

માઇક્રોવેવ અને રડાર કમ્યુનિકેશન (4351103) - ઉનાળુ 2025 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

May 16, 2025

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

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

જવાબ

માઇક્રોવેવ બેન્ડ:

કોષ્ટક 1. આવર્તન બેન્ડ

બેન્ડ	આવર્તન શ્રેણી	ઉપયોગો
L-band	1-2 GHz	GPS, મોબાઇલ કમ્યુનિકેશન
S-band	2-4 GHz	WiFi, બ્લૂટૂથ, રડાર
C-band	4-8 GHz	સેટેલાઇટ કમ્યુનિકેશન
X-band	8-12 GHz	મિલિટરી રડાર, હવામાન રડાર

મેમરી ટ્રીક

"Little Satellites Communicate eXcellently"

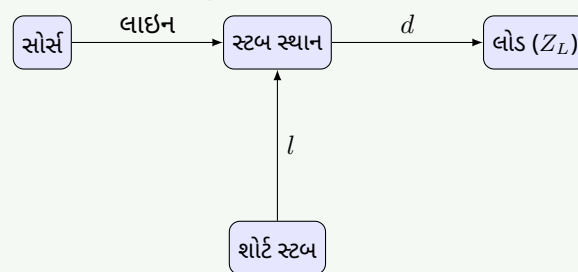
પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

એક જ સ્ટબનો ઉપયોગ કરીને ઇમ્પિડન્સ મેચિંગની પ્રક્રિયા સમજાવો.

જવાબ

સિંગલ સ્ટબ મેચિંગ: લોડથી ચોક્કસ અંતરે શોર્ટ-સર્કિટ સ્ટબ ઉમેરીને રિફ્લેક્શન દૂર કરે છે.

આકૃતિ 1. સિંગલ સ્ટબ મેચિંગ



પ્રક્રિયા:

1. સ્ટબ લંબાઈ: લાઇન રિએક્ટન્સને રદ કરવા માટે રિએક્ટિવ ઇમ્પિડન્સ પ્રદાન કરે છે.
2. સ્ટબ સ્થાન: તેના પર એડમિટન્સનો રિયલ પાર્ટ Y_0 હોય છે.

3. મેચિંગ સ્થિતિ: કુલ એડમિટન્સ $Y = Y_0 + jB_{line} - jB_{stub} = Y_0$.

મેમરી ટ્રીક

"Stub Positioned for Perfect Matching"

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

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

જવાબ

લોસલેસ લાઇનની લાક્ષણિકતાઓ:

- કોઈ પાવર લોસ નથી: $R = 0, G = 0$.
- સ્થિર એમ્પ્લીટ્યુડ: કોઈ એટેન્યુએશન નથી ($\alpha = 0$).
- માત્ર ફેઝ ડિલે: સિગ્નલ વિલંબિત થાય છે પરંતુ નબળું પડતું નથી.
- સ્ટેન્ડિંગ વેવ પેટર્ન: મિસમેચ્ડ લોડના રિફ્લેક્શનને કારણે રચાય છે.

સામાન્ય સમીકરણો: પ્રોપેગેશન કોન્સ્ટન્ટ $\gamma = \alpha + j\beta$ અને કેરેક્ટરિસ્ટિક ઇમ્પિડન્સ Z_0 સાથેની લાઇન માટે:

વોલ્ટેજ સમીકરણ:

$$V(z) = V^+ e^{-\gamma z} + V^- e^{\gamma z}$$

કરન્ટ સમીકરણ:

$$I(z) = \frac{V^+}{Z_0} e^{-\gamma z} - \frac{V^-}{Z_0} e^{\gamma z}$$

જ્યાં:

- $Z_0 = \sqrt{L/C}$ (લોસલેસ લાઇન માટે).
- $\gamma = j\beta$ (કારણ કે $\alpha = 0$).

મેમરી ટ્રીક

"Lossless Lines Love Low Loss"

OR

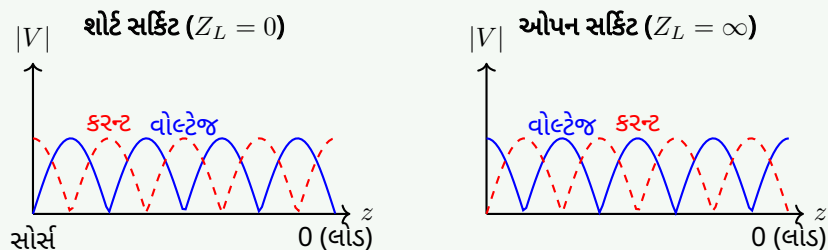
પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

સ્થાયી તરંગ વ્યાખ્યાયિત કરો. શોર્ટ સર્કિટ અને ઓપન સર્કિટ લાઇન માટે સ્ટેન્ડિંગ વેવ પેટર્ન દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

સ્ટેન્ડિંગ વેવ (સ્થાયી તરંગ): વિરુદ્ધ દિશામાં મુસાફરી કરતા ફોરવર્ડ અને રીફ્લેક્ટેડ વેવ્સ ના ઇન્ટરફિયરન્સથી રચાતી સ્થિર પેટર્ન.

