

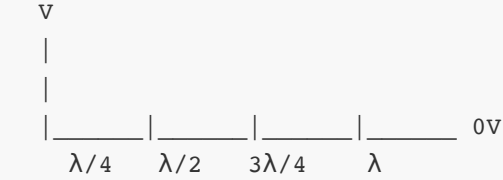
પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

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.

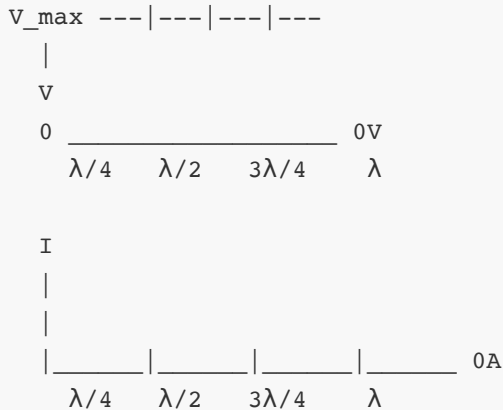
જવાબ:

આકૃતિ:

Short Circuit ($Z_L = 0$):



Open Circuit ($Z_L = \infty$):



Matched Load ($Z_L = Z_0$):



- શોર્ટ સર્કિટ: લોડ પર વોલ્ટેજ ન્યૂનતમ, કરંટ મહત્તમ
- ઓપન સર્કિટ: લોડ પર વોલ્ટેજ મહત્તમ, કરંટ ન્યૂનતમ
- મેચ્ડ લોડ: સ્થિર વોલ્ટેજ અને કરંટ, કોઈ પ્રતિબિંબ નથી

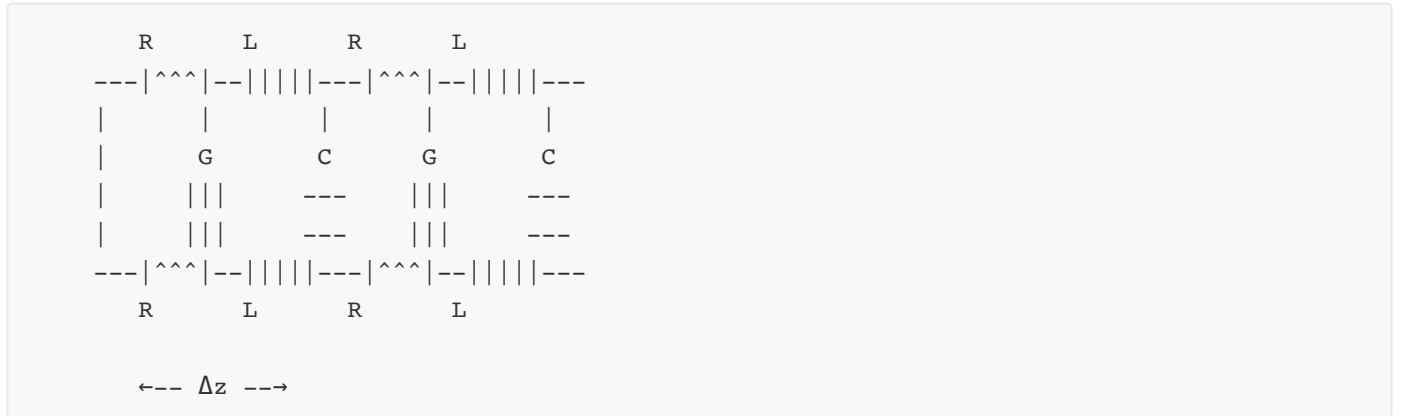
યાદાશ્ત સૂત્ર: "SOC - શોર્ટ કરંટ ખોલે, ઓપન કરંટ બંધ કરે"

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

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

જવાબ:

આકૃતિ:



- **R:** એકમ લંબાઈ દીઠ શ્રેણી પ્રતિકાર (કંડક્ટર લોસિસ)
- **L:** એકમ લંબાઈ દીઠ શ્રેણી ઇન્ડક્ટન્સ (ચુંબકીય ક્ષેત્ર સંગ્રહ)
- **G:** એકમ લંબાઈ દીઠ શંટ કંડક્ટન્સ (ડાયઇલેક્ટ્રિક લોસિસ)
- **C:** એકમ લંબાઈ દીઠ શંટ કેપેસિટન્સ (વિદ્યુત ક્ષેત્ર સંગ્રહ)

પ્રાથમિક સ્થિરાંકો 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

યાદાશ્ત સૂત્ર: "RLGC - ખરેખર મોટી કેબલ્સ"

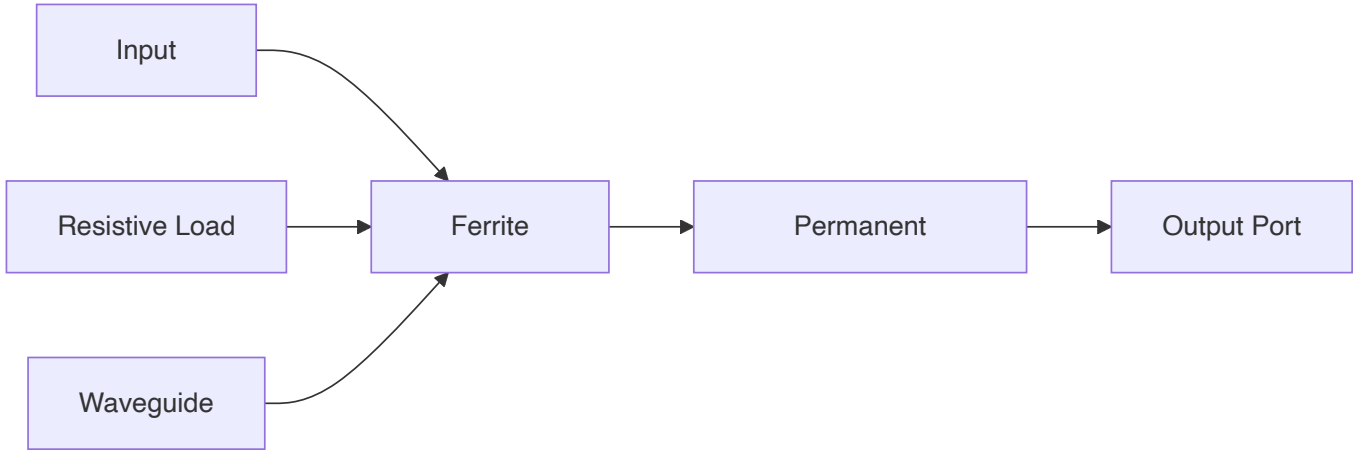
પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

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

જવાબ:

સિદ્ધાંત: આઇસોલેટર માઇક્રોવેવ સિગ્નલને ફક્ત આગળની દિશામાં જ પસાર કરવા દે છે ફેરાઇટ મટિરિયલ અને ફેરાડે રોટેશન અસર નો ઉપયોગ કરીને.

બાંધકામ આકૃતિ:



કાર્યપ્રણાલી:

- **આગળની દિશા:** સિગ્નલ ઓછા નુકસાન સાથે ફેરવટ માંથી પસાર થાય છે
- **પાછળની દિશા:** સિગ્નલ 45° ફેરવાય છે અને રેઝિસ્ટિવ લોડ દ્વારા શોષાય છે
- **ચુંબકીય ક્ષેત્ર** ફેરવટ મટિરિયલને બાયાસ કરે છે
- **આઇસોલેશન:** સામાન્ય રીતે 20-30 dB

ઉપયોગો:

- **ટ્રાન્સમિટરને સુરક્ષા** રિફ્લેક્ટેડ પાવર થી
- **એમ્પ્લિફાયર સર્કિટમાં ઓસિલેશન** અટકાવે છે
- **સોર્સ ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ** જાળવે છે

વિશેષતાઓ કોષ્ટક:

પરિમાપ	મૂલ્ય	એકમ
આઇસોલેશન	20-30	dB
ઇન્સર્શન લોસ	0.5-1	dB
VSWR	<1.5	-

યાદાશત સૂત્ર: "આગળ અલગ કરો, પાછળ શોષો"

પ્રશ્ન 1(ક) વિકલ્પ [7 ગુણ]

ટ્રાન્સમિશન લાઇન અને વેવગાઇડની સરખામણી કરો.

જવાબ:

સરખામણી કોષ્ટક:

પરિમાપ	ટ્રાન્સમિશન લાઇન	વેવગાઇડ
ફ્રીક્વન્સી રેન્જ	DC થી માઇક્રોવેવ	કટઓફ ફ્રીક્વન્સી ઉપર
પાવર હેન્ડલિંગ	મર્યાદિત	ઉચ્ચ પાવર ક્ષમતા
લોસિસ	વધારે (I ² R લોસિસ)	ઓછા (કોઈ કેન્દ્રીય કંડક્ટર નથી)
સાઇઝ	કોમ્પેક્ટ	નીચી ફ્રીક્વન્સીએ મોટું
મોડ્સ	TEM મોડ	TE અને TM મોડ્સ
ઇન્સ્ટોલેશન	સરળ	જટિલ માઉન્ટિંગ
કિંમત	ઓછી	વધારે
બેન્ડવિડ્થ	વિશાળ	મોડ્સ દ્વારા મર્યાદિત

મુખ્ય તફાવતો:

- ટ્રાન્સમિશન લાઇન: બે કંડક્ટર વાપરે છે, TEM મોડ સપોર્ટ કરે છે
- વેવગાઇડ: સિંગલ હોલો કંડક્ટર, TE/TM મોડ્સ સપોર્ટ કરે છે
- કટઓફ ફ્રીક્વન્સી: વેવગાઇડ માં લઘુત્તમ ઓપરેટિંગ ફ્રીક્વન્સી
- ફીલ્ડ પેટર્ન: અલગ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ફીલ્ડ વિતરણ

ઉપયોગો:

- ટ્રાન્સમિશન લાઇન: લો પાવર, બ્રોડબેન્ડ એપ્લિકેશન
- વેવગાઇડ: હાઇ પાવર રડાર, સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન

યાદાશત સૂત્ર: "ટ્રાન્સમિશન બે-વાયર ચાલે, વેવગાઇડ વિશાળ ચાલે"

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

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

જવાબ:

વ્યાખ્યાઓ:

- VSWR (વોલ્ટેજ સ્ટેન્ડિંગ વેવ રેશિયો): ટ્રાન્સમિશન લાઇન પર મહત્તમ અને ન્યૂનતમ વોલ્ટેજ એમ્પ્લિટ્યુડનો ગુણોત્તર
 - ફોર્મ્યુલા: $VSWR = V_{max}/V_{min} = (1 + |\Gamma|)/(1 - |\Gamma|)$
- રિફ્લેક્શન કોઇફિશન્ટ (Γ): પ્રતિબિંબિત અને આવતા વોલ્ટેજ એમ્પ્લિટ્યુડનો ગુણોત્તર
 - ફોર્મ્યુલા: $\Gamma = (Z_L - Z_0)/(Z_L + Z_0)$
- સ્કિન અસર: ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સીએ કરંટ મુખ્યત્વે કંડક્ટરની સપાટી પર વહે છે
 - સ્કિન ડેપ્થ: $\delta = \sqrt{2/(\omega\mu\sigma)}$

પરિમાપો કોષ્ટક:

પરિમાપ	રેન્જ	આદર્શ મૂલ્ય
VSWR	1 થી ∞	1 (મેચ્ડ)
	Γ	
સ્કિન ડેપ્થ	μm થી mm	ફ્રીક્વન્સી આધારિત

યાદાશ્ત સૂત્ર: "VSWR વેરિયે, ગામા ગાઇડ, સ્કિન સંકોચે"

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

યોગ્ય સ્કેચ સાથે ટુ-હોલ ડાયરેક્શનલ કપ્લરનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ:

બાંધકામ આકૃતિ:



કાર્યપ્રણાલી સિદ્ધાંત:

- બે છિદ્રો $\lambda/4$ અંતરે વેવગાઇડ વચ્ચે ઊર્જા કપલ કરે છે
- આગળનું તરંગ: કપલ્ડ સિગ્નલ P3 પર ઉમેરાય, P4 પર રદ થાય
- પાછળનું તરંગ: કપલ્ડ સિગ્નલ P4 પર ઉમેરાય, P3 પર રદ થાય
- ડાયરેક્ટિવિટી: યોગ્ય છિદ્ર અંતર અને સાઇઝ દ્વારા પ્રાપ્ત

કપલિંગ મેકેનિઝમ:

- ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ કપલિંગ છિદ્રો દ્વારા
- ફેઝ ડિફરન્સ ડાયરેક્શનલ કપલિંગ બનાવે છે
- કપલિંગ ફેક્ટર: $C = 10 \log(P1/P3)$ dB

પર્ફોર્મન્સ પરિમાપો:

પરિમાપ	સામાન્ય મૂલ્ય
કપલિંગ	10-30 dB
ડાયરેક્ટિવિટી	25-40 dB
VSWR	<1.3

યાદાશત સૂત્ર: "બે છિદ્ર, બે દિશા, સંપૂર્ણ નિયંત્રણ"

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

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

જવાબ:

પ્રસારણ સિદ્ધાંત:

ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક તરંગો વેવગાઇડ દ્વારા **TE અને TM મોડ્સ** માં વિશિષ્ટ ફીલ્ડ પેટર્ન સાથે પ્રસારિત થાય છે.

