেশ করলে TE_{11} মোডে পুনরায় TE_{10} মোডে রূপান্তরিত হয়। বৃত্তাকার ওয়েভগাইড অংশের কেন্দ্রে একটি পাতলা ফেরাইট স্থাপন করা হয়। ফোমের মাধ্যমে ফেরাইট ওয়েভগাইডের মধ্যে অবস্থান করে। ওয়েভগাইডের চারিদিকে একটি স্থায়ী চুম্বক স্থাপন করা থাকে। এটি প্রয়োজনীয় ডিসি ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি করে।

এটি দেখানো যেতে পারে যে, প্রয়োগকৃত ম্যাগনেটিক ফিল্ড রেজোন্যান্স লেভেলের কিছুটা নিচে অবস্থান করে এবং ফলে ওয়েভ ফেরাইটের মধ্য দিয়ে সম্মুখ দিকে সহজে যেতে পারে এবং এর পোলারিটি ৪৫° শিফট হয়। এ ওয়েভ পরে আউটপুট ট্রানজিশন অংশ বিনাবাধায় অতিক্রম করে এবং এখানে ওয়েভের প্রয়োজনীয় ঘূর্ণন হয়ে থাকে। ফলে আউটপুটে TE_{10} মোডে ওয়েভ পাওয়া যায়। এর অভ্যন্তরীণ লস ০.৫ থেকে ১.০db হয়ে থাকে। এ অগ্রগামী ওয়েভ দুটি রেজিস্টিভ ভেনের দ্বারা সম্পূর্ণরূপে বাধাহীন অবস্থায় গমন করে। কারণ, এরা ইলেকট্রিক ফিল্ডের সাথে সর্বদা লম্বভাবে অবস্থান করে, যা ৩.২৯ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

এখন বিবেচনা করা যাক, একটি ওয়েভ বিপরীত দিকে গমন করতে চেষ্টা করে। এ ওয়েভ ফ্যারাডে ঘূর্ণক কর্তৃক ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরে থাকে, যা ডিসি ম্যাগনেটিক ফিল্ড কর্তৃক নিয়ন্ত্রিত হয়। যখন রিভার্স ওয়েভ ইনপুট ট্রানজিশন অংশে পতিত হয়, তখন রেজিস্টিভ কার্ড কর্তৃক শুধু শোষিতই হয় না, বরং ইনপুট আয়তাকার ওয়েভগাইডে গমনও করতে পারে না। কারণ, এর ডাইমেনশন অনুযায়ী বিপরীত ওয়েভকে সর্বোচ্চ বাধা প্রধান করে। এ বাধার পরিমাণ ২০ থেকে ৩০ db হয়ে থাকে। আইসোলেটরে এ বাধাকে আইসোলেশন বলে। ফ্যারাডে আইসোলেটরের পাওয়ার খুব কম হয়। এর পাওয়ার প্রায় ২ কিলোওয়াটের কম হয়। মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার এবং অসিলেটরের পাওয়ার সাধারণত কম হয়। সে ক্ষেত্রে এ আইসোলেটরের ব্যবহার বৃদ্ধি পেয়ে থাকে।

অন্য এক ধরনের আইসোলেটর ব্যবহার করা হয়, যার অপারেটিং পাওয়ার খুব বেশি হয়। ৩.৩০ চিত্রে এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে। একে রেজোনেন্ট শোষক আইসোলেটর বলে। এতে একটি আয়তাকার ওয়েভগাইড ব্যবহার করা হয়, যা TE_{10} মোডে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ বহন করে এর মাঝে একটি ফেরাইট স্থাপন করা হয়। একটি স্থায়ী চুম্বক এর চারপার্শ্বে স্থাপন করা হয়, যা উচ্চ মানের ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি করে থাকে।



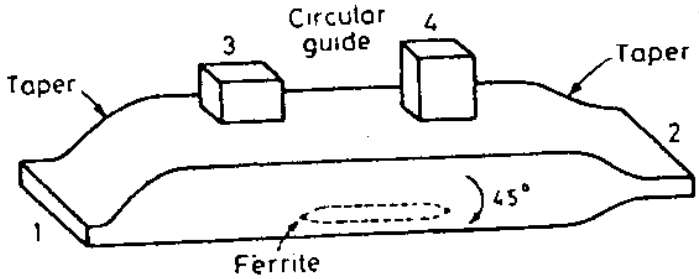
চিত্র ঃ ৩.৩০ রেজনেন্ট শোষক আইসোলেটর

ওয়েভগাইডের এমন স্থানে ফেরাইট স্থাপন করা হয়, যেখানে ম্যাগনেটিক ফিল্ড খুব শক্তিশালী হয় এবং TE_{10} মোড বৃত্তাকারে পোলারাইজড থাকে। এ পোলারাইজেশন একপার্শ্বে ঘড়ির কাঁটার দিকে এবং অন্য পার্শ্বে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিক হয়ে থাকে। ফলে একদিকে ওয়েভ কোন বাধা ছাড়াই গমন করতে পারে এবং অন্য দিকে রেজন্যান্স সৃষ্টি হয় ও পাওয়ার সম্পূর্ণরূপে শোষিত হয়। এর ফলে এ ডিভাইসটি একমুখী বৈশিষ্ট্যের হয়ে থাকে এবং আইসোলেটর হিসাবে কাজ করে।

সারকুলেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি (Construction and working principle of circulators) ঃ

একটি সারকুলেটর সাধারণত চার-পোর্ট বিশিষ্ট ডিভাইস। ৩.৩১ নং চিত্রে ফেরাইট সারকুলেটর দেখানো হয়েছে। একটি সারকুলেটরের প্রধান বৈশিষ্ট্য হল, এর প্রত্যেকটি প্রান্ত শুধুমাত্র ঘড়ির কাঁটার দিকে পরবর্তী প্রান্তের সাথে যুক্ত হয় এবং অন্যান্য প্রান্ত গুলো সংযোগ পায় না। ৩.৩১ (ক) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে যে, একটি সারকুলেটরের চারটি পোর্ট আছে। পোর্টগুলোকে যথাক্রমে পোর্ট-১, পোর্ট-২, পোর্ট-৩ এবং পোর্ট-৪ নামে অভিহিত করা হয়। যেকোন সময় পোর্ট-১, পোর্ট-২ এর সাথে সংযোগ পায়, কিন্তু এটি পোর্ট-৩ বা পোর্ট-৪ এর সাথে সংযোগ পায় না। একই ভাবে, পোর্ট-২, পোর্ট-৩ এর সাথে সংযোগ পায়, কিন্তু পোর্ট-৪ বা পোর্ট-১ এর সাথে সংযোগ পায় না। এর প্রধান ব্যবহার হল, একই অ্যান্টিনাকে ট্রান্সমিটার এবং রিসিভারের মধ্যে পৃথক করা অথবা দুই প্রান্তবিশিষ্ট অ্যামপ্লিডাইন ডিভাইসের ইনপুট এবং আউটপুটকে পৃথক করা।

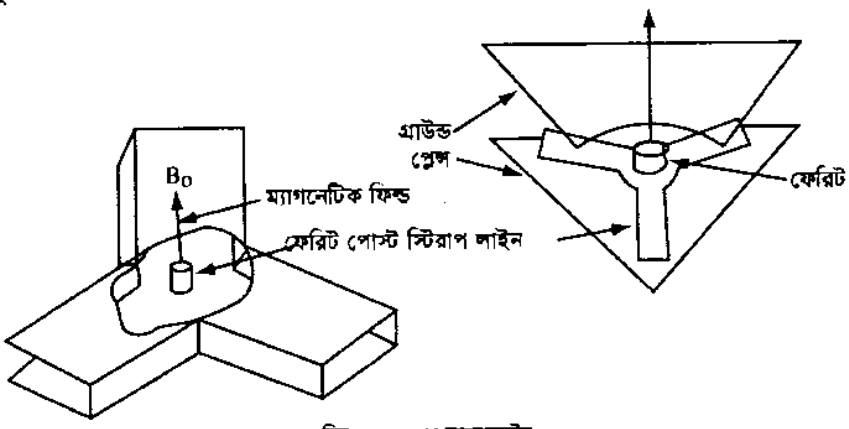
৩.৩১ (খ) নং চিত্রে একটি ফ্যারাডে ঘূর্ণন সারকুলেটর দেখানো হয়েছে। এর ১নং পোর্ট-এ প্রয়োগকৃত পাওয়ারের TE_{10} মোড TE_{11} মোডে রূপান্তরিত হয়। কারণ, এর ইনপুট অংশ ট্যাপারিং করা আছে। বৃত্তাকার ওয়েভগাইড অংশে কেন্দ্রে একটি ফেরাইট স্থাপন করা আছে। এর ঘূর্ণনের ফলে TE_{11} মোড ঘুরে। ওয়েভ ঘূর্ণনের পূর্বে ৩নং পোর্ট অতিক্রম করে এবং এতে ওয়েভের কোন পরিবর্তন বা পাওয়ার লস সংগঠিত হয় না। কারণ, ঐ স্থানে ওয়েভের দিকের পোলারাইজেশন এমন হয় যে, ৩নং পোর্ট তা গ্রহণ করতে পারে না। একই কারণে ওয়েভের ঘূর্ণনের পর এটি ৪নং পোর্ট অতিক্রম করে। সর্বশেষে ওয়েভ ২নং পোর্টে নিমজ্জিত হয় অর্থাৎ ২নং পোর্টের মাধ্যমে নির্গত হয়। এটি নির্দেশ করে যে, ১নং পোর্টে ইনপুট প্রয়োগ করা হলে তা ২নং পোর্ট-এ আউট হয় এবং ৩নং পোর্ট অথবা ৪নং পোর্টে কোন সিগন্যাল পাওয়া যায় না।



চিত্র ঃ ৩.৩১ ফেরাইট সারকুলেটর

যদি ২নং পোর্টে পাওয়ার ইনপুট দেয়া হয়, তবে ৩নং পোর্ট হতে আউটপুট পাওয়া যায়। কিন্তু ১নং ও ৪নং পোর্টে এ সময় কোন আউটপুট সিগন্যাল পাওয়া যায় না। এতে ফেরাইটের ৪৫° ঘূর্ণন নিয়ন্ত্রণ করে বিভিন্ন পোর্ট-এ পাওয়ার ইনপুট এবং আউটপুট নিয়ন্ত্রণ করা হয়। ফেরাইট সারকুলেটর এর আকৃতি খুব বড় হয়, যার ফলে এর পরিবর্তে অনেক সময় Y-সারকুলেটরকে অগ্রাধিকার দেয়া হয়।

একটি Y-সারকুলেটর ৩.৩২ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.৩২ Y-সারকুলেটর

এটি স্ট্রিপ লাইন বা সমঅক্ষীয় ভার্শন ওয়েভগাইড হয়ে থাকে। এদের মধ্যে স্ট্রিপ লাইন ভার্শন সবচেয়ে জনপ্রিয়। চিত্রে ৩-পোর্টবিশিষ্ট Y-সারকুলেটর দেখানো হয়েছে। ৪ পোর্টবিশিষ্ট সারকুলেটর করার জন্য দু'টি Y সারকুলেটর অভ্যন্তরীণভাবে যুক্ত করে তৈরি করা যায়। ৩.৩২ নং চিত্রে ম্যাগনেট প্রদর্শন করা হয়নি। বস্তুত ফেরাইটের একপ্রান্তে একটি ম্যাগনেট স্থাপন করা হয়ে থাকে। যদি তিনটি স্ট্রিপ লাইন বা সমঅক্ষীয় লাইনের মধ্যে ১২০° দূরত্ব রাখা হয় ও এদেরকে ঘড়ির কাঁটার দিকে শিফট করা হয় এবং সঠিক টার্মিনেশন নিশ্চিত করা হয়, তবে একটি পোর্ট ঘড়ির কাঁটার দিকে ঠিক পরের পোর্টের সাথে যুক্ত হয়, অন্য কোন পোর্টের সাথে যুক্ত হওয়ার অবকাশ থাকে না। Y- সারকুলেটর সাধারণত কম পাওয়ারের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় এবং এর অভ্যন্তরীণ লস ০.৫ db হয়।

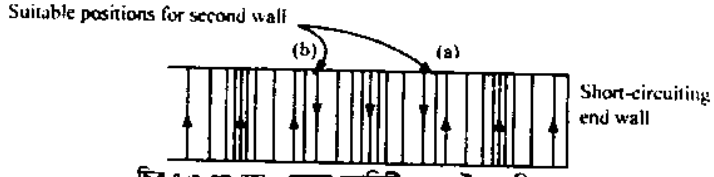
৩.৬ ক্যাভিটি রেজনেটরের কার্যপদ্ধতি (Principle of operation of cavity resonator)ঃ

মাইক্রোওয়েভ ইঞ্জিনিয়ারিং-এ ক্যাভিটি রেজোনেটরের গুরুত্ব অনেক। সাধারণভাবে এটি একটি ওয়েভগাইডের অংশ, যার উভয় প্রান্ত ধাতব তল দ্বারা বন্ধ থাকে। যখন ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে লম্বিক দিকে ওয়েভ গমন করে, তখন রেজোনেটরে একটি স্ট্যান্ডিং ওয়েভ সৃষ্টি হয় এবং যদি রেজোনেটরকে উপযুক্তভাবে উত্তেজিত করা হয়, তবে এটি হতে অসিলেশন পাওয়া যায়।

ওয়েভগাইড উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির পাওয়ার এবং সিগন্যাল প্রেরণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। একইভাবে এ ধরনের ফ্রিকোয়েন্সিতে টিউন্ড সার্কিট হিসাবে ক্যাভিটি রেজোনেটর ব্যবহৃত হয়।

একটি অবস্থা বিবেচনা করা যাক, যখন ওয়েভগাইডের উপর প্রান্ত পরিবাহী দ্বারা বন্ধ করা হয় এবং এ বন্ধ ইউনিটে কোন উপায়ে সামান্য মাইক্রোওয়েভ সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয়েছে। যদি উভয় পরিবাহী প্রান্তের মধ্যে দূরত্ব $n\frac{l_p}{2}$ হয়, যেখানে n একটি পূর্ণ সংখ্যা, তাহলে উভয় তল হতে একাধিকবার প্রতিফলন সংগঠিত হয় এবং একটি স্ট্যান্ডিং ওয়েভ বা স্থির তরঙ্গ সৃষ্টি হয়। ফলে, অসিলেশন চলতে থাকে। যদি বিবেচনা করা হয় যে, এ বন্ধ বক্সে কোন পাওয়ার লস হয় না, তবে এ অসিলেশন অনন্ত সময় ধরে

চলতে থাকে। কিন্তু বাস্তব ক্ষেত্রে কিছু পাওয়ার লস সংগঠিত হয় এবং ফলশ্রুতিতে কিছু সময় পরে অসিলেশন বন্ধ হয়। ৩.৩৩ নং চিত্রে এরূপ অবস্থা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৩.৩৩ TE_{10} মোডে ক্যাভিটি রেজনেটরে অসিলেশন

এখানে দেখা যায় যে, প্রথম দেয়াল স্থাপনের মাধ্যমে স্ট্যান্ডিং ওয়েভ নিশ্চিত হয় এবং দ্বিতীয় দেয়াল স্থাপনের মধ্য দিয়ে অসিলেশন সংগঠিত হয়। সুতরাং দ্বিতীয় দেয়ালকে এমন স্থানে স্থাপিত করতে হবে, যেখানে দেয়াল স্থাপন করা হলে প্যাটার্নের কোন অসুবিধা না হয়। যদি প্রথম দেয়াল হতে $\frac{l_p}{2}$ দূরত্বে দ্বিতীয় দেয়াল স্থাপন করা হয়, তবে অসিলেশন প্রক্রিয়া চলতে থাকে। এটা LC ট্যাংক সার্কিটের অনুরূপ আচরণ করে।

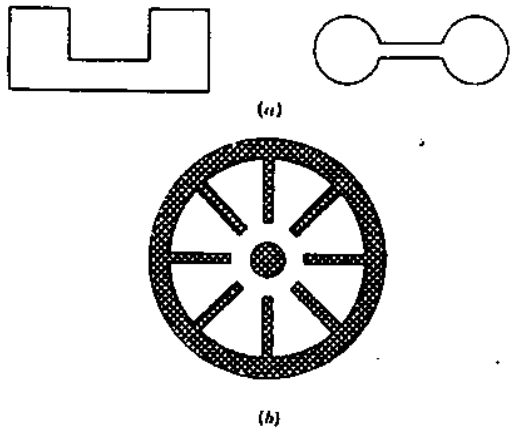
এতে দেখা যায় যে, পরিবাহী দেয়ালদ্বয়ের মধ্যে আবদ্ধ স্থানের পরিমাণ এক বা একাধিক ফ্রিকোয়েন্সির সমান হয়, যেখানে উপরে উল্লেখিত শর্তগুলো পূর্ণ করে। ফলে, আবদ্ধ স্থানের অবশ্যই রেজনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সি থাকে। প্রকৃতপক্ষে, এরূপ সম্পূর্ণরূপে আবদ্ধ ওয়েভগাইড রেজনেন্ট ক্যাভিটি গঠন করে। রেজনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সির সাপেক্ষে এ পদ্ধতির নিজস্ব মোড থাকে।

এটি উল্লেখ করা আবশ্যক যে, ক্যাভিটি রেজোনেটরের অসংখ্য রেজোনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সি থাকে। কারণ ৩.৩৩ নং চিত্রের ক্যাভিটি রেজনেটর দ্বিগুণ ফ্রিকোয়েন্সিতেও অসিলেশন করে, যার তলদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব $\frac{lp^{\circ}}{2}$ এর পরিবর্তে λ_p হয়। একইভাবে দেখানো যায় যে, অনেকগুলো ফ্রিকোয়েন্সির জন্য একটি ক্যাভিটি রেজোনেটর অসিলেশন উৎপন্ন করে থাকে।

রেজোনেন্ট ক্যাভিটিকে বিভিন্ন আকৃতির করে তৈরি করা যায়, যেমন– গোলক, চোঙাকৃতি অথবা আয়তাকৃতি। এ ধরনের ক্যাভিটি সাধারণত ব্যবহার করা হয় না। কারণ, এদের একটি সাধারণ ত্রুটি আছে যে, এদের বিভিন্ন রেজনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সি হারমোনিক্যালী সম্পর্কযুক্ত হয়। যখন এ ধরনের ক্যাভিটিতে পালস শক্তি প্রয়োগ করা হয়, তখন এতে গুরুত্বপূর্ণ অসুবিধার সৃষ্টি হয়। সুতরাং, ব্যবহারিক ক্ষেত্রে ক্যাভিটির আকৃতি এমন হওয়া উচিত যে, এদের বিভিন্ন অসিলেশন ফ্রিকোয়েন্সি হারমোনিক্যালি সম্পর্কযুক্ত না হয়।

৩.৩৪ নং চিত্রে এরূপ কিছু ব্যবহারযোগ্য ক্যাভিটি দেখানো হয়েছে। ৩.৩৪ (a) নং চিত্রে প্রদর্শিত ক্যাভিটিকে রিফ্লেক্স ক্লাইস্টনে ব্যবহার করা হয়ে থাকে এবং ৩.৩৪ (b) নং চিত্রে প্রদর্শিত ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রনে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের ক্যাভিটিকে Re-entrant ধরনের ক্যাভিটি বলে।

ক্যাভিটি রেজনেটরের সাধারণ আকৃতি কোন নির্দিষ্ট ডোমিন্যান্ট মোডের জন্য একই সিগন্যালে একই ডোমিন্যান্ট মোডের জন্য ব্যবহৃত ওয়েভগাইডের ব্যবচ্ছেদের অনুরূপ হয়। এ বক্তব্য শুধুমাত্র আনুমানিকভাবে সত্য, কিন্তু সর্বদা সত্য নয়।



চিত্র ঃ ৩.৩৪ ক্যাভিটি রেজনেটর

ক্যাভিটি রেজনেটর উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সিতে কাজ করে। একে কোনো অ্যামপ্লিফায়ারের ইনপুট অথবা আউটপুট টিউন্ড সার্কিট হিসাবেও ব্যবহার করা যায়। এর অপর ব্যবহার হল, ক্যাভিটি ওয়েভমিটার হিসাবে।

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **টী (Tee) জাংশন কয় ধরনের?**

উত্তর ঃ দু'ধরনের ঃ
(i) E- Plane টী
(ii) H- Plane টী।

২। **ম্যাজিক টী (Magic Tee) বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৭, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪, ১৫(পরি)]
অথবা, ম্যাজিক টী কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ একটি E- Plane টী এবং একটি H- Plane টী এর সমন্বয়ে গঠিত টীকে ম্যাজিক টী বলে।

৩। **ম্যাজিক টী-এর আচরণ কীরূপ?**

উত্তর ঃ একটি ম্যাজিক টী চার পোর্ট হাইব্রীড সার্কিটের ন্যায় আচরণ করে।

৪। **হাইব্রীড রিং-এর প্রধান বৈশিষ্ট্য কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ হাইব্রীড রিং-এ যেকোন একটি বাহুতে পাওয়ার ইনপুট করলে যেকোন দুইটি বাহু দ্বারা নির্গত হয়, কিন্তু তৃতীয় বাহুতে কোন ওয়েভ গমন করে না।

৫। **কাপলিং প্রোবের প্রয়োজনীয়তা কী?**

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের সাথে সমঅক্ষীয় (Co-axial) লাইন সংযোগ করার ক্ষেত্রে কাপলিং প্রোব প্রয়োজন হয়।

৬। **কাপলিং প্রোব কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ কাপলিং প্রোব মূলত একটি সমঅক্ষীয় ক্যাবলের অভ্যন্তরীণ তারের বর্ধিত অংশ। একে ওয়েভগাইডের দু'টি দেয়ালের মধ্যবর্তী স্থান পর্যন্ত প্রবেশ করানো হয়।

৭। **কোন মাধ্যমে ওয়েভগাইডে পাওয়ার সরবরাহ করা যায়?**

উত্তর ঃ সমঅক্ষীয় ক্যাবলের মাধ্যমে ওয়েভগাইডে পাওয়ার সরবরাহ করা যায়।

৮। **Wave meter দিয়ে কী পরিমাপ করা হয়।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ wave meter দিয়ে সার্কিট কম্পোনেন্ট পরিমাপ করা হয়।

৯। **ওয়েভগাইড ফ্লেঞ্জ (Waveguide Flanges) কেন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের বিভিন্ন অংশ এবং গাইড উপাদান কাপলিং বা যুক্ত করার জন্য ফ্লেঞ্জ ব্যবহার করা হয়।

১০। **ওয়েভগাইড ফ্লেঞ্জ কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ দু'প্রকার ঃ
(i) প্লেইন ফ্লেঞ্জ (Plain Flange),
(ii) চোক ফ্লেঞ্জ (Cloke Flange)।

১১। **ট্রাভেলিং ডিটেকটর (Travelling Detector) বলতে কী বুঝ?**

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে প্রবাহমান ওয়েভের ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি যে ডিটেক্টরের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়, তাকে ট্রাভেলিং ডিটেকটর বলে।

১২। **ডোমিন্যান্ট মোড (Dominant Mode) কী?**

উত্তর ঃ একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে সম্ভাব্য সর্বনিম্ন যে ফ্রিকোয়েন্সির ওয়েভ প্রপাগেট করতে পারে, তাকে ডোমিন্যান্ট মোড (Dominant Mode) বলে।

১৩। **অনাকাঙ্ক্ষিত Mode কী?**

উত্তর ঃ একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে মোডের ওয়েভ প্রেরণ করা প্রয়োজন, সে মোড ব্যতীত সকল মোডকে অনাকাঙ্ক্ষিত মোড বলা হয়।

১৪। কাট-অফ (Cut Off) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ কাট-অফ বলতে যে ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে গমন করতে পারে না, তাকে বুঝায়।

১৫। মোড সাপ্রেসর ও মোড ফিল্টারে কী তফাৎ? মোড ফিল্টারের মূল কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ কোন তফাৎ নেই। মোড সাপ্রেসরকে মোড ফিল্টারও বলা হয়। একটি আদর্শ মোড ফিল্টার দ্বারা কাঙ্ক্ষিত মোড ব্যতীত সকল মোড পরিহার করা যায়।

১৬। ওয়েভমিটারের পাঠের সঠিকতা কোন কোন ফ্যাক্টরের উপর নির্ভর করে?

উত্তর ঃ নিম্নের ফ্যাক্টরের উপর নির্ভর করে ঃ

(i) অপারেটরের দক্ষতা,

(ii) তাপমাত্রা স্থিরতা,

(iii) Q এর মান।

১৭। ডাইরেকশনাল কাপলার কোন ধরনের কাপলার?

উত্তর ঃ ডাইরেকশনাল কাপলার একটি দুই ছিদ্রবিশিষ্ট কাপলার। এতে ট্রান্সমিশন লাইনের একটি অংশ প্রধান লাইনের সাথে সাহায্যকারী লাইনের মাধ্যমে সিরিজে যুক্ত থাকে।

১৮। ডাইরেকশনাল কাপলার কয়টি ফ্যাক্টর দ্বারা নির্দেশিত হয়?

উত্তর ঃ দু'টি ফ্যাক্টর দ্বারা নির্দেশিত হয় ঃ

(i) কাপলিং ফ্যাক্টর (Coupling Factor),

(ii) ডাইরেক্টিভিটি (Directivity)।

১৯। কাপলিং ফ্যাক্টরকে কীভাবে প্রকাশ করা যায়?

উত্তর ঃ কাপলিং ফ্যাক্টরকে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায় ঃ

$$C = 10\,Log_{10} = \frac{P_i}{P_f}$$

২০। ডাইরেকশনাল কাপলারের ডাইরিক্টিভিটি কীভাবে প্রকাশ করা যায়? [বাকাশিবো-১০, ১১, ১২]

অথবা, Directional coupler এর Directivity প্রকাশের সূত্র লেখ? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ Directivity নিম্নভাবে প্রকাশ করা যায় ঃ

$$D = 10\,Log_{10} = \frac{P_f}{P_b}$$

২১। ওয়েভগাইড ডাইরেকশনাল কাপলারের ব্যবহার লেখ।

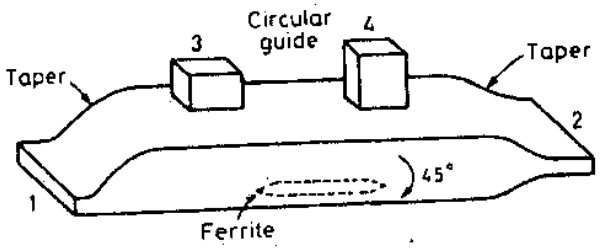
উত্তর ঃ এটাকে সাধারণত ওয়েভগাইড কাপলার হিসাবে ব্যবহার করা হয় এবং SWR পরিমাপ ও পাওয়ার পরিমাপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

২২। ট্রানজিশন অংশ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ আয়তাকার এবং বৃত্তাকার ওয়েভ গাইডের সংযোগ স্থানকে ট্রানজিশন অংশ বলে।

২৩। সারকুলেটর কী? সারকুলেটরের চিত্র আঁক।

উত্তর ঃ সারকুলেটর সাধারণত চার পোর্ট বিশিষ্ট ডিভাইস। নিম্নে ইহার চিত্র অঙ্কন করা হল ঃ



২৪। ক্যাভিটি রেজনেটরের আকৃতি কত রকমের হয়?

উত্তর ঃ ক্যাভিটি রেজনেটর বিভিন্ন আকৃতির করে তৈরি করা যায় ঃ
(i) গোলক, (ii) চোঙাকৃতি, (iii) আয়তাকৃতি।

২৫। Waveguide Flange কী? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ Waveguide flange এমন একটি ডিভাইস, যার মাধ্যমে ওয়েভে প্রয়োজনীয় যান্ত্রিকশক্তি প্রদান করা হয় এবং সাথে সাথে উপযুক্ত বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্য প্রদান করা হয়।

২৬। Isolator-এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ০৮, ১০, ১১, ১২, ১৪, ১৫]

উত্তর ঃ Isolator এর কাজ হল ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে একদিকে সহজে প্রেরণ করা, কিন্তু বিপরীত দিকে ওয়েভ গমনের সময় উচ্চ মানের বাধা প্রদান করা।

২৭। র‍্যাট রেস বা হাইব্রীড রিং কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর ঃ যে রিং বা রেসে কোন একটি বাহুতে পাওয়ার ইনপুট করলে যেকোন দুটি বাহু দ্বারা নির্গত হয়, কিন্তু তৃতীয় বাহুতে কোন ওয়েভ গমন করে না, তাকে র‍্যাট রেস বা হাইব্রীড রিং বলে।

২৮। মোড সাপ্রেসর বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যখন অনাকাঙ্ক্ষিত মোডের ওয়েভ গমন করে, তখন পাওয়ার অপচয় বৃদ্ধি পায় এবং ডোমিন্যান্ট মোড অপেক্ষা অধিকতর মোডের ক্ষেত্রে অপচয় বেশি হয়। যে কম্পোনেন্ট এর সাহায্যে অনাকাঙ্ক্ষিত মোড পরিহার করা যায় তাকে মোড সাপ্রেসর বলে।

২৯। ডিরেকশনাল কাপলার বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১২]

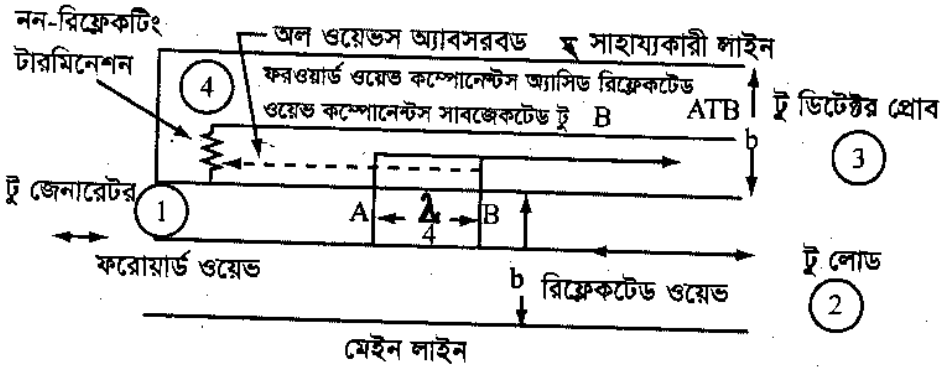
উত্তর ঃ যে ডিজাইন একমুখী পাওয়ার ও SWR মাপতে এবং একমুখী তরঙ্গ পাঠাতে ব্যবহার করা হয়, তাকে ডিরেকশনাল কাপলার বলে।

৩০। ৪ (চারটি) মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর ঃ ৪ (চারটি) মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম নিচে দেওয়া হলো ঃ
১। ম্যাজিক টী ২। আইসোলেটিং ডিজাইন ৩। কাপলিং প্রোব ৪। কাপলিং লুপ।

৩১। ডিরেকশনাল কাপলারের মূলনীতি? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ ট্রান্সমিশন লাইন বা ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে লোডে পাওয়ার সরবরাহ করার প্রয়োজন হয়। প্রায়শ ইহা স্যাম্পলিং পদ্ধতিতে সম্পন্ন করা হয়। এতে পাওয়ারের কিছু অংশ পরিমাপ করে মোট পাওয়ার নির্ণয় করা হয়ে থাকে। এ জন্য এ পদ্ধতিকে স্যাম্পলিং প্রক্রিয়া বলে।



এ পদ্ধতিতে শুধুমাত্র ওয়েভের সম্মুখ দিকের পাওয়ার পরিমাপ করা হয়ে থাকে। কিন্তু প্রতিফলন ওয়েভের (যদি থাকে) পাওয়ার বিবেচনা করা হয় না। এর জন্য একাধিক একক বিদ্যমান আছে, যাকে ডাইরেকশনাল কাপলার বলে। ৩.২৬ নং চিত্রে একটি সমঅক্ষীয় লাইনের উপর ডাইরেকশনাল কাপলার দেখানো হয়েছে। এটি একটি দুই ছিদ্রবিশিষ্ট কাপলার। এতে ট্রান্সমিশন লাইনের একটি অংশ প্রধান লাইনের সাথে সাহায্যকারী লাইনের মাধ্যমে সিরিজে যুক্ত থাকে।

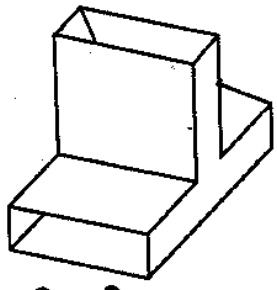
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **টী (Tee) বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যখন দুই বা ততোধিক সিগন্যালকে একত্রিত বা একটি সিগন্যালকে দুই বা ততোধিক অংশে বিভক্ত করার প্রয়োজন হয়, তখন মাল্টিপোর্ট নেটওয়ার্ক ব্যবহার করা হয়। টী (Tee) এরূপ একটি মাল্টিপোর্ট নেটওয়ার্ক।

২। **E- Plane টী বলতে কী বুঝ? চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ যদি টী'র ব্রড বা প্রশস্ত দেয়াল হতে ইনপুট বাহু তৈরি হয়, তাহলে ঐ জাংশনকে E- Plane টী বলে। চিত্র নিচে আঁকা হল ঃ



৩। **E- Plane টী-তে ইম্পিড্যান্স ম্যাচিং এর প্রয়োজনীয়তা কী?**

উত্তর ঃ E- Plane টী একটি ভোল্টেজ বা সিরিজ জাংশন। এটা মধ্যবাহুর সাপেক্ষে সিমেট্রিক্যাল বা সামঞ্জস্যপূর্ণ হয়, যাতে এতে সিগন্যাল ফিড করলে সমান দুই ভাগে বিভক্ত করে অথবা উভয় দিকে দু'টি সিগন্যাল প্রয়োগ করলে মধ্যবাহুতে যুক্ত আকারে পাওয়া যায়, যার ফলে কিছু অনাবশ্যক প্রতিফলন ঘটে এই প্রতিফলন পরিহার করার জন্য ইম্পিড্যান্স ম্যাচিং করা জরুরি হয়ে পড়ে।

৪। **H- Plane টী বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যে টী'র পার্শ্ববাহুর তল প্রধান বাহুতে প্রেরণকৃত H ফিল্ড তলের সাথে সমান্তরাল হয়, তাকে H- Plan টী বলে। H- Plane টী এর তিন বাহুই ম্যাগনেটিক ফিল্ডের একই তলে অবস্থান করে ম্যাগনেটিক ফিল্ড এর বাহুতে বিভক্ত হয়ে যায় এবং এর ফলে কারেন্ট জাংশন বা প্যারালাল জাংশন সৃষ্টি হয়।

৫। **হাইব্রীড সার্কিটের কয়টি পোর্ট থাকে? এর চিত্র অঙ্কন কর ও বৈশিষ্ট্য লেখ।**

উত্তর ঃ চারটি পোর্ট যথাক্রমে A, B, C, D থাকে।

বৈশিষ্ট্য ঃ যদি A অথবা C পোর্টের মাধ্যমে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়, তবে পোর্ট B এবং D হতে পাওয়ার পাওয়া যায়। কিন্তু A থেকে C পোর্টে অথবা C থেকে A পোর্টে কোন পাওয়ার সরবরাহ হয় না। আবার B অথবা D পোর্টের মাধ্যমে পাওয়ার সরবরাহ করা হলে A এবং C পোর্টের মাধ্যমে পাওয়ার পাওয়া যায়, কিন্তু B থেকে D অথবা D থেকে B পোর্টে পাওয়ার সরবরাহ হয় না।

৬। **ম্যাজিক টী-এর কয়েকটি প্রয়োগ উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর ঃ (i) ইনসুলেটর হিসেবে ব্যবহার করা হয়,
(ii) ম্যাচিং ডিভাইস হিসাবে ব্যবহার করা হয়,
(iii) ফেজ শিফটার হিসাবে ব্যবহৃত হয়,
(iv) ট্রান্স-রিসিভারের T/R সুইচ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

৭। ম্যাজিক টী-কে আইসোলেটিং ডিভাইস হিসাবে কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ম্যাজিক টী এর বৈশিষ্ট্যের কারণে একে আইসোলেটিং ডিভাইসরূপে ব্যবহার করা যায়। ম্যাজিক টী-তে চারটি বাহু থাকে। এর যেকোন একটি বাহুতে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার সরবরাহ করা হলে সমকোণে স্থাপিত বাহুদ্বয়ে পাওয়ার গমন করে। কিন্তু ১৮০° কোণে অবস্থিত বাহুতে পাওয়ার গমন করে না। এ ক্ষেত্রে এ বাহুদ্বয় পরস্পর হতে Isolate বা বিচ্ছিন্ন থাকে। এভাবে একই নেটওয়ার্কে সংযুক্ত উপাদানসমূহের মধ্যে আইসোলেশন হিসাবে ম্যাজিক টী ব্যবহার করা যায়।

৮। কাপলিং প্রোবের প্রয়োজনীয়তা কী? কীভাবে সংযোগ দেয়া হয়?

উত্তর ওয়েভগাইডের সাথে সমঅক্ষীয় লাইন সংযোগ করার ক্ষেত্রে কাপলিং প্রোব প্রয়োজন হয়। ওয়েভগাইডের যে স্থানে ইলেকট্রিক ফিল্ডের মান সর্বোচ্চ-সে স্থানে বা তার কাছাকাছি স্থানে ইলেকট্রিক ফিল্ডের প্যারালালে প্রোব সংযোগ দেয়া হয়।

৯। চোক ফ্লেঞ্জ-এর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর অনেক সময় দুটি ওয়েভগাইডের সংযোগ এলাইনমেন্ট সঠিক হলেও ওয়েভগাইডে কিছু নিরবচ্ছিন্নতার অভাব লক্ষ করা যায়। এ অসুবিধা উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির জন্য খুবই ক্ষতিকর হয়। ওয়েভগাইডের মাত্রা খুব কম হলে ওয়েভলেংথের অনুপাতে নিরবচ্ছিন্নতা বিনষ্টের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। এ অসুবিধা পরিহার করতে চোক ফ্লেঞ্জ ব্যবহার করা হয়।

১০। ট্রাভেলিং ডিটেক্টরের প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও (VSWR) পরিমাপ, ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট পরিমাপ এবং অন্যান্য পরীক্ষামূলক কার্যে ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি পরিমাপ করার জন্য ট্রাভেলিং ডিটেক্টর প্রয়োজন হয়।

১১। মোড সাপ্রেসর কাকে বলে?

উত্তর একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যে মোডের ওয়েভ প্রেরণ করা প্রয়োজন, সে মোড ব্যতীত সকল মোডকে অনাকাঙ্ক্ষিত মোড হিসাবে বিবেচনা করা হয়। একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে যখন অনাকাঙ্ক্ষিত মোডের ওয়েভ গমন করে, তখন পাওয়ার অপচয় বৃদ্ধি পায় এবং ডোমিন্যান্ট মোড অপেক্ষা অধিকতর মোডের ক্ষেত্রে অপচয় বেশি হয়। যে কম্পোনেন্ট এর সাহায্যে অনাকাঙ্ক্ষিত মোড পরিহার করা যায়, তাকে মোড সাপ্রেসর বলে।

১২। স্যাম্পলিং প্রক্রিয়া কাকে বলে?

উত্তর অনেক সময় ট্রান্সমিশন লাইন বা ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে লোডে পাওয়ার সরবরাহ করার প্রয়োজন হয়। প্রায়শ ইহা স্যাম্পলিং পদ্ধতিতে সম্পন্ন করা হয়। এতে পাওয়ারের কিছু অংশ পরিমাপ করে মোট পাওয়ার নির্ণয় করা হয়ে থাকে। এ জন্য এ পদ্ধতিকে স্যাম্পলিং প্রক্রিয়া বলে।

১৩। ট্রাভেলিং ডিটেক্টর-এর কাজ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও (VSWR) পরিমাপ, ডাই-ইলেকট্রিক কনস্ট্যান্ট পরিমাপ এবং অন্যান্য পরীক্ষামূলক কার্যে ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি পরিমাপ করার প্রয়োজন হয়। এ ক্ষেত্রে ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি ওয়েভগাইডের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভরশীল। ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে প্রবহমান ওয়েভের ইলেকট্রিক ফিল্ড ইনটেনসিটি যে ডিটেকটরের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়, তাকে ট্রাভেলিং ডিটেকটর বলে। একটি শর্ট এবং চলমান প্রোব ওয়েভগাইডের সাথে স্থাপন করে এ কার্যসম্পাদন করা যায়।

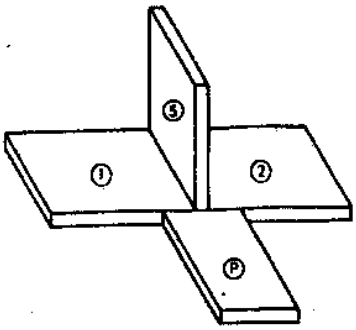
১৪। Magic Tee এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১১]

অথবা, ম্যাজিক টি কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১১]

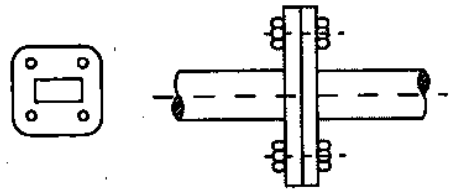
উত্তর একটি E-plane টী এবং একটি H-plane টী-এর সমন্বয়ে একটি ম্যাজিক টী গঠিত হয়। একটি ম্যাজিক টী চার-পোর্ট হাইব্রীড সার্কিটের ন্যায় আচরণ বা কাজ করে।

১৫। Magic Tee এবং Waveguide flanges-এর চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ নিচে Magic Tee এবং Waveguide flanges এবং চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



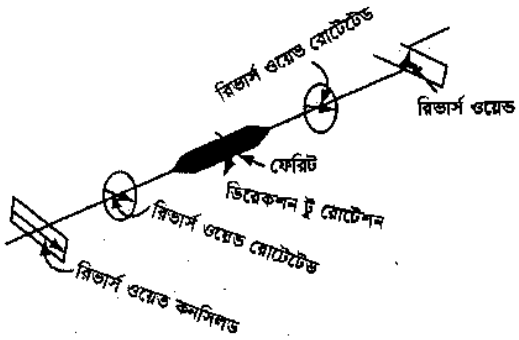
চিত্র ঃ ম্যাজিক টী



চিত্র ঃ প্লেইন ফ্লেঞ্জ

১৬। Isolator-এর চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৫]

উত্তর ঃ নিচে Isolator এর চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



Method of cacenlation of reflected wave
চিত্র ঃ ফ্যারাডের ঘূর্ণন আইসোলেটর

১৭। Magic Tee-এর চিত্রসহ প্রয়োগক্ষেত্র লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২, ১৩]

অথবা, ম্যাজিকটী এর ৪ (চার) টি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

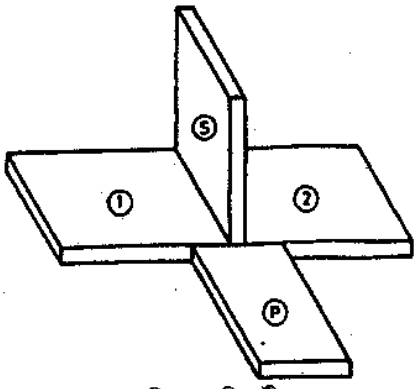
উত্তর ঃ **ম্যাজিক টী এর কয়েকটি প্রয়োগ নিচে উল্লেখ করা হয়েছে ঃ**

১। ইনসুলেটর হিসাবে ব্যবহার করা হয়,

২। ম্যাচিং ডিভাইস হিসাবে ব্যবহার করা হয়,

৩। ফেজ শিফ্টার হিসাবে ব্যবহৃত হয়,

৪। ট্রান্স-রিসিভারের T/R সুইচ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ম্যাজিক টী

১৮। **Coupling Probes এবং Loop-এর পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৭, ১০]

অথবা, কাপলিং লুপ ও কাপলিং প্রবের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ নিম্নে Coupling Probes এবং loop-এর পার্থক্যসমূহ দেয়া হল ঃ

Coupling Probes	Coupling loop
১। Coupling probe, waveguide এর সাথে Co-axial লাইন সংযোগ করার ক্ষেত্রে প্রয়োজন হয়।	১। Microwave পদ্ধতিতে অনেক সময় সমঅক্ষীয় ক্যাবলকে ওয়েভগাইড বা ক্যাভিটি রেজনেটর-এর সাথে কাপলিং প্রোবের পরিবর্তে কাপলিং লুপের মাধ্যমে সংযোগ দেয়া হয়।
২। কাপলিং প্রোব মূলত একটি সমঅক্ষীয় ক্যাবলের অভ্যন্তরীণ তারের বর্ধিত অংশ।	২। কাপলিং লুপ মূলত ম্যাগনেটিক কাপলিং।
৩। এটি Waveguide এর দুটি দেয়ালের মধ্যবর্তী স্থান পর্যন্ত প্রবেশ করানো হয়।	৩। লুপকে সেই স্থানে সংযোগ দিতে হয়, যেখানে ম্যাগনেটিক ফিল্ড সর্বোচ্চ বা তার কাছাকাছি।
৪। প্রোবের দৈর্ঘ্য এবং অবস্থান সঠিক হওয়া আবশ্যক।	৪। লুপের তল ম্যাগনেটিক ফিল্ড এর সাথে লম্বভাবে অবস্থান করতে হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **টী (Tee) এর গাঠনিক চিত্র, বৈশিষ্ট্য এবং প্রয়োগ আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **টীকা লেখ ঃ**

(ক) ম্যাজিক টী,

(খ) আইসোলেটিং ডিভাইস,

(গ) অ্যাডজাস্টেবল ফেজ শিফ্টার,

(ঘ) হাইব্রীড রিং বা ব্যাট রেস,

(ঙ) কাপলিং প্রোব,

(চ) কাপলিং লুপ,

(ছ) ওয়েভগাইড ফ্লেজ,

(জ) চোক রেঞ্জ,

(ঝ) রোটেটিং জয়েন্ট।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ট্রাভেলিং ডিটেক্টর বলতে কী বুঝ? ইহার প্রয়োজনীয়তা কী? চিত্রসহ ইহার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.১.১০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **মোড সাপ্রেসর কাকে বলে? ইহার প্রয়োজনীয়তা কী? মোড সাপ্রেসরও মোড ফিল্টারের মধ্যে পার্থক্য কী? চিত্রসহ মোড সাপ্রেসরের কাজ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.১.১১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **আইরিশ (Irises) বলতে কী বুঝ? কত প্রকার ও কী কী? চিত্রসহ প্রত্যেক প্রকারের আইরিশের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৩.১.১২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। টিউনিং পোস্ট কাকে বলে? ইহার ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.১.১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। চিত্রসহ ওয়েভমিটারের (Wavemeter) কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। রি-অ্যাকশন টাইপ ওয়েভমিটারের কাজ চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২.১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ক্যাভিটি ওয়েভমিটারের কাজ চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.২.২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। চিত্রসহ ডাইরেকশনাল কাপলারের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ওয়েভগাইড ডাইরেকশনাল কাপলারের গঠন ও কার্যপদ্ধতির বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩]

অথবা, Waveguide directional coupler এর কাজ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। দীর্ঘ স্লট ডাইরেকশনাল কাপলারের গঠন ও কার্যপদ্ধতির বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৩.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। আইসোলেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৪ ও ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সারকুলেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ফেরা এর বিভিন্ন গঠন আকৃতি ও কাজের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.১.৮ নং দ্রষ্টব্য।

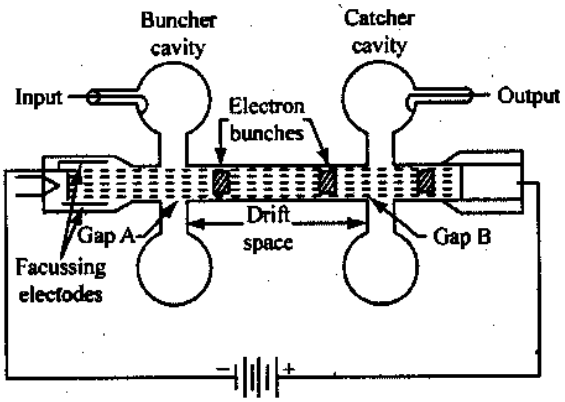
১৬। ক্যাভিটি রেজনেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতির বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ৩.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৪ ক্লাইস্ট্রন টিউবের ফিচার (Features of klystron tube)

৪.১ টু ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের গঠন ও কার্যপ্রণালি (Construction and operation of two cavity klystron tube) ঃ

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের ঠিক পূর্বে ভ্যারিয়ান ব্রাদার্স কর্তৃক ক্লাইস্ট্রন টিউব উদ্ভাবিত হয়েছে। এটি উদ্ভাবনের পর হতে আজ পর্যন্ত ব্যাপকভাবে মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার এবং অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। এটি খুব বেশি পাওয়ার সরবরাহ করতে সক্ষম, যা এটি উদ্ভাবনের পূর্বে কল্পনাও করা যায়নি। ৪.১ নং চিত্রে একটি দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৪.১ দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন

এতে দু'টি ক্যাভিটি ব্যবহৃত হয় বলে এরূপ নামকরণ করা হয়ে থাকে। একটি ক্যাভিটিকে বাঞ্চার বা গুচ্ছক ক্যাভিটি এবং অপরটিকে ক্যাচার বা ধারক ক্যাভিটি বলে। একটি দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন-এ নিম্নলিখিত উপাদানগুলো বিদ্যমান থাকে ঃ

১। ক্যাথোড (Cathode),

২। ফোকাসিং ইলেকট্রোড (Focusing electrode),

৩। বাঞ্চার ক্যাভিটি (Buncher cavity),

৪। ক্যাচার ক্যাভিটি (Catcher cavity),

৫। কালেক্টর (Collector),

৬। গ্লাস টিউব (Glass tube)।

১। ক্যাথোড ঃ ক্যাথোড হতে ইলেকট্রন বিচ্ছুরণ ঘটানো হয়। এটা দু'ধরনের হয়ে থাকে প্রথমত, প্রত্যক্ষ উত্তাপে এবং দ্বিতীয়ত, পরোক্ষ উত্তাপে ইলেকট্রনের বিচ্ছুরণ ঘটানো হয়। প্রত্যক্ষ উত্তাপের ক্ষেত্রে ক্যাথোডের সাথেই হিটার যুক্ত থাকে। এতে বৈদ্যুতিক সরবরাহ দিলে হিটার উত্তপ্ত হয়ে ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রনের বিচ্ছুরণ ঘটায়। পরোক্ষ উত্তাপের ক্ষেত্রে ক্যাথোডের কাছাকাছি একটি পৃথক হিটার থাকে। এতে পৃথকভাবে বৈদ্যুতিক সরবরাহ দেয়া হয়। ফলে হিটার উত্তপ্ত হয়ে ক্যাথোডকে উত্তপ্ত করে এবং ক্যাথোড হতে ইলেকট্রনের বিচ্ছুরণ ঘটে।

২। ফোকাসিং ইলেকট্রোড ঃ ক্যাথোডের কাছাকাছি একে স্থাপন করা হয়। ক্যাথোড হতে নির্গত ইলেকট্রনসমূহকে একত্রিত করে বীম গঠন করাই এর কাজ। এতে দু'ধরনের ফোকাসিং ব্যবহার করা যায়। প্রথমত ইলেকট্রোস্ট্যাটিক ফোকাসিং এবং দ্বিতীয়ত, ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফোকাসিং। এ ক্ষেত্রে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ফোকাসিং ব্যবহার করা হয়। ৪.১ নং চিত্রে এর ব্যবস্থাপনা দেখানো হয়নি। একটি কয়েলের মাধ্যমে ইলেকট্রোম্যাগনেট গঠন করা হয়। যখন কয়েলে সরবরাহ দেয়া হয়, তখন তার চারপার্শ্বে একটি ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি হয়। এ ফিল্ড ইলেকট্রনকে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করে থাকে। মূলত এ ফিল্ড দ্বারা ইলেকট্রনসমূহকে বিকর্ষিত করা হয়। ফলে, ক্যাথোড থেকে নির্গত ইলেকট্রনসমূহ এ ফিল্ড দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে নির্দিষ্ট পথে চলতে থাকে এবং ইলেকট্রন বীম গঠিত হয়।

৩। **বাঞ্চার ক্যাভিটি ঃ** এতে দু'টি গ্রিড সামান্য দূরত্বে স্থাপন করা হয়। ফলে ক্যাভিটি গঠিত হয়। এতে যে গ্যাপ সৃষ্টি হয়, তাকে গ্যাপ-A বলা হয়। এতে RF বা মাইক্রোওয়েভ ইনপুট দেয়া হয়। ইলেকট্রন বীম যখন এ গ্যাপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন তারা RF ফিল্ড দ্বারা প্রভাবিত হয়। ফলে, ইলেকট্রন বাঞ্চ বা গুচ্ছ গঠন করতে সক্ষম হয়।

৪। **ক্যাচার ক্যাভিটি ঃ** এতেও দু'টি গ্রিডকে সামান্য দূরত্বে স্থাপন করে ক্যাভিটি গঠন করা হয়। এটিকে বাঞ্চার ক্যাভিটি থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে স্থাপন করা হয়ে থাকে। এতে যে গ্যাপ থাকে, তাকে গ্যাপ-B বলা হয়। বাঞ্চার ক্যাভিটির মাধ্যমে যে ইলেকট্রন গুচ্ছ তৈরি হয়, তাকে এ গ্যাপে সংগ্রহ করা হয়। এ ক্যাভিটিতে RF সিগন্যাল এর আউটপুট পাওয়া যায়। দু'টি ক্যাভিটির মধ্যবর্তী স্থানকে ড্রিফ্‌ট স্পেস বলে।

৫। **কালেকটর ঃ** এটি টিউবের সর্বশেষ প্রান্তের উপদান। এর সাহায্যে ক্যাথোড হতে নির্গত ইলেকট্রনসমূহকে সংগ্রহ করে সরবরাহে ফেরত পাঠানো হয়। এ জন্য এতে উচ্চ মানের ধনাত্মক সরবরাহ দেয়া হয়।

৬। **গ্লাস টিউব ঃ** এর সমস্ত উপাদানকে একটি গ্লাস টিউবের মধ্যে স্থাপন করা হয়। টিউবকে বায়ুশূন্য করা হয়। এটি একদিকে সকল উপাদানের ধারক হিসেবে কাজ করে। অন্যদিকে, এটি প্রটেক্টর হিসেবেও কাজ করে।

কার্যপ্রণালি ঃ দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার এবং অসিলেটর হিসেবে কাজ করে। ৪.১ নং চিত্রে একটি দুই-ক্যাভিটি অ্যামপ্লিফায়ার ক্লাইস্ট্রন এর চিত্র দেখানো হয়েছে। ক্যাথোড হতে নির্গত ইলেকট্রনসমূহকে যথাযথ ফোকাসিং করে উচ্চ গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন বীম গঠন করা হয়। এ বীমকে দীর্ঘ টিউবের মধ্য দিয়ে কালেক্টরে প্রেরণ করা হয়। কালেক্টরে ক্যাথোডের তুলনায় উচ্চ মানের ধনাত্মক সরবরাহ দেয়া হয়। ফলে কালেক্টর ইলেকট্রন সংগ্রহ করে থাকে। যে RF সিগন্যালকে বর্ধিত করা হবে, তাকে বাঞ্চার ক্যাভিটিতে প্রয়োগ করা হয়। বীমকে বাঞ্চার ক্যাভিটির গ্যাপ-A এর মধ্য দিয়ে প্রেরণ করা হয় এবং পরে একে মুক্তভাবে ক্যাচার ক্যাভিটির গ্যাপ-B এর দিকে সঞ্চালিত করা হয়। ইলেকট্রন বীম যখন গ্যাপ-A অতিক্রম করে, তখন সেটি RF সিগন্যাল দ্বারা প্রভাবিত হয়। কিন্তু গ্যাপ-A হতে গ্যাপ-B এর মধ্যে কোন ফিল্ড না থাকায় বীম স্বাধীনভাবে চলতে পারে। যদি সবকিছু ভালভাবে সম্পন্ন হয়, তবে ক্যাচার ক্যাভিটিতে অসিলেশন পাওয়ার খুব বেশি হয় এবং এতে উচ্চ আউটপুট পাওয়া যায়। পরবর্তীতে কালেক্টরের মাধ্যমে বীম সংগৃহীত হয়ে থাকে।

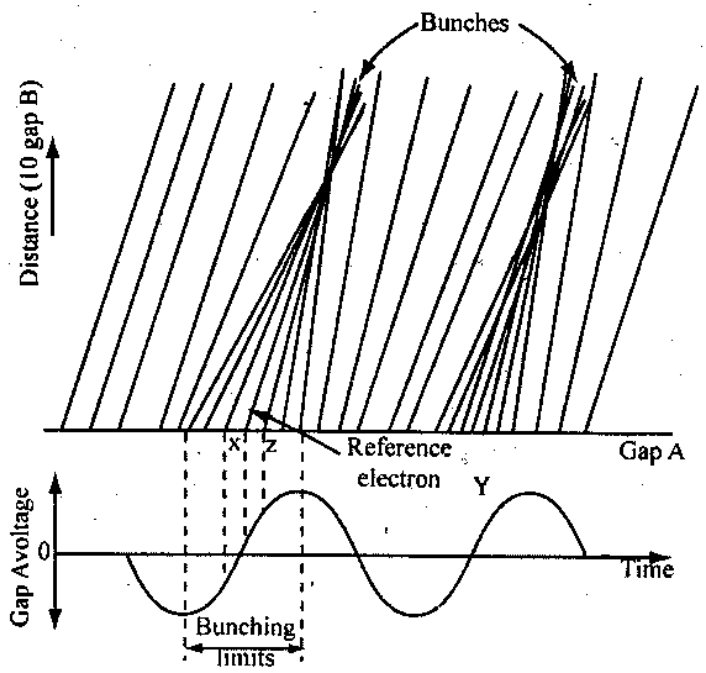
দু'টি ক্যাভিটির গ্যাপ এবং অবস্থান পরিবর্তনযোগ্য, যদিও চিত্রে এরূপ দেখানো হয়নি। এ ক্যাভিটিদ্বয়-এর অভ্যন্তরীণ অংশ অবিভাজ্য বা পুনঃস্থাপনযোগ্য হয়। যদি ক্যাভিটি পুনঃস্থাপনযোগ্য হয়, তবে গ্লাস আবরণের বাহিরে একটি রিং-এর সাথে তার গ্রিড সংযুক্ত থাকে এবং ক্যাভিটিকে রিং এর সাথে যুক্ত করা হয়। ড্রিফ্‌ট স্পেসকে খুব বড় করা হয় এবং ট্রানজিট সময় ব্যবহার করা হয়। গ্যাপ-A এবং গ্যাপ-B কে যথেষ্ট মানে ক্ষুদ্র করা হয়, যাতে নির্দিষ্ট বাঞ্চ ইলেকট্রন তাদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় তাদের আড়াআড়ি ভোল্টেজ পরিবর্তন খুব কম হয়। এটি আংশিকভাবে ইলেকট্রন বীমের গতি বৃদ্ধি করে সম্পন্ন করা যায় অর্থাৎ কালেক্টরের ভোল্টেজ বৃদ্ধি করা হয়।

বাঞ্চার ক্যাভিটিতে RF সিগন্যাল প্রয়োগ করা হয়। এ সিগন্যাল অনুযায়ী গ্যাপ-A তে একটি ফিল্ড সৃষ্টি হয়। বীমকে একটি নির্দিষ্ট গতিতে গ্যাপ-A এর মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত করা হয়। বীম এ গ্যাপ অতিক্রম করার সময় RF ফিল্ড দ্বারা প্রভাবিত হয়। অর্থাৎ ইলেকট্রনের গতির হ্রাস-বৃদ্ধি হয়। ইলেকট্রনের গতি RF সিগন্যালের পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়। ইলেকট্রনের গতিকে এমনভাবে নিয়ন্ত্রিত করা হয়, যাতে কিছু ইলেকট্রনের গতি হ্রাস-বৃদ্ধি করে তাদেরকে একটি নির্দিষ্ট স্থানে একই সময়ে একত্রিত করে বাঞ্চ বা গুচ্ছ গঠন করা হয়। ইলেকট্রনের গতির হ্রাস-বৃদ্ধি RF ওয়েভের উপর নির্ভর করে। এটি বর্ণনার জন্য ওয়েভের বিভিন্ন অবস্থা বিবেচনা করতে হয়।