આકૃતિ 2. સ્ટેન્ડિંગ વેવ પેટર્ન



વિશ્લેષણ:

કોષ્ટક 2. સ્ટેન્ડિંગ વેવ લક્ષણો

સ્થિતિ	લોડ પર વોલ્ટેજ	લોડ પર કરન્ટ
શોર્ટ સર્કિટ	ન્યૂનતમ (0)	મહત્તમ
ઓપન સર્કિટ	મહત્તમ ($2V^+$)	ન્યૂનતમ (0)

ક્રમિક મેક્સિમા અથવા મિનિમા વચ્ચેનું અંતર $\lambda/2$ છે.

મેમરી ટ્રીક

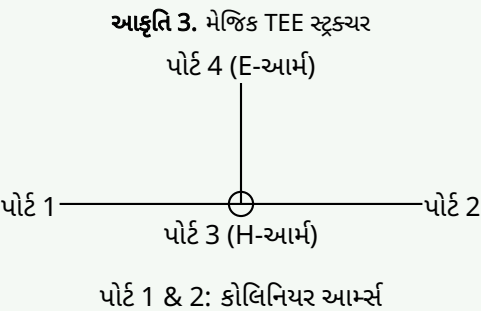
“Short Circuits Current, Open Circuits Voltage”

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

મેજિક TEE ની કામગીરી દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

મેજિક TEE: E-પ્લેન અને H-પ્લેન ટી ને જોડતું 4-પોર્ટ હાઇબ્રિડ વેવગાઇડ જંકશન.



કામગીરી:

- પોર્ટ 3 (H-આર્મ): સરવાળો પોર્ટ ($P_3 \propto P_1 + P_2$). 1 અને 2 ના ઇનપુટ સમાન ફેઝમાં હોય છે.
- પોર્ટ 4 (E-આર્મ): તફાવત પોર્ટ ($P_4 \propto P_1 - P_2$). 1 અને 2 ના ઇનપુટ 180° ફેઝ શિફ્ટ ધરાવે છે.
- આઇસોલેશન: E-આર્મ (4) અને H-આર્મ (3) વચ્ચે કોઈ કપલિંગ નથી.

મેમરી ટ્રીક

“Magic Tee Mixes Modes”

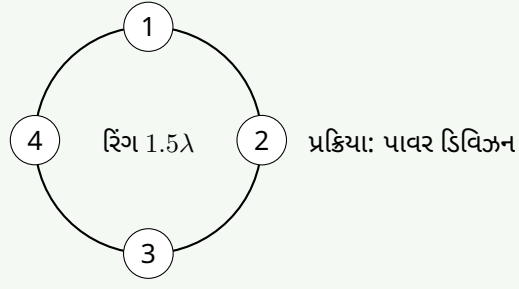
પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

હાયબ્રિડ રિંગની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

હાયબ્રિડ રિંગ (રેટ-રેસ કપ્લર): પાવર સ્પ્લિટિંગ અને સમિંગ માટે વપરાતી 4-પોર્ટ સર્ક્યુલર વેવગાઇડ.

આકૃતિ 4. હાયબ્રિડ રિંગ



વર્કિંગ પેરામીટર્સ:

- ઘેરવો: 1.5λ (કુલ પાથ લંબાઈ).
- સ્પેસિંગ: પોર્ટ્સ $\lambda/4$ અંતરે છે, સિવાય કે એક $3\lambda/4$ સેક્શન.
- કાર્ય: પોર્ટ 1 પરનું ઇનપુટ 2 અને 4 વચ્ચે સમાન રીતે વિભાજિત થાય છે. પોર્ટ 3 આઇસોલેટેડ રહે છે.

મેમરી ટ્રીક

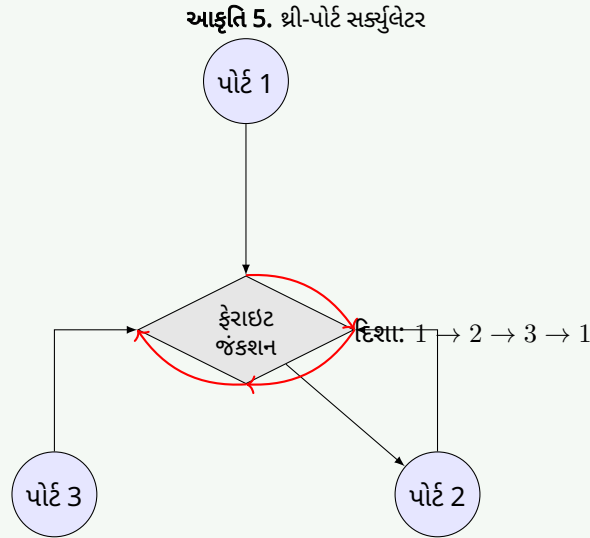
"Ring Runs Round for Power Sharing"

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

"સર્ક્યુલેટર" ના બાંધકામ અને કાર્યસિદ્ધાંત સમજાવો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

જવાબ

સર્ક્યુલેટર બાંધકામ:



કાર્યસિદ્ધાંત:

- ફેઝિટ મટિરિયલમાં ફેરડે રોટેશન પર આધારિત.
- નોન-રેસિપ્રોકલ: પોર્ટ 1 માં દાખલ થતું સિગ્નલ માત્ર પોર્ટ 2 માંથી બહાર આવે છે. પોર્ટ 2 થી પોર્ટ 3, વગેરે.
- રિવર્સ પાવર બ્લોક (આઇસોલેટેડ) થાય છે.

