

# એન્ટેના અને વેવ પ્રોપેગેશન (4341106) - સમર 2024 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

19 જૂન, 2024

## પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

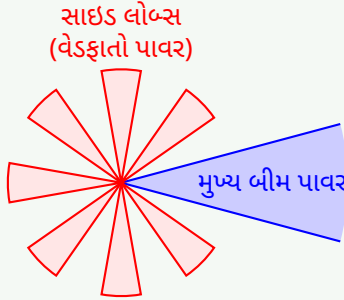
બીમ વિસ્તાર અને બીમની કાર્યક્ષમતા વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

**બીમ વિસ્તાર (Beam Area):** એ એક કાલ્પનિક ઘન કોણ (solid angle) છે જેના માધ્યમથી એન્ટેના દ્વારા વિકિરણિત (radiated) તમામ પાવર પસાર થશે જો રેડિએશન ઇન્ટેન્સિટી આ કોણ પર સમાન (constant) હોય અને મહત્તમ મૂલ્યની બરાબર હોય. તેને  $\Omega_A$  વડે દર્શાવાય છે.

**બીમ કાર્યક્ષમતા (Beam Efficiency):** મુખ્ય બીમ (main beam) માં રહેલી શક્તિનો એન્ટેના દ્વારા વિકિરણિત કુલ શક્તિ સાથેનો ગુણોત્તર.

આકૃતિ 1. બીમ કાર્યક્ષમતાનો ખ્યાલ



$$\text{બીમ કાર્યક્ષમતા} = \frac{\text{મુખ્ય બીમ પાવર}}{\text{કુલ રેડિએટેડ પાવર}}$$

ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા = બેહતર એન્ટેના

મેમરી ટ્રીક

""BEAM: બેહતર કાર્યક્ષમતા આદર્શ મહત્તમ કામગીરી""

## પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

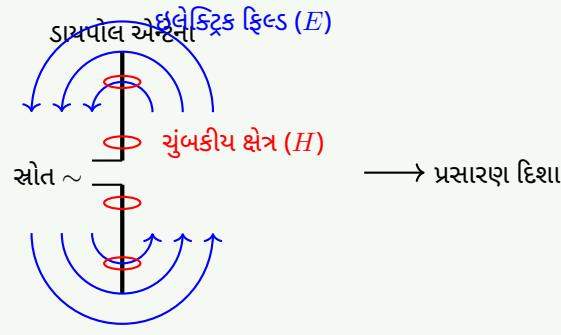
EM ક્ષેત્ર શું છે? સેન્ટર ફ્રેડ ડાયપોલ માંથી તેના કિરણોત્સર્જનને સમજાવો.

જવાબ

**EM ક્ષેત્ર (Electromagnetic Field):** EM ક્ષેત્ર એક ભૌતિક ક્ષેત્ર છે જે વિદ્યુત ચાર્જ વાળી વસ્તુઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે અને તે ક્ષેત્રની નજીકમાં રહેલા અન્ય ચાર્જ કણો પર બળ લગાડે છે. તે ઇલેક્ટ્રિક (E) અને મેગ્નેટિક (H) ફિલ્ડનું સંયોજન છે.

**સેન્ટર ફ્રેડ ડાયપોલમાંથી રેડિએશન:** જ્યારે એન્ટેનામાંથી અલ્ટરનેટિંગ કરંટ (AC) પ્રસાર થાય છે, ત્યારે તે સમય સાથે બદલાતા ઇલેક્ટ્રિક અને મેગ્નેટિક ફિલ્ડ બનાવે છે જે એન્ટેનાથી દૂર પડીને બહારની તરફ ગતિ કરે છે.

આકૃતિ 2. ડાયપોલની આસપાસના ફિલ્ડ્સ



- ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ (E): એન્ટેના અક્ષને લંબરૂપે હોય છે અને એન્ટેનાના છેડા પર મહત્તમ હોય છે.
- ચુંબકીય ક્ષેત્ર (H): એન્ટેના અક્ષ (તાર) ની આસપાસ વર્તુળાકાર હોય છે.
- રેડિએશન મિકેનિઝમ: વિદ્યુત પ્રવાહની દિશા બદલાતી હોવાથી, ફિલ્ડ લાઈન્સ તારથી છૂટી પડીને બંધ લૂપ બનાવે છે અને અવકાશમાં આગળ વધે છે.

### મેમરી ટ્રીક

""CERD: કરંટ એક્સાઇટ્સ રેડિએટિંગ ડાયપોલ""

## પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

પોઈન્ટિંગ વેક્ટરનો ઉપયોગ કરીને પ્રાથમિક ડાયપોલ દ્વારા વિકિરણ થતી શક્તિ સમજાવો.

### જવાબ

પ્રાથમિક ડાયપોલ (Hertzian Dipole) દ્વારા વિકિરણિત શક્તિની ગણતરી પોઈન્ટિંગ વેક્ટર દ્વારા થઈ શકે છે, જે પાવર ફ્લો ઘનતા (Power Density) દર્શાવે છે.

1. E-ફિલ્ડ ઘટકો ગણો ( $E_\theta, E_\phi$ )

2. H-ફિલ્ડ ઘટકો ગણો ( $H_\theta, H_\phi$ )

3. પોઈન્ટિંગ વેક્ટર  $P = E \times H^*$

4. સ્કેલર પર ઇન્ટિગ્રેશન

પરિણામ:  $P_{rad} = 80\pi^2 I^2 (l/\lambda)^2$

ગણતરીના મુખ્ય પગલાં:

## 1. ફિલ્ડ સમીકરણો:

$$E_{\theta} = j \frac{\eta I_0 dl}{2\lambda r} \sin \theta e^{-j\beta r}$$

$$H_{\phi} = j \frac{I_0 dl}{2\lambda r} \sin \theta e^{-j\beta r}$$

2. સરેરાશ પાવર ઘનતા ( $P_{avg}$ ):

$$P_{avg} = \frac{1}{2} \text{Re}(E \times H^*) = \frac{1}{2} \frac{\eta |I_0|^2 (dl)^2}{4\lambda^2 r^2} \sin^2 \theta$$

3. કુલ રેડિએટેડ પાવર ( $P_{rad}$ ): બંધ ગોળાકાર સપાટી (*sphere*) પર સંકલન (*integration*) લેતા:

$$P_{rad} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} P_{avg} r^2 \sin \theta d\theta d\phi$$

$$P_{rad} = \eta \frac{\pi}{3} \left( \frac{I_0 dl}{\lambda} \right)^2$$

જ્યાં  $\eta \approx 120\pi \approx 377\Omega$  મુક્તા:

$$P_{rad} = 80\pi^2 I_{rms}^2 \left( \frac{dl}{\lambda} \right)^2 \text{ Watts}$$

## મેમરી ટ્રીક

""PEHP: પોઈન્ટિંગ એક્સપ્લેન્સ હાઉ પાવર પ્રોપેર્ટીસ""

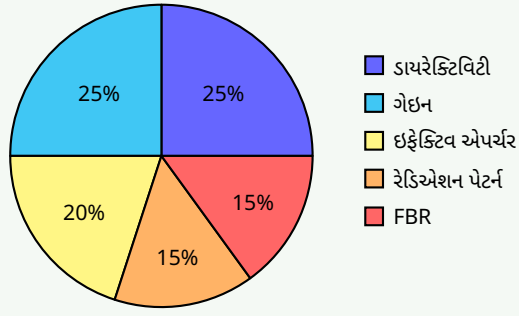
## પ્રશ્ન 1(ક) અથવા [7 ગુણ]

એન્ટેના, રેડિએશન પેટર્ન, ડાયરેક્ટિવિટી, ગેઇન, FBR, આઇસોટ્રોપિક રેડિએટર અને ઇફેક્ટિવ એપર્ચર વ્યાખ્યાયિત કરો.

