

માઇક્રોવેવ અને રડાર કોમ્યુનિકેશન (4351103) - શિયાળો 2023 ઉકેલ

Milav Dabgar

8 ડિસેમ્બર, 2023

Question 1(a) [3 marks]

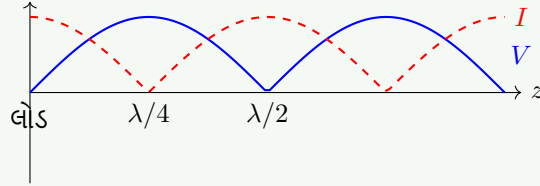
ટ્રાન્સમિશન લાઇન માં વોલ્ટેજ અને કરંટ માટે સ્ટેન્ડિંગ વેવ પેટર્નને સ્કેચ કરો, જ્યારે તે (i) શોર્ટ સર્કિટ, (ii) ઓપન સર્કિટ અને (iii) મેચ્ડ લોડ સાથે સમાપ્ત થાય છે.

Solution

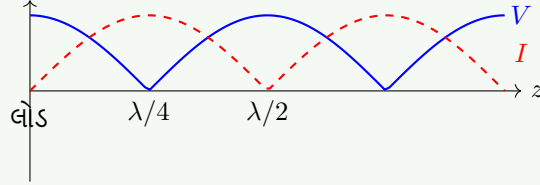
સ્ટેન્ડિંગ વેવ પેટર્ન:

Figure 1. Standing Wave Patterns

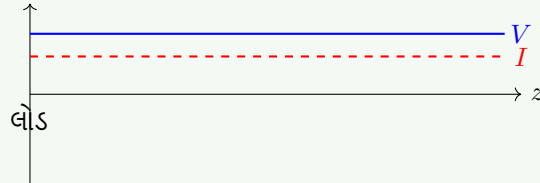
(i) શોર્ટ સર્કિટ ($Z_L = 0$)



(ii) ઓપન સર્કિટ ($Z_L = \infty$)



(iii) મેચ્ડ લોડ ($Z_L = Z_0$)



- શોર્ટ સર્કિટ: લોડ પર વોલ્ટેજ ન્યૂનતમ (શૂન્ય). કરંટ મહત્તમ.
- ઓપન સર્કિટ: લોડ પર વોલ્ટેજ મહત્તમ. કરંટ ન્યૂનતમ (શૂન્ય).
- મેચ્ડ લોડ: કોઈ સ્ટેન્ડિંગ વેવ નથી. વોલ્ટેજ અને કરંટ અચળ હોય છે.

Mnemonic

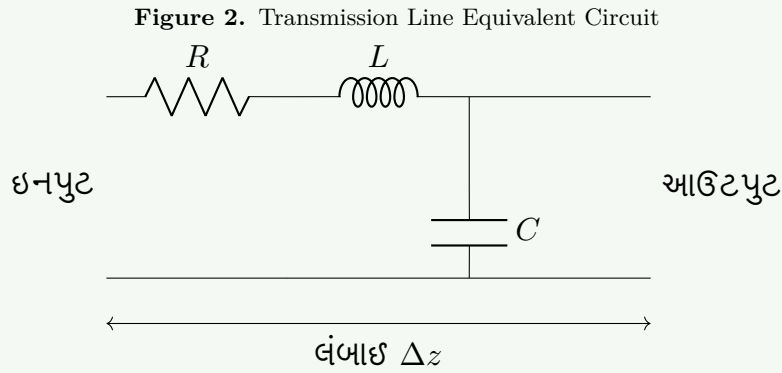
“SOC - શોર્ટ કરંટ ખોલે, ઓપન કરંટ બંધ કરે”

Question 1(b) [4 marks]

માઇક્રોવેવ ફ્રીક્વન્સી માટે બે સમાંતર વાયર ટ્રાન્સમિશન લાઇનના સમકક્ષ સર્કિટનો નકશો દોરો અને સમજાવો.

Solution

સમકક્ષ સર્કિટ:



પ્રાથમિક સ્થિરાંકો:

- R (પ્રતિકાર): એકમ લંબાઈ દીઠ શ્રેણી પ્રતિકાર (કંડક્ટર લોસિસ) (Ω/m).
- L (ઇન્ડક્ટન્સ): એકમ લંબાઈ દીઠ શ્રેણી ઇન્ડક્ટન્સ (ચુંબકીય ક્ષેત્ર સંગ્રહ) (H/m).
- G (કંડક્ટન્સ): એકમ લંબાઈ દીઠ શંટ કંડક્ટન્સ (ડાઇઇલેક્ટ્રિક લોસિસ) (S/m).
- C (કેપેસિટન્સ): એકમ લંબાઈ દીઠ શંટ કેપેસિટન્સ (વિદ્યુત ક્ષેત્ર સંગ્રહ) (F/m).

