

પ્રિન્સિપલ ઓફ ઇલેક્ટ્રોનિક કમ્યુનિકેશન (4331104) - સમર 2025 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

May 17, 2025

પ્રશ્ન 1 [a ગુણ]

3 એનાલોગ સિગ્નલ અને ડિજિટલ સિગ્નલની સરખામણી કરો.

જવાબ

જવાબ:

પેરામીટર	એનાલોગ સિગ્નલ	ડિજિટલ સિગ્નલ
પ્રકૃતિ	સતત તરંગરૂપ	અલગ અલગ વેલ્યુ (0 અને 1)
એમ્પ્લિટ્યુડ	અનંત વિવિધતાઓ	નિશ્ચિત અલગ સ્તરો
નોઇઝ ઇફેક્ટ	વધુ સંવેદનશીલ	ઓછી સંવેદનશીલ
બેન્ડવિડ્થ	ઓછી બેન્ડવિડ્થ જરૂરી	વધુ બેન્ડવિડ્થ જરૂરી
સિક્યુરિટી	ઓછી સુરક્ષિત	વધુ સુરક્ષિત

- સિગ્નલ પ્રકાર: એનાલોગ સિગ્નલ સતત હોય છે, ડિજિટલ સિગ્નલ અલગ અલગ હોય છે.
- નોઇઝ રેઝિસ્ટન્સ: ડિજિટલ સિગ્નલમાં નોઇઝ સામે વધુ પ્રતિકાર હોય છે.

મેમરી ટ્રીક

"ABCD - Analog Bad for noise, Continuous; Digital Discrete, Clean signals"

પ્રશ્ન 1 [b ગુણ]

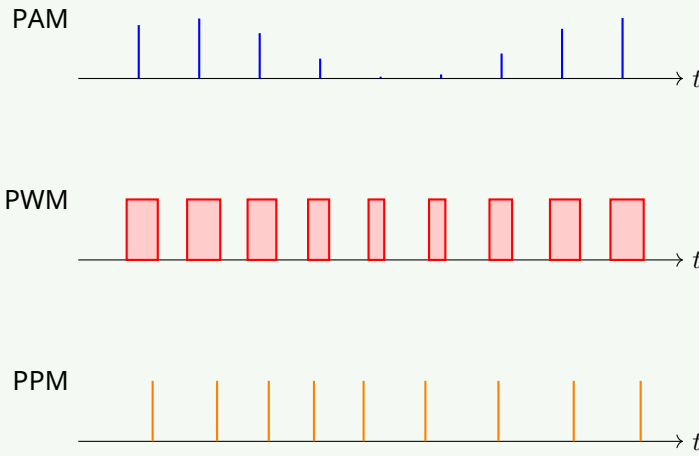
4 PAM, PWM અને PPM ની સરખામણી કરો.

જવાબ

જવાબ:

પેરામીટર	PAM	PWM	PPM
પૂર્ણ નામ	Pulse Amplitude Modulation	Pulse Width Modulation	Pulse Position Modulation
મોડ્યુલેટેડ પેરામીટર	એમ્પ્લિટ્યુડ	પહોળાઈ/અવધિ	સ્થાન/સમય
નોઇઝ ઇમ્યુનિટી	ખરાબ	સારી	ઉત્તમ
બેન્ડવિડ્થ	લઘુત્તમ	મધ્યમ	મહત્તમ
પાવર કન્ઝમ્પશન	વધુ	મધ્યમ	ઓછી

ડાયાગ્રામ:



- મોડ્યુલેશન પેરામીટર: દરેક પ્રકાર પલ્સની અલગ લાક્ષણિકતાઓ મોડ્યુલેટ કરે છે.
- એપ્લિકેશન: PWM મોટર કંટ્રોલમાં, PPM રેડિયો કંટ્રોલ સિસ્ટમમાં વપરાય છે.

મેમરી ટ્રીક

"PAM-Amplitude, PWM-Width, PPM-Position - AWP"

પ્રશ્ન 1 [c ગુણ]

7 મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત વિગતવાર સમજાવો. જો કેરિયર સિગ્નલની આવૃત્તિ 1 MHz હોય તો એન્ટેનાની ઊંચાઈની ગણતરી કરો.