## જવાબ

પેરામીટર	વ્યાખ્યા
એન્ટેના	એક ઉપકરણ જે ગાઇડેડ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક વેવ્સને ફ્રી-સ્પેસ વેવ્સમાં અને વિપરીત રૂપાંતર કરે છે. તે એક ટ્રાન્સડ્યુસર છે.
રેડિએશન પેટર્ન	સ્પેસ કોઓર્ડિનેટ્સના ફંક્શન તરીકે એન્ટેનાની રેડિએશન પ્રોપર્ટી (જેમ કે ફિલ્ડ સ્ટ્રેન્થ) ની ગ્રાફિકલ રજૂઆત.
ડાયરેક્ટિવિટી ( $D$ )	કોઈ ચોક્કસ દિશામાં રેડિએશન ઇન્ટેન્સિટીનો અને સરેરાશ રેડિએશન ઇન્ટેન્સિટીનો ગુણોત્તર.
ગેઇન ( $G$ )	ડાયરેક્ટિવિટી જેવું જ, પરંતુ તેમાં એન્ટેનાની કાર્યક્ષમતા ( $\eta$ ) ધ્યાનમાં લેવાય છે. $G = \eta D$ .
FBR (ફ્રન્ટ-ટુ-બેક રેશિયો)	ફોરવર્ડ દિશામાં (મુખ્ય લોબ) વિકિરણિત શક્તિનો અને બરાબર તેની વિરુદ્ધ (પાછળની) દિશામાં વિકિરણિત શક્તિનો ગુણોત્તર.
આઇસોટ્રોપિક રેડિએટર	એક સૈદ્ધાંતિક ( <i>theoretical</i> ) એન્ટેના જે બધી દિશામાં સમાન રીતે ઉર્જા વિકિરણ કરે છે. તે વાસ્તવમાં અસ્તિત્વમાં નથી.
ઇફેક્ટિવ એપર્ચર ( $A_e$ )	એન્ટેના દ્વારા લોડને મળતી શક્તિનો અને એન્ટેના પર આપાત થતી પાવર ઘનતાનો ગુણોત્તર. તે એન્ટેનાની પાવર કેપ્ચર કરવાની ક્ષમતા દર્શાવે છે.

આકૃતિ 3. એન્ટેના પેરામીટર્સ



### મેમરી ટ્રીક

""DIAGRAM: ડાયરેક્ટિવિટી ઇમ્પ્રુવ્સ એન્ટેના ગેઇન, રેડિએશન એન્ડ મોર""

## પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

પેટર્ન ગુણાકારનો સિદ્ધાંત સમજાવો.

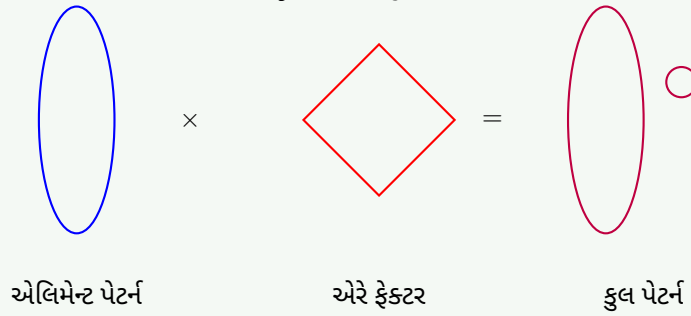
### જવાબ

**પેટર્ન ગુણાકાર સિદ્ધાંત (Pattern Multiplication):** કોઈપણ એન્ટેના એરેની કુલ રેડિએશન પેટર્ન એ બે પેટર્નનો ગુણાકાર છે:

1. સિંગલ એન્ટેના એલિમેન્ટની પેટર્ન (*Element Pattern*).
2. એરેના આઇસોટ્રોપિક સ્ત્રોતોની પેટર્ન (*Array Factor*).

$$\text{કુલ પેટર્ન} = \text{એલિમેન્ટ પેટર્ન} \times \text{એરે ફેક્ટર}$$

આકૃતિ 4. પેટર્ન ગુણાકાર



આ સિદ્ધાંત જટિલ એન્ટેના એરેની ડિઝાઇનમાં મદદરૂપ થાય છે.

### મેમરી ટ્રીક

""PEAM: પેટર્ન ઈક્વલ્સ એરે ટાઇમ્સ એલિમેન્ટ મેથડ""

## પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

લૂપ એન્ટેના દોરો અને સમજાવો.

## જવાબ

લૂપ એન્ટેના એક બંધ સર્કિટ એન્ટેના છે જેમાં તારના એક અથવા વધુ પૂર્ણ આંટા હોય છે.

આકૃતિ 5. લૂપ એન્ટેનાનું માળખું



- નાનો લૂપ (પરિઘ  $< \lambda/10$ ): મેગ્નેટિક ડાયપોલ જેવું વર્તન કરે છે. તેની પેટર્ન ડાયપોલ જેવી (ફિગર-8) હોય છે.
- મોટો લૂપ (પરિઘ  $\approx \lambda$ ): રેઝોનન્ટ લૂપ. લૂપના પ્લેનને લંબરૂપે મહત્તમ રેડિએશન આપે છે.
- ઉપયોગો: દિશા શોધવા (Direction Finding), AM રેડિયો રિસેપ્શનમાં વપરાય છે.

## મેમરી ટ્રીક

""LOOP: લો આઉટપુટ, ઓરિએન્ટેશન પ્રિસાધજ""

## પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

યાગી-ઉડા એન્ટેના ડિઝાઇન કરો અને તેને સમજાવો.

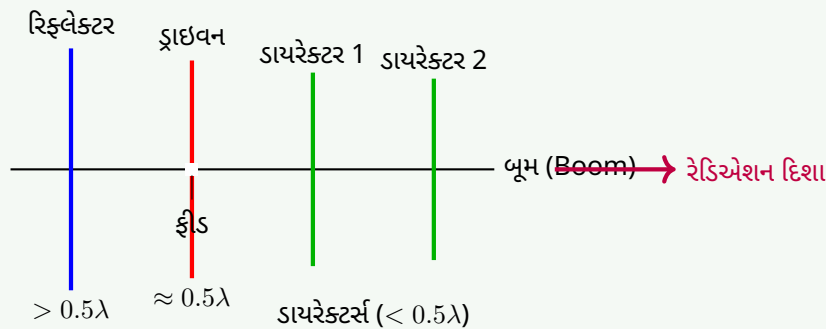
## જવાબ

યાગી-ઉડા એ એક હાઈ-ગેઇન દિશાત્મક (Directional) એન્ટેના છે. તેમાં એક મુખ્ય (Driven) એલિમેન્ટ અને અન્ય પેરાસિટિક એલિમેન્ટ્સ (Reflector અને Directors) હોય છે.