પરિમાપો કોષ્ટક:

પરિમાપ	પ્રતીક	એકમ	અસર
પ્રતિકાર	R	Ω/m	શક્તિ નુકસાન
ઇન્ડક્ટન્સ	L	H/m	ચુંબકીય ઊર્જા
કંડક્ટન્સ	G	S/m	લીકેજ કરંટ
કેપેસિટન્સ	C	F/m	વિદ્યુત ઊર્જા

Mnemonic

“RLGC - ખરેખર મોટી કેબલ્સ”

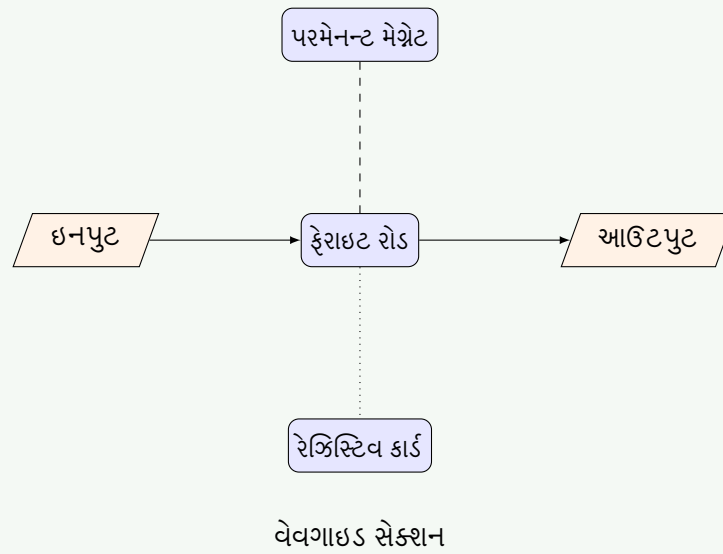
Question 1(c) [7 marks]

આઇસોલેટર ના સિદ્ધાંત, બાંધકામ અને કાર્યને જરૂરી સ્કેચ સાથે સમજાવો.

Solution

સિદ્ધાંત: આઇસોલેટર માઇક્રોવેવ સિગ્નલને ફક્ત આગળની દિશામાં જ પસાર કરવા દે છે પરંતુ પાછળની દિશામાં શોષી લે છે. તે ફ્રેક્વેન્સી મટિરિયલ અને ફ્રેક્વેન્સી રોટેશન અસરનો ઉપયોગ કરે છે.

Figure 3. Isolator Construction

**કાર્યપ્રણાલી:**

- આગળની દિશા: સિગ્નલ ઇનપુટથી આવે છે. ફેરાઇટ તેને 45° ફેરવે છે. તે આઉટપુટમાંથી પસાર થાય છે કારણ કે આઉટપુટ રેઝિસ્ટિવ કાર્ડ લંબરૂપ છે.
- પાછળની દિશા: આઉટપુટથી આવતું પ્રતિબિંબિત સિગ્નલ બીજું 45° ફેરવાય છે (કુલ 90°). આ ફીલ્ડ ઇનપુટ રેઝિસ્ટિવ કાર્ડને સમાંતર બંને છે અને શોષાય છે.

ઉપયોગો:

- ટ્રાન્સમિટરને (જેમ કે ક્લિસ્ટ્રોન) રિફ્લેક્ટેડ પાવરથી સુરક્ષિત કરવા.
- ફીક્વન્સી પુલિંગ અટકાવવા.

Mnemonic

“આગળ અલગ કરો, પાછળ શોષો”

OR

Question 1(c) [7 marks]

ટ્રાન્સમિશન લાઇન અને વેવગાઇડની સરખામણી કરો.

Solution**સરખામણી:**

પરિમાપ	ટ્રાન્સમિશન લાઇન	વેવગાઇડ
ફ્રીક્વન્સી	DC થી માઇક્રોવેવ	માઇક્રોવેવ અને ઉપર (હાઇ ફ્રીક્વન્સી)
સ્ટ્રક્ચર	બે કંડક્ટર (દા.ત. કોએક્સિયલ)	સિંગલ હોલો કંડક્ટર
મોડ	TEM મોડ સપોર્ટ કરે છે	ફક્ત TE અને TM મોડ સપોર્ટ કરે છે
કટઓફ	કોઇ કટઓફ નથી (DC પાસ કરે)	કટઓફ ફ્રીક્વન્સી (f_c) હોય છે
લોસિસ	વધારે (I^2R અને ડાઇઇલેક્ટ્રિક)	ઓછા (અર ડાઇઇલેક્ટ્રિક)
પાવર	મર્યાદિત પાવર ક્ષમતા	ઉચ્ચ પાવર હેન્ડલિંગ ક્ષમતા

Mnemonic

“ટ્રાન્સમિશન બે-વાયર ચાલે, વેવગાઇડ વિશાળ ચાલે”

Question 2(a) [3 marks]

વ્યાખ્યા આપો: (i) VSWR, (ii) રિફ્લેક્શન કોઈફિશન્ટ, અને (iii) સ્કિન અસર

Solution

વ્યાખ્યાઓ:

1. **VSWR (વોલ્ટેજ સ્ટેન્ડિંગ વેવ રેશિયો):** ટ્રાન્સમિશન લાઇન પર સ્ટેન્ડિંગ વેવ પેટર્નમાં મહત્તમ વોલ્ટેજ અને ન્યૂનતમ વોલ્ટેજનો ગુણોત્તર.