જવાબ

જવાબ:
મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત:

કારણ	સમજૂતી
એન્ટેના સાઇઝ રિડક્શન	વ્યવહારિક એન્ટેના માપ શક્ય બનાવે છે
ફ્રીક્વન્સી ટ્રાન્સલેશન	સિગ્નલને યોગ્ય આવૃત્તિ રેન્જમાં ખસેડે છે
મલ્ટિપ્લેક્સિંગ	એક જ માધ્યમ પર અનેક સિગ્નલ મંજૂરી આપે છે
નોઇઝ રિડક્શન	સિગ્નલ-ટુ-નોઇઝ રેશિયો સુધારે છે
પાવર એફિશિયન્સી	વધુ સારી પાવર વિનિયોગ

એન્ટેના ઊંચાઈની ગણતરી:

કાર્યક્ષમ રેડિએશન માટે, એન્ટેના ઊંચાઈ = $\lambda/4$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1 \times 10^6} = 300 \text{ મીટર}$$

$$\text{એન્ટેના ઊંચાઈ} = \frac{\lambda}{4} = \frac{300}{4} = 75 \text{ મીટર}$$

- પ્રેક્ટિકલ એન્ટેના: મોડ્યુલેશન વગર, એન્ટેના અવ્યવહારિક રીતે મોટો હોત.
- ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટિંગ: વધુ સારી પ્રોપેગેશન લાક્ષણિકતાઓ માટે મંજૂરી આપે છે.

મેમરી ટ્રીક

"AFMNP - Antenna, Frequency, Multiplexing, Noise, Power"

પ્રશ્ન 1 [c ગુણ]

7 EM વેવ સ્પેક્ટ્રમના ફ્રીક્વન્સી બેન્ડ તેના એપ્લિકેશન ડોમેન સાથે લખો. ELF બેન્ડની તરંગલંબાઈની ગણતરી કરો.

જવાબ

જવાબ:

બેન્ડ	આવૃત્તિ રેન્જ	તરંગલંબાઈ	એપ્લિકેશન
ELF	30-300 Hz	$10^6 - 10^7$ m	સબમરીન કમ્યુનિકેશન
VLF	3-30 kHz	$10^4 - 10^5$ m	નેવિગેશન, ટાઇમ સિગ્નલ
LF	30-300 kHz	$10^3 - 10^4$ m	AM બ્રોડકાસ્ટિંગ
MF	300 kHz-3 MHz	100-1000 m	AM રેડિયો
HF	3-30 MHz	10-100 m	શોર્ટ વેવ રેડિયો

ELF તરંગલંબાઈની ગણતરી:

- નીચી આવૃત્તિ: $f_1 = 30$ Hz, $\lambda_1 = c/f_1 = (3 \times 10^8)/30 = 10^7$ મીટર
- ઉચ્ચી આવૃત્તિ: $f_2 = 300$ Hz, $\lambda_2 = c/f_2 = (3 \times 10^8)/300 = 10^6$ મીટર

ELF તરંગલંબાઈ રેન્જ: 10^6 થી 10^7 મીટર

- એપ્લિકેશન ડોમેન: દરેક બેન્ડ ચોક્કસ એપ્લિકેશન માટે યોગ્ય છે.
- પ્રોપેગેશન: નીચી આવૃત્તિઓમાં વધુ સારી ગ્રાઉન્ડ વેવ પ્રોપેગેશન હોય છે.

મેમરી ટ્રીક

"Every Valuable Learning Makes Happiness - ELF to HF bands"

પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 AM અને FM ની સરખામણી કરો.

જવાબ

જવાબ:

પેરામીટર	AM	FM
મોડ્યુલેટેડ પેરામીટર	એમ્પ્લિટ્યુડ	આવૃત્તિ
બેન્ડવિડ્થ	$2f_m$	$2(\Delta f + f_m)$
નોઇઝ ઇમ્યુનિટી	ખરાબ	સારી
પાવર એફિશિયન્સી	ઓછી (33.33%)	વધુ
સર્કિટ કોમ્પ્લેક્સિટી	સરળ	જટિલ

- બેન્ડવિડ્થ: FM ને AM કરતાં ઘણી વધુ બેન્ડવિડ્થ જરૂરી છે.
- કવોલિટી: FM વધુ સારી ઓડિયો કવોલિટી પૂરી પાડે છે.

મેમરી ટ્રીક

"AM-Amplitude સરળ, FM-Frequency જટિલ પણ વધુ સારી કવોલિટી"

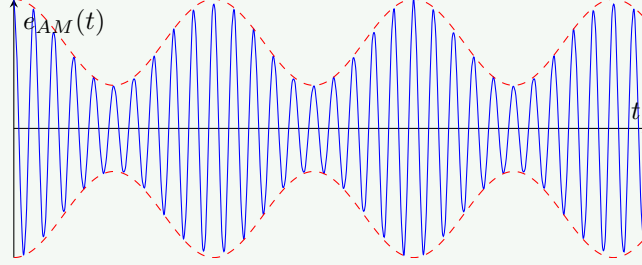
પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેટેડ વેવનું વેવફોર્મ દોરો.

