

# Subject Name (Gujarati)

4351103 -- Summer 2025

Semester 1 Study Material

*Detailed Solutions and Explanations*

## પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

ચાર માઇક્રોવેવ આવર્તન બેન્ડની તેમની આવર્ત શ્રેણી સાથે અને તેનાં ઉપયોગો સાથેની સૂચી બનાવો.

### જવાબ

બેન્ડ	આવર્તન શ્રેણી	ઉપયોગો
L-band	1-2 GHz	GPS, Mobile communication
S-band	2-4 GHz	WiFi, Bluetooth, Radar
C-band	4-8 GHz	Satellite communication
X-band	8-12 GHz	Military radar, Weather radar

### મેમરી ટ્રીક

“Little Satellites Communicate eXcellently”

## પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

એક જ સ્ટ્રુબનો ઉપયોગ કરીને impedance matching ની પ્રક્રિયા સમજાવો.

### જવાબ

Single stub matching એ short-circuited stub વડે reflection દૂર કરવાની પદ્ધતિ છે.

પ્રક્રિયા:

- Stub લંબાઈ: Reactive impedance પ્રદાન કરે છે
- Stub સ્થાન: Load થી Smith chart વડે ગણવામાં આવે છે
- Matching condition: Real part =  $Z_0$ , imaginary part = 0

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Source] --- B[Transmission Line]
    B --- C[Stub Position]
    C --- D[Load]
    C --- E[Short Stub]
{Highlighting}
{Shaded}
```

### મેમરી ટ્રીક

“Stub Positioned for Perfect Matching”

## પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

લોસલેસ ટ્રાન્સમિશન લાઇનની લાક્ષણિકતાઓ જણાવો અને બે વાયર ટ્રાન્સમિશન લાઇન માટે સામાન્ય સમીકરણ મેળવો.

### મેમરી ટ્રીક

“Lossless Lines Love Low Loss”

## પ્રશ્ન 1(ક) OR [7 ગુણ]

સ્થાયી તરંગ વ્યાખ્યાયિત કરો. શૉર્ટ સર્કિટ અને ઓપન સર્કિટ લાઇન માટે રેટિંગ વેવ પેટર્ન દોરો અને સમજાવો.

### જવાબ

**Standing Wave:** આગળ અને પરાવર્તિત તરંગોના constructive અને destructive interference થી બનતો સ્થિર pattern.

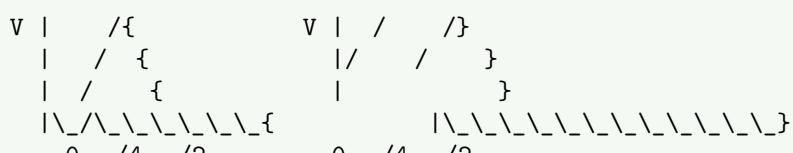
**Short Circuit Line:**

- Current maximum short circuit પર
- Voltage minimum short circuit પર
- Minima વર્ષયેનું અંતર:  $\pi/2$

**Open Circuit Line:**

- Voltage maximum open circuit પર
- Current minimum open circuit પર
- Maxima વર્ષયેનું અંતર:  $\pi/2$

Short Circuit:      Open Circuit:



### મેમરી ટ્રીક

“Short Circuits Current, Open Circuits Voltage”

## પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

મેજિક TEE ની કામગીરી દોરો અને સમજાવો.

### જવાબ

**Magic TEE:** એ E-plane અને H-plane tees ને મિલાવીને બનાવેલ ચાર પોર્ટ વાળી device છે જે opposite ports વચ્ચે isolation આપે છે.

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[Port 1 {- E{-}arm}] --- C[Junction]
    B[Port 2 {- H{-}arm}] --- C
    C --- D[Port 3 {-} Collinear arm]
```

```
C {-{-}{}} E[Port 4 {-} Collinear arm]
{Highlighting}
{Shaded}
```

#### કામગીરી:

- E-arm અને H-arm: એકબીજાથી isolated રહે છે
- Sum port: Collinear arms ની signals ને add કરે છે
- Difference port: Signals ને subtract કરે છે

#### મેમરી ટ્રીક

“Magic Tee Mixes Modes”

## પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

હાયલિડ સિગન્નિ કામગીરી સમજાવો.