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

2. **રિફ્લેક્શન કોઈફિશન્ટ (Γ):** લોડ પર પ્રતિબિંબિત વોલ્ટેજ અને આપાત વોલ્ટેજનો ગુણોત્તર.

$$\Gamma = \frac{V_{ref}}{V_{inc}} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

3. **સ્કિન અસર:** ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સીએ, અલ્ટરનેટિંગ કરંટ કંડક્ટરના સમગ્ર આડછેદને બદલે સપાટી પર વહેવાનું વલણ ધરાવે છે. આ ઊંડાઈને સ્કિન ડેપ્થ (δ) કહેવાય છે.

Mnemonic

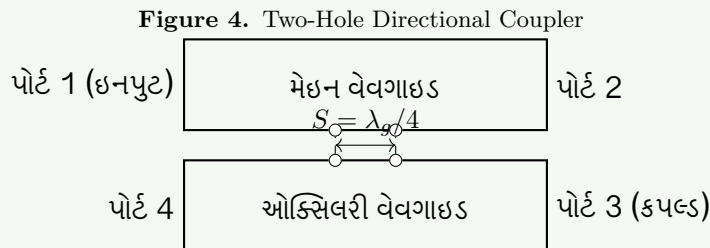
“VSWR વેરિયે, ગામા ગાઈડ, સ્કિન સંકોચે”

Question 2(b) [4 marks]

યોગ્ય સ્કેચ સાથે ટુ-હોલ ડાયરેક્શનલ કપ્લરનું કાર્ય સમજાવો.

Solution

ટુ-હોલ ડાયરેક્શનલ કપ્લર:



કાર્યપ્રણાલી:

- અંતર: બે છિદ્રો વચ્ચેનું અંતર $S = \lambda_g/4$ છે.
- આગળનું તરંગ: પોર્ટ 1 થી આવતું સિગ્નલ બંને છિદ્રો દ્વારા પોર્ટ 3 તરફ જાય છે. પાથ તફાવત શૂન્ય છે, તેથી પોર્ટ 3 પર સરવાળો થાય છે.
- પાછળનું તરંગ: પોર્ટ 4 તરફ જતા સિગ્નલો વચ્ચે પાથ તફાવત $2S = \lambda_g/2$ (180°) છે, તેથી તેઓ એકબીજાને રદ કરે છે.

Mnemonic

“બે છિદ્ર, બે દિશા, સંપૂર્ણ નિયંત્રણ”

Question 2(c) [7 marks]

વેવગાઇડ દ્વારા માઇક્રોવેવનું પ્રસારણ વર્ણવો અને કટ ઓફ તરંગલંબાઇનું સમીકરણ મેળવો.

Solution

વેવ પ્રસારણ: માઇક્રોવેવ્સ વેવગાઇડમાં વાહક દિવાલોના પરાવર્તન દ્વારા પ્રસારિત થાય છે. તે TE અને TM મોડ્સને સપોર્ટ કરે છે.

કટ-ઓફ તરંગલંબાઇ: લંબચોરસ વેવગાઇડ માટે હેલ્મહોલ્ટ્ઝ સમીકરણ ઉકેલતા:

$$\left(\frac{2\pi f_c}{c}\right)^2 = \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2$$

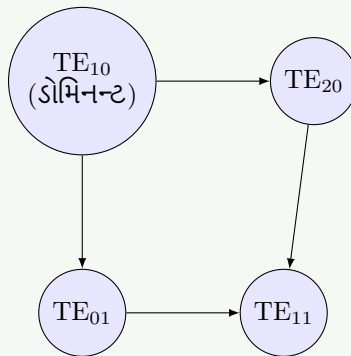
કટ-ઓફ તરંગલંબાઇ λ_c :

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

ડોમિનન્ટ મોડ (TE₁₀): $m = 1, n = 0$:

$$\lambda_c = 2a$$

Figure 5. Mode Hierarchy



Mnemonic

“કટ-ઓફ આવે, પ્રસારણ આગળ વધે”

OR

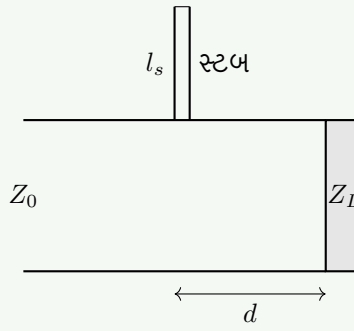
Question 2(a) [3 marks]

સિંગલ સ્ટબનો ઉપયોગ કરીને ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ સમજાવો.

Solution

સિંગલ સ્ટબ મેચિંગ: ટ્રાન્સમિશન લાઇન પર લોડ Z_L ને મેચ કરવા માટે પેરેલલ (શંટ) સ્ટબનો ઉપયોગ થાય છે.

Figure 6. Single Stub Matching



Mnemonic

“સિંગલ સ્ટબ સસેપ્ટન્સ ઉકેલે”

OR

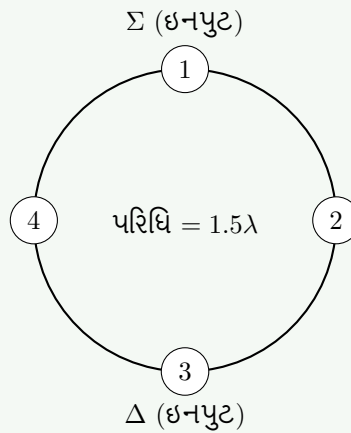
Question 2(b) [4 marks]

હાઇબ્રિડ રિંગને જરૂરી સ્કેચ સાથે સમજાવો.