ઉપયોગો:

1. રડારમાં ડુપ્લેક્સર: Tx અને Rx માટે એક જ એન્ટેના વાપરવા દે છે.
2. આઇસોલેટર: એક પોર્ટને મેચ લોડ સાથે ટર્મિનેટ કરીને.
3. પેરામેટ્રિક એમ્પ્લીફાયર: ઇનપુટ અને આઉટપુટનું અલગીકરણ.

મેમરી ટ્રીક

“Circulator Circles Clockwise Continuously”

OR

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

લંબચોરસ વેવગાઇડ અને ગોળાકાર વેવગાઇડની તુલના કરો.

જવાબ

તુલના:

કોષ્ટક 3. વેવગાઇડ તુલના

પેરામીટર	લંબચોરસ વેવગાઇડ	ગોળાકાર વેવગાઇડ
ક્રોસ-સેક્શન	લંબચોરસ ($a \times b$)	ગોળાકાર (ત્રિજ્યા a)
ડોમિનન્ટ મોડ	TE_{10}	TE_{11}
કટઓફ ફ્રિક્વન્સી	$f_c = c/2a$	$f_c = 1.841c/2\pi a$ (જટિલ)
પાવર હેન્ડલિંગ	ઓછી	વધારે
રોટેશન	પોલરાઇઝેશન ફિક્સ્ડ	રોટેટિંગ પોલરાઇઝેશનને સપોર્ટ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

“Rectangles are Regular, Circles are Complex”

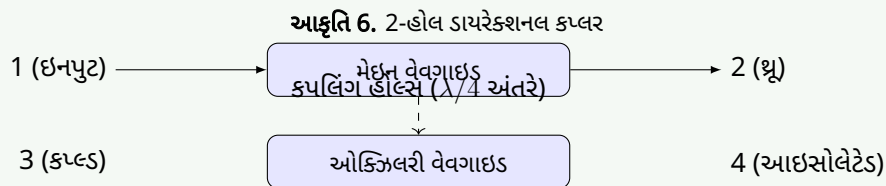
OR

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

ડાયરેક્શનલ કપ્લરનું કાર્યસિદ્ધાંત દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

ડાયરેક્શનલ કપ્લર:



કામગીરી:

- ફોરવર્ડ પાવરનો નાનો ભાગ પોર્ટ 3 માં સેમ્પલ કરે છે.
- પોર્ટ 4 તરફ જતા રિવર્સ વેવ્સ $\lambda/2$ પાથ ડિફરન્સને કારણે રદ થાય છે (ડિસ્ટ્રક્ટિવ ઇન્ટરફિયરન્સ).

પેરામીટર્સ:

- કપલિંગ ફેક્ટર: $C = 10 \log(P_1/P_3)$ dB.
- ડાયરેક્ટિવિટી: $D = 10 \log(P_3/P_4)$ dB.

મેમરી ટ્રીક

“Coupler Couples Carefully in Correct Direction”

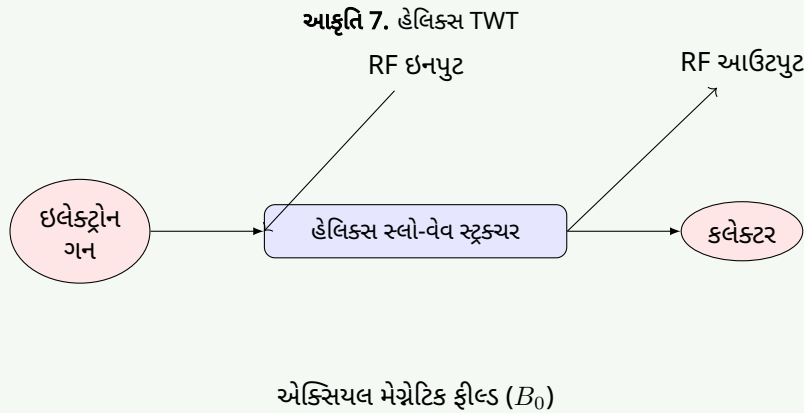
OR

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

“ટ્રાવેલિંગ વેવ ટ્યુબ” ના બાંધકામ અને કાર્યસિદ્ધાંત સમજાવો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

જવાબ

બાંધકામ:



કાર્યસિદ્ધાંત:

- સ્લો વેવ સ્ટ્રક્ચર: હેલિક્સ RF ફેઝ વેલોસિટીને ઇલેક્ટ્રોન બીમ વેલોસિટી સાથે મેચ કરવા ઘટાડે છે ($v_{ph} \approx v_e$).
- ઇન્ટરેક્શન: સતત ક્રિયાપ્રતિક્રિયા ઇલેક્ટ્રોન બંધિંગ કરે છે. કાઇનેટિક એનર્જી ઇલેક્ટ્રોનથી RF ફીલ્ડમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે.
- એમ્પ્લિફિકેશન: ટ્યુબની લંબાઈ સાથે સિગ્નલ સ્પોન્જિયલ રીતે વધે છે.