ડિઝાઇન ડેટા:

એલિમેન્ટ	લંબાઈ	અંતર (Spacing)
રિફ્લેક્ટર (Reflector)	$0.55\lambda$ (સૌથી લાંબો)	ડ્રાઇવનથી $0.25\lambda$ પાછળ
ડ્રાઇવન એલિમેન્ટ (Driven)	$0.5\lambda$ (રેઝોનન્ટ)	...
ડાયરેક્ટર 1	$0.45\lambda$ (ટૂંકા થતા જાય)	ડ્રાઇવનથી $0.1\lambda$ આગળ

આકૃતિ 6. યાગી-ઉડા એન્ટેના



- રિફ્લેક્ટર: ડ્રાઇવન કરતા મોટો હોય છે, સિગ્નલને આગળ ધકેલે છે.
- ડાયરેક્ટર્સ: ડ્રાઇવન કરતા નાના હોય છે, સિગ્નલને દિશા આપે છે.
- ગેઇન: ખૂબ જ ઊંચો હોય છે.
- ઉપયોગો: TV રિસેપ્શન, પોઇન્ટ-ટુ-પોઇન્ટ કોમ્યુનિકેશન.

## મેમરી ટ્રીક

""YARD: યાગી એચિવ્સ રેડિકલ ડાયરેક્ટિવિટી""

OR

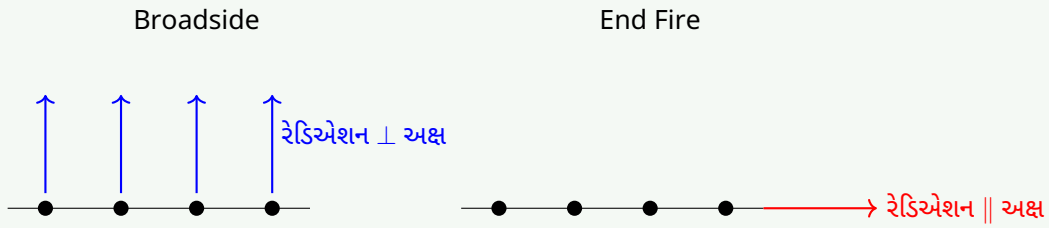
## પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

બ્રોડ ફાયર અને એન્ડ ફાયર એરે એન્ટેનાની સરખામણી કરો.

## જવાબ

પેરામીટર	બ્રોડ સાઇડ એરે	એન્ડ ફાયર એરે
રેડિએશન દિશા	એરેની અક્ષને લંબરૂપે ( $90^\circ$ ).	એરેની અક્ષની સમાંતર ( $0^\circ$ કે $180^\circ$ ).
ફેઝ તફાવત	બધા એલિમેન્ટ સમાન ફેઝમાં ( $0^\circ$ ).	પ્રોગ્રેસિવ ફેઝ શિફ્ટ ( $180^\circ \pm \beta d$ ).
બીમ પહોળાઈ	સાંકડી (Narrow).	પહોળી (Wider).
ડાયરેક્ટિવિટી	પ્રમાણમાં વધારે.	થોડી ઓછી.

## આકૃતિ 7. એરે સરખામણી



## મેમરી ટ્રીક

""BEPS: બ્રોડસાઇડ એમિટર્સ પર્પેન્ડિક્યુલરલી, સાઇડવેઝ""

OR

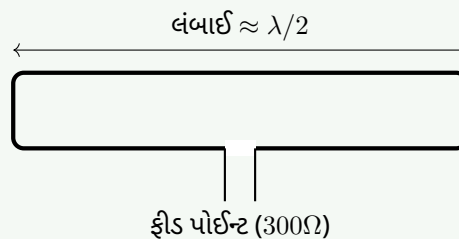
## પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

ફોલ્ડેડ ડિપોલ એન્ટેના દોરો અને સમજાવો.

## જવાબ

ફોલ્ડેડ ડિપોલમાં અર્ધ-તરંગ લંબાઈ ( $\lambda/2$ ) નો ડિપોલ હોય છે જેના બંને છેડા પાછા વાળીને જોડાયેલા હોય છે, જે એક સાંકડો લૂપ બનાવે છે.

## આકૃતિ 8. ફોલ્ડેડ ડિપોલ



- ઇમ્પિડન્સ: સામાન્ય ડિપોલ કરતા 4 ગણો વધારે હોય છે ( $73 \times 4 \approx 300\Omega$ ).

- બેન્ડવિડ્થ: સાદા ડિપોલ કરતા વધુ સારી બેન્ડવિડ્થ મળે છે.
- ઉપયોગો: TV એન્ટેનામાં મુખ્ય એલિમેન્ટ તરીકે વપરાય છે.

### મેમરી ટ્રીક

""FIBER: ફોલ્ડેડ ઇમ્પિડન્સ બૂસ્ટર એન્ડર્સિસ રિસેપ્શન""

OR

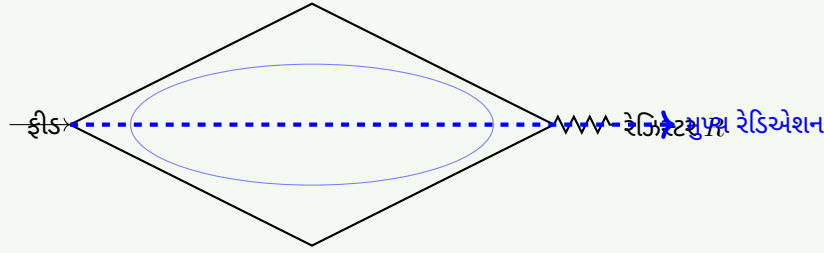
## પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

બિન-રેઝોનન્ટ (Non-resonant) એન્ટેનાના નામ આપો અને કોઈપણ એકને તેની રેડિએશન પેટર્ન સાથે વિગતવાર સમજાવો.

### જવાબ

બિન-રેઝોનન્ટ એન્ટેનાના નામ: 1. રોમ્બિક એન્ટેના (Rhombic Antenna) 2. V-એન્ટેના 3. બેવરેજ એન્ટેના (Wave Antenna)  
રોમ્બિક એન્ટેના: રોમ્બિક એન્ટેનામાં ચાર લાંબા તાર સમબાજુ ચતુષ્કોણ (Rhombus) આકારમાં ગોઠવેલા હોય છે. તેના છેડે ટર્મિનેટિંગ રેઝિસ્ટર જોડવાથી તે ટ્રાવેલિંગ વેવ એન્ટેના બને છે.

આકૃતિ 9. રોમ્બિક એન્ટેના



### ખાસિયતો:

- સ્ટ્રક્ચર: રોમ્બસ આકાર. છેડે રેઝિસ્ટર લોડ હોય છે.
- ડાયરેક્ટિવિટી: ખૂબ ઊંચી (8-15 dB).
- બેન્ડવિડ્થ: ખૂબ જ વિશાળ (Wideband).
- ઉપયોગો: HF બેન્ડમાં લાંબા અંતરના (Point-to-Point) કોમ્યુનિકેશન માટે.

### મેમરી ટ્રીક

""RHOMBIC: વિશ્વસનીય ઉચ્ચ-આઉટપુટ મલ્ટી-બેન્ડ અદ્ભુત કોમ્યુનિકેશન""

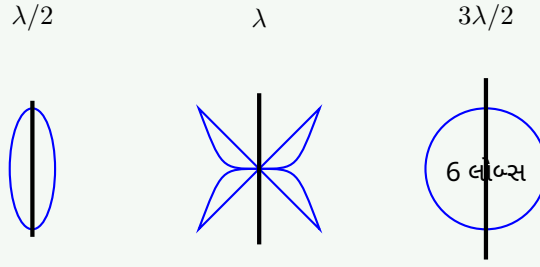
## પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

વિવિધ રેઝોનન્ટ વાયર એન્ટેનાની રેડિએશન પેટર્નની તુલના કરો.