Solution

હાઇબ્રિડ રિંગ (રિટ-રેસ કપ્લર): 4-પોર્ટ કપ્લર જેનો ઉપયોગ પાવર સ્પ્લિટિંગ અથવા સિગ્નલ કમ્બાઇનિંગ માટે થાય છે.

Figure 7. Hybrid Ring Structure



કાર્ય:

- પોર્ટ 1 ઇનપુટ પોર્ટ 2 અને 4 માં સમાન વિભાજિત થાય છે (ઇન-ફેઝ). પોર્ટ 3 આઇસોલેટેડ રહે છે.
- પોર્ટ 3 ઇનપુટ પોર્ટ 2 અને 4 માં વિભાજિત થાય છે (આઉટ-ઓફ-ફેઝ). પોર્ટ 1 આઇસોલેટેડ રહે છે.

Mnemonic

“રિંગ ફરે, પોર્ટ જોડાય”

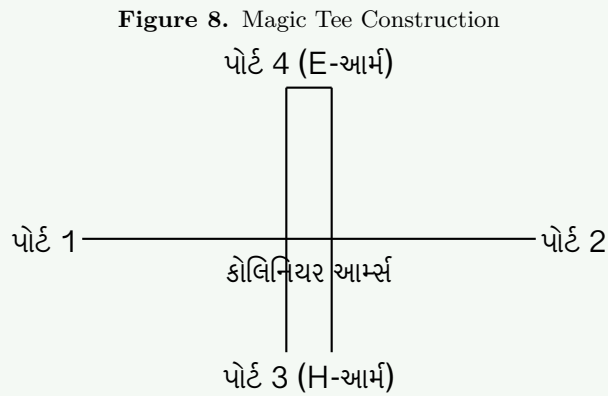
OR

Question 2(c) [7 marks]

મેજિક ટીના બાંધકામ, કાર્ય અને કોઈપણ એક એપ્લિકેશનને જરૂરી ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો.

Solution

મેજિક ટી: આ E-પ્લેન અને H-પ્લેન ટીનું સંયોજન છે.



કાર્યપ્રણાલી:

- H-આર્મ્ ઇનપુટ (પોર્ટ 3): પાવર પોર્ટ 1 અને 2 માં સમાન અને ઇન-ફેઝ વિભાજિત થાય છે.
- E-આર્મ્ ઇનપુટ (પોર્ટ 4): પાવર પોર્ટ 1 અને 2 માં સમાન અને આઉટ-ઓફ-ફેઝ વિભાજિત થાય છે.

એપ્લિકેશન - રડાર ડુપ્લેક્સર: તે સિંગલ એન્ટેનાને ટ્રાન્સમિટર અને રિસીવર બંને સાથે જોડવા માટે વપરાય છે, જ્યારે ટ્રાન્સમિટર અને રિસીવરને એકબીજાથી અલગ રાખે છે.

Mnemonic

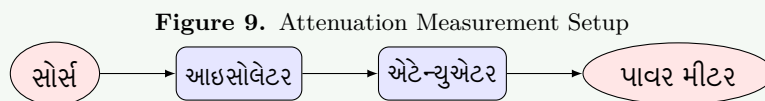
“મેજિક આઇસોલેશન બનાવે, ટી સાથે ટ્રાન્સમિટ”

Question 3(a) [3 marks]

બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી એટેન્યુએશન માપન સમજાવો.

Solution

એટેન્યુએશન માપન:



રીત:

- P_1 : એટેન્યુએટર વિના પાવર માપો.
- P_2 : એટેન્યુએટર સાથે પાવર માપો.
- એટેન્યુએશન (dB) = $10 \log_{10}(P_1/P_2)$.

Mnemonic

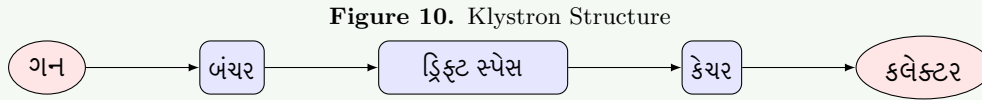
“એટેન્યુએશન = પાવર 1 / પાવર 2”

Question 3(b) [4 marks]

એપલગેટ ડાયાગ્રામની મદદથી બે કેવિટી ક્લિસ્ટ્રોનમાં વેગ મોડ્યુલેશન સમજાવો.

Solution

બે કેવિટી ક્લિસ્ટ્રોન:



વેગ મોડ્યુલેશન: બંચર કેવિટીમાં RF વોલ્ટેજ ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ વધારે કે ઘટાડે છે. ડ્રિફ્ટ સ્પેસમાં, ઝડપી ઇલેક્ટ્રોન ધીમા ઇલેક્ટ્રોનને પકડી લે છે અને 'બંચ' (જૂથ) બનાવે છે.

Mnemonic

“વેલોસિટી વેરિયે, બંચિંગ બિલ્ડ”

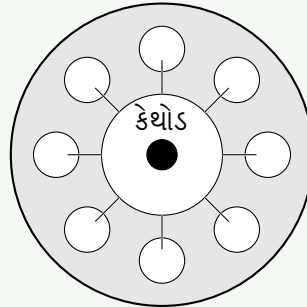
Question 3(c) [7 marks]

મેગ્નેટ્રોનમાં વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રના સિદ્ધાંત, નિર્માણ અને અસર સમજાવો.