৪.২ ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ারের আপলগেট ডায়াগ্রাম (Applegate diagram of klystron amplifier) ঃ

প্রথমত ঃ বিবেচনা করা যাক, যখন গ্যাপ-A এ RF ভোল্টেজের মান শূন্য। এ অবস্থায় ইলেকট্রন অপরিবর্তিত গতিতে কালেক্টরের দিকে ধাবিত হয়। এ অবস্থা ৪.২ নং চিত্রের বামপার্শ্বের কয়েকটি ইলেকট্রনের গতি দ্বারা দেখানো হয়েছে। এর কিছু সময় পর বাঞ্চার কয়েকটি ইলেকট্রনের গতি দ্বারা দেখানো হয়েছে। এর কিছু সময় পর বাঞ্চার ক্যাভিটিতে ইনপুট প্রয়োগ করা হয়। এখানে দেখানো হয়েছে যে, RF ওয়েভ ঋণাত্মক মান থেকে বর্ধিত হয়ে আবার হ্রাস পাচ্ছে এবং এক সময় শূন্য হয়ে আবার ধনাত্মকের দিকে ধাবিত হচ্ছে। যখন ওয়েভ ঋণাত্মক থেকে ধনাত্মকের দিকে ধাবিত হয়, তখন এমন এক মুহূর্ত আসে, যখন ভোল্টেজের মান শূন্য হয়। এ মুহূর্তে যে ইলেকট্রন গ্যাপ-A অতিক্রম করে, তার গতি অপরিবর্তিত থাকে। ৪.২ নং চিত্রে এ ইলেকট্রনকে রেফারেন্স ইলেকট্রন হিসেবে বিবেচনা করা হয়েছে এবং একে Y দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।

রেফারেন্স ইলেকট্রন বা y- এর কিছু সময় পূর্বে x ইলেকট্রন এবং y- এর কিছু সময় পর z ইলেকট্রন গ্যাপ-A অতিক্রম করে। কিন্তু x ইলেকট্রন যখন গ্যাপ-A অতিক্রম করে, তখন ভোল্টেজের মান ঋণাত্মক এবং z ইলেকট্রন যখন গ্যাপ-A অতিক্রম করে, তখন ভোল্টেজের মান ধনাত্মক হয়। এটা ৪.২ নং চিত্রে প্রদর্শন করা হয়েছে।



চিত্র ঃ ৪.২ ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ারের আপলগেট ডায়াগ্রাম

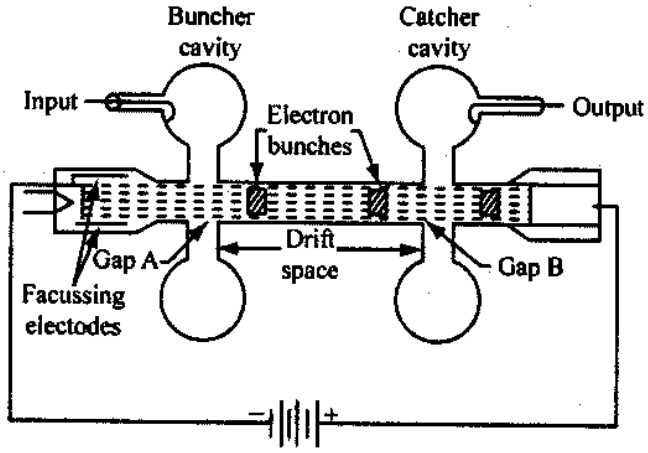
x ইলেকট্রন এর গতি ঋণাত্মক ভোল্টেজের জন্য হ্রাস পায়। কারণ, এটি ভোল্টেজের ঋণাত্মক মানের জন্য বিকর্ষিত হয় এবং এর গতি হ্রাস পায়। যদিও x ইলেকট্রন, y ইলেকট্রনের কিছু সময় পূর্বে যাত্রা শুরু করে, কিন্তু y এর গতি x অপেক্ষা অধিক হওয়ায় এক সময় উভয় ইলেকট্রন একটি স্থানে একত্রিত হয় বা হওয়ার সুযোগ সৃষ্টি হয়। z ইলেকট্রনটি গ্যাপ-A অতিক্রম করে, তখন ভোল্টেজের মান ধনাত্মক হয়। ফলে, এটা RF ফিল্ড কর্তৃক আকর্ষিত হয় এবং গতি স্বাভাবিক থেকে বৃদ্ধি পায়। তখন z ইলেকট্রনের গতি y ইলেকট্রনের গতি অপেক্ষা অধিক হয়। ফলে, এক সময় z ইলেকট্রন, y ইলেকট্রনের সাথে একত্রিত হয় বা হওয়ার অবস্থা সৃষ্টি হয়। এ আলোচনা থেকে এটা প্রতিয়মান হয় যে, x, y ও z ইলেকট্রনসমূহ কোন এক মুহূর্তে একটি নির্দিষ্ট স্থানে একত্রিত হয়ে থাকে। এভাবে ইলেকট্রনসমূহের একত্রিত হওয়াকে বাঞ্চ বা গুচ্ছ বলা হয়। গ্যাপ-A হতে গ্যাপ-B এর মধ্যে ড্রিফ্ট স্পেস এমনভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয় যেন, কিছু সংখ্যক ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট স্থানে বাঞ্চ গঠন করতে পারে। RF ফিল্ড দ্বারা ইলেকট্রন এর গতি প্রভাবিত হওয়ার এ প্রক্রিয়াকে গতির মডুলেশন বলে। এরূপ গতি মডুলেশন বীম যখন ক্যাচার ক্যাভিটি অতিক্রম করে, তখন বাঞ্চ সম্পূর্ণরূপে প্রেরণ করে এবং পর্যায়ক্রমে সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়। ফলে, গ্যাপ-B তে কারেন্টের পরিবর্তন হয় এবং কারেন্ট ঘনত্বের পরিবর্তন হয়। এটিকে কারেন্ট মডুলেশন বলে। এটিই ক্লাইস্ট্রনের পর্যাপ্ত গেইন প্রদান করে থাকে।

৪.২ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে যে, প্রতি সাইকেলে একবার বাঞ্চ গঠিত হয় এবং এটি রেফারেন্স ইলেকট্রনকে কেন্দ্র করে গঠিত হয়ে থাকে। একইভাবে, গ্যাপ-B তে প্রতি সাইকেলে একবার বাঞ্চ এসে পৌঁছে এবং এ ক্যাভিটিতে শক্তি সরবরাহ করে। সাধারণ ভ্যাকুয়াম টিউবের ক্ষেত্রে গ্রিডে অল্প RF পাওয়ার প্রয়োগ করা হলে প্লেট কারেন্টের ব্যাপক পরিবর্তন হয়, যা ডিসি পাওয়ার নিয়ন্ত্রণ করে। এ ক্ষেত্রেও একই ধরনের পরিস্থিতির সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ বাঞ্চার ক্যাভিটিতে অল্প RF পাওয়ার প্রয়োগ করা হলে, ক্যাচার ক্যাভিটিতে বীম কারেন্টের ব্যাপক পরিবর্তন হয় এবং এটি পাওয়ার গেইন প্রদান করে। ক্যাচার ক্যাভিটিকে রেজন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে উত্তেজিত করা হয় এবং একটি বৃহৎ সায়ন্যুসাইডাল আউটপুট পাওয়া যায়।

৪.৩ মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন-এর গঠন ও কার্যপদ্ধতি (Construction and operation of multi-cavity klystron) ঃ

দুই ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনে অধিকাংশ ক্ষেত্রে ইলেকট্রনসমূহ বাঞ্চ গঠন সম্পূর্ণ করতে পারে না। কারণ, বাঞ্চ এবং ক্যাচার ক্যাভিটির মধ্যে অনেক ইলেকট্রন পরস্পরের সাথে ফেজ পার্থক্যে অবস্থান করে। সে কারণে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে সর্বদা দুই-এর অধিক ক্যাভিটি বা মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়। ৪.৩নং চিত্রে তিন ক্যাভিটি সম্পন্ন মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ার দেখানো হয়েছে। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে সাত ক্যাভিটি পর্যন্ত মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন ব্যবহার করা হয়।

ক্যাথোড থেকে আগত ইলেকট্রনসমূহকে যথাযত ফোকাসিং করে উচ্চ গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন বীমে পরিণত করা হয়। এ বীমকে টিউবের মধ্য দিকে কালেক্টরে প্রেরণ করা হয় এবং সঠিক সঠিক ধনাত্মক সরবরাহ দ্বারা এতে ইলেকট্রন সংগ্রহ করা হয়। যে সিগন্যালকে বর্ধিত করা হবে তাকে-A গ্যাপে প্রয়োগ করা হয়। ইলেকট্রনসমূহ যখন A গ্যাপ অতিক্রম করে, তখন প্রয়োগকৃত সিগন্যাল দ্বারা প্রভাবিত হয়। ফলে, ইলেকট্রনসমূহের ভিন্নতা হয়। এ ইলেকট্রনসমূহ যখন B গ্যাপ অতিক্রম করে, তখন পুনরায় ইলেকট্রনসমূহ প্রভাবিত হয়। এর ফলে C গ্যাপে ইলেকট্রনসমূহ সম্পূর্ণরূপে বাঞ্চ গঠন করতে সক্ষম হয় এবং আউটপুট বৃদ্ধি লাভ করে। ক্যাভিটির সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে আউটপুট বৃদ্ধি পায় এবং দক্ষতাও বৃদ্ধি পেয়ে থাকে।



চিত্র ঃ ৪.৩ মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন

৪.৪ মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের পারফরমেন্স ও প্রয়োগ ক্ষেত্র (Performence and application of multicavity klystron) ঃ

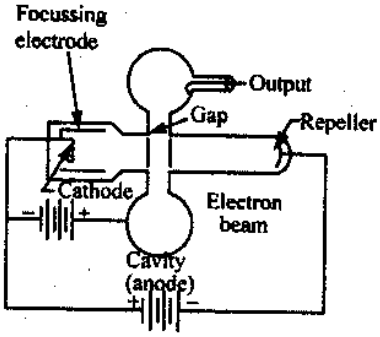
ইউএইচএফ (UHF) এবং মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনকে মধ্যম, বেশি এবং খুব বেশি পাওয়ার অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এর ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ ২৫০ মেগাহার্টজ হতে ৯৫ গিগাহার্টজ পর্যন্ত হয়ে থাকে। এর গেইন খুব বেশি হয়। UHF এর ক্ষেত্রে ৩০–৩৫ ডিবি এবং মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে ৬০–৬৫ ডিবি হয়। ৪.১ নং টেবিলে মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন এর পারফরমেন্স ও প্রয়োগ ক্ষেত্র দেখানো হয়েছে।

টেবিল ঃ ৪.১ মাল্টিক্যাভিটির পারফরমেন্স ও প্রয়োগ ক্ষেত্র।

প্রয়োগক্ষেত্র	ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ (GHz)	প্রয়োজনীয় পাওয়ার (সর্বোচ্চ)	সরবরাহকৃত পাওয়ার (সর্বোচ্চ)
UHF টিভি ট্রান্সমিটার (CW)	0.5–0.9	55 KW	100 KW
লংরেঞ্জ রাডার (পালস)	1.0–12	10MW	20MW
লিনিয়ার কণিকা এক্সিলেটর (পালস)	2.0–3.0	25 MW	40MW
ট্রান্সপন্ডার লিংকস (CW)	1.5–12	250KW	1000KW
আর্থ স্টেশন ট্রান্সমিটার (CW)	5.9–14	8KW	25KW

৪.৫ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি (Construction and operation of reflex klystron) :

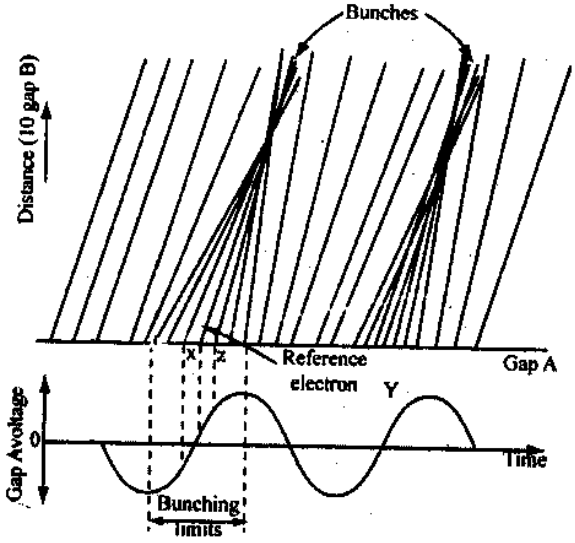
এটি এক ক্যাভিটি-বিশিষ্ট একটি ডিভাইস এবং এটিকে মাইক্রোওয়েভ অসিলেটর হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এর আউটপুট পাওয়ার খুব কম এবং দক্ষতাও খুব কম। ৪.৪ নং চিত্রে একটি রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে। মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের ন্যায় এতেও ইলেকট্রন গান ব্যবহৃত হয়। কিন্তু এটি তুলনামূলকভাবে খুবই ছোট। ডিভাইসটি খুবই ছোট বিধায় এতে ম্যাগনেটিক ফোকাসিং ব্যবহৃত করা হয় না। ক্যাভিটিই অ্যানোড হিসেবে ব্যবহৃত হয় এবং এতে উচ্চ ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, যার ফলে ইলেকট্রন বীম-এর ত্বরণ সংগঠিত হয়ে থাকে।



চিত্র : ৪.৪ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন অসিলেটর

ক্যাথোড থেকে কিছু দূরে একটি ক্যাভিটি স্থাপন করা হয়। এর গ্যাপের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন বীম প্রবাহিত হয়। ক্যাভিটি হতে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি প্রতিফলক ইলেকট্রোড স্থাপন করা থাকে।

এটিকে রিপেলার ইলেকট্রোড বলে। এর সাথে উচ্চ মানের ঋণাত্মক ভোল্টেজ যুক্ত করা হয়। ফলে, ক্যাভিটির মধ্য দিয়ে আগত ইলেকট্রনসমূহ রিপেলার হতে বিকর্ষিত হয়ে ফিরে আসে। বস্তুত ইলেকট্রনসমূহ রিপেলারের কিছু দূর থেকেই ফিরে আসে। রিপেলারে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ এমন হয় যে, ধরা যাক, y ইলেকট্রনের কিছু সময় পূর্বে একটি ইলেকট্রন x গ্যাপ অতিক্রম করে। যদি গ্যাপে কোন ভোল্টেজ প্রয়োগ করা না হতো, তবে এ ইলেকট্রন y ইলেকট্রনের পূর্বেই অ্যানোডে ফিরে আসত। কিন্তু ঐ মুহূর্তে গ্যাপে ধনাত্মক ভোল্টেজ বিদ্যমান থাকে। ফলে, x ইলেকট্রনের গতি বৃদ্ধি পায় এবং এটি রিপেলারের অধিক কাছাকাছি বিন্দু থেকে ফিরে আসে, যার প্রেক্ষিতে কিছুটা অধিক সময় প্রয়োজন হয়। যদিও এটা y ইলেকট্রনের পূর্বে যাত্রা শুরু করে, তথাপি y অপেক্ষা সময় অধিক প্রয়োজন হওয়ায় y এর একই সাথে অ্যানোডে ফিরে আসে।



চিত্র : ৪.৫

একইভাবে অপর একটি ইলেকট্রন z ধরা যাক, যেটি y ইলেকট্রনের কিছু সময় পর যাত্রা শুরু করে। গ্যাপে তখন ঋণাত্মক ভোল্টেজ বিদ্যমান থাকে। ফলে, সেটি z ইলেকট্রনের গতি হ্রাস করে। z ইলেকট্রনের গতি কম থাকায় y ইলেকট্রন অপেক্ষা কম গতিপথ অতিক্রম করে এবং অ্যানোডে ফিরে আসতে y অপেক্ষা সময় কম প্রয়োজন হয়। ফলে, y ইলেকট্রনের একই সাথে অ্যানোডে ফিরে আসে।

এভাবে দেখানো যায় যে, x, y ও z ইলেকট্রনসমূহ যদিও ভিন্ন ভিন্ন সময়ে গ্যাপ অতিক্রম করে, তথাপি গ্যাপে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ দ্বারা প্রভাবিত হয়ে একই সময়ে গ্যাপে ফিরে আসে বা আসতে পারে। ফলে, গ্যাপে একটি বাঞ্চ গঠিত হয়। যখন ইলেকট্রনসমূহ রিপেলার হতে ফিরে এসে গ্যাপ ত্যাগ করে, তখন গতি মডুলেশন কারেন্ট মডুলেশনে রূপান্তরিত হয়। কিন্তু এতে অল্পসংখ্যক ইলেকট্রন বাঞ্চ গঠন করতে সক্ষম হয় এবং এতে দেখানো যায় যে, প্রতি সাইকেলে একবার বাঞ্চ গঠিত হয়। এ বাঞ্চগুলো অসিলেশন ক্রিয়া অব্যাহত রাখার জন্য গ্যাপে প্রয়োজনীয় শক্তি প্রদান করে থাকে। ফলে, অসিলেশন অব্যাহত থাকে।

৪.৬ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের পারফরমেন্স এবং প্রয়োগ (Performance and application of reflex klystron) ঃ

রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনকে মূলত মাইক্রোওয়েভ অসিলেটর হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এর পাওয়ার খুব কম এবং দক্ষতাও কম। নিচে এর সাধারণ প্রয়োগ তালিকা দেয়া হয়েছে ঃ

১। মাইক্রোওয়েভ জেনারেটরের সিগন্যাল উৎস হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
২। মাইক্রোওয়েভ লিংক এর ক্ষেত্রে ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেটেড অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
৩। মাইক্রোওয়েভ রিসিভারের লোকাল অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
৪। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারে পাম্প অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
৫। রাডার রিসিভারে স্ট্যাবল অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ক্যাভিটি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১০]

উত্তর ঃ Cavity (ক্যাভিটি) অর্থ- গহ্বর, খোল, গর্ত, hollow place. ক্লাইস্ট্রন টিউবের অভ্যন্তরে গ্লাস আবরণে ঢাকা শূন্যস্থানকে ক্যাভিটি বলে। ইলেকট্রন বীমকে ক্যাভিটির গ্যাপে প্রেরণ করা হয়।

২। **দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ ক্লাইস্ট্রন টিউবে মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার ও অসিলেটর হিসেবে দুটি ক্যাভিটি ব্যবহৃত হয় বলে একে দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন বলা হয়।

৩। **ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের বিভিন্ন উপাদানের নাম লেখ।**

উত্তর ঃ ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের বিভিন্ন উপাদানগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) ক্যাথোড (Cothode),
(ii) ফোকাসিং ইলেকট্রোড (Focusing Electrode),
(iii) কালেক্টর (Collector),
(iv) গ্লাস টিউব (Glas Tube)।

৪। **দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের বিভিন্ন উপাদানগুলোর নাম লেখ।**

উত্তর ঃ (i) ক্যাথোড,
(ii) ফোকাসিং ইলেকট্রোড,
(iii) বাঞ্চার ক্যাভিটি,
(iv) ক্যাচার ক্যাভিটি,
(v) কালেক্টর,
(vi) গ্লাস টিউব।

৫। **বাঞ্চ কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ঃ দু'টি গ্রিড সামান্য দূরত্বে স্থাপন করে গুচ্ছাকারে যে ক্যাভিটি বা গর্ত তৈরি হয়, তাকে বাঞ্চ বলে। এ বাঞ্চে RF বা মাইক্রোওয়েভ ইনপুট দেয়া হয়।

৬। **বাঞ্চ কেন গঠিত হয়?** [বাকাশিবো-২০১১, ১৫, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ ইলেকট্রন বীমকে গ্যাপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করে ইলেকট্রন বাঞ্চ বা গুচ্ছ গঠন করার জন্য বাঞ্চ গঠন করা হয়।

৭। **রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন কী?**

উত্তর ঃ ইহা একটি ক্যাভিটিবিশিষ্ট ডিভাইস। এটিকে মাইক্রোওয়েভ অসিলেটর হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এতে ক্যাভিটি হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি প্রতিফলক ইলেকট্রোড স্থাপন করা হয়।

৮। রিপেলার কী?

উত্তর ঃ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনে ক্যাভিটি হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি প্রতিফলক ইলেকট্রোড স্থাপন করা হয়, এটিকে রিপেলার বলা হয়।

৯। রিপেলারে কোন ধরনের সরবরাহ দেয়া হয়?

উত্তর ঃ রিপেলারের সাথে উচ্চ মানের ঋণাত্মক ভোল্টেজ যুক্ত করা হয়।

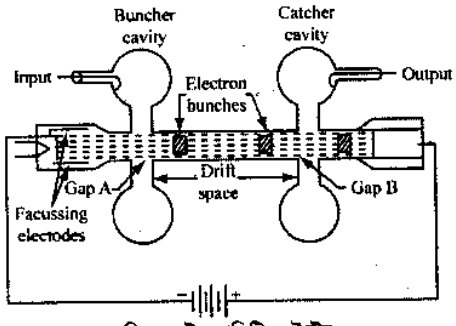
১০। ক্লাইস্ট্রন টিউবে রিপেলারের কাজ কী? [বাকাশিবো-০৬, ০৭, ০৯, ১০]

উত্তর ঃ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন টিউব হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি প্রতিফলক ইলেকট্রোড স্থাপন করে উচ্চ মানের ঋণাত্মক ভোল্টেজ যুক্ত করা হয়। এটাই রিপেলারের প্রধান কাজ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। দুই ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন চিত্র দেখাও এবং বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। [বাকাশিবো-০৭, ০৯]

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন

বিভিন্ন অংশের নাম ঃ

(i) ক্যাথোড, (ii) ফোকাসিং ইলেকট্রোড,
(iii) বাঞ্চার ক্যাভিটি, (iv) ক্যাচার ক্যাভিটি,
(v) কালেক্টর, (vi) গ্লাস টিউব।

২। দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের ক্যাভিটি দুটির সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর ঃ দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনে দুটি ক্যাভিটি থাকে, যথা ঃ

(i) বাঞ্চার ক্যাভিটি, (ii) ক্যাচার ক্যাভিটি।

বাঞ্চার ক্যাভিটি ঃ এতে দুটি গ্রিড সামান্য দূরত্বে স্থাপন করা হয়, যার ফলে ক্যাভিটি গঠিত হয়। এতে যে গ্যাপ সৃষ্টি হয়, তাকে গ্যাপ A বলা হয়। এতে মাইক্রোওয়েভ ইনপুট দেয়া হয়। ইলেকট্রন বীম যখন A গ্যাপের মধ্য দিয়ে, প্রবাহিত হয় তখনই তারা RF ফিল্ড দ্বারা প্রভাবিত হয়। ফলে, ইলেকট্রন বাঞ্চ গঠন করতে সক্ষম হয়।

ক্যাচার ক্যাভিটি ঃ এতেও দু'টি গ্রিডকে সামান্য দূরত্বে স্থাপন করে ক্যাভিটি গঠন করা হয়। টিকে বাঞ্চার ক্যাভিটি থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে স্থাপন করা হয়ে থাকে। এতে যে গ্যাপ থাকে, তাকে গ্যাপ B বলা হয়। এ ক্যাভিটিতে RF সিগন্যালের আউটপুট পাওয়া যায়। দু'টি ক্যাভিটির মধ্যবর্তী স্থানকে ড্রিফ্ট স্পেস বলে।

৩। মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর ঃ মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের প্রয়োগক্ষেত্র নিম্নরূপ ঃ

(i) UHF টিভি ট্রান্সমিটার (CW),
(ii) লংরেঞ্জ রাডার (পালস),
(iii) লিনিয়ার কণিকা এক্সিলেটর (পাল্স),
(iv) ট্রান্সপন্ডার লিংকস (CW),
(v) আর্থ স্ট্রেশন ট্রান্সমিটার (CW)।

৪। **দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের মূলনীতি লেখ।** [বাকাশিবো-২০১০, ১৩, ১৫]

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার এবং অসিলেটর হিসেবে কাজ করে। এতে ক্যাথোড হতে নির্গত ইলেকট্রনসমূহকে যথাযথ ফোকাসিং করে উচ্চ গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন বীম গঠন করা হয়।

এ বীমকে দীর্ঘ টিউবের মধ্য দিয়ে কালেক্টরে প্রেরণ করা হয়। কালেক্টরে ক্যাথোডের তুলনায় উচ্চ মানের ধনাত্মক সরবরাহ দেয়া হয়। ফলে, কালেক্টর ইলেকট্রন সংগ্রহ করে থাকে। যে RF সিগন্যালকে বর্ধিত করা হবে, তাকে বাঞ্চার ক্যাভিটিতে প্রয়োগ করা হয়। বীমকে বাঞ্চার ক্যাভিটির গ্যাপের মধ্য দিয়ে প্রেরণ করা হয় এবং পরে একে মুক্তভাবে ক্যাচার ক্যাভিটির গ্যাপের দিকে সঞ্চালিত করা হয়।

৫। **ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনে কীভাবে বাঞ্চ গঠিত হয়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২]

অথবা, Klystron এর Bunch গঠনের তৈরি হয়, লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের বাঞ্চার ক্যাভিটির গ্যাপে RF বা মাইক্রোওয়েভ ইনপুট দেয়া হয়। ইলেকট্রন বীম যখন এ গ্যাপের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন তারা RF ফিল্ড দ্বারা প্রভাবিত হয়। ফলে, ইলেকট্রন গুচ্ছ বা ইলেকট্রন বাঞ্চ গঠন করতে সক্ষম হয়।

৬। **রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন ও মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের মধ্যে তফাৎ কী?**

উত্তর ঃ রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনেও মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের ন্যায় ইলেকট্রন গান ব্যবহৃত হয়, কিন্তু এটি তুলনামূলকভাবে খুবই ছোট। ডিভাইসটি ছোট হওয়ায় এতে মাল্টিক্যাভিটির মত দু'টির অধিক ক্যাভিটি ও ম্যাগনেটিক ফোকাসিং ব্যবহৃত করা হয় না। এতে ক্যাভিটিই অ্যানোড হিসেবে কাজ করে।

৭। **রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের মূলনীতি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪]

উত্তর ঃ এটি এক-ক্যাভিটি বিশিষ্ট একটি ডিভাইস এবং এটিকে মাইক্রোওয়েভ অসিলেটর হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ডিভাইসটি খুব ছোট বিধায় এতে ম্যাগনেটিক ফোকাসিং ব্যবহার করা হয় না। ক্যাভিটিই অ্যানোড হিসেবে ব্যবহৃত হয় এবং এতে উচ্চ ধনাত্মক ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়, যার ফলে ইলেকট্রন বীম এর ত্বরণ সংগঠিত হয়ে থাকে। ক্যাথোড থেকে দূরে একটি ক্যাভিটি স্থাপন করা হয়। এর গ্যাপের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন বীম প্রবাহিত হয়। ক্যাভিটি হতে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি প্রতিফলক ইলেকট্রোড স্থাপন করা থাকে। এর সাথে উচ্চ মানের ঋণাত্মক ভোল্টেজ যুক্ত করা হয়। ফলে, ক্যাভিটির মধ্য দিয়ে আগত ইলেকট্রনসমূহ প্রতিফলক ইলেকট্রোড হতে বিকর্ষিত হয়ে ফিরে আসে।

৮। **রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ প্রয়োগক্ষেত্রগুলো নিম্নরূপ ঃ

(i) মাইক্রোওয়েভ জেনারেটরের সিগন্যাল উৎস হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
(ii) মাইক্রোওয়েভ লিংকের ক্ষেত্রে ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেটেড অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
(iii) মাইক্রোওয়েভ রিসিভারের লোকাল অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
(iv) প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারে পাম্প অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়,
(v) রাডার রিসিভারে স্ট্যাবল অসিলেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১০, ১১, ১২, ১৫(পরি)]

অথবা, একটি Two cavity klystron tube এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৭, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৪.৩ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৫ ম্যাগনেট্রন এবং ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের ফিচার (Features of magnetron and travelling wave tube)

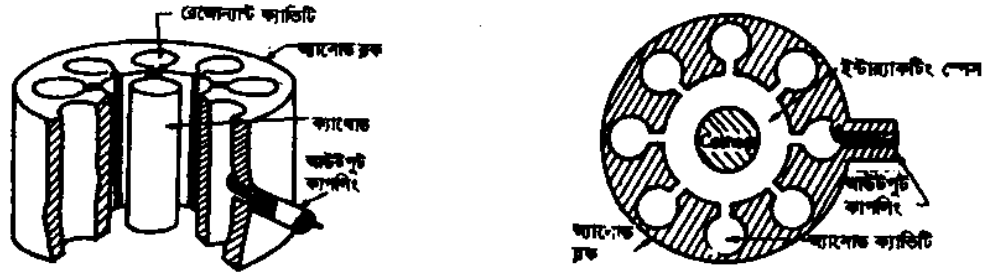
৫.১ ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রনের গঠন (Construction of cavity magnetron) ঃ

ক্লাইস্ট্রন উদ্ভাবনের সমসাময়িক সময়ে ম্যাগনেট্রন উদ্ভাবিত হয়েছে। এটিই সর্বপ্রথম ডিভাইস, যে ডিভাইস মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে অধিক পাওয়ার উৎপন্ন করতে সক্ষম। ম্যাগনেট্রন একটি ডায়োড, যার ক্যাভিটিতে ম্যাগনেটিক এবং ইলেকট্রিক ফিল্ডের মধ্যে ক্রিয়া-বিক্রিয়ায় খুব উচ্চ পাওয়ারের অসিলেশন উৎপন্ন হয়। প্রথম যখন ম্যাগনেট্রন উৎপন্ন হয়, তখন ৩ গিগাহার্টজ-এ ১০০ কিলোওয়াট পাওয়ার উৎপন্ন করতে সক্ষম ছিল। কিন্তু বর্তমান কালে প্রথম উদ্ভাবিত ম্যাগনেট্রনের পরিবর্তে ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন ব্যবহার করা হয়।

ম্যাগনেট্রনের প্রকারভেদ ঃ প্রথম যে ধরনের ম্যাগনেট্রন ব্যবহৃত হত, তা ছিল সাইক্লোট্রন রেজনেন্স নীতির। এর অনিয়ম আচরণ এবং পাওয়ার সক্ষমতা খুবই কম। পরবর্তীতে অন্য ধরনের ম্যাগনেট্রন উদ্ভাবিত হল, যাতে হাবান (Habann) অসিলেশন নীতি ব্যবহার করা হত। সর্বশেষে ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন উদ্ভাবিত হয়েছে। এতে ট্রাভেলিং ওয়েভ নীতি ব্যবহৃত হয়। আধুনিক কালে যে ম্যাগনেট্রন ব্যবহৃত হচ্ছে, তা ট্রাভেলিং ওয়েভ নীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে।

ম্যাগনেট্রনের গঠন ঃ এখানে ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রনকে আমরা ম্যাগনেট্রন হিসেবে বিবেচনা করেছি। ম্যাগনেট্রনকে সাধারণত চোঙাকৃতি করে তৈরি করা হয়। এতে ম্যাগনেটিক এবং ইলেকট্রিক ফিল্ড ব্যবহার করা হয়। পরস্পরের মধ্যে ৯০° কোণ বিদ্যমান থাকে। ম্যাগনেটিক ফিল্ডকে ক্যাভিটির অক্ষ বরাবর প্রেরণ করা হয়। এতে ব্যবহৃত ক্যাভিটিকে অ্যানোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এর অ্যানোডের গঠন নির্দিষ্ট সংখ্যক স্থায়ী ক্যাভিটি, যা ৫.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। একটি চোঙাকৃতির ক্যাথোডের চারপার্শ্বে অ্যানোডগুলো সজ্জিত থাকে। ক্যাথোডের চারপার্শ্বে অ্যানোড ব্লককে কর্তন করে কিছুসংখ্যক ক্যাভিটি তৈরি করা হয়। ক্যাভিটি বা অ্যানোড এবং ক্যাথোডের মাঝে বৃত্তাকার আকৃতির ফাঁকা স্থান থাকে। এটিকে ইন্টার-অ্যাকশন বা ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া স্থান বলে। ক্যাথোডের অক্ষ বরাবর ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি করা হয়। এটি একটি ম্যাগনেটের মাধ্যমে সৃষ্টি কর হয়, যা চিত্রে প্রদর্শন করা হয়নি। চৌম্বকীয় বলরেখা ক্যাথোড এবং ইন্টার-অ্যাকশন স্পেসের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। অপরদিকে, বাহিরের অ্যানোডে ডিসি সরবরাহ দিয়ে ইলেকট্রিক ফিল্ড সৃষ্টি করা হয়। এ ফিল্ড ক্যাথোড অক্ষের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। ফলে, ম্যাগনেটিক ফিল্ড ম্যাগনেট্রনের ক্রস-সেকশনের সাথে এবং ইলেকট্রিক ফিল্ডের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। এ জন্য এটিকে ক্রস-ফিল্ড ডিভাইসও বলা হয়ে থাকে।

যেকোন ক্যাভিটি হতে আউটপুট গ্রহণ করা যেতে পারে। আউটপুট সম-অক্ষীয় লাইন বা ওয়েভগাইডের মাধ্যমে গ্রহণ করা যায়। এটি ফ্রিকোয়েন্সি এবং পাওয়ারের উপর নির্ভর করে।



(a) A cut section of anode block of a magnetron. (b) Cross-section of a hole-and slot magnetron.

চিত্র ঃ ৫.১ ম্যাগনেট্রন

ম্যাগনেটিক ফিল্ডের প্রভাব ঃ ম্যাগনেট্রনে ইলেকট্রিক এবং ম্যাগনেটিক উভয় ফিল্ডই প্রয়োগ করা হয়। ক্যাথোড হতে যখন একটি ইলেকট্রন নির্গত হয়, তখন সেটি উভয় ফিল্ড দ্বারা প্রভাবিত হয়। এখানে ইলেকট্রনের উপর উভয় ফিল্ডের প্রভাব পৃথকভাবে বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন।

যখন একটি ইলেকট্রন গমন করে, তখন এটি নিরবচ্ছিন্ন বৈদ্যুতিক কারেন্ট সৃষ্টি করে। যদি ঐ চলমান ইলেকট্রনের উপর একটি ম্যাগনেটিক ফিল্ড প্রয়োগ করা হয়, তখন তার উপর একটি ফোর্স কাজ করে, যার মান BVe এর সমানুপাতিক হয়। এখানে B = ইলেকট্রনের গতির সাথে লম্ব ম্যাগনেটিক ফিল্ড উপাদান, V = ইলেকট্রনের গতি এবং e = ইলেকট্রনের চার্জ। ইলেকট্রনের উপর প্রযুক্ত ফিল্ড উভয় দিকের সাথে লম্ব হয়। যদি ম্যাগনেটিক ফিল্ড স্থির মানের হয় অর্থাৎ এতে ডিসি সরবরাহ দেয়া হয়, তবে কার্যরত বল ইলেকট্রনের গতির উপর নির্ভরশীল হয়।

ইলেকট্রিক ফিল্ডের প্রভাব ঃ ইলেকট্রিক ফিল্ড RF সরবরাহের মাধ্যমে সৃষ্টি করা হয়। ফলে, ইলেকট্রনের উপর ম্যাগনেটিক ফিল্ডের একই সাথে ইলেকট্রিক ফিল্ডও কাজ করে। ফলশ্রুতিতে ইলেকট্রনের গতিপথ পরিবর্তিত হয়। এ গতিপথ নির্ভর করে পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত ইলেকট্রিক এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের আপেক্ষিক শক্তির উপর। ৫.২ নং চিত্রে একটি স্থির ইলেকট্রিক ফিল্ড এবং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের যেকোন মানের জন্য ইলেকট্রনের গতিপথ দেখানো হয়েছে।

চিত্র ঃ ৫.২

ম্যাগনেটিক ফিল্ড শূন্য হলে ইলেকট্রন ক্যাথোড হতে সরল রেখায় অ্যানোডে গমন করে। কিন্তু ইলেকট্রিক ফিল্ডের দরুন ইলেকট্রনের গতি নির্দিষ্ট হারে বৃদ্ধি পেতে থাকে। ৫.২ নং চিত্রে এটি লাইন ১ দ্বারা দেখানো হয়েছে। সামান্য ম্যাগনেটিক ফিল্ড প্রযুক্ত হলে ইলেকট্রনের গতিপথ বামদিকে সামান্য বেঁকে যায়। একে চিত্রে ২ নং লাইন দ্বারা দেখানো হয়েছে। এখানে উল্লেখ্য যে, ইলেকট্রিক ফিল্ড দ্বারা ইলেকট্রনের গতি সর্বদা বৃদ্ধি পেতে থাকে। কিন্তু ম্যাগনেটিক ফিল্ডের জন্য এর গতিপথ বেঁকে যায় এবং অধিক দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়।

উভয় ক্ষেত্রের শক্তি এমন হওয়া স্বাভাবিক যে, ইলেকট্রন অ্যানোডে গিয়ে পৌঁছতে পারে না, যা চিত্রে ৩ নং লাইন দ্বারা দেখানো হয়েছে। এ ক্ষেত্রে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের মান এমন হওয়া উচিত যে, ইলেকট্রন অ্যানোডের কিনারা দিয়ে ঘুরে পুনরায় ক্যাথোডে ফিরে আসে। এটিকে কাট-অফ ক্ষেত্র বলে। অসিলেশনের অনুপস্থিতিতে অ্যানোড কারেন্ট হ্রাস পায় এবং সে কারণে ম্যাগনেট্রনের ক্ষেত্রে কাট-অফ ক্ষেত্রের গুরুত্ব অপরিসীম। যদি ম্যাগনেটিক ফিল্ড আরো অধিক শক্তিশালী হয়, তবে ইলেকট্রন ৪ নং লাইন অনুসরণ করে। এক্ষেত্রে ইলেকট্রন খুব দ্রুত ক্যাথোডে প্রত্যাবর্তন করে।

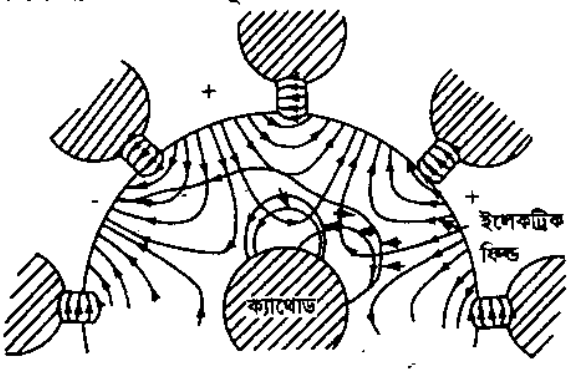
কিন্তু যদি RF ফিল্ড বিদ্যমান থাকে, তাহলে ইলেকট্রনের এ সমস্ত পথ পরিবর্তিত হয়। এখানে RF ফিল্ডের অনুপস্থিতিতে অর্থাৎ অসিলেশনের অনুপস্থিতিতে ইলেকট্রনের গতিপথ বিশ্লেষণ করার পিছনে দু'টি প্রধান কারণ আছে। **প্রথমত,** অসিলেটিং ম্যাগনেট্রনের কাজ সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা গ্রহণ করা। **দ্বিতীয়ত,** যখন ম্যাগনেট্রনে অসিলেশন হয় না, তখন সকল ইলেকট্রন ক্যাথোডে ফিরে আসে, যা ক্যাথোডকে উত্তপ্ত করে এবং একে ধ্বংস করে দেয়। এটি তখনই ঘটে, যখন ম্যাগনেটিক ক্ষেত্রে শক্তি কাট-অফ অপেক্ষা অধিক হয়।

৫.২ ম্যাগেনেট্রনে অসিলেশনের কৌশল (Mechanism of oscillations in a magnetron) ঃ

ম্যাগনেট্রনের কাজ ঃ

এখানে, π-mode অসিলেশন প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হয়েছে। ম্যাগনেট্রনে সেল্ফ-অসিলেশন পাওয়ার জন্য পাশাপাশি দু'টি অ্যানোড পোলের মধ্যে ফেজ পার্থক্য $n\frac{\pi}{n}$ আবশ্যক। এখানে, n একটি পূর্ণ সংখ্যা। সবচেয়ে ভাল অসিলেশন পাওয়ার জন্য n এর মান 4 হওয়া আবশ্যক। তখন পাশাপাশি দু'টি অ্যানোড পোলের মধ্যে ফেজ পার্থক্য থাকে π পরিমাণ। এ জন্য এ পদ্ধতিকে 'π' mode বলা হয়। 'π' mode অসিলেশনের চিত্র ৫.৩ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে, যখন উপরের অ্যানোড পোলের বামদিক সর্বাধিক ধনাত্মক হয়। অ্যানোড পোলের পোলারিটি স্থির নয়। এটি অসিলেশনের সাথে পরিবর্তিত হয়। এমন একটি সময় আসে, যখন উপরের অ্যানোডে পোলের বামদিক সর্বাধিক ঋণাত্মক হয়।

RF ইলেকট্রিক ফিল্ডের অনুপস্থিতিতে, a ও b ইলেকট্রন যে পথ অনুসরণ করে, তা ডটেড লাইন দ্বারা দেখানো হয়েছে। বস্তুত প্রত্যেক ক্যাভিটি রেজোনেটরে RF ফিল্ড বিদ্যমান থাকে। কিন্তু সহজতর করার উদ্দেশ্যে এখানে প্রদর্শন করা হয়নি।



চিত্র ঃ ৫.৩

ইন্টার-অ্যাকশন স্পেসের মধ্যে RF ইলেকট্রিক ফিল্ড প্রয়োগ করলে এতে ইলেকট্রিক ফিল্ডের স্পর্শক উপাদান প্রতিষ্ঠিত হয়। ধরা যাক, কোন এক মুহূর্তে a ইলেকট্রন ১ নং বিন্দুতে অবস্থান করে। ইলেকট্রিক ফিল্ডের স্পর্শক উপাদান ইলেকট্রনের লম্ব গতিতে সম্পূর্ণরূপে বাধা প্রদান করে। এ অবস্থা কোন ইলেকট্রন রিপোলার হতে বিকর্ষিত হওয়ার ঘটনার অনুরূপ। এ ইলেকট্রন এমন মুহূর্তে ফিরে আসবে, যখন গ্যাপ এর মধ্যে শক্তি সম্পূর্ণরূপে হারিয়ে ফেলে অর্থাৎ শূন্য হয়। এভাবে a ইলেকট্রন বাধা পেয়ে, এর শক্তি ইলেকট্রিক ফিল্ডে স্থানান্তরিত হয়। অন্যদিকে, b ইলেকট্রন একই সমান শক্তি RF ইলেকট্রিক ফিল্ড থেকে গ্রহণ করে, যা a ইলেকট্রন ইলেকট্রিক ফিল্ডকে প্রদান করে। ফলে, b ইলেকট্রন এর গতি ত্বরান্বিত হয়ে থাকে। অব্যাহত অসিলেশনের জন্য মোট শক্তি ইলেকট্রন থেকে RF ইলেকট্রিক ফিল্ডে যথারীতি স্থানান্তর হওয়া আবশ্যক। আমরা দেখি যে, a এবং b ইলেকটনের ন্যায় আরও অনেক ইলেকট্রন বিদ্যমান থাকে। ফলে, ইলেকট্রন হতে মোট শক্তি RF ইলেকট্রিক ফিল্ডে স্থানান্তর সম্ভব হলেও মোট শক্তি BF ইলেকট্রিক ফিল্ডে স্থানান্তর সম্ভব হয় না। এখানে উল্লেখ্য যে, RF ইলেকট্রিক ফিল্ডে b ইলেকট্রন যে সময় অতিবাহিত করে, a ইলেকট্রন তার চেয়ে অধিক সময় ব্যয় করে। a ইলেকট্রন যখন বাধা পায়, তখন এর উপর ডিসি ম্যাগনেটিক ফিল্ডের প্রভাব হ্রাস পায়। ফলে, এটি অ্যানোডের খুব কাছাকাছি চলে যায়। কিন্তু a ইলেকট্রন যখন ২নং বিন্দুতে পৌছে, তখন পুনরায় এটি বাধার সম্মুখীন হয় এবং পুনরায় RF ফিল্ডে শক্তি প্রদান করে। এটি RF ইলেকট্রিক ফিল্ডের পোলারিটি হওয়ার জন্য ঘটে।

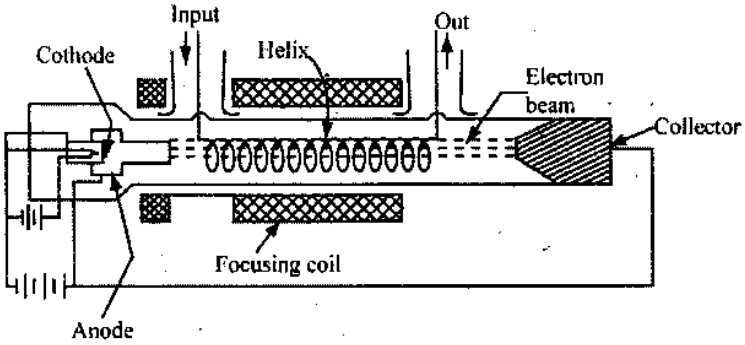
'a' ইলেকটনের উপর ম্যাগনেটিক ফিল্ডের প্রভাব পুনরায় হ্রাস পায় এবং এটি যখন ৩ নং বিন্দুতে পৌছে, তখন একই অবস্থার সৃষ্টি হয়। এভাবে আমাদের প্রধান উদ্দেশ্য হবে যে, RF ইলেকট্রিক ফিল্ডের পোলারিটি এমনভাবে পরিবর্তন করা, যাতে 'a' ইলেকট্রন RF ফিল্ড দ্বারা এর শক্তি হারাতে থাকে এবং অ্যানোডে এসে শেষ হয়। ইলেকট্রনকে ইন্টার-অ্যাকশন স্থানের মধ্যে বিবেচ্য পরিমাণ সময় অতিবাহিত করতে সহায়তা করতে হয়।

যা হোক, 'a' ইলেকট্রন থেকে 'b' ইলেকট্রনের ঘটনা ভিন্নতর হয়। কারণ, 'b' ইলেকট্রন RF ফিল্ড দ্বারা অধিক গতি প্রাপ্ত হয় এবং একই সাথে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের প্রভাবও একই অনুপাতে বৃদ্ধি পেয়ে থাকে। ফলে, এটি খুব অল্প সময়ের মধ্যে ক্যাথোডে প্রত্যাবর্তন করে। এটি ইন্টার-অ্যাকশন স্পেসের মধ্যে 'a' ইলেকট্রন অপেক্ষা খুব কম সময় অতিবাহিত করে। পরিপ্রেক্ষিতে যদিও 'b' ইলেকট্রন RF ইলেকট্রিক ফিল্ড হতে অধিক শক্তি প্রাপ্ত হয়, যেখানে 'a' ইলেকট্রন RF ফিল্ডে শক্তি প্রদান করে থাকে, তথাপি 'a' ধরনের ইলেকট্রন অপেক্ষা 'b' ধরনের ইলেকট্রনের খুবই কম ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া ঘটে। এর প্রেক্ষিতে RF অসিলেশনের জন্য RF ফিল্ড অধিক শক্তি প্রাপ্ত হয়ে থাকে এবং ফলশ্রুতিতে ম্যাগনেট্রনে অসিলেশন অব্যাহত থাকে।

৫.৩ ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন ও কার্যপদ্ধতি (Construction and operation of travelling wave tube) ঃ

এটিকে সংক্ষেপে TWT বলা হয়। এটিকে প্রধানত মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ৫.৪ নং চিত্রে একটি প্রচলিত TWT এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে। এতে খুব সরু ইলেকট্রন বীম তৈরি করার জন্য পিয়ার্স (ভেদ করা) ধরনের ইলেকট্রন গান ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রন বীমকে একটি দীর্ঘ হেলিক্যাল পথের অক্ষ বরাবর প্রেরণ করা হয়। ক্যাথোডের তুলনায় কালেক্টরে অধিক ধনাত্মক সরবরাহ দেয়া হয়। এতে ইলেকট্রন বীমের গতি ত্বরান্বিত হয়। এ ছাড়াও হেলিক্সকে ক্যাথোড অপেক্ষা ধনাত্মক সরবরাহ প্রদান করা হয়। ইলেকট্রন বীমের চারপার্শ্বে টিউবের উপর একটি ফোকাসিং কয়েল পেঁচানো থাকে। এতে ডিসি সরবরাহ প্রদান করা হয়। ফলে, যে ফিল্ডের সৃষ্টি হয় উহা বীম এর ইলেকট্রনকে কেন্দ্রীভূত করতে নিশ্চয়তা প্রদান করে। ইলেকট্রন বীমকে খুব সরু করা হয় এবং সঠিকভাবে ফোকাসিং করা হয়, যাতে হেলিক্স এর অক্ষপথে ইলেকট্রন বীম চলার সময় এতে স্পর্শ না করে।

যে সিগন্যাল বর্ধিত করতে হবে, তাকে চিত্রের ন্যায় ইনপুট প্রান্তে প্রয়োগ করা হয়। RF সিগন্যাল হেলিক্স পথে প্রায় আলোর সমান গতিতে গমন করে। কিন্তু হেলিক্স এর অক্ষ বরাবর এর গতি হ্রাস পায়। কারণ, এর মান আলোর গতি এবং হেলিক্স পিচ ও হেলিক্সের পরিসীমার রেশিও-এর গুণফলের সমান হয়। এটি RF সিগন্যালকে ধীরগতিসম্পন্ন করে, যাতে প্রায় বীমের সমান গতিসম্পন্ন হয়। এ পথে বীম এবং RF. সিগন্যালের মধ্যে ধারাবাহিক ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া চলতে থাকে।



চিত্র ঃ ৫.৪ ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব

৫.৪ ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের পারফরমেন্স, ধর্ম এবং প্রয়োগ (Performance, properties and applications of travelling wave tube) ঃ

পারফরমেন্স এবং ধর্ম ঃ দু'ধরনের ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব আছে ঃ একটি কম পাওয়ার ও কম নয়েজী বিশিষ্ট এবং অপরটি বেশি পাওয়ার এবং নয়েজী ধরনের হয়ে থাকে। ০.৫ থেকে ১৬ গিগাহার্টজ সিগন্যালের কম পাওয়ারবিশিষ্ট ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের নয়েজ স্তর ৪–৮ ডিবি হয়। এর আউটপুট পাওয়ার সাধারণত ৫ থেকে ৩০ মিলিওয়াট (mW) হয়। মধ্যম পাওয়ার টিউব ৪০ গিগাহার্টজ পর্যন্ত ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে ২ থেকে ২৫ ওয়াট পাওয়ার সরবরাহ করতে পারে, যার মধ্যে নয়েজ ২৫ ডিবি পর্যন্ত হতে পারে। কম পাওয়ারের টিউবে পালসড সিগন্যালের ক্ষেত্রে এবং মধ্যম পাওয়ারের টিউব Cw (Continuous wave) সিগন্যালের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় ঃ

প্রয়োগক্ষেত্র ঃ কম নয়েজ বিশিষ্ট টিউব ব্রডব্যান্ড মাইক্রোওয়েভ রিসিভারে RF অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। যোগাযোগ ব্যবস্থায় অধিক দূরত্বের ক্ষেত্রে রিপিটারের অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

স্যাটেলাইট কমিউনিকেশনে অধিক স্থায়িত্বের টিউব প্রয়াজন হয় এবং সে ক্ষেত্রে TWT ব্যবহৃত হয়। রাডার ব্যবস্থাপনায়ও TWT ব্যবহৃত হয়।

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ম্যাগনেট্রন কখন উদ্ভাবিত হয়?**

উত্তর ঃ ক্লাইস্ট্রন উদ্ভাবনের সমসাময়িক সময়ে ম্যাগনেট্রন উদ্ভাবিত হয়েছে।

২। **ম্যাগনেট্রন কোন ফ্রিকোয়েন্সিতে অধিক ক্রিয়াশীল?**

উত্তর ঃ ম্যাগনেট্রন মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে অধিক পাওয়ার উৎপন্ন করতে সক্ষম।

৩। **সাইক্লোটন রেজনেন্স নীতির ভিত্তিতে তৈরি ম্যাগনেট্রনের প্রধান অসুবিধা কী?**

উত্তর ঃ ম্যাগনেট্রনকে সাধারণত চোঙাকৃতি করে তৈরি করা হয়।

৪। **ম্যাগনেট্রনে কোন ধরনের ফিল্ড ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১২]

উত্তর ঃ ম্যাগনেট্রনে ম্যাগনেটিক এবং ইলেকট্রিক ফিল্ড ব্যবহার করা হয়।

৫। **ম্যাগনেট্রনে ইলেকট্রিক ও ম্যাগনেটিক ফিল্ড পরস্পরের মধ্যে কীভাবে অবস্থান করে?**

উত্তর ঃ এতে ম্যাগনেটিক ও ইলেকট্রিক ফিল্ড পরস্পরের মধ্যে ৯০° কোণ বিদ্যমান থাকে।

৬। **ম্যাগনেট্রনের ক্যাভিটিকে কী হিসেবে ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর: ম্যাগনেট্রনে ব্যবহৃত ক্যাভিটিকে অ্যানোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

৭। **ম্যাগনেট্রনের আউটপুট কীভাবে নেয়া হয়?**

উত্তর: আউটপুট ওয়েভগাইডের মাধ্যমে গ্রহণ করা হয়।

৮। **ম্যাগনেট্রনে ইলেকট্রিক ফিল্ড কীভাবে সৃষ্টি করা হয়?**

উত্তর: ইলেকট্রিক ফিল্ড RF সরবরাহের মাধ্যমে সৃষ্টি করা হয়।

৯। **ম্যাগনেট্রনে ইলেকট্রন কখন সরল রেখায় অ্যানোডে গমন করে?**

উত্তর: ম্যাগনেটিক ফিল্ড শূন্য হলে ইলেকট্রন ক্যাথোড হতে সরল রেখায় অ্যানোডে গমন করে।

১০। **TWT-এর পূর্ণ নাম কী?**

উত্তর: TWT-এর পূর্ণ নাম "Travelling Wave Tube" ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব।

১১। **TWT কে কী কাজে ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর: এটিকে প্রধানত মাইক্রোওয়েভ অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

১২। **ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব কয় প্রকার ও কী কী?**

উত্তর: দু'প্রকার, যথা ঃ

(i) একটি কম পাওয়ার এবং কম নয়েজী বিশিষ্ট,

(ii) অপরটি বেশি পাওয়ার এবং নয়েজী ধরনের।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ম্যাগনেট্রন কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০১১, ১৫]

উত্তর: ম্যাগনেট্রন একটি ডায়োড, যার ক্যাভিটিতে ম্যাগনেটিক এবং ইলেকট্রিক ফিল্ডের মধ্যে ক্রিয়া-বিক্রিয়ায় খুব উচ্চ পাওয়ারের অসিলেশন উৎপন্ন হয়। ইহা মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে ব্যবহার হয়।

২। **কোন কোন নীতির উপর ভিত্তি করে ম্যাগনেট্রন তৈরি হয়?**

উত্তর: প্রথমে যে ধরনের ম্যাগনেট্রন ব্যবহৃত হত, তা ছিল সাইক্লোট্রন রেজনেন্স নীতির। এর অনিয়ম আচরণ এবং পাওয়ার সক্ষমতা খুবই কম। পরবর্তীতে অন্য ধরনের ম্যাগনেট্রন উদ্ভাবিত হল, যাতে হাবান অসিলেশন নীতি ব্যবহার করা হত। সর্বশেষ ক্যাভিটি ম্যাগনেট্রন উদ্ভাবিত হয়েছে। এতে ট্রাভেলিং ওয়েভ নীতি ব্যবহৃত হয়।

আধুনিক কালে যে ম্যাগনেট্রন ব্যবহৃত হচ্ছে, তা ট্রাভেলিং ওয়েভ নীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে।

৩। **ইন্টার-অ্যাকশন বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর: ম্যাগনেট্রনের ক্যাভিটি বা অ্যানোড এবং ক্যাথোডের মাঝে বৃত্তাকার আকৃতির ফাঁকা স্থান থাকে, এটিকে ইন্টার-অ্যাকশন বা ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া স্থান বলে।

৪। **ম্যাগনেট্রনকে ক্রস-ফিল্ড ডিভাইস বলা হয় কেন?** [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৫(পরি)]

উত্তর: ম্যাগনেট্রনের বাহিরের অ্যানোডে ডিসি সরবরাহ দিয়ে ইলেকট্রিক ফিল্ড সৃষ্টি করা হয়। এ ফিল্ড ক্যাথোড অক্ষের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে, ফলে ম্যাগনেটিক ফিল্ড ম্যাগনেট্রনের ক্রস-সেকশনের সাথে এবং ইলেকট্রিক ফিল্ডের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। এ জন্য এটিকে ক্রস-ফিল্ড ডিভাইসও বলা হয়ে থাকে।

৫। **ম্যাগনেট্রনে ইলেকট্রিক ম্যাগনেটিক ফিল্ডের প্রভাব কী?** [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১২]

উত্তর: ম্যাগনেট্রনে ইলেকট্রিক ফিল্ড দ্বারা ইলেকট্রনের গতি সর্বদা বৃদ্ধি পেতে থাকে, কিন্তু ম্যাগনেটিক ফিল্ডের জন্য এর গতিপথ বেঁকে যায় এবং অধিক দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়।

৬। **ম্যাগনেট্রনে অসিলেশন না হলে কী অসুবিধা হয়?**

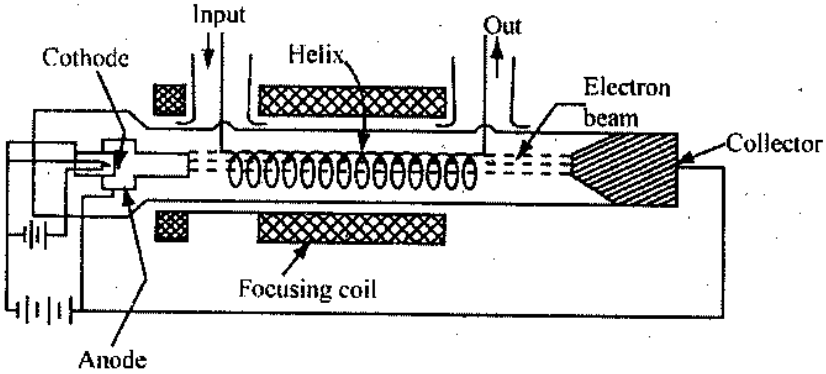
উত্তর: যখন ম্যাগনেট্রনে অসিলেশন হয় না, তখন সকল ইলেকট্রন ক্যাথোডে ফিরে আসে, যা ক্যাথোডকে উত্তপ্ত করে এবং একে ধ্বংস করে দেয়।

৭। **π-mode বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ ম্যাগনেট্রনে সেল্ফ অসিলেশন পাওয়ার জন্য পাশাপাশি দু'টি অ্যানোড পোলের মধ্যে ফেজ পার্থক্য $n\pi/n$ আবশ্যক। সবচেয়ে ভাল অসিলেশন পাওয়া জন্য n এর মান 4 হওয়া আবশ্যক। তখন পাশাপাশি দু'টি অ্যানোড পোলের মধ্যে ফেজ পার্থক্য থাকে π পরিমাণ। এ জন্য এ পদ্ধতিকে 'π' mode বলা হয়।