### જવાબ

એન્ટેના પ્રકાર	પેટર્ન આકાર	ડાયરેક્ટિવિટી	પોલારાઈઝેશન
હાફ-વેવ ડિપોલ ( $\lambda/2$ )	ફિગર-8 (ડોનટ આકાર), 2 લોબ	2.15 dBi	લિનિયર
ફુલ-વેવ ડિપોલ ( $\lambda$ )	ચાર-લોબ (ક્લોવરલીફ)	3.8 dBi	લિનિયર
$3\lambda/2$ ડિપોલ	છ-લોબ	4.2 dBi	લિનિયર
$2\lambda$ ડિપોલ	આઠ-લોબ	4.5 dBi	લિનિયર

આકૃતિ 10. રેઝોનન્ટ એન્ટેના પેટર્ન



મેમરી ટ્રીક

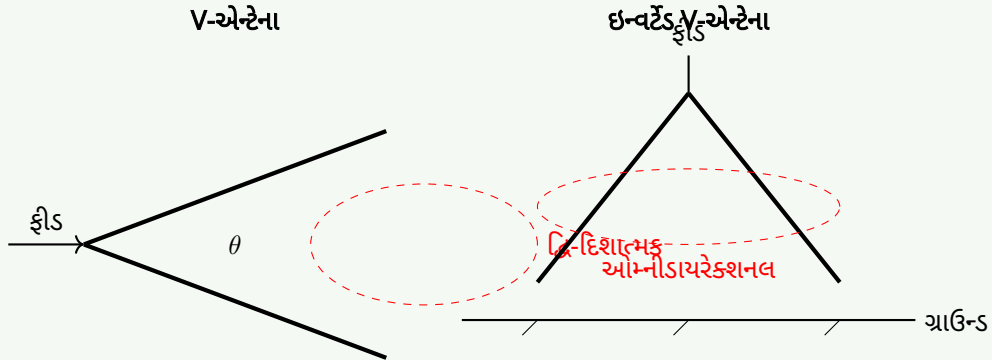
""MOLD: વધુ તરંગલંબાઈથી ઘણા ડાયરેક્ટિવિટી લોબ્સ બને છે""

## પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

V અને ઇન્વર્ટેડ V એન્ટેના રેડિએશન પેટર્ન સાથે દોરો.

જવાબ

આકૃતિ 11. V અને ઇન્વર્ટેડ-V એન્ટેના



- V-એન્ટેના: બે તાર V આકારમાં ગોઠવાયેલા હોય છે. મુખ્ય રેડિએશન V ની અક્ષની દિશામાં હોય છે.
- ઇન્વર્ટેડ V: ઊંઘા V આકારનો ડાયપોલ. તેની પેટર્ન લગભગ આંબીડાયરેક્શનલ હોય છે.

મેમરી ટ્રીક

""VIPS: V-આકાર પેટર્ન પસંદગીમાં સુધારો કરે છે""

## પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

મોર્સ કોડ અને પ્રેક્ટિસ ઓસિલેટર સમજાવો.

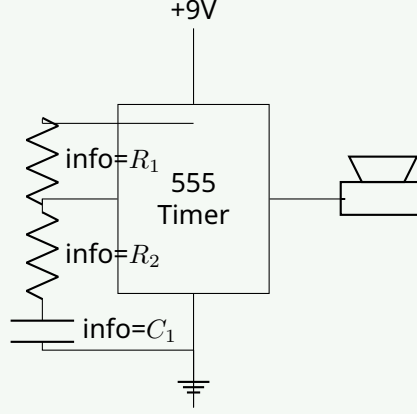
જવાબ

મોર્સ કોડ: ટેલિકોમ્યુનિકેશનમાં વપરાતી એક એનકોડિંગ પદ્ધતિ છે જે ડોટ્સ (.) અને ડેશ (-) ના ક્રમનો ઉપયોગ કરીને ટેક્સ્ટ ટ્રાન્સમિટ કરે છે.



તત્વ	સમય	ધ્વનિ
ડોટ (.)	1 યુનિટ	ટૂંકો બીપ
ડેશ (-)	3 યુનિટ	લાંબો બીપ
તત્વો વચ્ચે જગ્યા	1 યુનિટ	શાંતિ
અક્ષરો વચ્ચે જગ્યા	3 યુનિટ	શાંતિ
શબ્દો વચ્ચે જગ્યા	7 યુનિટ	શાંતિ

આકૃતિ 12. મોર્સ કોડ પ્રેક્ટિસ ઓસિલેટર (555 Timer)



**કાર્યપદ્ધતિ:** 555 ટાઈમર અસ્ટેબલ મલ્ટિવાઈબ્રેટર તરીકે કામ કરે છે. જ્યારે કી (Key) દબાવવામાં આવે છે, ત્યારે સર્કિટ પૂર્ણ થાય છે અને સ્પીકરમાંથી 600-800 Hz નો અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે. આનો ઉપયોગ હેમ રેડિયો શીખવા માટે થાય છે.

#### મેમરી ટ્રીક

""TEMPO: ટાઈમિંગ એલિમેન્ટ્સ મેક પરફેક્ટ ઓસિલેશન""

OR

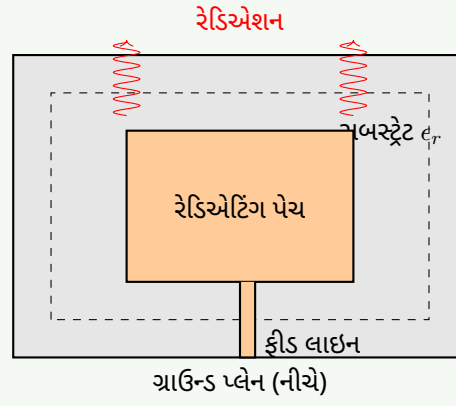
### પ્રશ્ન ૩(અ) [૩ ગુણ]

માઈક્રોસ્ટ્રિપ પેચ એન્ટેના દોરો અને સમજાવો.

#### જવાબ

માઈક્રોસ્ટ્રિપ પેચ એન્ટેનામાં એક ડાઇલેક્ટ્રિક સબસ્ટ્રેટની એક બાજુ રેડિએટિંગ પેચ (ઘાતુનો ટુકડો) અને બીજી બાજુ ગ્રાઉન્ડ પ્લેન હોય છે.

આકૃતિ 13. માઈક્રોસ્ટ્રિપ પેચ એન્ટેના



- ફાયદા: લો પ્રોફાઇલ, વજનમાં હલકા, સસ્તા, કોઈપણ સપાટી પર લગાવી શકાય.
- નુકસાન: ઓછી બેન્ડવિડ્થ, ઓછી કાર્યક્ષમતા.
- ઉપયોગો: મોબાઇલ ફોન, GPS, સેટેલાઇટ ફોન.