Solution

મેગ્નેટ્રોન: આ કોર્સ ઇલેક્ટ્રિક અને મેગ્નેટિક ફીલ્ડ્સનો ઉપયોગ કરતું ઓસિલેટર છે.

Figure 11. Magnetron Structure



એનોડ બ્લોક અને કેવિટીઝ

ફીલ્ડ અસર:

- ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ ઇલેક્ટ્રોનને બહાર ખેંચે છે.
- મેગ્નેટિક ફીલ્ડ ઇલેક્ટ્રોનનો માર્ગ વાળે છે (વક્ર કરે છે).
- પરિણામે, ઇલેક્ટ્રોન સ્પાઇરલ પાથમાં ગતિ કરે છે અને કેવિટીને એનર્જી આપે છે.

Mnemonic

“મેગ્નેટ્રોન મેગ્નેટિક મોશન દ્વારા માઇક્રોવેવ બનાવે”

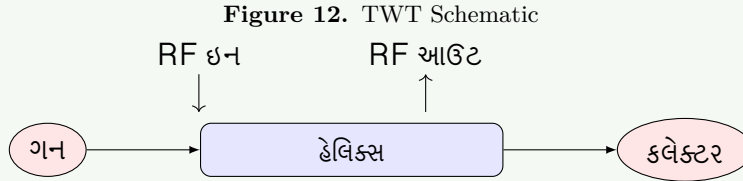
OR

Question 3(a) [3 marks]

TWT (ટ્રાવેલિંગ વેવ ટ્યુબ)નું એમ્પ્લિફાયર તરીકે કાર્ય સમજાવો.

Solution

ટ્રાવેલિંગ વેવ ટ્યુબ: ઓડબેન્ડ એમ્પ્લિફાયર જે સ્લો વેવ સ્ટ્રક્ચર (હેલિક્સ) નો ઉપયોગ કરે છે.



કાર્ય: હેલિક્સ RF વેવની ગતિ ધીમી કરે છે જેથી તે ઇલેક્ટ્રોન બીમની ગતિ સાથે મેચ થાય. આનાથી સતત ઇન્ટરેક્શન અને એમ્પ્લિફિકેશન થાય છે.

Mnemonic

“ટ્રાવેલિંગ વેવ એનર્જી ટ્રાન્સફર કરે”

OR

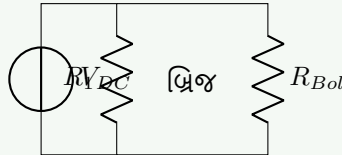
Question 3(b) [4 marks]

માઇક્રોવેવ ફ્રીક્વન્સી માટે ઓછો પાવર માપવા માટે બોલોમીટર પદ્ધતિ સમજાવો.

Solution

બોલોમીટર પદ્ધતિ: તાપમાન-સંવેદનશીલ અવરોધ (જેમ કે બેરેટર અથવા થર્મિસ્ટર) નો ઉપયોગ કરે છે.

Figure 13. Bolometer Bridge Circuit



કાર્ય: RF પાવર બોલોમીટરને ગરમ કરે છે, તેનો અવરોધ બદલાય છે, અને બ્રિજ અનબેલેન્સ થાય છે. આ ફેરફાર પાવરના પ્રમાણમાં હોય છે.

Mnemonic

“બોલોમીટર બર્ન, બ્રિજ બેલેન્સ”

OR

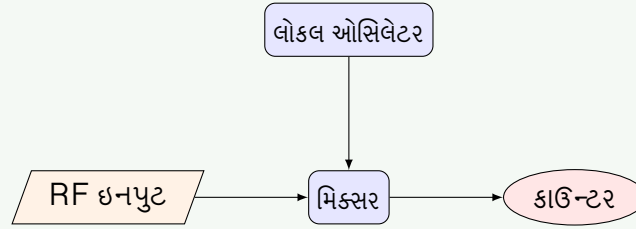
Question 3(c) [7 marks]

બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી ફ્રીક્વન્સી અને તરંગલંબાઇ માપન પદ્ધતિ સમજાવો.

Solution

ફ્રીક્વન્સી માપન:

Figure 14. Heterodyne Frequency Meter



તરંગલંબાઈ માપન (સ્વોટેડ લાઇન): સ્વોટેડ લાઇન પર બે મિનિમા વચ્ચેનું અંતર d માપો. $\lambda_g = 2d$.

Mnemonic

“ફ્રીક્વન્સી પહેલા, તરંગલંબાઈ માપન સાથે”

Question 4(a) [3 marks]

માઇક્રોવેવ ફ્રીક્વન્સી માટે વેક્યૂમ ટ્યુબની ફ્રીક્વન્સી મર્યાદાઓ જણાવો.

Solution

ફ્રીક્વન્સી મર્યાદાઓ:

- ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ અસર: ઇલેક્ટ્રોન ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ RF પીરિયડ સાથે સરખાવાય તેટલો થાય છે, જે ફેઝ ડિલે પેદા કરે છે.
- ઇન્ટર-ઇલેક્ટ્રોડ કેપેસિટન્સ: ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સીએ રિએક્ટન્સ ઘટે છે, જે ગેઇન ઘટાડે છે.
- લીડ ઇન્ડક્ટન્સ: પેરાસિટિક ઇન્ડક્ટન્સ લિમિટિંગ પરિબલ બને છે.
- સ્ક્રિન અસર: કરંટ કંડક્ટરની સપાટી પર વહે છે, જે અસરકારક અવરોધ વધારે છે.