ઉપયોગો:

- સેટેલાઇટ ટ્રાન્સપોન્ડર (ઉચ્ચ વિશ્વસનીયતા).
- રડાર સિસ્ટમ્સ (વાઈડ બેન્ડવિડ્થ).
- ઇલેક્ટ્રોનિક વોરફેર (જેમિંગ).

મેમરી ટ્રીક

“TWT Transfers Tremendous power Through Travel”

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ઉચ્ચ VSWR માપન માટે પરીક્ષ પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

ડબલ મિનિમમ મેથડ (પરીક્ષ): જ્યારે $VSWR > 10$ હોય ત્યારે વપરાય છે. ડાયરેક્ટ રીડિંગ અચોક્કસ હોય છે.

પ્રક્રિયા:

1. વોલ્ટેજ મિનિમમ (V_{min}) નું સ્થાન શોધો.
2. પ્રોબને ડાબે અને જમણે એવા બિંદુઓ પર ખસેડો જ્યાં પાવર બમણો હોય ($2 \times V_{min}^2$).
3. આ "ડબલ પાવર" બિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર d માપો.

સૂત્ર:

$$VSWR = \frac{\lambda_g}{\pi d}$$

જ્યાં λ_g ગાઇડ વેવલેન્થ છે અને d 3dB પોઇન્ટ્સ પર મિનિમમની પહોળાઈ છે.

મેમરી ટ્રીક

“Indirect method uses Intermediate Attenuation”

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

કનવેશનલ ટ્યૂબ્સની આવર્તન મર્યાદાઓ લખો અને સમજાવો.

જવાબ

માઇક્રોવેવ ફીક્વન્સી પર કનવેશનલ ટ્યૂબની મર્યાદાઓ:

કોષ્ટક 4. મર્યાદાઓ અને અસરો

મર્યાદા	અસર
ટ્રાન્ઝિટ ટાઈમ	ઇલેક્ટ્રોન ગેપ ક્રોસ કરવાનો સમય RF પિરિયડ જેટલો થાય. જે કન્ડક્ટન્સ (G) લોડિંગ અને ગ્રીડ હીટિંગનું કારણ બને છે.
લીડ ઇન્ડક્ટન્સ	$X_L = 2\pi fL$. કેથોડ લીડમાં હાઇ ઇમ્પિડન્સ અસરકારક ગેઇન ઘટાડે છે.
ઇન્ટર-ઇલેક્ટ્રોડ કેપેસિટન્સ	$X_C = 1/2\pi fC$. RF સિગ્નલને શંક કરે છે, આઉટપુટ ઇમ્પિડન્સ અને ગેઇન ઘટાડે છે.
સ્ક્રીન ઇફેક્ટ	કરન્ટ સપાટી પર સીમિત રહે છે, રેઝિસ્ટન્સ અને લોસ વધારે છે.

પરિણામ: ગેઇન શૂન્ય થઈ જાય છે, અને નોઇઝ વધે છે.

મેમરી ટ્રીક

“Transit Time Troubles Traditional Tubes”

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

એપ્લિગેટ ડાયાગ્રામ સાથે ટૂ કેવિટી ક્લિસ્ટ્રોનનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો. તેના ફાયદાઓની યાદી આપો.

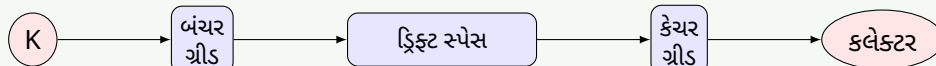
જવાબ

ટૂ કેવિટી ક્લાયસ્ટ્રોન:

આકૃતિ 8. ક્લાયસ્ટ્રોન એમ્પ્લીફાયર

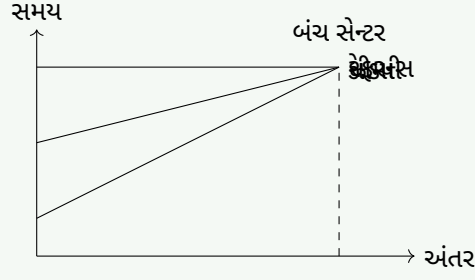
RF In

RF Out



એપ્લિગેટ ડાયાગ્રામ (બંચિંગ):

આકૃતિ 9. એપલગેટ ડાયાગ્રામ



કામગીરી:

1. વેલોસિટી મોડ્યુલેશન: બંધર કેવિટીમાં RF ઇનપુટ ઇલેક્ટ્રોનને પ્રવેગિત/ધીમા પાડે છે.
2. બંધિંગ: ડ્રિફ્ટ સ્પેસમાં, ઝડપી ઇલેક્ટ્રોન ધીમાને પકડી લે છે.
3. કરન્ટ મોડ્યુલેશન: ઇલેક્ટ્રોન બંધ કેવર કેવિટીમાં મજબૂત RF કરન્ટ પ્રેરિત કરે છે.

ફાયદાઓ: હાઈ ગેઇન (>30dB), હાઈ પાવર, સ્થિર.