તરંગ સમીકરણ:

લંબચોરસ વેવગાઇડ માટે, તરંગ સમીકરણ:

$$\nabla^2 E + \gamma^2 E = 0$$

$$\text{જ્યાં } \gamma^2 = \beta^2 - k^2$$

કટઓફ તરંગલંબાઇ વ્યુત્પત્તિ:

TE_{mn} મોડ માટે લંબચોરસ વેવગાઇડમાં:

- કટઓફ ફ્રીક્વન્સી: $f_c = (c/2)\sqrt{[(m/a)^2 + (n/b)^2]}$
- કટઓફ તરંગલંબાઇ: $\lambda_c = 2/\sqrt{[(m/a)^2 + (n/b)^2]}$

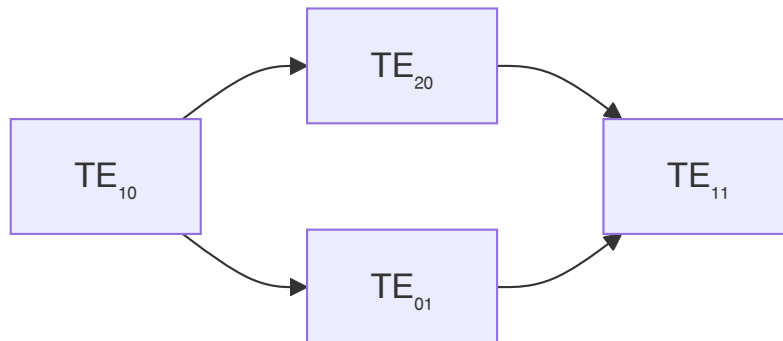
ડોમિનન્ટ TE₁₀ મોડ માટે:

- $\lambda_c = 2a$ (જ્યાં a એ પહોળું પરિમાણ છે)

પ્રસારણ શરતો:

- કટઓફ નીચે ($f < f_c$): એવનેસન્ટ તરંગ, ઘાતાંકીય ક્ષય
- કટઓફ ઉપર ($f > f_c$): પ્રસારિત તરંગ
- ફેઝ વેગ: $v_p = c/\sqrt{1 - (f_c/f)^2}$
- ગ્રુપ વેગ: $v_g = c/\sqrt{1 - (f_c/f)^2}$

મોડ ચાર્ટ:



મુખ્ય સંબંધો:

- $v_p \times v_g = c^2$
- $\lambda_g = \lambda_0/\sqrt{1 - (\lambda_0/\lambda_c)^2}$

યાદાશત સૂત્ર: "કટ-ઓફ આવે, પ્રસારણ આગળ વધે"

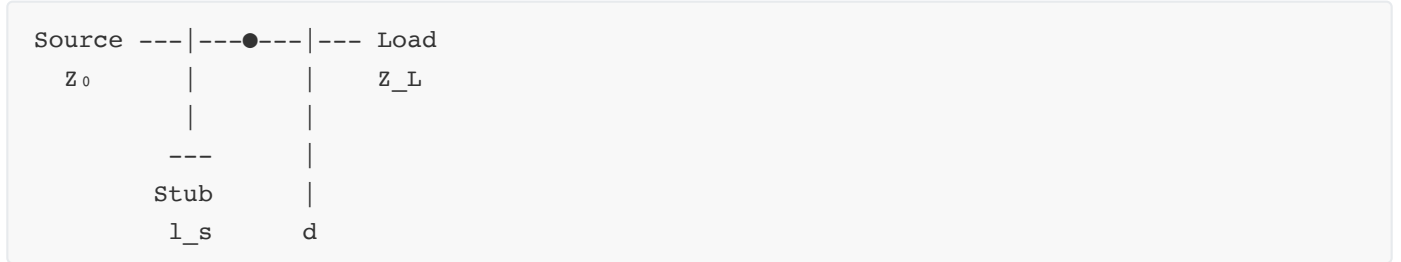
પ્રશ્ન 2(અ) વિકલ્પ [3 ગુણ]

સિંગલ સ્ટબનો ઉપયોગ કરીને ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ સમજાવો.

જવાબ:

સિદ્ધાંત: સિંગલ સ્ટબ મેચિંગ શોર્ટ-સર્કિટ્સ અથવા ઓપન-સર્કિટ્સ સ્ટબનો ઉપયોગ કરીને લોડ ઇમ્પીડન્સના રિએક્ટિવ ઘટકને રદ કરે છે.

સ્ટબ આકૃતિ:



ડિઝાઇન સ્ટેપ્સ:

- સ્ટેપ 1: અંતર 'd' શોધો જ્યાં નોર્મલાઇઝ્ડ કંડક્ટન્સ = 1
- સ્ટેપ 2: જરૂરી સ્ટબ સસેપ્ટન્સ ગણો: $B_s = -B_{load}$
- સ્ટેપ 3: સ્ટબ લંબાઈ નક્કી કરો: l_s B_s થી

સ્થિતિ ચાર્ટ પદ્ધતિ:

- નોર્મલાઇઝ્ડ લોડ ઇમ્પીડન્સ પ્લોટ કરો
- મેચિંગ પોઇન્ટ શોધવા જનરેટર તરફ આગળ વધો
- કેન્દ્ર પોઇન્ટ પ્રાપ્ત કરવા સ્ટબ સસેપ્ટન્સ ઉમેરો

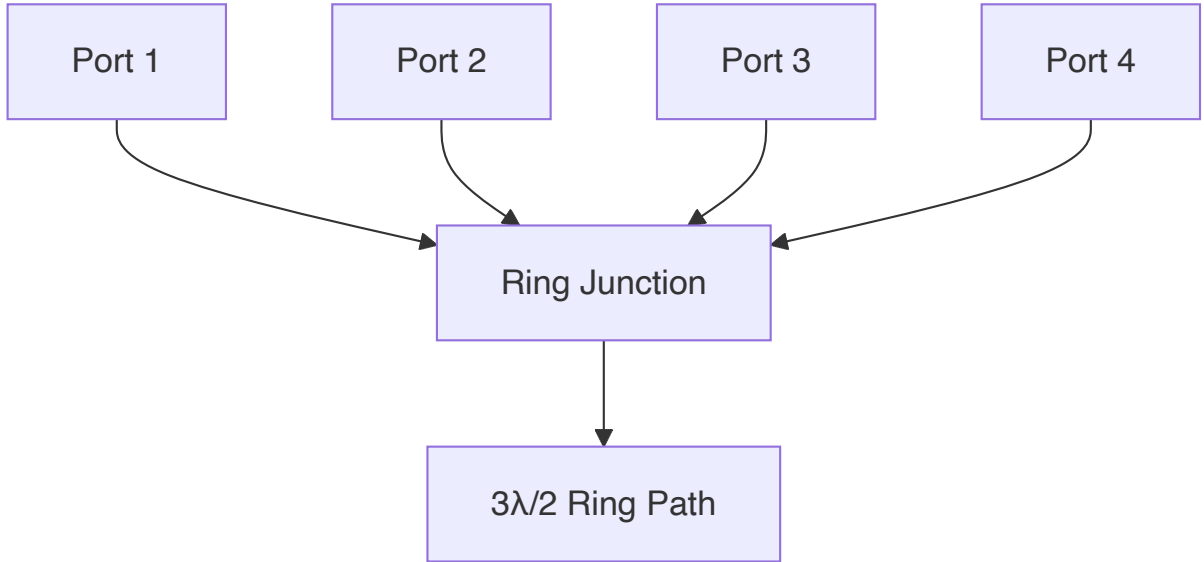
યાદાશત સૂત્ર: "સિંગલ સ્ટબ સસેપ્ટન્સ ઉકેલે"

પ્રશ્ન 2(બ) વિકલ્પ [4 ગુણ]

હાઇબ્રિડ રિંગને જરૂરી સ્કેચ સાથે સમજાવો.

જવાબ:

બાંધકામ આકૃતિ:



કાર્યપ્રણાલી સિદ્ધાંત:

- રિંગ પરિધિ: $3\lambda/2$ (1.5 તરંગલંબાઈ)
- સમાન પાથ લંબાઈ દરેક પોર્ટથી વિરુદ્ધ પોર્ટ સુધી
- 180° ફેઝ ડિફરન્સ બાજુના પોર્ટ વચ્ચે

S-મેટ્રિક્સ ગુણધર્મો:

- આઇસોલેશન: પોર્ટ 1-3 અને પોર્ટ 2-4 આઇસોલેટેડ છે
- પાવર ડિવિઝન: 180° ફેઝ ડિફરન્સ સાથે સમાન વિભાજન
- ઇમ્પીડન્સ: બધા પોર્ટ Z_0 સાથે મેચ્ડ

ઉપયોગો:

- બેલેન્સ્ડ મિક્સર
- પુશ-પુલ એમ્પ્લિફાયર
- ફેઝ તુલના સર્કિટ

પર્ફોર્મન્સ કોષ્ટક:

પરિમાપ	મૂલ્ય
આઇસોલેશન	>25 dB
રિટર્ન લોસ	>20 dB
ફેઝ બેલેન્સ	$\pm 5^\circ$

યાદાશ્ત સૂત્ર: "રિંગ ફરે, પોર્ટ જોડાય"

પ્રશ્ન 2(ક) વિકલ્પ [7 ગુણ]

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

જવાબ:

બાંધકામ: મેજિક ટી **E-પ્લેન** અને **H-પ્લેન** ટીઝને તેમના જંક્શન પર જોડીને બને છે.

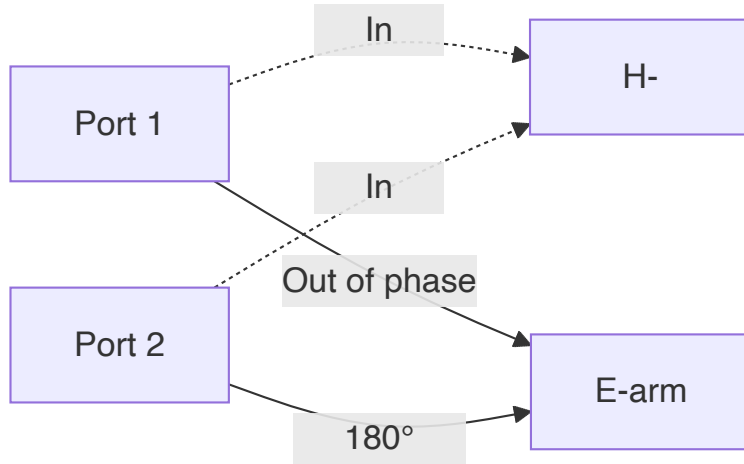
સ્ક્રકચર આકૃતિ:



કાર્યપ્રણાલી સિદ્ધાંત:

- **પોર્ટ 1,2:** કોલિનિયર આર્મ્સ (ઇનપુટ/આઉટપુટ પોર્ટ)
- **પોર્ટ 3:** H-આર્મ (સમ/Σ પોર્ટ)
- **પોર્ટ 4:** E-આર્મ (ડિફરન્સ/Δ પોર્ટ)
- **આઇસોલેશન:** સમ અને ડિફરન્સ પોર્ટ વચ્ચે

S-મેટ્રિક્સ ગુણધર્મો:



એપ્લિકેશન - રડાર ડુપ્લેક્સર:

- **ટ્રાન્સમિટ:** પાવર H-આર્મમાં આપવામાં આવે, પોર્ટ 1,2 માં સમાન વિભાજન
- **રિસીવ:** પ્રાપ્ત સિગ્નલ E-આર્મ પર રિસીવર માટે લેગા થાય
- **આઇસોલેશન:** ટ્રાન્સમિશન દરમિયાન રિસીવરનું રક્ષણ
- **ફાયદો:** ટ્રાન્સમિટ/રિસીવ માટે સિંગલ એન્ટેના

પર્ફોર્મન્સ સ્પેસિફિકેશન:

પરિમાપ	મૂલ્ય
આઇસોલેશન	>30 dB
VSWR	<1.3
પાવર સ્પ્લિટ	3 dB
ફેઝ બેલેન્સ	$\pm 5^\circ$

મુખ્ય લક્ષણો:

- સિમેટ્રિક સ્ટ્રક્ચર સમાન પાવર વિભાજન ખાતરી આપે છે
- ઓર્થોગોનલ ફીલ્ડ્સ પોર્ટ આઇસોલેશન પ્રદાન કરે છે
- બ્રોડબેન્ડ ઓપરેશન ઓક્ટેવ બેન્ડવિડ્થ પર

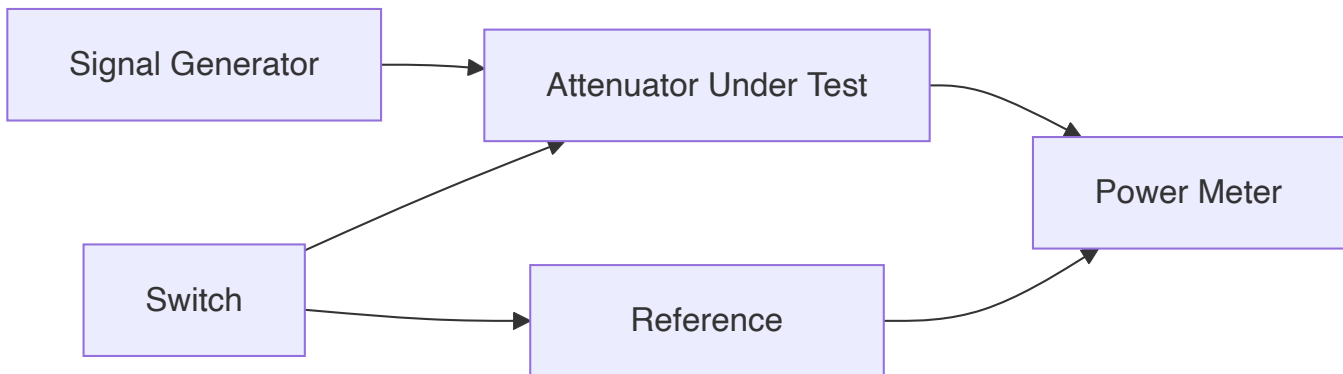
યાદાશત સૂત્ર: "મેજિક આઇસોલેશન બનાવે, ટી સાથે ટ્રાન્સમિટ"

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી એટેન્યુએશન માપન સમજાવો.