৮। **ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন উপাদানগুলো দেখাও।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর ঃ ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন উপাদানগুলো দেখানো হল–



৯। **TWT-এর প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো–২০০৬, ১১, ১২, ১৫]

অথবা, Traveling wave tube এর ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো–২০১২]

উত্তর ঃ কম নয়েজবিশিষ্ট টিউব ব্রড ব্যান্ড মাইক্রোওয়েভ রিসিভারে RF অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। যোগাযোগ ব্যবস্থায় অধিক দূরত্বের ক্ষেত্রে রিপিটারের অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

স্যাটেলাইন কমিউনিকেশনে অধিক স্থায়িত্বের টিউব প্রয়োজন হয় এবং সে ক্ষেত্রে TWT ব্যবহৃত হয়। রাডার ব্যবস্থাপনায়ও TWT ব্যবহৃত হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ম্যাগনেট্রন বলতে কী বুঝ? কত প্রকার ও কী কী? কোন কোন নীতির উপর ভিত্তি করে ম্যাগনেট্রন তৈরি করা হয়?**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **চিত্রের সাহায্যে ম্যাগনেট্রনের গঠনপ্রণালি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ম্যাগনেট্রনে ম্যাগনেটিক ও ইলেকট্রিক ফিল্ডের প্রভাব চিত্রসহকারে আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **ম্যাগনেট্রনে অসিলেশন কৌশল পদ্ধতি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো–২০০৬, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৫(পরি)]

অথবা, TWT এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের পারফরমেন্স, ধর্ম এবং প্রয়োগক্ষেত্রের বিস্তারিত বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৪ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৬

মাইক্রোওয়েভ পরিমাপ
(Microwave measurements)

৬.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

মাইক্রোওয়েভ পরিমাপ একটি ব্যাপক ও জটিল কাজ। তাই এটি গতানুগতিক পদ্ধতিগুলো দ্বারা সম্পন্ন করা সম্ভব নয়। যা হোক এ অধ্যায়ে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার, ফ্রিকোয়েন্সি, ইম্পিড্যান্স এবং ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও (VSWR) পরিমাপ সম্বন্ধে মূল ধারণা দেয়া হবে।

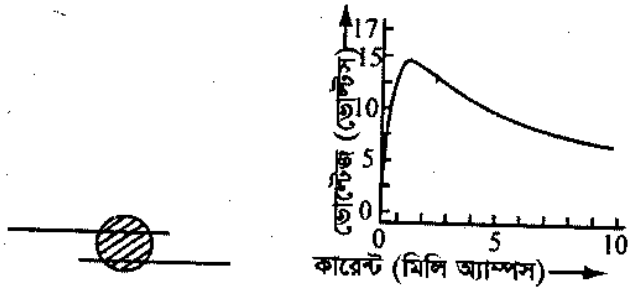
সাধারণ পাওয়ার-ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করে কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং পাওয়ার পরিমাপ করা হয়। উচ্চ অডিও ফ্রিকোয়েন্সি এবং নিম্ন রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে কারেন্ট এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়। কিন্তু এ ক্ষেত্রে পাওয়ার পরিমাপ করার পরিবর্তে প্রায়ই ভোল্টেজ ও কারেন্ট মান থেকে হিসাব করে গণনা করে নির্ণয় করা হয়। উচ্চ রেডিও ফ্রিকোয়েন্সিতে প্রেরণ লাইন এবং ওয়েভগাইড-এর ক্ষেত্রে কারেন্ট ও ভোল্টেজ পরিমাপ গুরুত্বপূর্ণ নয় এবং মৌলিক মান হিসেবে পাওয়ার পরিমাপ করা হয়। অধিকাংশ মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপক ডিভাইসের সাহায্যে গড় পাওয়ার পরিমাপ করা হয়।

৬.১ নিম্ন মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাণ (Mesurements of low microwave power) ঃ

নিম্ন বা কম মানের মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করার ক্ষেত্রে যেসব ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, সেগুলো হল ঃ ডিটেক্টর, বলোমিটার, থার্মোকাপল ইত্যাদি। এখানে বলোমিটার এবং থার্মোকাপল পদ্ধতি আলোচনা করা হয়েছে।

৬.১.১ বলোমিটার পদ্ধতি (Bolometer method) ঃ

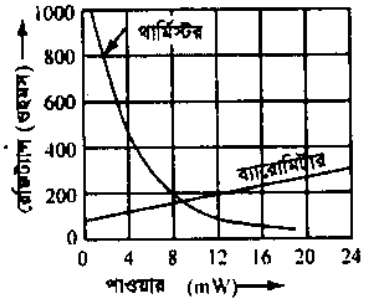
বলোমিটার হল একটি সাধারণ সার্কিট উপাদান, যার রোধ তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়। বলোমিটার-এ দু'ধরনের ডিভাইস ব্যবহৃত হয়, যার একটিকে ব্যারেটার (barretter) এবং অপরটিকে থার্মিস্টার (Thermister) বলা হয়। বলোমিটার দেখতে একটি সাধারণ ফিউজের ন্যায় হয়ে থাকে। একটি কার্টিজের মধ্যে সূক্ষ্ম তার স্থাপন করে এটা তৈরি করা হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এর রোধ বৃদ্ধি পায়। ফলে, এটি একটি ধনাত্মক তাপমাত্রা সহগবিশিষ্ট ডিভাইস। থার্মিস্টার একটি ক্ষুদ্র সেমিকন্ডাক্টরের বীড (পুঁতি), যার উভয় প্রান্তে সংযোগ তার থাকে। এটি ঋণাত্মক তাপমাত্রা-সহগবিশিষ্ট ডিভাইস অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে এর রোধ হ্রাস পায়। ম্যাঙ্গানিজ এবং নিকেল অক্সাইড মিশ্রণের সাথে কপার কণা যুক্ত করে বীড ম্যাটেরিয়াল গঠন করা হয়। এর কপার কণারোধক নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়। রড, ডিস্ক, ওয়াশার অথবা ফ্ল্যাক আকারে থার্মিস্টার পাওয়া যায়। ৬.১ নং চিত্রে একটি আদর্শ থার্মিস্টার বীড এবং ৬.২ নং চিত্রে এর স্ট্যাটিক ভোল্টেজ-কারেন্ট কার্ভ দেখানো হয়েছে। বীডের ব্যাস ০.৫ সেন্টিমিটারের মত হয়ে থাকে।



চিত্র ঃ ৬.১ থার্মিস্টারের স্ট্যাটিক ভোল্টেজ-কারেন্ট কার্ভ

ব্যারেটার একটি সূক্ষ্ম তারের ক্ষুদ্র অংশবিশেষ। এর রোধ যথেষ্ট মানের হওয়া আবশ্যক, যাতে মাইক্রোওয়েভ শক্তি গ্রহণ করার ক্ষেত্রে সিস্টেমের সাথে সামঞ্জস্য রক্ষা করতে পারে।

ব্যারেটার একটি ধনাত্মক তাপমাত্রা-সহগবিশিষ্ট ডিভাইস এবং থার্মিস্টার একটি ঋণাত্মক তাপমাত্রা-সহগবিশিষ্ট ডিভাইস। ৬.২ নং চিত্রে একটি আদর্শ বলোমিটারের বৈশিষ্ট্যগত কার্ভ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৬.২ আদর্শ বলোমিটার বৈশিষ্ট্যগত কার্ভ

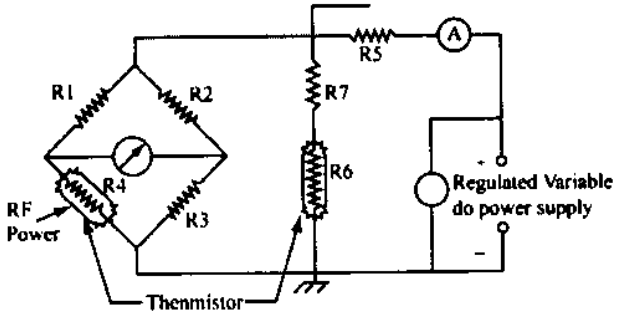
কার্ভ হতে এটি প্রতীয়মান হয় যে, পাওয়ার গ্রহণ সাপেক্ষে ব্যারেটারের রোধ বৃদ্ধি একটি নির্দিষ্ট হারে হয়ে থাকে। কিন্তু থার্মিস্টারের রোধ হ্রাসের হার পরিবর্তিত হয়। ফলে, এর কার্ভ একটি বক্ররেখায় পরিণত হয়েছে।

মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করার জন্য প্লাটিনাম কোর হতে সিলভারের ইচিং করে তৈরি করা হয়। এর রোধ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য প্লাটিনাম তারের দৈর্ঘ্য নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

ব্যবহারিক পরিমাপের ক্ষেত্রে, বলোমিটারকে ওয়েভগাইডের সাথে লোড হিসেবে যুক্ত করা হয়। যেকোন অসামঞ্জস্যতা পরিহার করার জন্য স্লাইডিং স্ক্রু ব্যবহার করা হয়। এতে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার অপচয়ের ফলে রোধের যে পরিবর্তন হয়, তাকেই পাওয়ার স্তর হিসেবে গণ্য করা হয়ে থাকে।

বলোমিটারকে একটি হুইটস্টোন ব্রিজের এক বাহু হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ৬.৩ নং চিত্রে একটি সুষম বলোমিটার ব্রিজ দেখানো হয়েছে। প্রাথমিক অবস্থায় R_5- কে অ্যাডজাস্ট করে ব্রিজকে সুষম অবস্থায় আনা হয়। এর ফলে ব্রিজে প্রয়োগকৃত ডি. সি. পাওয়ার পরিবর্তিত হয়। ফলশ্রুতিতে, থার্মিস্টারের রোধ পরিবর্তিত হয়। এটি অবশ্যই মাইক্রোওয়েভ পাওয়ারের অনুপস্থিতিতে সম্পন্ন করা হয়। মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার প্রয়োগ করা হলে থার্মিস্টারের রোধ পবির্তন হয়। এর ফলে ব্রিজটি অসম হয়ে পড়ে। এ অবস্থায় পাওয়ার পরিমাপের দু'টি পদ্ধতির যেকোন একটি পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়। একটি পদ্ধতি হল– ব্রিজকে সুষম অবস্থায় না আনা পর্যন্ত প্রয়োগকৃত ডি. সি. পাওয়ার পরিবর্তন করা; দ্বিতীয় পদ্ধতি হল– গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পাঠে রূপান্তরিত করা।

যদি প্রথম পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়ে থাকে, তবে প্রয়োগকৃত ডি. সি. ভোল্টেজের পরিবর্তন এবং কারেন্টের পরিবর্তনের গুণফল দ্বারা পাওয়ার নির্ণয় করা হয়। যদি দ্বিতীয় পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, তবে সে ক্ষেত্রে গ্যালভানোমিটারটিকে মিলিওয়াট এককে দাগাঙ্কিত করা হয় এবং তার পাঠ থেকে পাওয়ারের মান পাওয়া যায়।

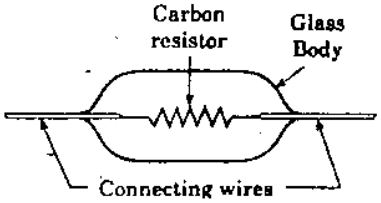


চিত্র ঃ ৬.৩ সুষম বলোমিটার ব্রিজ

পূর্বেই বলা হয়েছে যে, বলোমিটার একটি তাপমাত্রা অনুভূতিশীল ডিভাইস। ফলে, ত্রুটি দূর করার জন্য তাপমাত্রা ঘাটতি পূরণ করা আবশ্যক। এ ব্যবস্থা গ্রহণ করার লক্ষ্যে ৬.৩ নং চিত্রে R_7 এবং R_7 রেজিস্টর ব্যবহার করা হয়েছে। এখানে, R_6 এবং R_7 রেজিস্টরদ্বয়কে অনুরূপভাবে তৈরি করা হয়ে থাকে। উপরন্তু R_4 এবং R_6 খুব কাছাকাছি স্থাপন করা হয়ে থাকে। সুতরাং, তাদের তাপমাত্রা একই হয়ে থাকে। R_4 ও R_6 রেজিস্টরদ্বয়ের তাপমাত্রার যেকোন পরিবর্তন একই হয় থাকে। ফলে, ব্রিজটির সুষম অবস্থার উপর এর কোন প্রভাব পড়ে না।

৬.১.২ থার্মোকাপল পদ্ধতি (Thermocouple method) ঃ

থার্মোকাপলের সাহায্যে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করা যায়। থার্মোকাপলকে দু'টি ভিন্নধর্মী পদার্থ দ্বারা তৈরি করা হয় এবং তার আড়াআড়ি তাপমাত্রার পার্থক্য সৃষ্টি করা হলে এতে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। ৬.৪ নং চিত্রে মাইক্রোওয়েভ থার্মোকাপল দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৬.৪ মাইক্রোওয়েভ থার্মোকাপল

একটি প্রান্তে শূন্য ডিগ্রি তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয় এবং অপর প্রান্তে পরিমাপকৃত মাইক্রোওয়েভ পাওয়ারের দ্বারা সৃষ্ট তাপমাত্রা প্রয়োগ করা হয়। উভয় প্রান্তের মধ্যে তাপমাত্রার পার্থক্যজনিত কারণে থার্মোকাপলে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়, যার মান খুবই সামান্য হতে পারে। উৎপন্ন ভোল্টেজ থার্মোকাপলে ব্যবহৃত পদার্থের উপর নির্ভর করে। এতে উৎপন্ন ভোল্টেজকে মিলিভোল্টমিটার দ্বারা পরিমাপ করা হয় এবং পরিমাপকৃত ভোল্টেজ প্রয়োগকৃত মাইক্রোওয়েভ পাওয়ারের সমানুপাতিক হয়ে থাকে। সুতরাং, থার্মোকাপল-এ ভোল্টেজ পরিমাপ করে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করা যায়।

৬.২ মধ্যম ও উচ্চ মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ (Measurement of medium and high microwave power) ঃ

মধ্যম এবং উচ্চ মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করার জন্য শক্তির কনজারভেশন নীতি অনুসরণ করা হয়। এ জন্য ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। ভর, সময় এবং তাপমাত্রার ফল হতে আগত পাওয়ার পরিমাপ করা হয়ে থাকে। প্রকৃত ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতিতে আগত সকল শক্তিকে কোন সুবিধাজনক মাধ্যমের দ্বারা গ্রহণ করা হয় এবং ঐ মাধ্যমের পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করা হয়ে থাকে। এর ভর, সময় এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি থেকে হিসাব করে পাওয়ার নির্ণয় করা হয়।

ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতিকে দু'ভাবে ব্যবহার করা যায় ঃ

১। প্রবহমান ধরনের ক্যালরিমিটার,

২। প্রতিস্থাপন ধরনের ক্যালরিমিটার।

৬.২.১ প্রবহমান ধরনের ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতি ঃ

এ পদ্ধতিতে প্রবহমান তরল পদার্থের মধ্যে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার প্রয়োগ করা হয়। ফলে, তরল পদার্থের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং আগত ও নির্গত তাপমাত্রার পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। নিচের সূত্র প্রয়োগ করে গড় পাওয়ার নির্ণয় করা হয়—

$R = 4.187\ vdC_p\Delta T$---------- (৬.১)

এখানে,

R = গড় পাওয়ার, ওয়াট

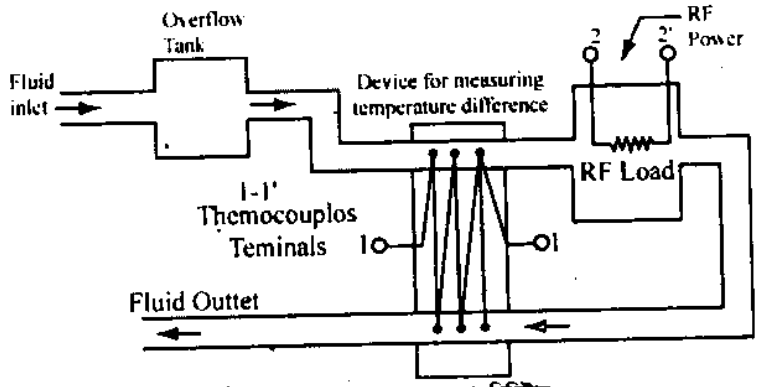
v = ক্যালরিমেট্রিক তরলের প্রবাহ হার, কিউবিক সেন্টিমিটার/সে.

d = তরলের আপেক্ষিক ঘনত্ব, গ্রাম/কিউবিক সেন্টিমিটার

C = আপেক্ষিক তাপ, ক্যালরি/গ্রাম

ΔT = তাপমাত্রা বৃদ্ধি, ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড।

এ পদ্ধতি একটি অত্যন্ত সহজ পদ্ধতি এবং উচ্চ পাওয়ার পরিমাপ উপযোগী। এতে একটি ট্যাংক হতে ক্যালরিমিটারে তরল পদার্থ সরবরাহ করা হয় এবং ক্যালরিমিটার হতে ড্রেনের মাধ্যমে তরল নিষ্কাশন করা হয়। তরল পদার্থের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ট্যাংক সর্বদা পরিপূর্ণ রাখার ব্যবস্থা করা হয়। এ পদ্ধতিতে কোন পাম্প এবং ঠাণ্ডা করার ব্যবস্থা গ্রহণ করার প্রয়োজন হয় না। অবশ্য এটি স্থানান্তরযোগ্য নয়। ৬.৫নং চিত্রে এ পদ্ধতির সুস্পষ্ট চিত্র দেখানো হয়েছে। একটি সুবিধাজনক RF লোডের সাহায্যে RF পাওয়ার অপচয় করানো হয়। এর ফলে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয়, তা প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে তরলের মধ্যে সঞ্চালিত হয়ে থাকে।



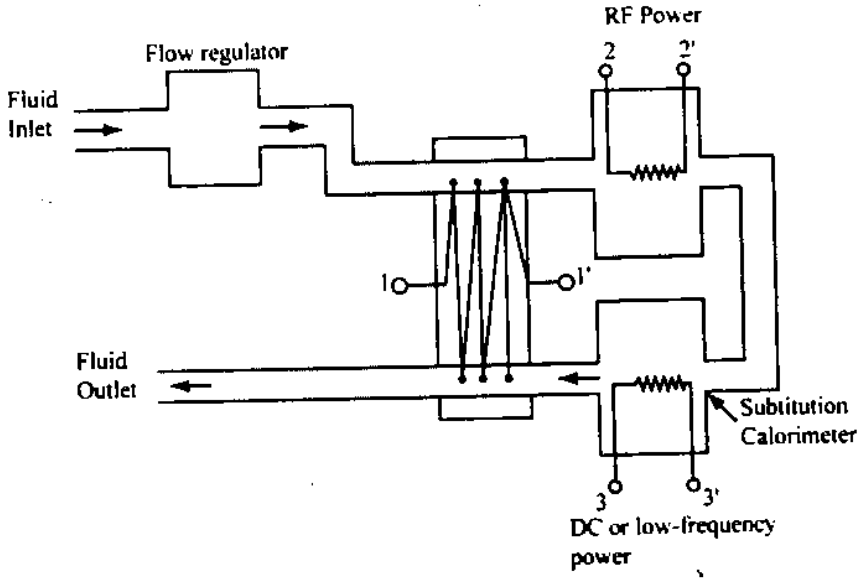
চিত্র ঃ ৬.৫ প্রবাহমান ধরনের ক্যালরিমিটার

R.F. Load এর আড়াআড়ি তরল প্রান্তে তাপমাত্রার পার্থক্য চিত্রের ন্যায় পরিমাপ করা হয়। তাপমাত্রার পার্থক্য পরিমাপের জন্য সবচেয়ে সুবিধাজনক ডিভাইস হল থার্মোকাপল। তরলের প্রবাহমাত্রা পরিমাপের জন্য কিছু পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়ে থাকে। সবচেয়ে সহজ পদ্ধতি হল, নির্দিষ্ট সময়ে একটি পৃথক পাত্রে তরল সংগ্রহ করে এবং তার পরিমাণ হতে তরল প্রবাহের হার পাওয়া যায়।

অধিক সূক্ষ্মতার জন্য তরল প্রবাহের হার নিয়ন্ত্রণ করা আবশ্যক। কারণ, পাওয়ার পরিমাপের জন্য তাপমাত্রা বৃদ্ধি একটি সীমার মধ্যে থাকতে হয়। যদি তরল প্রবাহের হার খুব বেশি হয়, তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি খুব কম হয়, যা পরিমাপে ত্রুটির সৃষ্টি করে। আবার তরল প্রবাহের হার খুব কম হলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি খুব বেশি হয়। সে ক্ষেত্রে তাপ স্থানান্তরজনিত কারণে ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়।

৬.২.২ প্রতিস্থাপন ধরনের ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতি ঃ

ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতির ক্ষেত্রে যে সমস্ত বাস্তব অসুবিধা পরিলক্ষিত হয়, তা এ পদ্ধতিতে পরোক্ষভাবে পরিহার করা হয়। এর জন্য সুষম নীতি অবলম্বন করা হয়। এ জন্য ক্যালরিমিটারের সাথে একটি তুলনামূলক ক্যালরিমিটার সংযুক্ত করা হয়, যাতে একটি ডিসি বা নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সি-বিশিষ্ট সোর্সের মাধ্যমে পাওয়ার সরবরাহ করা হয়। যদি উভয় ক্যালরিমিটারের মধ্য দিয়ে একই তাপমাত্রার তরল প্রবাহিত হয় এবং উভয় ক্যালরিমিটারের আড়াআড়ি তাপমাত্রার পার্থক্য তুলনা করা হয়, তবে সেটি RF পাওয়ার হিসেবে গণ্য হবে। আবার যদি ডিসি পাওয়ারকে এভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয় যেন, উভয় ক্যালরিমিটারে তাপমাত্রার কোন পার্থক্য সৃষ্টি না হয়, অর্থাৎ তাপমাত্রার পার্থক্য শূন্য হয়, তবে অপচয়কৃত ডিসি পাওয়ারই R.F. পাওয়ার হিসেবে গণ্য হবে। এ ক্ষেত্রে সাধারণ পদ্ধতি ব্যবহার করে ডিসি পাওয়ার পরিমাপ করা যায় এবং তরল পদার্থের প্রবাহমাত্রা পরিমাপের কোন প্রয়োজন হয় না। ফলে, অনেক বাস্তব ত্রুটি পরিহার করা যায়। ৬.৬ নং চিত্রে এ পদ্ধতির গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ

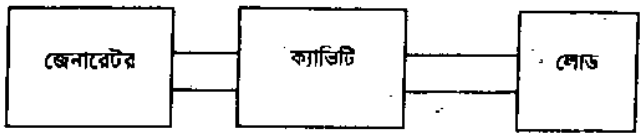


চিত্রঃ ৬.৬ প্রতিস্থাপন ধরনের ক্যালরিমিটার

৬.৩ মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি ও ওয়েভলেংথ পরিমাপ (Measurement of microwave frequency and wavelength) ঃ

৬.৩.১ মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ (Measurement of microwave frequency) ঃ

ল্যাবরেটরিতে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপের সবচেয়ে সহজ পদ্ধতি হল ক্যাভিটি ওয়েভমিটার ব্যবহার করে ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ করা। ক্যাভিটি ওয়েভমিটার মূলত রেজোনেটর ক্যাভিটি ওয়েভমিটার। মাইক্রোওয়েভ জেনারেটর এবং লোডের মাঝে ক্যাভিটি ওয়েভমিটার সংযোগ করা হয়। ৬.৭নং চিত্রে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপের সংযোগ চিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ৬.৭ ক্যাভিটি ওয়েভমিটার এর সাহায্যে ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ

ট্রান্সমিশন লাইনের সাথে প্রোবের মাধ্যমে অথবা প্রধান গাইডের সাথেই তল টী-এর মাধ্যমে ক্যাভিটি ওয়েভমিটারকে যুক্ত করা হয় এবং এর আউটপুট কাপলিং লুপের সাথে একটি ডিটেক্টর যুক্ত করা হয়।

ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে লোডে সর্বোচ্চ পরিমাণ পাওয়ার সরবরাহ করা সম্ভব হবে, যখন ক্যাভিটি রেজোনেন্সে পৌছবে। সে লক্ষ্যে ক্যাভিটিকে টিউন্ড করে এমনভাবে অ্যাডজাস্ট করা হয় যেন, লোডে সর্বোচ্চ পরিমাণ পাওয়ার পাওয়া যায়। ডিটেক্টর প্রোবের সাথে একটি নির্দেশক যুক্ত করা হয়, যা লোডে সর্বোচ্চ পাওয়ার নির্দেশ করে থাকে। এ অবস্থা হতে ক্যাভিটির রেজোনেন্ট মুহূর্ত নির্ধারণ করা যায়। তখন ওয়েভমিটারের পাঠ হতে সরাসরি মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সির মান পাওয়া যায়।

৬.৩.২ মাইক্রোওয়েভ ওয়েভলেংথ পরিমাপ (Measurement of microwave wavelength) ঃ

মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ করে নিচের সূত্রানুসারে ওয়েভলেংথ পরিমাপ করা যায়ঃ

$\lambda = V_c/f$

এখানে,

λ = ওয়েভলেংথ

V_c = আলোর গতি

= ৩ × ১০৮ মি./সে.

f = মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি।

৬.৪ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও পরিমাপ (Measurement of standing wave ratio) ঃ

ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও বলতে, একটি স্ট্যান্ডিং ওয়েভ এর সর্বোচ্চ ভোল্টেজ এবং সর্বনিম্ন ভোল্টেজের অনুপাতকে বুঝায়। অর্থাৎ

$$VSWR = \frac{\text{স্ট্যান্ডিং ওয়েভের সর্বোচ্চ ভোল্টেজ মান}}{\text{স্ট্যান্ডিং ওয়েভের সর্বনিম্ন ভোল্টেজ মান}}$$

VSWR = পরিমাপ পদ্ধতি তার মানের উপর নির্ভর করে। এর মানের উপর নির্ভর করে পরিমাপ পদ্ধতিকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়ে থাকে ঃ

১। নিম্নমানের SWR পরিমাপ,

২। উচ্চ মানের SWR পরিমাপ।

৬.৪.১ নিম্নমানের SWR পরিমাপ ঃ

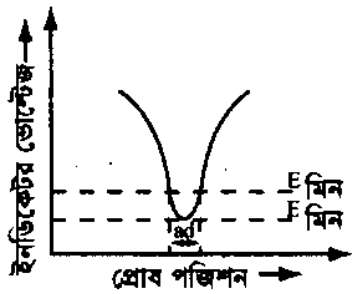
SWR এর মান ১০ এর চেয়ে কম হলে তাকে নিম্নমান হিসেবে বিবেচনা করা হয়। এরূপ রেশিও পরিমাপ করার পদ্ধতি খুব সহজ। এক্ষেত্রে স্ট্যান্ডিং ওয়েভ ডিটেক্টর ব্যবহার করে সহজেই SWR নির্ণয় করা যায়। এরূপ পরিমাপের ক্ষেত্রে, একটি অ্যাটেনিউয়েটর ব্যবহার করা হয়। এটিকে সঠিক ফ্রিকোয়েন্সিতে যথাযথভাবে অ্যাডজাস্ট করা হয়, যাতে সঠিক মানের পাঠ পাওয়া যায়। এখন একটি সাধারণ ডিসি ভোল্টমিটারের সাহায্যে ডিটেক্টরের আউটপুট-এ সর্বোচ্চ ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয় এবং পরবর্তীতে সর্বনিম্ন ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়। এ সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন পাঠদ্বয়ের অনুপাত থেকে VSWR নির্ণয় করা হয়।

অন্যভাবেও এ পরীক্ষা কার্য সম্পন্ন করা যায়। এক্ষেত্রে মিটারকে এমনভাবে দাগাঙ্কিত করতে হবে, যাতে VSWR এর মান সরাসরি ঐ মিটারের পাঠ হতে পাওয়া যায়। এ অবস্থায় মিটারের প্রোবকে সর্বোচ্চ বিন্দুতে আনা হয় এবং অ্যাটেনিউয়েটরকে ক্রমাগত অ্যাডজাস্ট করে SWR মিটারের সর্বোচ্চ পাঠ গ্রহণ করা হয়। এ পাঠই VSWR এর মান সরাসরি নির্দেশ করে থাকে।

৬.৪.২ উচ্চমানের SWR পরিমাপ ঃ

উচ্চমানের SWR পরিমাপ করার সময় নানাবিধ অসুবিধার সৃষ্টি হয়। কারণ, ন্যূনতম ভোল্টেজের মান খুব কম হয়। অনেক সময় নয়েজ লেভেল থেকে খুব কম মানের হয় এবং প্রোব প্রবেশের গভীরতা খুব বেশি হলে পরিমাপ কার্য প্রভাবিত হয়। এ অসুবিধা দূর করার জন্য মিনিমাম প্রশস্ততা অথবা দ্বিগুণ মিনিমাম পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়, যাতে মিনিমাম ভোল্টেজ একটি নির্দিষ্ট পদ্ধতি ব্যবহার করে পরিমাপ করা যায় এবং ম্যাক্সিমাম বা সর্বোচ্চ ভোল্টেজ মোটেই পরিমাপ করার প্রয়োজন হয় না।

৬.৮ নং চিত্রের মাধ্যমে মিনিমাম প্রশস্ততা পদ্ধতি বর্ণনা করা হয়েছে। এতে দেখা যায় যে, ক্রিস্টাল ডিটেক্টরের ক্ষেত্রে যদি পরিমাপক প্রোবের স্কেল স্কোয়ার (বর্গ) হয়, তবে ওয়েভগাইড বা লাইনের মধ্যে স্ট্যান্ডিং ওয়েভের মিনিমাম ভোল্টেজ অংশ প্যারাবোলিক হয়। প্যারাবোলা যত তীক্ষ্ণ হয়, SWR তত বেশি হয়। নিচের সূত্রানুযায়ী SWR নির্ণয় করা হয়ে থাকে ঃ



চিত্র ঃ ৬.৮ মিনিমাম প্রশস্ততা পদ্ধতিতে উচ্চ SWR পরিমাপ

$$SWR = \frac{\lambda_p}{\pi \Delta d} \text{ ---------- } (৬.২)$$

যেখানে, λ_p = প্রপাগেশন ওয়েভলেংথ,

Δd = 3 db বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব।

ব্যবহারিক পরীক্ষার ক্ষেত্রে মিনিমাম অবস্থান খুঁজে পাওয়ার জন্য প্রোবকে যথেষ্ট গভীরে প্রবেশ করানো হয়। পরে পাওয়ার পরিমাপযোগ্য করার জন্য প্রোবের গভীরতা অ্যাডজাস্ট করা হয়। এর পর প্রোবকে মিনিমামের একদিকে সরানো হয় এবং তারপর অন্যদিকে সরানো হয়। এ দুই বিন্দু মিনিমাম ভোল্টেজের $\sqrt{2}$ গুণ মানের অবস্থান নির্দেশ করে, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। এ দুই বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব পরিমাপ করা হয়, যা Δd নির্দেশ করে। এ পরিমাপ খুব সূক্ষ্মভাবে সম্পন্ন করা আবশ্যক এবং যতটা সম্ভব সঠিক পাঠ গ্রহণ করা উচিত। প্রয়োজনবোধে মাইক্রোমিটারের সহায়তা গ্রহণ করা উচিত। উল্লেখ্য যে, λ_p বা ওয়েভলেংথ এর মান জানা থাকে এবং Δd পরিমাপ করে ৬.২ নং সমীকরণ ব্যবহার করে SWR নির্ণয় করা যায়।

৬.৫ ইম্পিড্যান্স পরিমাপ (Measurement of impedance) ঃ

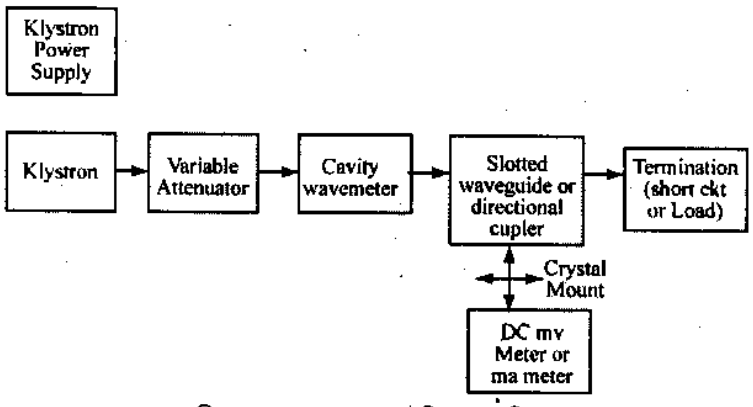
স্ট্যান্ডিং ওয়েভ ডিটেক্টর ব্যবহার করে ইম্পিড্যান্স পরিমাপ সম্পন্ন করা যায়। এটি মূলত স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও পরিমাপ পদ্ধতির একটি বর্ধিত পদ্ধতিমাত্র। লাইন বরাবর ওয়েভলেংথ পরিমাপ SWR পরিমাপ, যখন লোড কোন শর্ট সার্কিট দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তখন মিনিমাম ভোল্টেজের প্রথম অবস্থান এবং তার কাছাকাছি অবস্থান নির্ণয়, ইত্যাদি এ পদ্ধতির অন্তর্ভুক্ত। প্রকৃত পদ্ধতি একটি গাণিতিক উদাহরণের মাধ্যমে বর্ণনা করা যাক ঃ

উদাহরণ ঃ স্লটেড লাইন ব্যবহার করে কোন লোডের ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

১। ৬.৯ নং চিত্রে প্রদর্শিত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করতে হবে। প্রয়োজনীয় সংযোগ সমাপনান্তে পাশাপাশি মিনিমাম প্রান্তের মধ্যে দূরত্ব নির্ণয় করে ওয়েভলেংথ নির্ণয় করতে হবে। ধরি, এর মান ৩.৫ cm।

২। অজানা লোড দ্বারা শর্ট সার্কিট প্রতিস্থাপিত করতে হবে এবং SWR পরিমাপ করতে হবে। ধরি, এর মান ২.৪। মিনিমাম ভোল্টেজ এর অবস্থান শনাক্ত করতে হবে। ধরি, এটা x।



চিত্র ঃ ৬.৯ অজানা লোডের ইম্পিড্যান্স পরিমাপ

৩। পুনরায়, শর্ট সার্কিট অবস্থায় মিনিমাম ভোল্টেজের কাছাকাছি অবস্থান নির্ণয় করতে হবে। একে y দ্বারা সনাক্ত করা হয়। ধরি, x = 7.9 cm. ও y = 8.4cm.

৪। ওয়েভলেংথ-এর সাপেক্ষে শিফ্‌টের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। অর্থাৎ

$$\frac{y-x}{3.5}\lambda = \frac{8.4 - 7.9}{3.5}\lambda = 0.143\lambda$$

৫। স্মিথ চার্ট-এ মূলবিন্দু (0 + j0) হতে জেনারেটরের দিকে 0.143λ দূরত্ব অতিক্রম করা হয়।

৬। স্মিথ চার্ট-এ 0.143λ দূরত্ব হতে কেন্দ্র বরাবর একটি সরল রেখা অঙ্কন করা হয়। এ রেখা SWR বৃত্তের সাথে যে বিন্দুতে ছেদ করে, ঐ বিন্দুই লোডের ইম্পিড্যান্স নির্দেশ করে। স্মিথ চার্ট থেকে পাওয়া মান 0.85 + j0.82 ঐ অজানা লোডের ইম্পিড্যান্স।

৬.৬ অ্যাটেনিউয়েশন পরিমাপ (Measurement of attenuation) ঃ

দু'টি প্রান্তের পাওয়ার অনুপাত দ্বারা অ্যাটেনিউয়েশন পরিমাপ করা যায়। অ্যাটেনিউয়েশন পরিমাপের ক্ষেত্রে ইম্পিড্যান্স ম্যাচিং হতে হয়। তা না হলে সঠিকভাবে অ্যাটেনিউয়েশন পরিমাপ করা যায় না। এখানে অ্যাটেনিউয়েশন পরিমাপের দু'টি পদ্ধতি আলোচনা করা হয়েছে।

৬.৬.১ পাওয়ার রেশিও পদ্ধতি (Power ratio method) ঃ

এ পদ্ধতিতে লোডে সরবরাহকৃত পাওয়ায় পরিমাপ করা হয় এবং যে নেটওয়ার্কের অ্যাটেনিউয়েশন পরিমাপ করতে হবে, সে নেটওয়ার্ক ব্যতীত পাওয়ার পরিমাপ করা হয়। উভয় পাওয়ারের অনুপাতই ঐ নেটওয়ার্কের অ্যাটেনিউয়েশন।

৬.৬.২ প্রতিস্থাপন পদ্ধতি (Sulostitution method) ঃ

যদি নেটওয়ার্কের অ্যাটেনিউয়েশন বেশি এবং ইনপুট পাওয়ায় কম হয়, তবে এ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে অজানা নেটওয়ার্কের অ্যাটেনিউয়েশন ততক্ষণ পর্যন্ত অ্যাডজাস্ট করা হয়, যতক্ষণ পূর্বের পরিমাপকৃত পাওয়ার পাওয়া না যায়। যখন পূর্বে পরিমাপকৃত পাওয়ারের সমান আউটপুট পাওয়া যায়, তখন যে অ্যাটেনিউয়েশন কাজ করে, মূলত তাই পরিমাপকৃত অ্যাটেনিউয়েশন।

অনুশীলনী-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপক ডিভাইসের সাহায্যে কী পরিমাপ করা হয়?**

উত্তর উক্ত পাওয়ার পরিমাপক ডিভাইসের সাহায্যে গড় পাওয়ার পরিমাপ করা হয়।

২। **নিম্নমানের মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করার ক্ষেত্রে কোন কোন ডিভাইস ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ব্যবহৃত ডিভাইসগুলো হল ঃ
(i) ডিটেক্টর (Decetor),
(ii) বলোমিটার (Bollow meter),
(iii) থার্মোকাপল (Thermocouple)।

৩। **বলোমিটার কী?**

উত্তর বলোমিটার হল একটি সাধারণ সার্কিট উপাদান, যার রোধ তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়।

৪। **বলোমিটারে কয় ধরনের ডিভাইস ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর দু'ধরনের।

৫। **বলোমিটারে ব্যবহৃত দু'টি ডিভাইসের নাম লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর দু'টি ডিভাইস হল ঃ
(i) ব্যারেটার (Barreter),
(ii) থার্মিস্টার (Thermister)।

৬। **ব্যবহারিক পরিমাপের ক্ষেত্রে বলোমিটারকে ওয়েভগাইডের সাথে কীভাবে যুক্ত করা যায়?**

উত্তর বলোমিটারকে ওয়েভগাইডের সাথে লোড হিসেবে যুক্ত করা হয়।

৭। **বলোমিটারকে হুইটস্টোন ব্রিজের সাথে ব্যবহার করা যায় কি?**

উত্তর বলোমিটারকে একটি হুইটস্টোন ব্রিজের এক বাহু হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

৮। **থার্মোকাপল কীভাবে তৈরি হয়?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর থার্মোকাপল দু'টি ভিন্ন ধর্মী পদার্থ দ্বারা তৈরি করা হয়।

৯। **থার্মোকাপলের উৎপন্ন ই. এম. এফ-কে কোন যন্ত্র দ্বারা মাপা হয়?**

উত্তর থার্মোকাপলে উৎপন্ন ভোল্টেজ মিলিভোল্ট মিটার দ্বারা পরিমাপ করা হয়।

১০। **মধ্যম এবং উচ্চ মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করার জন্য কোন নীতি অনুসরণ করা হয়?**

উত্তর শক্তির কনজারভেশন নীতি অনুসরণ করা হয়।

১১। **ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতিকে কয়ভাবে ব্যবহার করা যায়?**

উত্তর দু'ভাবে ব্যবহার করা যায়, যথা ঃ
(i) প্রবহমান ধরনের ক্যালরিমিটার,
(ii) প্রতিস্থাপন ধরনের ক্যালরিমিটার।

১২। **তাপমাত্রার পার্থক্য পরিমাপের জন্য সবচেয়ে সুবিধাজনক ডিভাইস কোনটি?**

উত্তর সবচেয়ে সুবিধাজনক ডিভাইস হল থার্মোকাপল।

১৩। **ল্যাবরেটরিতে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপের সহজ পদ্ধতি কী?**

উত্তর সহজ পদ্ধতি হল ক্যাভিটি ওয়েভমিটার ব্যবহার করে ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ করা।

১৪। **ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে লোডে সর্বোচ্চ পরিমাণ পাওয়ার সরবরাহ কখন সম্ভব?**

উত্তর যখন ক্যাভিটি রেজোনেন্সে পৌঁছে।

১৫। **SWR-এর পুরো অর্থ কী?**

উত্তর SWR এর পুরো অর্থ "Standing Wave Ratio"।

১৬। লাইন ইম্পিড্যান্স কীভাবে পরিমাপ করা যায়?

উত্তর ঃ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ ডিটেক্টর ব্যবহার করে ইম্পিড্যান্স পরিমাপ করা যায়।

১৭। Attenuation পরিমাপের জন্য কয় পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় ও কী কী?

উত্তর ঃ দু'টি পদ্ধতি ঃ

(i) পাওয়ার রেশিও পদ্ধতি,

(ii) প্রতিস্থাপন পদ্ধতি।

১৮। প্রতিস্থাপন পদ্ধতি কখন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ঃ যদি নেটওয়ার্কের অ্যাটেনিউয়েশন বেশি এবং ইনপুট পাওয়ার কম হয়, তবে এ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

১৯। Bolometer-এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ Bolometer দ্বারা সার্কিটের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অর্থাৎ সার্কিটের অসামঞ্জস্যতা দূর করে সার্কিটে সুষম তাপমাত্রা বজায় রাখাই বলোমিটারের কাজ।

২০। SWR বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২, ১৪]

উত্তর ঃ Standing Wave Ratio (SWR) হল Standing Wave সর্বোচ্চ মান ও সর্বনিম্ন মানের অনুপাত।

২১। Transmission line এর return loss 20db হলে SWR কত?

উত্তর ঃ

আমরা জানি,

$$SWR = \frac{\lambda P}{\pi \Delta d}$$

$$\therefore SWR = \frac{20dB}{\pi \times 3dB}$$

$$= 2.12 \text{ (উত্তর)}$$

দেওয়া আছে,

$\lambda P = 20dB$

$\Delta d = 3dB$

$\pi = 3dB, \pi = 3.142$

$SWR = ?$

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। বলোমিটার কীভাবে তৈরি হয়?

উত্তর ঃ বলোমিটার দেখতে একটি সাধারণ ফিউজের ন্যায় হয়ে থাকে। একটি কার্টিজের মধ্যে সূক্ষ্ম তার স্থাপন করে এটি তৈরি করা হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এর রোধ বৃদ্ধি পায়। ফলে এটি একটি ধনাত্মক তাপমাত্রা সহগ ডিভাইস।

২। থার্মিস্টর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ থার্মিস্টর সেমিকন্ডাক্টরের একটি ক্ষুদ্র বীড (পুঁতি), যার উভয় প্রান্তে সংযোগ তার থাকে। এটি ঋণাত্মক তাপমাত্রা সহগবিশিষ্ট ডিভাইস অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে এর রোধ হ্রাস পায়। ম্যাঙ্গানিজ এবং নিকেল অক্সাইডের মিশ্রণের সাথে কপার কণা যুক্ত করে থার্মিস্টরের বীড ম্যাটেরিয়াল গঠন করা হয়।

৩। ব্যারেটার এবং থার্মিস্টারের মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ ব্যারেটার একটি ধনাত্মক তাপমাত্রা সহগবিশিষ্ট ডিভাইস এবং থার্মিস্টর একটি ঋণাত্মক তাপমাত্রা সহগবিশিষ্ট ডিভাইস।

৪। বলোমিটারে তাপমাত্রা ঘাটতি পূরণ আবশ্যক কেন? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ বলোমিটার একটি তাপমাত্রা অনুভূতিশীল ডিভাইস। ফলে, ত্রুটি দূর করার জন্য তাপমাত্রা ঘাটতি পূরণ করা আবশ্যক।

৫। পাওয়ার পরিমাপের দু'টি পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ১১]

অথবা, Micro Wave এর Power পরিমাপ পদ্ধতি কয় প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ **একটি পদ্ধতি হল ঃ** বলোমিটারের সাথে সংযুক্ত ব্রিজকে সুষম অবস্থায় না আনা পর্যন্ত প্রয়োগকৃত ডিসি পাওয়ার পরিবর্তন করা।

দ্বিতীয় পদ্ধতি হল ঃ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পাঠে রূপান্তরিত করা।

৬। থার্মোকাপল দ্বারা কীভাবে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করা যায়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ থার্মোকাপলে উৎপন্ন ভোল্টেজকে ভোল্টমিটার দ্বারা পরিমাপ করা হয় এবং পরিমাপকৃত ভোল্টেজ প্রয়োগকৃত মাইক্রোওয়েভ পাওয়ারের সমানুপাতিক হয়ে থাকে। সুতরাং, থার্মোকাপল এ ভোল্টেজ পরিমাপ করে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করা যায়।

৭। **প্রবহমান ধরনের ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতিতে কীভাবে তাপমাত্রা নির্ণয় করা হয়?**

উত্তর ঃ এ পদ্ধতিতে প্রবহমান তরল পদার্থের মধ্যে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার প্রয়োগ করা হয়। ফলে, তরল পদার্থের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। আগত এবং নির্গত তাপমাত্রার পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। নিচের সূত্র প্রয়োগ করে গড় পাওয়ার নির্ণয় করা হয় ঃ

$R = 4.187\ vd\ C_P\ \Delta T$

এখানে,

R = গড় পাওয়ার, ওয়াট;

v = ক্যালরিমেট্রিক তরলের প্রবাহ হার, কিউবিক সেন্টিমিটার/সে;

d = তরলের আপেক্ষিক ঘনত্ব, গ্রাম/ কিউবিক সেন্টিমিটার;

C = আপেক্ষিক তাপ, ক্যালরি/ গ্রাম;

ΔT = তাপমাত্রা বৃদ্ধি ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড।

৮। **ক্যাভিটি ওয়েভমিটার কী? ইহা কেন ব্যবহার করা হয়? এর সংযোগ পদ্ধতি কী?**

উত্তর ঃ ক্যাভিটি ওয়েভমিটার মূলত জেনারেটর ক্যাভিটি ওয়েভমিটার। ইহা ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপে ব্যবহার করা হয়। মাইক্রোওয়েভ জেনারেটর এবং লোডের মাঝে ক্যাভিটি ওয়েভমিটার সংযোগ করা হয়।

৯। **ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও (VSWR) বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৯, ১০, ১১]
অথবা, VSWR কত? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও বলতে একটি স্ট্যান্ডিং ওয়েভের সর্বোচ্চ ভোল্টেজ এবং সর্বনিম্ন ভোল্টেজের অনুপাতকে বুঝায়। অর্থাৎ,

$$VSWR = \frac{\text{স্ট্যান্ডিং ওয়েভের সর্বোচ্চ ভোল্টেজ মান}}{\text{স্ট্যান্ডিং ওয়েভের সর্বনিম্ন ভোল্টেজ মান}}$$

১০। **Microwave Signal-এর Impedance কীভাবে পরিমাপ করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৮, ১২]
অথবা, MW Impedance পরিমাপ প্রক্রিয়া লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ ডিটেক্টর ব্যবহার করে ইম্পিড্যান্স পরিমাপ সম্পন্ন করা যায়। এটি মূলত স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও পরিমাপ পদ্ধতির একটি বর্ধিত পদ্ধতিমাত্র। লাইন বরাবর ওয়েভলেংথ পরিমাপ SWR পরিমাপ, যখন লোড কোন শর্ট সার্কিট দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, তখন মিনিমাম ভোল্টেজের প্রথম অবস্থান এবং তার কাছাকাছি অবস্থান নির্ণয়, ইত্যাদি এ পদ্ধতির অন্তর্ভুক্ত।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **বলোমিটার পদ্ধতিতে নিম্নমানের মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ প্রক্রিয়া সচিত্র বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.১.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **থার্মোকাপল পদ্ধতিতে মাইক্রোওয়েভ মাপার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **প্রবাহ ধরনের ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতিতে মধ্যম ও উচ্চ মানের মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ প্রক্রিয়া সচিত্র বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-০৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.২.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **প্রতিস্থাপন ধরনের ক্যালরিম্যাট্রিক পদ্ধতিতে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.২.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ প্রক্রিয়া আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **উচ্চমানের SWR পদ্ধতি আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৪.২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **নিম্নমানের SWR পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৪.১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। **উদাহরণের সাহায্যে ইম্পিড্যান্স পরিমাপ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। **অ্যাটেনিউয়েশন (Attenuation) পরিমাপের দুটি উল্লেখযোগ্য পদ্ধতির বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৬.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৭ মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা (Microwave antenna)

৭.১ মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্য (Characteristics of microwave antenna) ঃ

মাইক্রোওয়েভ এন্টেনা এমন একটি স্ট্রাক্চার, যা ওয়েভের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তি বিকিরণ এবং গ্রহণ করতে সক্ষম। এটিকে ট্রান্সমিটার অথবা রিসিভারের সাথে যুক্ত করে মুক্তস্থানে স্থাপন করা হয়। মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে প্রেরক বা গ্রাহক এন্টেনা অত্যধিক দিক নির্ভর হয়ে থাকে। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার কিছু প্রয়োজনীয় আবশ্যকতা এবং বৈশিষ্ট্য থাকে, যা নিচে আলোকপাত করা হয়েছে।

১। নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সি রিসিভার অপেক্ষা মাইক্রোওয়েভ রিসিভার খুব নয়েজি হয়ে থাকে। ফলে, এর ইনপুট সিগন্যাল অবশ্যই যথাসম্ভব অধিক হবে।

২। ফ্রিকোয়েন্সিতে ব্রডকাস্ট সার্ভিস সম্ভব নয়। ফলে, অমনিডাইরেকশন এন্টেনা প্রয়োজন নাই।

৩। ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধির সাথে সাথে ডিভাইসের আকৃতি হ্রাস পায়। ফলে, মাইক্রোওয়েভ ডিভাইসের পাওয়ার অপচয় এবং পাওয়ার বহন ক্ষমতা কমে যায়। যদিও উচ্চ পাওয়ার সম্পন্ন মাইক্রোওয়েভ ডিভাইস পাওয়া যায়, তবে সে ক্ষেত্রে এটি খুব ব্যয়বহুল হয়।

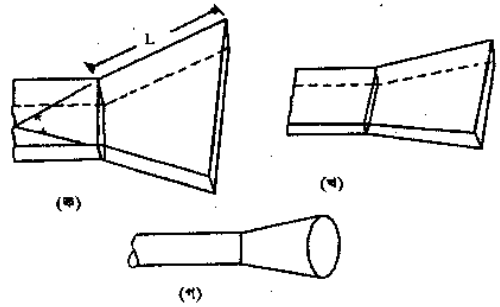
৪। মাইক্রোওয়েভ এন্টেনা খুব দিক নির্ভরশীল হয়। ফলে, এতে দিক সনাক্তকরণ উপাদান প্রয়োজন হয়।

৫। মাইক্রোওয়েভ এর ওয়েভলেংথ খুব কম বলে মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার আকৃতিও খুব ছোট হয়।

৭.২ হর্ন অ্যান্টেনা (Horn Antenna) ঃ

যদি ওয়েভগাইডের একপ্রান্ত এক্সাইটেড করা থাকে এবং অপর প্রান্ত খোলা থাকে, তবে অ্যান্টেনার ন্যায় ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত শূন্যে শক্তি বিকিরণ করতে সক্ষম। এর প্রধান অসুবিধা হল, সামান্য শক্তি বিকিরণ হয় এবং অধিকাংশ শক্তিই খোলা প্রান্ত হতে প্রতিফলিত হয়ে আসে। কারণ, খোলা প্রান্ত অসামঞ্জস্যপূর্ণ এবং যথাযথ ম্যাচিং এর অভাব পরিলক্ষিত হয়। উপরন্ত এর প্রান্ত অসম্পূর্ণতা যেতু খুব কম বিকিরণ এবং তার দিক যথাযথ হয় না। এ অসুবিধা দূর করার জন্য ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ন আকৃতির করা হয়। এ জন্য একে হর্ন এন্টেনা বলা হয়। ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ণ আকৃতি করার জন্য এর ডাইরেক্টিভিটি বৃদ্ধি পায় এবং অপচয় হ্রাস পায়।

বিভিন্ন আকৃতির হর্ণ ব্যবহৃত হয়ে থাকে, যেমন ঃ একদিকে বিকিরণের জন্য সেকটরাল হর্ণ, E এবং H তলের দিকে বিকিরণের জন্য পিরামিডাল হর্ণ, বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের জন্য কনিক্যাল হর্ণ।



চিত্র ঃ ৭.১ (ক) সেকটরাল হর্ন, (খ) পিরামিডাল হর্ন এবং (গ) কনিক্যাল হর্ন।

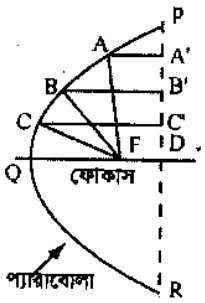
৭.১ (ক) নং চিত্রে একটি সেকটরাল হর্ণ দেখানো হয়েছে। এর সাহায্যে যেকোনো একদিকে শক্তি বিকিরণ করা যায়। ৭.১ (খ) নং চিত্রে একটি পিরামিডাল হর্ণ দেখানো হয়েছে। এর সাহায্যে মাইক্রোওয়েভ শক্তিকে যেকোন দুই দিকে বিকিরণ করা যায়। অর্থাৎ E এবং H তল বরাবর শক্তি বিকিরণ করা যায়। ৭.১ (গ) নং চিত্রে একটি কনিক্যাল হর্ণ দেখানো হয়েছে। কোন বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে এটি ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ৭.১ (ক) নং চিত্রে একটি কোণ ϕ প্রদর্শন করা হয়েছে, এটিকে ফ্লেয়ার (Flare) কোণ বলা হয়। যদি কোণ খুব বড় হয়, তবে শ্যালো হর্নের সৃষ্টি হয়। ফলশ্রুতিতে,হর্ণ হতে নির্গত ওয়েভ ফ্রন্ট তল আকৃতির

পরিবর্তে গোলক আকৃতির হবে এবং শক্তি বিকিরণের কোন দিক থাকবে না। দুই ফ্লেয়ার (Flare) কোণবিশিষ্ট পিরামিডাল হর্নের ক্ষেত্রেও এটি সমভাবে প্রযোজ্য। আবার ফ্লেয়ার (Flare) কোণ ϕ-এর মান যদি খুব ছোট হয়, তবে হর্নের মুখ খুব সংকীর্ণ হবে এবং শক্তি বিকিরণের দিকও ত্রুটিযুক্ত হবে। সে জন্য ফ্লেয়ার (Flare) কোণ ϕ এর মান যথাযথ হওয়া আবশ্যক এবং এটি চিত্রে প্রদর্শিত L এবং ওয়েভলেংথ-এর উপর নির্ভর করে।

ব্যবহারিক ক্ষেত্রে, ϕ এর মান ৪০° থেকে যখন L/λ = ৬০, যার বীম ওয়াইডথ হর্ণ তলের মধ্যে ৬৬° এবং সর্বোচ্চ গেইন ৪০ হয়, ১৫° পর্যন্ত যখন L/λ = ৫০, যার বিম ওয়াইডথ ২৩° এবং গেইন ১২০° হয়, পরিবর্তিত হয়ে থাকে। পিরামিডাল এবং কনিক্যাল হর্ণ ব্যবহারের ফলে সামগ্রিক ডিরেক্টিভিটি উন্নত হয়। কারণ, এদের ক্ষেত্রে দিক একের অধিক হয়।

৭.৩ প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনা (Parabolic dish antenna) ঃ

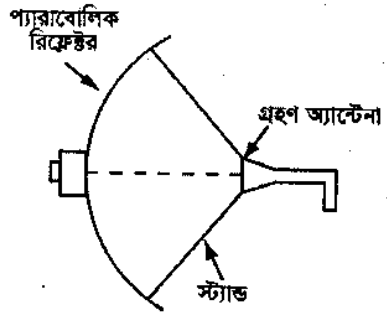
প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনা মূলত প্রতিফলন তল হিসেবে ব্যবহার করা হয়। প্যারাবোলা বলতে একটি বক্রতল বুঝায়, যার জ্যামিতিক সংজ্ঞা হল ঃ যদি কোন একটি বিন্দুর সঞ্চালন পথ অপর কোন বিন্দু হতে, যাকে ফোকাস বলা হয় এবং অন্য কোন সরল রেখার দূরত্ব সর্বদা ধ্রুব থাকে, তবে ঐ সঞ্চালন পথকে প্যারাবোলা বলা হয়। এরূপ জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন তল মাইক্রোওয়েভ বা আলোর প্রতিফলন হিসেবে চমৎকার। ৭.২ নং চিত্রে জ্যামিতিক প্যারাবোলা দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৭.২ প্যারাবোলা

যদি ফোকাস বিন্দুতে একটি বিকিরণ উৎস স্থাপন করা হয়, তবে উৎস হতে নির্গত বিকিরণ ওয়েভ প্যারাবোলা কর্তৃক প্রতিফলিত হবে। প্যারাবোলার শর্ত অনুযায়ী প্রতিফলিত ওয়েভ সর্বদা AB রেখার সমান্তরালে গমন করে। এটি ৭.২ নং চিত্রে বিভিন্ন রেখা দ্বারা নির্দেশ করা হয়েছে। এ ছাড়াও, ডাইরেক্ট্রিক্স বরাবর আগত ওয়েভ প্রতিফলিত হয়ে আসতে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে এবং সময়ও একই প্রয়োজন হয়। ফলে, ওয়েভের ফেজ একই থাকে এবং গমনের দিকও একই থাকে, যার প্রেক্ষিতে বিকিরণ খুব শক্তিশালী হয়। সে জন্য প্যারাবোলিক প্রতিফলন তল একটি কেন্দ্রীভূত বিকিরণ বীম গঠন করতে সহায়তা করে।

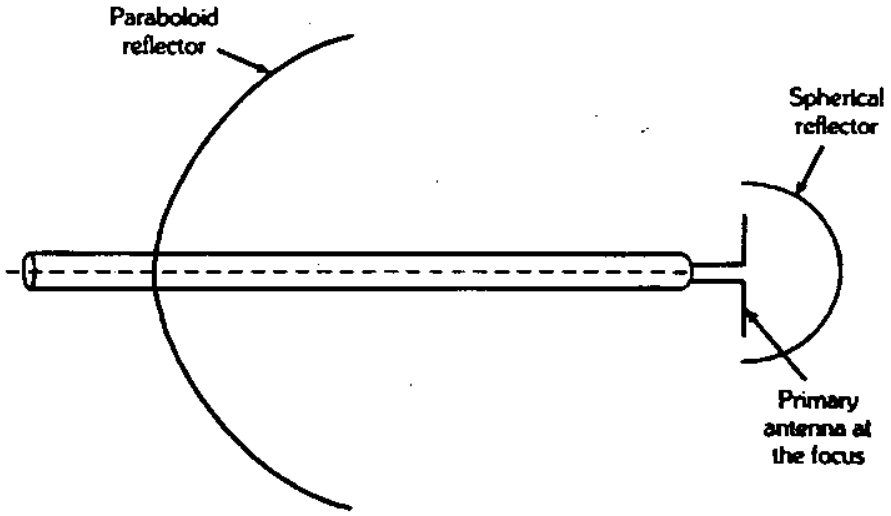
ব্যবহারিক ক্ষেত্রে, প্যারাবোলা একটি তিন মাত্রার তলবিশিষ্ট বৈশিষ্ট্য প্রদান করে থাকে। ফলশ্রুতিতে প্যারাবোলয়িক তলকে প্যারাবোলিক প্রতিফলন বা মাইক্রোওয়েভ ডিশ নামে অভিহিত করা হয়। যখন একে গ্রাহক হিসেবে ব্যবহার করা হয় তখন তার অক্ষের সমান্তরাল আগত সকল ওয়েভ প্যারাবোলা কর্তৃক প্রতিফলিত হয়ে ফোকাস বিন্দুতে এসে কেন্দ্রীভূত হয়। ফলে, এর গেইন ফোকাস বিন্দুতে খুব বেশি পাওয়া যায়। ফোকাস বিন্দুতে একটি গ্রাহক এন্টেনা স্থাপন করে সহজেই মাইক্রোওয়েভ সংগ্রহ করা যায়। গ্রাহক ডিশ অ্যান্টেনার ক্ষেত্রে ফোকাস বিন্দুতে একটি গ্রাহক এন্টেনা স্থাপন করে মাইক্রোওয়েভ সংগ্রহ করা হয়। ৭.৩ নং চিত্রে একটি ডিশ এন্টেনা দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৭.৩ গ্রাহক ডিশ অ্যান্টেনা