મેમરી ટ્રીક

"Klystron Kicks with Kinetic Bunching"

OR

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

BWOનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

બેકવર્ડ વેવ ઓસિલેટર (BWO): એક TWT જેવું ઉપકરણ જ્યાં વેવ ઇલેક્ટ્રોન બીમની વિરુદ્ધ મુસાફરી કરે છે.

બાંધકામ: TWT (ઇલેક્ટ્રોન ગન, હેલિક્સ) જેવું જ, પરંતુ RF આઉટપુટ ગન છેડા પાસે લેવામાં આવે છે.

કામગીરી:

- બીમ વેવના બેકવર્ડ સ્પેસ હાર્મોનિક સાથે ક્રિયાપ્રતિક્રિયા કરે છે.
- ફીડબેક આંતરિક છે (વેવ ઇનપુટ પર પાછું વહે છે).
- વોલ્ટેજ ટ્યુનિંગ: ઓસિલેશન ફ્રીક્વન્સી બીમ વોલ્ટેજ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

મેમરી ટ્રીક

"BWO goes Backward While Oscillating"

OR

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

માઇક્રોવેવ રેડિયેશનને કારણે જોખમો સમજાવો.

જવાબ

માઇક્રોવેવ જોખમો:

- HERP: Hazards of EM Radiation to Personnel (જૈવિક નુકસાન).
- HERO: Hazards to Ordnance (વિસ્ફોટકોનું ડિટોનેશન).
- HERF: Hazards to Fuel (વરાળનું ઇગ્નિશન).

જૈવિક અસરો:

- થર્મલ: પાણીથી ભરપૂર પેશીઓનું ગરમી (આંખો, મગજ, પેટ). મોતિયાનું કારણ બની શકે છે.
- નોન-થર્મલ: નર્વસ સિસ્ટમ પર અસરો (ચર્ચસ્પદ).

સુરક્ષા મર્યાદા: સામાન્ય રીતે $< 10mW/cm^2$.

મેમરી ટ્રીક

"Microwaves Make Multiple Medical Maladies"

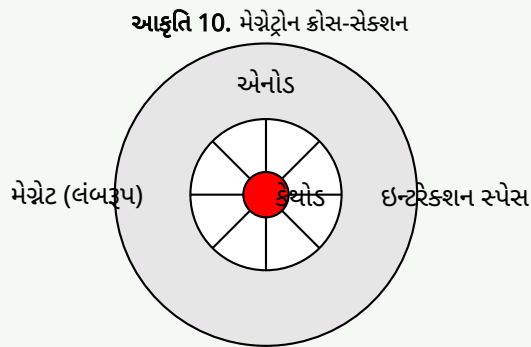
OR

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

સુઘડ સ્કેચ સાથે મેગ્નેટ્રોનનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો. તેની એપ્લિકેશનોની સૂચિ બનાવો.

જવાબ

મેગ્નેટ્રોન બાંધકામ:



કાર્યસિદ્ધાંત:

- ક્રોસ ફીલ્ડ્સ: રેડિયલ ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ (E) અને એક્સિયલ મેગ્નેટિક ફીલ્ડ (B).
- ઇલેક્ટ્રોન ગતિ: ઇલેક્ટ્રોન સાયકલોઇડ પાથમાં સર્પાકાર ગતિ કરે છે.
- ફેઝ ફોકસિંગ: ઇલેક્ટ્રોન કેવિટીમાં RF ફીલ્ડ્સને ઊર્જા સ્થાનાંતરિત કરે છે (ચાર્જના "સ્પોક્સ").
- π -મોડ: બાજુની કેવિટીઝ 180° ફેઝ આઉટ હોય છે.

ઉપયોગો: માઇક્રોવેવ ઓવન, રડાર ટ્રાન્સમીટર.

મેમરી ટ્રીક

"Magnetron Makes Microwaves Magnificently"

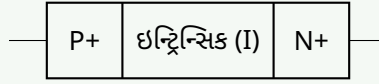
પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

P-i-N ડાયોડની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

P-i-N ડાયોડ કામગીરી: P અને N પ્રદેશો વચ્ચે ઇન્હિબિટિવ (I) લેયર ધરાવે છે.

આકૃતિ 11. PIN ડાયોડ સ્ટ્રક્ચર



સ્ટેટ્સ:

- ફોરવર્ડ બાયાસ: કેરિયર ઇન્જેક્શન રેજિસ્ટન્સ ઘટાડે છે ($R \approx 1\Omega$). શોર્ટ તરીકે કામ કરે છે.
 - રિવર્સ બાયાસ: કેરિયર્સ દૂર થાય છે, હાઇ રેજિસ્ટન્સ ($R > 10k\Omega$). ઓપન તરીકે કામ કરે છે.
- ઉપયોગો: RF સ્વિચ, વેરિએબલ એટેન્યુએટર.