#### જવાબ

Hybrid Ring એ ચાર પોર્ટ વાળી ગોળાકાર waveguide છે જે power division અને isolation માટે વપરાય છે.

#### બાંધકામ:

- Ring circumference:  $1.5\lambda$
- Port spacing: Adjacent ports વચ્ચે  $\lambda/4$
- Matched impedance: દરેક port  $Z_0_{matched}$

#### કામગીરી:

- Power splitting: Input બે output ports વચ્ચે સમાન રીતે વહેંચાય છે
- Isolation: Opposite ports isolated રહે છે
- Phase difference: Output ports વચ્ચે  $180^\circ$

#### મેમરી ટ્રીક

“Ring Runs Round for Power Sharing”

## પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

“સક્રૂલેટર” ના બાંધકામ અને કાર્યસિદ્ધાંત સમજાવો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

#### જવાબ

#### બાંધકામ:

- ત્રણ પોર્ટ device ferrite material સાથે
- Permanent magnet magnetic field બનાવે છે
- Y-junction waveguide structure

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Port 1] {-{-}{}} B[Ferrite Junction]
    B {-{-}{}} C[Port 2]
    C {-{-}{}} D[Port 3]
    D {-{-}{}} A
    style B fill:#ff9999
{Highlighting}
{Shaded}
```

#### કાર્યસિદ્ધાંત:

- Faraday rotation: Magnetic field wave polarization ને rotate કરે છે
- Unidirectional flow: Power માત્ર એક દિશામાં વહે છે
- Non-reciprocal: વિરુદ્ધ દિશાઓ માટે અલગ બેહિવિયર

ઉપયોગો:

- Radar systems: Transmitter ને receiver થી isolate કરે છે
- Communication: TX/RX માટે antenna sharing
- Microwave amplifiers: Feedback અટકાવે છે

### મેમરી ટ્રીક

“Circulator Circles Clockwise Continuously”

### પ્રશ્ન 2(અ) OR [3 ગુણ]

લંબચોરસ વેવગાઇડ અને ગોળાઇવાળું વેવગાઇડની તુલના કરો.

#### જવાબ

પેરામીટર	લંબચોરસ	ગોળાકાર
Cross-section	Rectangle	Circle
Dominant mode	TE <sub>10</sub>	TE <sub>11</sub>
Cutoff frequency	સરળ calculation	જટિલ calculation
Manufacturing	સરળ	મધ્યમ
Power handling	ઓછી	વધારે

### મેમરી ટ્રીક

“Rectangles are Regular, Circles are Complex”

### પ્રશ્ન 2(બ) OR [4 ગુણ]

ડાયરેક્શનલ કપ્લરનું કાર્યસિદ્ધાંત દોરો અને સમજાવો.

#### જવાબ

Directional Coupler forward power ને sample કરે છે અને reflected power થી isolation આપે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Input] --{-{-}{}} B[Main Line]
    B --{-{-}{}} C[Output]
    B --{-.-{-}{}} D[Coupled Port]
    B --{-.-{-}{}} E[Isolated Port]
    style D fill:#99ff99
    style E fill:#ff9999
{Highlighting}
{Shaded}
```

#### કામગીરી:

- Coupling factor: Extract થતી power નક્કી કરે છે (10-20 dB સામાન્ય)
- Directivity: Forward ને reverse power થી isolate કરે છે

- **Insertion loss:** Main line मां minimal loss

પરમीटર્સ:

- $C = 10 \log(P_1/P_3)$  (Coupling factor)
- $D = 10 \log(P_3/P_4)$  (Directivity)

મેમરી ટ્રીક

“Coupler Couples Carefully in Correct Direction”

## પ્રશ્ન 2(ક) OR [7 ગુણ]

“Travelling Wave Tube” ના બાંધકામ અને કાર્યસિદ્ધાંત સમજાવો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

જવાબ

બાંધકામ:

- **Electron gun:** Electron beam emit કરે છે
- **Helix structure:** RF wave ને slow કરે છે
- **Collector:** Spent electrons collect કરે છે
- **Magnetic focusing:** Beam ને focused રાખે છે