પરિબળો:

પરિબળ	અસર
ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ	ફેઝ વિલંબ ($f < 1/2\pi\tau$)
કેપેસિટન્સ	ગેઇન $\propto 1/f$
લીડ ઇન્ડક્ટન્સ	રેઝોનન્સ અસર
સ્ક્રિન અસર	વધારો અવરોધ

Mnemonic

“ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ પરંપરાગત ટ્યુબને તકલીફ”

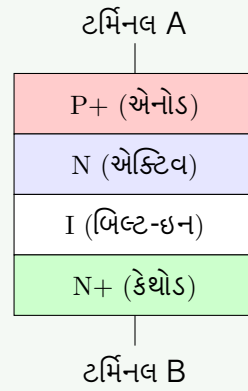
Question 4(b) [4 marks]

IMPATT ડાયોડમાં નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ અસર સમજાવો.

Solution

IMPATT ડાયોડ:

Figure 15. IMPATT Diode Structure



નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ મિકેનિઝમ:

1. ઇમ્પેક્ટ આયોનાઇઝેશન: હાઇ ફીલ્ડ ઇલેક્ટ્રોન-હોલ પેર બનાવે છે (90° ફેઝ શિફ્ટ).
 2. ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ લિલબ: કેરિયર ડ્રિફ્ટ રીજનમાંથી પસાર થાય છે (બીજો 90° શિફ્ટ).
- કુલ ફેઝ શિફ્ટ: $180^\circ \rightarrow$ નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ.

Mnemonic

“ઇમ્પેક્ટ આયોનાઇઝેશન, ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ = નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ”

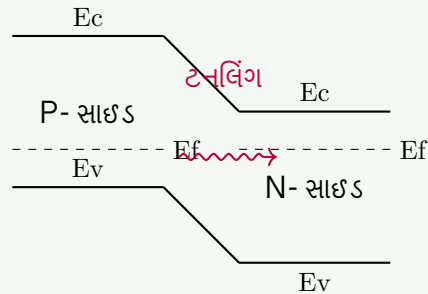
Question 4(c) [7 marks]

ટનલ ડાયોડનો સિદ્ધાંત, ટનલિંગ ઘટના અને કોઇપણ એક એપ્લિકેશન સમજાવો.

Solution

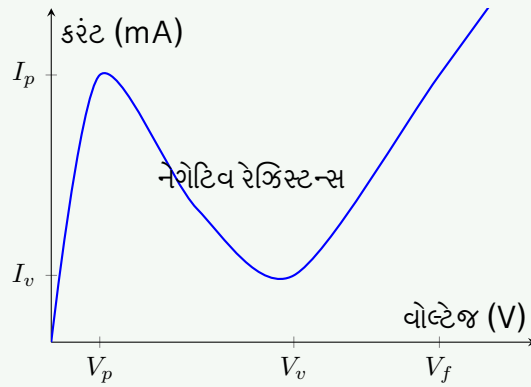
સિદ્ધાંત: ટનલ ડાયોડ ક્વાન્ટમ મેકેનિકલ ટનલિંગ અસર પર કાર્ય કરે છે.

Figure 16. Tunnel Diode Band Diagram (Peak Point)



લક્ષણો:

Figure 17. Tunnel Diode I-V Curve



એપ્લિકેશન - ઓસિલેટર: નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ રીજનમાં ઓપરેટ કરીને ઓસિલેશન બનાવે છે.

Mnemonic

“ટનલ થ્રુ, નેગેટિવ ગ્રો, ઓસિલેટર ફ્લો”

OR

Question 4(a) [3 marks]

માઇક્રોવેવ રેડિએશનને કારણે જોખમો સમજાવો.

Solution

જોખમો:

1. HERP (પર્સનેલ): ટિશ્યુ હીટિંગ, આંખોને નુકસાન (મોતિયો), જિનેટિક ડેમેજ.
2. HERO (ઓર્ડનન્સ): વિસ્ફોટકોનું પ્રીમેચ્યુર ઇગ્નિશન.
3. HERF (ફ્યુઅલ): ફ્યુઅલ વેપરનું સળગવું.

સેફ્ટી લેવલ: $< 10 \text{ mW/cm}^2$ સુરક્ષિત છે.

Mnemonic

“HERP-HERO-HERF = હેલ્થ-એક્સ્પોસિવ-ફ્યુઅલ રિસ્ક”

OR

Question 4(b) [4 marks]

પેરામેટ્રિક એમ્પ્લિફાયરમાં ડીજનરેટ અને નોન-ડીજનરેટ મોડ સમજાવો.

Solution

પેરામેટ્રિક એમ્પ્લિફાયર મોડ્સ:

1. નોન-ડીજનરેટ મોડ:
 - ફ્રીક્વન્સી: $f_p \neq 2f_s$. ($f_p = f_s + f_i$).
 - આઇડલર f_i અલગ હોય છે.
 - સારો નોઇઝ ફિગર.
2. ડીજનરેટ મોડ:

- ફ્રીક્વન્સી: $f_p = 2f_s$.
- આઇડલર અને સિગ્નલ ફ્રીક્વન્સી સમાન હોય છે ($f_i = f_s$).
- આઉટપુટ પમ્પ ફ્રેઝ પર આધારિત છે.