મેમરી ટ્રીક

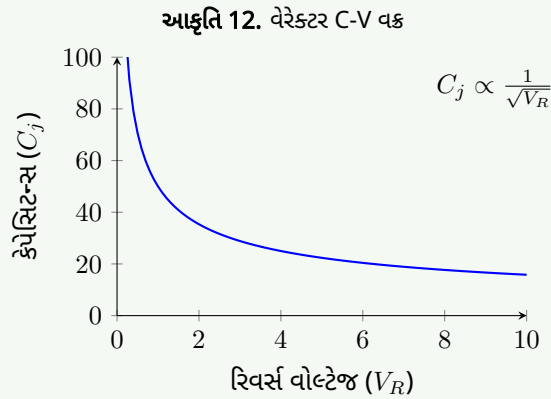
"PIN controls Power IN Networks"

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

સુધક સ્કેચ સાથે વેરેક્ટર ડાયોડના કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

વેરેક્ટર ડાયોડ: વોલ્ટેજ-નિયંત્રિત કેપેસિટર તરીકે કાર્ય કરે છે.



કામગીરી:

- રિવર્સ બાયાસ: ડિપ્લેશન રીજન પહોળું કરે છે → કેપેસિટન્સ ઘટાડે છે.
- ટ્યુનિંગ: વોલ્ટેજ બદલવાથી C બદલાય છે, જે રેઝોનન્ટ ફ્રીક્વન્સી $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$ બદલે છે.

મેમરી ટ્રીક

"Varactor Varies Capacitance with Voltage"

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

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

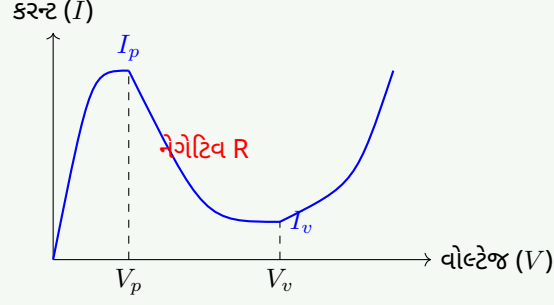
જવાબ

ટનલ ડાયોડ બાંધકામ:

- હેવીલી ડોપ્ડ: (10^{19} આણુઓ/cm³). ડીજનરેટ P અને N પ્રદેશો.
- પાતળું જંકશન: ડિપ્લેશન પહોળાઈ ઓછી (100 Å).

ટનલિંગ ઘટના: ક્વોન્ટમ મિકેનિકલ અસર જ્યાં ઇલેક્ટ્રોન પોટેન્શિયલ બેરિયરની ઉપરથી જવાને બદલે તેમાંથી પસાર થાય છે (ટનલ કરે છે), કારણ કે બેરિયર ખૂબ પાતળું છે.

આકૃતિ 13. ટનલ ડાયોડ I-V



વર્કિંગ રીજીયન્સ:

1. પીક પોઇન્ટ (V_p): મહત્તમ ટનલિંગ કરન્ટ.
2. નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ (V_p થી V_v): વોલ્ટેજ વધતા કરન્ટ ઘટે છે. ઓસિલેટર માટે વપરાય છે.
3. વેલી પોઇન્ટ (V_v): ટનલિંગ બંધ થાય છે.

ઉપયોગો: ઓસિલેટર, હાઇ સ્પીડ સ્વિચિંગ.

મેમરી ટ્રીક

"Tunnel Diode Tunnels Through barriers Terrifically"

OR

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

IMPATT ડાયોડની કામગીરીનું વર્ણન કરો.

જવાબ

IMPATT ડાયોડ (Impact Avalanche Transit Time): માઇક્રોવેવ પાવર જનરેટ કરે છે આનો ઉપયોગ કરીને:

1. ઇમ્પેક્ટ આયનાઇઝેશન: એવેલેન્ચ મલ્ટિપ્લિકેશન ક્રેસિયર્સ બનાવે છે (90° ફેઝ શિફ્ટ).
2. ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ: રીજનમાંથી પસાર થતા ક્રેસિયર્સનો ડ્રિફ્ટ બાકીનો 90° શિફ્ટ ઉમેરે છે.

કુલ 180° ફેઝ ડિલે નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ માં પરિણમે છે.

મુખ્ય આંકડા: હાઇ પાવર, હાઇ નોઇઝ, બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ 100V.

મેમરી ટ્રીક

"IMPATT Impacts with Avalanche Transit Time"

OR

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

પેરામેટ્રિક એમ્પ્લીફાયર માટે આવર્તન ઉપર અને નીચે રૂપાંતરણ સમજાવો.

જવાબ

પેરામેટ્રિક એમ્પ્લીફાયર કન્વર્ઝન: નોનલિનિયર રિએક્ટન્સ (વેરેક્ટર) વાપરે છે જેને ફ્રીક્વન્સી f_p પર પંપ કરવામાં આવે છે.

અપ-કન્વર્ઝન:

- ઇનપુટ: f_s (સિગ્નલ).
- આઉટપુટ: $f_o = f_p + f_s$ (સરવાળો ફ્રીક્વન્સી) અથવા $f_p - f_s$.
- ગેઇન: પાવર ગેઇન ફ્રીક્વન્સી રેશિયો (f_o/f_s) ના સમપ્રમાણમાં હોય છે. ઓછા નોઇઝ સાથે સ્થિર.

ડાઉન-કન્વર્ઝન:

- આઉટપુટ: $f_o = f_p - f_s$.
- નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ: અસ્થિરતા/ઓસિલેશન તરફ દોરી શકે છે.