જવાબ:

બ્લોક ડાયાગ્રામ:



માપન પ્રક્રિયા:

- સ્ટેપ 1: એટેન્યુએટર વિના પાવર માપો (P_1)
- સ્ટેપ 2: એટેન્યુએટર નાખો, પાવર માપો (P_2)
- સ્ટેપ 3: એટેન્યુએશન ગણો = $10 \log(P_1/P_2)$ dB

પદ્ધતિઓ:

- સબસ્ટિટ્યુશન પદ્ધતિ: જાણીતા એટેન્યુએટર સાથે તુલના
- ડાયરેક્ટ પદ્ધતિ: ઇનપુટ અને આઉટપુટ પાવર માપો
- IF સબસ્ટિટ્યુશન: ઇન્ટરમીડિયેટ ફ્રીક્વન્સીનો ઉપયોગ

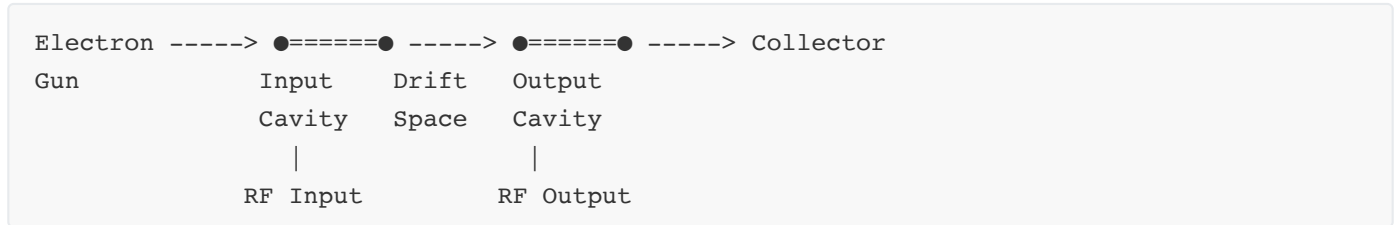
યાદાશત સૂત્ર: "એટેન્યુએશન = પાવર₁/પાવર₂"

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

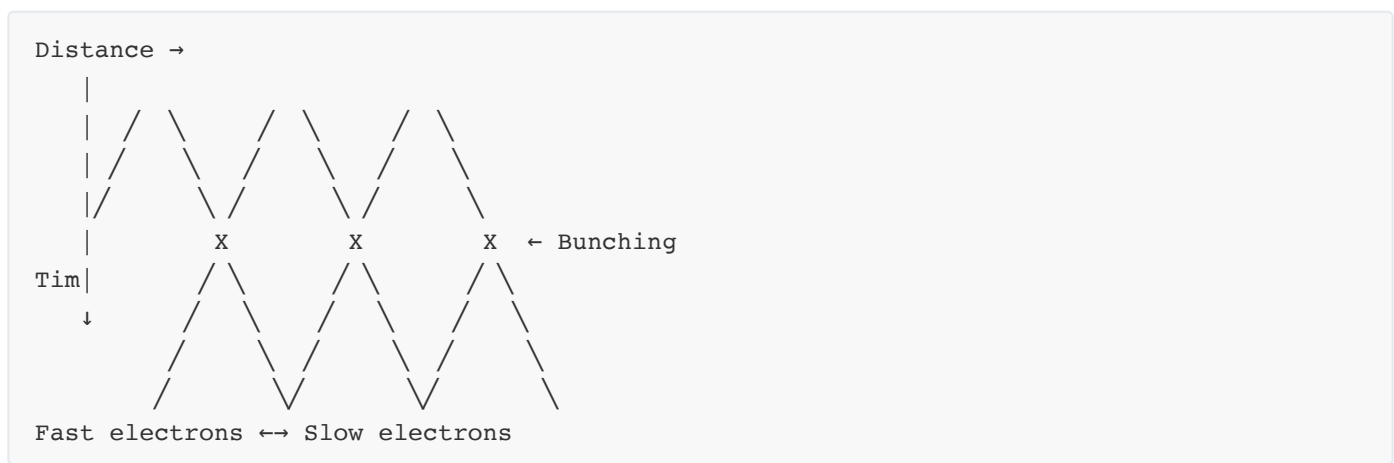
એપલગેટ ડાયાગ્રામની મદદથી બે કેવિટી ક્લિસ્ટ્રોનમાં વેગ મોડ્યુલેશન સમજાવો.

જવાબ:

બે કેવિટી ક્લિસ્ટ્રોન આકૃતિ:



એપલગેટ ડાયાગ્રામ:



વેલોસિટી મોડ્યુલેશન પ્રક્રિયા:

- **ઇનપુટ કેવિટી:** ઇલેક્ટ્રોન RF ફીલ્ડથી ઊર્જા મેળવે/ગુમાવે છે
- **ડ્રિફ્ટ સ્પેસ:** ઝડપી ઇલેક્ટ્રોન ધીમા ઇલેક્ટ્રોનને મળે છે
- **બંધિંગ:** ઇલેક્ટ્રોન ડેન્સિટી સમયાંતરે બદલાય છે
- **આઉટપુટ કેવિટી:** બંધ ઇલેક્ટ્રોન RF કરંટ ઇન્ડ્યુસ કરે છે

મુખ્ય પરિમાપો:

- **ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ:** $\tau = L/V_0$ (જ્યાં L = ડ્રિફ્ટ સ્પેસ લંબાઈ)
- **બંધિંગ પરિમાપ:** $X = \beta n/2$
- **ઓપ્ટિમમ બંધિંગ:** $X = 1.84$

યાદાશ્ત સૂત્ર: "વેલોસિટી વેરિયે, બંધિંગ બિલ્ડ"

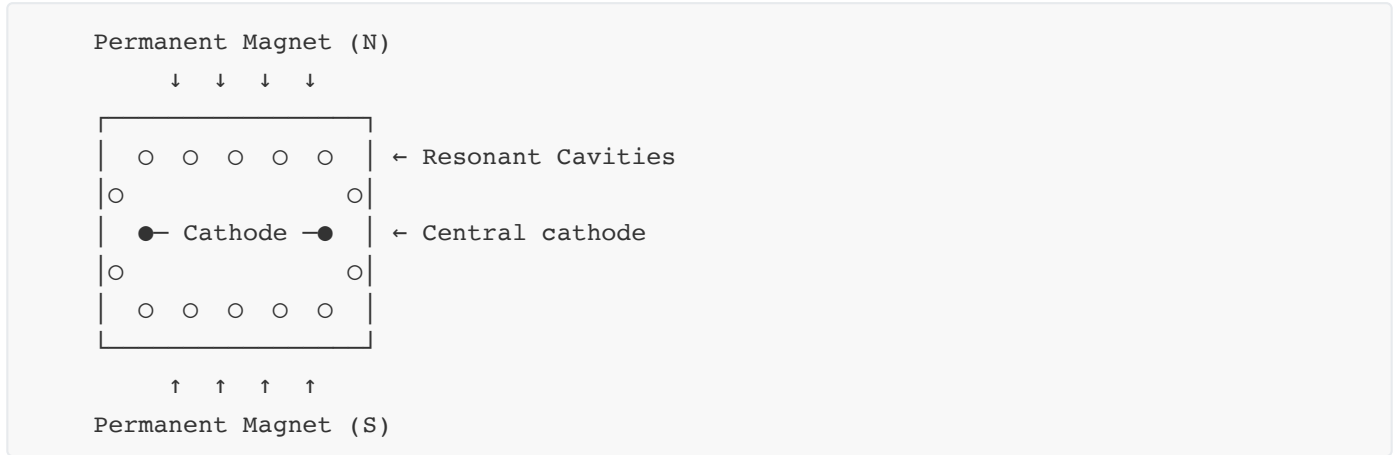
પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

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

જવાબ:

સિદ્ધાંત: મેગ્નેટ્રોન **ક્રોસ ઇલેક્ટ્રિક અને મેગ્નેટિક ફીલ્ડ્સ** નો ઉપયોગ કરીને **સાયક્લોટ્રોન મોશન** ઓફ ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા હાઇ-પાવર માઇક્રોવેવ ઓસિલેશન જનરેટ કરે છે.

બાંધકામ આકૃતિ:



ફીલ્ડ અસરો:

- **ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ (E):** રેડિયલ, કેથોડથી એનોડ સુધી
- **મેગ્નેટિક ફીલ્ડ (B):** એક્સિયલ, E-ફીલ્ડને લંબ
- **ક્રોસ ફીલ્ડ્સ:** સાયક્લોટ્રોન ઇલેક્ટ્રોન મોશન બનાવે છે

ઇલેક્ટ્રોન મોશન એનાલિસિસ:



ઓપરેટિંગ કન્ડિશન્સ:

- **કટઓફ કન્ડિશન:** $E/B = v_{\text{drift}}$
- **સિંક્રોનિઝમ:** ઇલેક્ટ્રોન ડ્રિફ્ટ વેલોસિટી ફેઝ વેલોસિટી સાથે મેચ થાય
- **હલ કટઓફ:** ઓપરેશન માટે લઘુત્તમ મેગ્નેટિક ફીલ્ડ

રેઝોનન્ટ કેવિટીઝ:

- **π -મોડ ઓપરેશન:** અલ્ટરનેટ કેવિટીમાં વિરુદ્ધ ફેઝ
- **ફીક્વન્સી:** $f = c/(2\sqrt{LC})$ કેવિટી રેઝોનન્સ માટે
- **મોડ સેપરેશન:** મોડ કોમ્પીટિશન અટકાવે છે

પર્ફોર્મન્સ લક્ષણો:

પરિમાપ	સામાન્ય મૂલ્ય
કાર્યક્ષમતા	60-80%
પાવર આઉટપુટ	10 kW - 10 MW
ફ્રીક્વન્સી	1-100 GHz
પલ્સ/CW	બંને મોડ્સ

ફાયદાઓ:

- ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા અન્ય ટ્યુબ્સ સાથે સરખામણીમાં
- ઉચ્ચ પાવર ક્ષમતા
- કોમ્પેક્ટ સ્ટ્રક્ચર
- સારી ફ્રીક્વન્સી સ્થિરતા

ઉપયોગો:

- રડાર ટ્રાન્સમિટર
- માઇક્રોવેવ ઓવન
- ઇન્ડસ્ટ્રિયલ હીટિંગ
- ઇલેક્ટ્રોનિક વોરફેર

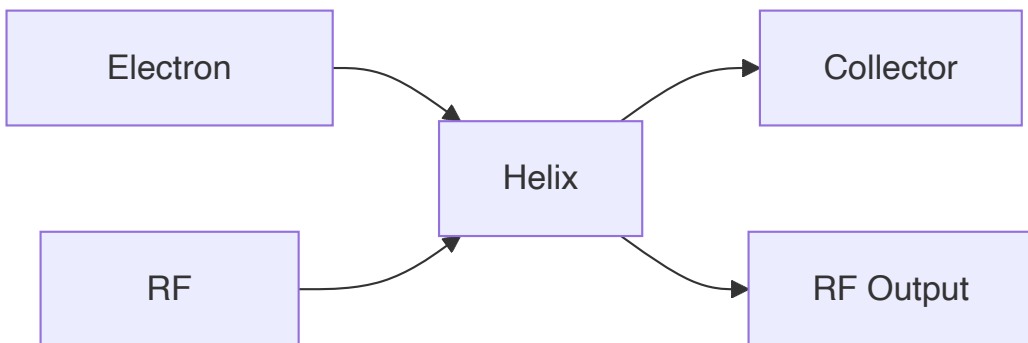
યાદાશત સૂત્ર: "મેગ્નેટ્રોન મેગ્નેટિક મોશન દ્વારા માઇક્રોવેવ બનાવે"

પ્રશ્ન 3(અ) વિકલ્પ [3 ગુણ]

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

જવાબ:

TWT સ્ટ્રક્ચર:



એમ્પ્લિફિકેશન પ્રક્રિયા:

- ઇલેક્ટ્રોન બીમ હેલિક્સ એક્સિસ સાથે ચાલે છે
- RF સિગ્નલ હેલિક્સ સાથે પ્રસારિત થાય છે (સ્લો વેવ સ્ટ્રક્ચર)

- વેલોસિટી સિંક્રોનિઝમ: $v_{\text{electron}} \approx v_{\text{RF}}$
- એનર્જી ટ્રાન્સફર DC બીમથી RF વેવમાં

ગોઇન મેકેનિઝમ:

- બંધિંગ: RF ફીલ્ડ ઇલેક્ટ્રોન વેલોસિટી મોડ્યુલેટ કરે છે
- ઇન્ક્યુસ કરંટ: બંધ ઇલેક્ટ્રોન હેલિક્સમાં RF કરંટ ઇન્ક્યુસ કરે છે
- પ્રોગ્રેસિવ એમ્પ્લિફિકેશન હેલિક્સ લંબાઇ સાથે

યાદાશત સૂત્ર: "ટ્રાવેલિંગ વેવ એનર્જી ટ્રાન્સફર કરે"

પ્રશ્ન 3(બ) વિકલ્પ [4 ગુણ]

માઇક્રોવેવ ફીક્વન્સી માટે ઓછો પાવર માપવા માટે બોલોમીટર પદ્ધતિ સમજાવો.