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Electron Gun] --> B[Helix]
    B --> C[Collector]
    D[RF Input] --> B
    B --> E[RF Output]
    F[Magnetic Field] -.-> B
{Highlighting}
{Shaded}
```

કાર્યસિદ્ધાંત:

- **Velocity synchronization:** Electron velocity  $\approx$  RF wave velocity
- **Energy transfer:** Electrons RF wave ને energy આપે છે
- **Continuous interaction:** સંપૂર્ણ helix length પર

ઉપયોગો:

- **Satellite communication:** High power amplification
- **Radar transmitters:** High gain amplification
- **Electronic warfare:** Jamming systems

મેમરી ટ્રીક

“TWT Transfers Tremendous power Through Travel”

## પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

ઉચ્ચ VSWR માપન માટે પરોક્ષ પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

Indirect Method calibrated attenuator વાપરિને high VSWR ને measure કરે છે.

પ્રક્રિયા:

- Calibrated attenuator insert કરો (10-20 dB)

- Reduced VSWR measure કરો ( $VSWR_2$ )
  - Actual VSWR calculate કરો:  $VSWR_1 = VSWR_2 \times Attenuatorratio$
- ફોર્મ્યુલા:  $VSWR_{actual} = VSWR_{measured} \times 10^{(Attenuation/20)}$

### મેમરી ટ્રીક

"Indirect method uses Intermediate Attenuation"

## પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

કન્વેશનલ ટ્યૂબ્સની આવર્તન મર્યાદાઓ લખો અને સમજાવો.

### જવાબ

આવર્તન મર્યાદાઓ:

- Transit time effect: Electron transit time significant બને છે
- Interelectrode capacitance: High frequency response limit કરે છે
- Lead inductance: Parasitic inductance gain ઘટાડે છે
- Skin effect: Current માત્ર સપ્રેસ પર વહું છે

અસરો:

- Reduced gain:  $f_0$  કરતાં વધારે frequencies પર
- Increased noise: Shot noise ને કારણે
- Phase shift: Signal processing માં delay

ઉકેલો:

- Electrode spacing ઘટાડો
- Special tube designs વાપરો
- Cavity resonators employ કરો

### મેમરી ટ્રીક

"Transit Time Troubles Traditional Tubes"

## પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

એપ્લિકેટ ડાયાગ્રામ સાથે ટૂ કેવિટી કલીસ્ટ્રોનનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો. તેના ફાયદાઓની ચાદ્રી આપો.

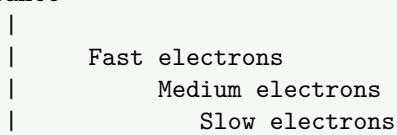
### જવાબ

બાંધકામ:

- Electron gun: Electron beam produce કરે છે
- Input cavity: Beam ને velocity modulate કરે છે
- Drift region: Beam bunching થાય છે
- Output cavity: RF energy extract કરે છે
- Collector: Electrons collect કરે છે

Applegate Diagram:

Distance



Time

Input Cavity	Drift Space	Output Cavity
--------------	-------------	---------------

#### કામગીરી:

- **Velocity modulation:** Input cavity electron velocity vary કરે છે
- **Density modulation:** Electrons drift space માં bunch થાય છે
- **Energy extraction:** Bunched beam output cavity ને energy transfer કરે છે

#### ફાયદાઓ:

- **High power output:** કેટલાક kilowatts
- **High efficiency:** 40-60%
- **Low noise:** Semiconductor devices કરતાં સારી
- **Stable operation:** Excellent frequency stability

#### મેમરી ટ્રીક

“Klystron Kicks with Kinetic Bunching”

## પ્રશ્ન 3(અ) OR [3 ગુણ]

BWOનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો.

#### જવાબ

**BWO (Backward Wave Oscillator)** backward wave interaction વાપરીને oscillation કરે છે.

#### બાંધકામ:

- **Electron gun:** Electron beam emit કરે છે
- **Slow wave structure:** Helix અથવા coupled cavities
- **Collector:** Input end પર
- **Output:** Input end થી

#### કામગીરી:

- **Backward wave:** Electron beam ની વિરુદ્ધ દિશામાં travel કરે છે
- **Negative resistance:** Beam backward wave ને energy આપે છે
- **Oscillation:** જ્યારે gain > losses

#### મેમરી ટ્રીક

“BWO goes Backward While Oscillating”

## પ્રશ્ન 3(બ) OR [4 ગુણ]

માઇક્રોવેવ રેડિયેશનને કારણે જોખમો સમજાવો.

#### જવાબ

#### જોખમોના પ્રકારો:

- **HERP:** Hazards of Electromagnetic Radiation to Personnel
- **HERO:** Hazards of Electromagnetic Radiation to Ordnance
- **HERF:** Hazards of Electromagnetic Radiation to Fuel

#### અસરો:

- **Thermal heating:** High power પર tissue heating
- અંધોને નુકસાન: Cataract formation
- **Reproductive effects:** Fertility પર સંભિત અસર
- **Pacemaker interference:** Electronic device malfunction

#### સુરક્ષા:

- **Power density limits:**  $< 10 \text{ mW/cm}^2$
- **Safety distances:** Far field calculations
- **Warning signs:** Radiation hazard markers

- Personal monitors: RF exposure meters

## મેમરી ટ્રીક

“Microwaves Make Multiple Medical Maladies”

### પ્રશ્ન 3(ક) OR [7 ગુણ]

સુધાર સ્કેચ સાથે મેચેટ્રોનનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

#### જવાબ

##### બાંધકામ:

- Circular cathode: Central hot cathode
- Cylindrical anode: Resonant cavities સાથે
- Permanent magnet: Axial magnetic field પ્રદાન કરે છે
- Output coupling: Loop અથવા probe

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Cathode] --> B[Interaction Space]
    B --> C[Anode Cavities]
    D[Magnetic Field] -.-> B
    C --> E[Output Coupling]
    style A fill:#ff9999
    style C fill:#99ff99
{Highlighting}
{Shaded}
```