મેમરી ટ્રીક

“Parametric Pump Provides frequency conversion Plus gain”

OR

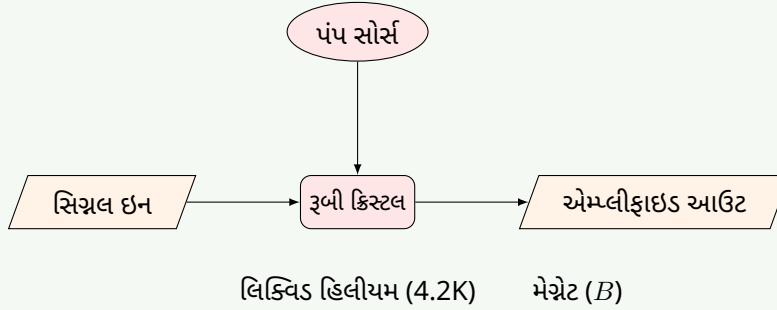
પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

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

જવાબ

રૂબી મેઝર (Maser):

આકૃતિ 14. મેઝર બ્લોક ડાયાગ્રામ



કાર્યસિદ્ધાંત (સ્ટિમ્યુલેટેડ એમિશન):

- પોપ્યુલેશન ઇન્વર્ઝન: પંપ એનર્જી ઇલેક્ટ્રોનને અસ્થિર ઉચ્ચ એનર્જી લેવલ (E_3) પર લઈ જાય છે.
 - સ્ટિમ્યુલેટેડ એમિશન: આવતા સિગ્નલ ફોટોન (E_2) ઇલેક્ટ્રોનને નીચેના લેવલ પર આવવા ટ્રિગર કરે છે, કોહરન્ટ ફોટોન મુક્ત કરે છે.
 - ફૂલિંગ: લિક્વિડ હિલીયમ થર્મલ નોઇઝ ઘટાડે છે.
- ઉપયોગો:** ડીપ સ્પેસ કમ્યુનિકેશન (NASA), રેડિયો એસ્ટ્રોનોમી.

મેમરી ટ્રીક

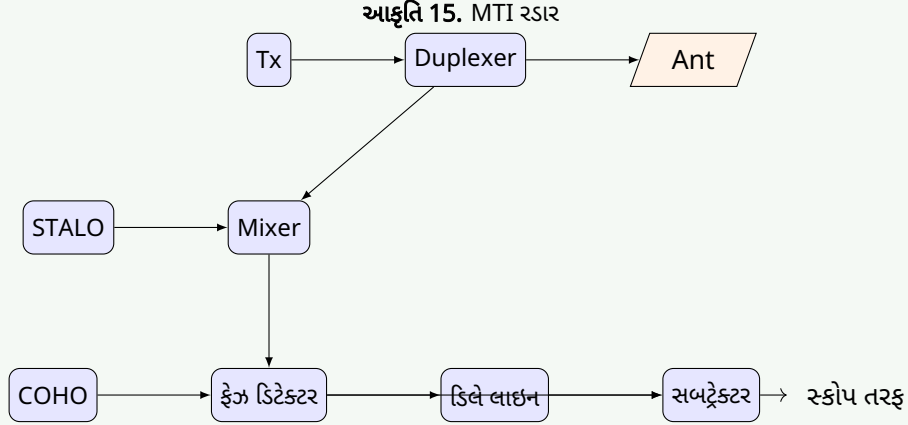
“RUBY MASER Makes Amazingly Sensitive Electromagnetic Receivers”

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

MTI RADARના કાર્યાત્મક બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

MTI (મૂવિંગ ટાર્ગેટ ઇન્ડિકેશન) રડાર:



કાર્ય: પલ્સ વચ્ચે ડોપ્લર ફ્રેક્વન્સી શિફ્ટ સરખામણીનો ઉપયોગ કરીને કલટર (સ્થિર ટાર્ગેટ) થી મૂવિંગ ટાર્ગેટને અલગ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

“MTI Makes Targets Intelligible by Motion”

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

RADAR ને SONAR સાથે સરખાવો.

જવાબ

તુલના:

કોષ્ટક 5. રડાર VS સોનાર

પેરામીટર	RADAR	SONAR
તરંગ	EM વેવ્સ (માઇક્રોવેવ્સ)	એકોસ્ટિક (ધ્વનિ) વેવ્સ
ઝડપ	3×10^8 m/s	1500 m/s
માધ્યમ	હવા, શૂન્યાવકાશ	પાણી
રેન્જ	લાંબી (અવકાશ/હવા)	ટૂંકી (પાણીની અંદર)
ઉપયોગ	વિમાન ટ્રેકિંગ	સબમરીન, માછલી શોધવી

મેમરી ટ્રીક

“RADAR Radiates, SONAR Sounds”

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

મહત્તમ RADAR રેન્જનું સમીકરણ મેળવો. મહત્તમ રડાર રેન્જને અસર કરતા પરિબળો સમજાવો.