મેમરી ટ્રીક

""MAPS: માઇક્રોસ્ટ્રિપ એન્ટેના પેચિસ આર સિમ્પલ""

OR

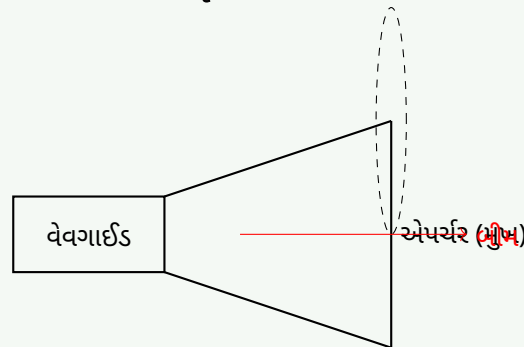
### પ્રશ્ન ૩(બ) [4 ગુણ]

હોર્ન એન્ટેના દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

હોર્ન એન્ટેના એ વેવગાઇડ છે જેનો છેડો ખુલ્લો અને પહોળો (flared) હોય છે.

આકૃતિ 14. હોર્ન એન્ટેના



- કાર્ય: તે વેવગાઇડ અને મુક્ત અવકાશ (Free Space) વચ્ચે ઇમ્પિડન્સ મેચિંગ કરે છે.
- પ્રકારો: E-પ્લેન, H-પ્લેન, પિરામિડલ, કોનિકલ.
- ઉપયોગો: પેરાબોલિક ડિશના ફીડ તરીકે, રડાર, સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન.

મેમરી ટ્રીક

""HEWB: હોર્ન્સ એન્ડેન્સ વેવગાઇડ બીમવિડ્થ""

OR

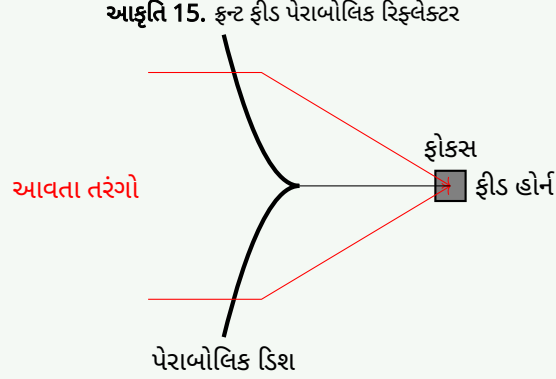
### પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

પેરાબોલિક રિફ્લેક્ટર એન્ટેના માટે વિવિધ ફીડ સિસ્ટમની યાદી બનાવો અને કોઈપણ એકને સમજાવો.

#### જવાબ

**ફીડ સિસ્ટમ્સ (Feed Systems):** 1. ફ્રન્ટ ફીડ (Front Feed) 2. કેસેગ્રેન ફીડ (Cassegrain Feed) 3. ગ્રેગોરિયન ફીડ (Gregorian Feed) 4. ઓફસેટ ફીડ (Offset Feed)

**ફ્રન્ટ ફીડ સિસ્ટમ:** આમાં પ્રાથમિક રેડિએટર (ફીડ હોર્ન) પેરાબોલિક રિફ્લેક્ટરના ફોકસ બિંદુ પર મૂકવામાં આવે છે.



- **કાર્ય:** ડિશ સમાંતર કિરણોને પરાવર્તિત કરીને ફોકસ પર કેન્દ્રિત કરે છે જ્યાં ફીડ તેમને એકત્રિત કરે છે.
- **ફાયદા:** રચના સરળ છે.
- **નુકસાન:** ફીડ અને તેના સપોર્ટ સ્ટ્રક્ચરને કારણે થોડો પાવર બ્લોક થાય છે (Aperture Blockage), જેથી કાર્યક્ષમતા ઘટે છે.

#### મેમરી ટ્રીક

""FACTS: ફોકસ એપર્ચર કેપ્ચર્સ ટ્રાન્સમિટેડ સિગ્નલ્સ""

### પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

HAM રેડિયોના કાર્યકારી સિદ્ધાંતને સમજાવો.

#### જવાબ

હેમ રેડિયો (એમેચ્યોર રેડિયો) એ એક શોખ અને સેવા છે જે લોકોને ઈલેક્ટ્રોનિક્સ અને કોમ્યુનિકેશન સાથે લાવે છે.

આકૃતિ 16. HAM રેડિયો કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ



- **સિદ્ધાંત:** યુઝર્સ નિયુક્ત ફ્રિક્વન્સી બેન્ડ પર સંદેશાવ્યવહાર કરે છે (જેમ કે ભારતમાં WPC દ્વારા ફાળવેલ).
- **મોડ્સ:** વોઇસ (AM/FM/SSB), ટેક્સ્ટ (મોર્સ કોડ), ડિજિટલ (પેકેટ રેડિયો).
- **મુખ્ય હેતુ:** બિન-વ્યાવસાયિક સંદેશાઓ, વાયરલેસ પ્રયોગો, સ્વ-તાલીમ અને કટોકટીમાં મદદ.

#### મેમરી ટ્રીક

""TEAM: ટ્રાન્સમિશન એનેબલ્ડ એમેચ્યોર મેસેજીસ""

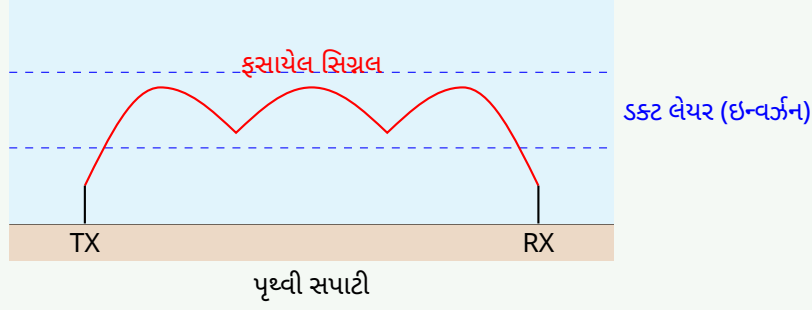
## પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

ડક્ટ પ્રોપેગેશન સમજાવો.

જવાબ

ડક્ટ પ્રોપેગેશન એ એવી ઘટના છે જેમાં રેડિયો સિગ્નલ વાતાવરણના બે સ્તરો વચ્ચે અથવા સ્તર અને જમીન વચ્ચે "ફસાઈ" જાય છે અને સામાન્ય દૃષ્ટિ રેખા (Line-of-Sight) કરતાં ઘણું દૂર સુધી જાય છે.

આકૃતિ 17. એટમોસ્ફેરિક ડક્ટિંગ



- કારણ: ટેમ્પરેચર ઇન્વર્ઝન (ઠંડી હવા પર ગરમ હવા) અથવા ઊંચાઈ સાથે ભેજમાં ઘટાડો.
- અસર: રિફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ ઝડપથી બદલાય છે, જેથી તરંગ પૃથ્વી તરફ વળે છે (Super-refraction).
- રેન્જ: VHF/UHF સિગ્નલો સેંકડો કિલોમીટર સુધી પહોંચી શકે છે.