જવાબ

જવાબ:

ડાયાગ્રામ:



લાક્ષણિકતાઓ:

- એન્વેલોપ: એન્વેલોપ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલને અનુસરે છે.
- કેરિયર ફ્રીક્વન્સી: સમગ્ર સમય દરમિયાન સ્થિર રહે છે.
- એમ્પ્લિટ્યુડ વેરિએશન: એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ સાથે બદલાય છે.

મેમરી ટ્રીક

"Envelope Follows Message - EFM"

પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશનની વ્યાખ્યા આપો અને ડબલ સાઇડબેન્ડ ફુલ કેરિયર (DSBFC) એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશન (AM) સિગ્નલ માટે ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ મેળવો.

જવાબ

જવાબ:

વ્યાખ્યા: એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશન એ પ્રક્રિયા છે જેમાં કેરિયર સિગ્નલનું એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલના તાત્કાલિક એમ્પ્લિટ્યુડ અનુસાર બદલાય છે.

ગાણિતિક વ્યુત્પત્તિ:

કેરિયર સિગ્નલ: $e_c(t) = E_c \cos(\omega_c t)$

મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ: $e_m(t) = E_m \cos(\omega_m t)$

AM સિગ્નલ અભિવ્યક્તિ:

$$e_{AM}(t) = [E_c + E_m \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$$

$$e_{AM}(t) = E_c \cos(\omega_c t) + E_m \cos(\omega_m t) \cos(\omega_c t)$$

ત્રિકોણમિતિય સૂત્રનો ઉપયોગ:

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2} [\cos(A + B) + \cos(A - B)]$$

અંતિમ AM અભિવ્યક્તિ:

$$e_{AM}(t) = E_c \cos(\omega_c t) + \frac{E_m}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t + \frac{E_m}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t$$

ઘટકો:

- કેરિયર કોમ્પોનન્ટ: $E_c \cos(\omega_c t)$
- અપર સાઇડબેન્ડ: $\frac{E_m}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t$
- લોઅર સાઇડબેન્ડ: $\frac{E_m}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t$

મેમરી ટ્રીક

"Carrier Plus Upper Lower Sidebands - CPULS"

પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 પ્રી-એમ્ફેસિસ અને ડી-એમ્ફેસિસની સરખામણી કરો.

જવાબ

જવાબ:

પેરામીટર	પ્રી-એમ્ફેસિસ	ડી-એમ્ફેસિસ
સ્થાન	ટ્રાન્સમિટર પર	રીસીવર પર
કાર્ય	ઉચ્ચ આવૃત્તિઓ વધારે છે	ઉચ્ચ આવૃત્તિઓ ઘટાડે છે
ફ્રીક્વન્સી રિસ્પોન્સ	હાઇ પાસ લાક્ષણિકતા	લો પાસ લાક્ષણિકતા
હેતુ	S/N રેશિયો સુધારે છે	મૂળ સિગ્નલ પુનઃસ્થાપિત કરે છે
ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ	75 μ S (FM બ્રોડકાસ્ટિંગ)	75 μ S (FM બ્રોડકાસ્ટિંગ)

- નોઇઝ રિડક્શન: સંયુક્ત અસર મળેલ સિગ્નલમાં નોઇઝ ઘટાડે છે.
- ફ્રીક્વન્સી રિસ્પોન્સ: પૂરક લાક્ષણિકતાઓ.

મેમરી ટ્રીક

"Pre-Boost, De-Cut - Noise Reduction Circuit"

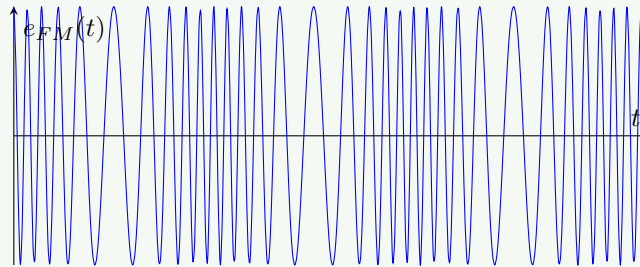
પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 ફ્રીક્વન્સી મોડ્યુલેટેડ વેવનું વેવફોર્મ દોરો.

જવાબ

જવાબ:

ડાયાગ્રામ:



લાક્ષણિકતાઓ:

- કોન્સ્ટન્ટ એમ્પ્લિટ્યુડ: એમ્પ્લિટ્યુડ સ્થિર રહે છે.
- ફ્રીક્વન્સી વેરિએશન: આવૃત્તિ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ સાથે બદલાય છે.
- ફેઝ કોન્ટિન્યુઇટી: ફેઝ સતત રહે છે.