Mnemonic

“નોન-ડીજનરેટ = નોટ-સિંગલ, ડીજનરેટ = ડબલ્ડ-ફ્રીક્વન્સી”

OR

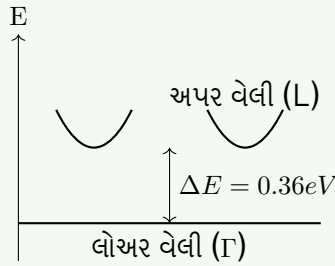
Question 4(c) [7 marks]

ગન ડાયોડમાં સિદ્ધાંત અને ગન અસર સમજાવો. ગન ડાયોડને ઓસિલેટર તરીકે પણ સમજાવો.

Solution

ગન અસર: ટ્રાન્સફર્ડ ઇલેક્ટ્રોન અસર પર આધારિત. ઇલેક્ટ્રોન હાઇ-મોબિલિટી વેલી (Central) માંથી લો-મોબિલિટી વેલી (Satellite) માં ટ્રાન્સફર થાય છે.

Figure 18. Gunn Effect Band Structure



ડોમેઇન ફોર્મેશન: ગ્રેશોલ્ડ વોલ્ટેજ ઉપર, હાઇ ફીલ્ડ ડોમેઇન કેથોડ પર બને છે અને એનોડ તરફ ડ્રિફ્ટ થાય છે, જે કરંટ પલ્સ પેદા કરે છે.

ગન ઓસિલેટર:

- રેઝોનન્ટ કેવિટીમાં ગન ડાયોડ મૂકીને બનાવાય છે.
- ફ્રીક્વન્સી $f = v_{domain}/L_{eff}$ અથવા કેવિટી રેઝોનન્સ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.

Mnemonic

“ગન ગેલિયમ-આર્સેનાઇડ દ્વારા ગોઠવેલ મેજવે”

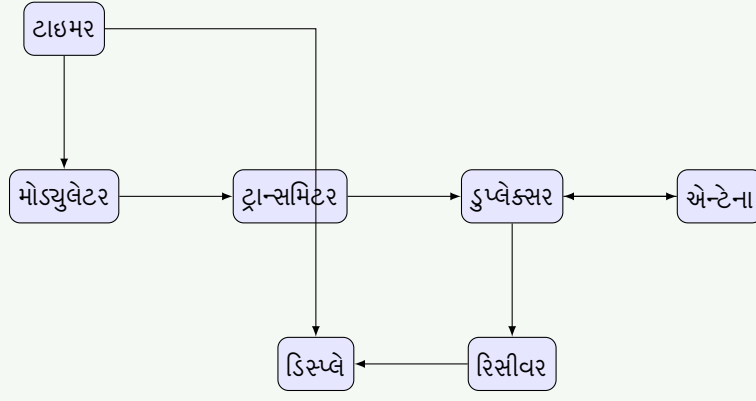
Question 5(a) [3 marks]

બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી મૂળભૂત રડાર સિસ્ટમના કાર્ય સિદ્ધાંતને સમજાવો.

Solution

રડાર સિદ્ધાંત: રેડિયો ડિટેક્શન એન્ડ રેન્જિંગ. પલ્સ ટ્રાન્સમિટ કરે છે અને ઇકો રિસીવ કરે છે. રેન્જ $R = (c \times t)/2$.

Figure 19. Basic Radar Block Diagram

**Mnemonic**

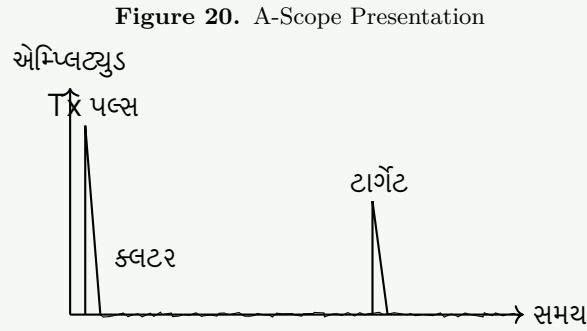
“રડાર રાઉન્ડ-ટ્રિપ રિફ્લેક્શન દ્વારા રેન્જ માપે”

Question 5(b) [4 marks]

યોગ્ય આકૃતિની મદદથી A-સ્કોપ ડિસ્પ્લે પદ્ધતિ સમજાવો.

Solution

A-સ્કોપ ડિસ્પ્લે: એમ્પ્લિટ્યુડ (Y-અક્ષ) વિરુદ્ધ સમય/રેન્જ (X-અક્ષ) દર્શાવે છે.