৭.৪ ফিড অ্যান্টেনা (Feed antenna) ঃ

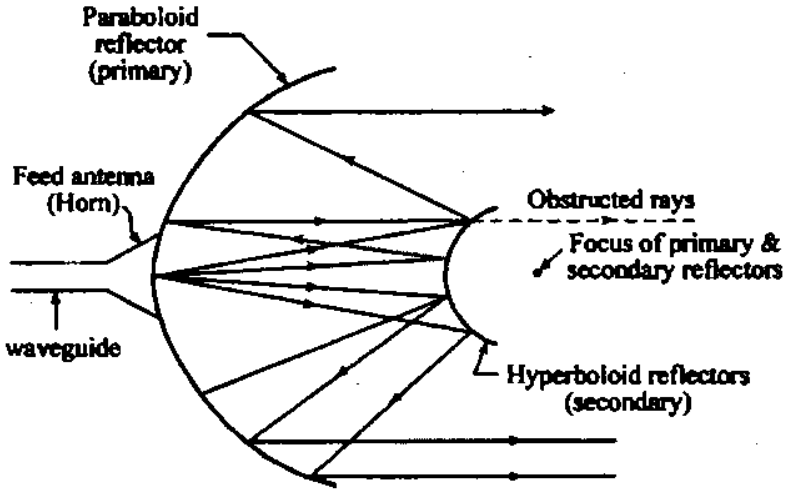
প্যারাবালিক ডিশ অ্যান্টেনা মূলত একটি প্রতিফলন তল হিসাবে কাজ করে। একে প্রেরক ও গ্রাহক উভয় ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। প্যারাবোলিক প্রতিফলন সিগন্যাল প্রেরণ বা গ্রহণের জন্য যে অ্যান্টেনা ব্যবহার করা হয়, তাকে ফিড অ্যান্টেনা বলে। সাধারণত প্যারাবোলিক প্রতিফলকের ফোকাস বিন্দুতে ফিড এন্টেনা স্থাপন করা হয়, যে অ্যান্টেনা প্রেরক/গ্রাহক হিসাবে কাজ করে। যখন প্রতিফলক ব্যবহার না করে ফিড অ্যান্টেনা থেকে সরাসরি রেডিয়েশন ঘটানো হয়, তখন ওয়েভ চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। এতে রেডিয়েশনের ডাইরেক্টিভিটি বিনষ্ট হয়। রেডিয়েশনের এই ছড়িয়ে যাওয়ার প্রবণতা বিভিন্ন পদ্ধতিতে প্রতিরোধ করা যায়। এর মধ্যে স্ফেরিক্যাল প্রতিফলক ব্যবস্থা করা একটি পদ্ধতি, যা ৭.৪ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৭.৪ ফিড অ্যান্টেনা

৭.৫ ক্যাসগ্রেইন ফিড (Cassegrain feed) ঃ

এ পদ্ধতিতে প্রাইমারি প্রতিফলক তলের সামনে একটি সেকেন্ডারি প্রতিফলক তল স্থাপন করা হয় এবং উভয়ের ফোকাস বিন্দু একই স্থানে অবস্থান করে। ৭.৫ নং চিত্রে এরূপ ব্যবস্থাপনা দেখানো হয়েছে ঃ

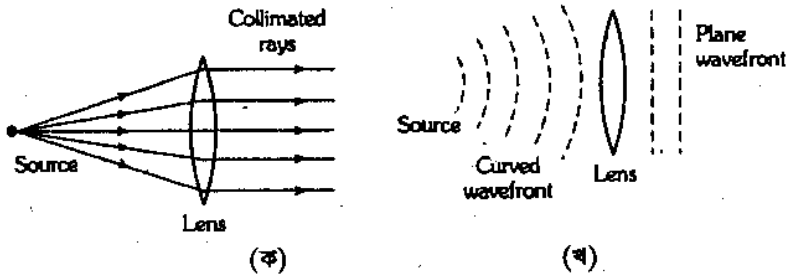


চিত্র ঃ ৭.৫ ক্যাসগ্রেইন ফিড

প্রাইমারি প্রতিফলন এর কেন্দ্রে ফিড অ্যান্টেনা স্থাপন করা হয়। ফিড অ্যান্টেনা থেকে ওয়েভের রেডিয়েশন ঘটে। সেকেন্ডারি প্রতিফলন তল রেডিয়েশনকে প্রতিফলিত করে। এ রশ্মিসমূহ আবার প্রাইমারি প্রতিফলক দ্বারা প্রতিফলিত হয়ে নির্দিষ্ট দিকে গমন করে। এরূপ পদ্ধতিকে ক্যাসগ্রেইন পদ্ধতি নামে অভিহিত করা হয়।

৭.৬ লেন্স অ্যান্টেনা (Lens antenna) ঃ

আলোকরশ্মির ক্ষেত্রে লেন্স যে নীতিতে কাজ করে, মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রেও লেন্স একই নীতি অনুসরণ করে। ৭.৬নং চিত্রে একটি ডাই-ইলেকট্রিক লেন্স অ্যান্টেনা দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৭.৬ লেন্স অ্যান্টেনা (ক) আলোর ক্ষেত্রে (খ) মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রে

আলোর ক্ষেত্রে যেমন উত্তাল লেন্সের ফোকাস বিন্দুতে আলোক সোর্স স্থাপন করলে উৎস হতে নির্গত রশ্মি লেন্সের দ্বারা সমান্তরাল রশ্মিরূপে নির্দিষ্ট দিকে গমন করে, ঠিক তেমনই ফোকাস বিন্দু হতে সরবরাহকৃত বক্র ওয়েভ লেন্স দ্বারা সমতল ওয়েভে রূপান্তরিত হয় এবং নির্দিষ্ট দিকে গমন করে। এ ক্ষেত্রে অবশ্যই উৎস ফোকাস বিন্দুতে বিপরীত ভাবে হতে হবে।

অনুশীলনী-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা কী?**

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা এমন একটি স্ট্রাকচার, যা ওয়েভের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তি বিকিরণ এবং গ্রহণ করতে সক্ষম।

২। **মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনাকে কীভাবে স্থাপন করা হয়?**

উত্তর ঃ এটিকে ট্রান্সমিটার অথবা রিসিভারের সাথে যুক্ত করে মুক্ত স্থানে স্থাপন করা হয়।

৩। **মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার আকৃতি ছোট হয় কেন?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভ এর ওয়েভলেংথ খুব কম বলে মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার আকৃতি ও খুব ছোট হয়।

৪। **ওয়েভগাইড কখন শূন্যে শক্তি বিকিরণ করতে সক্ষম?**

উত্তর ঃ যদি ওয়েভগাইডের একপ্রান্ত এক্সাইটেড করা থাকে এবং অপর প্রান্ত খোলা থাকে। তবে ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত শূন্যে শক্তি বিকিরণ করতে সক্ষম।

৫। **হর্ণ অ্যান্টেনা কী?** [বাকাশিবো-০৮, ১০, ১১]
অথবা, হর্ণ অ্যান্টেনার কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের একপ্রান্ত এক্সাইটেড করে অপর প্রান্ত খোলা রাখলে, খোলা প্রান্তে অসামঞ্জস্যপূর্ণ এবং যথাযথ ম্যাচিং এর অভাব পরিলক্ষিত হয়। এ অসুবিধা দূর করার জন্য ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ণ আকৃতির করা হয়। এ জন্য একে হর্ণ এন্টেনা বলা হয়।

৬। **ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ণ আকৃতি করলে সুবিধা কী?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ণ আকৃতি করার জন্য এর ডাইরেক্টিভিটি বৃদ্ধি পায় এবং অপচয় হ্রাস পায়।

৭। **হর্ণ কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ হর্ণ সাধারণত ৩ ধরনের হয়, যথা ঃ

(i) একদিকে বিকিরণের জন্য সেকটরাল হর্ণ,

(ii) E এবং H তলের দিকে বিকিরণের জন্য পিরামিডাল হর্ণ,

(iii) বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের জন্য কনিক্যাল হর্ণ।

৮। **একদিকে শক্তি বিকিরণের জন্য কোন ধরনের হর্ণ ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর যেকোনো একদিকে শক্তি বিকিরণের জন্য সেকটরাল হর্ণ ব্যবহার করা হয়।

৯। **দু'দিকে মাইক্রোওয়েভ শক্তি বিকিরণের জন্য কোন ধরনের হর্ণ ব্যবহার করা যায়?**

উত্তর দু'দিকে মাইক্রোওয়েভ শক্তি বিকিরণের জন্য পিরামিডাল হর্ণ ব্যবহার করা হয়।

১০। **বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে কোন ধরনের হর্ণ ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে কণিক্যাল হর্ণ ব্যবহার করা হয়।

১১। **প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনা মূলত কেন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনা মূলত প্রতিফলন তল হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

১২। **ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্যারাবোলার তল কয়টি?**

উত্তর প্যারাবোলা একটি তিন মাত্রার তলবিশিষ্ট বৈশিষ্ট্য প্রদান করে।

১৩। **লেন্স অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর আলোকরশ্মির ক্ষেত্রে লেন্স যে নীতিতে কাজ করে মাইক্রোওয়েভের ক্ষেত্রেও লেন্স অ্যান্টেনা একই নীতিতে কাজ করে। একে লেন্স অ্যান্টেনা বলে।

১৪। **Cassegrain feed দ্বারা কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর এ পদ্ধতিতে প্রাইমারি প্রতিফলক তলের সামনে একটি সেকেন্ডারি প্রতিফলক তল স্থাপন করা হয় এবং উভয়ের ফোকাস বিন্দু একই স্থানে অবস্থান করে। প্রাইমারি প্রতিফলন এর কেন্দ্রে ফিড অ্যান্টেনা স্থাপন করা হয়। ফিড অ্যান্টেনা থেকে ওয়েভের রেডিয়েশন ঘটে। সেকেন্ডারি প্রতিফলন তল রেডিয়েশনকে প্রতিফলিত করে। এ রশ্মিসমূহ আবার প্রাইমারি প্রতিফলক দ্বারা প্রতিফলিত হয়ে নির্দিষ্ট দিকে গমন করে। এ পদ্ধতিকে Cassegrain feed বলা হয়।

১৫। **Parabolic Reflector কী?** [বাকাশিবো-০৪]

উত্তর ব্যবহারিক ক্ষেত্রে, প্যারাবোলা একটি তিন মাত্রার তলবিশিষ্ট বৈশিষ্ট্য প্রদান করে থাকে। ফলশ্রুতিতে, প্যারাবোলয়িক তলকে Parabolic Reflector বা Microwave dish বলে।

১৬। **Microwave Antenna-এর প্রধান দু'টি বৈশিষ্ট্য লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১১, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টিনার বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর নিম্নে Microwave Antenna এর প্রধান দু'টি বৈশিষ্ট্য দেয়া হল ঃ

(ক) এটি এমন একটি স্ট্রাকচার, যা ওয়েভের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তি বিকিরণ এবং গ্রহণ করতে সক্ষম।

(খ) নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সি রিসিভার অপেক্ষা Microwave Receiver খুব নয়েজি হয়ে থাকে। ফলে, ইনপুট সিগন্যাল অবশ্যই যথাসম্ভব অধিক হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা এমন একটি স্ট্রাকচার, যা ওয়েভের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক শক্তি বিকিরণ এবং গ্রহণ করতে পারে। এটিকে ট্রান্সমিটার অথবা রিসিভারের সাথে যুক্ত করে মুক্তস্থানে স্থাপন করা হয়।

২। **মাইক্রোওয়েভ রিসিভারে ইনপুট সিগন্যাল অধিক হয় কেন?**

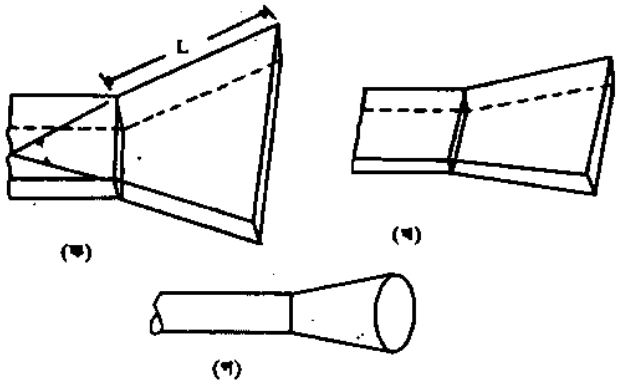
উত্তর নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সি রিসিভার অপেক্ষা মাইক্রোওয়েভ রিসিভার খুব নয়েজি হয়ে থাকে। ফলে, এর ইনপুট সিগন্যাল অবশ্যই যথাসম্ভব অধিক হবে।

৩। **ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্তকে হর্ণ আকৃতি করার কারণ কী?** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্তে সামান্য শক্তি বিকিরণ হয় এবং অধিকাংশ শক্তিই খোলা প্রান্ত হতে প্রতিফলিত হয়ে আসে। কারণ, খোলা প্রান্তে অসামঞ্জস্যপূর্ণ এবং যথাযথ ম্যাচিং এর অভাব পরিলক্ষিত হয়। উপরন্তু এর প্রান্ত অসম্পূর্ণতা হেতু খুব কম বিকিরণ এবং এর দিক যথাযথ হয় না। এ অসুবিধা দূর করার জন্য ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ণ আকৃতির করা হয়।

৪। **বিভিন্ন প্রকার হর্নের চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর: নিচে বিভিন্ন প্রকার হর্নের চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ (ক) সেকটরাল হর্ন, (খ) পিরামিডাল হর্ন এবং (গ) কনিক্যাল হর্ন।

৫। **প্যারাবোলা বলতে কী বুঝায়?**

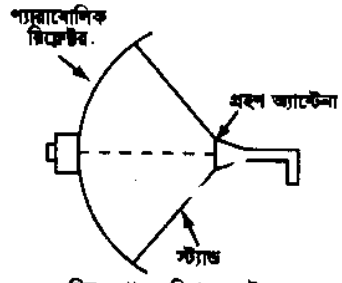
উত্তর: যদি কোন একটি বিন্দুর সঞ্চালন পথ অপর কোন বিন্দু হতে, যাকে ফোকাস বলা হয় এবং অন্য কোন সরল রেখার দূরত্ব ধ্রুব থাকে, তবে ঐ সঞ্চালন পথকে প্যারাবোলা বলা হয়।

৬। **ফিড অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর: প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনায় প্যারাবোলিক প্রতিফলন সিগন্যাল প্রেরণ বা গ্রহণের জন্য যে এন্টেনা ব্যবহার করা হয়, তাকে ফিড এন্টেনা বলে। সাধারণত প্যারাবোলিক প্রতিফলকের ফোকাস বিন্দুতে ফিড এন্টেনা স্থাপন করা হয়।

৭। **একটি গ্রাহক ডিশ অ্যান্টেনার চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ।**

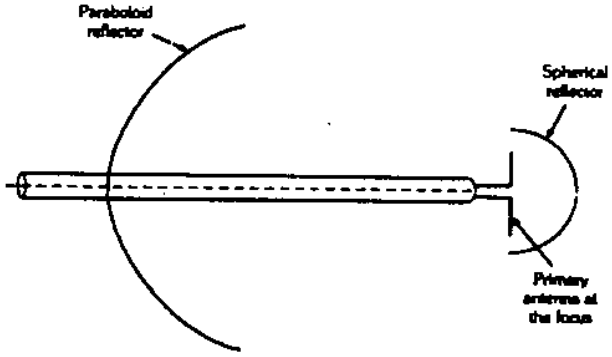
উত্তর: নিচে একটি গ্রাহক ডিশ অ্যান্টেনার চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ গ্রাহক ডিশ অ্যান্টেনা

৮। **একটি ফিড অ্যান্টেনার চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশগুলো দেখাও।**

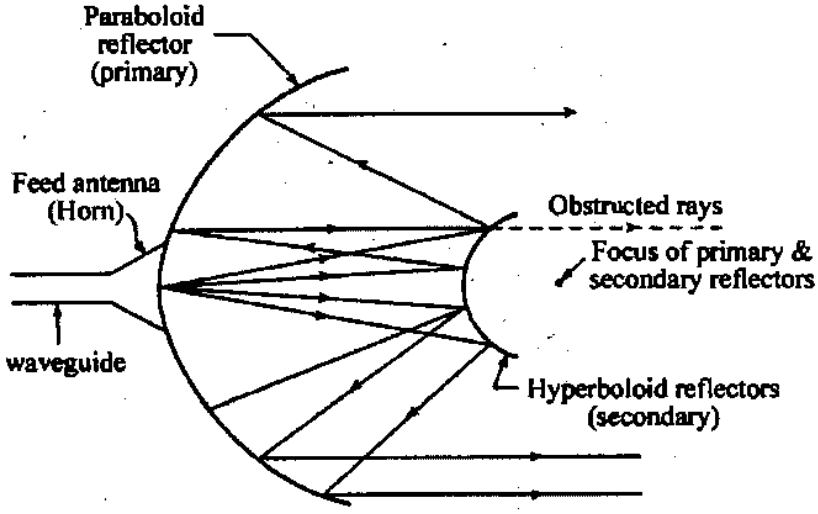
উত্তর: নিচে একটি ফিড অ্যান্টেনার চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ফিড অ্যান্টেনা

৯। ক্যাসগ্রেইন ফিড অ্যান্টেনার গঠন চিত্রে বিভিন্ন অংশগুলো দেখাও।

উত্তর নিচে ক্যাসগ্রেইন ফিড অ্যান্টেনার গঠন চিত্রে বিভিন্ন অংশের নাম দেখানো হল ঃ



চিত্র ঃ ক্যাসগ্রেইন ফিড

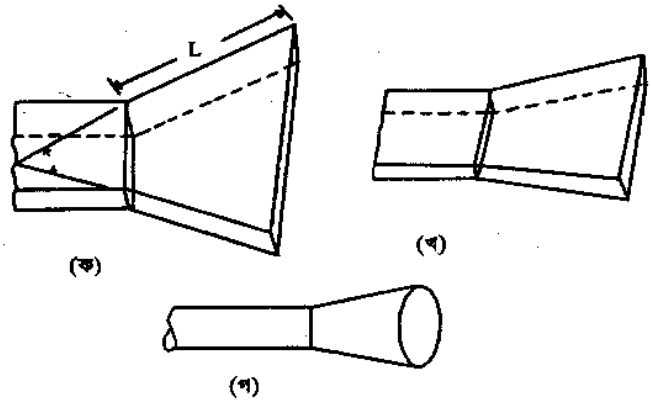
১০। Horn Antenna-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৫]

অথবা, ওয়েভ গাইডের খোলা প্রান্তকে হর্ন আকৃতি করার কারণ কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর যদি ওয়েভগাইডের একপ্রান্ত এক্সাইটেড করা থাকে এবং অপর প্রান্ত খোলা থাকে, তবে অ্যান্টেনার ন্যায় ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত শূন্যে শক্তি বিকিরণ করতে সক্ষম। এর প্রধান অসুবিধা হল, সামান্য শক্তি বিকিরণ হয় এবং অধিকাংশ শক্তিই খোলা প্রান্ত হতে প্রতিফলিত হয়ে আসে। কারণ, খোলা প্রান্ত অসামঞ্জস্যপূর্ণ এবং যথাযথ ম্যাচিং এর অভাব পরিলক্ষিত হয়। উপরন্তু এর প্রান্ত অসম্পূর্ণতা যেতু খুব কম বিকিরণ এবং তার দিক যথাযথ হয় না। এ অসুবিধা দূর করার জন্য ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ন আকৃতির করা হয়। এ জন্য একে হর্ন এন্টেনা বলা হয়। ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ণ আকৃতি করার জন্য এর ডাইরেক্টিভিটি বৃদ্ধি পায় এবং অপচয় হ্রাস পায়।

১১। Horn Antenna-এর গঠন বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১১, ১২]

উত্তর বিভিন্ন আকৃতির হর্ণ ব্যবহৃত হয়ে থাকে, যেমন ঃ একদিকে বিকিরণের জন্য সেকটরাল হর্ণ, E এবং H তলের দিকে বিকিরণের জন্য পিরামিডাল হর্ণ, বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের জন্য কনিক্যাল হর্ণ।



চিত্র ঃ (ক) সেকটরাল হর্ন, (খ) পিরামিডাল হর্ন এবং (গ) কনিক্যাল হর্ন।

চিত্রে একটি সেকটরাল হর্ণ দেখানো হয়েছে। এর সাহায্যে যেকোনো একদিকে শক্তি বিকিরণ করা যায়। (খ) নং চিত্রে একটি পিরামিডাল হর্ণ দেখানো হয়েছে। এর সাহায্যে মাইক্রোওয়েভ শক্তিকে যেকোন দুই দিকে বিকিরণ করা যায়। অর্থাৎ E এবং H তল বরাবর শক্তি বিকিরণ করা যায়। (গ) নং চিত্রে একটি কনিক্যাল হর্ণ দেখানো হয়েছে। কোন বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রে এটি ব্যবহার করা হয়ে থাকে। (ক) নং চিত্রে একটি কোণ ϕ প্রদর্শন করা হয়েছে, এটিকে ফ্লেয়ার (Flare) কোণ বলা হয়। যদি কোণ খুব বড় হয়, তবে শ্যালো হর্নের সৃষ্টি হয়। ফলশ্রুতিতে,হর্ণ হতে নির্গত ওয়েভ ফ্রন্ট তল আকৃতির পরিবর্তে গোলক আকৃতির হবে এবং শক্তি বিকিরণের কোন দিক থাকবে না। দুই ফ্লেয়ার (Flare) কোণবিশিষ্ট পিরামিডাল হর্নের ক্ষেত্রেও এটি সমভাবে প্রযোজ্য। আবার ফ্লেয়ার (Flare) কোণ ϕ-এর মান যদি খুব ছোট হয়, তবে হর্নের মুখ খুব সংকীর্ণ হবে এবং শক্তি বিকিরণের দিকও ত্রুটিযুক্ত হবে। সে জন্য ফ্লেয়ার (Flare) কোণ ϕ এর মান যথাযথ হওয়া আবশ্যক এবং এটি চিত্রে প্রদর্শিত L এবং ওয়েভলেংথ-এর উপর নির্ভর করে।

১২। একটি মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১১, ১২, ১৪]

উত্তর ঃ মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার কিছু প্রয়োজনীয় আবশ্যকতা এবং বৈশিষ্ট্য থাকে, যা নিচে আলোকপাত করা হয়েছে।

১। নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সি রিসিভার অপেক্ষা মাইক্রোওয়েভ রিসিভার খুব নয়েজি হয়ে থাকে।

২। ফ্রিকোয়েন্সিতে ব্রডকাস্ট সার্ভিস সম্ভব নয়। ফলে, অমনিডাইরেকশন অ্যান্টেনা প্রয়োজন নাই।

৩। ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধির সাথে সাথে ডিভাইসের আকৃতি হ্রাস পায়। ফলে, মাইক্রোওয়েভ ডিভাইসের পাওয়ার অপচয় এবং পাওয়ার বহন ক্ষমতা কমে যায়।

৪। মাইক্রোওয়েভ এন্টেনা খুব দিক নির্ভরশীল হয়। ফলে, এতে দিক সনাক্তকরণ উপাদান প্রয়োজন হয়।

৫। মাইক্রোওয়েভ এর ওয়েভলেংথ খুব কম বলে মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার আকৃতিও খুব ছোট হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়? মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। হর্ণ অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়? হর্ণ এর বিভিন্ন গাঠনিক চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
অথবা, একটি হর্ণ অ্যান্টেনার গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। চিত্র সহকারে প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফিড এন্টেনা ও ডিশ অ্যান্টেনার মধ্যে পার্থক্য কী? একটি ফিড অ্যান্টেনার চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। চিত্রসহ ক্যাসগ্রেইন ফিড অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। লেন্স অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। বিভিন্ন ধরনের মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৭.৩, ৭.৪ ও ৭.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৮ সেমিকন্ডাক্টর মাইক্রোওয়েভ ডিভাইস (Semiconductor microwave device)

৮.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

মাইক্রোওয়েভ সেমিকন্ডাক্টর ডিভাইসের উপর দীর্ঘদিন গবেষণার পর বিভিন্ন ডিভাইস উদ্ভাবিত হয়েছে, যেমনঃ ট্রানজিস্টর, ভ্যারেক্টর ডায়োড ইত্যাদি, যা ফ্রিকোয়েন্সি মাল্টিপ্লিকেশন এবং অ্যামপ্লিফিকেশন, প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার, অসিলেটর ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হচ্ছে।

৮.১ মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর (Microwave transistor) ঃ

মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরকে অধিক ফ্রিকোয়েন্সিতে ব্যবহারের ক্ষেত্রে বিভিন্ন জটিল বিষয় বিবেচনা করতে হয়। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের কালেক্টর কারেন্ট ও ভোল্টেজ খুব বেশি হতে হয়। এ দুটো বিষয়কে পূর্ণ করতে অপর দু'টি শর্ত পূর্ণ করতে হয়। প্রথমত, ইমিটার জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স কম রাখার জন্য ইমিটার জাংশনকে যথাসম্ভব পাতলা করে তৈরি করা হয়, যাতে কারেন্ট রেটিং অপরিবর্তিত থাকে। দ্বিতীয়ত, বেসকে যথাসম্ভব ছোট বা পাতলা করতে হয়, ফলে বেসের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে সময় কম লাগে। অবশ্য ভোল্টেজ রেটিং এর কারেন্ট প্রবাহিত হতে সময় কম লাগে। অবশ্য ভোল্টেজ রেটিং এর কারণে বেসকে নির্দিষ্ট সীমা অপেক্ষা পাতলা করা যায় না।

৮.১.১ গঠন (Construction) ঃ

যদিও সর্বোচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির ক্ষেত্রে জার্মেনিয়াম ব্যবহৃত হয়, তথাপি মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে ভাল কাজ পাওয়ার জন্য সিলিকনকে অগ্রাধিকার দেয়া হয়।

মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর তৈরির ক্ষেত্রে ইপিট্যাক্সিয়াল ডিফিউশন (Epitaxial diffusion)পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। ইমিটারকে যথাসম্ভব পাতলা করে তৈরি করা হয়, যদিও ইমিটার প্রান্ত লম্বা হয়। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর তৈরি করার ক্ষেত্রে লক্ষ্য রাখতে হয়, যাতে ট্রানজিট (Transit) সময় কম এবং কারেন্ট ক্যাপাসিটি বেশি হয়।

৮.১.২ পারফরমেন্স এবং প্রয়োগ (Performance and application) ঃ

এ ফিল্ডে ব্যাপক গবেষণার প্রেক্ষিতে মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের নয়েজ হ্রাস এবং পাওয়ার বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়েছে। জার্মেনিয়াম p-n-p ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে 6 GHz পর্যন্ত 5.5 dB নয়েজ ফিগার থাকে এবং 3GHz-এ 7dB পর্যন্ত গেইন পাওয়া যায়। দু'ধরনের মাল্টিস্টেজ অ্যামপ্লিফায়ার পাওয়া যায়, যার একটি লো নয়েজ বা হাই আউটপুট পাওয়ারের হয়। এ ধরনের অ্যামপ্লিফায়ারের গেইন 2.2 থেকে 2.3GHz এর মধ্যে 2.5 dB হয়, যার 6 dB নয়েজ ফিগার এবং 3 mW আউটপুট পাওয়ার পাওয়া যায়। অপরদিকে, বাণিজ্যিক ট্রানজিস্টরের পাওয়ার গেইন 1.6 GHz পর্যন্ত ফ্রিকোয়েন্সিতে 25 dB এবং আউটপুট পাওয়ার 3W হয়। এর ব্যান্ডউইডথ্ 80 MHz পর্যন্ত হয়।

মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের ব্যাপক প্রয়োগের ক্ষেত্রে প্রচলিত মাইক্রোওয়েভ টিবি অপেক্ষা ট্রানজিস্টরের কিছু সুবিধা পাওয়া যায়। সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। দীর্ঘদিন ব্যবহার করা যায়, ২। ক্ষুদ্র আকৃতি,
৩। পাওয়ার অপচয় কম, ৪। স্টাবিলিটি ভাল,
৫। নয়েজ ফিগার কম, ৬। ব্যান্ডউইডথ্ বেশি।

প্রয়োগক্ষেত্র (Application) ঃ

নিম্নলিখিত ক্ষেত্রসমূহে মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর ব্যবহৃত হয় ঃ

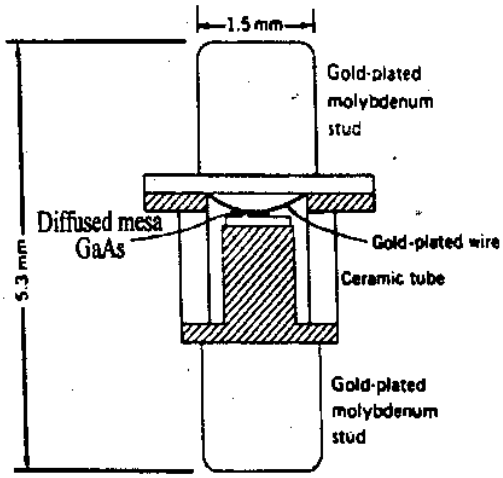
১। রেডিও টেলিমেট্রি রিসিভারে, ২। ওয়াইড ব্যান্ড মাইক্রোওয়েভ লিংক,
৩। রেডিও এসট্রোনোমি রিসিভারে, ৪। ট্রোপোস্ফেরিক স্ক্যাটার রিসিভারে,
৫। রাডার প্রয়োগক্ষেত্রে।

৮.২ ভ্যারাক্টর ডায়োড (Varactor Diode) ঃ

ভ্যারাক্টর সংক্ষিপ্ত শব্দ। এর পূর্ণ নাম হল ভেরিয়্যাবল ক্যাপাসিট্যান্স ডায়োড। একটি সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড এর জাংশনে চার্জ সঞ্চিত থাকে, যাকে ডিপ্লেশন লেয়ার বলে। এ লেয়ার ক্যাপাসিটেন্সের ন্যায় কাজ করে। সেমিকন্ডাক্টর জাংশনে রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করলে জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স বৃদ্ধি পায়। রিভার্স ভোল্টেজ পরিবর্তন করে জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তন করা যায়। ভ্যারেক্টর ডায়োডের এ বৈশিষ্ট্যকে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি মাল্টিপ্লিকেশন এবং প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার-এ ব্যবহৃত হয়।

৮.২.১ গঠন (Construction) ঃ

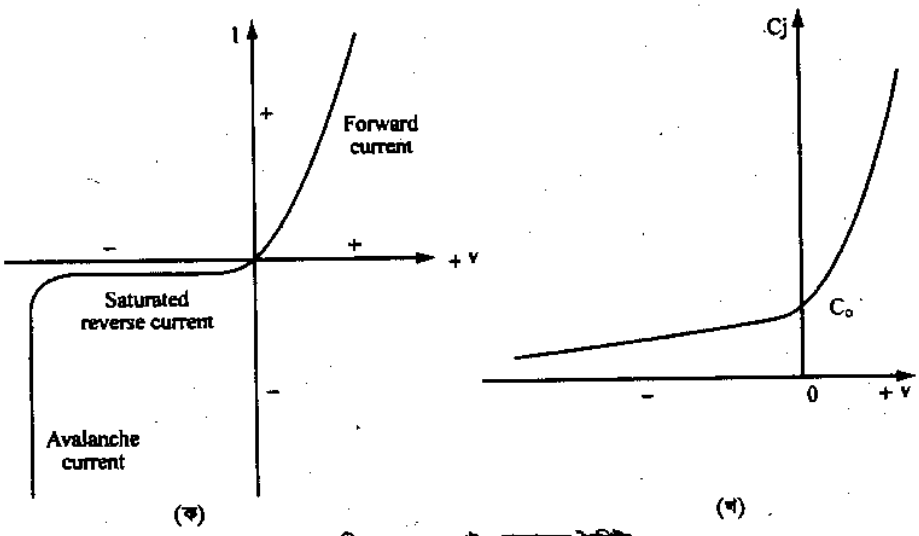
মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে ডিফিউজড (Diffused) জাংশন, মেসা (Mesa) সিলিকন ডায়োড ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এর ফলে পাওয়ার ক্যাপাসিটি বৃদ্ধি পায়, নয়েজ হ্রাস পায়, পরিবেষ্টিত তাপমাত্রাজনিত ইম্পিড্যান্স হ্রাস পায় এবং রিভার্স ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ ব্যাপকভাবে বৃদ্ধি পায়। অধিক রিভার্স বায়াসের জন্য ভোল্টেজ সুয়িং বৃদ্ধি পায় এবং এর ফলে ক্যাপাসিট্যান্স মিনিমাম হয়। ৮.১ নং চিত্রে গ্যালিয়াম আর্সেনাইড (GaAs) এর ভ্যারাক্টর ডায়োডের গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে (সিলিকন ডায়োডের গঠনও অনুরূপ হয়ে থাকে)। গ্যালিয়াম আর্সেনাইড ব্যবহারের ফলে সিলিকন অপেক্ষা পিরিয়ড ক্ষুদ্রতর হয় এবং অপারেটিং ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পায়। এ ছাড়াও ন্যূনতম তাপমাত্রায় ভাল কাজ পাওয়া যায়। ফলে, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড-এ চার্জ ক্যারিয়ার মবিলিটি (Mobility) বৃদ্ধি পায়। এ সত্ত্বেও সিলিকন ভ্যারাক্টর ডায়োডও ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ঃ ৮.১ ভ্যারাক্টর ডায়োড

৮.২.২ অপারেশন (Operation) ঃ

যেকোনো সেমিকন্ডাক্টর ডায়োডের আড়াআড়ি রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করে বায়াস ভোল্টেজ পরিবর্তন করে জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তন করা যায়। মাইক্রোওয়েভ ডায়োডে নতুন বৈশিষ্ট্য পরিলক্ষিত হয়। মাইক্রোওয়েভ ডায়োডের ক্ষেত্রে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে ক্যাপাসিট্যান্সের পরিবর্তন উল্লেখযোগ্য পরিমাণ হয়ে থাকে। ফলে, উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সিতে ন্যূনতম লস হয়। ৮.২ নং চিত্রে ভ্যারাক্টর ডায়োডের বৈশিষ্ট্য দেখানো হয়েছে ঃ

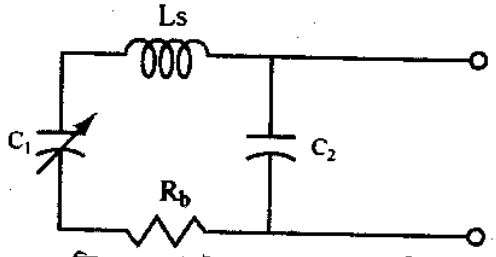


চিত্র ঃ ৮.২ ভ্যারাক্টর ডায়োডের বৈশিষ্ট্য

ডায়োডের অ্যাকটিভ অংশ হ্রাস করে সহজে লস কমানো যায়। ডিফিউজড জাংশন ডায়োডের ক্ষেত্রে যখন রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করা হয়, তখন ডিপ্লেশন লেয়ার সৃষ্টি হয় এবং তখনই ডায়োড ক্যাপাসিট্যান্স হিসাবে কাজ করে। একই সাথে জাংশন নিজে ডাই-ইলেকট্রিক ম্যাটেরিয়াল হিসাবে কাজ করে। ডায়োডে প্রয়োগকৃত বায়াস ভোল্টেজ এবং সৃষ্ট ক্যাপাসিট্যান্স, ডিপ্লেশন লেয়ার উইডথের সাথে বিপরীত আনুপাতিক হারে সম্পর্কিত। সুতরাং, বায়াস ভোল্টেজ পরিবর্তন করে ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তন করা যায়। ক্যাপাসিট্যান্সের এ পরিবর্তন ৮.২ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে, যেখানে C_o = শূন্য বায়াস ভোল্টেজ। অধিক রিভার্স ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে অ্যাভালেন্‌শ অ্যাকশন সংগঠিত হয় এবং ডায়োড নষ্ট হয়ে যায়। সেজন্য ব্যবহারযোগ্য অপারেটিং ভোল্টেজ নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত প্রয়োগ করা যায়।

৮.২.৩ বৈশিষ্ট্য (Characteristics) ঃ

ভ্যারাক্টর ডায়োড-এ ফরোয়ার্ড বায়াস প্রয়োগ করলে সাধারণত, ডায়োডের ন্যায় কারেন্ট প্রবাহিত হয়। রিভার্স বায়াসে খুব কম ভোল্টেজেই সামান্য রিভার্স স্যাচ্যুরেটেড কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং অ্যাভালেন্‌শ পয়েন্টের পূর্ব পর্যন্ত প্রায় ধ্রুব থাকে। কিন্তু অ্যাভালেন্‌শ পয়েন্টের পরে কারেন্ট দ্রুত বৃদ্ধি পায়, যা ৮.২ (ক) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। ভ্যারাক্টর প্রয়োগের ক্ষেত্রে রিভার্স স্যাচ্যুরেশন পয়েন্ট থেকে অ্যাভালেন্‌শ পয়েন্টের পূর্ব পর্যন্ত ব্যবহার করা হয়। রিভার্স স্যাচ্যুরেশন পয়েন্টে ক্যাপাসিট্যান্স সর্বোচ্চ হয় এবং অ্যাভালেন্‌শ পয়েন্টে সর্বনিম্ন হয়ে থাকে। ভ্যারাক্টর ডায়োডের সমতুল্য বর্তনী ৮.৩ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৮.৩ ভ্যারাক্টর ডায়োডের সমতুল্য বর্তনী

বিভিন্ন প্যারামিটারসমূহের মান নিম্নরূপ হয়ে থাকে ঃ

$C_o = 25\rho F$

$C_{min} = 5\ \rho F$

$C_s = 1.4\rho F$

$R_b = 1.3\Omega$

এবং $L_s = 0.013\ \mu H$

প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারে ব্যবহারের জন্য ভ্যারাক্টর ডায়োডের ক্যাপাসিট্যান্সের ব্যাপক পরিবর্তন হওয়া প্রয়োজন। বেস রেজিস্ট্যান্স R_b এবং ন্যূনতম ক্যাপাসিট্যান্সের মধ্যে পরস্পরের সাথে একটি সম্পর্ক বিদ্যমান থাকে। এ সম্পর্ক দ্বারা কাট-অফ ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় করা যায়।

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_b C_{min}} \ldots\ldots (৮.১)$$

সিলিকন ভ্যারাক্টরের ক্ষেত্রে কাট-অফ-ফ্রিকোয়েন্সি 250 GHz পর্যন্ত এবং গ্যালিয়াম আর্সেনাইডের ক্ষেত্রে কাট অফ ফ্রিকোয়েন্সি 900GHz পর্যন্ত হয়ে থাকে।

৮.৩ প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার (Parametric amplifier) ঃ

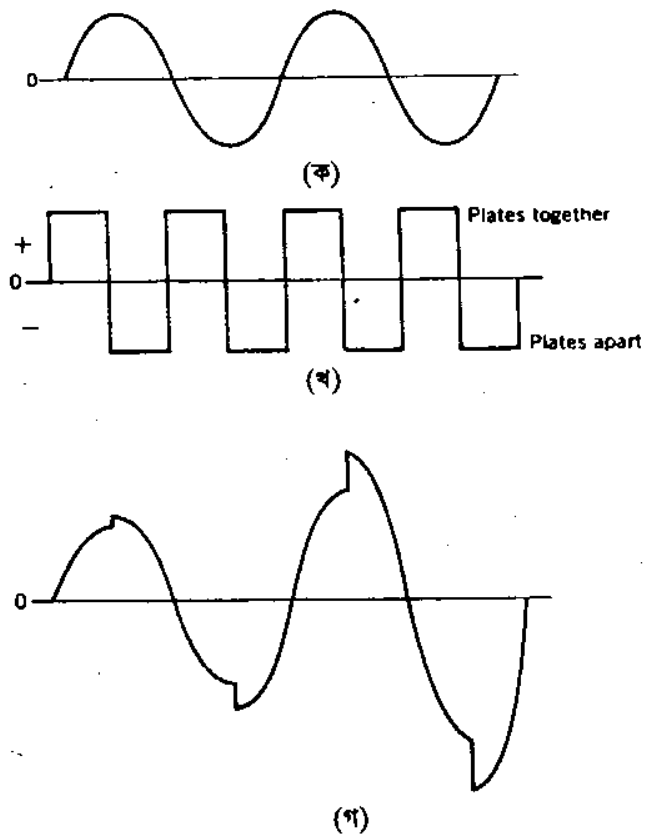
গত শতাব্দীর পঞ্চাশ দশকের শেষ দিকে রেডিও টেলিস্কোপ, ট্রোপোস্ফেরিক স্ক্যাটার রিসিভার, কৃত্রিম স্যাটেলাইট, গাইডেন্স এবং ট্রাকিং পদ্ধতি ইত্যাদিতে লো নয়েজ অ্যামপ্লিফিকেশনের প্রয়োজনীয়তা ব্যাপকভাবে পরিলক্ষিত হয়। ব্যাপক ব্যবহারিক ক্ষেত্রে লো নয়েজ অ্যামপ্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা অনস্বীকার্য। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারে একটি ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, অ্যামপ্লিফিকেশনের ক্ষেত্রে যার রিয়্যাকট্যান্স পরিবর্তন করা হয়। ভ্যারাক্টর ডায়োড ব্যবহার করে প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার গঠন করা যায়। ভ্যারাক্টর ডায়োডের রিয়্যাকট্যান্স যদি অ্যামপ্লিফাইড ফ্রিকোয়েন্সি অপেক্ষা বেশি ফ্রিকোয়েন্সিতে পরিবর্তন করা হয়, তবে অ্যামপ্লিফিকেশন পাওয়া যায়। প্যারামিটার পরিবর্তন করে অ্যামপ্লিফিকেশন সম্পন্ন করা হয়।

৮.৩.১ মূলনীতি (Basic principle) ঃ

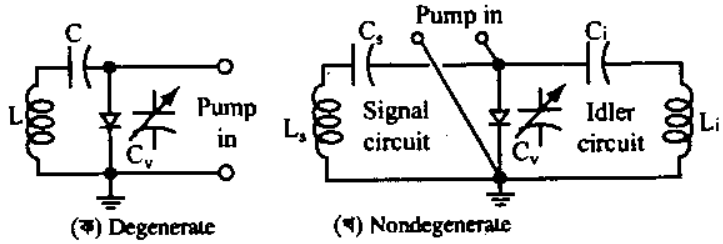
প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারের অপারেশন সম্পর্কে অবগত হওয়ার জন্য একটি LC সার্কিট কল্পনা করা যাক, যা রেজোনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে অসিলেটিং করে। যখন ক্যাপাসিটরের আড়াআড়িতে ধনাত্মক সর্বোচ্চ ভোল্টেজ প্রয়োগ হয়, তখন প্লেটদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ বল কাজ করে। ফলে, প্লেটদ্বয়কে পৃথক রাখার জন্য বল প্রয়োগের মাধ্যমে কাজ সম্পন্ন করতে হয়। টিউন্ড সার্কিটে এ শক্তি প্রয়োগ হয় এবং ক্যাপাসিটরের আড়াআড়ি ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়। ক্যাপাসিটরের প্লেটদ্বয়ের মধ্যে চার্জ অপরিবর্তিত থাকায় প্লেটদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব বৃদ্ধি পাওয়ায় ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়। কারণ, $v = q/c$ । যখন ক্যাপাসিটরের আড়াআড়িতে ভোল্টেজ শূন্য, তখন প্লেটদ্বয় স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে আসে এবং তখন কোনো কাজ বা অতিরিক্ত শক্তি প্রয়োজন হয় না। আবার ক্যাপাসিটরের আড়াআড়িতে ঋণাত্মক সর্বোচ্চ ভোল্টেজ প্রয়োগ হলে পূর্বের মতোই অবস্থার সৃষ্টি হয় এবং পাম্প সোর্স থেকে অতিরিক্ত শক্তি গ্রহণ করে। গৃহীত শক্তি ইনপুট সিগন্যালের সাথে যুক্ত হয় এবং আউটপুটে বা লোডে অ্যামপ্লিফাইড সিগন্যাল পাওয়া যায়। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে ক্যাপাসিট্যান্স ইলেকট্রনিক্যালি করা হয়, যাতে যান্ত্রিক পরিবর্তন অপেক্ষা উচ্চ গতি পাওয়া যায়।

প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারে ক্যাপাসিট্যান্সের পরিবর্তন পাম্প ফ্রিকোয়েন্সিতে সম্পন্ন করতে হয়, যেখানে পাম্প ফ্রিকোয়েন্সি রেজোনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সির দ্বিগুণ হয়।

৮.৪ নং চিত্রে অ্যামপ্লিফিকেশন পদ্ধতি দেখানো হয়েছে এবং ৮.৫ নং চিত্রে মৌলিক প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার দেখানো হয়েছে ঃ



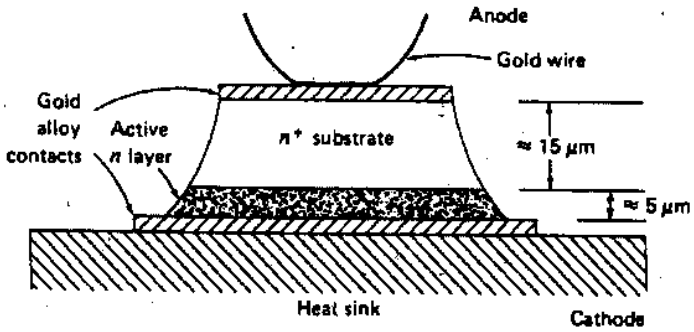
চিত্র ঃ ৮.৪ অ্যামপ্লিফিকেশন পদ্ধতি, (ক) ইনপুট সিগন্যাল, (খ) পাম্পিং ভোল্টেজ এবং (গ) উৎপন্ন আউটপুট ভোল্টেজ



চিত্র ঃ ৮.৫ প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার

৮.৪ গান ডায়োড (Gunn diode) ঃ

১৯৬৩ খৃষ্টাব্দে গান (Gunn) নামক বৈজ্ঞানিক এ ডায়োড আবিষ্কার করেন বলে তাঁর নামানুসারে এর নাম গান ডায়োড হয়েছে। গ্যালিয়াম আর্সেনাইড (GaAs) বা ইনডিয়াম ফসফাইড (InP) এর পাতলা স্তর দ্বারা গান ডায়োড তৈরি করা হয়। ৮.৬ নং চিত্রে এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৮.৬ গান ডায়োড

গ্যালিয়াম আর্সেনাইডের পাতলা অংশে সামান্য ডিসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে স্তরের মধ্যে উচ্চ ভোল্টেজ গ্রেডিয়েন্ট (৩৩০০ V/সেমি) সৃষ্টি হয়। এ স্তরের মধ্যে ঋণাত্মক রেজিস্ট্যান্স কাজ করে। যদি একে টিউনিং সার্কিটের সাথে যুক্ত করা হয়, তবে এতে অসিলেশন সৃষ্টি হয়। ডায়োড স্তরের মধ্যে উচ্চ ভোল্টেজ গ্রেডিয়েন্ট সৃষ্টি হওয়ার ফলে ইলেকট্রনের গতি বৃদ্ধি পায় এবং মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে অসিলেশন তৈরি হয়।

৮.৪.১ প্রয়োগক্ষেত্র (Application)ঃ

নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে গান ডায়োড ব্যবহার করা যায় ঃ

১। অসিলেটরে,

২। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারের পাম্প সিগন্যাল জেনারেটরে,

৩। ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেটেড পাওয়ার অসিলেটরে,

৪। ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের কমিউনিকেশনে,

৫। রাডার পদ্ধতিতে।

৮.৫ ম্যাসার (Maser) ঃ

Maser একটি সংক্ষিপ্ত নাম। এর পূর্ণ নাম হল microwave amplification by stimulated emission of radiation. এটি একটি খুব লো নয়েজ অ্যামপ্লিফায়ার।

ফেরাইট এবং অন্যান্য কিছু ম্যাটেরিয়ালের অ্যাটমিক স্ট্রাকচার এমন যে, এদেরকে ম্যাগনেটিক্যালি রেজোনেন্ট সৃষ্টি করা যায়, যা প্রয়োগকৃত ম্যাগনেটিক ফিল্ড এবং ফ্রিকোয়েন্সির উপর নির্ভর করে। যদি রেজোন্যান্ট ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল প্রয়োগ করে রেজোন্যান্ট সৃষ্টির মাধ্যমে উত্তেজিত করা যায়, তবে সে ক্ষেত্রে শক্তি শোষণ বা নির্গমন ঘটে। কিন্তু ম্যাটেরিয়ালের এ ধর্মের উপর ভিত্তি করে ম্যাসার কাজ করে।

পরমাণুতে ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন কক্ষপথে অবস্থান করে এবং ঘুরে। প্রতিটি কক্ষপথের নির্দিষ্ট শক্তি স্তর থাকে। একটি কক্ষপথে সবগুলো ইলেকট্রন সমান শক্তিপ্রাপ্ত থাকে।

খুব কম তাপমাত্রায়, অধিকাংশ ইলেকট্রন সর্বনিম্ন শক্তি স্তরে অবস্থান করে। কিন্তু তাদের শক্তি স্তরকে বৃদ্ধি করা যায়, যদি বাহির থেকে শক্তি সরবরাহ করা যায়। কোয়ান্টাম মেকানিক্যাল তত্ত্ব থেকে আমরা জানি,

$$E = hf \quad \ldots\ldots\ldots (৮.২)$$

এখানে, E = শক্তির পার্থক্য, আর্গস

h = প্লাঙ্কস ধ্রুবক = 6.624×10^{-27} আর্গস-সে.

f = ফোটন ফ্রিকোয়েন্সি, হার্টজ।

দু'টি স্তরের মধ্যে শক্তির যে পার্থক্য, সে পরিমাণ শক্তি বাহির থেকে সরবরাহ করা হলে কম শক্তির স্তর থেকে ইলেকট্রন অধিক শক্তির স্তরে উন্নীত করা যায়। আবার অধিক শক্তির স্তর থেকে ইলেকট্রনকে কম স্তরে আনা হলে ঐ পরিমাণ শক্তির বিকিরণ ঘটে।

৮.৫.১ রুবি ম্যাসার (Ruby maser) ঃ

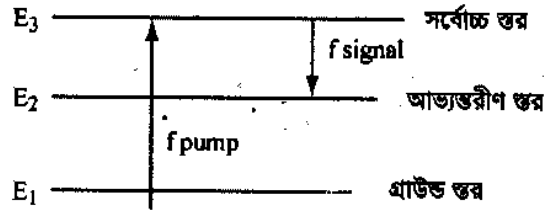
অ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ক্রিস্টালাইন সলিড ম্যাটেরিয়াল ব্যবহৃত হয়। অনেক গবেষণার পর রুবি ম্যাটেরিয়ালকে এ উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়। রুবি হল সিলিকা (Al_2O_3) এর ক্রিস্টালাইন, যার মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্রোমিয়াম ডোপিং করা থাকে। এর সুবিধা হল ঃ

১। এটি সলিড,

২। শক্তি স্তর সুবিধাজনক ভাবে সজ্জিত থাকে,

৩। স্তরগুলো প্যারাম্যাগনেটিক।

এতে শক্তির তিনটি স্তর থাকে। এর শক্তি স্তর ৮.৭ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৮.৭ রুবি ম্যাসারে শক্তির স্তর

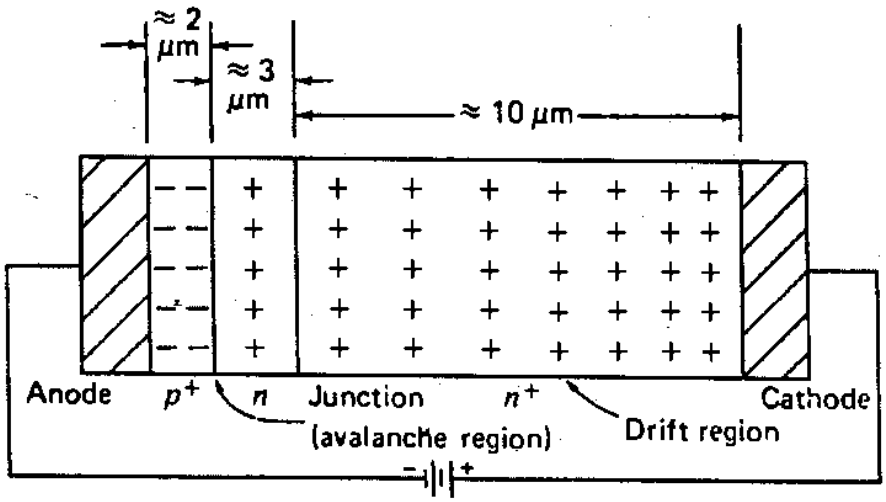
সাধারণত সর্বোচ্চ স্তরে গ্রাউন্ড স্তর অপেক্ষা কম ইলেকট্রন থাকে। পাম্পিং এর মাধ্যমে গ্রাউন্ড স্তর থেকে ইলেকট্রনসমূহকে সর্বোচ্চ স্তরে নেয়া যায় যতক্ষণ পর্যন্ত উভয় স্তরের ইলেকট্রন সমান না হয়। এ অবস্থান ক্রিস্টাল স্যাচুরেশনে পৌঁছে।

এ অবস্থায় তৃতীয় স্তর থেকে ইলেকট্রনসমূহ পূর্বের স্তরে অথবা অভ্যন্তরীণ স্তরে ফিরে আসে। এতে শক্তির বিকিরণ ঘটে। এ বিকিরিত শক্তি কাজে লাগিয়ে অ্যামপ্লিফিকেশন সম্পন্ন করা হয়।

৮.৬ ইম্প্যাট ডায়োড (Impatt diode) ঃ

টানেল ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লক্ষ করলে দেখা যায় যে, একটি অংশে ঋণাত্মক রেজিস্ট্যান্স পরিলক্ষিত হয়, যদি এসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়। তবে, ঋণাত্মক রেজিস্ট্যান্সের কারণে ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে কারেন্ট হ্রাস পায়। আবার ভোল্টেজ কমলে কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে ১৮০০ ফেজ পার্থক্য সৃষ্টি হয়। এ নীতিই IMPATT ডায়োডে কাজে লাগানো হয়।

জাংশন এবং ড্রিফট এলাকায় কারেন্ট প্রবাহের ডিলে সময়ের সম্বলিত প্রভাবে ইম্প্যাট ডায়োডে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে ১৮০০ ফেজ পার্থক্য পাওয়া যায়। ইম্প্যাট ডায়োডের স্কেমেটিক ডায়াগ্রাম ৮.৮ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৮.৮ ইম্প্যাট ডায়োড

সেমিকন্ডাক্টর মাইক্রোওয়েভ ডিভাইস

অনুশীলনী-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে কোন ধরনের সেমিকন্ডাক্টর বেশি ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর: মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর তৈরির ক্ষেত্রে ভাল কাজ পাওয়ার জন্য সিলিকনকে অগ্রাধিকার দেয়া হয়।

২। **মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর তৈরির ক্ষেত্রে কোন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর: মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর তৈরির ক্ষেত্রে ইপিট্যাক্সিয়াল ডিফিউশন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

৩। **মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর তৈরি করার ক্ষেত্রে কোন বিষয়ে লক্ষ রাখতে হয়?**

উত্তর: মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর তৈরি করার ক্ষেত্রে লক্ষ রাখতে হয়, যাতে ট্রানজিট (Transit) সময় কম এবং কারেন্ট ক্যাপাসিটি বেশি হয়।

৪। **বাণিজ্যিক ট্রানজিস্টরের পাওয়ার গেইন কত?**

উত্তর: বাণিজ্যিক ট্রানজিস্টরের পাওয়ার গেইন 1.6 GHz পর্যন্ত ফ্রিকোয়েন্সিতে 25dB।

৫। **Varactor Diode-এর পূর্ণ নাম কী?**

উত্তর: Varactor Diode এর পূর্ণ নাম ভেরিয়্যাবল ক্যাপাসিট্যান্স ডায়োড।

৬। **সেমিকন্ডাক্টর ডায়োডের জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স কীভাবে পরিবর্তন করা যায়?**

উত্তর: সেমিকন্ডাক্টর ডায়োডের আড়াআড়িতে রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করে বায়াস ভোল্টেজ পরিবর্তন করে জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তন করা যায়।

৭। **ভ্যারেক্টর ডায়োড তৈরিতে কোন পদার্থ বেশি ব্যবহৃত হয়?**

উত্তর: ভ্যারেক্টর ডায়োড তৈরিতে গ্যালিয়াম আর্সেনাইড (GaAs) বেশি ব্যবহৃত হয়।

৮। **সিলিকন/গ্যালিয়াম আর্সেনাইডের ক্ষেত্রে কাট অফ ফ্রিকোয়েন্সি কত?**

উত্তর: সিলিকন Varactor এর ক্ষেত্রে কাট অফ ফ্রিকোয়েন্সি 250 GHz পর্যন্ত এবং গ্যালিয়াম আর্সেনাইডের ক্ষেত্রে কাট অফ ফ্রিকোয়েন্সি 900 GHz পর্যন্ত হয়ে থাকে।

৯। **প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার কোন নীতির উপর কাজ করে?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর: LC সার্কিটের রেজোনেন্ট অসিলেটিং ফ্রিকোয়েন্সির উপর ভিত্তি করে কাজ করে।

১০। **গান (Gunn) ডায়োড তৈরিতে ব্যবহৃত দু'টি পদার্থের নাম লেখ।**

উত্তর: (i) গ্যালিয়াম আর্সেনাইড (GaAs),
(ii) ইনডিয়াম ফসফাইড (InP)।

১১। **Maser-এর পূর্ণনাম কী?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৫]

উত্তর: Maser-এর পূর্ণ নাম "Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation"।

১২। **রুবি বলতে কী বুঝ?**

উত্তর: রুবি হল সিলিকা (Al_2O_3) এর ক্রিস্টালাইন, যার মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্রোমিয়াম ডোপিং করা থাকে।

১৩। **Gunn diode কী?** [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর: Gunn diode হল, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড (GaAs) বা ইনডিয়াম ফসফাইড এর পাতলা স্তর দ্বারা তৈরি ডায়োড।

১৪। **IMPATT-এর পূর্ণ নাম কী?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর: IMPATT-এর পূর্ণ নাম "Impact Avalanche and Transit Time"।

১৫। **MASER বলতে কী বোঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২, ১৫(পরি)]

উত্তর: Maser একটি সংক্ষিপ্ত নাম। এর পূর্ণ নাম হল microwave amplification by stimulated emission of radiation. এটি একটি খুব লো নয়েজ অ্যামপ্লিফায়ার।