##### કામગીરી:

- Electron cloud: Interaction space માં બને છે
- Cycloid motion: E અને B fields ને કારણે
- Resonant cavities: Operating frequency નક્કી કરે છે
- Q-mode oscillation: Alternate cavities opposite phase માં

##### ઉપયોગો:

- Microwave ovens: 2.45 GHz heating
- Radar systems: High power pulses
- Industrial heating: Material processing
- Medical diathermy: Therapeutic heating

## મેમરી ટ્રીક

“Magnetron Makes Microwaves Magnificently”

### પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

P-i-N ડાયોડની કામગીરી સમજાવો.

#### જવાબ

P-i-N Diode માં P અને N regions વચ્ચે intrinsic layer છે, જે voltage-controlled resistor તરીકે કામ કરે છે.

##### બાંધકામ:

- P region: Heavily doped

- **I region:** Intrinsic (undoped)

- **N region:** Heavily doped

**કામગીરી:**

- **Forward bias:** Low resistance ( $1-10 \Omega$ )
- **Reverse bias:** High resistance ( $>10 k\Omega$ )
- **RF switch:** Microwave signals control કરે છે
- **Variable attenuator:** DC bias સાથે resistance vary થાય છે

**મેમરી ટ્રીક**

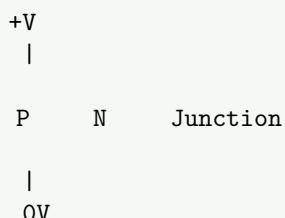
“PIN controls Power IN Networks”

#### પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

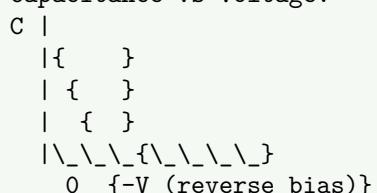
સુધાર સ્કેચ સાથે વેરેક્ટર ડાયોડના કાર્ય સમજાવો.

**જવાબ**

Varactor Diode junction capacitance variation વાપરીને **voltage-controlled capacitor** તરીકે કામ કરે છે.