મેમરી ટ્રીક

""TRIP: ટ્રેપ્સ રેઝ ઇન એટમોસ્ફેરિક પાથ્સ""

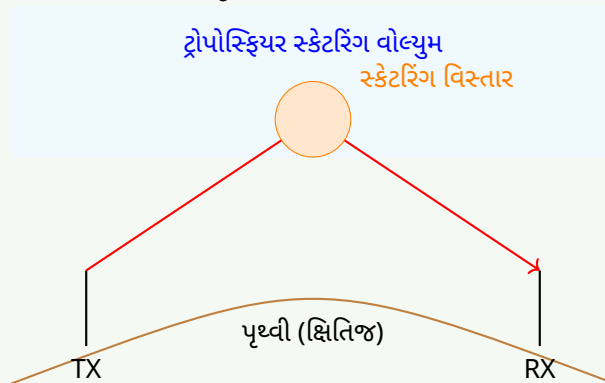
## પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

ટ્રોપોસ્ફેરિક સ્કેટર્ડ પ્રોપેગેશન વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

ટ્રોપોસ્ફેરિક સ્કેટર (Tropo-scatter) એ માઇક્રોવેવ રેડિયો સિગ્નલોને ક્ષિતિજ (horizon) થી પણ ઘણા દૂર (300 km સુધી) મોકલવાની પદ્ધતિ છે. તે માટે ટ્રોપોસ્ફેર (પૃથ્વીનું સૌથી નીચેનું વાતાવરણ) ના સ્કેટરિંગ ગુણધર્મોનો ઉપયોગ થાય છે.

આકૃતિ 18. ટ્રોપોસ્ફેરિક સ્કેટર



મિકેનિઝમ અને ખાસિયતો:	લક્ષણ	વર્ણન
	સિદ્ધાંત	વાતાવરણમાં રહેલી અશાંતિ (turbulence) અને અનિયમિતતાઓને કારણે રેડિયો તરંગોનું આગળની તરફ વિખેરણ (Forward Scattering).
	ફ્રિક્વન્સી	સામાન્ય રીતે UHF અને SHF (300 MHz - 10 GHz).
	વિસ્તાર	કોમન સ્કેટરિંગ વોલ્યુમ: જ્યાં ટ્રાન્સમીટર અને રિસીવર એન્ટેનાના બીમ એકબીજાને છેદે છે.
	જરૂરિયાતો	હાઈ ગેઈન એન્ટેના અને હાઈ પાવર ટ્રાન્સમીટર જરૂરી છે કારણ કે પાથ લોસ (Path Loss) ખૂબ વધારે હોય છે.
	વિશ્વસનીયતા	આયનોસ્ફેરિક વિક્ષેપોથી મુક્ત છે, તેથી પ્રમાણમાં વિશ્વસનીય છે.

મેમરી ટ્રીક

""STARS: સ્કેટર ટ્રોપોસ્ફેરિક અલાઉઝ રેન્જ બિયોન્ડ સાઇટ""

OR

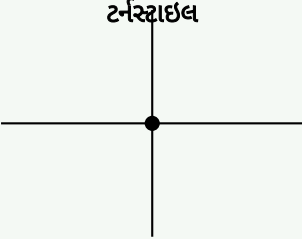
પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

ટર્નસ્ટાઇલ અને સુપર ટર્નસ્ટાઇલ એન્ટેના દોરો.

જવાબ

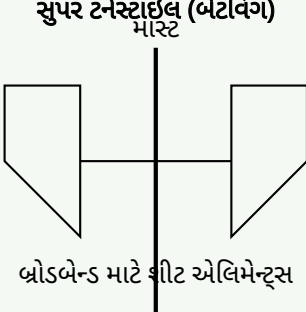
આકૃતિ 19. ટર્નસ્ટાઇલ અને સુપર ટર્નસ્ટાઇલ (બેટવિંગ)

ટર્નસ્ટાઇલ



બે ક્રોસ ડાયપોલ (90° ફેઝ)

સુપર ટર્નસ્ટાઇલ (બેટવિંગ)



બ્રોડબેન્ડ માટે શીટ એલિમેન્ટ્સ

- ટર્નસ્ટાઇલ: હોરિઝોન્ટલ ઓમ્નિડાયરેક્શનલ પેટર્ન આપે છે. VHF/UHF માં વપરાય છે.
- સુપર ટર્નસ્ટાઇલ: ટર્નસ્ટાઇલનું સુધારેલું રૂપ જે વધુ બેન્ડવિડ્થ આપે છે. TV બ્રોડકાસ્ટિંગમાં બહોળા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે.

મેમરી ટ્રીક

""TACO: ટર્નસ્ટાઇલ એન્ટેના ક્રિએટ ઓમ્નિડાયરેક્શનલ પેટર્ન""

OR

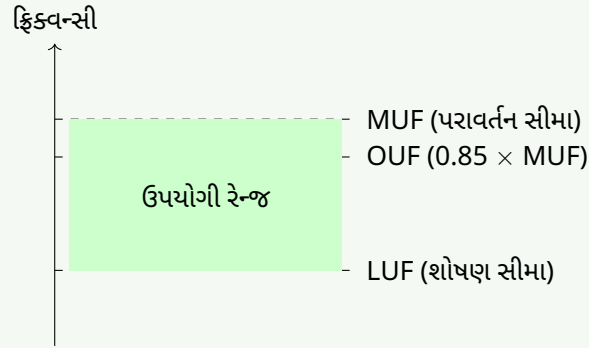
પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

MUF, LUF અને OUF નું સંપૂર્ણ સ્વરૂપ આપો.

## જવાબ

ટૂંકું નામ	સંપૂર્ણ નામ	વર્ણન
MUF	Maximum Usable Frequency	બે સ્થળો વચ્ચે સ્કાયવેવ કોમ્યુનિકેશન માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાતી મહત્તમ આવર્તન. $f_{MUF} = f_c \sec \theta$ .
LUF	Lowest Usable Frequency	સૌથી ઓછી આવર્તન જે સંતોષકારક સિગ્નલ-ટુ-નોઇઝ રેશિયો આપે છે. આનાથી નીચે શોષણ (absorption) વધી જાય છે.
OUF/OWF	Optimum Usable Frequency	વિશ્વસનીય સંચાર માટે પસંદ કરેલી ફ્રિક્વન્સી, જે સામાન્ય રીતે MUF ના 85% હોય છે.

આકૃતિ 20. ફ્રિક્વન્સી પસંદગી



## મેમરી ટ્રીક

""MLO: મેક્સિમમ અને લોવેસ્ટ ઓપ્ટિમમ નક્કી કરે છે""

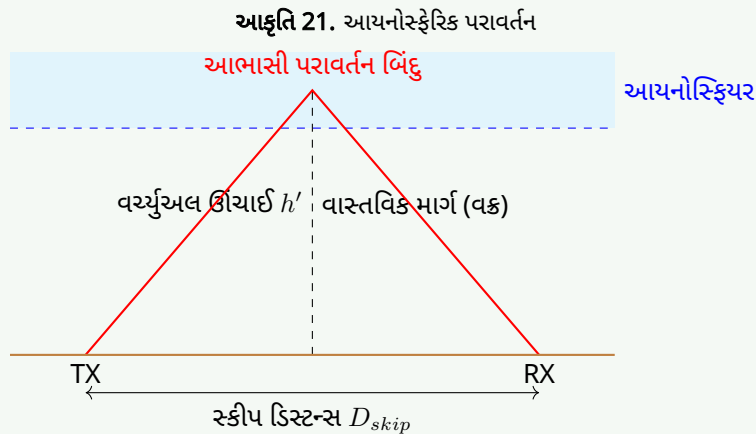
OR

## પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

વર્ચ્યુઅલ ઊંચાઈ, ક્રિટિકલ ફ્રિક્વન્સી અને સ્કીપ ડિસ્ટન્સ વિગતવાર સમજાવો.