১৬। **Varactor diode-এর ব্যবহার লেখ।** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর: গ্যালিয়াম আর্সেনাইড ব্যবহারের ফলে সিলিকন অপেক্ষা পিরিয়ড ক্ষুদ্রতর হয় এবং অপারেটিং ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পায়। এ ছাড়াও ন্যূনতম তাপমাত্রায় ভাল কাজ পাওয়া যায়। ফলে, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড-এ চার্জ ক্যারিয়ার মবিলিটি (Mobility) বৃদ্ধি পায়। এ সত্ত্বেও সিলিকন ভ্যারাক্টর ডায়োডও ব্যবহৃত হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের সুবিধা কী কী?** [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]

উত্তর ঃ সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ
(i) দীর্ঘদিন ব্যবহার করা যায়,
(ii) ক্ষুদ্র আকৃতি,
(iii) পাওয়ার অপচয় কম,
(iv) স্ট্যাবিলিটি ভাল,
(v) নয়েজ ফিগার কম,
(vi) ব্যান্ডউইডথ্ বেশি।

২। **মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।** [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত ক্ষেত্রসমূহে মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টর ব্যবহৃত হয়, যথা ঃ
(i) রেডিও টেলিমেট্রি রিসিভার,
(ii) উয়াইড্থ ব্যান্ড মাইক্রোওয়েভ লিংক,
(iii) রেডিও এসট্রোনোমি রিসিভার,
(iv) ট্রোপোস্ফেরিক স্ক্যাটার রিসিভারে,
(v) রাডার প্রয়োগক্ষেত্র।

৩। **Varator ডায়োড তৈরিতে সিলিকন অপেক্ষা গ্যালিয়াম আর্সেনাইড ব্যবহারের বেশি সুবিধা কী?**

উত্তর ঃ গ্যালিয়াম আর্সেনাইড ব্যবহারের ফলে সিলিকন অপেক্ষা পিরিয়ড ক্ষুদ্রতর হয় এবং অপারেটিং ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি পায়। এ ছাড়াও ন্যূনতম তাপমাত্রায় ভাল কাজ পাওয়া যায়। ফলে, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড-এ চার্জ ক্যারিয়ার মবিলিটি বৃদ্ধি পায়।

৪। **ডায়োড কখন ক্যাপাসিট্যান্স হিসেবে কাজ করে?**

উত্তর ঃ ডিফিউজড জাংশন ডায়োডের ক্ষেত্রে যখন রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করা হয়, তখন ডিপ্লেশন লেয়ার সৃষ্টি হয় এবং তখনই ডায়োড ক্যাপাসিট্যান্স হিসেবে কাজ করে।

৫। **Varactor ডায়োডে অপারেটিং ভোল্টেজ নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত প্রয়োগ করা হয় কেন?**

উত্তর ঃ অধিক রিভার্স ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে অ্যাভালেন্শ অ্যাকশন সংগঠিত হয় এবং ডায়োড নষ্ট হয়ে যায়। সে জন্য ব্যবহারযোগ্য অপারেটিং ভোল্টেজ নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত প্রয়োগ করা যায়।

৬। **গান ডায়োড কীভাবে তৈরি করা হয়? গান ডায়োডের এ ধরনের নামকরণের কারণ কী?** [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৫]
অথবা, গান ডায়োড কীভাবে তৈরি করা হয়? এটির P-এই ধরনের নামকরণের কারণ কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ গ্যালিয়াম আর্সেনাইড (GaAs) বা ইন্ডিয়াম ফসফাইড (InP) এর পাতলা স্তর দ্বারা গান (Gunn) ডায়োড তৈরি করা হয়। ১৯৬৩ খৃষ্টাব্দে গান (Gunn) নামক বৈজ্ঞানিক এ ডায়োড আবিষ্কার করেন বলে তাঁর নামানুসারে এর নাম গান ডায়োড হয়েছে।

৭। **গান ডায়োডের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে গান ডায়োড ব্যবহার করা যায়, যথা ঃ
(i) অসিলেটরে,
(ii) রাডার পদ্ধতিতে।
(iii) ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের কমিউনিকেশনে,
(iv) ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেটেড পাওয়ার অসিলেটরে,
(v) প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারের পাম্প, সিগন্যাল জেনারেটরে,

৮। **রুবি মাসার (Maser)-এর সুবিধা কী কী?**

উত্তর ঃ সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ
(i) এটি সলিট,
(ii) শক্তি স্তর সুবিধাজনকভাবে সজ্জিত থাকে,
(iii) স্তরগুলো প্যারাম্যাগনেটিক।

সেবিকাডার্টর মাইক্রোওয়েভ ডিভাইস

৯। **IMPATT, diode কীভাবে কাজ করে, লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬]

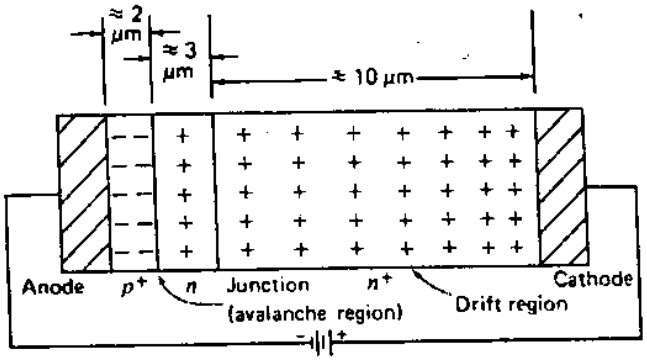
অথবা, IMPATT diode কীভাবে কাজ করে লেখ।

উত্তর ঃ ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লক্ষ করলে দেখা যায় যে একটি অংশে ঋণাত্মক রেজিস্ট্যান্স পরিলক্ষিত হয়। যদি এটি ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তবে ঋণাত্মক রেজিস্ট্যান্স এর কারণে ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে কারেন্ট হ্রাস পায়। আবার ভোল্টেজ কমলে কারেন্ট বৃদ্ধি পায়। ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যে 180° ফেজ পার্থক্য সৃষ্টি হয়। এই নীতিই IMPATI ভোল্টেজ কাজে লাগানো হয়।

১০। **IMPATT-এর চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১১]

IMPATT-এর চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ ইম্প্যাট ডায়োড

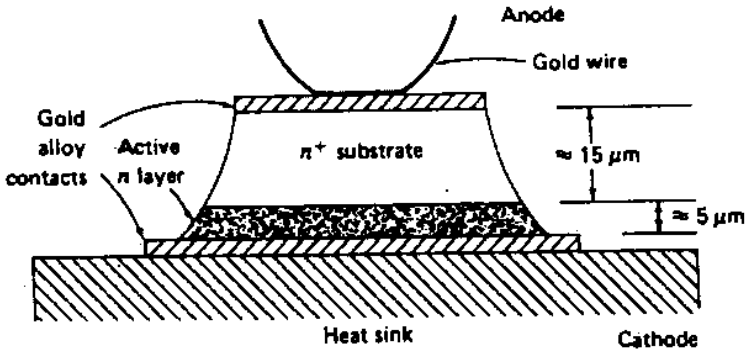
১১। **Varactor diode-এর কার্যের মূলনীতি লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২, ১৩, ১৫]

উত্তর ঃ ভ্যারাক্টর সংক্ষিপ্ত শব্দ। এর পূর্ণ নাম হল ভেরিয়্যাবল ক্যাপাসিট্যান্স ডায়োড। একটি সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড এর জাংশনে চার্জ সঞ্চিত থাকে, যাকে ডিপ্লেশন লেয়ার বলে। এ লেয়ার ক্যাপাসিটেন্সের ন্যায় কাজ করে। সেমিকন্ডাক্টর জাংশনে রিভার্স বায়াস প্রয়োগ করলে জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স বৃদ্ধি পায়। রিভার্স ভোল্টেজ পরিবর্তন করে জাংশন ক্যাপাসিট্যান্স পরিবর্তন করা যায়। ভ্যারেক্টর ডায়োডের এ বৈশিষ্ট্যকে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি মাল্টিপ্লিকেশন এবং প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার-এ ব্যবহৃত হয়।

১২। **Gunn diode-এর বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১১]

অথবা, গান ডায়োডের গঠন ও বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ গ্যালিয়াম আর্সেনাইড (GaAs) বা ইনডিয়াম ফসফাইড (InP) এর পাতলা স্তর দ্বারা গান ডায়োড তৈরি করা হয়। নিচের চিত্রে এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ গান ডায়োড

গ্যালিয়াম আর্সেনাইডের পাতলা অংশে সামান্য ডিসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে স্তরের মধ্যে উচ্চ ভোল্টেজ গ্রেডিয়েন্ট (৩৩০০ V/সেমি) সৃষ্টি হয়। এ স্তরের মধ্যে ঋণাত্মক রেজিস্ট্যান্স কাজ করে। যদি একে টিউনিং সার্কিটের সাথে যুক্ত করা হয়, তবে এতে অসিলেশন সৃষ্টি হয়। ডায়োড স্তরের মধ্যে উচ্চ ভোল্টেজ গ্রেডিয়েন্ট সৃষ্টি হওয়ার ফলে ইলেকট্রনের গতি বৃদ্ধি পায় এবং মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সিতে অসিলেশন তৈরি হয়।

১৩। প্যারামেট্রিক (Prametric) অ্যাম্পলিফায়ারের মূলনীতি লেখ? [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪]

উত্তর ঃ প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারে একটি ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, অ্যামপ্লিফিকেশনের ক্ষেত্রে যার রিয়্যাকটেন্স পরিবর্তন করা হয়। ভ্যারাক্টর ডায়োড ব্যবহার করে প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার গঠন করা যায়। ভ্যারাক্টর ডায়োডের রিয়্যাকটেন্স যদি অ্যামপ্লিফাইড ফ্রিকোয়েন্সি অপেক্ষা বেশি ফ্রিকোয়েন্সিতে পরিবর্তন করা হয়, তবে অ্যামপ্লিফিকেশন পাওয়া যায়। প্যারামিটার পরিবর্তন করে অ্যামপ্লিফিকেশন সম্পন্ন করা হয়।

১৪। Parametric amplifier এবং Transistor amplifier এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ Parametric Amp এবং Transistor amp এর মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

Parametrie Amp	Transistor Amp.
১। অসিলেটিং ফ্রিকোয়েন্সির উপর ভিত্তি করে কাজ করে।	১। ইপিট্যাক্সিয়াল পদ্ধতি ব্যবহার করা হচ্ছে।
২। তুলনামূলকভাবে বড়।	২। ক্ষুদ্রআকৃতি।
৩। পাওয়ার অপচয় বেশি।	৩। পাওয়ার অপচয় কম।
৪। স্ট্যাবিলিটি কম।	৪। স্ট্যাবিলিটি ভাল।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের পারফরম্যান্স, সুবিধা ও প্রয়োগক্ষেত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ভ্যারাক্টর ডায়োডের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারের মূলনীতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-০৪, ০৬, ০৭, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। গান (Gunn) ডায়োডের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ম্যাসারের (Maser) কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রুবি ম্যাসারের কার্যপদ্ধতি চিত্র সহকারে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ইম্প্যাট ডায়োডের (Impatt Diode) গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

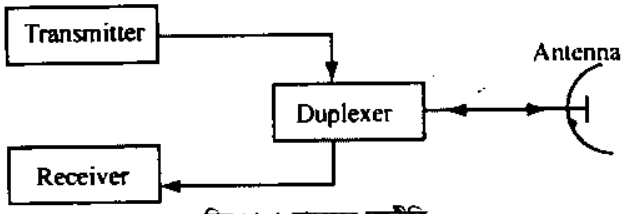
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৮.৬ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-৯

রাডার সম্পর্কে ধারণা
(Basic concept of radar)

৯.১ রাডারের মূলনীতি (Basic principle of radar) ঃ

"Radar" টার্মটির পূর্ণ অর্থ হল Radio detection and ranging. একটি মৌলিক রাডারে প্রেরক, গ্রাহক, ডুপ্লেক্সার এবং অ্যান্টেনা থাকে। মৌলিক রাডারের ব্লক চিত্র ৯.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ৯.১ রাডারের মূলনীতি

রাডারের UHF বা মাইক্রোওয়েভ রেঞ্জের সিগন্যাল ট্রান্সমিটারের সাহায্যে প্রেরণ করা হয়। অ্যান্টেনা থেকে নির্গত সিগন্যাল চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে কোন প্রতিবন্ধক থাকলে বা অবজেক্ট থাকলে তা দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং কিছু অংশ প্রতিফলিত হয়। এ প্রতিফলিত ওয়েভ একই অ্যান্টেনার মাধ্যমে গ্রহণ করা হয় এবং রিসিভারের মাধ্যমে ইন্ডিকেটরে তা প্রদর্শিত হয়। নির্দিষ্ট সময় মাল্টিপ্লেক্সিং এর মাধ্যমে অ্যান্টেনাকে প্রেরক ও গ্রাহক হিসাবে কাজ করানো হয়। যে ইউনিট এ কার্য সম্পাদন করে, তাকে ডুপ্লেক্সার বলে।

গ্রাহকের মাধ্যমে যে প্রতিফলিত সিগন্যাল গ্রহণ করা হয়, তা বিশ্লেষণ করে প্রতিফলক বা অবজেক্ট সম্পর্কে বিভিন্ন তথ্য সংগ্রহ করা হয়; তথ্যসমূহ যেমনঃ অবজেক্ট এর দূরত্ব ও অবস্থান, কী ধরনের অবজেক্ট, ইত্যাদি। সিগন্যাল প্রেরণ ও গ্রহণের মধ্যবর্তী সময় দ্বারা অবজেক্ট এর দূরত্ব নির্ণয় করা যায়। গ্রহণকৃত সিগন্যালের কৌণিক অবস্থান থেকে অবজেক্টের অবস্থান নির্ণয় করা যায়। প্রতিফলিত ওয়েভের শক্তির পরিমাণ থেকে অবজেক্ট সম্পর্কে ধারণা করা হয়।

৯.২ রাডার রেঞ্জ সমীকরণ (Radar range equation) ঃ

রাডার সমীকরণ নির্ণয় করার পূর্বে কতকগুলো টার্মের সাথে পরিচিতি হওয়া যাক –

ধরি,

d = টার্গেটের দূরত্ব,

S = টার্গেটের ক্রস-সেকশন এরিয়া,

P_T = প্রেরণকৃত পাওয়ারের সর্বোচ্চ মান,

P_R = গ্রহণকৃত পাওয়ারের সর্বোচ্চ মান,

G_T = প্রেরণকৃত অ্যান্টেনার পাওয়ার গেইন,

G_R = গ্রহণকৃত অ্যান্টেনার পাওয়ার গেইন,

A = গ্রহণকৃত অ্যান্টেনা দ্বারা ধারণকৃত ক্ষেত্র,

A_o = রিসিভিং অ্যান্টেনা দ্বারা ধারণকৃত ক্ষেত্র,

$K = A/A_o$

এখন, টার্গেটের দিকে প্রেরণকৃত পাওয়ার = $P_T . G_T$ ..... (৯.১)

এ পাওয়ার অ্যান্টেনার চারিপার্শ্বে d ব্যাসার্ধ জুড়ে ছড়িয়ে পরে। এখানে, ট্রান্সমিটার হতে টার্গেটের দূরত্ব d এবং এ ব্যাসার্ধ পরিমাণ একটি গোলক সৃষ্টি হয়।

গোলক তলের ক্ষেত্রফল = $4\pi d^2$..... (৯.২)

প্রেরণকৃত পাওয়ারের ঘনত্ব = $\frac{P_T . G_T}{4\pi d^2}$ ..... (৯.৩)

টার্গেটের ক্ষেত্রফল S, ফলে টার্গেটে পাওয়ার $= \left(\frac{P_T.G_T.S}{4\pi d^2}\right)$ ..... (৯.৪)

এ পরিমাণ পাওয়ার টার্গেটে আঘাত করার পর চারিদিকে ছড়িয়ে পরে এবং এর কিছু অংশ রিসিভিং অ্যান্টেনার দিকে ফিরে আসে।

প্রতি একক ক্ষেত্রে রাডার রিসিভারে প্রতিফলিত পাওয়ারের সম্মুখ তরঙ্গ

$$= \frac{P_T.\ G_T.S}{4\pi d^2} \cdot \frac{I}{4\pi d^2} = \frac{P_T.\ G_T.S}{(4\pi d^2)^2} \quad \text{.....(৯.৫)}$$

মোট গ্রহণকৃত পাওয়ার $= \frac{P_T.\ G_T.S}{(4\pi d^2)^2}\ A$

$$\therefore P_R = \frac{P_T.\ G_T.S}{(4\pi d^2)^2} \cdot A \quad \text{.....(৯.৬)}$$

রিসিভিং অ্যান্টেনার পাওয়ার গেইন,

$$G_R = \frac{4\pi A}{\lambda^2} = \frac{4\pi k A_n}{\lambda^2} \quad \text{..... (৯.৭)}$$

যেখানে, λ হল তরঙ্গদৈর্ঘ্য।

যখন একই অ্যান্টেনার মাধ্যমে ট্রান্সমিশন এবং রিসিপশন করা হয়, তখন অবশ্যই –

$$G_T = G_R \quad \text{..... (৯.৮)}$$

(৯.৭) নং সমীকরণ হতে পাওয়া যায়,

$$A = \lambda^2 G_R/4\pi = \lambda^2 G_T/4\pi \quad \text{..... (৯.৯)}$$

(৯.৬) নং সমীকরণ হতে পাওয়া যায়,

$$P_R = \frac{P_T S\lambda^2 G_T^2}{4\pi(4\pi d^2)^2} = \frac{P_T S\lambda^2 G_T^2}{64\pi^3 d^4} = \frac{P_T S A_o^2 K^2}{4\pi d^4 \lambda^2} \quad \text{..... (৯.১০)}$$

বা, $d^4 = \left[\frac{P_T S A_o^2 K^2}{4\pi\lambda^2 P_R}\right]$.

$$\therefore d = \left[\frac{P_T S A_o^2 K^2}{4\pi\lambda^2 P_R}\right] \quad \text{..... (৯.১১)}$$

যদি গ্রহণকৃত অ্যান্টেনা সিগন্যালের মান P_{Rmin} এর জন্য কোন টার্গেট সনাক্ত করা যায়, তবে টার্গেটের দূরত্ব সর্বোচ্চ d_{max} হবে।

$$\therefore d_{max} = \left[\frac{P_T S A_o^2 K^2}{4\pi\lambda^2 P_{Rmin}}\right]^{\frac{1}{4}} \quad \text{..... (৯.১২)}$$

অথবা, $d_{max} = \left[\frac{P_T G_T^2 S\lambda^2}{64\pi^3 P_{Rmin}}\right]^{\frac{1}{4}}$ ..... (৯.১৩)

সমীকরণ (৯.১২) এবং (৯.১৩) সর্বোচ্চ রাডার রেঞ্জের সমীকরণ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৯.৩ সর্বোচ্চ রেঞ্জে প্রভাবকৃত উপাদান (Factor influencing maximum range) ঃ

আমরা জানি, রাডার রেঞ্জ সমীকরণ,

$$d_{max} = \left[\frac{P_T G_T^2 S\lambda^2}{64\pi^3 P_{Rmin}}\right]^{\frac{1}{4}}$$

উপরোক্ত সমীকরণে 'S' হল, কোন টার্গেটের ক্রস-সেকশন ক্ষেত্রফল, যা কোন টার্গেটের উপর নির্ভর করে।

এটাকে নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। ফলে, রাডার রেঞ্জ বৃদ্ধিতে এটা সরাসরি ভূমিকা রাখে না।

১। উপরোক্ত সমীকরণ হতে পাওয়া যায়, $d_{max} \alpha [P_T]^{\frac{1}{4}}$

এটি হতে প্রতীয়মান হয় যে, রাডারের রেঞ্জ দ্বিগুণ পরিমাণ বৃদ্ধি করতে হলে, ট্রান্সমিটিং পাওয়ার 16 গুণ বর্ধিত করতে হয়, যদি অন্যান্য উপাদান একই থাকে। বস্তুত এ ব্যবস্থা কোনো পদ্ধতির জন্য কখনও মিতব্যয়ী নয়।

২। উপরোক্ত সমীকরণ হতে পাওয়া যায়, $d_{max} \alpha \left[\frac{1}{P_{Rmin}}\right]^{\frac{1}{4}}$

এটি হতে প্রতীয়মান হয় যে, রাডারের রেঞ্জ দ্বিগুণ করতে হলে, গ্রহণকৃত পাওয়ার 16 গুণ হ্রাস করতে হয়। P_{Rmin} সরাসরি একটি রিসিভারে সেনসিটিভির সাথে সম্পর্কিত। এর মান ইচ্ছামত হ্রাস করা সম্ভব নয়। ফলে এ পদ্ধতি বাস্তবসম্মত নয় এবং এটি কোন পদ্ধতির জন্য মিতব্যয়ীও নয়।

৩। উপরোক্ত সমীকরণ হতে আরও পাওয়া যায়, $d_{max} \alpha \sqrt{A_o}$; এখানে, A_o বলতে অ্যান্টেনার ব্যাপকতার এরিয়া বুঝায়। যদি অ্যান্টেনার ডায়ামিটার D হয়, তবে $d_{max} \alpha D$ হয়, যখন সিগন্যালের ওয়েভলেংথ স্থির। অ্যান্টেনার ডায়ামিটার যে হারে বৃদ্ধি করা যায়, রাডার রেঞ্জও একই হারে বৃদ্ধি পায়। এ পদ্ধতি সবচেয়ে সহজ এবং বিশেষ উপযোগী। প্যারাবোলিক প্রতিফলক ব্যবহার করে কার্যকরী ডায়ামিটার সহজেই দ্বিগুণ করা যায়, যার প্রেক্ষিতে রাডার রেঞ্জও দ্বিগুণ হয়।

৪। রাডার রেঞ্জ, $d_{max} \alpha \frac{1}{\sqrt{\lambda}}$

কোন ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধি করলে তার ওয়েভলেংথ হ্রাস পায়। আবার উপরোক্ত সম্পর্ক থেকে প্রতীয়মান হয় যে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4 গুণ হ্রাস পেলে রাডার রেঞ্জ দ্বিগুণ বৃদ্ধি পায়। ফলে, রাডার সিস্টেমে ব্যবহৃত সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ বৃদ্ধি করে রাডার রেঞ্জ বৃদ্ধি করা যায়।

৫। এ ছাড়াও রাডার রেঞ্জের ক্ষেত্রে নয়েজের একটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রয়েছে। আমরা জানি,

$$\text{নয়েজ ফিগার, } F = \frac{\text{ইনপুট সিগন্যাল ও নয়েজ রেশিও}}{\text{আউটপুট সিগন্যাল ও নয়েজ রেশিও}}$$

P_{Rmin} হ্রাস পেলে নয়েজ ফিগার বৃদ্ধি পায় এবং একইভাবে P_T বৃদ্ধি পেলেও নয়েজ ফিগার বৃদ্ধি পায়। উভয় ক্ষেত্রেই রাডার রেঞ্জ বৃদ্ধি পায়। ফলে, নয়েজ ফিগার নিয়ন্ত্রণ করে রাডার রেঞ্জ পরিবর্তন করা যায়।

৯.৪ নয়েজের প্রভাব (Effects of noise) ঃ

রাডার সিস্টেমে নয়েজের প্রভাব খুব ক্ষতিকর হয়ে থাকে। রাডারে উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল প্রেরণ করা হয় এবং অবজেক্ট দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হয়ে প্রতিফলিত সিগন্যাল ফিরে আসে। সংগৃহীত সিগন্যাল এমনিতেই দুর্বল থাকে। এতে যুক্ত নয়েজ ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে। সংগৃহীত সিগন্যালে নয়েজ ফিগারকে নিম্নরূপে সংজ্ঞায়িত করা যায়।

$$\text{নয়েজ ফিগার, } F = \frac{\text{ইনপুট সিগন্যাল ও নয়েজ সিগন্যালের অনুপাত}}{\text{আউটপুট সিগন্যাল ও নয়েজ সিগন্যালের অনুপাত}} \quad ..(৯.১৪)$$

$$\text{অতএব, } F = \frac{(S/N)_{input}}{(S/N)_{outupt}}$$

$$= \frac{P_{si}}{P_{so}} \cdot \frac{P_{no}}{P_{ni}}$$

$$= \frac{P_{si}}{G_R.P_{si}} \cdot \frac{G_R(P_{si} + P_{nri})}{P_{ni}}$$

$$\text{বা, } F = [1 + \frac{P_{nri}}{P_{ni}}] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(৯.১৫)$$

যেখানে,

P_{si} = ইনপুট সিগন্যাল পাওয়ার

P_{so} = আউটপুট সিগন্যাল পাওয়ার

P_{ni} = ইনপুট নয়েজ পাওয়ার

P_{nu} = আউটপুট নয়েজ পাওয়ার

G_R = রিসিভারের পাওয়ার গেইন

P_{nri} = রিসিভার ইনপুটে উৎপন্ন নয়েজ পাওয়ার।

(৯.১৫) নং সমীকরণ হতে পাওয়া যায়,

$$\frac{P_{nri}}{P_{ni}} = (F-1)$$

বা, $P_{nri} = P_{ni}(F-1)$

বা, $P_{nri} = KT_o B (F-1)$ ..... (৯.১৬)

এখানে,

K = বোল্টসম্যান ধ্রুবক = ১.৩৮ × ১০$^{-২৩}$ J/°k

T_o = তাপমাত্রা

B = গ্রাহকের ব্যান্ডউইডথ্।

৯.৫ রাডারে ব্যবহৃত পাওয়ার এবং ফ্রিকোয়েন্সি (Power and frequencies used in radar) ঃ

রাডার ট্রান্সমিটারের আউটপুট পাওয়ারকে সর্বোচ্চ (Peak) পাওয়ারের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। সাধারণত রাডারের পাওয়ার রেঞ্জ ১০০–১৫০ কিলোওয়াট হয়ে থাকে।

ডিউটি সাইকেলকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায় ঃ

ডিউটি সাইকেল = পালস রিপিটেশন ফ্রিকোয়েন্সি × পালস উইডথ্ এবং

গড় পাওয়ার = পিক পাওয়ার × ডিউটি সাইকেল

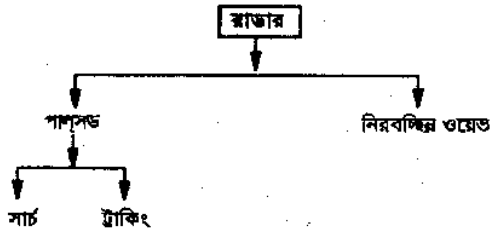
ধরা যাক, একটি রাডারের ডিউটি সাইকেল 0.001 এবং পিক পাওয়ার 800 KW হলে গড় পাওয়ার 800 ওয়াট হবে।

রাডারে ব্যবহৃত ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ ৯.১ নং টেবিলে দেখানো হয়েছে।

টেবিল ৯.১ ঃ

ব্যান্ড	ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ (গিগাহার্টজ)	ওয়েভলেংথ (সেন্টিমিটার)
P	০.২২–০.৩৯	৭৭–১৩৩
L	০.৩৯–১.৫৫	১৯–৭৭
S	১.৫৫–৫.২০	৫.৮–১৯
C	৩.৯–৬.২০	৪.৮–৯.৭
X	৫.২–১০.৯	২.৭–৫.৮
K	১০.৯–৩৬	০.৮৩–২.৭

৯.৬ রাডারের প্রকারভেদ (Types of radar) ঃ



৯.৭ রাডার রিসিভারের বিবেচ্য বিষয় (Considerations in radar receiver) ঃ

রাডার রিসিভার মূলত একটি সুপার হিটারোডাইন রিসিভার। তবে এতে ব্যবহৃত ফ্রিকোয়েন্সি আলট্রাহাই ফ্রিকোয়েন্সি অথবা মাইক্রোওয়েভ। এর নয়েজ ফিগার খুব কম হয় এবং ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি ও ব্যান্ডউইডথ এমন হওয়া আবশ্যক, যাতে রাডার পাল্স পুনঃউৎপাদন করা যায়। অধিকাংশ ক্ষেত্রে এতে ৩০ থেকে ৬০ মেগাহার্টজ রেঞ্জের ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করা হয়।

রাডার রিসিভারের নয়েজ ফিগার খুব কম হওয়া দরকার। কারণ এতে ব্যবহৃত ফ্রিকোয়েন্সি আলট্রাহাই ফ্রিকোয়েন্সি বা ততোর্ধ্ব ফ্রিকোয়েন্সি। সে জন্য এর অভ্যন্তরে উৎপন্ন নয়েজ দ্বারা খুব দুর্বল সিগন্যালকে সনাক্ত করা যায়।

রাডার রিসিভারে ব্যান্ডউইডথে-এর মান এমন হওয়া উচিত, যাতে সিগন্যাল ও নয়েজ অনুপাতের সর্বোচ্চ মান হয় ১.১৯৫/w, যেখানে w ব্যান্ডওয়াইডথ। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এর মান ১/w এবং ২/w এর মাঝে গ্রহণযোগ্য।

রাডার রিসিভারে লোকাল অসিলেটরে উৎপন্ন সিগন্যালকে সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন, যাতে উৎপন্ন ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি সঠিক মানের হয়। এ জন্য রিসিভারে স্বয়ংক্রিয় ফ্রিকোয়েন্সি নিয়ন্ত্রণ (AFC) ব্যবহার করা হয়।

যদি ট্রান্সমিটিং সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশন করা হয়ে থাকে, তবে রাডার রিসিভারে ডিটেক্টর ব্যবহার করার প্রয়োজন হয়। চলমান বস্তু নির্দেশক পদ্ধতির ক্ষেত্রে ফেজ পার্থক্য সৃষ্টিকারী ইউনিট প্রয়োজন। এ ছাড়াও রিসিভারে ব্যবহৃত দুর্বল সিগন্যালকে প্রয়োজনীয় লেভেলে উন্নীত করার জন্য অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করা প্রয়োজন।

রাডার রিসিভারে আউটপুট ডিভাইস হিসেবে ইনডিকেটর বা ডিসপ্লে ইউনিট ব্যবহার করা হয়। CW রাডারের ক্ষেত্রে ফ্রিকোয়েন্সি কাউন্টারও আবশ্যক।

৯.৮ রাডার ডিসপ্লে পদ্ধতি (Radar display system) ঃ

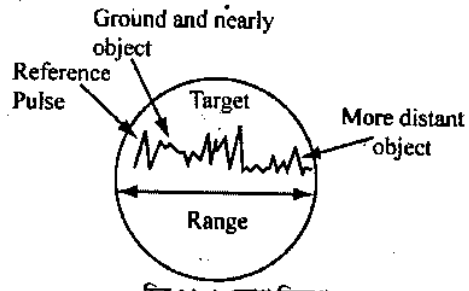
রাডার রিসিভারের আউটপুটে সর্বদা ক্যাথোডরে টিউব ব্যবহার করে দৃশ্যমান করে সংরক্ষণ করা হয়ে থাকে। এর ডিসপ্লে পদ্ধতি দু'ধরনের হয়ে থাকে, যথা ঃ

১। ডিফ্লেকশন মডুলেটেড,

২। ইনটেনসিটি মডুলেটেড।

এটা নির্ভর করে যে, প্রতিফলিত তরঙ্গকে বিক্ষেপ আকারে অথবা উজ্জ্বলতা আকারে ট্রেস করা হয় তার উপর। নিচে ডিফ্লেকশন মডুলেশন বা স্কোপ ডিসপ্লে বর্ণনা করা হয়েছে।

ডিফ্লেকশন মডুলেশন বা স্কোপ ডিসপ্লে ঃ ডিসপ্লে পদ্ধতির সবচেয়ে সাধারণ বিক্ষেপ প্রক্রিয়া ৯.২ নং চিত্রে প্রদর্শন করা হয়েছে। এ পদ্ধতি একটি সাধারণ অসিলোস্কোপের অনুরূপ।



চিত্র ঃ ৯.২ স্কোপ ডিসপ্লে

এর x প্লেটে একটি সুইপ ওয়েভ প্রয়োগ করা হয়। ফলে টিউবের স্ক্রিনে বীম আস্তে আস্তে বাম থেকে ডানে গমন করে এবং পুনরায় শুরু বিন্দুতে ফিরে আসে। এর ফ্লাইব্যাক পিরিয়ড খুব কম হওয়া দরকার। রিট্রেস অংশ ব্লাংকিং হওয়া দরকার। যদি গ্রহণকৃত সিগন্যাল অনুপস্থিত থাকে, তবে একটি অনুভূমিক রেখা দেখা যায়। রিসিভারের আউটপুট ভার্টিক্যাল ডিফ্লেকশন প্লেটে প্রয়োগ করা হয়। সিগন্যালের প্রকৃতি অনুযায়ী স্ক্রীনে সেটি প্রদর্শিত হয়। এরূপ একটি সিগন্যাল ৯.২ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। এতে স'টুথ ওয়েভ প্রয়োগ করা থাকে, যাতে হরিজন্টাল সুইপের সাথে ট্রান্সমিটেড সিগন্যালের সিনক্রোনিজম হয়। ফলে, CRT -এর স্ক্রীনে দু'টি পালসের মাঝে ইন্টারভাল সৃষ্টি হয় এবং এ কারণেই CRT -এর বাম থেকে দূরত্ব টার্গেটের রেঞ্জ হিসেবে পাওয়া যায়। চিত্রে যেমনটি দেখানো হয়েছে, প্রথম ব্লিপটি প্রেরণকৃত পালসের শক্তির জন্য সৃষ্টি হয়েছে, যাকে রেফারেন্স পালস হিসেবে বিবেচনা করা হয়। এরপর যে শক্তিশালী ব্লিপগুলো পাওয়া যায়, তা ভূমি অথবা কোন কাছাকাছি বস্তু হতে প্রতিফলিত হয়ে আসে। কোন টার্গেট হতে প্রতিফলিত সিগন্যালের ব্লিপ রেফারেন্স পালসের অনুরূপ হয়। একইভাবে কোন দূরবর্তী স্থানের বস্তু হতে প্রতিফলিত তরঙ্গও চিত্রে দেখানো হয়েছে। রেফারেন্স পালস হতে কোন টার্গেটের প্রতিফলিত তরঙ্গের মধ্যে সময় ব্যবধান টার্গেটের দূরত্ব নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়। এভাবে কোন টার্গেটের অবস্থান নির্ণয় করা যায়।

অনুশীলনী-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **Radar-এর পূর্ণ অর্থ কী?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর ঃ "Radar" টার্মটির পূর্ণ অর্থ হলো-Radio Detection and Ranging.

২। **একটি মৌলিক রাডারে কী কী উপাদান থাকে?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ মৌলিক Radar-এ নিম্নলিখিত উপাদান থাকে ঃ

(i) প্রেরক (Transmitter),

(ii) গ্রাহক (Receiver),

(iii) ডুপ্লেক্সার (Duplexer),

(iv) অ্যান্টেনা (Antenna)।

৩। **রাডারের মাইক্রোওয়েভ রেঞ্জের সিগন্যাল কীভাবে পাঠানো হয়?**

উত্তর ঃ রাডারের মাইক্রোওয়েভ বা UHF রেঞ্জের সিগন্যাল ট্রান্সমিটারের সাহায্যে প্রেরণ করা হয়।

৪। **রাডারের রেঞ্জ দ্বিগুণ করতে হলে কী করা প্রয়োজন?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ রাডারের রেঞ্জ দ্বিগুণ করতে হলে, গ্রহণকৃত পাওয়ার 16 গুণ হ্রাস করতে হয়।

৫। **সর্বোচ্চ রাডার রেঞ্জ সমীকরণ লেখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ $d_{max} = \left[\frac{P_T G_T^2 S\lambda^2}{64 \pi^3 P_{Rmin}}\right]^{\frac{1}{4}}$

৬। **রাডার রেঞ্জ কীভাবে বৃদ্ধি পায়?**

উত্তর ঃ অ্যান্টেনার ডায়ামিটার যে হারে বৃদ্ধি করা যায়, রাডার রেঞ্জও একই হারে বৃদ্ধি পায়।

৭। **কোন ওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4 গুণ হ্রাস পেলে রাডার রেঞ্জের কী অবস্থা হয়?**

উত্তর ঃ তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4 গুণ হ্রাস পেলে রাডার রেঞ্জ দ্বিগুণ বৃদ্ধি পায়।

৮। **নয়েজ ফিগার বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ নয়েজ ফিগার $= \frac{\text{ইনপুট সিগন্যাল ও নয়েজ রেশিও}}{\text{আউট সিগন্যাল ও নয়েজ রেশিও}}$

৯। **রাডার রেঞ্জ কীভাবে পরিবর্তন করা যায়?**

উত্তর ঃ নয়েজ ফিগার নিয়ন্ত্রণ করে রাডার রেঞ্জ পরিবর্তন করা যায়।

১০। **রাডার ট্রান্সমিটারের আউটপুট পাওয়ারকে কীভাবে প্রকাশ করা হয়?**

উত্তর ঃ রাডার ট্রান্সমিটারের আউটপুট পাওয়ারকে সর্বোচ্চ (Peak) পাওয়ারের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়।

১১। **রাডারের পাওয়ার রেঞ্জ কত?** [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ রাডারের পাওয়ার রেঞ্জ সাধারণত ১০০–১৫০ কিলোওয়াট।

১২। **রাডার রিসিভারের আউটপুট ডিভাইস কী?**

উত্তর ঃ রাডার রিসিভারের আউটপুট ডিভাইস হিসেবে ডিসপ্লে ইউনিট (CRT) ব্যবহার করা হয়।

১৩। **CW রাডারের আউটপুট ডিভাইস কী থাকে?**

উত্তর ঃ CW রাডারের আউটপুট ডিভাইস হিসেবে ফ্রিকোয়েন্সি কাউন্টার থাকে।

১৪। **ডিফ্লেশন মডুলেশন বা স্কোপ ডিসপ্লে কী?** [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর ঃ ইহা ডিসপ্লে পদ্ধতির সবচেয়ে সাধারণ বিক্ষেপ প্রক্রিয়া। এ পদ্ধতি একটি সাধারণ অসিলোস্কোপের অনুরূপ।

১৫। **রাডার রিসিভারে ব্যবহৃত IF-এর মান কত?** [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

অথবা, Rader এর frequency রেঞ্জ কত। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ অধিকাংশ ক্ষেত্রে ৩০ থেকে ৬০ মেগাহার্টজ রেঞ্জের IF ফ্রিকোয়েন্সি ব্যবহার করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **রাডার পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ Radar পদ্ধতি হল, যা দ্বারা কোন দূরত্বে অবস্থিত অবজেক্টে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক আকৃতিতে সিগন্যাল প্রেরণ করে ঐ অবজেক্টে ধাক্কা খেয়ে (বাধাপ্রাপ্ত হয়ে) ফেরত আসা ইকো (Echo) সিগন্যাল বিশ্লেষণ করে অবজেক্টের অবস্থান, দূরত্ব, কী ধরনের অবজেক্ট ইত্যাদি তথ্যাদি সংগ্রহ করা যায়।

২। **ডুপ্লেক্সার কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪]

অথবা, ডুপ্লেক্সার এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ নির্দিষ্ট সময় মাল্টিপ্লেক্সিং এর মাধ্যমে অ্যান্টেনাকে প্রেরক ও গ্রাহক হিসাবে কাজ করানো হয়। যে ইউনিট এই কার্যসম্পাদন করে, তাকে ডুপ্লেক্সার বলে।

৩। **রাডার পদ্ধতিতে কোন অবজেক্টের (Object) দূরত্ব ও অবস্থান কীভাবে নির্ণয় করা যায়?**

উত্তর ঃ সিগন্যাল প্রেরণ ও গ্রহণের মধ্যবর্তী সময় দ্বারা অবজেক্টের দূরত্ব নির্ণয় করা যায় এবং গ্রহণকৃত সিগন্যালের কৌণিক অবস্থান থেকে অবজেক্টের অবস্থান নির্ণয় করা যায়।

৪। **রাডার রেঞ্জ কীভাবে দ্বিগুণ করা যায়?**

উত্তর ঃ প্যারাবোলিক প্রতিফলক ব্যবহার করে এন্টেনার কার্যকরী ডায়ামিটার সহজেই দ্বিগুণ করা যায়, যার প্রেক্ষিতে রাডার রেঞ্জও দ্বিগুণ হয়।

৫। **ডিউটি সাইকেল ও গড় পাওয়ার কীভাবে প্রকাশ করা যায়?**

উত্তর ঃ ডিউটি সাইকেল ও গড় পাওয়ারকে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায়, যথা ঃ

ডিউটি সাইকেল = পালস রিপিটেশন ফ্রিকোয়েন্সি × পালস উইড্থ

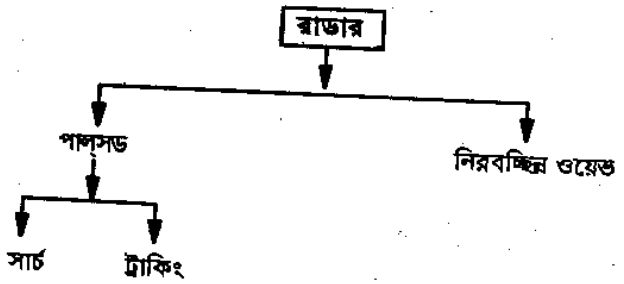
গড় পাওয়ার = পিক পাওয়ার × ডিউটি সাইকেল।

৬। **রাডার কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০১২]

অথবা, রাডারের শ্রেণিবিভাগ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

অথবা, রাডার ডিসপ্লে সিস্টেমের শ্রেণিবিন্যাস লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ রাডার নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে ঃ



৭। **রাডারে ব্যবহৃত বিভিন্ন ব্যান্ড ও ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জগুলো উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ

ব্যান্ড	ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ (গিগাহার্টজ)
P	০.২২ – ০.৩৯
L	০.৩৯ – ১.৫৫
S	১.৫৫ – ৫.২০
C	৩.৯ – ৬.২০
X	৫.২ – ১০.৯
K	১০.৯ – ৩৬

৮। **রাডার রিসিভারের নয়েজ ফিগার কম হওয়া উচিত কেন?** [বাকাশিবো–২০১০]

অথবা, রাড়ারের নয়েজের প্রভাব উল্লেখ কর। [বাকাশিবো–২০১০]

উত্তর ঃ রাডার রিসিভারের নয়েজ ফিগার খুব কম হওয়া দরকার। কারণ, এতে ব্যবহৃত ফ্রিকোয়েন্সি আলট্রাহাই ফ্রিকোয়েন্সি বা তদূর্ধ্ব ফ্রিকোয়েন্সি। সে জন্য এর অভ্যন্তরে উৎপন্ন নয়েজ দ্বারা খুব দুর্বল সিগন্যালকে যাতে সনাক্ত করা যায়।

৯। **রাডার রিসিভারে স্বয়ংক্রিয় ফ্রিকোয়েন্সি নিয়ন্ত্রণ (AFC) কেন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ রাডার রিসিভারে লোকাল অসিলেটরে উৎপন্ন সিগন্যালকে সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন, যাতে উৎপন্ন ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি সঠিক মানের হয়। এ জন্য রাডার রিসিভারে স্বয়ংক্রিয় ফ্রিকোয়েন্সি নিয়ন্ত্রণ (AFC) ব্যবহার করা হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **রাডার বলতে কী বুঝ? ইহার মূলনীতি আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। **রাডারের শ্রেণিবিভাগ দেখাও এবং এর প্রয়োগ বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **রাডার ডিসপ্লে পদ্ধতির সচিত্র বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **রাডার রেঞ্জ সমীকরণ প্রতিষ্ঠিত কর।** [বাকাশিবো-০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **রাডারের সর্বোচ্চ রেঞ্জে প্রভাবকৃত উপাদানসমূহের বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-০৬, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। **রাডার সিস্টেমে নয়েজের প্রভাব বর্ণনা কর। নয়েজ ফিগার বলতে কী বুঝ? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ দাও।** [বাকাশিবো-০৬]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। **রাডার রিসিভারের বিবেচ্য বিষয়সমূহের বর্ণনা দাও।**

অথবা, রাডার রিসিভারের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

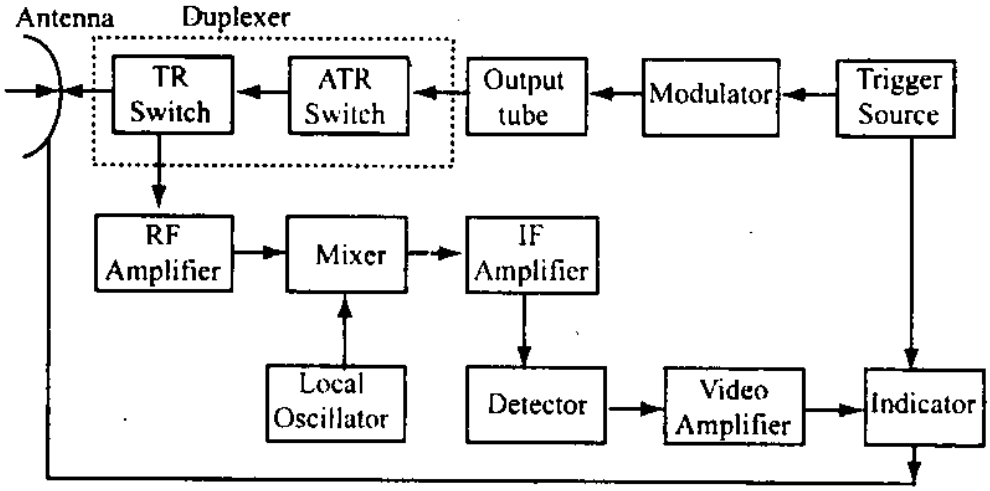
উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৯.৭ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১০

রাডার পদ্ধতি
(Radar system)

১০.১ পালস রাডার (Pulse radar) ঃ

১০.১নং চিত্রে একটি মূল পাল্‌স রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। ট্রিগার সোর্সের সাহায্যে পাল্‌স উৎপন্ন করা হয় এবং মডুলেটরে প্রেরণ করা হয়। মডুলেটর একটি আয়তাকার ভোল্টেজ পাল্‌স আউটপুট টিউবে প্রয়োগ করে। এর সাহায্যে ON এবং OFF সুইচিং ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। আউটপুট টিউব একটি ম্যাগনেট্রন অসিলেটর অথবা মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ার। অ্যামপ্লিফায়ারের ক্ষেত্রে একটি মাইক্রোওয়েভ সোর্স প্রয়োজন, যার আউটপুটকে ক্লাইস্ট্রন বর্ধিত করে থাকে। আউটপুট টিউবের আউটপুটে Duplexer ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সমিটিং এর সময় সুইচিং এমন হয় যে, এটি উচ্চ পাওয়ার পাল্‌স অ্যান্টেনাতে প্রেরণ করে এবং অ্যান্টেনা সেটি বিকিরণ করে থাকে।



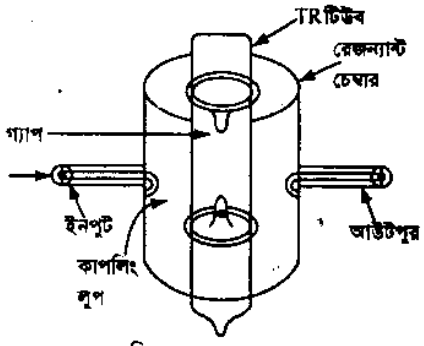
চিত্র ঃ ১০.১ পাল্‌স রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম

Duplexer-এর মাধ্যমে উপযুক্ত সময়ে অ্যান্টেনার সাথে রিসিভার সেকশন যুক্ত হয়। রিসিভার সেকশনে একটি RF অ্যামপ্লিফায়ার, মিক্সার, IF অ্যামপ্লিফায়ার, ডিটেক্টর, ভিডিও অ্যামপ্লিফায়ার ইত্যাদি যুক্ত থাকে।

Modulator এর সাহায্যে বিভিন্ন ব্যবধানে মডুলেটেড সিগন্যাল উৎপন্ন করে ট্রান্সমিটারের মাধ্যমে প্রেরণ করা হয়। প্রেরণকৃত সিগন্যাল কোন অবজেক্ট কর্তৃক বাধা পায় এবং সেটি প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে। অ্যান্টেনার মাধ্যমে উক্ত সিগন্যাল গ্রহণ করা হয় এবং ডুপ্লেক্সারের মাধ্যমে গ্রহণকৃত সিগন্যালকে রিসিভার অংশে প্রেরণ করা হয়। গ্রহণকৃত সিগন্যাল খুব দুর্বল থাকে। একে RF অ্যামপ্লিফায়ারের মাধ্যমে বর্ধিত করে মিক্সারে প্রেরণ করা হয়। লোকাল অসিলেটরের মাধ্যমে স্থানীয় সিগন্যাল উৎপন্ন করা হয় এবং তা মিক্সারে প্রেরণ করা হয়। মিক্সারে RF সিগন্যাল এবং স্থানীয় সিগন্যালের পার্থক্য থেকে IF সিগন্যাল উৎপন্ন করা হয়। IF সিগন্যাল 30 থেকে 60 MHz বা তার কাছাকাছি কোন ফ্রিকোয়েন্সির হয়ে থাকে। মিক্সারের মাধ্যমে উৎপন্ন IF সিগন্যালকে IF অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে বর্ধিত করে ডিটেক্টরে প্রেরণ করা হয়। এতে সিগন্যাল ডিমডুলেশন করা হয় এবং ভিডিও সিগন্যাল উৎপন্ন হয়। ভিডিও সিগন্যালকে বর্ধিত করে ইনডিকেটরে প্রেরণ করা হয়। ইনডিক্টের মূলত একটি ডিসপ্লে ইউনিট। এর সাহায্যে ভিডিও সিগন্যাল পর্যবেক্ষণ করা হয়। এ পর্যবেক্ষণ থেকে অবজেক্টের অবস্থান এবং প্রকৃতি নির্ণয় করা যায়।

১০.২ ডুপ্লেক্সার (Duplexer) ঃ

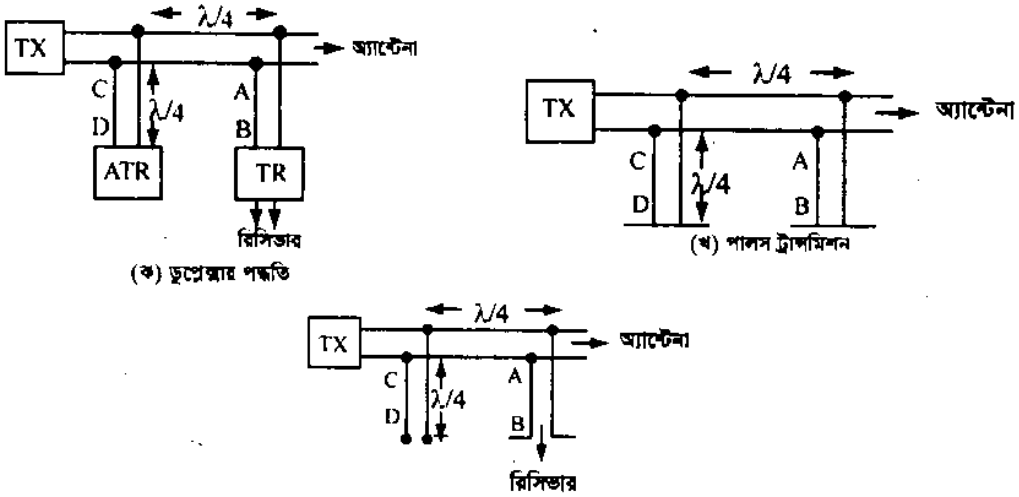
ডুপ্লেক্সার এমন এক ধরনের সার্কিট, যার সাহায্যে একই অ্যান্টেনাকে গ্রাহক এবং প্রেরক এন্টেনা হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এটি দ্রুতগতিসম্পন্ন একটি TR (Transmit Receive) সুইচ। ১০.২ নং চিত্রে ডুপ্লেক্সারের গাঠনিক চিত্র দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ১০.২ ডুপ্লেক্সার

ডুপ্লেক্সার একটি TR ব্লক এবং একটি ATR (Anti-Transmit Receive) ব্লক নিয়ে গঠিত। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ট্রান্সমিটার থেকে সেনসিটিভ রিসিভারকে ডুপ্লেক্সার রক্ষা করে। TR বক্সে একটি টিউব থাকে, যার মধ্যে গ্যাস ভর্তি থাকে। যখন ট্রান্সমিশন পালস আসে, তখন গ্যাস আয়োনাইজড হয় এবং ইনপুট থেকে প্রেরিত শক্তি আউটপুটে অনায়াসে পৌঁছে এবং ট্রান্সমিশন সম্পন্ন হয়। কিন্তু গ্যাস টিউব আয়োনাইজড না হলে ইনপুট ও আউটপুট ওপেন এর মত কাজ করে।

ATR বক্সও TR এর ন্যায়, তবে আউটপুট থাকে না। এটি সাধারণত ওপেন বা শর্ট সার্কিটের ন্যায় কাজ করে। উভয়ই যখন শর্ট বা অন থাকে, তখন ট্রান্সমিশন হয় এবং যখন ওপেন বা অফ থাকে, তখন রিসিভার হিসেবে কাজ করে। এ ধরনের ব্যবস্থাপনা ১০.৩ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ



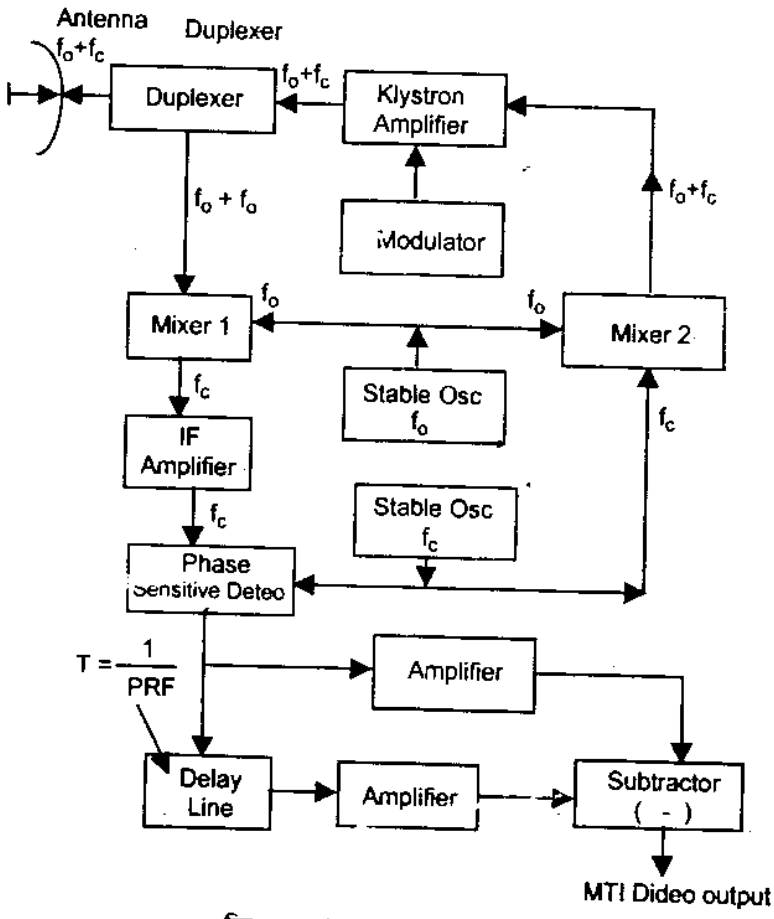
চিত্র ঃ ১০.৩

১০.৩ চলমান বস্তু নির্দেশক রাডার (MTI radar) ঃ

MTI এর পূর্ণ অর্থ Moving Target Indicator. মূলত চলমান বস্তু নির্দেশক পদ্ধতিতে প্রেরিত সিগন্যাল এবং গৃহীত সিগন্যালের মধ্যে তুলনা করা হয়। একটি স্থির বস্তুর ক্ষেত্রে প্রেরিত সিগন্যাল এবং গৃহীত সিগন্যালের ফেজের মধ্যে কোন পার্থক্য থাকে না। ফলে, যখন তাদের মধ্যে তুলনা করা হয়, তখন ফল শূন্য হয়। এটি হতে প্রতীয়মান হয় যে, বস্তুটি স্থির। অপরদিকে, একটি চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে প্রেরিত সিগন্যাল এবং গৃহীত সিগন্যালের মধ্যে ফেজ পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। ফলে, যখন তাদের মধ্যে তুলনা করা হয়, তখন একটি ফেজ পার্থক্য পাওয়া যায়। এটি হতে প্রতীয়মান হয় যে, বস্তুটি স্থির নয়, অর্থাৎ চলমান। ১০.৪ নং চিত্রে একটি MTI রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

এতে একটি ডুপ্লেক্সার ব্যবহার করা হয়। এটি উপযুক্ত সময়ে অ্যান্টেনাকে রিসিভার এবং ট্রান্সমিটারের সাথে যুক্ত করে দেয়।

একটি লোকাল অসিলেটর, যাকে স্ট্যাব্‌ল অসিলেটর বলা হয়, এর সাহায্যে f_0 ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট সিগন্যাল উৎপন্ন করে দ্বিতীয় মিক্সারে প্রেরণ করা হয়। অপরদিকে, একটি কো-হ্যারেন্ট অসিলেটরের সাহায্যে ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি f_c বিশিষ্ট সিগন্যাল উৎপন্ন করা হয় এবং দ্বিতীয় মিক্সারে প্রেরণ করা হয়। দ্বিতীয় মিক্সারের সাহায্যে f_0 এবং f_c কে যুক্ত করে ট্রান্সমিটিং সিগন্যাল উৎপন্ন করা হয়। এ ট্রান্সমিটিং সিগন্যালকে ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে বর্ধিত করে প্রেরণ করা হয়। অপরদিকে, সুইচিং ক্রিয়া ON-OFF নিয়ন্ত্রণ করে।



চিত্র ঃ ১০.৪ MTI রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম

প্রেরিত সিগন্যাল কোন চলমান বস্তু হতে বাধাপ্রাপ্ত হয়ে যখন প্রতিফলিত হয়, তখন রিসিভিং অ্যান্টেনা কর্তৃক গ্রহণ করা হয়। গৃহীত সিগন্যাল মিক্সার-1 এ প্রেরণ করা হয়। লোকাল অসিলেটর হতে উৎপন্ন সিগন্যাল f_o এতে প্রয়োগ করা হয়। গৃহীত সিগন্যাল এবং f_o সিগন্যালের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। ফলে গৃহীত সিগন্যালের ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি, f_c পৃথক হয়ে যায়। এখানে উল্লেখ্য যে, চলমান বস্তু কর্তৃক ডপলার প্রভাবে f_c এর ফেজ পরিবর্তিত হয়ে থাকে। অ্যামপ্লিফায়ারের সাহায্যে IF সিগন্যালকে বর্ধিত করে ফেজ সনাক্তকরণ ডিটেক্টরে প্রেরণ করা হয়। ফেজ সেনসিটিভ ডিটেক্টর-এ রেফারেন্স ট্রান্সমিটিং সিগন্যাল, f_c প্রয়োগ করা থাকে। উভয় সিগন্যালের ফেজের মধ্যে তুলনা করা হয়। যদি ফেজ পার্থক্য থাকে, তবে তার আউটপুট পাওয়া যায়। আর যদি ফেজ পার্থক্য না থাকে, তবে আউটপুট শূন্য হয়। প্রেরিত সিগন্যাল যদি ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেটেড হয়, তবে এ অংশে ডিমডুলেশনও করা হয়। এর আউটপুট দু'টি অংশে বিভক্ত হয়ে অ্যামপ্লিফায়ারের দ্বারা বর্ধিত হয়ে সাবট্রাক্টরে যায়। একটি অংশে ডিলে লাইন ব্যবহার করা হয়।

এটা সিগন্যালকে $T = \frac{1}{PRF}$ সময় ডিলে করে দেয়। সাবট্রাক্টরের আউটপুট MTI ভিডিও আউটপুট-এ প্রয়োগ করা হয়।

১০.৪ ট্রাকিং রাডার পদ্ধতি এবং সার্চ রাডার পদ্ধতি (Tracking radar system and search radar system) ঃ