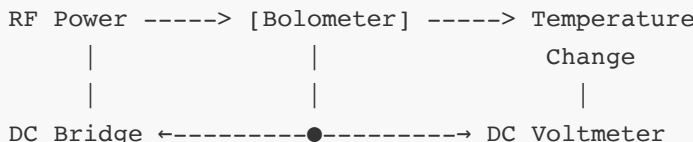
જવાબ:

સિદ્ધાંત: બોલોમીટર રેઝિસ્ટિવ એલિમેન્ટમાં તાપમાન વૃદ્ધિ ડિટેક્ટ કરીને માઇક્રોવેવ પાવર માપે છે.

બોલોમીટર પ્રકારો:

- થર્મિસ્ટર: નેગેટિવ ટેમ્પરેચર કોઇફિશન્ટ
- બેરેટર: પોઝિટિવ ટેમ્પરેચર કોઇફિશન્ટ

સર્કિટ આકૃતિ:



માપન પ્રક્રિયા:

- સ્ટેપ 1: ફક્ત DC પાવર સાથે બ્રિજ બેલેન્સ કરો
- સ્ટેપ 2: RF પાવર લગાવો, બ્રિજ અનબેલેન્સ નોંધો
- સ્ટેપ 3: બ્રિજ ફરીથી બેલેન્સ કરવા DC પાવર ઘટાડો
- સ્ટેપ 4: RF પાવર = DC પાવરમાં ઘટાડો

ફાયદાઓ:

- ઉચ્ચ સેન્સિટિવિટી (μW થી mW રેન્જ)
- સ્ક્વેર લો રિસ્પોન્સ
- બ્રોડબેન્ડ ઓપરેશન

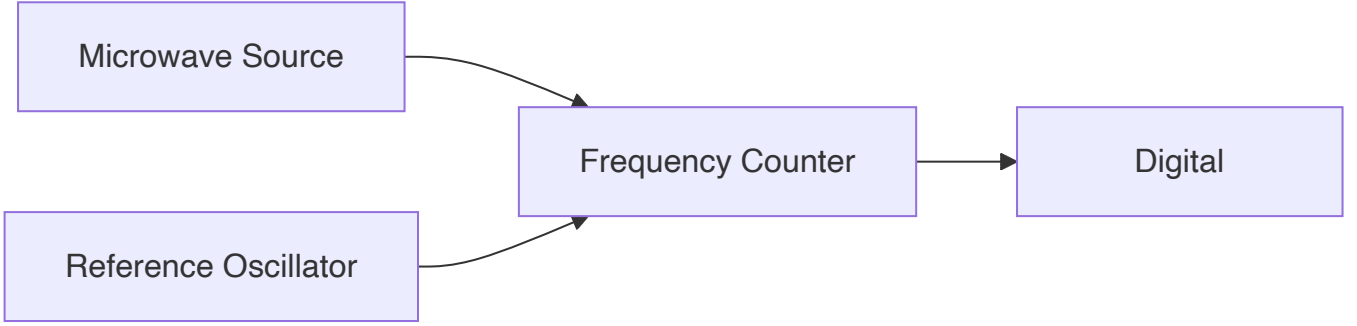
યાદાશત સૂત્ર: "બોલોમીટર બર્ન, બ્રિજ બેલેન્સ"

પ્રશ્ન 3(ક) વિકલ્પ [7 ગુણ]

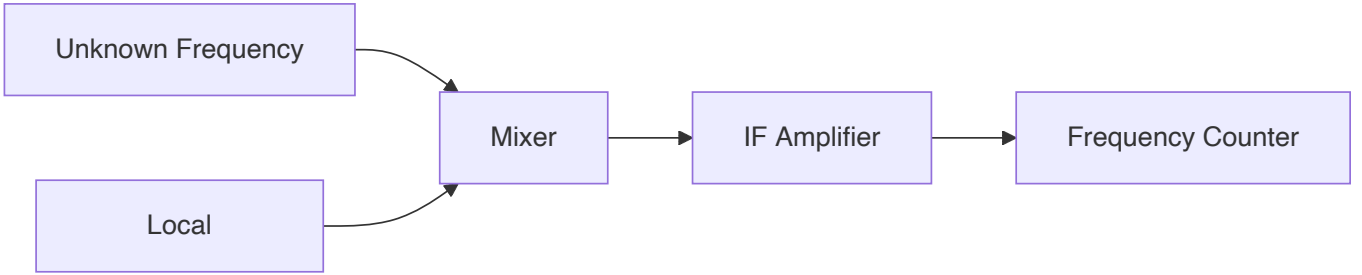
બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી ફીક્વન્સી અને તરંગલંબાઇ માપન પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ:

ફ્રીક્વન્સી માપન - ડાયરેક્ટ પદ્ધતિ:

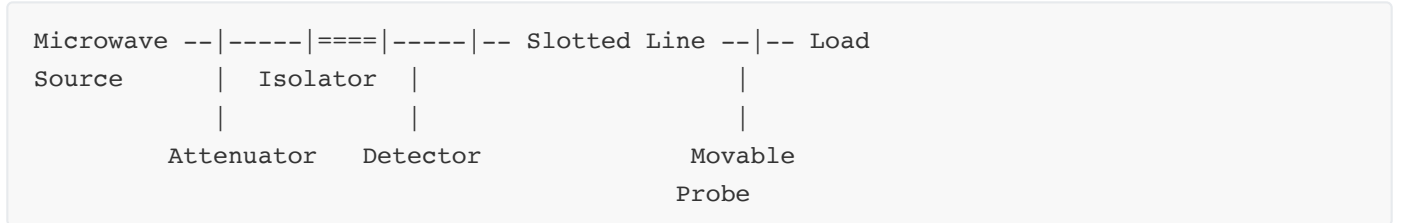


ફ્રીક્વન્સી માપન - હેટરોડાયન પદ્ધતિ:



તરંગલંબાઇ માપન - સ્લોટેડ લાઇન પદ્ધતિ:

સેટઅપ આકૃતિ:



માપન પ્રક્રિયા:

ફ્રી સ્પેસ તરંગલંબાઇ (λ_0):

- સ્ટેપ 1: મેચડ લોડ કનેક્ટ કરો, ફ્રીક્વન્સી માપો
- સ્ટેપ 2: $\lambda_0 = c/f$ ગણો

ગાઇડેડ તરંગલંબાઇ (λ_g):

- સ્ટેપ 1: શોર્ટ સર્કિટ કનેક્ટ કરો, બે સતત મિનિમા શોધો
- સ્ટેપ 2: $\lambda_g = 2 \times$ મિનિમા વચ્ચેનું અંતર
- સ્ટેપ 3: ચકાસો: $\lambda_g = \lambda_0 / \sqrt{1 - (\lambda_0 / \lambda_c)^2}$

કટ-ઓફ તરંગલંબાઇ (λ_c):

- પદ્ધતિ 1: વેવગાઇડ પરિમાણોથી: $\lambda_c = 2a$ (TE_{10} માટે)

- પદ્ધતિ 2: λ_0 અને λ_g થી: $\lambda_c = \lambda_0 / \sqrt{1 - (\lambda_0 / \lambda_g)^2}$

માપન કોષ્ટક:

પરિમાપ	પદ્ધતિ	ચોકસાઈ
ફીક્વન્સી	ડાયરેક્ટ કાઉન્ટિંગ	$\pm 0.01\%$
λ_0	f થી ગણતરી	$\pm 0.01\%$
λ_g	સ્લોટેડ લાઇન	$\pm 1\%$
λ_c	ગણતરી/માપન	$\pm 2\%$

દરેક પદ્ધતિના ફાયદાઓ:

- ડાયરેક્ટ પદ્ધતિ: ઉચ્ચ ચોકસાઈ, સરળ
- હેટરોડાયન પદ્ધતિ: વિસ્તૃત ફીક્વન્સી રેન્જ
- સ્લોટેડ લાઇન: ગાઇડેડ પરિમાપો સીધું માપે છે

ભૂલના સ્ત્રોતો:

- પ્રોબ કપલિંગ વેરિયેશન
- ટેમ્પરેચર અસર પરિમાણો પર
- ડિટેક્ટર નોન-લિનિયરિટી
- સ્ટેન્ડિંગ વેવ ડિસ્ટર્બન્સ

ઉપયોગો:

- વેવગાઇડ કેરેક્ટરાઇઝેશન
- મટિરિયલ પ્રોપર્ટી માપન
- એન્ટેના ટેસ્ટિંગ
- કોમ્પોનન્ટ વેરિફિકેશન

યાદાશત સૂત્ર: "ફીક્વન્સી પહેલા, તરંગલંબાઇ માપન સાથે"

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

માઇક્રોવેવ ફીક્વન્સી માટે વેક્યૂમ ટ્યુબની ફીક્વન્સી મર્યાદાઓ જણાવો.

જવાબ:

ફીક્વન્સી મર્યાદાઓ:

- ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ અસર: ઇલેક્ટ્રોન ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ RF પીરિયડ સાથે સરખાવાય
- ઇન્ટર-ઇલેક્ટ્રોડ કેપેસિટન્સ: ઉચ્ચ ફીક્વન્સીએ ગોઇન ઘટાડે છે
- લીડ ઇન્ડક્ટન્સ: પેરાસિટિક ઇન્ડક્ટન્સ પર્ફોર્મન્સ મર્યાદિત કરે છે
- સ્કિન અસર: કરંટ કન્સન્ટ્રેશન અસરકારક કંડક્ટન્સ ઘટાડે છે

મર્યાદિત કરતા પરિબલો કોષ્ટક:

પરિબળ	અસર	ફીક્વન્સી ઇમ્પેક્ટ
ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ	ફેઝ વિલંબ	$f < 1/(2\pi\tau)$
કેપેસિટન્સ	રિએક્ટન્સ લોડિંગ	ગેઇન $\propto 1/f$
ઇન્ડક્ટન્સ	રેઝોનન્સ અસર	સ્ટેબિલિટી ઇશ્યુ
સ્કિન અસર	વધારો પ્રતિકાર	કાર્યક્ષમતા \downarrow

ઉકેલો:

- ઇલેક્ટ્રોડ સ્પેસિંગ ઘટાડો
- વિશેષ જ્યોમેટ્રીનો ઉપયોગ
- માઇક્રોવેવ ટ્યુબ્સ વાપરો (ક્લિસ્ટ્રોન, મેગનેટ્રોન)

યાદાશ્ત સૂત્ર: "ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ પરંપરાગત ટ્યુબ્સને તકલીફ"

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

IMPATT ડાયોડમાં નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ અસર સમજાવો.