## જવાબ

આ પેરામીટર્સ આયનોસ્ફેરિક પ્રોપેગેશન (Skywave) માટે ખૂબ મહત્વના છે.



1. **વર્ચ્યુઅલ ઊંચાઈ ( $h'$ ):** જો રેડિયો વેવ પ્રકાશની ગતિએ સીધી રેખામાં ગતિ કરે અને પરાવર્તિત થાય તો જે ઊંચાઈએથી પરાવર્તન થયું હોત તે ઊંચાઈ. તે વાસ્તવિક ઊંચાઈ કરતા હંમેશા વધારે હોય છે.

2. ક્રીટિકલ ફ્રિક્વન્સી ( $f_c$ ): મહત્તમ ફ્રિક્વન્સી જે પૃથ્વી પર પાછી આવે છે જ્યારે સિગ્નલને લંબરૂપે (vertically) આકાશમાં મોકલવામાં આવે છે.

$$f_c = 9\sqrt{N_{max}}$$

જ્યાં  $N_{max}$  મહત્તમ ઇલેક્ટ્રોન ઘનતા છે.

3. સ્કીપ ડિસ્ટન્સ ( $D_{skip}$ ): ટ્રાન્સમીટરથી તે ન્યૂનતમ અંતર જ્યાં આપેલ ફ્રિક્વન્સી (જે  $f_c$  કરતા વધારે છે) નું સ્કાયવેવ પરાવર્તિત થઈને પાછું પૃથ્વી પર આવે છે.

$$D_{skip} = 2h\sqrt{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 - 1}$$

મેમરી ટ્રીક

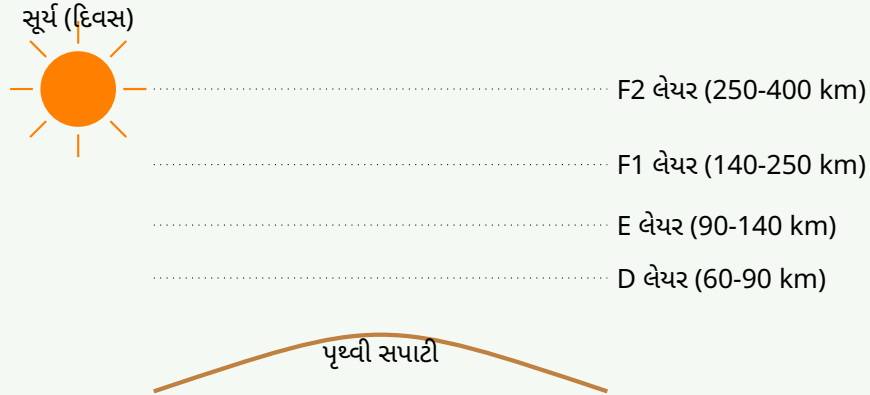
""VCS: વર્ચ્યુઅલ ઊંચાઈ સ્કીપ ડિસ્ટન્સ નિયંત્રિત કરે છે""

## પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

સુધઠ આકૃતિ સાથે વિવિધ આયોનોસ્ફીયર સ્તરો દર્શાવો.

જવાબ

આકૃતિ 22. આયોનોસ્ફેરિક સ્તરો



- D લેયર: HF વેવ્સનું શોષણ કરે છે, રાત્રે અદૃશ્ય થાય છે.
- E લેયર: કેટલાક HF વેવ્સ પરાવર્તિત કરે છે.
- F1/F2 લેયર: લાંબા અંતરના સ્કાયવેવ કોમ્યુનિકેશન માટે મુખ્ય પરાવર્તક સ્તરો છે. રાત્રે F1 અને F2 જોડાઈ જાય છે.

મેમરી ટ્રીક

""DEAF: નીચેથી ઉપર - D, E, And F લેયર્સ""

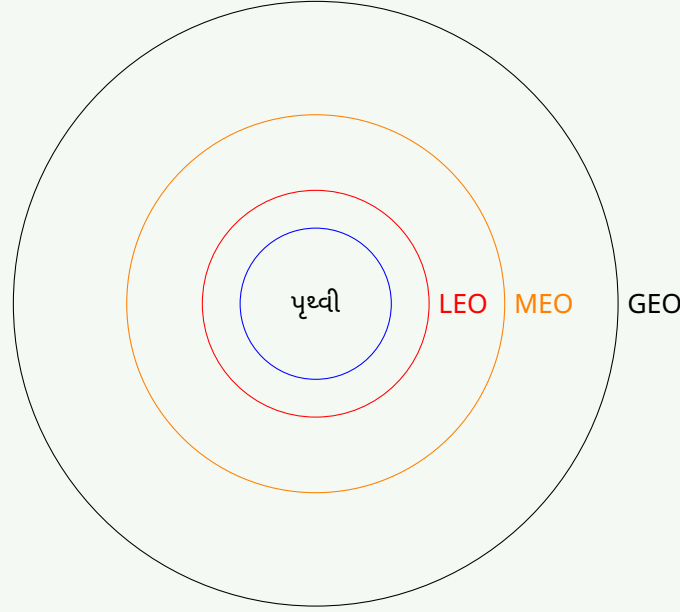
## પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

વિવિધ પ્રકારની સેટેલાઈટ કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમના નામ આપો અને તેની સરખામણી કરો.

## જવાબ

સિસ્ટમ	ઓર્બિટ	ખાસિયતો
GEO (Geostationary)	35,786 km (વિષુવવૃત્તીય)	પૃથ્વીની સાપેક્ષે સ્થિર. હાઈ લેટન્સી (~240ms). 3 સેટેલાઈટથી ગ્લોબલ કવરેજ. TV, હવામાન માટે વપરાય.
MEO (Medium Earth)	2,000 - 35,000 km	GEO કરતા ઓછી લેટન્સી. GPS, GLONASS નેવિગેશન માટે વપરાય.
LEO (Low Earth)	160 - 2,000 km	ખૂબ ઓછી લેટન્સી (~20ms). પૃથ્વીની સાપેક્ષે ઝડપથી ફરે છે. કવરેજ માટે ઘણા સેટેલાઈટની જરૂર પડે. Starlink.

આકૃતિ 23. ઓર્બિટ સરખામણી



## મેમરી ટ્રીક

""TBDMN: ટેલિકોમ, બ્રોડકાસ્ટિંગ, ડેટા, મિલિટરી, નેવિગેશન""

## પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

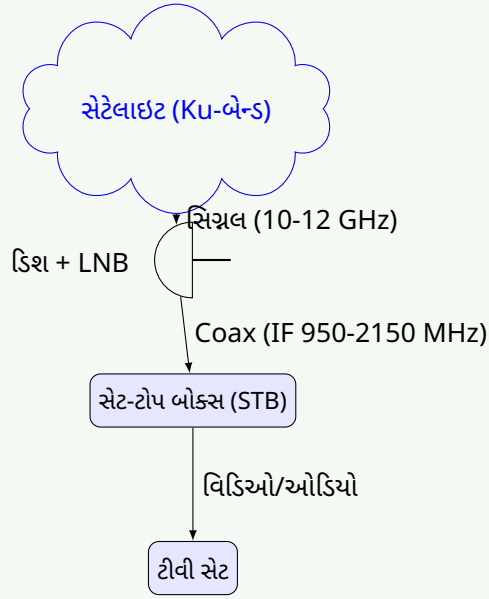
DTH રીસીવર સિસ્ટમ દોરો અને સમજાવો.