મેમરી ટ્રીક

"Constant Amplitude, Variable Frequency - CAVF"

પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 ફ્રીક્વન્સી મોડ્યુલેશનની વ્યાખ્યા આપો અને FM તરંગ માટે ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ મેળવો.

જવાબ

જવાબ:

વ્યાખ્યા: ફ્રીક્વન્સી મોડ્યુલેશન એ પ્રક્રિયા છે જેમાં કેરિયર સિગ્નલની આવૃત્તિ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલના તાત્કાલિક એમ્પ્લિટ્યુડ અનુસાર બદલાય છે.

ગાણિતિક વ્યુત્પત્તિ:

મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ: $e_m(t) = E_m \cos(\omega_m t)$ તાત્કાલિક આવૃત્તિ: $f_i = f_c + k_f E_m \cos(\omega_m t)$ જ્યાં k_f = આવૃત્તિ સંવેદનશીલતા

તાત્કાલિક કોણીય આવૃત્તિ:

$$\omega_i = 2\pi[f_c + k_f E_m \cos(\omega_m t)]$$

$$\omega_i = \omega_c + 2\pi k_f E_m \cos(\omega_m t)$$

ફેઝ ગણતરી:

$$\theta(t) = \int \omega_i dt = \omega_c t + \frac{2\pi k_f E_m}{\omega_m} \sin(\omega_m t)$$

મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: $m_f = \frac{2\pi k_f E_m}{\omega_m} = \frac{\Delta f}{f_m}$

અંતિમ FM અભિવ્યક્તિ:

$$e_{FM}(t) = E_c \cos[\omega_c t + m_f \sin(\omega_m t)]$$

પેરામીટર:

- મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: $m_f = \Delta f / f_m$
- ફ્રીક્વન્સી ડેવિએશન: $\Delta f = k_f E_m$
- બેન્ડવિડ્થ: $BW = 2(\Delta f + f_m)$ (કાર્સનનો નિયમ)

મેમરી ટ્રીક

"Frequency Varies with Message - FVM"

પ્રશ્ન 3 [a ગુણ]

3 FM ડિમોડ્યુલેશનની સ્લોપ ડિટેક્શન પદ્ધતિનું વર્ણન કરો.

જવાબ

જવાબ:

સ્લોપ ડિટેક્શન સિદ્ધાંત:

**કાર્યપદ્ધતિ:**

- ટ્યુન્ડ સર્કિટ: આવૃત્તિ ફેરફારોને એમ્પ્લિટ્યુડ ફેરફારોમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
- સ્લોપ ઓપરેશન: રેઝોનન્સ કર્વના સ્લોપનો ઉપયોગ કરે છે.
- એન્વેલોપ ડિટેક્શન: એમ્પ્લિટ્યુડ ફેરફારો કાઢે છે.

લાક્ષણિકતાઓ:

- સિમ્પલ સર્કિટ: અમલમાં મૂકવા સરળ.
- લિનિયર રેન્જ: મર્યાદિત લિનિયર રેન્જ.
- આઉટપુટ ડિસ્ટોર્શન: અન્ય પદ્ધતિઓ કરતાં વધુ વિકૃતિ.

મેમરી ટ્રીક

"Slope Converts Frequency to Amplitude - SCFA"

પ્રશ્ન ૩ [b ગુણ]

૪ રેડિયો રીસીવરની વિવિધ લાક્ષણિકતાઓ સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

લાક્ષણિકતા	વ્યાખ્યા	મહત્વ
સેન્સિટિવિટી	સંતોષકારક આઉટપુટ માટે લઘુત્તમ ઇનપુટ સિગ્નલ	વધુ સારી નબળી સિગ્નલ રિસેપ્શન
સિલેક્ટિવિટી	ઇચ્છિત સિગ્નલ પસંદ કરવાની અને અન્યને નકારવાની ક્ષમતા	દખલગીરી ઘટાડે છે
ફિડેલિટી	પુનરુત્પાદનની વફાદારી	વધુ સારી ઓડિયો ક્વોલિટી
ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી રિજેક્શન	ઇમેજ આવૃત્તિનો અસ્વીકાર	ખોટા સિગ્નલ અટકાવે છે

ગાણિતિક સંબંધો:

- સેન્સિટિવિટી: સ્ટાન્ડર્ડ આઉટપુટ માટે μV માં માપવામાં આવે છે.
- સિલેક્ટિવિટી: $Q = f_0 / BW$.
- ઇમેજ રિજેક્શન રેશિયો: $IRR = \sqrt{1 + Q^2 \rho^2}$.