જવાબ:

IMPATT સ્ટ્રક્ચર:

```

P+ |--| I |--| P |--| N+ |
   |--|-----|-----|--->
   Avalanche  Drift
   Region      Region
    
```

નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ મેકેનિઝમ:

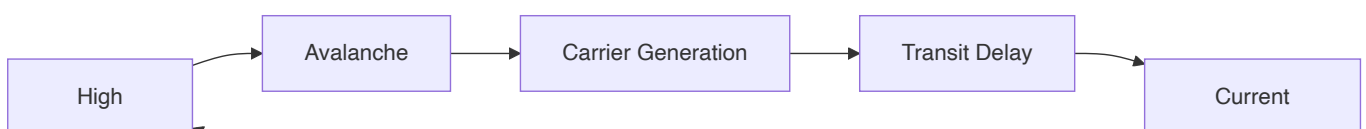
બે-સ્ટેપ પ્રક્રિયા:

- ઇમ્પેક્ટ આયોનાઇઝેશન: ઉચ્ચ ફીલ્ડ ઇલેક્ટ્રોન-હોલ પેર બનાવે છે
- ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ વિલંબ: કેરિયર ડિપ્લીશન રીજન પાર ટ્રિફ્ટ કરે છે

ફેઝ સંબંધો:

- કરંટ: વોલ્ટેજ કરતા 90° (એવેલાન્ચ વિલંબ) + 90° (ટ્રાન્ઝિટ વિલંબ) = 180° પાછળ
- પરિણામ: $I = -G*V$ (નેગેટિવ કંડક્ટન્સ)

ઓપરેટિંગ સાયકલ:



મુખ્ય પરિમાણો:

- એપેલાન્ચ ફ્રીક્વન્સી: $f_a = v_s / (2W_a)$
- ટ્રાન્ઝિટ ફ્રીક્વન્સી: $f_t = v_d / (2W_d)$
- ઓપ્ટિમમ ફ્રીક્વન્સી: $f_0 = 1 / (2\pi\sqrt{L * |C_{negative}|})$

યાદાશત સૂત્ર: "ઇમ્પેક્ટ આયોનાઇઝેશન, ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ = નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ"

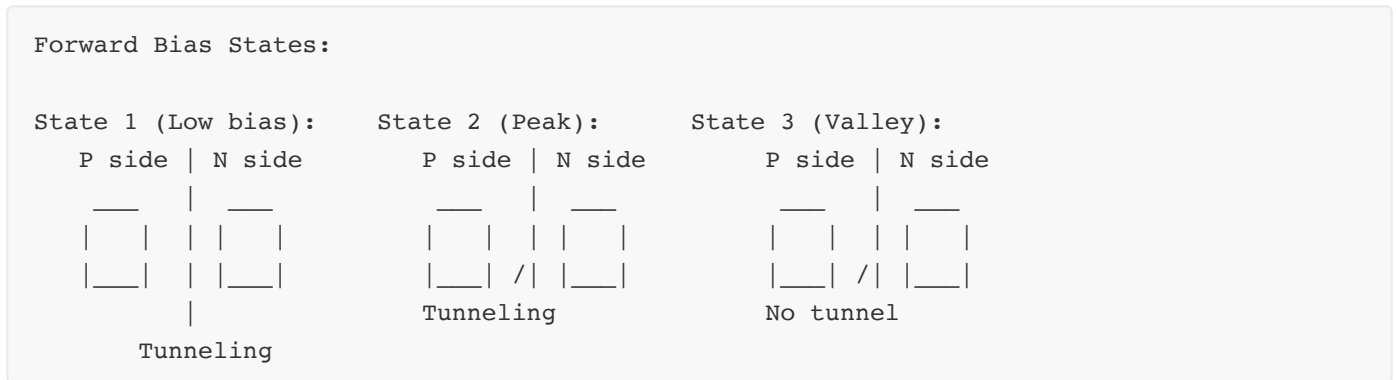
પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

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

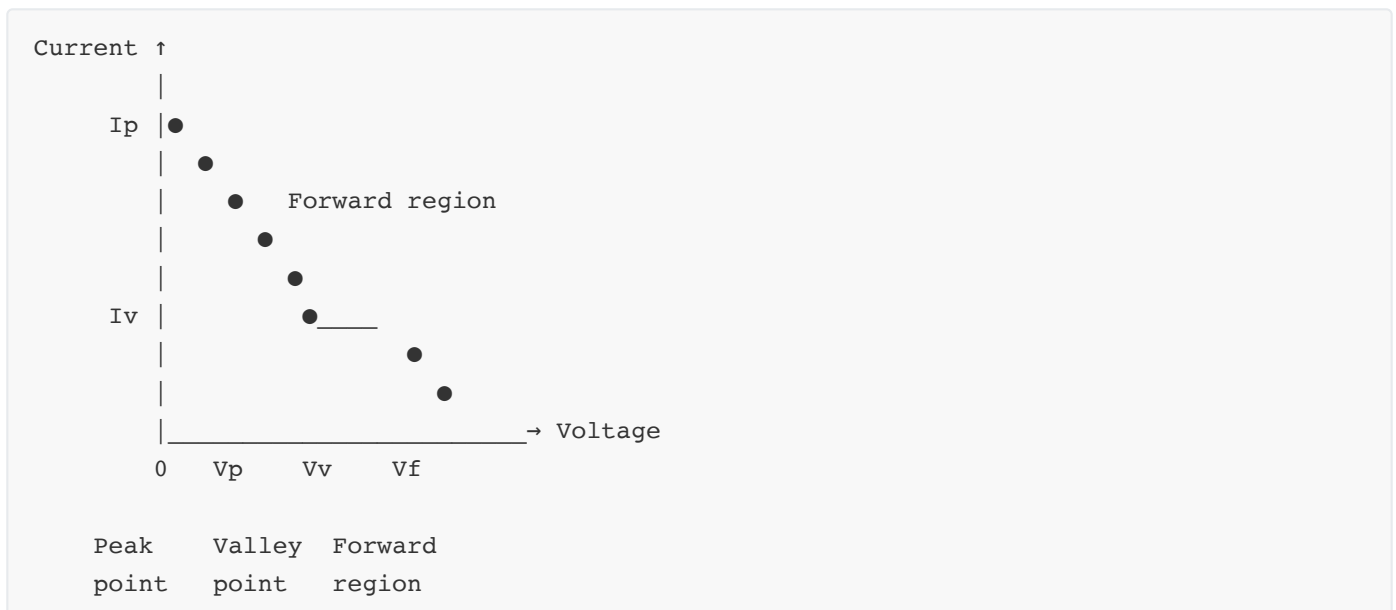
જવાબ:

સિદ્ધાંત: ટનલ ડાયોડ ક્વાન્ટમ મેકેનિકલ ટનલિંગ અસર પર કાર્ય કરે છે બહુ ભારે ડોપ્ડ p-n જંક્શનમાં પાતળા પોટેન્શિયલ બેરિયર દ્વારા.

એનર્જી બેન્ડ ડાયાગ્રામ:



I-V લક્ષણો:



ટનલિંગ ઘટના:

ક્વાન્ટમ મેકેનિક્સ: ઇલેક્ટ્રોન પોટેન્શિયલ બેરિયર પાર કરી શકે છે ભલે તેમની એનર્જી બેરિયર હાઇટ કરતા ઓછી હોય.

ટનલિંગ પ્રોબેબિલિટી: $T = \exp(-2\sqrt{(2m\phi d^2)/\hbar})$

જ્યાં:

- m = ઇલેક્ટ્રોન માસ
- ϕ = બેરિયર હાઇટ
- d = બેરિયર વિડ્થ
- \hbar = રિડ્યુસ્ડ પ્લાન્ક કોન્સ્ટન્ટ

ઓપરેટિંગ રીજન:

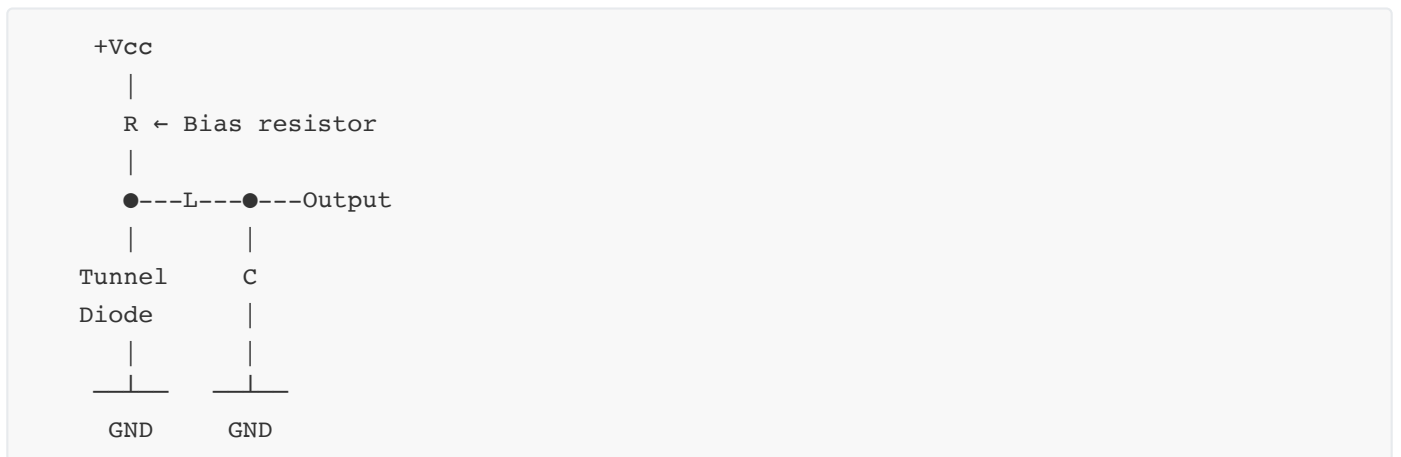
- **ટનલિંગ રીજન** (0 થી V_p): વોલ્ટેજ સાથે કરંટ વધે છે
- **નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ** (V_p થી V_v): વધતા વોલ્ટેજ સાથે કરંટ ઘટે છે
- **ફોરવર્ડ બાયાસ** ($>V_v$): સામાન્ય ડાયોડ વર્તન

મુખ્ય પરિમાપો કોષ્ટક:

પરિમાપ	પ્રતીક	સામાન્ય મૂલ્ય
પીક કરંટ	I_p	1-100 mA
પીક વોલ્ટેજ	V_p	50-100 mV
વેલી કરંટ	I_v	$0.1 \cdot I_p$
વેલી વોલ્ટેજ	V_v	300-500 mV

એપ્લિકેશન - હાઇ ફ્રીક્વન્સી ઓસિલેટર:

સર્કિટ આકૃતિ:



ઓસિલેટર ઓપરેશન:

- **બાયાસ પોઇન્ટ:** નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ રીજનમાં સેટ કરવામાં આવે છે
- **ટેન્ક સર્કિટ:** LC ઓસિલેશન ફ્રીક્વન્સી નક્કી કરે છે
- **કન્ડિશન:** $|R_{negative}| > R_{positive}$ ઓસિલેશન માટે
- **ફ્રીક્વન્સી:** $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$

ફાયદાઓ:

- અલ્ટ્રા-હાઇ ફ્રીક્વન્સી ઓપરેશન (100 GHz સુધી)
- લો નોઇઝ ફિગર
- ઝડપી સ્વિચિંગ (પિકોસેકન્ડ રેન્જ)
- લો પાવર કન્ઝમ્પશન
- ટેમ્પરેચર સ્ટેબલ

ઉપયોગો:

- માઇક્રોવેવ ઓસિલેટર
- હાઇ-સ્પીડ સ્વિચ
- માઇક્રોવેવ એમ્પ્લિફાયર
- ફ્રીક્વન્સી કનવર્ટર
- કોમ્પ્યુટર મેમરી સર્કિટ

મર્યાદાઓ:

- લો પાવર હેન્ડલિંગ
- ક્રિટિકલ બાયાસ રિક્વાયરમેન્ટ
- મર્યાદિત ટેમ્પરેચર રેન્જ
- મોંઘું મેન્યુફેક્ચરિંગ

યાદાશત સૂત્ર: "ટનલ થ્રુ, નેગેટિવ ગ્રો, ઓસિલેટર ફ્લો"

પ્રશ્ન 4(અ) વિકલ્પ [3 ગુણ]

માઇક્રોવેવ રેડિએશનને કારણે જોખમો સમજાવો.

જવાબ:

જોખમના પ્રકારો:

HERP (હેઝાર્ડ ઓફ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક રેડિએશન ટુ પર્સનેલ):

- થર્મલ અસર: 41°C ઉપર ટિશ્યુ હીટિંગ
- નોન-થર્મલ અસર: લો પાવર લેવલ પર સેલ્યુલર ડેમેજ
- ક્યુમ્યુલેટિવ અસર: લાંબા ગાળાના એક્સપોઝર રિસ્ક

HERO (હેઝાર્ડ ઓફ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક રેડિએશન ટુ ઓર્ગનન્સ):

- પ્રીમેથ્યુર ઇન્શિન: RF એનર્જી વિસ્ફોટક ઉપકરણોને ટ્રિગર કરી શકે છે
- ફ્યુઅલ ઇન્શિન: ફ્યુઅલ વેપરનું માઇક્રોવેવ હીટિંગ
- ઇલેક્ટ્રોનિક ઇન્ટરફેરન્સ: કંટ્રોલ સિસ્ટમમાં વિક્ષેપ

HERF (હેઝાર્ડ ઓફ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક રેડિએશન ટુ ફ્યુઅલ્સ):

- ફ્યુઅલ હીટિંગ: હાઇડ્રોકાર્બન ફ્યુઅલનું ડાઇઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ

- **સ્ટેટિક ડિસ્ચાર્જ:** ફ્યુઅલ સિસ્ટમમાં RF-ઇન્ડ્યુસ્ડ સ્પાર્કિંગ
- **વેપર ઇગ્નિશન:** ફ્યુઅલ-એર મિક્સચરનું હીટિંગ

સેફ્ટી ગાઇડલાઇન કોષ્ટક:

એક્સપોઝર લેવલ	પાવર ડેન્સિટી	અવધિ	અસર
સેફ	$<10 \text{ mW/cm}^2$	8 કલાક	કોઈ અસર નથી
સાવધાન	$10\text{-}100 \text{ mW/cm}^2$	મર્યાદિત	શક્ય હીટિંગ
જોખમ	$>100 \text{ mW/cm}^2$	ટાળો	ટિશ્યુ ડેમેજ

યાદાશત સૂત્ર: "HERP-HERO-HERF = હેલ્થ-એક્સ્પ્લોસિવ-ફ્યુઅલ રિસ્ક"

પ્રશ્ન 4(બ) વિકલ્પ [4 ગુણ]

પેરામેટ્રિક એમ્પ્લિફાયરમાં ડીજનરેટ અને નોન-ડીજનરેટ મોડ સમજાવો.