Capacitance vs Voltage:



**કામગીરી:**

- **Reverse bias:** Junction deplete કરે છે, capacitance ઘટે છે
- **Bias voltage:** Capacitance value control કરે છે
- **Capacitance ratio:** સામાન્ય રીતે 3:1 થી 10:1
- **Frequency tuning:** Oscillators અને filters માં વપરાય છે

**ઉપયોગો:**

- **VCO tuning:** Voltage controlled oscillators
- **AFC circuits:** Automatic frequency control
- **Parametric amplifiers:** Low noise amplification

**મેમરી ટ્રીક**

“Varactor Varies Capacitance with Voltage”

#### પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

ટનલ ડાયોડનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો અને ટનલ બનાવવાની ઘટનાને વિગતવાર સમજાવો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

## જવાબ

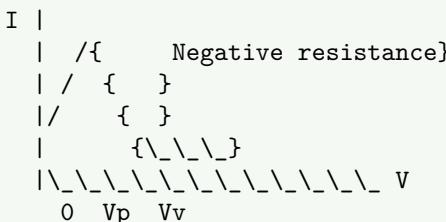
### બંધકામ:

- **Heavily doped P-N junction:** બંને બાજું degenerately doped
- **Thin junction:** ~10 nm width
- **Quantum tunneling:** Electrons energy barrier માંથી tunnel કરે છે

### Tunneling Phenomenon:

- **Quantum effect:** Electrons energy barrier માંથી પસાર થાય છે
- **Band overlap:** Conduction band valence band સાથે overlap કરે છે
- **Probability function:** Tunneling probability barrier width પર depend કરે છે
- **No thermal activation:** Room temperature પર થાય છે

I{-V Characteristic:}



$V_p$  = Peak voltage

$V_v$  = Valley voltage

### કામગીરી:

- **Forward bias 0-V<sub>p</sub>:** Current વહે છે (tunneling)
- **$V_p$  to  $V_v$ :** Negative resistance region
- **Beyond  $V_v$ :** Normal diode operation

### ઉપયોગો:

- **High-speed switching:** Picosecond switching
- **Oscillators:** Microwave frequency generation
- **Amplifiers:** Low noise amplification
- **Memory circuits:** Bistable operation

## મેમરી ટ્રીક

“Tunnel Diode Tunnels Through barriers Terrifically”

## પ્રશ્ન 4(અ) OR [3 ગુણ]

IMPATT ડાયોડની કામગીરીનું વર્ણન કરો.

## જવાબ

IMPATT (Impact Avalanche Transit Time) diode avalanche multiplication અને transit time delay વાપરીને oscillation કરે છે.

### કામગીરી:

- **Avalanche zone:** Impact ionization carriers બનાવે છે
- **Drift zone:** Carriers constant velocity સાથે drift કરે છે
- **Transit time:**  $180^\circ$  phase shift
- **Negative resistance:** Phase delay ને કરણે

### મુખ્ય parameters:

- **Breakdown voltage:** સામાન્ય રીતે 20-100V
- **Efficiency:** 10-20%
- **Frequency range:** 1-300 GHz

## મેમરી ટ્રીક

“IMPATT Impacts with Avalanche Transit Time”

## પ્રશ્ન 4(બ) OR [4 ગુણ]

પેરામેટ્રિક એમલીફાયર માટે આવર્તન ઉપર અને નીચે રૂપાંતરણ સમજાવો.

### જવાબ

Parametric Amplifier time-varying reactance વાપરીને amplification અને frequency conversion કરે છે.

Up-conversion:

- Signal frequency:  $f_s$  (input)
- Pump frequency:  $f_p$  (ધણી વધારે)
- Output frequency:  $f_o = f_p + f_s$
- Energy transfer: Pump થી signal માં

Down-conversion:

- Signal frequency:  $f_s$  (input)
- Pump frequency:  $f_p$
- Output frequency:  $f_o = f_p - f_s$
- Mixer operation: Frequency translation

ફાયદાઓ:

- Low noise: Quantum-limited performance
- High gain: 20-30 dB સામાન્ય
- Wide bandwidth: કેટલાક GHz

### મેમરી ટ્રીક

"Parametric Pump Provides frequency conversion Plus gain"

## પ્રશ્ન 4(ક) OR [7 ગુણ]

RUBY MASER ના બાંધકામ અને કાર્ય સિક્ષાંતરૂં વર્ણન કરો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

### જવાબ

બાંધકામ:

- Ruby crystal:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  lattice  $\text{Cr}^{3+}$  ions
- Magnetic field: Strong DC magnetic field
- Microwave cavity: Signal frequency પર resonant
- Pump source: High frequency klystron
- Cryogenic cooling: Liquid helium temperature