**Mnemonic**

“A-સ્કોપ ટાઇમ એક્સિસ સાથે એમ્પ્લિટ્યુડ દર્શાવે”

Question 5(c) [7 marks]

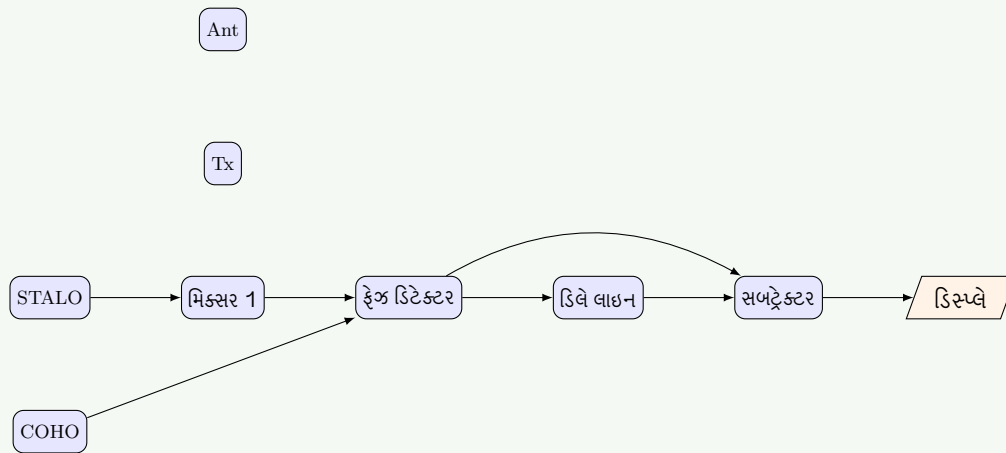
ડોપ્લર અસર અને બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી MTI (મૂવિંગ ટાર્ગેટ ઇન્ડિકેટર) રડાર સિસ્ટમની કામગીરી સમજાવો.

Solution

ડોપ્લર અસર: સાપેક્ષ ગતિને કારણે ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટ. $f_d = 2v_r/\lambda$.

MTI રડાર: સ્થિર ક્લટરને દૂર કરવા અને મૂવિંગ ટાર્ગેટને જોવા માટે ડોપ્લર શિફ્ટનો ઉપયોગ કરે છે.

Figure 21. MTI Radar Block Diagram



કાર્યપ્રણાલી:

- ડિલે લાઇન એક પલ્સ (PRT) જેટલો વિલંબ આપે છે.
- સબટ્રેક્ટર બે પલ્સની બાદબાકી કરે છે. સ્થિર ટાર્ગેટ માટે બંને પલ્સ સમાન હોય છે, તેથી બાદબાકી શૂન્ય થાય છે (ક્લટર કેન્સેલેશન).

Mnemonic

“MTI ડોપ્લર ડિફરન્સ દ્વારા ટાર્ગેટ આઈડેન્ટિફાઇ કરે”

OR

Question 5(a) [3 marks]

વ્યાખ્યા આપો: a) બ્લાઇન્ડ સ્પીડ, અને b) MUR

Solution

વ્યાખ્યાઓ:

- **બ્લાઇન્ડ સ્પીડ:** ટાર્ગેટની એવી સ્પીડ કે જ્યાં ડોપ્લર શિફ્ટ PRF ના ઇન્ટીજર ગુણાંક હોય. રડાર તેને સ્થિર સમજે છે.

$$v_b = \frac{n\lambda f_r}{2}$$

- **MUR (મહત્તમ અનએમ્પિગ્યુઅસ રેન્જ):** આગળનો પલ્સ મોકલતા પહેલાં ઇકો આવવો જોઈએ તે મહત્તમ રેન્જ.

$$R_{max} = \frac{c}{2f_r}$$

Mnemonic

“બ્લાઇન્ડ સ્પીડ બ્લોક કરે, MUR મેક્સિમમ માપે”

OR

Question 5(b) [4 marks]

મહત્તમ રડાર રેન્જને અસર કરતા પરિબળો સમજાવો.

Solution

પરિબળો:

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

1. ટ્રાન્સમિટર પાવર (P_t): $R \propto P_t^{1/4}$. પાવર વધારતા રેન્જ થોડી વધે છે.
2. એન્ટેના ગેઇન (G): $R \propto \sqrt{G}$. ગેઇન વધારવું વધુ અસરકારક છે.
3. તરંગલંબાઈ (λ): $R \propto \sqrt{\lambda}$.
4. ટાર્ગેટ ક્રોસ સેક્શન (σ): મોટા ટાર્ગેટ દૂરથી દેખાય છે.

Mnemonic

“પાવર-ગેઇન-લેમ્બડા-સિગ્મા રેન્જ નક્કી કરે”

OR

Question 5(c) [7 marks]

પલ્સ રડાર અને CW ડોપ્લર રડારની સરખામણી કરો.

Solution

સરખામણી:

પરિમાપ	પલ્સ રડાર	CW ડોપ્લર રડાર
ટ્રાન્સમિશન	પલ્સ (તુટક)	સતત (કન્ટિન્યુઅસ)
રેન્જ	માપી શકાય છે	માપી શકાતી નથી
વેલોસિટી	મુશ્કેલ	સરળ (ડોપ્લરથી)
એન્ટેના	એક (ડુપ્લેક્સર સાથે)	બે (Tx અને Rx માટે)
પાવર	પીક પાવર વધારે	ઓછો પાવર
ઉપયોગ	સર્વેલન્સ, નેવિગેશન	સ્પીડ ગન, પ્રોક્સિમિટી સેન્સર

Mnemonic

“પલ્સ પોઝિશન આપે, CW કન્ટિન્યુઅસ-વેલોસિટી આપે”