রাডার পদ্ধতিতে দু'টি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় ঃ একটি কোন বস্তুকে অনুসন্ধান বা সার্চ করা এবং অপরটি বস্তুর রেখে যাওয়া চিহ্ন খুঁজে বের করা বা ট্রাকিং করা। কোন কোন রাডারে দু'টি পদ্ধতি একই সাথে কার্যকর থাকে। আবার কোন কোন রাডারে দু'টি পদ্ধতি পৃথক থাকে। এখানে সে সম্পর্কে আলোকপাত করা হয়েছে।

১০.৪.১ ট্রাকিং রাডার পদ্ধতি (Tracking radar system) ঃ

ট্রাকিং রাডার পদ্ধতিতে কোন বস্তুর বা টার্গেটের নিরবচ্ছিন্নভাবে অনুভূমিক এবং কৌণিক স্ক্যানিং করে তথ্য গ্রহণ করা হয়। এ লক্ষ্যে কৌণিক স্ক্যানিং আবশ্যক। একটি মুভেবল এন্টেনার মাধ্যমে স্ক্যানিং করে কোনো টার্গেটের ধারাবাহিক তথ্য গ্রহণ করা হয় এবং রেঞ্জ নির্ণয় করা হয়।

১০.৪.২ সার্চ রাডার পদ্ধতি (Search radar system) ঃ

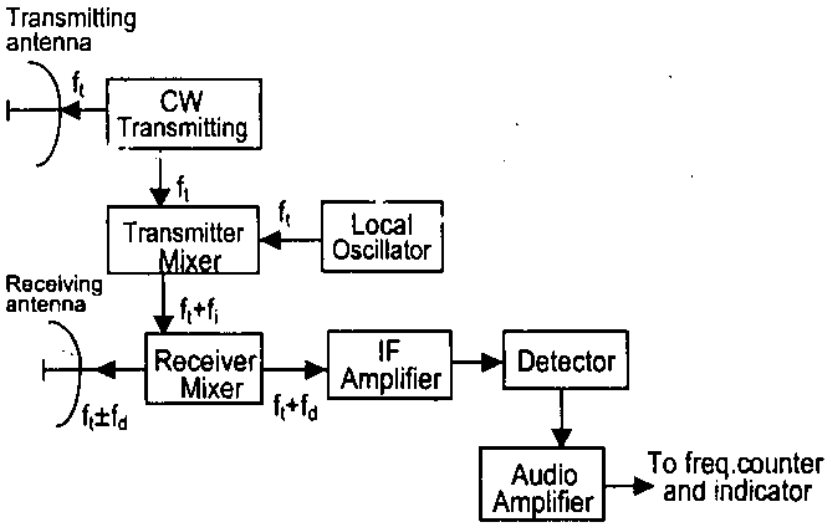
একটি বিশাল এলাকায় স্ক্যান করে কোনো অবজেক্ট আছে কি নেই তা নির্ধারণ করার জন্য সার্চ রাডার পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে বিস্তৃত এলাকা স্ক্যান করার জন্য উপযুক্ত এন্টেনা ব্যবহার করা হয়।

১০.৫ ডপ্লার বা CW রাডার (Doppler or CW radar) ঃ

CW বলতে Continuous Wave বা নিরবচ্ছিন্ন তরঙ্গ বুঝায়। যে রাডারে সিস্টেমে মডুলেটেড অথবা আনমডুলেটেড ধারাবাহিক সিগন্যাল প্রেরণ করা হয়, তাকে CW রাডার বলে। ১০.৫ নং চিত্রে একটি CW রাডারের সাধারণ ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

এতে চলমান টার্গেটের অবস্থান ও গতি পরিমাপের জন্য ডপ্লার ইফেক্ট ব্যবহার করা হয়। এতে পালসের পরিবর্তে নিরবচ্ছিন্ন সাইন তরঙ্গ প্রেরণ করা হয়। চলমান টার্গেটের দ্বারা এর ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন হয়ে থাকে এবং তা পর্যবেক্ষণ করে চলমান টার্গেটের অবস্থান এবং আপেক্ষিক গতি নির্ণয় করা হয়।

এরূপ রাডার সিস্টেমে একটি ট্রান্সমিটিং সেকশন এবং একটি রিসিভিং সেকশন থাকে। উভয় সেকশনের মধ্যে একটি পৃথকীকরণ ব্যবস্থা থাকে। কারণ, এতে নিরবচ্ছিন্ন তরঙ্গ প্রেরণের ব্যবস্থা থাকে, যা রিসিভার থেকে সম্পূর্ণ পৃথক হওয়া আবশ্যক।



চিত্র ঃ ১০.৫ CW রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম

একটি অসিলেটরের সাহায্যে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির সাইন তরঙ্গ, f_t উৎপন্ন করা হয়। এটিকে ট্রান্সমিটিং অ্যান্টেনার সাহায্যে টার্গেটের উদ্দেশ্যে প্রেরণ করা হয়। একই সাথে এর আর একটি আউটপুট, ট্রান্সমিটার মিক্সারে প্রেরণ করা হয়। একটি লোকাল অসিলেটরের সাহায্যে ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি, f_i উৎপন্ন করা হয় এবং ট্রান্সমিটার মিক্সারে প্রয়োগ করা হয়। ট্রান্সমিটার মিক্সারের সাহায্যে f_i এবং f_t সিগন্যালদ্বয়কে যুক্ত করা হয় এবং তার একটি অংশ রিসিভার মিক্সারে প্রয়োগ করা হয়।

ট্রান্সমিটিং সিগন্যাল যখন কোন চলমান টার্গেটে বাধা পায় এবং প্রতিফলিত হয়, তখন প্রতিফলিত সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তিত হয়। এ পরিবর্তিত সিগন্যালকে ডপ্লার ফ্রিকোয়েন্সি হিসেবে বিবেচনা করা হয়েছে এবং একে f_d দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে। রিসিভিং অ্যান্টেনা সে সিগন্যাল গ্রহণ করে, তাকে রিসিভার মিক্সারে প্রেরণ করা হয়। এ মিক্সারে ট্রান্সমিটার মিক্সার হতে আগত $(f_i + f_i)$ সিগন্যাল এবং অ্যান্টেনা হতে আগত $(f_i \pm f_d)$ সিগন্যালের মধ্যে পার্থক্য সৃষ্টি করা হয়। ফলে, ট্রান্সমিটিং সিগন্যাল বাতিল হতে ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সি এবং ডপ্লার ফ্রিকোয়েন্সি সম্বলিত সিগন্যাল উৎপন্ন হয়। ডিটেক্টরে IF কে পরিহার করা হয় এবং ডপ্লার ফ্রিকোয়েন্সি গ্রহণ করা হয়। এটি অডিও রেঞ্জের হয় এবং অডিও অ্যামপ্লিফায়ার দিয়ে বর্ধিত করে আউটপুট ডিভাইসে প্রেরণ করা হয়। আউটপুট ডিভাইস মূলত একটি ফ্রিকোয়েন্সি কাউন্টার এবং একটি ডিসপ্লে ইউনিট। ফ্রিকোয়েন্সি কাউন্টার দ্বারা পরিবর্তিত ফ্রিকোয়েন্সির মান নির্ণয় করা হয় এবং তা হতে চলমান টার্গেটের গতি নির্ণয় করা যায়। অপরদিকে, ডিসপ্লে ইউনিটে সিগন্যাল পর্যবেক্ষণ করে টার্গেটের অবস্থান ও প্রকৃতি নির্ণয় করা যায়।

১০.৬ ডপ্লার রাডারের সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা (Advantages and limitations of Doppler radar) ঃ

ডপ্লার রাডারের সুবিধাসমূহ নিম্নরূপ ঃ

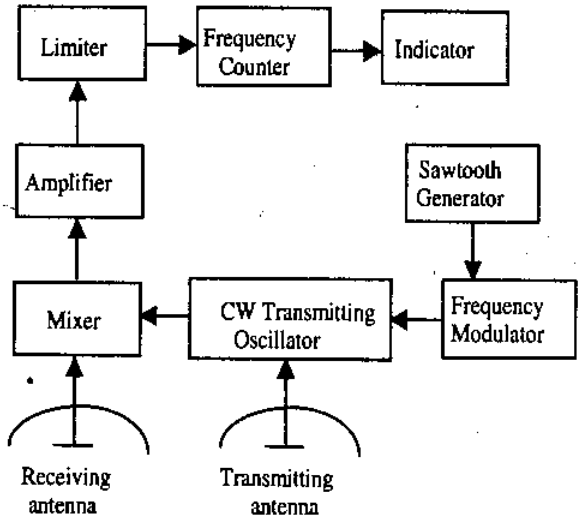
১। সঠিক পরিমাপ পাওয়া যায়,
২। ট্রান্সমিটিং পাওয়ার অপেক্ষাকৃত কম প্রয়োজন হয়,
৩। সহজ সার্কিট ব্যবস্থাপনা,
৪। পাওয়ার অপচয় কম,
৫। সেনসিটিভিটি বেশি,
৬। প্রচলিত পালস রাডার অপেক্ষা ইকুইপমেন্টসমূহের আকৃতি ছোট হয়,
৭। কোন স্থায়ী অবজেক্ট দ্বারা এর কার্যক্রম ব্যাহত হয় না।

ডপ্লার রাডারের অসুবিধা বা সীমাবদ্ধতাসমূহ নিম্নরূপ ঃ

১। সর্বোচ্চ পাওয়ার প্রেরনের সীমাবদ্ধতার কারণে রেঞ্জ হ্রাস পায়,
২। অনেকগুলো টার্গেটের কারণে সন্দেহের অবকাশ থাকে,
৩। টার্গেট রেঞ্জ নির্ধারণে অসমর্থ হওয়ায় এর সীমাবদ্ধতা অনেক বেশি।

১০.৭ FM CW রাডার (FM CW radar)

যদি সিগন্যালকে ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশন করে প্রেরণ করা হয়, তবে CW রাডারের প্রধান অসুবিধা পরিহার করা যায়। CW রাডার পদ্ধতিতে টার্গেটের রেঞ্জ সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় না। উপরোক্ত দু'টি সাইকেলের মধ্যে পার্থক্য সৃষ্টি করা যায় না। ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশন করে এ অসুবিধাগুলো পরিহার করা যায়। ১০.৬ নং চিত্রে একটি FM CW রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ১০.৬ FM CW রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম

এতে মডুলেটেড সিগন্যাল প্রেরণ করা হয়। সে জন্য একটি Modulator ব্যবহার করা হয়। এটি ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশন সম্পন্ন করে। মডুলেটেড সিগন্যালকে ট্রান্সমিটারের সাহায্যে প্রেরণ করা হয়।

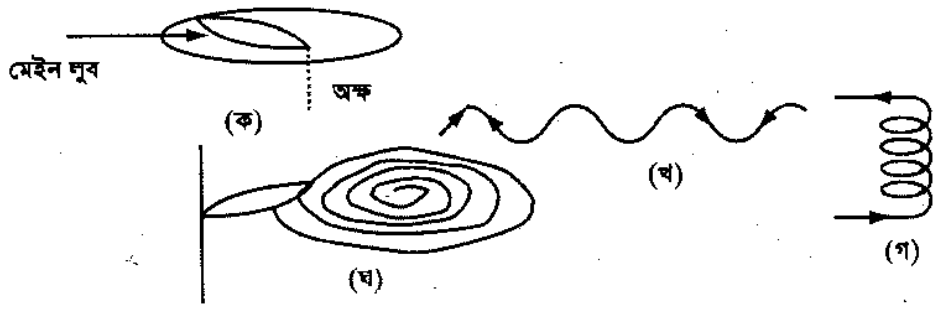
রিসিভিং অ্যান্টেনা যে সিগন্যাল গ্রহণ করে, তা মিক্সারে প্রেরণ করে। এতে ট্রান্সমিটিং সিগন্যাল ও রিসিভিং সিগন্যালের পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। এর আউটপুট বর্ধিত করে একটি লিমিটারের মাধ্যমে ফ্রিকোয়েন্সি কাউন্টার এবং ডিসপ্লে ইউনিটে প্রেরণ করা হয়।

প্রথমে ধরা যাক, পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে একটি বস্তু কিছু উচ্চতায় স্থির আছে। তাহলে ট্রান্সমিটারের সাহায্যে প্রেরিত সিগন্যাল উক্ত বস্তু কর্তৃক বাধাপ্রাপ্ত হয়ে প্রতিফলিত হবে এবং কিছু সময় প্রতিফলিত ওয়েভ রিসিভার গ্রহণ করবে। এখানে উল্লেখ্য যে, বস্তুটি স্থির হওয়ায় ট্রান্সমিটিং সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি বস্তুর দ্বারা পরিবর্তন হবে না। কিন্তু ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশনের জন্য নির্দিষ্ট হারে ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তন হয়ে থাকে, যার মান জানা থাকে। এখানে প্রেরিত এবং গৃহীত সিগন্যালের মধ্যে সময় ব্যবধান থাকে। সিগন্যাল প্রেরণের স্থান হতে বস্তুটির উচ্চতা এর সময় ব্যবধানের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক হবে। এটি পর্যবেক্ষণ করে সহজেই সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়। এ ক্ষেত্রে প্রেরিত সিগন্যালের মুহূর্ত এবং গৃহীত সিগন্যালের মুহূর্ত সঠিকভাবে সনাক্ত করা যায়।

এবার ধরা যাক, পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কিছু উচ্চতায় একটি বস্তু চলমান অবস্থায় আছে। এরূপ বস্তু কর্তৃক যখন কোন প্রেরিত সিগন্যাল বাধাপ্রাপ্ত হয়ে প্রতিফলিত হয়, তখন প্রতিফলিত ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সির সাথে বস্তুর গতির জন্য পরিবর্তিত ফ্রিকোয়েন্সি মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এরূপ সিগন্যাল যখন রিসিভার গ্রহণ করে, তখন সময় ব্যবধান হতে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় করা যায়। মডুলেটেড সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তনের হার নির্দিষ্ট থাকে। তবে এর সাথে একটি পরিবর্তিত ফ্রিকোয়েন্সি যুক্ত থাকে, যাকে সহজেই সনাক্ত করা যায়। এটি থেকে প্রতীয়মান হয় যে, বস্তুটি গতিশীল এবং ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তনের হার হতে এর আপেক্ষিক গতি নির্ণয় করা যায়।

১০.৮ রাডার অ্যান্টেনা স্ক্যানিং প্যাটার্ন (Radar antenna scanning pattern) ঃ

রাডার অ্যান্টেনা এমনভাবে তৈরি করা হয়, যাতে একটি নির্দিষ্ট এলাকা স্ক্যান করতে পারে। কিন্তু অ্যান্টেনা স্ক্যানিং প্যাটার্ন এর প্রয়োগের উপর নির্ভর করে। নিচে চার ধরনের অ্যান্টেনা প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১০.৭

১০.৭ (ক) নং চিত্রে আনুমানিক স্ক্যানিং প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। এর দ্বারা শুধু অনুভূমিক স্ক্যানিং করা যায়। ১০.৭ (খ) নং চিত্রে বর্ধিত অনুভূমিক প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। এতে অ্যান্টেনা অনুভূমিকের সাথে কিছুটা উল্লম্ব দিকও স্ক্যান করে থাকে। ১০.৭ (গ) নং চিত্রে হেলিক্যাল স্ক্যানিং প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। এতে অ্যান্টেনা ব্যাপক উল্লম্ব দিক এবং সামান্য অনুভূমিক দিক স্ক্যান করে। ১০.৭ (ঘ) চিত্রে স্পাইরাল স্ক্যানিং প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। এর সাহায্যে অনুভূমিক ও উল্লম্ব উভয় দিক সমানভাবে স্ক্যান করা হয়।

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। **পালস রাডারে কীভাবে পালস উৎপন্ন করা হয়?**

উত্তর : ট্রিগার সোর্সের সাহায্যে পালস উৎপন্ন করা হয়।

২। **পালস রাডারের মডুলেটরের কাজ কী?**

উত্তর : মডুলেটরের সাহায্যে ON এবং OFF সুইচিং ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়।

৩। **রাডারের আউটপুট টিউবের কাজ কী?**

উত্তর : আউটপুট টিউব একটি ম্যাগনেট্রন অসিলেটর অথবা মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন অ্যামপ্লিফায়ার হিসেবে কাজ করে।

৪। **ট্রান্সমিটিং-এর সময় সুইচিং কেমন হওয়া উচিত?**

উত্তর : ট্রান্সমিটিং এর সময় সুইচিং এমন হয় যে, এটি উচ্চ পাওয়ার পালস অ্যান্টেনাতে প্রেরণ করে এবং অ্যান্টেনা সেটি বিকিরণ করে।

৫। **রাডারের রিসিভার সেকশন অ্যান্টেনার সাথে কীভাবে যুক্ত হয়?**

উত্তর : Duplexer এর মাধ্যমে উপযুক্ত সময়ে অ্যান্টেনার সাথে রিসিভার সেকশন যুক্ত হয়।

৬। **পালস রাডারের রিসিভারের লোকাল অসিলেটর সেকশনের কাজ কী?**

উত্তর : লোকাল অসিলেটরের মাধ্যমে স্থানীয় সিগন্যাল উৎপন্ন করা হয় এবং তা মিক্সারে প্রেরণ করা হয়।

৭। **ATR-এর পূর্ণ অর্থ কী?** [বাকাশিবো-২০০৭, ১৩]

উত্তর : ATR এর পূর্ণ অর্থ "Anti-Transmit Receiver"

৮। **MTI-এর পূর্ণ অর্থ কী?** [বাকাশিবো-২০০৭, ১৩]

উত্তর : MTI এর "পূর্ণ অর্থ Moving Target Indicator".

৯। **রাডারে ব্যবহৃত দু'টি পদ্ধতি কী কী?**

উত্তর : দু'টি পদ্ধতি হল :

(i) সার্চ রাডার পদ্ধতি

(ii) ট্রাকিং রাডার পদ্ধতি।

১০। **রাডার ট্রাকিং পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর : যে পদ্ধতিতে বস্তুর রেখে যাওয়া চিহ্ন খুঁজে বের করা হয় বা ট্রাকিং করা হয় তাকে রাডার ট্রাকিং পদ্ধতি বলা হয়।

১১। **CW রাডার বলতে কী বুঝায়? এর অপর নাম কী?**

উত্তর : CW বলতে Continuous Wave বা নিরবচ্ছিন্ন তরঙ্গ বুঝায়। এর অপর নাম ডপ্লার (Doppler)

১২। **CW রাডারে ডপ্লার ইফেক্ট ব্যবহার করা হয় কেন?**

উত্তর : চলমান টার্গেটের অবস্থান ও গতি পরিমাপের জন্য ডপ্লার ইফেক্ট ব্যবহার করা হয়।

১৩। **CW রাডারের অসুবিধা কীভাবে পরিহার করা যায়?**

উত্তর : যদি সিগন্যালকে ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেশন করে প্রেরণ করা হয়, তবে CW রাডারের প্রধান অসুবিধা পরিহার করা যায়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। পালস রাডারের রিসিভার সেকশন কোন কোন স্টেজ নিয়ে গঠিত?

উত্তর ঃ রিসিভার সেকশনে নিম্নলিখিত স্টেজগুলো থাকে ঃ

(i) একটি RF অ্যামপ্লিফায়ার,

(ii) মিক্সার,

(iii) IF অ্যামপ্লিফায়ার,

(iv) ডিটেক্টর,

(v) ভিডিও অ্যামপ্লিফায়ার।

২। রিসিভারে IF সিগন্যাল কীভাবে উৎপন্ন করা হয়?

উত্তর ঃ মিক্সারে RF সিগন্যাল এবং স্থানীয় অসিলেটর সিগন্যালের পার্থক্য থেকে IF সিগন্যাল উৎপন্ন করা হয়।

৩। পালস রাডারের ইন্ডিকেটরের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ ইন্ডিকেটর মূলত একটি ডিসপ্লে ইউনিট। এর সাহায্যে ভিডিও সিগন্যাল পর্যবেক্ষণ করা হয়। এ পর্যবেক্ষণ থেকে অবজেক্টের অবস্থান এবং প্রকৃতি নির্ণয় করা যায়।

৪। ডুপ্লেক্সারের কাজ কী? ইহা কীভাবে গঠিত হয়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১২, ১৫]

উত্তর ঃ ডুপ্লেক্সার এমন এক ধরনের সার্কিট, যার সাহায্যে একই অ্যান্টেনাকে গ্রাহক এবং প্রেরক এন্টেনা হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এটি দ্রুতগতিসম্পন্ন একটি TR (Transmit Receive) সুইচ। ডুপ্লেক্সার একটি TR ব্লক এবং একটি ATR (Anti-Transmit Receive) ব্লক নিয়ে গঠিত।

৫। TR বলতে কী বুঝায়? ইহা কীভাবে কাজ করে?

উত্তর ঃ TR হল পালস রাডারের ডুপ্লেক্সারের একটি ব্লক। এ ব্লকে একটি টিউব থাকে, যার মধ্যে গ্যাস ভর্তি থাকে। যখন ট্রান্সমিশন পালস আসে, তখন গ্যাস আয়োনাইজড হয় এবং ইনপুট থেকে প্রেরিত শক্তি আউটপুটে অনায়াসে পৌঁছে এবং ট্রান্সমিশন সম্পন্ন হয়। কিন্তু গ্যাস টিউব আয়োনাইজড না হলে ইনপুট ও আউটপুট ওপেন এর মত কাজ করে।

৬। ATR বলতে কী বুঝায়? এটি কীভাবে কাজ করে?

উত্তর ঃ ATR হল পাল্‌স রাডারের ডুপ্লেক্সারের একটি ব্লক। ATR বক্সও TR এর ন্যায়, তবে আউটপুট থাকে না। এটি সাধারণত ওপেন বা শর্ট সার্কিটের ন্যায় কাজ করে। উভয়ই যখন শর্ট বা অন থাকে, তখন ট্রান্সমিশন হয় এবং যখন ওপেন বা অফ থাকে, তখন রিসিভার হিসেবে কাজ করে।

৭। রাডারে ব্যবহৃত পদ্ধতিগুলো কী কী?

উত্তর ঃ রাডার পদ্ধতিতে দুটি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। একটি কোন বস্তুকে অনুসন্ধান বা সার্চ করা এবং অপরটি বস্তুর রেখে যাওয়া চিহ্ন খুঁজে বের করা বা ট্রাকিং করা। কোন কোন রাডারে দু'টি পদ্ধতি একই সাথে কার্যকর থাকে। আবার কোন কোন রাডারে দু'টি পদ্ধতি পৃথক থাকে।

৮। ট্রাকিং রাডার পদ্ধতি কীভাবে কাজ করে?

উত্তর ঃ ট্রাকিং রাডার পদ্ধতিতে কোন বস্তুর বা টার্গেটের নিরবচ্ছিন্নভাবে অনুভূমিক এবং কৌণিক স্ক্যানিং করে তথ্য গ্রহণ করা হয়। এ লক্ষ্যে কৌণিক স্ক্যানিং আবশ্যক। একটি মুভেবল এন্টেনার মাধ্যমে স্ক্যানিং করে কোন টার্গেটের ধারাবাহিক তথ্য গ্রহণ করা হয় এবং রেঞ্জ নির্ণয় করা হয়।

৯। সার্চ রাডার পদ্ধতি কীভাবে কাজ করে?

উত্তর ঃ একটি বিশাল এলাকায় স্ক্যান করে কোন অবজেক্ট আছে বা নাই, তা নির্ধারণ করার জন্য সার্চ রাডার পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে বিস্তৃত এলাকা স্ক্যান করার জন্য উপযুক্ত এন্টেনা ব্যবহার করা হয়।

১০। ডপ্লার রাডারের সুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১৩]

উত্তর **সুবিধাসমূহ ঃ**

(i) সঠিক পরিমাপ পাওয়া যায়,

(ii) ট্রান্সমিটিং পাওয়ার অপেক্ষাকৃত কম প্রয়োজন হয়,

(iii) সহজ সার্কিট ব্যবস্থাপনা,

(iv) পাওয়ার অপচয় কম,

(v) সেনসিটিভিটি বেশি,

(vi) কোন স্থায়ী অবজেক্ট দ্বারা এর কার্যক্রম ব্যাহত হয় না।

১১। ডপ্লার রাডারের অসুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১২, ১৩]

অথবা, রাডার স্থাপন সীমাবদ্ধতা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর **অসুবিধাসমূহ ঃ**

(i) সর্বোচ্চ পাওয়ার প্রেরণের সীমাবদ্ধতার কারণে রেঞ্জ হ্রাস পায়,

(ii) অনেকগুলো টার্গেটের কারণে সন্দেহের অবকাশ থাকে,

(iii) টার্গেট রেঞ্জ নির্ধারণে অসমর্থ হওয়ায় এর সীমাবদ্ধতা অনেক বেশি।

১২। Tracking radar system-এর মূলনীতিটি লেখ। [বাকাশিবো-০৪]

উত্তর ট্রাকিং রাডার পদ্ধতিতে কোন বস্তুর বা টার্গেটের নিরবচ্ছিন্নভাবে অনুভূমিক এবং কৌণিক স্ক্যানিং করে তথ্য গ্রহণ করা হয়। এ লক্ষ্যে কৌণিক স্ক্যানিং আবশ্যক। একটি মুভেবল এন্টেনার মাধ্যমে স্ক্যানিং করে কোনো টার্গেটের ধারাবাহিক তথ্য গ্রহণ করা হয় এবং রেঞ্জ নির্ণয় করা হয়।

১৩। ডুপ্লেক্সারের কাজ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১১]

উত্তর ডুপ্লেক্সার এর প্রধান কাজ হলো নির্দিষ্ট সময়ে মাল্টিপ্লেক্সিং এর মাধ্যমে অ্যান্টেনাকে প্রেরক ও গ্রাহক হিসাবে কাজ করানো।

১৪। MTI রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০]

উত্তর নিচে MTI রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করা হলো ঃ

১৫। CW Radar-এর ব্লক চিত্র আঁক। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২]

উত্তর নিচে CW Radar-এর ব্লক চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ

১৬। Pulsed RADAR-এর Block diagram অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১০, ১১]

উত্তর নিচে Pulsed RADAR-এর Block diagram অঙ্কন করা হলো ঃ

১৭। Dopller effect বা প্রতিক্রিয়া কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর তরঙ্গের উৎস এবং শ্রোতার মধ্যে আপেক্ষিক গতিবিদ্যমান থাকলে শ্রোতার নিকট উৎস হতে নিরসৃত তরঙ্গের তীক্ষ্ণতা বা কম্পাঙ্কের যে আপাত পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয়, তাকে ডপলার ক্রিয়া বা ইফেক্ট বলে।

১৮। পালস রাডার ও CW রাডারের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর যে রাডার ট্রিগার সোর্সের সাহায্যে পালস উৎপন্ন করা হয় এবং মডুলেটরে প্রেরণ করা হয়। ট্রিগার সোর্সের মাধ্যমে পালস উৎপন্ন করা হয়। মডুলেটরের সাহায্যে ON এবং Off সুইচিং ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। লোকাল অসিলেটরের মাধ্যমে স্থানীয় সিগন্যাল উৎপন্ন করা হয় এবং তা মিক্সারে প্রেরণ করা হয়।

CW বলতে Continuous Wave বা নিরবচ্ছিন্ন তরঙ্গ বুঝায়। এর অপর নাম ডপ্লার (Doppler)। চলমান টার্গেটের অবস্থান ও গতি পরিমাপের জন্য ডপ্লার ইফেক্ট ব্যবহার করা হয়। যদি সিগন্যালকে ফ্রিকুয়েন্সি মডুলেশন করে প্রেরণ করা হয়, তবে CW বা রাডারের প্রধান অসুবিধা পরিহার করা যায়।

মাইক্রোওয়েভ রাডার আন্ড রেডিওমেশন প্রিন্সিপল—৯

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। ব্লক চিত্রের সাহায্যে পালস রাডারের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ডুপ্লেক্সার বলতে কী বুঝ? ডুপ্লেক্সারের গাঠনিক চিত্র অঙ্কন করে কার্ড পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। MTI রাডার পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১১, ১২, ১৫]

অথবা, MTI এর ব্লকচিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪। MTI বলতে কী বুঝ? MTI রাডারের ব্লকচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ট্রাকিং রাডার পদ্ধতি ও সার্চ রাডার পদ্ধতির পার্থক্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ডপ্লার CW রাডারের কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। ডপ্লার রাডারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। FMCW রাডারের কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১১, ১২]

অথবা, FM-CW রাডার এর Block চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Doppler RADAR এর সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪]

অথবা, ডপলার রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১০.৫ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১১

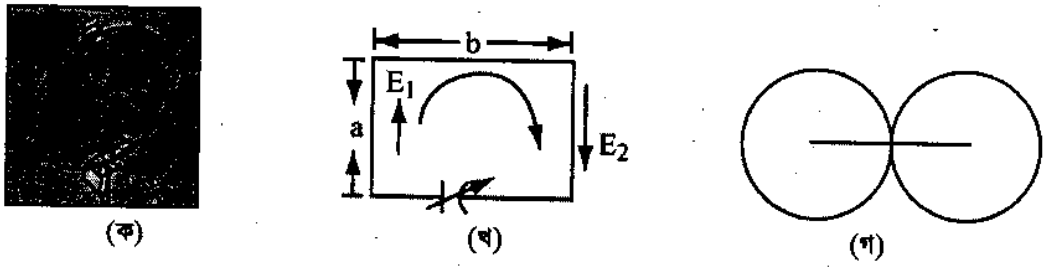
রেডিও এইডস সম্পর্কে ধারণা (Concept of radio aids)

১১.১ রেডিও দিক সন্ধানের মূলনীতি (Basic principles of radio direction finding) ঃ

ইলেকট্রনিক নেভিগেশনে গ্রাহক প্রান্তে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ পৌছার দিক নির্ণয় করতে এ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ একটি বৃহৎ বৃত্তাকার পথ অতিক্রম করে থাকে এবং দিক অনুসন্ধান প্রক্রিয়ায় এ বৃহৎ বৃত্তাকার পথে ট্রান্সমিটারের অবস্থান নির্দেশ করে থাকে। এই দিক অনুসন্ধান প্রক্রিয়া যেকোনো ফ্রিকোয়েন্সিতে হতে পারে। কিন্তু এ পদ্ধতিতে একটি নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সি বরাদ্দ থাকে। এই দিক অনুসন্ধান বিভিন্ন প্রক্রিয়া অবলম্বন করে করা যায়। তবে এদের মূলনীতি একই।

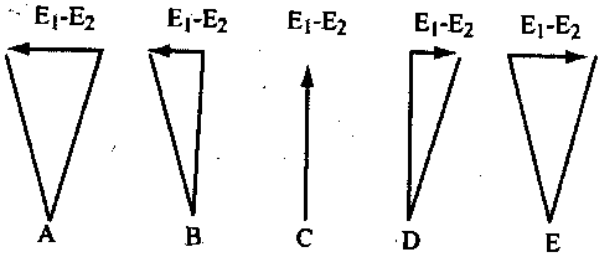
১১.২ রেকট্যাংগুলার লুপ অ্যান্টেনা এবং রেজালট্যান্ট ভোল্টেজ সমীকরণ (The equation of resultant voltage of a rectangular loop antenna) ঃ

এটি লুপ অ্যান্টেনা এর তলকে উল্লম্বভাবে স্থাপন করা হয়। ঘূর্ণায়মানের ক্ষেত্রে উল্লম্ব অক্ষকে ঘূর্ণায়মান করা হয়। দিক অনুসন্ধান করার জন্য একটি রেকট্যাংগুলার লুপ অ্যান্টিনা বিবেচনা করা হলো। এ ধরনের অ্যান্টেনা চিত্রে দেখানো হল। যথা– ক, খ এবং গ ডিরেকশনাল প্যাটার্ণ।



চিত্র ঃ ১১.১

এরূপ লুপ অ্যান্টেনার কার্যনীতি অনুধাবন করার জন্য ১১.২ নং চিত্রের সহায়তা গ্রহণ করা যাক। এ চিত্রে দেখানো হয়েছে যে, উল্লম্ব পোলারাইজড ওয়েভের জন্য অ্যান্টেনা উল্লম্ব পরিবাহীতে উৎপন্ন ভোল্টেজ এবং এর মান ও দিক। লুপ অ্যান্টেনার উল্লম্ব উভয় পরিবাহীতে ভিন্ন মানের ভোল্টেজ E_1 ও E_2 উৎপন্ন হয়, যা একটি অন্যটিকে বাধা দেয়, অর্থাৎ একটি অপরটির বিপরীত হয়।



চিত্র ঃ ১১.২

লুপে প্রবাহিত কারেন্টের মান ও দিক এ দু'টি ভোল্টেজের মান ও দিকের উপর নির্ভর করে। ১১.২ (C) এর ক্ষেত্রে দু'টি ভোল্টেজের মান সমান, কিন্তু দিক বিপরীত হওয়ায় মোট ভোল্টেজ শূন্য এবং কারেন্ট প্রবাহ শূন্য হয়। এ পরিস্থিতি তখন সৃষ্টি হয়, যখন আগত তরঙ্গের দিক লুপ তলের সাথে লম্ব হয়। ১১.২ (A) এবং ১১.২ (E) এর ক্ষেত্রে আগত তরঙ্গের দিক লুপের তলের সাথে প্যারালাল হয় এবং উৎপন্ন ভোল্টেজের মান ও দিক ভিন্ন হয়। ফলে, একটি ভোল্টেজ পার্থক্য সৃষ্টি হয়। একইভাবে , ওয়েভ এবং

লুপ তলের বিভিন্ন অবস্থানে লুপে উৎপন্ন ভোল্টেজ ভিন্ন হয় এবং একটি লব্ধি ভোল্টেজ পাওয়া যায়, যার ফলে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এর গাণিতিক সমীকরণ নিম্নরূপঃ

ধরি,

N = লুপে টার্নের সংখ্যা

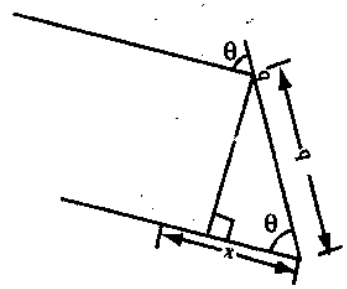
λ = রেডিও ওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য মিটার

θ = লুপ তলের সাপেক্ষে আগত তরঙ্গের দিক

$\in$ = ওয়েভের শক্তি, V/m

a = লুপ ক্ষেত্রফল, বর্গমিটার

১১.৩ নং চিত্রে লুপ এন্টেনার টপ ভিউ দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ১১.৩

১১.১ (গ) নং চিত্রে হতে পাওয়া যায়–

$\frac{x}{b} = \cos\theta \therefore x = b\cos\theta$.....(1)

A এবং B বিন্দুর মধ্যে ফেজ পার্থক্য $= \frac{2\pi}{\lambda} . x = \frac{2\pi}{\lambda} b\cos\theta$

প্রতি উল্লম্বতলে ভোল্টেজ উৎপন্ন $= a\in N$

লুপের আড়াআড়িতে রেজাল্টান্ট ভোল্টেজ মান হবে e_1 এবং e_2 এর পার্থক্যের সমান।

$\therefore E_1 - E_2 = a\in N \sin\left(\frac{2\pi b}{\lambda}\right)\cos\theta$ ..... (2)

যদি ফেজ পার্থক্য খুব কম হয়, তবে

$E_1 - E_2 = 2\pi\in N\left[\frac{ab}{\lambda}\cos\theta\right]$ ..... (3)

উপরের (৩) নং সমীকরণ হচ্ছে রেকট্যাংগুলার লুপ অ্যান্টেনা এবং রেজাল্টান্ট ভোল্টেজ সমীকরণ।

১১.৩ লুপ অ্যান্টেনা এর দিক সন্ধানের ধাপ (The step for finding the direction by loop antenna) ঃ

লুপ অ্যান্টেনা এর দিক সন্ধানের ধাপ নিচে দেওয়া হলো–

১। লুপ অ্যান্টেনা এর ইনপুট ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে ট্রান্সমিট করা হয়।

২। এই ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ ট্রান্সমিটিং স্টেশনের দিক নির্ণয় করে।

৩। ট্রান্সমিটিং স্টেশনের মাধ্যমে ওয়েভকে কর্তন করা হয়।

৪। তাই ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়।

৫। লুপ ভোল্টেজ শূন্য হয় তখন প্রবাহিত কারেন্ট ও শূন্য হয়।

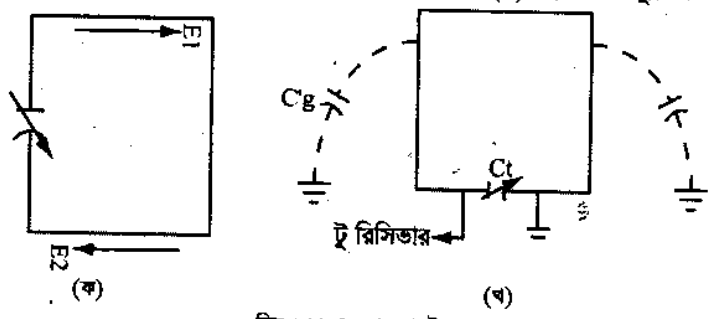
৬। ওয়েভ একই দিকে থাকার ফলে লুপ ভোল্টেজ সর্বোচ্চ হয়।

৭। তখন ট্রান্সমিটিং স্টেশন প্যারালালে অবস্থান করে।

৮। আউটপুটকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তর করে।

১১.৪ লুপ অ্যান্টেনা, রূপান্তরিত লুপ অ্যান্টেনা এবং অ্যাডকক অ্যান্টেনার গঠন এবং প্রয়োগ (Construction and application of loop, modified loop and Adcock antenna) ঃ

লুপ অ্যান্টেনা (Loop Antenna) ঃ এটি একটি অ্যান্টেনা, যা ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রূপান্তরিত করে। এর আকৃতি লুপের ন্যায় বিধায় এরূপ নামকরণ করা হয়েছে। লুপ অ্যান্টেনাকে এর তলের উল্লম্বভাবে স্থাপন করা হয় এবং এর উল্লম্ব অক্ষের উপর ঘুরে। ১১.৪ (ক) নং চিত্রে একটি লুপ অ্যান্টেনা এবং ১১.৪ (খ) নং চিত্রে বৈদ্যুতিক সংযোগ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১১.৪ লুপ অ্যান্টেনা

এটি ট্রান্সমিটিং স্টেশনের দিক নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়। এটি যখন কোন ওয়েভ কর্তন করে, তখন উহার উল্লম্ব পরিবাহীদ্বয়ে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। উক্ত ভোল্টেজদ্বয় পরস্পরের সাথে বিপরীত মানের হয়। ফলে, লুপের মোট ভোল্টেজ উক্ত ভোল্টেজদ্বয়ের পার্থক্যের সমান। লুপের তল যখন ওয়েভের ৯০° কোণে অবস্থান করে, তখন উভয় পরিবাহীতে উৎপন্ন ভোল্টেজ সমান হয়। ফলে, লুপ ভোল্টেজ শূন্য হয় এবং প্রবাহিত কারেন্টও শূন্য হয়। আবার লুপের তল যখন ওয়েভের একই দিকে থাকে, তখন একটি পরিবাহীতে সর্বোচ্চ এবং একটি পরিবাহীতে সর্বনিম্ন ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। ফলে, লুপের ভোল্টেজ সর্বোচ্চ মানের হয়। লুপ তল যদি ওয়েভের সাথে কৌণিকভাবে অবস্থান করে, তবে লুপ ভোল্টেজের মান সে অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়। লুপকে যদি উল্লম্ব অক্ষ বরাবর ঘুরানো হয়, তবে কোনো একটি ট্রান্সমিটিং স্টেশনের সাপেক্ষে একটি অবস্থানে তাতে উৎপন্ন ভোল্টেজ শূন্য হয়। তখন লুপের তলের সাথে ট্রান্সমিটিং স্টেশন লম্বভাবে অবস্থান করে। আবার একটি অবস্থানে উৎপন্ন ভোল্টেজ সর্বোচ্চ হয়, তখন ট্রান্সমিটিং স্টেশন লুপ তলের একই দিকে বা প্যারালালে অবস্থান করে। এভাবে লুপ অ্যান্টেনাকে ঘুরিয়ে ট্রান্সমিটিং স্টেশনের দিক সনাক্ত করা যায়।

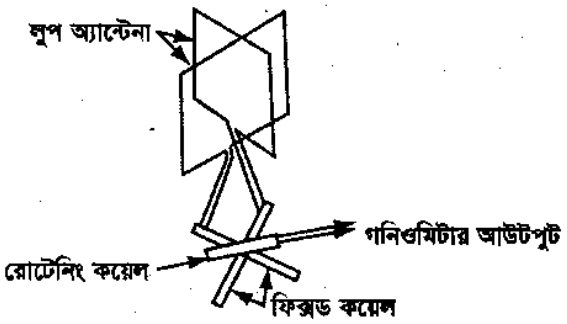
কিন্তু লুপ অ্যান্টেনার ক্ষেত্রে কিছু ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়। ধরা যাক, একটি লুপ অ্যান্টেনা বৈদ্যুতিকভাবে অসম। এটি ১১.৪ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। যখন অ্যান্টেনাকে ওয়েভের লম্ব অবস্থানে স্থাপন করা হয়, তখন লুপে ভোল্টেজ শূন্য হয়। কিন্তু ক্যাপাসিটরের C_t এর ভোল্টেজের জন্য একটি দুর্বল সিগন্যাল C_g ক্যাপাসিটরের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। কিন্তু C_g' ক্যাপাসিটরের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় না। ফলে রিসিভারে একটি দুর্বল করেন্ট প্রবাহিত হয়, যার প্রেক্ষিতে অ্যান্টেনার দিক সামান্য পরিবর্তন হয়। এ ধরনের ত্রুটিকে অ্যান্টেনা ইফেক্ট বলে। একইভাবে আবার অ্যান্টেনার দু'টি নাল অবস্থার মধ্যে ফেজ পার্থক্য ১৮০° পরিলক্ষিত হয় না।

এ ছাড়াও লুপ অ্যান্টেনাতে অ্যান্টেনার অবস্থানজনিত ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়। কারণ, অ্যান্টেনাকে সমতলভাবে এবং উচ্চ পরিবাহীতা বিশিষ্ট করে স্থাপন করতে হয়। কোনো বৃহৎ তল বা দূরবর্তী স্থানের বস্তু থেকে ওয়েভ প্রতিফলিত হয়ে এসে অ্যান্টেনায় ধরা পড়ে। ফলে, ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়।

আবার রাত্রিকালে পোলারাইজেশন ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়। একে নাইট ইফেক্টও বলা হয়। রাত্রিকালে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ আকাশের কোনো তল থেকে প্রতিফলিত হয়ে আসে। এটিকে নিম্নমুখী ওয়েভ বলা হয়। এ ওয়েভ এসে অ্যান্টেনায় ভোল্টেজ উৎপন্ন করে বা পার্শ্বতলে উৎপন্ন ভোল্টেজকে প্রবাহিত করে। ফলে, ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়। এসব ত্রুটি পরিহার করার ব্যবস্থা লুপ অ্যান্টেনাতে নেই।

রূপান্তরিত লুপ অ্যান্টেনা (Modified loop Antenna) ঃ লুপ অ্যান্টেনাকে খুব ছোট করে তৈরি করা হয়, যাতে একে সহজেই ঘুরানো যায়। এর ফলে অ্যান্টেনায় উৎপন্ন ভোল্টেজ খুব কম হয় এবং রিসিভারকে লুপের কাছাকাছি স্থাপন করতে হয়। কিন্তু এ ব্যবস্থা শিপ-বোডের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা খুব সহজ নয়। এ অসুবিধাদ্বয়কে সহজেই পরিহার করা যায় রূপান্তরিত লুপ এন্টেনা বা গনিওমিটার ব্যবস্থায়। এটা দু'টি স্থির লুপ এর সমন্বয়ে গঠিত, যা পরস্পরের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত। যেহেতু লুপদ্বয় স্থির, সেহেতু তাদেরকে যথাসম্ভব বড় করে তৈরি করা যায়। দু'টি লুপের আউটপুট একটি গনিওমিটারে একত্রিত করা হয়। গনিওমিটার দু'টি স্থির ওয়াইন্ডিং এর সমন্বয়ে গঠিত, যা পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। এদেরকে স্টেটরও বলা হয়। এ দুই ওয়াইন্ডিং এর ঠিক

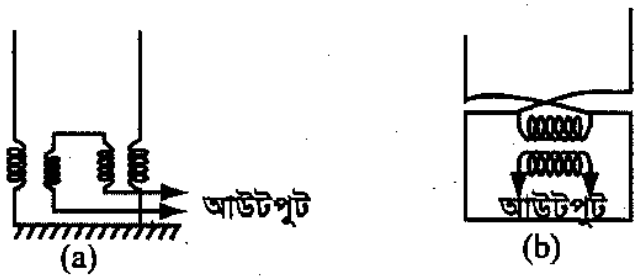
মাঝখানে একটি ওয়াইন্ডিং থাকে, যাকে রোটর বলা হয়। রোটর তার অক্ষের উপর সুষমভাবে ঘুরতে পারে। ১১.৫ নং চিত্রে একটি রূপান্তরিত লুপ এন্টেনা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১১.৫ পরিমিত লুপ অ্যান্টেনা

দু'টি লুপের আউটপুট দু'টি স্টেটরের সাথে যুক্ত করা হয়। রোটরের আউটপুট রিসিভারে প্রেরণ করা হয়। স্টেটর কয়েলকে এমনভাবে পরিকল্পনা করা হয়, যাতে প্রত্যেকটির স্টেটরের পারস্পরিক ইন্ডাকট্যান্স এবং রোটর কয়েলের ইন্ডাকট্যান্স, রোটর ও স্টেটর অক্ষের মধ্যবর্তী কোণের কোসাইন মানের সামানুপাতিক হয়। রোটরের যেকোনো অবস্থানে রোটর আউটপুট এবং ওয়েভের দিকের মধ্যে সম্পর্ক এমন হয় যে, সাধারণ লুপ এন্টেনার দিকের বৈশিষ্ট্যের অনুরূপ। ফলে, এ ব্যবস্থা একটি লুপ এন্টেনার সমতুল্য এবং একে লুপ এন্টেনার উন্নত রূপ হিসাবে বিবেচনা করা হয়।

অ্যাডকক অ্যান্টেনা (Adcock Antenna) ঃ অনুভূমিকভাবে সজ্জিত নিম্নমুখী স্কাই ওয়েভ এর ফলে লুপ অ্যান্টেনায় যে ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়, অ্যাডকক অ্যান্টেনার সাহায্যে এটি সম্পূর্ণরূপে পরিহার করা যায়। এ সুবিধা পাওয়ার জন্য লুপ অ্যান্টেনার অনুভূমিক দু'টি পরিবাহীকে সরিয়ে নেয়া হয় অথবা তাদেরকে এমনভাবে সজ্জিত করা হয়, যাতে অনুভূমিক তলে উৎপন্ন ভোল্টেজ পরস্পরের সমান এবং বিপরীত হয়। ফলে, একটি অপরটিকে বাতিল করে। কিন্তু উল্লম্ব তল লুপ অ্যান্টেনার অনুরূপ। এ নীতির উপর ভিত্তি করে অ্যাডকক অ্যান্টেনা কাজ করে। দু'ধরনের অ্যাডকক অ্যান্টেনা ব্যবহার করা হয়। ১১.৬ নং চিত্রে তাদের দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ১১.৬ অ্যাডকক অ্যান্টেনা

উল্লম্বভাবে সজ্জিত ওয়েভের ক্ষেত্রে, অ্যাডকক অ্যান্টেনার কাজ সাধারণ লুপ অ্যান্টেনার অনুরূপ। কারণ, উল্লম্ব পরিবাহীতে উৎপন্ন ভোল্টেজ একটি অন্যটির বিপরীত মানের হয় এবং লুপের ভোল্টেজ তাদের পার্থক্যের সমান হয় এবং মোট ভোল্টেজের পোলারিটি অনুযায়ী কারেন্ট প্রবাহিত হয়। কিন্তু যখনই কোনো নিম্নগামী অনুভূমিক ওয়েভ আসে, তখন তার অনুভূমিক পরিবাহীদ্বয়ে উৎপন্ন ভোল্টেজ সমান হয়। কারণ, ওয়েভের দিক এবং অ্যান্টেনা তল পরস্পরের সাথে সমান্তরাল হয়। ফলে, উভয় পরিবাহীতে একই পরিমাণ ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। পরিবাহীদ্বয়কে এমনভাবে যুক্ত করা হয়, যাতে তাদের পোলারিটি পরস্পরের সাথে বিপরীত হয় এবং একটি অপরটিকে বাতিল করে। ফলে, নিম্নমুখী অনুভূমিক ওয়েভ এর কোন প্রভাব থাকে না এবং এ জন্য কোন ত্রুটিও পরিলক্ষিত হয় না।

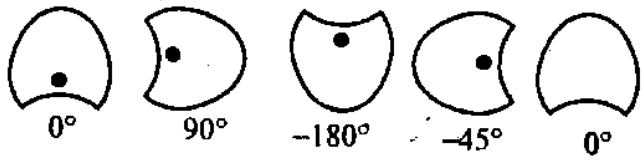
ভূমির সাপেক্ষে উভয় তলের সাথে সুষম এবং যথাযথ ইলেকট্রোস্ট্যাটিক ঢাল ব্যবহার করে অ্যাডকক অ্যান্টেনার ত্রুটি পরিহার করা যায়। এটি ৫ মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সিতে ১৬০ কিলোমিটার পর্যন্ত সঠিকভাবে দিক নির্ণয় করতে পারে। বৈদ্যুতিকভাবে অ্যাডকক অ্যান্টেনা এক টার্ন বিশিষ্ট লুপ অ্যান্টেনার সমতুল্য হয়। ফলে, আউটপুট খুব কম হয়। এ ক্ষতি পূরণের জন্য উল্লম্ব অ্যান্টেনাকে খুব বড় করে তৈরি করা হয়। চলমান স্থাপনের ক্ষেত্রে বৃহৎ অ্যাডকক অ্যান্টেনা অসুবিধাজনক। অ্যাডকক অ্যান্টেনার অন্য অসুবিধা হল, অভ্যন্তরীণ ইম্পিড্যান্স খুব বেশি। এটি উচ্চ ক্যাপাসিটিভ মানের হয় এবং রিসিভার ইনপুট সার্কিটে অসুবিধার সৃষ্টি করে।

লুপ অ্যান্টেনার ক্ষেত্রে যেভাবে দিক নির্ণয় করা হয়, একইভাবে অ্যাডকক অ্যান্টেনাতে নির্ণয় করা হয়।

১১.৫ VHF অমনিডাইরেকশনাল রেঞ্জের মূলনীতি (Basic principle of very high frequency omnidirectional range, VOR) ঃ

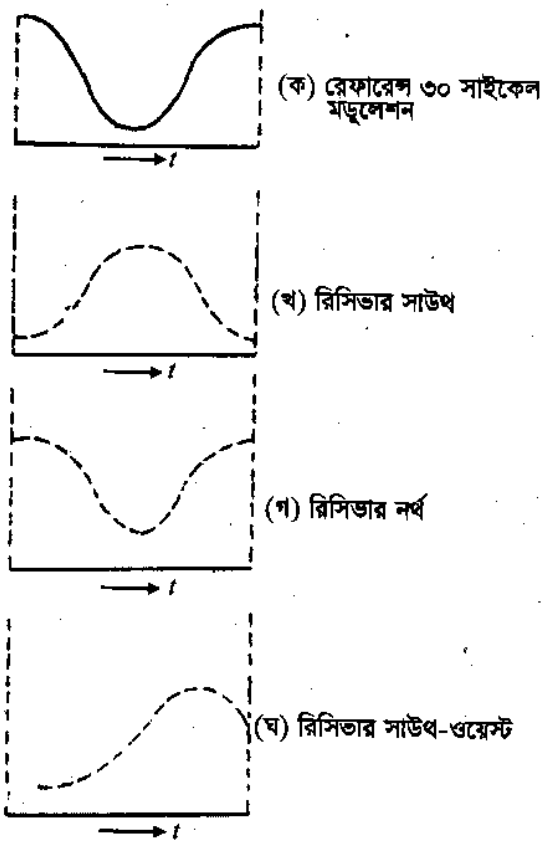
একে VOR পদ্ধতি বলা হয়। এটি LORAN পদ্ধিতির অনেক সীমাবদ্ধতা পরিহার করতে সক্ষম। এটি ১০৮ থেকে ১৩৬ মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে।

VOR ট্রান্সমিটার এমন একটি অ্যান্টেনা পদ্ধতি, যার ডিরেকশনাল প্যাটার্ন প্রতি মুহূর্তে পরিবর্তিত হয়। এরূপ প্যাটার্নকে লিমাকন বলে। ১১.৭ নং চিত্রে এরূপ প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ১১.৭ VOR পদ্ধতির ডিরেকশনাল প্যাটার্ন

লিমাকন প্রতি সেকেন্ডে ৩০ বার ঘুরে থাকে। এ ঘূর্ণন রিসিভিং প্রান্তে অসম হয়। কারণ, এটিকে মডুলেশন করার জন্য ৩০ হার্টজ হারে পরিবর্তিত হয়। ৩০ হার্টজ মডুলেশনের ফেজ ট্রান্সমিটিং স্টেশন এবং রিসিভারের মধ্যে আপেক্ষিক দূরত্বের উপর নির্ভর করে। এ অবস্থা ১১.৮ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ১১.৮ VOR পদ্ধতির ফেজ সম্পর্ক

রেফারেন্সের জন্য একটি রেফারেন্স ফেজ ব্যবহার করা হয়। ট্রান্সমিটিং স্টেশনের সাপেক্ষে এয়ারক্র্যাফটের গমনের উপর এ সিগন্যাল নির্ভরশীল নয়। এটি একটি ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেটেড সিগন্যাল। এর ফ্রিকোয়েন্সি ৩০ হার্টজ-এ ৯৯৬০ হার্টজ এবং এটি অ্যান্টেনা প্যাটার্নের সাথে সিনক্রোনিজমের জন্য করা হয়। পরবর্তীতে এটি ক্যারিয়ার বিকিরণে অ্যামপ্লিটিউড মডুলেশন করা হয়। রেফারেন্স ফ্রিকোয়েন্সি মডুলেটেড সিগন্যালের ফেজ এমন হয় যে, যখন গ্রাহক প্রান্তে VOR এর অ্যান্টেনার ঘূর্ণনের অবস্থান নর্থ বা উত্তরে থাকে, তখন ৩০ হার্টজ মডুলেশন সিগন্যালের একই ফেজে অবস্থান করে।

এয়ারক্র্যাফটে VOR সুবিধা পাওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়। এর জন্য একটি ব্রডব্যান্ড অমনি-ডাইরেকশনাল অ্যান্টেনা এবং একটি মাল্টিচ্যানেল AM রিসিভার ব্যবহার করা হয়, যাকে একটি কাঙ্ক্ষিত ব্যান্ড গ্রহণ করার জন্য টিউন্ড করা যায়। এ ছাড়াও গ্রহণকৃত সিগন্যাল ডিসপ্লে করার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়। বর্তমানকালে VOR এবং ILS সিগন্যাল গ্রহণ করার জন্য একটি সাধারণ রিসিভার ব্যবহার করা হয়। রিসিভারের আউটপুটকে প্রয়োজনীয় ডিসপ্লে ইউনিটের সাথে যুক্ত করা হয়। রিসিভারে ব্যবহৃত ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড ১০৮ থেকে ১৩৫.৯৫ মেগাহার্টজ, যা ৫০ কিলোহার্টজ-এ পৃথককৃত ৫৬০ টি চ্যানেল ব্যবহৃত হয়। রিসিভারে ধারাবাহিক টিউনিং এর পরিবর্তে স্পট টিউনিং ব্যবহার করা হয়। এন্টেনা প্যাটার্ন ঘূর্ণনের জন্য রিসিভার সরাসরি ৩০ হার্টজ অ্যামপ্লিটিউড মডুলেশন পুনরুদ্ধার করে। ফিল্টারের সাহায্যে ৯৯৬০ হার্টজ সাবক্যারিয়ার সিগন্যাল নির্ধারণ করা হয় এবং ডিমডুলেশন করে ৩০ হার্টজ পুনরুদ্ধার করা হয়। এটি মূলত রেফারেন্স সিগন্যাল। এ দুই সিগন্যালের ফেজ পার্থক্য নর্থ এর সাপেক্ষে ট্রান্সমিটার হতে এয়ারক্র্যাফটের গমন বা অবস্থান নির্দেশ করে। একটি ফেজ মিটার আউটপুট ডিসপ্লের জন্য ব্যবহৃত হয়।

VOR ট্রান্সমিটার ৫০ থেকে ২০০ ওয়াট শক্তি বিকিরণ করে। VOR পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত ত্রুটি পরিলক্ষিত হয় ঃ

১। অবস্থান স্থলের অনিয়মজনিত ত্রুটি,

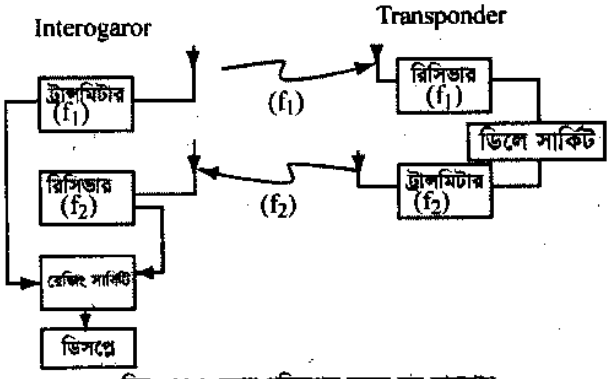
২। ভূমিতে স্টেশন এবং এয়ারক্র্যাফটে স্থাপিত যন্ত্রপাতির ত্রুটি,

৩। পোলারাইজেশন-জনিত ত্রুটি।

১১.৬ দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্র (Distance Measuring Equipments DME) ঃ

দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্র একটি সেকেন্ডারি রাডার পদ্ধতি। এর একটি অংশ ইন্টারোগেটর, যা এয়ারক্র্যাফটে স্থাপন করা হয়। এর অপর অংশ ট্রান্সপন্ডার, যা ভূমিতে স্থাপন করা হয়। ইন্টারোগেটর পালস ট্রান্সমিটার রিসিভার উপাদান সমন্বয়ে গঠিত। অপরদিকে, ট্রান্সপন্ডার পালস রিসিভার ট্রান্সমিটার উপাদান সমন্বয়ে গঠিত। ইন্টারোগেটর f_1 ফ্রিকোয়েন্সির একটি পিরিয়ডিক RF পালস প্রেরণ করে। এ সিগন্যাল ট্রান্সপন্ডার গ্রহণ করে। গৃহীত সিগন্যালকে ট্রান্সপন্ডার প্রথমে বর্ধিত করে ডিমডুলেটেড করে। পুনরায় একে মডুলেটেড করে অন্য ফ্রিকোয়েন্সি, f_2 তে প্রেরণ করে। ট্রান্সপন্ডার সিগন্যাল গ্রহণের কিছু সময় পর এ সিগন্যাল প্রেরণ করে থাকে। এয়ারক্র্যাফটের রিসিভারকে টিউন্ড করে f_2 ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট সিগন্যাল গ্রহণ করে, যা ট্রান্সপন্ডার প্রেরণ করেছিল। এয়ারক্র্যাফটের এ রিসিভার প্রেরিত এবং গৃহীত সিগন্যালের মধ্যে সময় পার্থক্য নির্ণয় করে এয়ারক্র্যাফট এবং ভূমির মধ্যে দূরত্ব পরিমাপ করে।

একটি দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্রে ইন্টারোগেটর ১০২৫ থেকে ১১৫০ মেগাহার্টজ ব্যান্ডের ফ্রিকোয়েন্সিতে কাজ করে। এর এক মেগাহার্টজ দূরত্বে চ্যানেল গতি ১২৬। ট্রান্সপন্ডার ৯৬২ থেকে ১২১৩ মেগাহার্টজ ব্যান্ডে কাজ করে। যেকোনো চ্যানেলের জন্য f_1 এবং f_2 ধ্রুবক এবং তাদের মধ্যে ফ্রিকোয়েন্সি পার্থক্য ৬৩ মেগাহার্টজ। ইন্টারোগেটরের আউটপুট পাওয়ার রেঞ্জ ৫০W থেকে 1kW এবং এটি ব্যবহৃত যন্ত্রের উপরে নির্ভর করে। ট্রান্সপন্ডারকে বিকোনও বলা হয়। এটি প্রতি ৩৭ সেকেন্ড পর পর ৩ সেকেন্ড পিরিয়ডের সিগন্যাল প্রেরণ করে এবং এটি পরিচিত সিগন্যাল হিসাবে পর্যবেশিত হয়। এ পরিচিত সিগন্যাল মর্স কোড আকারে প্রেরণ করা হয়ে থাকে। ডিসপ্লে ইউনিটে মিটার একক দূরত্বে প্রদর্শিত হয়।



চিত্র ঃ ১১.৯ দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্রের ব্লক ডায়াগ্রাম

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। রেডিও ডাইরেকশন ফাইন্ডিং কেন ব্যবহৃত হয়?