જવાબ

રડાર રેન્જ સમીકરણ:

$$R_{max} = \left[\frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 P_{min}} \right]^{1/4}$$

તારવણી:

1. ટાર્ગેટ R પર પાવર ડેન્સિટી: $\frac{P_t G}{4\pi R^2}$.
2. ટાર્ગેટ (σ) દ્વારા પરાવર્તિત પાવર: $\frac{P_t G \sigma}{4\pi R^2}$.
3. રિસીવર પર પાવર ડેન્સિટી (વળતો માર્ગ): $\frac{P_t G \sigma}{(4\pi R^2)^2}$.
4. એન્ટેનાનો અસરકારક વિસ્તાર $A_e = \frac{G \lambda^2}{4\pi}$.
5. પ્રાપ્ત પાવર $P_r = \text{Density} \times A_e = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4}$.
6. $P_r = P_{min}$ સેટ કરો અને R માટે ઉકેલો.

રેન્જને અસર કરતા પરિબળો:

- ટ્રાન્સમિટર પાવર (P_t): $R \propto P_t^{1/4}$. નાના રેન્જ ગેઇન માટે વિશાળ પાવર વધારો જરૂરી છે.
- એન્ટેના ગેઇન (G): મોટું એન્ટેના રેન્જ સુધારે છે.
- ટાર્ગેટ RCS (σ): મોટા/ધાતુના ટાર્ગેટ્સ જોવા સરળ છે.
- Min ડિટેક્ટેબલ સિગ્નલ (P_{min}): સારી રિસીવર સેન્સિટિવિટી રેન્જ વધારે છે.

OR

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

CW Doppler RADAR માં ડોપ્લર અસરનું વર્ણન કરો.

જવાબ

ડોપ્લર અસર: જ્યારે ટાર્ગેટ રડારની સાપેક્ષ ગતિ કરે છે ત્યારે ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટ જોવા મળે છે.

સૂત્ર:

$$f_d = \frac{2V_r f_0}{c} = \frac{2V_r}{\lambda}$$

જ્યાં:

- V_r : રેડિયલ વેલોસિટી (m/s).
- f_0 : ટ્રાન્સમિટેડ ફ્રીક્વન્સી.
- c : પ્રકાશની ઝડપ.

શિફ્ટ દિશા:

- નજીક આવતું (Approaching): $f_r > f_0$ (પોઝિટિવ શિફ્ટ).
- દૂર જતું (Receding): $f_r < f_0$ (નેગેટિવ શિફ્ટ).

મેમરી ટ્રીક

"Doppler Detects Direction with Doubled frequency shift"

OR

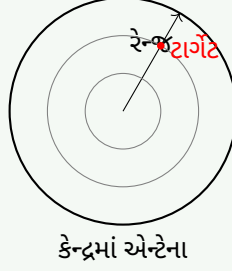
પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

RADAR માટે PPI ડિસ્પ્લે પદ્ધતિ સમજાવો

જવાબ

PPI (પ્લાન પોઝિશન ઇન્ડિકેટર): રડાર ક્વરેજનો ટોપ-ડાઉન મેપ વ્યૂ દર્શાવે છે.

આકૃતિ 16. PPI ડિસ્પ્લે



લક્ષણો:

1. કેન્દ્ર: રડારનું સ્થાન.
2. કોણ: ટાર્ગેટ એઝિમથ (બેરિંગ).
3. ત્રિજ્યા: ટાર્ગેટ રેન્જ (અંતર).
4. સ્વીપ: એન્ટેના સાથે સિંક્રનાઇઝ થયેલ ફરતો ટ્રેસ.

મેમરી ટ્રીક

"PPI Provides Position Information Perfectly"

OR

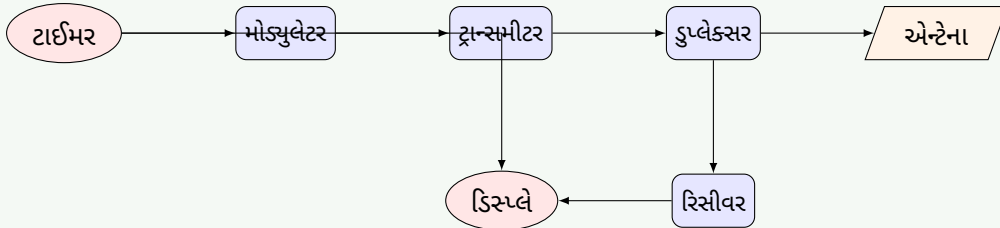
પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

પલ્સ રડારનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને કાર્યસિદ્ધાંત સમજાવો.

જવાબ

પલ્સ રડાર બ્લોક ડાયાગ્રામ:

આકૃતિ 17. પલ્સ રડાર



કાર્યસિદ્ધાંત:

- ટ્રાન્સમિશન: નિયત સમયાંતરે (PRF) હાઇ પાવર પલ્સ ઉત્સર્જિત થાય છે.
- રિસેપ્શન: "લિસનિંગ" સમય દરમિયાન પડઘા પ્રાપ્ત થાય છે.
- ડુપ્લેક્સર: ટ્રાન્સમિશન દરમિયાન રિસીવરને સુરક્ષિત કરે છે; ઇકોને રિસીવર તરફ વાળે છે.
- ટાઈમિંગ: સમય વિલંબ T પરથી અંતર ગણવામાં આવે છે: $R = cT/2$.

મેમરી ટ્રીક

"Pulse RADAR Pulses Powerfully for Precise Position"