## જવાબ

**DTH (Direct-To-Home):** સેટેલાઈટ ટેલિવિઝન બ્રોડકાસ્ટિંગ સિસ્ટમ છે જેમાં ટીવી પ્રોગ્રામ્સ સેટેલાઈટ મારફતે સીધા ગ્રાહકના ઘર સુધી Ku-બેન્ડમાં પહોંચાડાય છે.

આકૃતિ 24. DTH સિસ્ટમ બ્લોક ડાયાગ્રામ





ઘટકો:

1. પેરાબોલિક ડિશ: 60-90 cm ઓફસેટ ડિશ જે નબળા સેટેલાઇટ સિગ્નલ એકત્રિત કરે છે.
2. LNB (Low Noise Block): Ku-બેન્ડ સિગ્નલને એમ્પ્લીફાય કરે છે અને તેને નીચી IF (Intermediate Frequency) માં ફેરવે છે.
3. કોએક્સિયલ કેબલ: RG-6 કેબલ IF સિગ્નલને STB સુધી લઈ જાય છે.
4. સેટ-ટોપ બોક્સ (STB): તેમાં ટ્યુનર, ડિમોડ્યુલેટર (QPSK) અને ડિકોડર (MPEG-4) હોય છે જે ડિજિટલ સિગ્નલને ટીવી માટે ઓડિયો/વિડિયોમાં ફેરવે છે.
5. સ્માર્ટ કાર્ડ: પેઇડ ચેનલોને ડિક્રિપ્ટ કરવા માટે.

મેમરી ટ્રીક

""DOCS: ડિશ ઓબ્ટેઇન્સ, કન્વર્ટ્સ અને શોઝ સિગ્નલ્સ""

OR

## પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

સ્માર્ટ એન્ટેનાની જરૂર શું છે? તેના ઉપયોગો લખો.

જવાબ

સ્માર્ટ એન્ટેના: એન્ટેના એરે અને સ્માર્ટ સિગ્નલ પ્રોસેસિંગનો સમન્વય છે, જે ઇચ્છિત યુઝર તરફ બીમ ફોકસ કરી શકે છે.

જરૂરિયાત (Need):

- ક્ષમતા વધારવા: ભીડભાડવાળા નેટવર્કમાં વધુ યુઝર્સને સેવા આપી શકાય (SDMA).
- રેન્જ વધારવા: હાઈ ગેઇનને કારણે કવરેજ વધે છે.
- ઈન્ટરફીયરન્સ ઘટાડવા: અનિચ્છનીય સિગ્નલો તરફ 'Null' ઉત્પન્ન કરી શકાય.
- પાવર બચત: માત્ર જરૂરી દિશામાં જ ઉર્જા મોકલે છે.

ઉપયોગો:

- 4G/5G સેલ્યુલર નેટવર્ક (MIMO).
- રડાર સિસ્ટમ્સ.
- આધુનિક Wi-Fi રાઉટર્સ.
- સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન.

મેમરી ટ્રીક

""SAFE: સ્માર્ટ એન્ટેના ફોર એફિશિયન્સી""

OR

## પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

કેપ્લરનો ત્રીજો નિયમ સમજાવો.

જવાબ

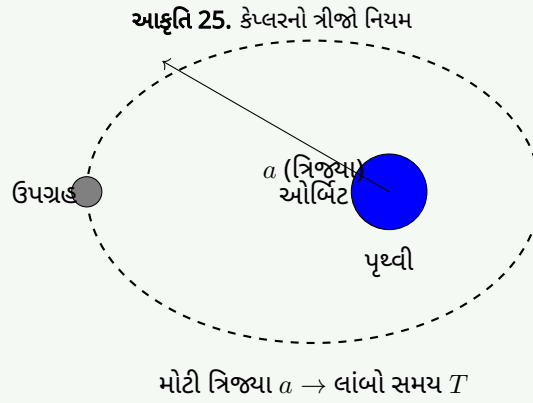
કેપ્લરનો ત્રીજો નિયમ (આવર્તકાળનો નિયમ): કોઈપણ ઉપગ્રહના કક્ષીય આવર્તકાળ ( $T$ ) નો વર્ગ તેની ભ્રમણકક્ષાની અર્ધ-દીર્ઘ અક્ષ ( $a$ ) ના ઘનના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$T^2 \propto a^3$$

$$T^2 = \left( \frac{4\pi^2}{GM} \right) a^3$$

જ્યાં:

- $T$ : આવર્તકાળ (Orbital period) સેકન્ડમાં.
- $a$ : સેમી-મેજર એક્સિસ (મીટર).
- $G$ : ગુરુત્વાકર્ષણ અચળાંક.
- $M$ : પૃથ્વીનું દળ.



મેમરી ટ્રીક

""CAP: ક્યુબ ઓફ એક્સિસ ઈકવલ્સ પીરિયડ સ્કવર્ડ""

OR

## પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

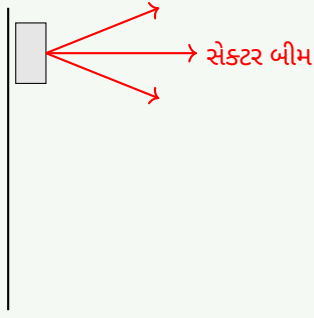
ટેરેસ્ટ્રીયલ મોબાઈલ કોમ્યુનિકેશન માટે એન્ટેનાના વિવિધ પ્રકારો ઓળખો અને વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

મુખ્યત્વે બે પ્રકારના એન્ટેના હોય છે: બેઝ સ્ટેશન એન્ટેના અને મોબાઈલ સ્ટેશન એન્ટેના.

પ્રકાર	ઉદાહરણ	ખાસિયત
બેઝ સ્ટેશન	સેક્ટરલ પેનલ	ડાયરેક્શનલ ( $120^\circ$ કવરેજ), હાઈ ગેઇન.
મોબાઈલ સ્ટેશન	PIFA, મોનોપોલ	ઓમ્નીડાયરેક્શનલ, કોમ્પેક્ટ સાઈઝ.

આકૃતિ 26. બેઝ સ્ટેશન સેક્ટર એન્ટેના



સમજૂતી:

1. બેઝ સ્ટેશન એન્ટેના:

- સામાન્ય રીતે કોલિનિયર એરે પેનલ એન્ટેના વપરાય છે.
- તે મોબાઈલ ટાવર પર લાગે છે અને ૧૨૦ ડિગ્રી સેક્ટર કવર કરે છે.
- હોરિઝોન્ટલ દિશામાં પહોળો બીમ અને વર્ટિકલ દિશામાં સાંકડો બીમ આપે છે.
- ઇલેક્ટ્રિકલ ટિલ્ટની સુવિધા હોય છે.

2. મોબાઈલ એન્ટેના:

- **PIFA:** સ્માર્ટફોનની અંદર PCB પર હોય છે. નાનું અને સપાટ હોય છે.
- **મોનોપોલ/લૂપ:** વાહનો પર લાગે છે.
- તે બધી દિશામાંથી સિગ્નલ પકડી શકે તે માટે ઓમ્નીડાયરેક્શનલ પેટર્ન ધરાવે છે.

મેમરી ટ્રીક

""BEST: બેઝ-સ્ટેશન્સ એમ્બલોય સેક્ટર ટેકનોલોજી""