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Ruby Crystal] --> B[Microwave Cavity]
    C[Magnetic Field] --> A
    D[Pump Source] --> B
    E[Liquid Helium] --> A
    B --> F[Amplified Output]
{Highlighting}
{Shaded}
```

કાર્યસિક્ષાંતરૂં:

- Energy levels:  $\text{Cr}^{3+}$  ions energy levels
- Population inversion: Pump upper level માં વધારે atoms બનાવે છે
- Stimulated emission: Signal photons emission trigger કરે છે
- Coherent amplification: Phase-coherent amplification

Three-level system:

- **Ground state:**  $E_1$ (populated)
- **Intermediate state:**  $E_2$ (signal frequency)
- **Upper state:**  $E_3$ (pump frequency)

ઉપયોગો:

- **Radio astronomy:** Ultra-low noise receivers
- **Satellite communication:** Ground station amplifiers
- **Deep space communication:** NASA tracking stations
- **Research:** Quantum electronics experiments

### મેમરી ટ્રીક

“RUBY MASER Makes Amazingly Sensitive Electromagnetic Receivers”

## પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

MTI RADARના કાર્યોત્તમક બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

### જવાબ

MTI RADAR successive echoes ની comparison કરીને moving targets detect કરે છે અને fixed targets cancel કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Transmitter] --> B[Duplexer]
    B --> C[Antenna]
    C --> D[Receiver]
    D --> E[Phase Detector]
    F[STALO] --> E
    F --> G[COHO]
    G --> E
    E --> H[Canceller]
    H --> I[Display]
{Highlighting}
{Shaded}
```

#### Components:

- STALO: Stable Local Oscillator
- COHO: Coherent Oscillator
- Phase detector: Echo phases compare કરે છે
- Canceller: Fixed target echoes remove કરે છે

### મેમરી ટ્રીક

“MTI Makes Targets Intelligible by Motion”

## પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

RADAR ને SONAR સાથે સરખાવો.

પેરામીટર	RADAR	SONAR
Wave type	Electromagnetic	Acoustic
Medium	Air/vacuum	Water
Speed	$3 \times 10^8 \text{ m/s}$	1500 m/s
Frequency	GHz	kHz
Range	100+ km	10-50 km
Applications	Air/space	Underwater

સામાન્ય લક્ષણો:

- Pulse-echo principle
- Range measurement
- Target detection

### મેમરી ટ્રીક

“RADAR Radiates, SONAR Sounds”

## પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

મહત્તમ RADAR રેંજનું સમીકરણ મેળવો. મહત્તમ રડાર રેંજને અસર કરતા પરિબળો સમજાવો.

RADAR Range Equation:

$$R_{\max} = \sqrt[4]{(P_t \times G^2 \times \lambda^2) / (64^3 \times P_{min} \times L)}$$

જ્ઞાન:

- $P_t$ : Transmitter power (W)
- $G$ : Antenna gain (dimensionless)
- $\lambda$ : Wavelength (m)
- $\sigma$ : Target cross-section ( $\text{m}^2$ )
- $P_{min}$ : Minimum detectable power (W)
- $L$ : System losses (dimensionless)

Derivation steps:

1. Power density at target:  $P_t / (4\pi R^2)$
1. Power intercepted:  $\sigma \times \text{Power density}$
1. Power at receiver:  $\text{Intercepted power} \times G / (4R^2)$
1.  $P_{min}$  સાથે સમાન કરો અને  $R$  માટે solve કરો

Range ને અસર કરતા પરિબળો:

Range વધારતા પરિબળો:

- Higher transmitter power:  $R \propto P_t^{1/4}$
- Larger antenna gain:  $R \propto G^{1/2}$
- Larger target RCS:  $R \propto \sigma^{1/4}$
- Lower system losses:  $R \propto L^{-1/4}$

Range ઘટાડતા પરિબળો:

- Higher frequency:  $R \propto \lambda^{1/2}$
- Atmospheric losses: Absorption અને scattering
- Ground clutter: Interfering reflections

### મેમરી ટ્રીક

“RADAR Range Requires Robust Power and Proper Parameters”

## પ્રશ્ન 5(અ) OR [3 ગુણ]

CW Doppler RADAR માં ડોપ્લર અસરનું વર્ણન કરો.