উত্তর ঃ ইলেকট্রনিক নেভিগেশনে গ্রাহক প্রান্তে-ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ পৌছার দিক নির্ণয় করতে এ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

২। কোন ধরনের রেডিও ডাইরেকশন ফাইন্ডিং প্রক্রিয়া বেশি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর ঃ লুপ ডাইরেকশন ফাইন্ডার প্রক্রিয়া বেশি ব্যবহৃত হয়।

৩। লুপ অ্যান্টেনার প্রধান কাজ কী?

উত্তর ঃ লুপ অ্যান্টেনা ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভকে বৈদ্যুতিক সিগন্যালে রুপান্তরিত করে।

৪। লুপ অ্যান্টেনা কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-০৭, ১৩]

উত্তর ঃ লুপ অ্যান্টেনা ট্রান্সমিটিং স্টেশনের দিক নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়।

৫। অ্যাডকক অ্যান্টেনাতে কীভাবে দিক নির্ণয় করা হয়?

উত্তর ঃ লুপ অ্যান্টেনার ক্ষেত্রে যেভাবে দিক নির্ণয় করা হয়, একইভাবে অ্যাডকক অ্যান্টেনাতে ও নির্ণয় করা হয়।

৬। VOR-এর পূর্ণ অর্থ কী? [বাকাশিবো-০৬, ১০]

উত্তর ঃ VOR অর্থ "Very high frequency omnidirectional range".

৭। VOR কোন ফ্রিকোয়েন্সিতে কাজ করে?

উত্তর ঃ VOR ১০৮ থেকে ১৩৬ মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে।

৮। লিমাকন প্রতি সেকেন্ডে কত বার ঘুরে?

উত্তর ঃ লিমাকন প্রতি সেকেন্ডে ৩০ বার ঘুরে থাকে।

৯। বর্তমান কালে VOR এবং ILS সিগন্যাল কীভাবে গ্রহণ করা হয়?

উত্তর ঃ বর্তমানে VOR এবং ILS সিগন্যাল গ্রহণ করার জন্য একটি সাধারণ রিসিভার ব্যবহার করা হয়।

১০। দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্রের প্রধান দুটি অংশ কী কী?

অথবা, Distance masuring equipment এর প্রধান প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ? [বাকাশিবো-২০০৩]

অথবা, DMZ এর তালিকা লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ প্রধান দুটি অংশ হল ঃ

(i) ইন্টারোগেটর, যা এয়ারক্রাফ্টে স্থাপন করা হয়

(ii) ট্রান্সপন্ডার, যা ভূমিতে স্থাপন করা হয়।

১১। DME-এর পূর্ণ অর্থ কী? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]

উত্তর ঃ DME এর পূর্ণ অর্থ হল "Distance Measuring Equipments".

১২। ট্রান্সপন্ডারের ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড কত?

উত্তর ঃ ট্রান্সপন্ডার ৯৬২ থেকে ১২১৩ মেগাহার্টজ ব্যান্ডে কাজ করে।

১৩। Modified loop বা রূপান্তরিত লুপ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ যে অ্যান্টেনাতে লুপ খুব ছোট করে তৈরি করা হয়, যা সহজে একে ঘোরানো যায় তাকে Modified লুপ বা রূপান্তরিত লুপ বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। অ্যান্টেনা ইফেক্ট বলতে কী বুঝ?

উত্তর: যখন অ্যান্টেনাকে ওয়েভের লম্ব অবস্থানে স্থাপন করা হয়, তখন লুপে ভোল্টেজ শূন্য হয়। ফলে, রিসিভারে একটি দুর্বল কারেন্ট প্রবাহিত হয়, যার প্রেক্ষিতে অ্যান্টেনার দিক সামান্য পরিবর্তন হয়। এ ধরনের ত্রুটিকে অ্যান্টেনা ইফেক্ট বলে।

২। নাইট ইফেক্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর: রাত্রিকালে লুপ অ্যান্টেনায় পোলারাইজেশন ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়, একে নাইট ইফেক্ট বলে।

৩। লুপ অ্যান্টেনায় কী কী ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়?

উত্তর: (i) অ্যান্টেনার অবস্থানজনিত ত্রুটি,

(ii) পোলারাইজেশন ত্রুটি,

(iii) অ্যান্টেনা ইফেক্ট।

৪। গনিওমিটার ব্যবস্থা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর: লুপ অ্যান্টেনার বিভিন্ন ত্রুটি পরিহার করার জন্য রূপান্তরিত (modified) লুপ অ্যান্টেনা ব্যবস্থাকে গনিওমিটার ব্যবস্থাপনা বলা হয়। এটি দু'টি স্থির লুপ এর সমন্বয়ে গঠিত, যা পরস্পরের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত। যেহেতু লুপদ্বয় স্থির, সেহেতু তাদেরকে যথাসম্ভব বড় করে তৈরি করা যায়। দু'টি লুপের আউটপুটকে একটি গনিওমিটারে একত্রিত করা হয়।

৫। গনিওমিটার কীভাবে গঠিত হয়?

উত্তর: গনিওমিটার দুটি স্থির ওয়াইন্ডিং এর সমন্বয়ে গঠিত, যা পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। এদেরকে স্টেটরও বলা হয়। এই দুই ওয়াইন্ডিং এর ঠিক মাঝখানে একটি ওয়াইন্ডিং থাকে, যাকে রোটর বলা হয়। রোটর তার অক্ষের উপর সুষমভাবে ঘুরতে পারে।

৬। লুপ অ্যান্টেনার ত্রুটি কীভাবে দূর করা যায়?

উত্তর: আনুভূমিকভাবে সজ্জিত নিম্নমুখী স্কাইওয়েভের ফলে লুপ অ্যান্টেনার যে ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়, অ্যাডকক অ্যান্টেনার সাহায্যে এটা সম্পূর্ণভাবে পরিহার করা যায়। এ সুবিধা পাওয়ার জন্য লুপ অ্যান্টেনায় আনুভূমিক দুটি পরিবাহীকে সরিয়ে নেয়া হয় অথবা তাদেরকে এমনভাবে সজ্জিত করা হয়, যাতে আনুভূমিক তলে উৎপন্ন ভোল্টেজ পরস্পরের সমান এবং বিপরীত হয়। এর ফলে একটি অপরটিকে বাতিল করে। কিন্তু উল্লম্ব তল লুপ অ্যান্টেনার অনুরূপ। এ নীতির উপর ভিত্তি করে এডকক অ্যান্টেনা কাজ করে।

৭। অ্যাডকক এন্টেনার ত্রুটি কীভাবে পরিহার করা যায়?

উত্তর: ভূমির সাপেক্ষে উভয় তলের সাথে সুষম এবং যথাযথ ইলেকট্রোস্ট্যাটিক ঢাল ব্যবহার করে অ্যাডকক অ্যান্টেনার ত্রুটি পরিহার করা যায়।

৮। অ্যাডকক অ্যান্টেনার অসুবিধা কী কী?

উত্তর:

(i) চলমান স্থাপনের ক্ষেত্রে বৃহৎ অ্যাডকক অ্যান্টেনা অসুবিধাজনক,

(ii) ইহার অভ্যন্তরীণ ইম্পিডেন্স খুব বেশি। এটি উচ্চ ক্যাপাসিটিভ মানের হয় এবং রিসিভার ইনপুট সার্কিটে অসুবিধার সৃষ্টি করে।

রেটিং এইচসি সম্পর্কে ধারণা

[বাকাশিবো–২০১২]

৯। **লিমাকন বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ VOR ট্রান্সমিটার এমন একটি অ্যান্টেনা পদ্ধতি, যার ডিরেকশনাল প্যাটার্ন প্রতি মুহূর্তে পরিবর্তি হয়। এরূপ প্যাটার্নকে লিমাকন বলে।

১০। **এয়ারক্র্যাফটে VOR সুবিধা পাওয়ার জন্য কোন কোন প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ নিম্নের যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় ঃ

(i) ব্রড ব্যান্ড অমনিডাইরেকশনাল অ্যান্টেনা ,

(ii) মাল্টিচ্যানেল AM রিসিভার।

১১। **VOR পদ্ধতির ত্রুটিগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ (VOR) পদ্ধতিতে নিম্নলিখিত ত্রুটি পরিলক্ষিত হয় ঃ

(i) অবস্থান স্থলের অনিয়মজনিত ত্রুটি,

(ii) ভূমিতে স্টেশন এবং এয়ারক্র্যাফ্টে স্থাপিত যন্ত্রপাতির ত্রুটি,

(iii) পোলারাইজেশন-জনিত ত্রুটি।

[বাকাশিবো–২০০৬, ১০, ১২, ১৫]

১২। **DME-এর মূলনীতি বর্ণনা কর।**

[বাকাশিবো–২০০৭]

অথবা, দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্র (DME) কীভাবে কাজ করে।

উত্তর ঃ দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্র একটি সেকেন্ডারি রাডার পদ্ধতি। এর একটি অংশ ইন্টারোগেটর, যা এয়ারক্র্যাফ্টে স্থাপন করা হয়। এর অপর অংশ ট্রান্সপন্ডার, যা ভূমিতে স্থাপন করা হয়। ইন্টারোগেটর পালস ট্রান্সমিটার রিসিভার উপাদান সমন্বয়ে গঠিত। অপরদিকে, ট্রান্সপন্ডার পালস রিসিভার ট্রান্সমিটার উপাদান সমন্বয়ে গঠিত। ইন্টারোগেটর f_1 ফ্রিকোয়েন্সির একটি পিরিয়ডিক RF পালস প্রেরণ করে। এ সিগন্যাল ট্রান্সপন্ডার গ্রহণ করে। গৃহীত সিগন্যালকে ট্রান্সপন্ডার প্রথমে বর্ধিত করে ডিমডুলেটেড করে। পুনরায় একে মডুলেটেড করে অন্য ফ্রিকোয়েন্সি, f_2 তে প্রেরণ করে। ট্রান্সপন্ডার সিগন্যাল গ্রহণের কিছু সময় পর এ সিগন্যাল প্রেরণ করে থাকে। এয়ারক্র্যাফ্টের রিসিভারকে টিউন্ড করে f_2 ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট সিগন্যাল গ্রহণ করে, যা ট্রান্সপন্ডার প্রেরণ করেছিল। এয়ারক্র্যাফ্টের এ রিসিভার প্রেরিত এবং গৃহীত সিগন্যালের মধ্যে সময় পার্থক্য নির্ণয় করে এয়ারক্র্যাফ্ট এবং ভূমির মধ্যে দূরত্ব পরিমাপ করে।

[বাকাশিবো–২০১১]

১৩। **লুপ অ্যান্টিনার ব্যবহারিক লেখ।**

উত্তর ঃ এটি ট্রান্সমিটিং স্টেশনের দিক নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়। এটি যখন কোন ওয়েভ কর্তন করে, তখন এর উল্লম্ব পরিবাহীদ্বয়ে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। উক্ত বোল্টেজদ্বয় পরস্পরের সাথে বিপরীত মানের হয়। ফলে, লুপের মোট ভোল্টেজ উক্ত ভোল্টেজদ্বয়ের পার্থক্যের সমান। লুপের তল যখন ওয়েভের 90° কোণে অবস্থান করে, তখন উভয় পরিবাহীতে উৎপন্ন হয়। ফলে, লুপের ভোল্টেজ সর্বোচ্চ মানের হয়। লুপ তল যদি ওয়েভের সাথে কৌণিকভাবে অবস্থান করে, তবে লুপ ভোল্টেজের মান সে অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়। লুপকে যদি উল্লম্ব অক্ষ বরাবর ঘুরানো হয়, তবে কোনো একটি ট্রান্সমিটিং স্টেশন লম্বভাবে অবস্থান করে। আবার একটি অবস্থানে উৎপন্ন ভোল্টেজ সর্বোচ্চ হয়, তখন ট্রান্সমিটিং স্টেশন লুপ তলের একই দিকে বা প্যারালালে অবস্থান করে। এভাবে লুপ অ্যান্টেনাকে ঘুরিয়ে ট্রান্সমিটিং স্টেশনের দিক সনাক্ত করা যায়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। রেডিও দিক সন্ধানের (radio direction finding) মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। লুপ অ্যান্টেনার কার্যনীতি গাণিতিক বিশ্লেষণসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। লুপ অ্যান্টেনার গঠন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। লুপ অ্যান্টেনা ও পরিমিত লুপ অ্যান্টেনার মধ্যে পার্থক্য কী? পরিমিত লুপ এন্টেনার গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। অ্যাডকক অ্যান্টেনার ব্যবহার নীতি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। VOR পদ্ধতির মূলনীতি আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১১]

অথবা, VOR এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। VOR পদ্ধতির ডিরেকশনাল প্যাটার্ন ও ফেজ সম্পর্ক বুঝিয়ে বল।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। DME বলতে কী বুঝ? DME এর সাহায্যে কোন বস্তুর দূরত্ব পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। DME এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৬ নং দ্রষ্টব্য।

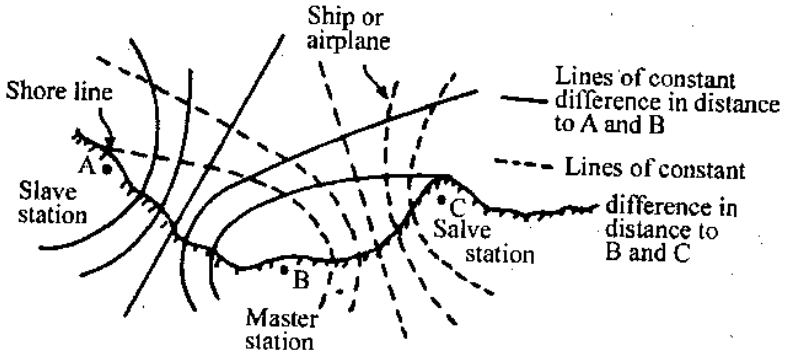
১০। VHF অমিনিডাইরেকশনাল রেঞ্জের মূলনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

অধ্যায়-১২ নেভিগেশন এইড-এর প্রাথমিক ধারণা (Basic concept of navigation aids)

১২.১ লং রেঞ্জ নেভিগেশন (LORAN) ও শর্ট রেঞ্জ নেভিগেশন (SORAN) এর কার্যপদ্ধতি (Operating principle of long range navigation, LORAN and short range navigation, SORAN) ঃ

LORAN বলতে 'Long Range Navigational Aid' এবং SORAN-এর পূর্ণনাম Snort Range Navigation. এর সংক্ষিপ্ত রূপকে বুঝায়। এটি এয়ারক্র্যাফ্ট রিসিভারের দু'টি ট্রান্সমিটার থেকে আগত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের সময় পার্থক্য পরিমাপের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত। এটিকে নেভিগেশনের হাইপারবোলিক পদ্ধতিও বলা হয়। দুটি ট্রান্সমিটিং স্টেশন হতে উচ্চ পাওয়ার প্রেরণ করা হয়। দু'টি ট্রান্সমিটার হতে প্রেরিত পালসের ধ্রুব সময় পার্থক্য জানা থাকে। ফলে, এয়ারক্র্যাফ্টের রিসিভার দু'টি ট্রান্সমিটার হতে প্রেরিত সিগন্যাল যখন গ্রহণ করে, তখন তাদের সময় পার্থক্য থেকে রিসিভার হতে দুটি ট্রান্সমিটারের দূরত্ব নির্ণয় করে। রিসিভিং বিন্দুর সাপেক্ষে দু'টি ট্রান্সমিটিং স্টেশনের একটি নির্দিষ্ট দূরত্বের পার্থক্য একটি হাইপারবোলা নির্দেশ করে, যা ১২.১ নং চিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ঃ ১২.১ LORAN পদ্ধতি

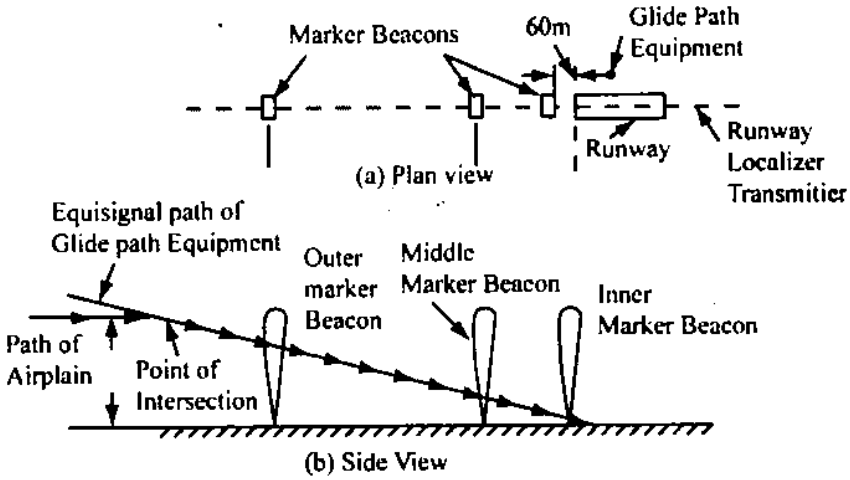
প্রত্যেকটি হাইপারবোলা একটি বিন্দুর সঞ্চার পথ নির্দেশ করে, যা দু'টি স্থির বিন্দু হতে একটি নির্দিষ্ট মানের দূরত্বের পার্থক্য। একটি তৃতীয় স্টেশনও ব্যবহার করা হয়েছে, যা দ্বিতীয় হাইপারবোলা গঠন করে। দু'টি হাইপারবোলার ছেদবিন্দু রিসিভারের অবস্থান নির্দেশ করে থাকে। আদর্শ LORAN ১.৮ থেকে ২ মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে। এর সর্বোচ্চ ট্রান্সমিটিং পাওয়ার ১০০ কিলোওয়াট। পালসের পুনরাবৃত্তির সঠিকতা নিরূপণে ক্রিস্টাল ক্লক ব্যবহার করা হয়। একটি মাস্টার স্টেশন অনির্ভরশীলভাবে কাজ করে। কিন্তু স্লেভ স্টেশন হতে ৩২৫ থেকে ৬৫০ কিলোমিটার দূরে স্থাপন করা হয় এবং তাদের পালস্ প্রেরণের মধ্যে সিনক্রোনিজম করা হয়। এতে ভূমি বা আকাশের ওয়েভ গ্রহণ করা সম্ভব। ভূমির ওয়েভ আদান প্রদান-দিনে সংগঠিত হয়ে থাকে। কিন্তু রাত্রে ভূমি এবং আকাশ উভয়ের ওয়েভই গ্রহণ করা সম্ভব। যদি স্কাই ওয়েভ রিসিপশন ব্যবহার করা হয়, তবে রেঞ্জ বৃদ্ধি লাভ করে। অন্য ধরনের LORAN পদ্ধতির ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড ৯০ থেকে ১১০ কিলোহার্টজ। এতে প্রধান সুবিধা হল, ভূমির ওয়েভ গ্রহণের রেঞ্জ বৃদ্ধি লাভ করে। এতে মাস্টার এবং স্লেভ স্টেশনের মধ্যে দূরত্ব বৃদ্ধি লাভ করে।

১২.২ ইনস্ট্রুমেন্ট ল্যান্ডিং পদ্ধতি (Instrument Landing System, ILS) ঃ

এয়ারক্র্যাফ্ট ফ্লাইট এয়ারপোর্টে অবতরণের মধ্য দিয়ে যাত্রা সমাপ্ত করে। এটি যখন বিমান বন্দরে অবতরণ করে, তখন এটি রানওয়েতে একটি নির্দিষ্ট লাইন পথ অনুসরণ করে। যেহেতু এর গতি খুব বেশি, সেহেতু একে এ পথ পূর্ব থেকেই নির্ধারণ করতে হয়। দিন বা রাত্রিতে যখন দৃশ্যমান অবস্থা ভাল থাকে, তখন অবতরণ প্রক্রিয়া ভূমি এবং অবতরণ লাইট পর্যবেক্ষণ করে সম্পন্ন করা হয়। কিন্তু যখন কোনো কিছু দেখা যায় না, তখন অবতরণের জন্য অবতরণ যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

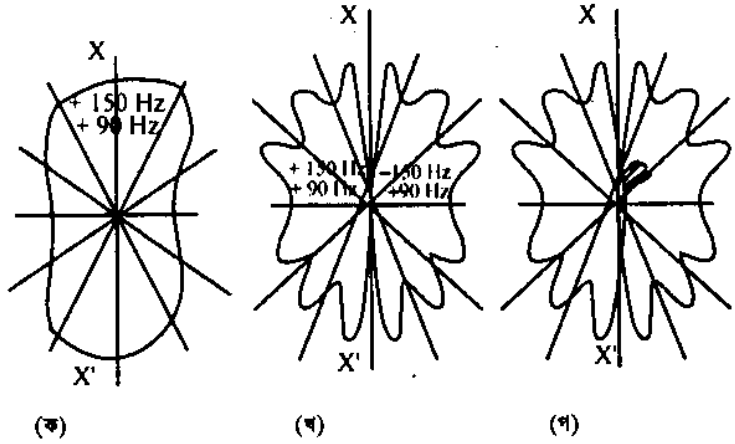
এ পদ্ধতি লোকালাইজার, গ্লাইড স্লোপ এবং মারকার বীকন অন্তর্ভুক্তির মধ্য দিয়ে সম্পন্ন হয়ে থাকে। ১২.২ নং চিত্রে রানওয়ের তুলনায় এদের অবস্থান নির্দেশ করা হয়েছে।

লোকালাইজার এর মাধ্যমে রানওয়ের কেন্দ্র বরাবর একটি উল্লম্বভাবে সম-সিগন্যাল তল সৃষ্টি করা হয়। কিন্তু গ্লাইড স্লোপের সাহয্যে রানওয়ের সাথে কাঙ্ক্ষিত কোণে সম-সিগন্যাল তল সৃষ্টি করা হয়। সাধারণত এ সম-সিগন্যাল তল রানওয়ের সাথে ২° থেকে ৫° কোণ সৃষ্টি করে থাকে। এ দু'টি সম-সিগন্যাল তলের ছেদবিন্দু অবতরণ পথ প্রদর্শন করে। এয়ারক্র্যাফ্ট রানওয়ের যে বিন্দুতে প্রথম স্পর্শ করে, ঐ স্থান হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে তিনটি মারকার বীকন স্থাপন করা হয়ে থাকে। একজন পাইলট এই বীকন-সমূহের অবস্থান সনাক্ত করে অবতরণ পথ অনুসরণ করে থাকে।



চিত্র : ১২.২ ILS পদ্ধতি

লোকালাইজার (Localizer) : রানওয়ের শেষপ্রান্ত হতে প্রায় ৩০০ মিটার দূরে একটি লোকালাইজার স্টেশন স্থাপন করা হয়। এটি একটি ট্রান্সমিটার হিসাবে কাজ করে। এটি Very High Frequency (VHF) ব্যান্ডে কাজ করে এবং এর ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ ১০৮ থেকে ১১২ মেগাহার্টজ। এর দু'টি অ্যান্টেনা পদ্ধতি থাকে। একটি অ্যান্টেনা মডুলেটেড ক্যারিয়ার সিগন্যাল প্রেরণ করে, যার মডুলেশন ডেপথ ৯০ হার্টজ এবং ১৫.০ হার্টজ। এ অ্যান্টেনা কেন্দ্রে স্থাপন করা হয়। অপর অ্যান্টেনা পদ্ধতি দু'টি অ্যারো বহন করে, যাদেরকে দুই প্রান্তে স্থাপন করা হয়। এই দু'অ্যারোতে একটি সাইড ব্যান্ড ৯.০ হার্টজ এবং ১৫০ হার্টজ মডুলেশন প্রয়োগ করা হয়। কেন্দ্র অ্যান্টেনার সাপেক্ষে এ দুই পার্শ্ব অ্যান্টেনায় একটি নির্দিষ্ট ফেজ সম্পর্ক বিদ্যমান থাকে। ১৫০ হার্টজ সাইড ব্যান্ডের ফেজ কেন্দ্র অ্যান্টেনা ফেজের বিপরীত হয়। অর্থাৎ এদের মধ্যে ফেজ পার্থক্য ১৮০°। মডুলেটিং সিগন্যালের উভয় সাইড ব্যান্ডের ফেজ পার্থক্য ৯০° করা হয়। সাইডব্যান্ডের পাওয়ার সমান দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে দু'টি সাইডব্যান্ড অ্যারোতে পাঠানো হয়। কিন্তু তাদের একটির ফেজ ১৮০° প্রয়োগ করা হয়। ১২.৩ নং চিত্রে অ্যান্টেনা পদ্ধতির পোলার প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে।



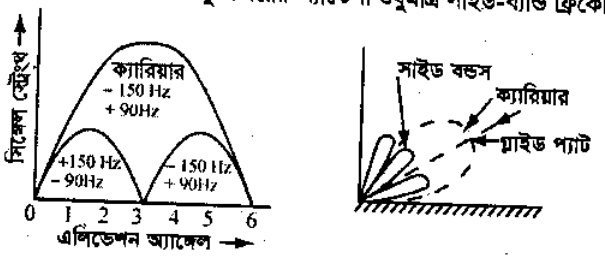
চিত্র : ১২.৩ লোকালাইজারের পোলার প্যাটার্ন– (ক) ক্যারিয়ার অ্যান্টেনা, (খ) সাইডব্যান্ড অ্যান্টেনা, (গ) এদের সমন্বয়

১২.৩ (ক) নং চিত্রে ক্যারিয়ার বা কেন্দ্র অ্যান্টেনার প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। ১২.৩ (খ) নং চিত্রে সাইড ব্যান্ড অ্যান্টেনা পোলার প্যাটার্ন দেখানো হয়েছে। যখন উভয় অ্যান্টেনার প্যাটার্ন একত্রিত করা হয়, তখন যে প্যাটার্ন লব্ধি পাওয়ার যায়, সেটি ১২.৩

(গ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। (গ) নং চিত্রের একপার্শ্বে ৯০ হার্টজ মডুলেশনের প্যাটার্ন এবং অপর পার্শ্বে ১৫০ হার্টজ মডুলেশনের প্যাটার্ন পাওয়া যায়। xx′ রেখা বরাবর সম-সিগন্যাল তল পাওয়া যায়। এয়ারক্র্যাফ্‌ট লোকালাইজার রিসিভার উভয় সিগন্যালই গ্রহণ করে এবং উপযুক্ত ফিল্টারের মধ্য দিয়ে সঞ্চালন করে উভয়কে পৃথক করে এবং পরবর্তীতে এটি মিটারের শূন্যকেন্দ্র নির্দেশ করে। যখন এয়ারক্র্যাফ্‌ট xx′ বরাবর অবস্থান করে। তখন উহার নির্দেশক কাঁটা মিটারের শূন্য অবস্থানে থাকে এবং সেটি কেন্দ্র পথ নির্দেশ করে। যদি এয়ারক্র্যাফ্‌ট কেন্দ্র অবস্থান থেকে ডানে বা বামে সরে যায়, তবে তা ৯০ বা ১৫০ হার্টজ সিগন্যালে অবস্থান করে এবং মিটারের নির্দেশক কাঁটা ডানে বা বামে সরে যায়। এতে পাইলট তার অবস্থান সনাক্ত করতে পারে এবং সঠিক পথ অনুসরণ করতে পারে।

গ্লাইড স্লোপ (Glide Slope) ঃ এ পদ্ধতি প্রায় ৩৩০ মেগাহার্টজ-এ কাজ করে। এটি ভূমির সাথে একটি নির্দিষ্ট কোণে একটি সম-সিগন্যাল তল হতে সৃষ্টি করে। এ জন্য একটি ট্রান্সমিটিং স্টেশন ব্যবহার করা হয়। এ স্টেশনকে রানওয়ের স্পর্শ বিন্দু থেকে যথেষ্ট দূরে স্থাপন করা হয়, যাতে এয়ারক্র্যাফ্‌টের অবতরণ করতে কোনো অসুবিধা না হয়। রানওয়ের যে প্রান্তে এয়ারক্র্যাফ্‌ট প্রথম অবতরণ করে, ঐ প্রান্তের স্পর্শ বিন্দু হতে প্রায় ১৩০ থেকে ১৪০ মিটার দূরে এটি অবস্থান করে।

এর মূলনীতি লোকালাইজারের অনুরূপ। এতে অনুভূমিক পোলারাইজড দু'টি অ্যান্টেনা ব্যবহার করা হয়, একটি থেকে অপরটিকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় স্থাপন করা হয়ে থাকে। ১২.৪ নং চিত্রে এর পোলার ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে। নিচের অ্যান্টেনা ৯০ হার্টজ ও ১৫০ হার্টজ এর ক্যারিয়ার এবং সাইডব্যান্ড সিগন্যাল প্রেরণ করে। কিন্তু উপরের অ্যান্টেনা শুধুমাত্র সাইড-ব্যান্ড ফ্রিকোয়েন্সি প্রেরণ করে থাকে।



চিত্র ঃ ১২.৪

এয়ারক্র্যাফ্‌ট রিসিভার এই গ্লাইড সম-সিগন্যাল গ্রহণ করে দু'টি মডুলেশন সিগন্যালকে পৃথক করে, রেক্টিফিকেশন করে শূন্য সেন্টার মিটারে প্রয়োগ করা হয়। নির্দেশক কাঁটা ঘূর্ণন এয়ারক্র্যাফ্‌টের দিক নির্দেশ করে এবং সঠিক গ্লাইড পথ অনুসন্ধানে সহায়তা দান করে।

সাধারণত লোকালাইজার এবং গ্লাইড স্লোপ নির্দেশক একটি মিটারে পরস্পরের সাথে ৯০° কোণে স্থাপন করা হয়। উল্লম্ব কাঁটাকে লোকালাইজার এবং অনুভূমিক কাঁটাকে গ্লাইড স্লোপ নির্দেশক ধরা হয়।

মারকার বীকন (Marker Beacon) ঃ রানওয়ের স্পর্শ বিন্দু হতে লোকালাইজার পথ বরাবর এয়ারক্র্যাফ্‌টের অবস্থান নির্দেশ করার জন্য মারকার বীকন ব্যবহার করা হয়। এতে তিনটি মারকার ব্যবহার করা হয়। রানওয়ের কাছাকাছি মারকারকে ইনার মারকার বলা হয়। এটিকে রানওয়ের প্রথম স্পর্শ বিন্দু হতে ৬০ মিটার দূরে স্থাপন করা হয়। এর পরের মারকারকে মিডিল মারকার বলা হয় এবং এটিকে স্পর্শ বিন্দু হতে ১ কিলোমিটার দূরে স্থাপন করা হয়। সর্বশেষ মারকারকে আউটার মারকার বলে এবং এটিকে ১২.১০ কিলোমিটার দূরত্বে স্থাপন করা হয়।

১২.৩ গ্রাউন্ড কন্ট্রোল অ্যাপ্রোচ (Ground Control Approach, GCA) ঃ

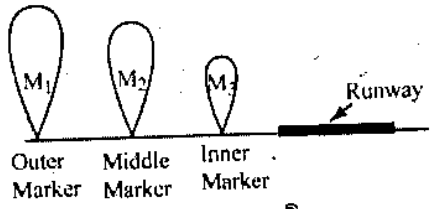
এ পদ্ধতি দু'টি রাডারের সমন্বয়ে গঠিত। প্রথম রাডারটি সাধারণ পরিদর্শনের জন্য এবং অবতরণ ক্ষেত্রের মধ্যে এয়ার ট্রাফিক নিয়ন্ত্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এর আনুমানিক রেঞ্জ ৫০ কিলোমিটার। দ্বিতীয় রাডারটি প্রকৃত অবতরণ পরিচালনা করার জন্য ব্যবহৃত হয়। দ্বিতীয় রাডারের দুটি ডিসপ্লে থাকে। প্রথম ডিসপ্লেটি উল্লম্ব দূরত্ব প্রদর্শনের জন্য ব্যবহৃত হয়, যার রেঞ্জ অনুভূমিক দূরত্ব নির্দেশ করে। কিন্তু দ্বিতীয় ডিসপ্লেটি PPI নির্দেশকে অ্যাজিমাথ (Azimuth) প্রদর্শন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। প্রথম ডিসপ্লের মাধ্যমে আনুমানিক গ্লাইড পথ নির্দেশ করে। কিন্তু দ্বিতীয় ডিসপ্লের মাধ্যমে আনুমানিক গ্লাইড পথ নির্দেশ করে। কিন্তু দ্বিতীয় ডিসপ্লের মাধ্যমে যথাযথ অবতরণের জন্য সন্নিকটে যাওয়ার দিক নির্দেশ করা হয়।

একটি এয়ারক্র্যাফ্‌ট নামার পূর্বে অবতরণের সঠিক মুহূর্তটি নির্ধারণ করার জন্য প্রথম রাডারের সাহায্য গ্রহণ করে থাকে। দ্বিতীয় রাডারের নিয়ন্ত্রক এয়ারক্র্যাফ্‌টের পুরোপুরি নিয়ন্ত্রণ গ্রহণ করে এবং প্রতি মুহূর্তে পাইলটের সাথে যোগাযোগ রক্ষা করে চলে। এটা পাইলটকে কাঙ্ক্ষিত গ্লাইড পথের তল রক্ষা করতে সাহায্য করে। এভাবে একটি এয়ারক্র্যাফ্‌ট উপযুক্ত পথে সঠিকভাবে অবতরণ করতে পারে এবং সার্বক্ষণিক কথোপকথনের মাধ্যমে অবস্থা সম্পর্কে অবগত হয়। যখন মেঘাচ্ছন্নতার জন্য এতে ছেদ পড়ে, তখন অবতরণ প্রক্রিয়া সম্পূর্ণরূপে দেখার উপর নির্ভর করে। যখন একটি এয়ারক্র্যাফ্‌ট গ্লাইড পথে কথা বলতে সক্ষম না হয়, তখন তাকে অবতরণ না করার পরামর্শ দেয়া হয় এবং পুনরায় প্রস্তুতি গ্রহণ করার জন্য পরামর্শ দেয়া হয়।

১২.৪ মারকার বীকন এবং ট্রান্সপন্ডার (Marker beacons and transponders) ঃ

মারকার বীকন (Marder Beacons) ঃ মারকার বলতে চিহ্নিতকরণ এবং বীকন বলতে সঙ্কেত বুঝায়। এটি একটি সঙ্কেত ব্যবস্থা, যা কোনো এয়ারক্র্যাফ্টকে লোকালাইজার পথ অনুসরণ করতে সহয়তা করে। প্রতিটি রানওয়েতে তিনটি করে বীকন ব্যবহার করা হয়। এদেরকে যথাক্রমে আউটার মারকার, মিডিল মারকার এবং ইনার মারকার বলা হয়। এদের প্রত্যেকটি ৭৫ মেগাহার্টজ-এ কাজ করে। বীকনগুলো ফ্যান আকৃতির হয় এবং এরা সম্মুখপথের দিকে ±৪০° প্রশস্ত এবং এটি হতে ৮০° লম্ব হয়। ১২.৫ নং চিত্রে মারকার বীকন দেখানো হয়েছে।

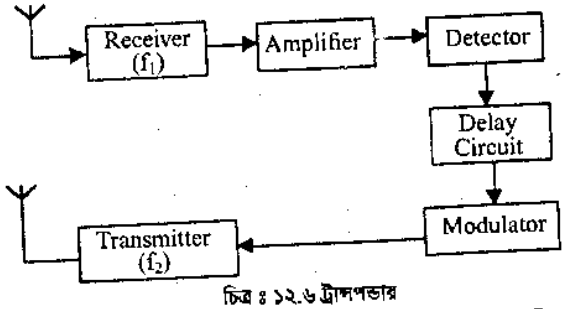
রানওয়ের প্রথম স্পর্শ বিন্দু হতে ১২.১০ কিলোমিটার দূরে আউটার মারকারটি স্থাপন করা হয়। এর সাহায্যে ৪০০ হার্টজ-এ মডুলেটেড সিগন্যাল প্রেরণ করা হয়।



চিত্র ঃ ১২.৫ মারকার বীকন

রানওয়ের প্রথম স্পর্শ বিন্দু হতে মিডিল মারকারকে ১ কিলোমিটার দূরে স্থাপন করা হয়। এতে ১৩০০ হার্টজ-এর মডুলেটেড সিগন্যাল বিকিরণ করা হয়। রানওয়ের একই বিন্দু হতে ইনার মারকারকে ৬০ মিনিট দূরে স্থাপন করা হয় এবং ৩০০০ হার্টজ-এর মডুলেটেড সিগন্যাল বিকিরণ করা হয়। এয়ারক্র্যাফ্টে এই মারকার সিগন্যাল গ্রহণ করার জন্য একটি সাধারণ রিসিভার ব্যবহার করা হয়। প্রত্যেকটি মারকার মডুলেশন দ্বারা বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করা হয়। প্রত্যেকটি মারকার হতে প্রেরিত সিগন্যাল রিসিভার গ্রহণ করার পর অডিও স্পিকারে আউটপুট পাওয়ার পাওয়া যায়। একই সাথে তিনটি মারকারকে পৃথকভাবে সনাক্ত করার জন্য পৃথক কালারের তিনটি ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়। এভাবে সনাক্তকৃত সিগন্যাল অনুযায়ী এয়ারক্র্যাফ্টের পাইলট লোকালাইজার পথে এয়ারক্র্যাফ্টের অবস্থান সম্পর্কে নিশ্চিত হয়ে থাকে।

ট্রান্সপন্ডার (Transponder) ঃ ট্রান্সপন্ডারও এক ধরনের বীকন। এটি ভূমিতে স্থাপিত একটি স্টেশন। এটি একটি রিসিভার, অ্যামপ্লিফায়ার, ডিটেক্টর, ডিলে সার্কিট মডুলেটর এবং ট্রান্সমিটার-এর সমন্বয়ে গঠিত। ১২.৬ নং চিত্রে একটি ট্রান্সপন্ডার দেখানো হয়েছে ঃ



চিত্র ঃ ১২.৬ ট্রান্সপন্ডার

এয়ারক্র্যাফ্ট হতে প্রেরিত ফ্রিকোয়েন্সি, f_1 কে রিসিভারের সাহায্যে গ্রহণ করা হয়। গৃহীত সিগন্যাল লেভেল খুব কম থাকে। একে বর্ধিত করার জন্য অ্যামপ্লিফায়ার ব্যবহার করা হয়। গৃহীত সিগন্যাল মডুলেশন করা থাকে। একটি ডিটেক্টরের সাহায্যে ডিমডুলেশন করা হয়। উক্ত সিগন্যালকে একটি ডিলে সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করা হয়। কারণ, গৃহীত সিগন্যাল এবং প্রেরিত সিগন্যাল এর মধ্যে কিছু সময় ডিফারেন্স করা হয়। পুনরায় সিগন্যালকে অন্য ফ্রিকোয়েন্সি f_2-এ মডুলেশন করা হয় এবং ট্রান্সমিটারের মাধ্যমে প্রেরণ করা হয়।

মূলত ট্রান্সপন্ডারের কাজ হল, নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল গ্রহণ করে অন্য ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল একটি নির্দিষ্ট সময় পর প্রেরণ করা।

একটি ট্রান্সপন্ডার ৯৬২ থেকে ১২১৩ মেগাহার্টজ ব্যান্ডের মধ্যে কাজ করে। প্রত্যেকটি চ্যানেলের জন্য গৃহীত সিগন্যাল এবং প্রেরিত সিগন্যালের মধ্যে ৬৩ মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি পার্থক্য থাকে। এর একটি পরিচিতিমূলক সিগন্যাল থাকে। এটি প্রতি ৩৭ সেকেন্ড পর পর ৩ সেকেন্ড ব্যাপ্তিকালের সিগন্যাল প্রেরণ করে, যা এর পরিচিতিমূলক সিগন্যাল হিসাবে বিবেচিত হয়।

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **LORAN কী?** [বাকাশিবো-২০১২, ১৫, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ "LORAN" বলতে Long Range Navigational Aid এর সংক্ষিপ্ত রূপকে বুঝায়।

২। **LORAN কীসের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত?** [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর ঃ LORAN এয়ারক্র্যাফট রিসিভারের দু'টি ট্রান্সমিটার থেকে আগত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের সময় পার্থক্য পরিমাপের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত।

৩। **LORAN কত ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে?** [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২, ১৫]

উত্তর ঃ আদর্শ LORAN ১.৮ থেকে ২ মেগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে।

৪। **LORAN-এর ট্রান্সমিটিং পাওয়ার কত?**

উত্তর ঃ LORAN এর ট্রান্সমিটিং পাওয়ার ১০০ কিলোওয়াট।

৫। **LORAN-এ ক্রিস্টাল ক্লক ব্যবহার করা হয় কেন?**

উত্তর ঃ পালসের পুনরাবৃত্তি সঠিকতা নিরূপণে ক্রিস্টাল ক্লক ব্যবহার করা হয়।

৬। **ILS কী?**

উত্তর ঃ ILS বলতে Instrument Landing System এর সংক্ষিপ্ত রূপকে বুঝায়।

৭। **ILS পদ্ধতির প্রধান অংশগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ এ পদ্ধতি লোকালাইজার, গ্লাইড স্লোপ এবং মারকার বীকন অন্তর্ভুক্তির মধ্য দিয়ে সম্পন্ন হয়ে থাকে।

৮। **এয়ারক্রাফট পাইলট কীভাবে অবতরণ পথ অনুসরণ করে?**

উত্তর ঃ একজন পাইলট মারকার বীকনসমূহের অবস্থান সনাক্ত করে অবতরণ পথ অনুসরণ করে থাকে।

৯। **লোকালাইজারের অ্যান্টেনা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত অ্যান্টেনাগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ ব্যবহৃত অ্যান্টেনাগুলো হল ঃ

(i) ক্যারিয়ার অ্যান্টেনা

(ii) সাইড-ব্যান্ড অ্যান্টেনা।

১০। **মারকার বীকন কেন ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৭, ০৯, ১০, ১১, ১৫]

উত্তর ঃ রানওয়ের স্পর্শ বিন্দু হতে লোকালাইজার পথ বরাবর এয়ারক্র্যাফটে অবস্থান নির্দেশ করার জন্য মারকার বীকন ব্যবহার করা হয়।

১১। **GCA-এর অর্থ কী?**

উত্তর ঃ GCA অর্থ "Ground Control Approach".

১২। **প্রতিটি রানওয়েতে কয়টি করে বীকন ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ প্রতিটি রানওয়েতে তিনটি করে বীকন ব্যবহার করা হয়।

১৩। **ট্রান্সপন্ডারের মূল কাজ কী?**

উত্তর ঃ ট্রান্সপন্ডারের কাজ হল, নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল গ্রহণ করে অন্য ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল একটি নির্দিষ্ট সময় প্রেরণ করা।

১৪। ট্রান্সপন্ডার কত মেগাহার্টজ ব্যান্ডের মধ্যে কাজ করে? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]
অথবা, Transpander এর frequency Range কত? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ একটি ট্রান্সপন্ডার ৯৬২ থেকে ১২১৩ মেগাহার্টজ ব্যান্ডের মধ্যে কাজ করে।

১৫। SORAN এর পূর্ণরূপ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ "SORAN" বলতে "Short Range Navigation" এর সংক্ষিপ্ত রূপকে বোঝায়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। LORAN বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ LORAN বলতে Long Range Navigational Aid এর সংক্ষিপ্ত রূপকে বুঝায়। এটি এয়ারক্র্যাফট রিসিভারের দু'টি ট্রান্সমিটার থেকে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের সময় পার্থক্য পরিমাপের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত। এটিকে নেভিগেশনের হাইপারবোলিক পদ্ধতিও বলা হয়।

২। LORAN-এ ব্যবহৃত দুটি ট্রান্সমিটারের দূরত্ব কীভাবে নির্ণয় করা যায়?

উত্তর ঃ LORAN এ দু'টি ট্রান্সমিটিং স্টেশন হতে উচ্চ পাওয়ার প্রেরণ করা হয়। দু'টি ট্রান্সমিটার হতে প্রেরিত পালসের ধ্রুব সময় পার্থক্য জানা থাকে। ফলে, এয়ারক্রাফটের রিসিভার দু'টি ট্রান্সমিটার হতে প্রেরিত। সিগন্যাল যখন গ্রহণ করে, তখন তাদের সময় পার্থক্য থেকে রিসিভার হতে দু'টি ট্রান্সমিটারের দূরত্ব নির্ণয় করা যায়।

৩। LORAN কীভাবে সিনক্রোনিজম করা হয়?

উত্তর ঃ LORAN পদ্ধতিতে দু'টি স্টেশন থাকে ঃ

(i) মাস্টার স্টেশন,

(ii) স্লেভ স্টেশন।

মাস্টার স্টেশন অনির্ভরশীলভাবে কাজ করে। কিন্তু স্লেভ স্টেশন হতে ৩২৫ থেকে ৬৫০ কিলোমিটার দূরে স্থাপন করা হয় এবং তাদের পালস্ প্রেরণের মধ্যে সিনক্রোনিজম করা হয়।

৪। LORAN পদ্ধতির প্রধান সুবিধা কী?

উত্তর ঃ এতে প্রধান সুবিধা হল, ভূমির ওয়েভ গ্রহণের রেঞ্জ বৃদ্ধি লাভ করে। এতে মাস্টার এবং স্লেভ স্টেশনের মধ্যে দূরত্ব বৃদ্ধি লাভ করে।

৫। ILS পদ্ধতিতে অবতরণ যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় কেন?

উত্তর ঃ দিন বা রাত্রিতে যখন দৃশ্যমান অবস্থা ভাল থাকে, তখন ILS পদ্ধতিতে অবতরণ প্রক্রিয়া ভূমি এবং অবতরণ লাইট পর্যবেক্ষণ করে সম্পন্ন করা হয়। কিন্তু যখন কোনো কিছু দেখা যায় না, তখন অবতরণের জন্য অবতরণ যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

৬। লোকালাইজার এবং গ্লাইড স্লোপের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর ঃ লোকালাইজার এর মাধ্যমে রানওয়ের কেন্দ্র বরাবর একটি উল্লম্বভাবে সম-সিগন্যাল তল সৃষ্টি করা হয়। কিন্তু গ্লাইড স্লোপের সাহায্যে রানওয়ের সাথে কাঙ্ক্ষিত কোণে সম-সিগন্যাল তল সৃষ্টি করা হয়।

৭। মারকার বীকন কীভাবে স্থাপন করা হয়? কীভাবে পাইলট বীকনের সাহায্যে অবতরণ পথ অনুসরণ করে?

উত্তর ঃ এয়ারক্র্যাফ্‌ট রানওয়ের যে বিন্দুতে প্রথম স্পর্শ করে, ঐ স্থান হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে তিনটি মারকার বীকন স্থাপন করা হয়ে থাকে। একজন পাইলট এ বীকনসমূহের অবস্থান সনাক্ত করে অবতরণ পথ অনুসরণ করে থাকে।

৮। লোকালাইজার দ্বারা পাইলট কীভাবে সঠিক অবস্থান সনাক্ত করতে পারে?

উত্তর ঃ যখন এয়ারক্রাফট xx' বরাবর অবস্থান করে, তখন লোকালাইজারের নির্দেশক কাঁটা মিটারের শূন্যাবস্থানে থাকে এবং সেটি কেন্দ্রপথ নির্দেশ করে। যদি এয়ারক্র্যাফট কেন্দ্র অবস্থান থেকে ডানে বা বামে সরে যায়, তবে তা ৯০ বা ১৫০ হার্টজ সিগন্যালে অবস্থান করে এবং মিটারের নির্দেশক কাঁটা ডানে বা বামে সরে যায়, উহাতে পাইলট তার অবস্থান সনাক্ত করতে পারে এবং সঠিক পথ অনুসরণ করতে পারে।

৯। গ্লাইড স্লোপ-এর মূলনীতি কী?

উত্তর ঃ এর মূলনীতি লোকালাইজারের অনুরূপ। এতে অনুভূমিক পোলারাইজড দু'টি এন্টেনা ব্যবহার করা হয়, একটি থেকে অপরটিকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় স্থাপন করা হয়ে থাকে। নিচের এন্টেনা ৯০ হার্টজ ও ১৫০ হার্টজ এর ক্যারিয়ার এবং সাইড-ব্যান্ড সিগনাল প্রেরণ করে। কিন্তু উপরের এন্টেনা শুধুমাত্র সাইড-ব্যান্ড ফ্রিকোয়েন্সি প্রেরণ করে থাকে।

১০। মারকার বীকন কয়টি ও কী কী? এদের কীভাবে স্থাপন করা হয়?

অথবা, Marker beeon এর কাজ কী এবং কয় প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ রানওয়ের স্পর্শ বিন্দু হতে লোকালাইজার পথ বরাবর এয়ারক্র্যাফটের অবস্থান নির্দেশ করার জন্য মারকার বীকন ব্যবহার করা হয়। এতে তিনটি মারকার ব্যবহার করা হয়। রানওয়ের কাছাকাছি মার্কারকে ইনার মার্কার বলে। এটিকে রানওয়ের প্রথম স্পর্শ বিন্দু হতে ৬০ মিটার দূরে স্থাপন করা হয়। এর পরের মারকারকে মিডিল মারকার বলা হয় এবং এটিকে স্পর্শ বিন্দু হতে ১ কিলোমিটার দূরে স্থাপন করা হয়। সর্বশেষ মারকারকে আউটার মারকার বলে এবং এটিকে ১২.১০ কিলোমিটার দূরত্বে স্থাপন করা হয়।

১১। মারকার বীকন (Marker Beacons) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-০৬, ১০]

উত্তর ঃ মারকার বলতে চিহ্নিতকরণ এবং বীকন বলতে সঙ্কেত বুঝায়। এটি একটা সঙ্কেত ব্যবস্থা, যা কোন এয়ারক্র্যাফটকে লোকালাইজার পথ অনুসরণ করতে সহায়তা করে। প্রতিটি রানওয়েতে তিনটি করে বীকন ব্যবহার করা হয়। এদেরকে যথাক্রমে আউটার মারকার, মিডিল মারকার এবং ইনার মারকার বলা হয়।

১২। ট্রান্সপন্ডার (Transponder) বলতে কী বুঝায়? ইহার গঠন ও মূল কাজ কী? [বাকাশিবো-০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১১]

অথবা, একটি মৌলিক Transponder-এ কী কী অংশ থাকে? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর ঃ ট্রান্সপন্ডারও এক ধরনের বীকন। এটি ভূমিতে স্থাপিত একটি স্টেশন। এটি একটি রিসিভার, অ্যামপ্লিফায়ার, ডিটেক্টর, ডিলে সার্কিট, মডুলেটর এবং ট্রান্সমিটার-এর সমন্বয়ে গঠিত। ট্রান্সপন্ডারের মূল কাজ হল-নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল গ্রহণ করে অন্য ফ্রিকোয়েন্সির সিগন্যাল একটি নির্দিষ্ট সময় পর প্রেরণ করা।

১৩। রেডিও এইড ও নেভিগেশন এইডের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১২, ১৩]

অথবা, Radio Aid এবং Navigation Aid-এর মাঝে পার্থক্য লেখ?

উত্তর ঃ নিম্নে রেডিও এইড ও নেভিগেশন এইডের পার্থক্যসমূহ দেয়া হল ঃ

রেডিও এইড	নেভিগেশন এইড
(ক) এটি ইলেকট্রনিক নেভিগেশনে গ্রাহক প্রান্তে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ পৌঁছার দিক নির্ণয় করতে ব্যবহৃত হয়।	(ক) এটি এয়ারক্র্যাফট রিসিভারের দু'টি ট্রান্সমিটার থেকে আগত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের সময় পার্থক্য পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।
(খ) এটির দিক অনুসন্ধান বিভিন্ন প্রক্রিয়া অবলম্বন করে করা যায়।	(খ) এটির দিক অনুসন্ধান দুটি প্রক্রিয়া অবলম্বন করে করা হয়।
(গ) লুপ ডাইরেকশন ফাইন্ডার প্রক্রিয়া বেশি ব্যবহৃত হয়।	(গ) পালসের পুনরাবৃত্তির সঠিকতা নিরূপণে ক্রিস্টাল ক্লক ব্যবহার করা হয়।

১৪। LORAN কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ এটি এয়ার ক্র্যাফট রিসিভারের দুটি ট্রান্সমিটার থেকে আগত ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের সময়ের পার্থক্য পরিমাপের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত। এটিকে নেভিগেশনের হাইপারবোলিক পদ্ধতিও বলা হয়। দুটি ট্রান্সমিটার হতে প্রেরিত পালসের ধ্রুব সময় পার্থক্য জানা থাকে। ফলে এয়ারক্র্যাফটের রিসিভার দুটি ট্রান্সমিটার হতে প্রেরিত সিগন্যাল যখন গ্রহন করে, তখন তাদের সময় পার্থক্য থেকে রিসিভার হতে দু'টি ট্রান্সমিটারের দুরুত্ব নির্ণয় করে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। LORAN বলতে কী বুঝ? চিত্রের সাহায্যে LORAN এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১১]
অথবা, LORAN এর মূলনীতি সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.১ নং দ্রষ্টব্য।

২। LORAN পদ্ধতিতে হাইপারবোলার সাহায্যে কীভাবে কোন বস্তুর অবস্থান নির্দেশ করা যায়?

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ILS পদ্ধতি বলতে কী বুঝ? এর বিভিন্ন অংশগুলো কী কী? ILS পদ্ধতির কার্যনীতি বর্ণনা কর।
[বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১১, ১৪, ১৫]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। লোকালাইজারের সাহায্যে সমসিগন্যাল তল কীভাবে তৈরি করা যায়? চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মারকার বীকন বলতে কী বুঝ? কত প্রকার ও কী কী? মারকার বীকনের কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ট্রান্সপন্ডারের ব্লক ডায়াগ্রামসহ কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। মার্কার বীকন ও ট্রান্সপন্ডারের মধ্যে পার্থক্য কী কী?

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Instrument landing এর পদ্ধতি ও লোকালাইজারের প্যাটার্ন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১২, ১৫, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১২.২ নং দ্রষ্টব্য।

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

সুপার সাজেশনস্

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। মাইক্রোওয়েভ কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২]
অথবা, মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি কোন রেঞ্জে ধরা হয়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৩। মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ সচরাচর কত? [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১২, ১৩, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪। কয়েকটি বহুল ব্যবহৃত UHF টিউবের নাম লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৫। পেন্সিল টিউব বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৬। চারটি মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

৭। ট্রান্সমিশন লাইন কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৮। ওয়েভগাইড কেন ব্যবহার করা হয়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯। মোড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, মোড (Mode) কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১০। ডোমিন্যান্ট মোড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৭, ১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১১। ফেজ গতিবেগ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, Phase vetocity বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

১২। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভের গ্রুপ গতিবেগ বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১৩। TE মোড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

১৪। TE মোডের ডোমিন্যান্ট মোড কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১৫। বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের কাট-অফ ওয়েভলেংথের সমীকরণটি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

১৬। TE_{10} mode এর field pattern অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

১৭। টী (Tee) জাংশন কয় ধরনের?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ম্যাজিক টী (Magic Tee) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ২০০৭, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪, ১৫(পরি)]
অথবা, ম্যাজিক টী কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৯। হাইব্রীড রিং-এর প্রধান বৈশিষ্ট্য কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২০। কাপলিং প্রোব কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২১। কোন মাধ্যমে ওয়েভগাইডে পাওয়ার সরবরাহ করা যায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

২২। Wave meter দিয়ে কী পরিমাপ করা হয়। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ওয়েভগাইড ফ্লেঞ্জ (Waveguide Flanges) কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ওয়েভগাইড ফ্লেঞ্জ কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ট্রাভেলিং ডিটেকটর (Travelling Detector) বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ডোমিন্যান্ট মোড (Dominant Mode) কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

২৭। অনাকাঙ্ক্ষিত Mode কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কাট-অফ (Cut Off) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

২৯। মোড সাপ্রেসর ও মোড ফিল্টারে কী তফাৎ? মোড ফিল্টারের মূল কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ডাইরেকশনাল কাপলারের ডাইরিক্টিভিটি কীভাবে প্রকাশ করা যায়? [বাকাশিবো-১০, ১১, ১২]
অথবা, Directional coupler এর Directivity প্রকাশের সূত্র লেখ? [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ট্রানজিশন অংশ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২২নং দ্রষ্টব্য।

৩২। Waveguide Flange কী? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৫নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। Isolator-এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ০৮, ১০, ১১, ১২, ১৪, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। র‍্যাট রেস বা হাইব্রীড রিং কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। মোড সাপ্রেসর বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। ডিরেকশনাল কাপলার বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৯নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। ৪ (চারটি) মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। ডিরেকশনাল কাপলারের মূলনীতি? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩১নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। ক্যাভিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৪০। দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৪১। দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের বিভিন্ন উপাদানগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪২। বাঞ্চ কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। বাঞ্চ কেন গঠিত হয়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। রিপেলার কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। ক্লাইস্ট্রন টিউবে রিপেলারের কাজ কী? [বাকাশিবো-০৬, ০৭, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। ম্যাগনেট্রনে কোন ধরনের ফিল্ড ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। TWT-এর পূর্ণ নাম কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। TWT কে কী কাজে ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৫০। ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউব কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৫১। বলোমিটার কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫২। বলোমিটারে ব্যবহৃত দু'টি ডিভাইসের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। থার্মোকাপল কীভাবে তৈরি হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। ল্যাবরেটরিতে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপের সহজ পদ্ধতি কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। SWR-এর পুরো অর্থ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। লাইন ইম্পিড্যান্স কীভাবে পরিমাপ করা যায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। Bolometer-এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। SWR বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। Transmission line এর return loss 20db হলে SWR কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১নং দ্রষ্টব্য।

৬০। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬১। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার আকৃতি ছোট হয় কেন? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬২। হর্ণ অ্যান্টেনা কী? [বাকাশিবো-০৮, ১০, ১১]
অথবা, হর্ণ অ্যান্টেনার কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্ত হর্ণ আকৃতি করলে সুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। হর্ণ কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। একদিকে শক্তি বিকিরণের জন্য কোন ধরনের হর্ণ ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। দু'দিকে মাইক্রোওয়েভ শক্তি বিকিরণের জন্য কোন ধরনের হর্ণ ব্যবহার করা যায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। লেন্স অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। Cassegrain feed দ্বারা কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। Parabolic Reflector কী? [বাকাশিবো-০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৭০। Microwave Antenna-এর প্রধান দু'টি বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১১, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টিনার বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৭১। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে কোন ধরনের সেমিকন্ডাক্টর বেশি ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৭২। বাণিজ্যিক ট্রানজিস্টরের পাওয়ার গেইন কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। Varactor Diode-এর পূর্ণ নাম কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ার কোন নীতির উপর কাজ করে? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। গান (Gunn) ডায়োড তৈরিতে ব্যবহৃত দু'টি পদার্থের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। Maser-এর পূর্ণনাম কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। রুবি বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। Gunn diode কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। IMPATT-এর পূর্ণ নাম কী? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৮০। MASER বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১২, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৮১। Varactor diode-এর ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৮২। Radar-এর পূর্ণ অর্থ কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। একটি মৌলিক রাডারে কী কী উপাদান থাকে? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। রাডারের রেঞ্জ দ্বিগুণ করতে হলে কী করা প্রয়োজন? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। সর্বোচ্চ রাডার রেঞ্জ সমীকরণ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। নয়েজ ফিগার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। রাডার রেঞ্জ কীভাবে পরিবর্তন করা যায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। রাডার ট্রান্সমিটারের আউটপুট পাওয়ারকে কীভাবে প্রকাশ করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। রাডারের পাওয়ার রেঞ্জ কত? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৯০। CW রাডারের আউটপুট ডিভাইস কী থাকে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৯১। ডিফ্লেশন মডুলেশন বা স্কোপ ডিসপ্লে কী? [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৯২। রাডার রিসিভারে ব্যবহৃত IF-এর মান কত? [বাকাশিবো-২০০৮, ১১]

অথবা, Rader এর frequency রেঞ্জ কত। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। পালস রাডারে কীভাবে পালস উৎপন্ন করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। পালস রাডারের মডুলেটরের কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। রাডারের আউটপুট টিউবের কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। ATR-এর পূর্ণ অর্থ কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। MTI-এর পূর্ণ অর্থ কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। রাডার ট্রাকিং পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। CW রাডার বলতে কী বুঝায়? এর অপর নাম কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১০০। CW রাডারে ডপ্লার ইফেক্ট ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১০১। রেডিও ডাইরেকশন ফাইন্ডিং কেন ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১০২। লুপ অ্যান্টেনার প্রধান কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। লুপ অ্যান্টেনা কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-০৭, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। VOR-এর পূর্ণ অর্থ কী? [বাকাশিবো-০৬, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। VOR কোন ফ্রিকোয়েন্সিতে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। লিমাকন প্রতি সেকেন্ডে কত বার ঘুরে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্রের প্রধান দুটি অংশ কী কী?