જવાબ:

પેરામેટ્રિક એમ્પ્લિફાયર સિદ્ધાંત: ટાઇમ-વેરિંગ રિએક્ટન્સ નો ઉપયોગ કરીને પમ્પથી સિગ્નલમાં એનર્જી ટ્રાન્સફર કરે છે.

મોડ વર્ગીકરણ:

નોન-ડીજનરેટ મોડ:

- ત્રણ ફ્રીક્વન્સી: f_s (સિગ્નલ), f_i (આઇડલર), f_p (પમ્પ)
- ફ્રીક્વન્સી સંબંધ: $f_p = f_s + f_i$
- બે અલગ સર્કિટ સિગ્નલ અને આઇડલર માટે
- ઉચ્ચ ગેઇન પરંતુ વધારે જટિલ

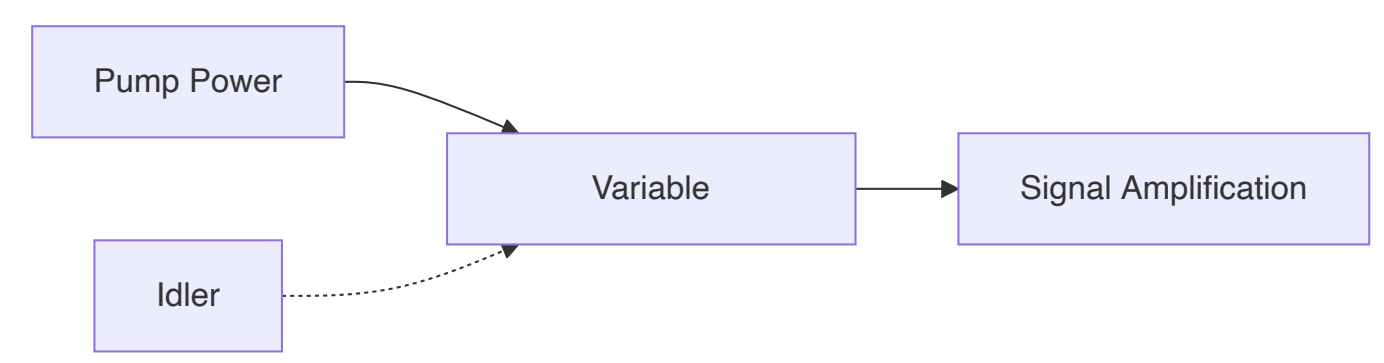
ડીજનરેટ મોડ:

- બે ફ્રીક્વન્સી: f_s (સિગ્નલ), f_p (પમ્પ)
- ફ્રીક્વન્સી સંબંધ: $f_p = 2f_s$
- સિંગલ રેઝોનન્ટ સર્કિટ
- સરળ ડિઝાઇન પરંતુ ઓછો ગેઇન

સરખામણી કોષ્ટક:

પરિમાપ	નોન-ડીજનરેટ	ડીજનરેટ
ફ્રીક્વન્સી	3 (fs, fi, fp)	2 (fs, fp)
સર્કિટ	અલગ	સંયુક્ત
ગેઇન	ઉચ્ચ	ઓછો
જટિલતા	વધારે	ઓછી
બેન્ડવિડ્થ	સાંકડો	વિશાળ

એનર્જી ટ્રાન્સફર:



યાદાશત સૂત્ર: "નોન-ડીજનરેટ = નોટ-સિંગલ, ડીજનરેટ = ડબલ્ડ-ફ્રીક્વન્સી"

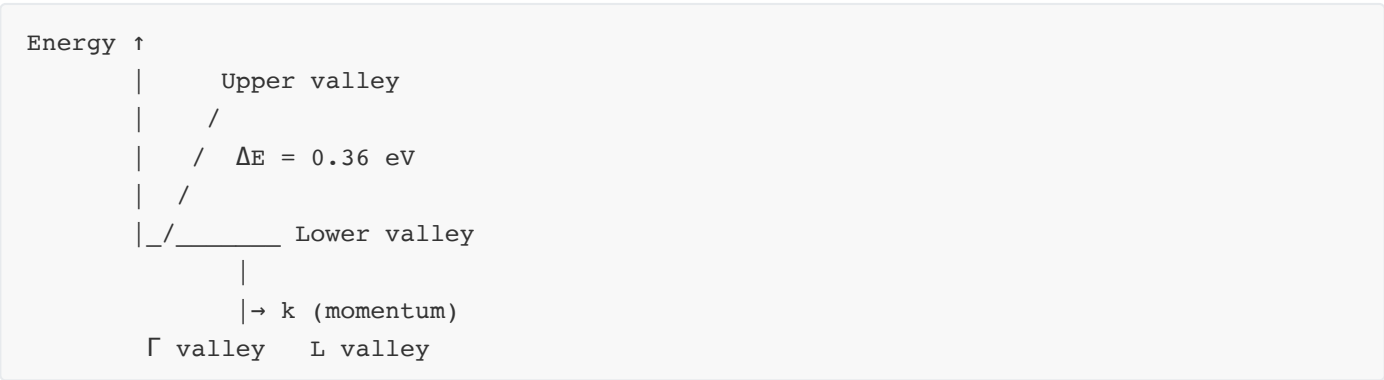
પ્રશ્ન 4(ક) વિકલ્પ [7 ગુણ]

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

જવાબ:

ગન અસર સિદ્ધાંત: કોમ્પાઉન્ડ સેમિકન્ડક્ટર (GaAs, InP) માં ટ્રાન્સફર્ડ ઇલેક્ટ્રોન અસર પર આધારિત.

એનર્જી બેન્ડ સ્ટ્રક્ચર:



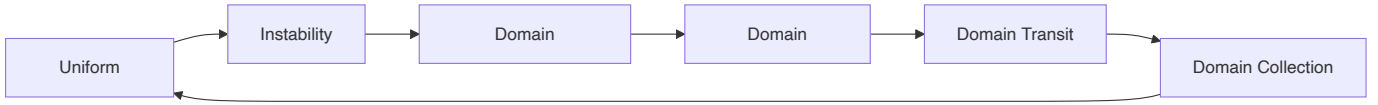
ગન અસર મેકેનિઝમ:

ડિફરન્શિયલ મોબિલિટી:

- લો ફીલ્ડ (<3 kV/cm): ઇલેક્ટ્રોન Γ વેલીમાં (હાઇ મોબિલિટી)

- **હાઇ ફીલ્ડ** ($>3 \text{ kV/cm}$): ઇલેક્ટ્રોન L વેલીમાં ટ્રાન્સફર (લો મોબિલિટી)
- **પરિણામ:** નેગેટિવ ડિફરન્શિયલ મોબિલિટી (NDM)

ડોમેઇન ફોર્મેશન:

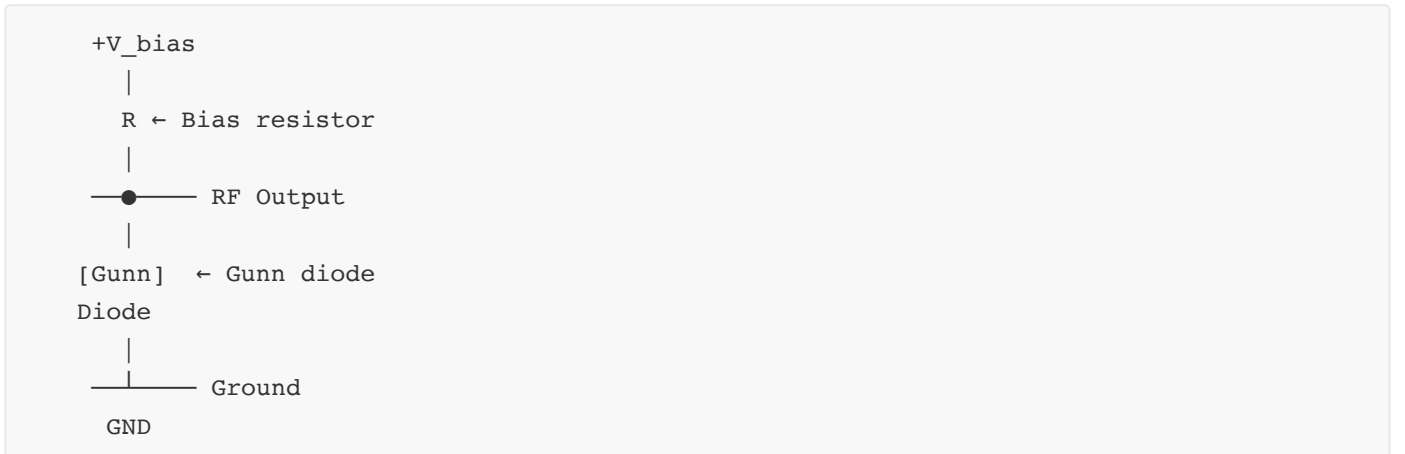


કરંટ-વોલ્ટેજ લક્ષણો:



ગન ડાયોડ ઓસિલેટર:

બેસિક કન્ફિગરેશન:



ઓસિલેટર મોડ્સ:

ટ્રાન્ઝિટ ટાઇમ મોડ:

- ડોમેઇન ફોર્મેશન કેથોડ પર
- ડોમેઇન ટ્રાન્ઝિટ એક્ટિવ રીજન પાર
- **કરંટ પલ્સ** જ્યારે ડોમેઇન એનોડ પર પહોંચે
- **ફ્રીક્વન્સી:** $f = v_d/L$ (જ્યાં v_d = ડ્રિફ્ટ વેલોસિટી, L = લંબાઇ)

કવેન્ચ ડોમેઇન મોડ:

- રેઝોનન્ટ સર્કિટ ટ્રાન્ઝિટ પહેલા ડોમેઇન કવેન્ચ કરે છે
- ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સી ઓપરેશન શક્ય
- કાર્યક્ષમતા: 5-20%

LSA (લિમિટેડ સ્પેસ-ચાર્જ એક્યુમ્યુલેશન) મોડ:

- હાઇ ફ્રીક્વન્સી ડોમેઇન ફોર્મેશન અટકાવે છે
- યુનિફોર્મ ફીલ્ડ જાળવવામાં આવે છે
- ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા: 10-25%

પર્ફોર્મન્સ પરિમાપો:

પરિમાપ	મૂલ્ય	એકમ
ફ્રીક્વન્સી રેન્જ	1-100	GHz
પાવર આઉટપુટ	1 mW-10 W	-
કાર્યક્ષમતા	5-25	%
નોઇઝ ફિગર	35-50	dB

ફાયદાઓ:

- સરળ સ્ટ્રક્ચર - કોઈ બાહ્ય રેઝોનેટરની જરૂર નથી
- બ્રોડબેન્ડ ટ્યુનિંગ ક્ષમતા
- લો નોઇઝ માઇક્રોવેવ ફ્રીક્વન્સીએ
- વિશ્વસનીય ઓપરેશન

ઉપયોગો:

- લોકલ ઓસિલેટર રિસીવરમાં
- CW રડાર ટ્રાન્સમિટર
- માઇક્રોવેવ કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ
- ટેસ્ટ ઇક્વિપમેન્ટ સિગ્નલ સોર્સ

યાદાશત સૂત્ર: "ગન ગેલિયમ-આર્સેનાઇડ દ્વારા ગોઇંગ મેળવે"

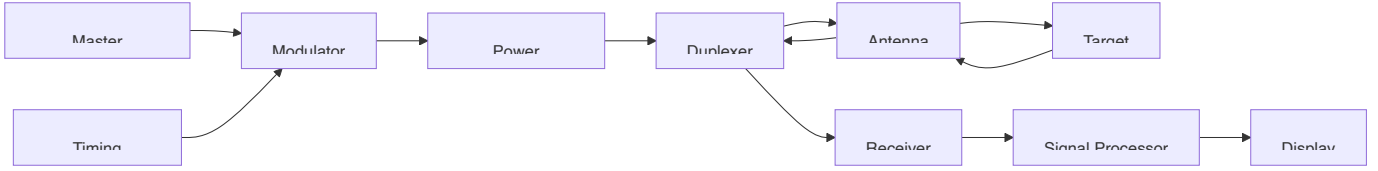
પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી મૂળભૂત રડાર સિસ્ટમના કાર્ય સિદ્ધાંતને સમજાવો.

જવાબ:

રડાર સિદ્ધાંત: રેડિયો ડિટેક્શન એન્ડ રેન્જિંગ - RF પલ્સ ટ્રાન્સમિટ કરે છે અને ટાર્ગેટથી પ્રતિબિંબિત સિગ્નલ ડિટેક્ટ કરે છે.