### જવાબ

Doppler Effect જ્યારે target RADAR ની સાપેક્ષ રીતે move કરે છે ત્યારે frequency shift કરે છે.

$$\text{Doppler Frequency: } f_d = (2 \times V_r \times f_0) / c$$

જ્યાં:

- $V_r$ : Radial velocity (m/s)
- $f_0$ : Transmitted frequency (Hz)
- $c$ : Speed of light ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

લક્ષણો:

- Approaching target:  $f_d$  positive
- Receding target:  $f_d$  negative
- Factor of 2: Two-way propagation ને કારણે

### મેમરી ટ્રીક

“Doppler Detects Direction with Doubled frequency shift”

## પ્રશ્ન 5(બ) OR [4 ગુણ]

RADAR માટે PPI ડિસ્પ્લે પદ્ધતિ સમજાવો

### જવાબ

PPI (Plan Position Indicator) RADAR coverage area નો top view બતાવે છે range અને bearing information સાથે.

Display Features:

- Circular screen: Center RADAR location represent કરે છે
- Rotating trace: Antenna rotation સાથે synchronized
- Range rings: Distance માટે concentric circles
- Bearing scale: Circumference આસપાસ 0-360°

કામગીરી:

- Sweep rotation: Antenna rotation match કરે છે
- Echo intensity: Brightness control કરે છે
- Persistence: Afterglow target visibility maintain કરે છે
- Range scale: Selectable range settings

ઉપયોગો:

- Air traffic control: Aircraft positioning
- Marine navigation: Ship અને obstacle detection
- Weather monitoring: Storm tracking

### મેમરી ટ્રીક

“PPI Provides Position Information Perfectly”

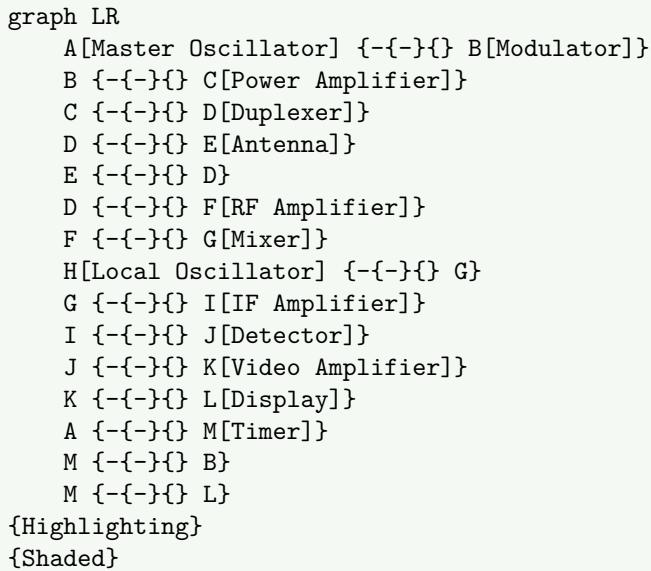
## પ્રશ્ન 5(ક) OR [7 ગુણ]

પલ્સ રડારનો બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો અને કાર્યસિદ્ધાંત સમજાવો.

### જવાબ

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}  
{Highlighting} []
```



### કાર્યક્રમ:

#### Transmission:

- Master oscillator: RF carrier generate કરે છે
- Modulator: Short pulses બનાવે છે
- Power amplifier: Pulse power amplify કરે છે
- Duplexer: Pulse ને antenna તરફ route કરે છે

#### Reception:

- Echo reception: Antenna reflected signals receive કરે છે
- RF amplification: Low noise amplification
- Mixing: Intermediate frequency માં convert કરે છે
- IF amplification: Further amplification
- Detection: Video signal extract કરે છે
- Display: Range vs amplitude show કરે છે

#### મુખ્ય Parameters:

- Pulse width: Range resolution નક્કી કરે છે
- PRF: Pulse repetition frequency
- Peak power: Maximum range capability
- Duty cycle: Average power consideration

#### ફાયદાઓ:

- High peak power: Long range capability
- Good range resolution: Narrow pulses
- Simple processing: Direct detection

### મેમરી ટ્રીક

"Pulse RADAR Pulses Powerfully for Precise Position"