অথবা, Distance masuring equipment এর প্রধান প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ? [বাকাশিবো-২০০৩]

অথবা, DMZ এর তালিকা লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। DME-এর পূর্ণ অর্থ কী? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। ট্রান্সপন্ডারের ফ্রিকোয়েন্সি ব্যান্ড কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১১০। Modified loop বা রূপান্তরিত লুপ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১১১। LORAN কী? [বাকাশিবো–২০১২, ১৫, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১১২। LORAN কীসের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত? [বাকাশিবো–২০১১, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১১৩। LORAN কত ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১১৪। LORAN-এর ট্রান্সমিটিং পাওয়ার কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১১৫। ILS কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১১৬। ILS পদ্ধতির প্রধান অংশগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১১৭। মারকার বীকন কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৭, ০৯, ১০, ১১, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

১১৮। GCA-এর অর্থ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১১৯। প্রতিটি রানওয়েতে কয়টি করে বীকন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১২০। ট্রান্সপন্ডারের মূল কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১২১। ট্রান্সপন্ডার কত মেগাহার্টজ ব্যান্ডের মধ্যে কাজ করে? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]

অথবা, Transpander এর frequency Range কত? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

১২২। SORAN এর পূর্ণরূপ কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। মাইক্রোওয়েভ অর্থ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, ফ্রিকোয়েন্সি ও বেগের মধ্যে সম্পর্ক কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১২, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৩। 0.3 গিগাহার্টজ ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪। মাইক্রোওয়েভের বিশেষ সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫। মাইক্রোওয়েভের কয়েকটি ব্যবহারিকক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৬। মাইক্রোওয়েভের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]
অথবা, মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। মাইক্রোওয়েভের ডাইরেক্টিভিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৮। কোন কোন কারণে আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সিতে আউটপুট হ্রাস পেয়ে থাকে? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১৫, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৯। সাধারণ টিউব মাইক্রোওয়েভে ব্যবহারযোগ্য নয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

১০। 0.2 GHZ Frequency বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের তরণদৈর্ঘ্য কত হবে? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১১। ডিস্ক সিল টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১২। অ্যাক্রোন টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ওয়েভগাইড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সমঅক্ষীয় ক্যাবলের চেয়ে ওয়েভগাইডের সুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, Coaxial line-এর তুলনায় Wave guide-এর সুবিধাগুলো কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৫। মোড (Mode) কাকে বলে? একে কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৬। অনুমোদিত মোডগুলো কী কী? [বাকাশিবো-০৮, ১১]
অথবা, ইনস্টিটিউট অব রেডিও ইঞ্জিনিয়ার্স অনুমোদিত mode গুলোর নাম লেখ? [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, মোড কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ডোমিন্যান্ট মোডকে কীভাবে প্রকাশ করা যায়? [বাকাশিবো-২০১০, ২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৮। TM_{11} মোডে বিভিন্ন ফিল্ডের অবস্থান কী রকম?

অথবা, TM_{11} mode বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ওয়েভগাইডের এক্সাইটেশন বলতে কী বুঝায়? এক্সাইটেশন পদ্ধতি কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

২০। Wave guide-এর Phase velocity ও Group velocity বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১১]

অথবা, Wave guide এর ফেজ গতিবেগ ও গ্রুপ গতিবেগ এর মাঝে সম্পর্কটি স্থাপন কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

২১। TE_{20} Mode-এর Field pattern অঙ্কন করে দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

২২। Waveguide-এ ব্যবহৃত TE_{10} ও TM_{10} mode-এর Pattern আঁক। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সি 300GH, ওয়েভলেংথ কত? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

২৪। টী (Tee) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৫। E- Plane টী-তে ইম্পিড্যান্স ম্যাচিং এর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৬। H- Plane টী বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ম্যাজিক টী-এর কয়েকটি প্রয়োগ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৮। চোক ফ্লেঞ্জ-এর প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ট্রাভেলিং ডিটেক্টরের প্রয়োজনীয়তা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৩০। মোড সাপ্রেসর কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৩১। স্যাম্পলিং প্রক্রিয়া কাকে বলে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ট্রাভেলিং ডিটেক্টর-এর কাজ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। Magic Tee এর কাজ কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১১]

অথবা, ম্যাজিক টি কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। Magic Tee এবং Waveguide flanges-এর চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। Isolator-এর চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। Magic Tee-এর চিত্রসহ প্রয়োগক্ষেত্র লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২, ১৩]

অথবা, ম্যাজিকটী এর ৪ (চার) টি ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। Coupling Probes এবং Loop-এর পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৭, ১০]

অথবা, কাপলিং লুপ ও কাপলিং প্রবের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। দুই ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন চিত্র দেখাও এবং বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। [বাকাশিবো-০৭, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪০। দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১৩, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪১। ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনে কীভাবে বাঞ্চ গঠিত হয়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২]

অথবা, Klystron এর Bunch গঠনের তৈরি হয়, লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪২। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন ও মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের মধ্যে তফাৎ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের প্রয়োগক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। ম্যাগনেট্রন কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১১, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। কোন কোন নীতির উপর ভিত্তি করে ম্যাগনেট্রন তৈরি হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। ইন্টার-অ্যাকশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। ম্যাগনেট্রনকে ক্রস-ফিল্ড ডিভাইস বলা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। ম্যাগনেট্রনে ইলেকট্রিক ম্যাগনেটিক ফিল্ডের প্রভাব কী? [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫০। π-mode বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৫১। ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন উপাদানগুলো দেখাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৫২। TWT-এর প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১১, ১২, ১৫]

অথবা, Traveling wave tube এর ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। থার্মিস্টর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। ব্যারেটার এবং থার্মিস্টারের মধ্যে পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। বলোমিটারে তাপমাত্রা ঘাটতি পূরণ আবশ্যক কেন? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। পাওয়ার পরিমাপের দু'টি পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ১১]

অথবা, Micro Wave এর Power পরিমাপ পদ্ধতি কর প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। থার্মোকাপল দ্বারা কীভাবে মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ করা যায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। ভোল্টেজ স্ট্যান্ডিং ওয়েভ রেশিও (VSWR) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ০৯, ১০, ১১]

অথবা, VSWR কত? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। Microwave Signal-এর Impedance কীভাবে পরিমাপ করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১২]

অথবা, MW Impedance পরিমাপ প্রক্রিয়া লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৬০। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬১। মাইক্রোওয়েভ রিসিভারে ইনপুট সিগন্যাল অধিক হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৬২। ওয়েভগাইডের খোলা প্রান্তকে হর্ণ আকৃতি করার কারণ কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। প্যারাবোলা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। ফিড অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। একটি গ্রাহক ডিশ অ্যান্টেনার চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। একটি ফিড অ্যান্টেনার চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশগুলো দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। ক্যাসগ্রেইন ফিড অ্যান্টেনার গঠন চিত্রে বিভিন্ন অংশগুলো দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। Horn Antenna-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৫]
অথবা, ওয়েভ গাইডের খোলা প্রান্তকে হর্ন আকৃতি করার কারণ কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। Horn Antenna-এর গঠন বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১১, ১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৭০। একটি মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১১, ১২, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৭১। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের সুবিধা কী কী? [বাকাশিবো-০৮, ১১, ১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৭২। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]
অথবা, মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের ব্যবহার লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। Varactor ডায়োডে অপারেটিং ভোল্টেজ নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত প্রয়োগ করা হয় কেন?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। গান ডায়োড কীভাবে তৈরি করা হয়? গান ডায়োডের এ ধরনের নামকরণের কারণ কী? [বাকাশিবো-২০১১, ২০১৫]
অথবা, গান ডায়োড কীভাবে তৈরি করা হয়? এটির P-এই ধরনের নামকরণের কারণ কী? [বাকাশিবো-২০১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। গান ডায়োডের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। রুবি মাসার (Maser)-এর সুবিধা কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। IMPATT, diode কীভাবে কাজ করে, লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬]
অথবা, IMPATT diode কীভাবে কাজ করে লেখ।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। IMPATT-এর চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১১]
IMPATT-এর চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো ঃ
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। Varactor diode-এর কার্যের মূলনীতি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৮, ১১, ১২, ১৩, ১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৮০। Gunn diode-এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১১]
অথবা, গান ডায়োডের গঠন ও বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৮১। প্যারামেট্রিক (Prametric) অ্যাম্পলিফায়ারের মূলনীতি লেখ? [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৮২। Parametric amplifier এবং Transistor amplifier এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। রাডার পদ্ধতি বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। ডুপ্লেক্সার কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৪]
অথবা, ডুপ্লেক্সার এর কজ কী? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। রাডার পদ্ধতিতে কোন অবজেক্টের (Object) দূরত্ব ও অবস্থান কীভাবে নির্ণয় করা যায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। রাডার কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
অথবা, রাডারের শ্রেণিবিভাগ লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫]
অথবা, রাডার ডিসপ্লে সিস্টেমের শ্রেণিবিন্যাস লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। রাডারে ব্যবহৃত বিভিন্ন ব্যান্ড ও ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জগুলো উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। রাডার রিসিভারের নয়েজ ফিগার কম হওয়া উচিত কেন? [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, রাড়ারের নয়েজের প্রভাব উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। পালস রাডারের ইন্ডিকেটরের কাজ কী? [বাকাশিবো-২০১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৯০। ডুপ্লেক্সারের কাজ কী? ইহা কীভাবে গঠিত হয়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১২, ১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৯১। TR বলতে কী বুঝায়? ইহা কীভাবে কাজ করে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৯২। ATR বলতে কী বুঝায়? এটি কীভাবে কাজ করে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। সার্চ রাডার পদ্ধতি কীভাবে কাজ করে?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। ডপ্লার রাডারের সুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। ডপ্লার রাডারের অসুবিধা কী? [বাকাশিবো-২০০৭, ১১, ১২, ১৩]
অথবা, রাডার স্থাপন সীমাবদ্ধতা লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। Tracking radar system-এর মূলনীতিটি লেখ। [বাকাশিবো-০৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। ডুপ্লেক্সারের কাজ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। MTI রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। CW Radar-এর ব্লক চিত্র আঁক। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

১০০। Pulsed RADAR-এর Block diagram অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১০, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

১০১। Doplier effect বা প্রতিক্রিয়া কী? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

১০২। পালস রাডার ও CW রাডারের মাঝে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। অ্যান্টেনা ইফেক্ট বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। নাইট ইফেক্ট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। গনিওমিটার ব্যবস্থা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। গনিওমিটার কীভাবে গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। অ্যাডকক অ্যান্টেনার অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। লিমাকন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। VOR পদ্ধতির ত্রুটিগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১১০। DME-এর মূলনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১২, ১৫]
অথবা, দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্র (DME) কীভাবে কাজ করে। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১১১। লুপ অ্যান্টিনার ব্যবহারিক লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১১২। LORAN বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১১৩। LORAN পদ্ধতির প্রধান সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১১৪। ILS পদ্ধতিতে অবতরণ যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১১৫। মারকার বীকন কয়টি ও কী কী? এদের কীভাবে স্থাপন করা হয়?
অথবা, Marker beeon এর কাজ কী এবং কয় প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

১১৬। মারকার বীকন (Marker Beacons) বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-০৬, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১১৭। ট্রান্সপন্ডার (Transponder) বলতে কী বুঝায়? ইহার গঠন ও মূল কাজ কী? [বাকাশিবো-০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১১]
অথবা, একটি মৌলিক Transponder-এ কী কী অংশ থাকে? [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১১৮। রেডিও এইড ও নেভিগেশন এইডের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১২, ১৩]
অথবা, Radio Aid এবং Navigation Aid-এর মাঝে পার্থক্য লেখ?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১১৯। LORAN কীভাবে কাজ করে? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। মাইক্রোওয়েভ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা কর? এর ফ্রিকোয়েন্সি রেঞ্জ দেখাও। [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, বিভিন্ন মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

২। মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্য ও প্রয়োগক্ষেত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৩। আলট্রা-হাই-ফ্রিকোয়েন্সি টিউবের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪। চিত্রের সাহায্যে অ্যাক্লোন টিউবের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৫। ডিস্ক সিল টিউবের গাঠনিক বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-০৯]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

৬। বৃত্তাকার ওয়েভগাইড বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৭। TE_{10} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন এর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৮। TE_{20} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৯। TM_{11} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৩, ২০১৩]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

১০। দেখাও যে, $\lambda_p = \dfrac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$ [বাকাশিবো-২০০৭, ০৯, ১১, ১৫]

অথবা, মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকুয়েন্সি ও ওয়েভ লেংথ পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

অথবা, প্রমাণ কর যে, $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda^2_p} + \frac{1}{\lambda^2_c}$ যেখানে প্রতিকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

১১। আয়তাকার ওয়েভগাইডের এক্সাইটেশন মোড পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১১]

অথবা, Rectangular wave guide to moole of exitation এর বিভিন্ন পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

১২। গ্রুপ ভেলোসিটিও ফেজ ভেলোসিটি এর মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮নং দ্রষ্টব্য।

১৩। টী (Tee) এর গাঠনিক চিত্র, বৈশিষ্ট্য এবং প্রয়োগ আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

১৪। টীকা লেখ ঃ

(ক) ম্যাজিক টী,

(খ) আইসোলেটিং ডিভাইস,

(গ) অ্যাডজাস্টেবল ফেজ শিফ্টার,

(ঘ) হাইব্রীড রিং বা ব্যাট রেস,

(ঙ) কাপলিং প্রোব,

(চ) কাপলিং লুপ,

(ছ) ওয়েভগাইড ফ্লেজ,

(জ) চোক রেঞ্জ,

(ঝ) রোটেটিং জয়েন্ট।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ট্রাভেলিং ডিটেক্টর বলতে কী বুঝ? ইহার প্রয়োজনীয়তা কী? চিত্রসহ ইহার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৬। আইরিশ (Irises) বলতে কী বুঝ? কত প্রকার ও কী কী? চিত্রসহ প্রত্যেক প্রকারের আইরিশের কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৭। টিউনিং পোস্ট কাকে বলে? ইহার ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৮। চিত্রসহ ওয়েভমিটারের (Wavemeter) কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ক্যাভিটি ওয়েভমিটারের কাজ চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯নং দ্রষ্টব্য।

২০। চিত্রসহ ডাইরেকশনাল কাপলারের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১০নং দ্রষ্টব্য।

২১। ওয়েভগাইড ডাইরেকশনাল কাপলারের গঠন ও কার্যপদ্ধতির বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১৩]

অথবা, Waveguide directional coupler এর কাজ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১১নং দ্রষ্টব্য।

২২। দীর্ঘ স্লট ডাইরেকশনাল কাপলারের গঠন ও কার্যপদ্ধতির বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১২নং দ্রষ্টব্য।

২৩। আইসোলেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৩নং দ্রষ্টব্য।

২৪। সারকুলেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৪নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ক্যাভিটি রেজনেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতির বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৬নং দ্রষ্টব্য।

২৬। দুই-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৭, ১০, ১১, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, একটি Two cavity klystron tube এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

২৭। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ম্যাগনেট্রন বলতে কী বুঝ? কত প্রকার ও কী কী? কোন কোন নীতির উপর ভিত্তি করে ম্যাগনেট্রন তৈরি করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

২৯। চিত্রের সাহায্যে ম্যাগনেট্রনের গঠনপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ম্যাগনেট্রনে ম্যাগনেটিক ও ইলেকট্রিক ফিল্ডের প্রভাব চিত্রসহকারে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ম্যাগনেট্রনে অসিলেশন কৌশল পদ্ধতি চিত্রসহকারে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৫(পরি)]
অথবা, TWT এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। থার্মোকাপল পদ্ধতিতে মাইক্রোওয়েভ মাপার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। প্রবাহ ধরনের ক্যালরিমেট্রিক পদ্ধতিতে মধ্যম ও উচ্চ মানের মাইক্রোওয়েভ পাওয়ার পরিমাপ প্রক্রিয়া সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-০৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ প্রক্রিয়া আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। উচ্চমানের SWR পদ্ধতি আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। নিম্নমানের SWR পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। অ্যাটেনিউয়েশন (Attenuation) পরিমাপের দুটি উল্লেখযোগ্য পদ্ধতির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়? মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৪০। হর্ণ অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়? হর্ণ এর বিভিন্ন গাঠনিক চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।
অথবা, একটি হর্ণ অ্যান্টেনার গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৪১। চিত্র সহকারে প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৫(পরি)]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪২। চিত্রসহ ক্যাসগ্রেইন ফিড অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। লেন্স অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের পারফরম্যান্স, সুবিধা ও প্রয়োগক্ষেত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। ভ্যারাক্টর ডায়োডের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারের মূলনীতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-০৪, ০৬, ০৭, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। গান (Gunn) ডায়োডের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৬, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। ম্যাসারের (Maser) কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৫০। রুবি ম্যাসারের কার্যপদ্ধতি চিত্র সহকারে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

৫১। ইম্প্যাট ডায়োডের (Impatt Diode) গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮নং দ্রষ্টব্য।

৫২। রাডার বলতে কী বুঝ? ইহার মূলনীতি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। রাডার রেঞ্জ সমীকরণ প্রতিষ্ঠিত কর। [বাকাশিবো-০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। রাডারের সর্বোচ্চ রেঞ্জে প্রভাবকৃত উপাদানসমূহের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-০৬, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। রাডার সিস্টেমে নয়েজের প্রভাব বর্ণনা কর। নয়েজ ফিগার বলতে কী বুঝ? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ দাও। [বাকাশিবো-০৬]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। রাডার রিসিভারের বিবেচ্য বিষয়সমূহের বর্ণনা দাও।
অথবা, রাডার রিসিভারের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। ব্লক চিত্রের সাহায্যে পালস রাডারের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। ডুপ্লেক্সার বলতে কী বুঝ? ডুপ্লেক্সারের গাঠনিক চিত্র অঙ্কন করে কার্ড পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। MTI রাডার পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১১, ১২, ১৫]
অথবা, MTI এর ব্লকচিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬০। MTI বলতে কী বুঝ? MTI রাডারের ব্লকচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ১০, ১১, ১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৬১। ডপ্লার CW রাডারের কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬২। FMCW রাডারের কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১১, ১২]
অথবা, FM-CW রাডার এর Block চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ। [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। Doppler RADAR এর সচিত্র বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০৪]
অথবা, ডপলার রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর? [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। লুপ অ্যান্টেনার কার্যনীতি গাণিতিক বিশ্লেষণসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। লুপ অ্যান্টেনার গঠন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। লুপ অ্যান্টেনা ও পরিমিত লুপ অ্যান্টেনার মধ্যে পার্থক্য কী? পরিমিত লুপ এন্টেনার গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৭]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। VOR পদ্ধতির মূলনীতি আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ১১]
অথবা, VOR এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। DME বলতে কী বুঝ? DME এর সাহায্যে কোন বস্তুর দূরত্ব পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। DME এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ০৭]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯নং দ্রষ্টব্য।

৭০। VHF অমিনিডাইরেকশনাল রেঞ্জের মূলনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১০নং দ্রষ্টব্য।

৭১। LORAN বলতে কী বুঝ? চিত্রের সাহায্যে LORAN এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১১]
অথবা, LORAN এর মূলনীতি সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

৭২। ILS পদ্ধতি বলতে কী বুঝ? এর বিভিন্ন অংশগুলো কী কী? ILS পদ্ধতির কার্যনীতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১১, ১৪, ১৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। মারকার বীকন বলতে কী বুঝ? কত প্রকার ও কী কী? মারকার বীকনের কার্যপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। Instrument landing এর পদ্ধতি ও লোকালাইজারের প্যাটার্ন বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৩, ০৯, ১২, ১৫, ১৫(পরি)]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮নং দ্রষ্টব্য।

সমাধানসহ উদাহরণ ঃ

১। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দুই দেয়ালের মধ্যে দূরত্ব 4.5 সেমি. এবং এর মধ্য দিয়ে 6 গিগাহার্টজ এর ওয়েভ গমন করলে, নির্ণয় কর ঃ (ক) ডোমিন্যান্ট মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, (খ) ওয়েভগাইডের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, এটা ছাড়াও ডোমিন্যান্ট মোডে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, (গ) গ্রুপ বেগ এবং ফেজ বেগ, (ঘ) বৈশিষ্ট্যগত ইম্পিড্যান্স।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ১নং দ্রষ্টব্য।

২। একটি ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়ালদ্বয় পরস্পরকে 5 সেমি দূরত্বে স্থাপন করা আছে। এর মধ্য দিয়ে 8 গিগাহার্টজ এর ওয়েভ গমন করলে দুইটি দেয়ালের মধ্যে সর্বোচ্চ কতটি বৈদ্যুতিক তীব্রতার অর্ধ-তরঙ্গ পাওয়া সম্ভব? এ মোডে ওয়েভ গমনের জন্য গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ২নং দ্রষ্টব্য।

৩। TM_{11} মোডে কার্যরত একটি আদর্শ আয়তাকার ওয়েভগাইডের কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।
[বাকাশিবো-২০১১, ২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪। একটি 3 সেমি × 4.5 সেমি মাত্রাবিশিষ্ট আয়তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে 10 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করে। (ক) TE_{10} মোড এবং (খ) TE_{11} মোড-এর জন্য কাট অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গ্রুপ বেগ, ফেজ বেগ এবং বৈশিষ্ট্যগত ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ৪নং দ্রষ্টব্য।

৫। একটি আয়তাকার ওয়েভগাইডের পার্শ্ব দেয়ালের মাত্রা 10 সেমি হলে ডোমিন্যান্ট মোডে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? এর মধ্য দিয়ে 2.5 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করলে গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গ্রুপ বেগ, ফেজ বেগ এবং বৈশিষ্ট্যগত গাইড ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ৫নং দ্রষ্টব্য।

৬। একটি ওয়েভগাইডের অভ্যন্তরীণ মাত্রা 4.5 সেমি এবং এটা ডোমিন্যান্ট মোডে ওয়েভ বহন করে। যদি বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স 490Ω হয়, তবে ওয়েভের ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে 6 গিগাহার্টজ ওয়েভ গমন করে। এর পার্শ্ব দেয়ালের মধ্যে দূরত্ব 7.5 সেমি. TE_{mo} মোডের প্রথম তিনটি মোডের জন্য বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ৭নং দ্রষ্টব্য।

৮। একটি ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে ডোমিন্যান্ট মোডে 6 গিগাহার্টজ সিগন্যাল গমন করে। যদি এর গ্রুপ বেগ, শূন্যস্থানে আলোর বেগের 90 শতাংশ হয়, তবে ওয়েভগাইডের প্রশস্ততা কত? সিগন্যাল গমনের সময় বাধার পরিমাণও নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ৮নং দ্রষ্টব্য।

৯। 2.5 সেমি ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের মধ্য দিয়ে TE_{11} মোডে 8 গিগাহার্টজ সিগন্যাল গমন করলে কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, গাইড তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং বৈশিষ্ট্যগত ওয়েভ ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ৯নং দ্রষ্টব্য।

১০। একটি বৃত্তাকার ওয়েভগাইডের ব্যাস 5 সেমি। (ক) TE_{11} (খ) TM_{01} এবং (গ) TE_{01} মোডে কাট-অফ ফ্রিকোয়েন্সি নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ১০নং দ্রষ্টব্য।

১১। একটি বৃত্তাকার এবং আয়তাকার ওয়েভগাইডের ক্ষেত্রফলের অনুপাত নির্ণয় কর, যদি ডোমিন্যান্ট মোডে উভয় ওয়েভগাইডের কাট-অফ তরঙ্গদৈর্ঘ্য সমান হয়।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ১১নং দ্রষ্টব্য।

১২। TM_{21} মোডে একটি আদর্শ আয়তকার Wave guide এর Cut off এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ঃ অধ্যায়-১ এর সমাধানসহ উদাহরণ ১২নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৩

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার ও নেভিগেশন এইড্‌স

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ৪ (চার)টি মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। TM_{11} mode এর field pattern অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Klystron এ bunch কীভাবে তৈরি হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Magic tee কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। MASER এবং IMPATT এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ ও ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। VSWR দ্বারা কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Marker beacon এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Distance measuring equipment এর প্রধান প্রধান অংশগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। একটি Transmission line এর return loss 20 dB হলে SWR কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Transmission type wavemeter এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। Waveguide এর গতিবেগ ও গ্রুপ গতিবেগের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। মাইক্রোওয়েভ মধ্যম Power পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Horn antenna এর গঠন বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Gunn diode এর গঠন বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Pulse Radar এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। VSAT এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। Instrtument landing system এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৪ × ৫ = ২০)

২১। চিত্রসহ Travelling wave tube এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রাডার রেঞ্জ সমীকরণ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Rectangular Waveguide এর mode excitation এর বিভিন্ন পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Parametric Amplifier এর মূলনীতি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ব্লক চিত্রের সাহায্যে GIS এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৪

(চার বছর মেয়াদি)

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার ও নেভিগেশন এইডস

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। Cassegrain feed দ্বারা কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২। ওয়েভগাইড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। TE_{10}mode এর field pattern অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Bolometer এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। প্যারাবলিক রিফ্লেক্টর (Parabolic Reflector) কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। MASER এবং IMPATT এর পূর্ণ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ ও ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। রাডার হতে সরবরাহকৃত পাল্‌স পাওয়ারের সঙ্গে এর রেঞ্জের সম্পর্ক কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Marker beacom এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯। SORAN এর ব্যবহারিক প্রয়োগ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। VSAT দ্বারা কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। Microwave transistor এর গঠন চিত্র অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করে দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Magic Tee এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Tracking rader system এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। IMPATT, diode কীভাবে কাজ করে, লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্যারামেট্রিক (Parametric) অ্যাম্প্লিফায়ারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ডুপ্লেক্সারের কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Magic tee এবং waveguide flanges এর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি Microwave antenna এর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রেডিও এইড ও নেভিগেশন এইডের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। GIS এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান : ৪ × ৫ = ২০)

২১। ডিরেকশনাল কাপ্লারের চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। TWT এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি Multicavity klystron tube এর গঠন চিত্র অঙ্কনপূর্বক ইহার কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Doppler Radar এর সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। DME এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস (ইএনটি-৬৩৩)

[সময় ঃ ৩ ঘন্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ এর ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। TWT এর দু'টি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩। IMPATT diode এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Wavemeter দিয়ে কী পরিমাপ করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Phase velocity বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Parametric amplifier এবং Transistor amplifier এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Cavity তে bunch কেন গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Mocrowave এর power পরিমাপ পদ্ধতি কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Dopller effect বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। SORAN এবং RADAR এর পূর্ণ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। সাধারণ Tub কে Microwave-এ ব্যবহার করা যায় না কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Directional coupler এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। TE_{10}, TE_{20}-এর field pattern অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ এবং ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Magnetron-এ oscillation প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। SWR পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রাডার রেঞ্জ সমীকরণে প্রভাবিত বিষয়গুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Pulse Radar-এ Duplexer এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Parabolic Antenner এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। MASER এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। DME এর ব্লক চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৪ × ৫ = ২০)

২১। একটি two cavity klystron tube এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি MTI Radar এর চিত্র অঙ্কন করে কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি হর্ন অ্যান্টেনার গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Loran এর মূলনীতিসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। VSAR এর ব্লক চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

[সময় ঃ ৩ ঘন্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। চারটি মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। TE_{10} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ক্লাইস্ট্রন টিউবে রিপেলারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ম্যাগনেট্রনকে ক্রস ফিল্ড ডিভাইস বলা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রাডারে ডুপ্লেক্সারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। পূর্ণ নাম লেখ ঃ VOR, MASER

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। VSWR বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মার্কার বীকন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ট্রান্সপন্ডার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। রাডারের নয়েজের প্রভাব উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। আইসোলেটরের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ওয়েভগাইডের ফেজ ভেলোসিটি ও গ্রুপ ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ ও ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। TWT এর গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। গান ডায়ডের গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রাডার রেঞ্জের উপর বিভিন্ন ফ্যাক্টরের প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। MTI-রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। DME-এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ম্যাজিক টী এর চিত্রসহ প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Horn অ্যান্টেনার মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। টু ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের গঠন ও কার্যপ্রণালি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনার সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। রাডার রেঞ্জের সমীকরণ প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ILS-এর সচিত্র ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। VSAT এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৭

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

[সময় ঃ ৩ ঘন্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। 0.3 GHz frequency বিশিষ্ট একটি Microwave এর wavelength কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। Dominant Mode কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Magic Tee কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Waveguide Flanges কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Isolator এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রিপেলার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭। বলোমিটারে ব্যবহৃত দু'টি ডিভাইসের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডুপ্লেক্সার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ATR ও MTI এর পূর্ণ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ এবং ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১০। মারকার বিকন কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। সাধারণ টিউব UHF ফ্রিকুয়েন্সি উৎপাদনে সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Coupling probe এবং loop এর পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। TE_{20} Mode এর Field pattern অঙ্কন করে দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Two cavity klystron tube এর চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। একটি Loop Antenna এর ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। VSAT বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৭। ডপ্লার রাডারের সুবিধা-অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ এবং ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। DME এর ব্লক চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। IMPATT এর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২০। একটি মৌলিক Transponder-এ কী কী অংশ থাকে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। দেখাও যে, $\lambda_p = \dfrac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}}$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Reflex klystron এর গঠন ও কার্যাবলি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারের মূলনীতি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Radar এর সর্বোচ্চ রেঞ্জ এর সমীকরণ প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। GIS পদ্ধতির বিভিন্ন অংশগুলোর কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

ষষ্ঠ ও অষ্টম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। Microwave এর উল্লেখযোগ্য দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। SWR বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Directional Coupler এর Directivity প্রকাশের সূত্র লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। DME এর পূর্ণ অর্থ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। LORAN এর Frequency Range কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। VSAT কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। HORN Antenna কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Isolator এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Radar Receiver-এ IF Signal এর মান কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Transponder এর Frequency Range কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ইনস্টিটিউট অব রেডিও ইঞ্জিনিয়ার্স অনুমোদিত Mode-গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Reflex Klystron এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। TM_{21} মোডে একটি আদর্শ আয়তাকার Waveguide এর Cut-off তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। Magic Tee এর ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Parabolic Dish Antenna এর গঠন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Microwave Transistor এর সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। CW Radar এর ব্লক চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Microwave signal এর Impedance কীভাবে পরিমাপ করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Varactor Diode এর কার্যের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Cavity Magnetron-এ Electric ও Magnetic field এর প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৪ × ৫ = ২০)

২১। চিত্রসহ Travelling Wave Tube এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। সার্কুলেটরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ব্লক চিত্রসহ MTI Radar এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ব্লক চিত্রের সাহায্যে GIS এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। একটি Rader Antenna হতে রেডিয়েটকৃত ওয়েভের Wavelength 3cm, Pre pulse power 600 KW, Antenna এর Capture Area $4m^2$, লক্ষ্য বস্তুর Cross-sectional Area $20m^2$ এবং সর্বনিম্ন Receivable power $10^{-12}W$ হলে এটির সর্বোচ্চ Range নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

পঞ্চম ও সপ্তম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। Phase Velocity বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২। র‍্যাট রেস কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্যাভিটি (Cavity) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ম্যাগনেট্রন টিউবে কোন ধরনের ফিল্ড ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Waveguide Excitation বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন টিউবে রিপেলারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭ VSWR বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ফিড অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। ডিফ্লেকশন মডুলেশন বা স্কোপ ডিসপ্লে কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ট্রান্সপন্ডার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ট্রাভেলিং ডিটেক্টর এর কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Waveguide-এ ব্যবহৃত TE_{10} ও TM_{10} Mode এর Pattern আঁক।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। VOR এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ডিস্ক সীল টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Two cavity klystron tube-এ bunch কীভাবে গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। দূরত্ব পরিমাপক যন্ত্র (DME) কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। নিম্নমানের SWR পরিমাপের পদ্ধতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। RADAR range-এ প্রভাবিত উপাদানগুলো সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Impact Diode এর গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Pulsed RADAR এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। প্রমাণ কর যে, $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda^2_p} + \frac{1}{\lambda^2_c}$ (যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Travelling wave tube এর গঠন চিত্রসহ কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। RADAR range এর সমীকরণ প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। VHF অমনিডাইরেকশনাল রেঞ্জের মূলনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ইনস্ট্রুমেন্ট ল্যান্ডিং (Instrument Landing) এর পদ্ধতি ও লোকালাইজারের প্যাটার্ন বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

২য়, ৪র্থ, ৬ষ্ঠ ও ৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

[সময় ঃ ৩ ঘন্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যেকোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ১ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। TM_{10} Mode Pattern টি অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Magic Tee কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। IMPATT ও VSAT এর পূর্ণরূপ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Marker beacon এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Microwave Antenna-এর প্রধান দু'টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Gunn Diode কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Wavelength, frequency এবং Velocity এর সম্পর্কটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। RADAR এবং MASER এর পূর্ণরূপ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ ও ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ ও ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Duplexer এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। Gunn diode এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Magic Tee এর ব্যবহারগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Microwave Medium Power পরিমাপের পদ্ধতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Reflex Klystron এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Horn Antenna এর গঠন বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Pulse Radar এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Two Cavity Klystrone tube-এ বাঞ্চ কীভাবে গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। LORAN কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। TWT-এর গঠন চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। VAST এর কাজ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। Parabolic dish antenna তে Signal গ্রহণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। Gaveguide directional coupler এর কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। প্রমাণ কর যে, $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda^2_p} + \frac{1}{\lambda^2_c}$, এখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। FMCW Radar এর Block diagram সহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ILS চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৮৮)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। ওয়েভ গাইড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ম্যাজিক টী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্যাভিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। মোড সাপ্রেসর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। হর্ন অ্যান্টেনা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Marker beacon এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Klystron-এ Bunch কীভাবে তৈরি হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। MASER এবং IMPATT এর পূর্ণ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ ও ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Isolator এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ডিরেক্শনাল কাপ্লারের ডিরেকটিভিটি কীভাবে প্রকাশ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। একটি Transmission line এর Return loss 20 dB হলে SWR কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। সারকুলেটর কী? চিত্র দেখাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Gunn diode এর গঠন বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Pulse Radar এর Block diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Wave-guide এর Phase গতিবেগ ও Group গতিবেগ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Coupling Probs এবং Coupling loop এর পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ম্যাগনেট্রোনকে ক্রস ফিল্ড ডিভাইস বলা হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। 0.3GHz বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ILS system এর ব্লক চিত্র অঙ্কন করে চিহ্নিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। Wave guide এর Directional coupler এর গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। চিত্রসহ Travelling wave tube এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Radar এর রেঞ্জের সমীকরণ প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ব্লক চিত্রের সাহায্যে GIS এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। রুবি ম্যাসারের কার্যপদ্ধতি চিত্র সহকারে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। একটি সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সি 300GH, ওয়েভলেংথ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ওয়েভ গাইড কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Dominant mode কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। TEmn দিয়ে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Faraday's principle টি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। GCA কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ম্যাগনেট্রনের ক্রিটিক্যাল ম্যাগনেটিক ফিল্ড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৯। LNB-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। রাডার মাইল কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। বিভিন্ন মাইক্রোওয়েভ ব্যান্ডের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। চিত্রসহ একটি ক্যাভিটি ওয়েভ মিটারের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Two-cavity ক্লাইস্ট্রন টিউবে কীভাবে ইলেকট্রন বাঞ্চ (Bunch) তৈরি হয়।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। পাল্স রাডার ও CW রাডারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। GIS-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৬। চিত্রসহ Parametric-এর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। লুপ অ্যান্টেনার সাহায্যে দিক নির্ণয়ের ধাপগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রেজোন্যান্ট এবং নন্-রেজোন্যান্ট অ্যান্টেনার মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৯। LORAN-কে Hyperbolic সিস্টেম বলা হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। PPI Display-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান : ৫ × ৪ = ২০)

২১। চিত্রসহ Rectangular ওয়েভ গাইডের TE ও TM মোড এক্সাইটেশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। পরিচ্ছন্ন চিত্র অংকন করে TWT-এর কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ILS-এর সাহায্যে বিমান অবতরণের পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকুয়েন্সি ও ওয়েভ লেংথ পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ব্লক চিত্রের সাহায্যে FM-CW রাডারের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

দ্বিতীয়, চতুর্থ ও ষষ্ঠ পর্ব পরিপূরক এবং অষ্টম পর্ব অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। চারটি মাইক্রোওয়েভ কম্পোনেন্টের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। TE_{10} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ক্লাইস্ট্রন টিউবে রিপেলারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ম্যাগনেট্রনকে ক্রস ফিল্ড ডিভাইস বলা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬। রাডারের ডুপ্লেক্সারের কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। পূর্ণ নাম লেখ ঃ VOR, MASER।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ ও ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। VSWR বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মার্কার বীকন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ট্রান্সপন্ডার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। রাডারের নয়েজের প্রভাব উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। আইসোলেটরের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ওয়েভ গাইডের ফেজ ভেলোসিটি ও গ্রুপ ভেলোসিটি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। TWT-এর গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। গান ডায়োডের গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রাডার রেঞ্জের ওপর বিভিন্ন ফ্যাক্টরের প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। MTI-রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। DME-এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ম্যাজিক 'টি' এর চিত্রসহ প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Horn-এন্টিনার মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। ট্রু ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের গঠন ও কার্যপ্রণালি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনার সচিত্র বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। রাডার রেঞ্জের সমীকরণ প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ILS-এর সচিত্র ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। VSAT-এর ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৮ম পর্ব অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৮৮)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। Magic Tee কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Bolometer-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Cavity-তে Bunch কেন গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। VSAT দিয়ে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৬। TWT-এর দুটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭। LORAN-এর Frequency range কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Gunn diode কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Transponder বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Duplex-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। TE_{10} এবং TE_{20} Field pattern অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Reflex klystron-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Loop Antenna-এর ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। IMPATT Diode-এর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। CW Radar-এর Block diagram আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। VOR-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। SWR পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Radio এইড এবং Navigation এইডের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Parabolie Antenna-এর বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ডপ্লার রাডারের সুবিধা-অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ ও ১১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৫ × ৪ = ২০)

২১। TWT-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। প্রমাণ কর যে, $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda^2_p} + \frac{1}{\lambda^2_c}$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। MTI Radar-এর কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ILS-এর সচিত্র ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ব্লক চিত্রের সাহায্যে GIS-এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৮৮)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। র‍্যাট রেস বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩। TE_{10} Mode এর ফিল্ড প্যাটার্ন অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Klystron-এ Bunch কীভাবে তৈরি হয়, লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Magic Tee কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Microwave Antenna-এর ২টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। MASER এবং IMPATT-এর পূর্ণ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ ও ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। VSWR দিয়ে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Marker Beacon-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Duplexer-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। একটি Transmission line-এর return loss 30 db হলে SWR কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Transmission type wave meter-এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১৩। Wave guide-এর ফেজ গতিবেগ ও গ্রুপ গতিবেগ এর মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Reflex klystron-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Micro wave পাওয়ার পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Horn Antenna-এর গঠন ও বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Gunn diode-এর গঠন ও বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Pulse Radar-এর ব্লক diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। VSAT-এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। ILS-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। চিত্রসহ Travelling wave tube-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রাডার রেঞ্জ সমীকরণ নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Rectangular wave guide-এর Mode of exitation-এর বিভিন্ন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। GIS-এর ব্লক চিত্র অঙ্কন করে ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। Two Cavity Klystron tube-এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। TM_{21} মোডে একটি আদর্শ আয়তাকার Wave guide এর Cut-off তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ২ এর উদাহরণ ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Magic Tee-এর ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Parabolic Dish Antenna এর গঠন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Microwave Transistor-এর সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। CW Radar এর ব্লক চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Microwave signal এর Impedance কীভাবে পরিমাপ করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Varactor Diode-এর কার্যের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Cavity Magnetron-এ Electric ও Magnetic field এর প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। চিত্রসহ Travelling Wave Tube-এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। সার্কুলেটরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ব্লক চিত্রসহ MTI Radar এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ব্লক চিত্রের সাহায্যে GIS এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। একটি Radar Antenna হতে রেডিয়েটকৃত ওয়েভের Wave length 3cm, Pre pulse power 600 KW. Antenna-এর Capture Area $4m^2$, লক্ষ্য বস্তুর Cross sectional Area 20m2 এবং সর্বনিম্ন Receivable power 10^{-12} W হলে এটির সর্বোচ্চ Range নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভ বলতে কি বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ম্যাজিক টী কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ম্যাগনেট্রন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। VSWR কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ওয়েভ গাইডের খোলা প্রান্তকে হর্ণ আকৃতির করার কারণ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের দুটি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Radar-এর মৌলিক উপাদানগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। LNB-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৯। LORAN কোন মূলনীতির ভিত্তিতে কাজ করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। বৃত্তাকার কক্ষপথে স্যাটেলাইটের পরিভ্রমণের সময় কীভাবে নির্ণয় করা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। হাইব্রীড রিং বা র‍্যাট রেস কী? ইহা কীভাবে কাজ করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Transponder বলতে কি বুঝায়? ইহার কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। MW Impedance পরিমাপ প্রক্রিয়া লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Coaxial line-এর তুলনায় wave guide-এর সুবিধাগুলো কি?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। কি কি কারণে Ultra high Frequency tube এর output হ্রাস পায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Micro-wave Antenna-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Varactor diode-এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। TM_{11} mode বলতে কি বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Gunn diode কীভাবে তৈরি করা হয় এবং এর নামকরণের সার্থকতা কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। দুই ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। MTI রাডার পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ILS পদ্ধতির কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Travelling wave tube-এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Radar Range সমীকরণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ব্লক চিত্রের সাহায্যে GIS-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৬ষ্ঠ পর্ব সমাপনী ও অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৬৩)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। Micro wave এর উল্লেখযোগ্য দু'টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। SWR বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Directional Coupler এর Directivity প্রকাশের সূত্র লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৪। DME এর পূর্ণ অর্থ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। LORAN-এর Frequency Range কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬। VSAT কী?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৭। HORN Antenna কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Isolator এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Radar Receiver-এ IF Signal-এর মান কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Transponder-এর Frequency Range কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ২ = ২০)

১১। ইনস্টিটিউট অব রেডিও ইঞ্জিনিয়ার্স অনুমোদিত Mode গুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Reflex Klystron-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। TM_{21} মোডে একটি আদর্শ আয়তাকার Wave guide এর Cut-off তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত অধ্যায় ২ এর উদাহরণ ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Magic Tee-এর ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Parabolic Dish Antenna এর গঠন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Microwave Transistor-এর সুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। CW Radar এর ব্লক চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Microwave signal এর Impedance কীভাবে পরিমাপ করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Varactor Diode-এর কার্যের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Cavity Magnetron-এ Electric ও Magnetic field এর প্রভাব বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ৫ = ২০)

২১। চিত্রসহ Travelling Wave Tube-এর কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। সার্কুলেটরের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ব্লক চিত্রসহ MTI Radar এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ব্লক চিত্রের সাহায্যে GIS এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২৫। একটি Radar Antenna হতে রেডিয়েটকৃত ওয়েভের Wave length 3cm, Pre pulse power 600 KW. Antenna-এ Capture Area $4m^2$, লক্ষ্য বস্তুর Cross sectional Area 20m2 এবং সর্বনিম্ন Receivable power 10^{-12} W হলে এটি সর্বোচ্চ Range নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৮৮)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভের সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। ম্যাজিক-"টী" বলতে কী বোঝায়, লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ওয়েভ গাইডের সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। MASER বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। RADAR এর ফ্রিক্যুয়েন্সি রেঞ্জ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Modified loop-এর সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। VSAT-এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

৮। LORAN ও SORAN-এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯। TE_{01} mode pattern অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Isolating device বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। অ্যাক্রোন টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Directional couplers বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Klystrone tube-এ Bunch কীভাবে গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সার্কুলার ওয়েভ গাইডের অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Micro-wave অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রাডারের শ্রেণিবিভাগ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Global Indication of Satellite (GSI) এর Block চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

১৮। Distance measuring equipment এর তালিকা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। Traveling wave tube এর ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Marker Becon-এর কাজ কী এবং কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৫ × ৪ = ২০)

২১। Multi-cavity Klystron এর গঠন চিত্র ও কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২২। RADAR range-এর সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। MTI এর ব্লকচিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। FM-CW রাডার এর Block চিত্রসহ কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Traveling wave tube-এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১২

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৮৮)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। মাইক্রোওয়েভের ফ্রিক্যুয়েন্সি রেঞ্জ সচরাচর কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। Isolator-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩। ওয়েভ গাইড বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ম্যাগনেট্রনে কোন ধরনের ফিল্ড ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Bolometer-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬। হর্ন অ্যান্টেনা এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Maser-এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ডুপ্লেক্সার এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। লিমাকন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। "Gis" পদ্ধতি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। মাইক্রোওয়েভের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, ফ্রিক্যুয়েন্সি ও বেগের মাঝে সম্পর্ক কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। ম্যাজিক টী-এর কয়েকটি প্রয়োগ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। TE_{10} mode-এর Field pattern অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রনে কীভাবে বাঞ্চ গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Microwave antenna-এর প্রধান দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রাডার স্থাপনে সীমাবদ্ধতা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। রাডার কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। গনিওমিটার ব্যবস্থা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রেডিও এইড ও নেভিগেশন এইডের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। স্যাটেলাইটে নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারি মজুদ রাখা হয় কেন?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। একটি Two cavity klystron tube-এর গঠন চিত্র অঙ্কন করে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রাডার রেঞ্জের সমীকরণ প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ব্লক চিত্রসহ MTI Radar-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। LORAN-এর মূলনীতিসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। Instrument landing-এর পদ্ধতি ও লোকালাইজারের প্যাটার্ন বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৮ম পর্ব অনিয়মিত পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০০৫ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ, রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস্

(বিষয় কোড ঃ ২৮৮৮)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ৫০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোন ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১ × ১০ = ১০)

১। সচরাচর Microwave frequency রেঞ্জ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। ওয়েভ গাইড ফ্রেঞ্জ কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩। মোড বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। বলোমিটারে তাপমাত্রা ঘাটতি পূরণ আবশ্যক কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। MASER এর পূর্ণনাম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সর্বোচ্চ রাডার রেঞ্জ সমীকরণ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ATR ও MTI এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ ও ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। লুপ অ্যান্টেনা কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০। আপ লিংক বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

খ-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১০ = ২০)

১১। 0.2 GHz frequency বিশিষ্ট একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। মেজিক-টী এর প্রয়োগ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। সমঅক্ষীয় লাইন অপেক্ষা ওয়েভ গাইডের সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন উপাদানগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Coupling probe এবং Coupling loop বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ ও ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Varactor diode এর ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ডপ্লার রাডারের সুবিধা-অসুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ ও ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রেডিও এইড ও নেভিগেশন এইড এর পার্থক্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। VSAT বলতে কী বোঝায়? মূলনীতি সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। দু'-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রোনের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৪ = ২০)

২১। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রনের গঠন ও কার্যপদ্ধতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। রাডার রেঞ্জের সমীকরণ প্রতিষ্ঠিত কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। TE_{10}, TE_{20} এবং TM_{11} মোডগুলো চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩, ৪, ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। VHF অমনিডাইরেকশনাল রেঞ্জের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। GIS এর ফাংশনাল ব্লক দেখাও এবং ব্লকগুলোর কার্যপ্রণালি লেখ।

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৪

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭৪)

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। মাইক্রোওয়েভের ফ্রিকুয়েন্সি রেঞ্জ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। ম্যাজিক টী কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। আইসোলেটরের কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। ডোমিন্যান্ট মোড কীভাবে প্রকাশ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। SWR কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ডুপ্লেক্সার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। LORAN কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। স্যাটেলাইট অরবিটগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ (ক) লো আর্থ অরবিট (খ) পোলার অরবিট (গ) জিওস্টেশনারী অরবিট।

৯। ফিড অ্যান্টেনার কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ ফিড অ্যান্টেনার কাজ হল– প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনায় প্যারাবোলিক প্রতিফলন সিগন্যাল প্রেরণ বা গ্রহণ করা।

১০। DME-এর মাঝে কী কী ইকুইপমেন্ট ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ (ক) ট্রান্সমিটার (খ) রিসিভার (গ) রেঞ্জিং সার্কিট (ঘ) ডিসপ্লে (ঙ) ডিলে সার্কিট

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। কাপলিং লুপ ও কাপলিং প্রবের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। TE_{20} মোডের ফিল্ড প্যাটার্ন অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। রিফ্লেক্স ক্লাইস্ট্রন টিউবের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। পাওয়ার রেশিও পদ্ধতিতে অ্যাটিনুয়েশন পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিফায়ারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। রাডার ডিসপ্লে সিস্টেমের শ্রেণিবিন্যাস লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। সাবকুলেটের কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। VSAT কীভাবে কাজ করে, সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত পুরাতন সিলেবাস।

১৯। ডিরেকশনাল কাপলারের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। প্যারাবোলিক অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৬ × ৫ = ৩০)

২১। VOR-এর কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। গ্রুপ ভেলোসিটি ও ফেজ ভেলোসিটি-এর মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। TWT-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। গান ডায়োডের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ডপলার রাডারের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ILS সিস্টেমের ব্লক ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৪

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭৪)

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। মোড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। ম্যাজিক 'টী' কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কাট-অফ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Isolator-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। বাঞ্চ কেন গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Thermocouple কীভাবে তৈরি হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭। প্যারামেট্রিক অ্যামপ্লিয়ার কোন নীতির ওপর কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮। রাডার রেঞ্জ দ্বিগুন করতে হলে কী করা প্রয়োজন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মার্কার বীকন কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে কোন ধরনের সেমিকন্ডাক্টর বেশি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। মাইক্রোওয়েভের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১২। কোন কোন কারণে Ultra high frequency তে আউটপুট হ্রাস পেয়ে থাকে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। Wave guide-এ ব্যবহৃত TE_{10} ও TM_{10} Mode-এর Pattern অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Isolator-এর প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। TWT-এর প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। Varactor diode-এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। Pulse Radar-এ Indicator-এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Duplexer-এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। DMF-এর মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Radio Aid এবং Navigation Aid-এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৬ × ৫ = ৩০)

২১। দেখাও যে, Wave guide-এর ক্ষেত্রে $\lambda_p = \dfrac{\lambda}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda}\right)^2}}$

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২২। TWT-এর গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। গান (Gunn) ডায়োডের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। MTI Radar-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্রসহ Directional coupler-এর গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ILS-এর বিভিন্ন অংশ উল্লেখ করে কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ২৮/৬/২০১৫ইং]

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭৪)

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। মাইক্রোওভের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, ফ্রিকোয়েন্সি ও বেগের মাঝে সম্পর্কটি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২। ফেজ গতিবেগ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৩। Isolator-এর কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। বাঞ্চ কেন গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫। Helix বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত সিলেবাস বহির্ভূত।

৬। ব্যারেটার ও থার্মিস্টারের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার আকৃতি ছোট হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। MASER-এর পূর্ণনাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। রাডারের পাওয়ার রেঞ্জ কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। ডুপ্লেক্সারের কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। মোড কাকে বলে এবং কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সার্কুলেটর কী? সার্কুলেটরের চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। দু'-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ম্যাগনেট্রন কাকে বলে? ম্যাগনেট্রনে ইন্টারঅ্যাকশন বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। থার্মোকাপল কীভাবে তৈরি হয়?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। হর্ন অ্যান্টেনার মূলনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। গান ডায়োড কীভাবে তৈরি হয়? এটির P-এই ধরনের নামকরণের কারণ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। রাডারের শ্রেণিবিভাগ লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। LORAN কী? LORAN কয় ফ্রিক্যুয়েন্সি রেঞ্জে কাজ করে?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ওয়েভ গাইডের এক্সাইটেশন বলতে কী বুঝায়? এক্সাইটেশন পদ্ধতি কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৬ × ৫ = ৩০)

২১। চিত্রসহ ডিরেকশনাল কাপলারের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। মাল্টিক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের গঠনসহ কার্যপ্রণালির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনা বলতে কী বুঝায়? মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ভ্যারাক্টর ডায়োডের গঠন ও কার্যপ্রণালি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্রসহ Instrument-এর পদ্ধতির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। MTI Radar-এর কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১১/১/২০১৬ইং]

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭৪)

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। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়? মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সির রেঞ্জ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। হাই ব্রিড রিং-এর প্রধান বৈশিষ্ট্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। বাক্স কী? বাক্স কেন গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Bolometer-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ম্যাসার (Maser) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ওয়েভ গাইড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। LORAN কী? এটি কীসের ওপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ম্যাজিক 'টী' বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার প্রধান ২টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। সর্বোচ্চ রাডার রেঞ্জ সমীকরণটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। কী কী কারণে আলট্রা-হাই-ফ্রিকুয়েন্সিতে আউটপুট হ্রাস পেয়ে থাকে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সমঅক্ষীয় ক্যাবলের চাইতে ওয়েভ গাইডের সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১১/১/২০১৬ইং]

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭৪)

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। মাইক্রোওয়েভ বলতে কী বুঝায়? মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকোয়েন্সির রেঞ্জ কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। হাই ব্রিড রিং-এর প্রধান বৈশিষ্ট্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। বাঞ্চ কী? বাঞ্চ কেন গঠিত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Bolometer-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। ম্যাসার (Maser) বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। ওয়েভ গাইড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। LORAN কী? এটি কীসের ওপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ম্যাজিক 'টী' বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। মাইক্রোওয়েভ অ্যান্টেনার প্রধান ২টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০। সর্বোচ্চ রাডার রেঞ্জ সমীকরণটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। কী কী কারণে আলট্রা-হাই-ফ্রিকুয়েন্সিতে আউটপুট হ্রাস পেয়ে থাকে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। সমঅক্ষীয় ক্যাবলের চাইতে ওয়েভ গাইডের সুবিধা কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। মোড (Mode) কাকে বলে? এটি কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত ৫ ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। একটি সিগন্যালের ফ্রিকুয়েন্সি 300 GH হলে ওয়েভলেংথ কত?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ম্যাজিক 'টী' এর ৪টি ব্যবহার লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ম্যাগনেট্রনকে ক্রস ফিল্ড ডিভাইস বলা হয় কেন?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ওয়েভ গাইডের খোলা প্রান্তকে হর্ন আকৃতি করার কারণ কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। মাইক্রোওয়েভ ট্রানজিস্টরের প্রয়োগক্ষেত্রগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। রাডার রিসিভারের ক্ষেত্রে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। মারকার বীকন বলতে কী বুঝায়? মারকার বীকন কয়টি ও কী কী?

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ৬ × ৫ = ৩০)

২১। Instrumentation Landing পদ্ধতি ও লোকালাইজারের প্যাটার্ন বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। ট্রাভেলিং ওয়েভ টিউবের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ক্যাভিটি রেজনেটরের গঠন ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। টু-ক্যাভিটি ক্লাইস্ট্রন টিউবের গঠন ও কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্র সহকারে প্যারাবোলিক ডিশ অ্যান্টেনার কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। **টীকা লেখ :** লুপ অ্যান্টেনা; রাডার ও র‍্যাট রেস (Rat-race)।

উত্তর সংকেত অনুচ্ছেদ ১১.৪, ৯.১ ও ৩.১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৭ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৬ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ২৮/০৬/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ ইলেকট্রনিক্স (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ মাইক্রোওয়েভ রাডার অ্যান্ড নেভিগেশন এইডস

(বিষয় কোড ঃ ৬৮৭৪)

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। Microwave এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২। Wave guide কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩। TWT-এর কাজ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। Cavity resonator কী?

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। Radar ও GCA-এর পূর্ণ অর্থ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং এবং অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। Horn antenna-র কাজ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭। Coupling probe কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮। Duplexer কী কাজে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। Bolometer কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। Klystron amplifier-এর জন্য Applegate diagram অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৪.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১১। Disk seal tube এর মূলনীতি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। Cut-off guide এবং Free space wave length এর মাঝে সম্পর্ক বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১৩। Reflex klystron tube-এর অপারেশন লেখ।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। Standard wave ratio (SWR) এর পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। Parametric amplifier এর মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। MTI-এর ব্লকচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। VOR এর কার্যপ্রণালি সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। Long range navigation এবং Short range navigation এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১৯। Radar range equation-টি প্রতিপাদন কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২০। Wave-meter এর কার্যনীতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৬ × ৫ = ৩০)

২১। TE10, TE20 ও TM11 মোডের Field pattern চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩, ৪ এবং ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। চিত্রসহ একটি Directional coupler এর কার্যাবলি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। Instrument Landing System (ILS)-এর কার্যপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। Loop antenna-র সাহায্যে কীভাবে দিক নির্ণয় করা যায়, চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। একটি Cavity magnetron-এর গাঠনিক বৈশিষ্ট্য চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। FM-CW radar এর কার্যপ্রণালি ব্লকচিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৮ নং দ্রষ্টব্য।

BDeBooks.com

E-BOOK

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