બેસિક રડાર બ્લોક ડાયાગ્રામ:



કાર્યપ્રણાલી સિદ્ધાંત:

- **ટ્રાન્સમિશન:** ટાર્ગેટ તરફ હાઇ પાવર RF પલ્સ ટ્રાન્સમિટ કરવામાં આવે છે
- **પ્રસારણ:** EM તરંગ પ્રકાશની ગતિ (c) થી ચાલે છે
- **પ્રતિબિંબિત:** ટાર્ગેટ એનર્જીનો ભાગ પાછો રડાર તરફ પ્રતિબિંબિત કરે છે
- **રિસેપ્શન:** પ્રતિબિંબિત સિગ્નલ પ્રાપ્ત અને પ્રોસેસ કરવામાં આવે છે
- **રેન્જ કેલ્ક્યુલેશન:** $R = (c \times t)/2$

મુખ્ય પરિમાણો:

- **પલ્સ વિડ્થ:** $\tau = 0.1$ થી $10 \mu s$
- **પલ્સ રિપીટિશન ફ્રીક્વન્સી:** PRF = 100 Hz થી 10 kHz
- **પીક પાવર:** 1 kW થી 10 MW

યાદાશત સૂત્ર: "રડાર રાઉન્ડ-ટ્રિપ રિફ્લેક્શન દ્વારા રેન્જ માપે"

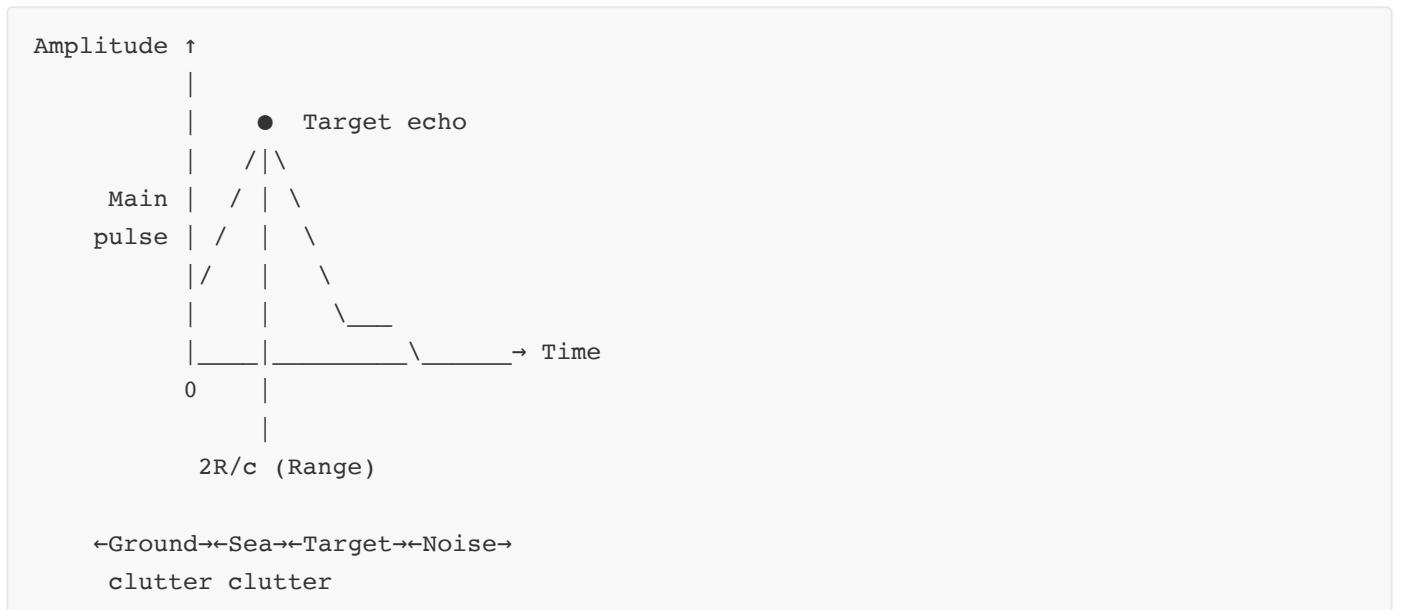
પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

યોગ્ય આકૃતિની મદદથી A-સ્કોપ ડિસ્પ્લે પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ:

A-સ્કોપ ડિસ્પ્લે: પ્રાપ્ત ઇકોઝનો એમ્પ્લિટ્યુડ વર્સિસ ટાઇમ સંબંધ દર્શાવે છે.

A-સ્કોપ પ્રેઝન્ટેશન:



ડિસ્પ્લે કોમ્પોનન્ટ્સ:

- **મેઇન પલ્સ:** પ્રારંભિક ટ્રાન્સમિટેડ પલ્સ (રેફરન્સ)
- **ગ્રાઉન્ડ કલટર:** નજીકના ટેરેઇનથી પ્રતિબિંબ
- **સી કલટર:** દરિયાની સપાટીથી પ્રતિબિંબ
- **ટાર્ગેટ ઇકો:** વાસ્તવિક ટાર્ગેટથી પ્રતિબિંબ
- **નોઇઝ:** રેન્ડમ બેકગ્રાઉન્ડ સિગ્નલ

રેન્જ માપન:

- **હોરિઝોન્ટલ એક્સિસ:** ટાઇમ (રેન્જના પ્રમાણસર)
- **વર્ટિકલ એક્સિસ:** સિગ્નલ એમ્પ્લિટ્યુડ
- **રેન્જ ફોર્મ્યુલા:** $R = (c \times t)/2$

ઉપયોગો:

- એર ટ્રાફિક કંટ્રોલ
- હાઇટ ફાઇન્ડિંગ રડાર
- રેન્જ માપન
- સિગ્નલ એનાલિસિસ

યાદાશત સૂત્ર: "A-સ્કોપ ટાઇમ એક્સિસ સાથે એમ્પ્લિટ્યુડ દર્શાવે"

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

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

જવાબ:

ડોપ્લર અસર: રડાર અને ટાર્ગેટ વચ્ચે સાપેક્ષ ગતિ હોય ત્યારે ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટ થાય છે.

ડોપ્લર ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટ:

$$f_d = (2 \times v_r \times f_0)/c$$

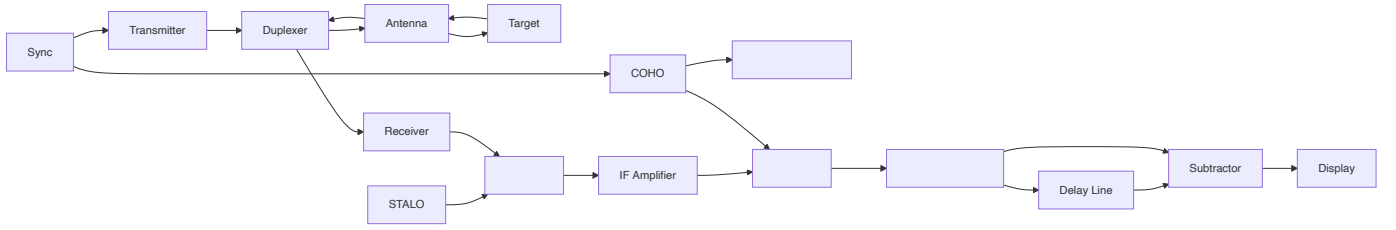
જ્યાં:

- f_d = ડોપ્લર ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટ
- v_r = ટાર્ગેટની રેડિયલ વેલોસિટી
- f_0 = ટ્રાન્સમિટેડ ફ્રીક્વન્સી
- c = પ્રકાશની ગતિ

ડોપ્લર શિફ્ટ કેસિસ:

- **પાસ આવતું ટાર્ગેટ:** $f_d > 0$ (પોઝિટિવ શિફ્ટ)
- **દૂર જતું ટાર્ગેટ:** $f_d < 0$ (નેગેટિવ શિફ્ટ)
- **સ્થિર ટાર્ગેટ:** $f_d = 0$ (કોઈ શિફ્ટ નથી)

MTI રડાર બ્લોક ડાયાગ્રામ:



MTI સિસ્ટમ કોમ્પોનન્ટ્સ:

STALO (સ્ટેબલ લોકલ ઓસિલેટર):

- ફ્રીક્વન્સી: ટ્રાન્સમિટેડ ફ્રીક્વન્સીની નજીક
- સ્ટેબિલિટી: ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સી સ્થિરતા જરૂરી
- ફંક્શન: ફર્સ્ટ મિક્સર LO

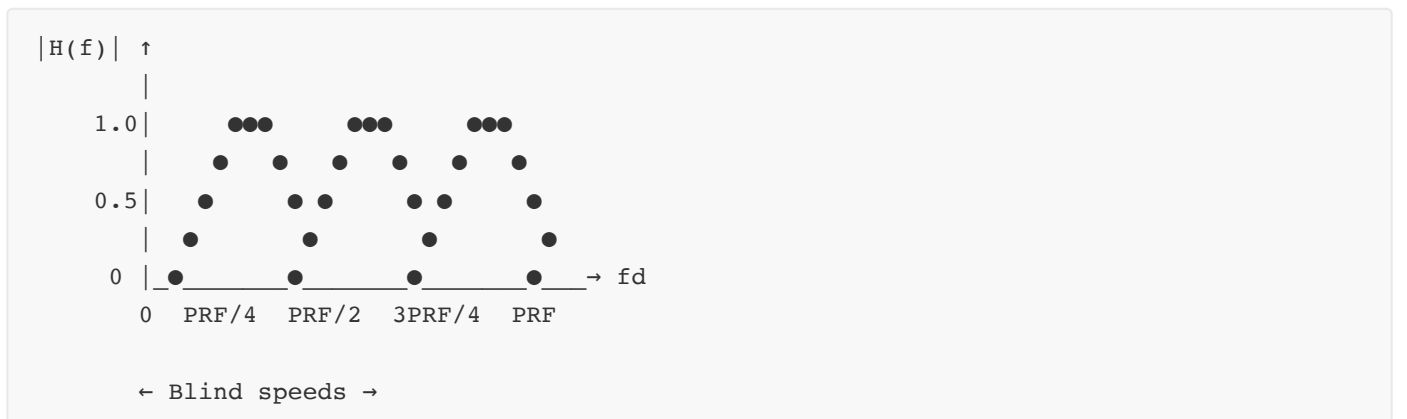
COHO (કોહેરન્ટ ઓસિલેટર):

- ફ્રેઝ રેફરન્સ: ફ્રેઝ કોહેરન્સ જાળવે છે
- સિંક્રોનાઇઝેશન: ટ્રાન્સમિટર ફ્રેઝ સાથે લોકડ
- ફંક્શન: સેકન્ડ મિક્સર LO અને ફ્રેઝ રેફરન્સ

MTI પ્રોસેસિંગ:

- ડિલે લાઇન: અગાઉના પલ્સ ઇકો સ્ટોર કરે છે
- સબટ્રેક્ટર: વર્તમાનમાંથી અગાઉનો પલ્સ બાદ કરે છે
- પરિણામ: સ્થિર ટાર્ગેટ કેન્સલ, મૂવિંગ ટાર્ગેટ એન્હાન્સ

MTI ટ્રાન્સફર ફંક્શન:



બ્લાઇન્ડ સ્પીડ્સ: ચોક્કસ વેલોસિટી ધરાવતા ટાર્ગેટ સ્થિર દેખાય છે:

$$v_{\text{blind}} = (n \times \lambda \times \text{PRF})/2 \quad (\text{જ્યાં } n = 1, 2, 3, \dots)$$

પર્ફોર્મન્સ સુધારણા:

મલ્ટિ-પલ્સ MTI:

- મલ્ટિપલ ડિલે લાઇન વધુ સારા ક્લટર રિજેક્શન માટે
- સ્ટેગર્ડ PRF બ્લાઇન્ડ સ્પીડ ઘટાડવા માટે

- વેટેડ કોઈફિશન્ટ ઓપ્ટિમમ રિસ્પોન્સ માટે

ક્લટર મેપ:

- ડિજિટલ મેમરી ક્લટર પેટર્ન સ્ટોર કરે છે
- એડાપ્ટિવ થ્રેશોલ્ડ લોકલ ક્લટર લેવલ અનુસાર એડજસ્ટ કરે છે
- ઓટોમેટિક અપડેટ ધીમા ક્લટર થેન્જને ટ્રેક કરે છે

MTI પર્ફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ:

પરિમાપ	સામાન્ય મૂલ્ય
ક્લટર એટેન્યુએશન	30-60 dB
મિનિમમ ડિટેક્ટેબલ વેલોસિટી	1-10 m/s
બ્લાઇન્ડ સ્પીડ	$\lambda \times \text{PRF} / 2$
ઇમ્પ્રુવમેન્ટ ફેક્ટર	20-40 dB

ફાયદાઓ:

- ક્લટર સપ્રેશન: સ્થિર ક્લટર દૂર કરે છે
- મૂવિંગ ટાર્ગેટ એમ્ફિસિસ: મૂવિંગ ટાર્ગેટ વધારે છે
- ઓટોમેટિક ઓપરેશન: ઓપરેટરનો વર્કલોડ ઘટાડે છે

મર્યાદાઓ:

- બ્લાઇન્ડ સ્પીડ્સ: કેટલીક વેલોસિટી ડિટેક્ટ કરી શકાતી નથી
- ટેન્જેન્શિયલ ટાર્ગેટ: કોઈ રેડિયલ કોમ્પોનન્ટ નથી
- વેધર અસર: વરસાદ/બરફ ટાર્ગેટને માર્ક કરી શકે છે

ઉપયોગો:

- એર ટ્રાફિક કંટ્રોલ: એરક્રાફ્ટને ગ્રાઉન્ડ ક્લટરથી અલગ કરે છે
- વેધર રડાર: પ્રેસિપિટેશન મૂવમેન્ટ ડિટેક્ટ કરે છે
- મિલિટરી સર્વેલન્સ: મૂવિંગ વેહિકલ ડિટેક્ટ કરે છે
- મરીન રડાર: સી ક્લટર ઘટાડે છે

યાદાશ્ત સૂત્ર: "MTI ડોપ્લર ફિલ્ટર દ્વારા ટાર્ગેટ આઇડેન્ટિફાઇ કરે"

પ્રશ્ન 5(અ) વિકલ્પ [3 ગુણ]

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

જવાબ:

બ્લાઇન્ડ સ્પીડ:

- વ્યાખ્યા: ટાર્ગેટની રેડિયલ વેલોસિટી કે જે MTI રડારમાં ઝીરો ડોપ્લર શિફ્ટ ઉત્પન્ન કરે છે

- ફોર્મ્યુલા: $v_{\text{blind}} = (n \times \lambda \times \text{PRF})/2$
- કારણ: ટાર્ગેટ મૂવમેન્ટ પલ્સ રિપીટિશન સાથે સિંક્રોનાઇઝ્ડ
- પરિણામ: મૂવિંગ ટાર્ગેટ સ્થિર દેખાય છે

MUR (મેક્સિમમ અનએમ્બિગ્યુઅસ રેન્જ):

- વ્યાખ્યા: મહત્તમ રેન્જ કે જ્યાં રેન્જ એમ્બિગ્યુટી વિના ટાર્ગેટ ડિટેક્ટ કરી શકાય
- ફોર્મ્યુલા: $R_{\text{max}} = (c \times \text{PRT})/2 = c/(2 \times \text{PRF})$
- મર્યાદા: આગળનો પલ્સ ઇકો પાછો આવે તે પહેલા ટ્રાન્સમિટ થાય છે
- એમ્બિગ્યુટી: MUR કરતા વધારે ટાર્ગેટ ખોટી રેન્જ પર દેખાય છે

સંબંધ કોષ્ટક:

પરિમાપ	ફોર્મ્યુલા	એકમ
બ્લાઇન્ડ સ્પીડ	$n\lambda\text{PRF}/2$	m/s
MUR	$c/(2 \times \text{PRF})$	મીટર
PRT	$1/\text{PRF}$	સેકન્ડ

યાદાશત સૂત્ર: "બ્લાઇન્ડ સ્પીડ બ્લોક કરે, MUR મેક્સિમમ માપે"

પ્રશ્ન 5(બ) વિકલ્પ [4 ગુણ]

મહત્તમ રડાર રેન્જને અસર કરતા પરિબળો સમજાવો.

જવાબ:

રડાર રેન્જ સમીકરણ:

$$R_{\text{max}} = [(P_t \times G^2 \times \lambda^2 \times \sigma) / (64\pi^3 \times P_{\text{min}} \times L)]^{1/4}$$

મહત્તમ રેન્જને અસર કરતા પરિબળો:

ટ્રાન્સમિટેડ પાવર (P_t):

- વધારે પાવર = વધારે રેન્જ
- સંબંધ: $R \propto P_t^{1/4}$
- મર્યાદા: પીક પાવર ટ્રાન્સમિટર દ્વારા મર્યાદિત

એન્ટેના ગેઇન (G):

- ડાયરેક્શનલ એન્ટેના એનર્જી કન્સન્ટ્રેટ કરે છે
- સંબંધ: $R \propto G^{1/2}$
- ટ્રેડ-ઓફ: વધારે ગેઇન = સાંકડો બીમવિડ્થ

તરંગલંબાઇ (λ):

- લો ફ્રીક્વન્સી = વધુ સારો પ્રસારણ
- સંબંધ: $R \propto \lambda^{1/2}$

- **વિચારણા:** ફીક્વન્સી સાથે એટમોસ્ફેરિક એબ્સોર્પશન વધે છે

ટાર્ગેટ ક્રોસ સેક્શન (σ):

- **મોટા ટાર્ગેટ** વધારે એનર્જી રિફ્લેક્ટ કરે છે
- **સંબંધ:** $R \propto \sigma^{(1/4)}$
- **વેરિયેશન:** ટાર્ગેટ શેપ, મટિરિયલ, એસ્પેક્ટ એંગલ પર આધાર રાખે છે

પરિબળો કોષ્ટક:

પરિબળ	રેન્જ પર અસર	સામાન્ય મૂલ્યો
પીક પાવર	$R \propto P_t^{0.25}$	1 kW - 10 MW
એન્ટેના ગેઇન	$R \propto G^{0.5}$	20 - 50 dB
ફ્રીક્વન્સી	$R \propto \lambda^{0.5}$	1 - 100 GHz
ટાર્ગેટ RCS	$R \propto \sigma^{0.25}$	0.1 - 1000 m ²

યાદાશત સૂત્ર: "પાવર-ગેઇન-લેમ્બડા-સિગ્મા રેન્જ નક્કી કરે"

પ્રશ્ન 5(ક) વિકલ્પ [7 ગુણ]

પલ્સ રડાર અને CW ડોપ્લર રડારની સરખામણી કરો.

જવાબ:

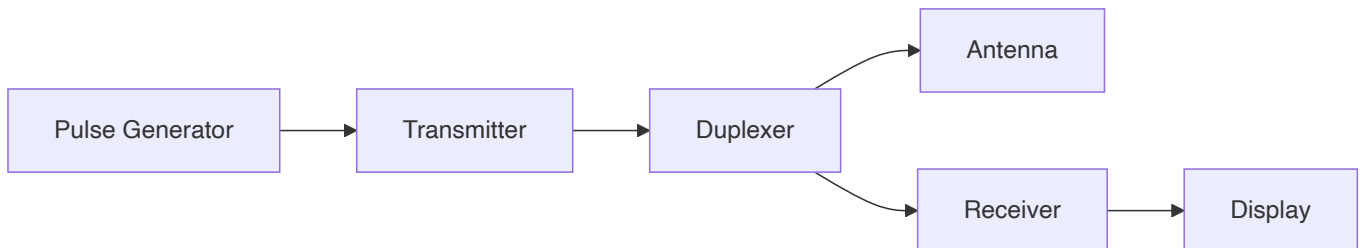
વ્યાપક સરખામણી:

બેસિક સિદ્ધાંત:

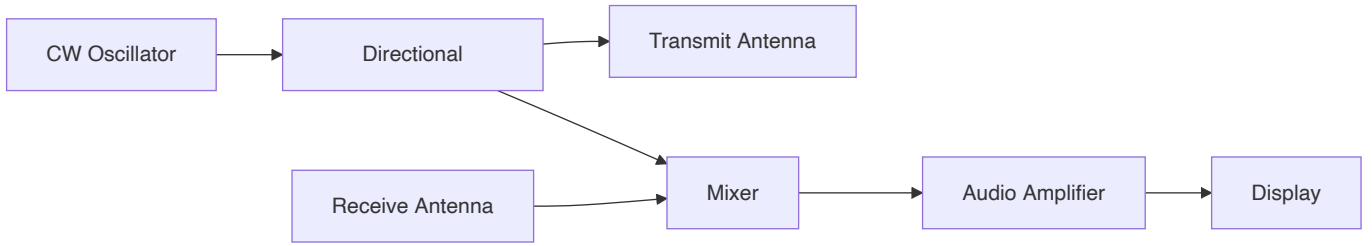
- **પલ્સ રડાર:** હાઇ-પાવર પલ્સ ટ્રાન્સમિટ કરે છે, રાઉન્ડ-ટ્રિપ ટાઇમ માપે છે
- **CW ડોપ્લર:** કન્ટિન્યુઅસ વેવ ટ્રાન્સમિટ કરે છે, ડોપ્લર ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટ માપે છે

સિસ્ટમ બ્લોક ડાયાગ્રામ:

પલ્સ રડાર:



CW ડોપ્લર રડાર:



વિગતવાર સરખામણી કોષ્ટક:

પરિમાપ	પલ્સ રડાર	CW ડોપ્લર રડાર
ટ્રાન્સમિશન	હાઇ પાવર પલ્સ	કન્ટિન્યુઅસ લો પાવર
માહિતી	રેન્જ + વેલોસિટી	ફક્ત વેલોસિટી
એન્ટેના	સિંગલ (ડુપ્લેક્સર)	અલગ Tx/Rx
રેન્જ ક્ષમતા	ઉત્તમ	કોઈ નથી (FM-CW સિવાય)
વેલોસિટી રેઝોલ્યુશન	મર્યાદિત	ઉત્તમ
પીક પાવર	ખૂબ ઉચ્ચ (MW)	લો (mW થી W)
એવરેજ પાવર	લો	મધ્યમ
જટિલતા	ઉચ્ચ	સરળ
કિંમત	મોંઘું	કિફાયતી
સાઇઝ	મોટું	કોમ્પેક્ટ

પર્ફોર્મન્સ લક્ષણો:

પાસું	પલ્સ રડાર	CW ડોપ્લર રડાર
રેન્જ એક્યુરેસી	$\pm 10-100$ m	લાગુ નથી
વેલોસિટી એક્યુરેસી	$\pm 1-10$ m/s	$\pm 0.1-1$ m/s
મિનિમમ રેન્જ	પલ્સ વિડ્થ દ્વારા મર્યાદિત	શૂન્ય
મેક્સિમમ રેન્જ	10-1000 km	1-50 km
ક્લટર રિજેક્શન	મધ્યમ	ઉત્તમ
વેધર અસર	મહત્વપૂર્ણ	ન્યૂનતમ

ફાયદા અને ગેરફાયદા:

પલ્સ રડાર ફાયદા:

- રેન્જ માપન ક્ષમતા

- હાઇ પીક પાવર લાંબી રેન્જ માટે
- સિંગલ એન્ટેના સિસ્ટમ
- વેલ-એસ્ટેબ્લિશ્ડ ટેકનોલોજી

પલ્સ રડાર ગેરફાયદા:

- જટિલ સર્કિટરી (ડુપ્લેક્સર, ટાઇમિંગ)
- ઉચ્ચ કિંમત અને મેન્ટેનન્સ
- પાવર સપ્લાય જરૂરિયાત
- બ્લાઇન્ડ રેન્જ પલ્સ વિડ્થને કારણે

CW ડોપ્લર ફાયદા:

- સરળ ડિઝાઇન અને લો કોસ્ટ
- ઉત્તમ વેલોસિટી રેઝોલ્યુશન
- કન્ટિન્યુઅસ મોનિટરિંગ
- લો પાવર કન્સમ્પશન
- કોમ્પેક્ટ સાઇઝ

CW ડોપ્લર ગેરફાયદા:

- કોઈ રેન્જ માહિતી નથી
- અલગ એન્ટેના જરૂરી
- મર્યાદિત રેન્જ ક્ષમતા
- ઇન્ટરફરન્સ માટે વલ્નરેબલ

ઉપયોગો:

પલ્સ રડાર એપ્લિકેશન:

- એર ટ્રાફિક કંટ્રોલ
- વેધર મોનિટરિંગ
- મિલિટરી સર્વેલન્સ
- મેરિટાઇમ નેવિગેશન
- સેટેલાઇટ ટ્રેકિંગ

CW ડોપ્લર એપ્લિકેશન:

- ટ્રાફિક સ્પીડ મોનિટરિંગ
- સ્પોર્ટ્સ રડાર ગન
- બર્ગલર એલાર્મ
- ઓટોમેટિક ડોર ઓપનર
- હાર્ટ રેટ મોનિટરિંગ

હાઇબ્રિડ સિસ્ટમ:

પલ્સ ડોપ્લર રડાર:

- બંનેના ફાયદા કોમ્બાઇન કરે છે
- રેન્જ અને વેલોસિટી માપન
- વધારે જટિલતા પરંતુ વધુ સારું પર્ફોર્મન્સ

FM-CW રડાર:

- ફ્રીક્વન્સી મોડ્યુલેટેડ કન્ટિન્યુઅસ વેવ
- રેન્જ ક્ષમતા CW સિસ્ટમમાં ઉમેરાય છે
- ઓટોમોટિવ રડાર એપ્લિકેશનમાં વપરાય છે

સિલેક્શન ક્રાઇટેરિયા:

જરૂરિયાત	પલ્સ પસંદ કરો	CW ડોપ્લર પસંદ કરો
રેન્જ માપન જરૂરી	✓	✗
હાઇ વેલોસિટી એક્ચ્યુરેસી	✗	✓
લાંબી રેન્જ ઓપરેશન	✓	✗
લો કોસ્ટ જરૂરિયાત	✗	✓
પોર્ટબલ એપ્લિકેશન	✗	✓
વેધર રડાર	✓	✗

લવિષ્યના ટ્રેન્ડ:

- ડિજિટલ સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ બંને પ્રકારને સુધારે છે
- સોફ્ટવેર-ડિફાઇન્ડ રડાર લવચીકતા આપે છે
- MIMO ટેકનિક પર્ફોર્મન્સ વધારે છે
- અન્ય સેન્સર સાથે ઇન્ટીગ્રેશન

યાદાશત સૂત્ર: "પલ્સ પોઝિશન આપે, CW કન્ટિન્યુઅસ-વેલોસિટી આપે"