મેમરી ટ્રીક

"Sensitive Selective Faithful Image-free - SSFI"

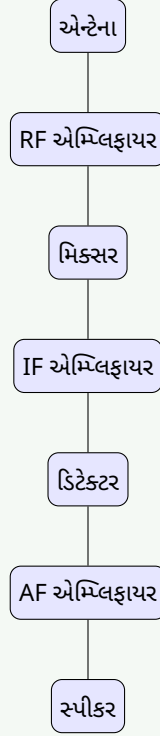
પ્રશ્ન 3 [c ગુણ]

7 યોગ્ય બ્લોક ડાયાગ્રામ સાથે સુપર હેટરોડાઇન રીસીવર પર ટૂંકી નોંધ લખો.

જવાબ

જવાબ:

બ્લોક ડાયાગ્રામ:



કાર્યસિદ્ધાંત:

- **આરએફ એમ્પ્લિફાયર:** પ્રાપ્ત RF સિગ્નલને એમ્પ્લિફાઇ કરે છે.
- **મિક્સર:** RF ને નિશ્ચિત IF આવૃત્તિમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
- **લોકલ ઓસિલેટર:** મિક્સિંગ આવૃત્તિ પૂરી પાડે છે.
- **આઇએફ એમ્પ્લિફાયર:** નિશ્ચિત આવૃત્તિ પર મુખ્ય એમ્પ્લિફિકેશન.
- **ડિટેક્ટર:** મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ પુનઃપ્રાપ્ત કરે છે.
- **એજીસી:** સ્થિર આઉટપુટ સ્તર જાળવે છે.

ફાયદા:

- **હાઇ સેન્સિટિવિટી:** TRF કરતાં વધુ સારી સંવેદનશીલતા.
- **ગુડ સિલેક્ટિવિટી:** વધુ સારી પસંદગીકારકતા.
- **સ્ટેબલ ગેઇન:** સ્થિર ગેઇન લાક્ષણિકતાઓ.

IF આવૃત્તિ પસંદગી:

સ્ટાન્ડર્ડ IF: AM માટે 455 kHz, FM માટે 10.7 MHz.

મેમરી ટ્રીક

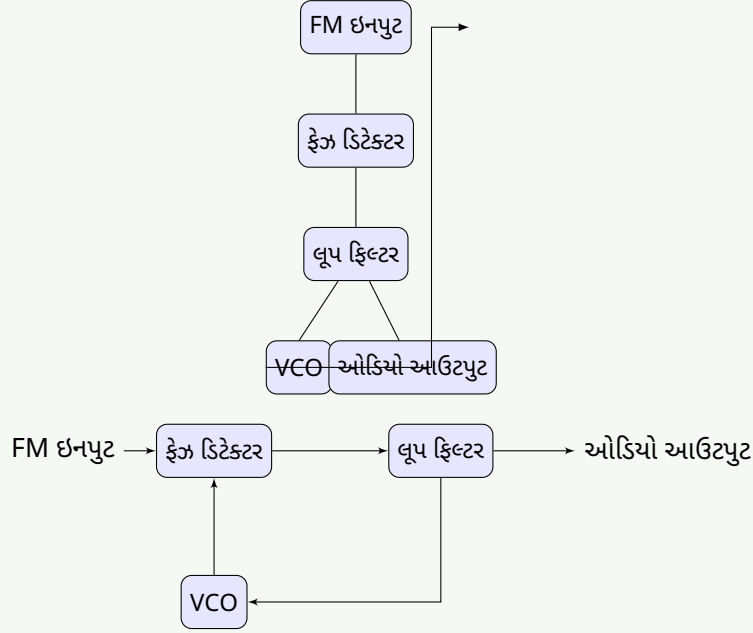
"Mix RF to IF for Better Selectivity - MRIBS"

પ્રશ્ન 3 [a ગુણ]

3 ફેઝ લોકડ લૂપનો ઉપયોગ કરીને FM ડિમોડ્યુલેટરનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:
PLL FM ડિમોડ્યુલેટર:



કાર્યસિદ્ધાંત:

- ફેઝ ડિટેક્ટર: ઇનપુટ FM ને VCO આઉટપુટ સાથે સરખાવે છે.
- વીસીઓ: વોલ્ટેજ કંટ્રોલ્ડ ઓસિલેટર ઇનપુટ આવૃત્તિને ટ્રેક કરે છે.
- લૂપ ફિલ્ટર: ઉચ્ચ આવૃત્તિ ઘટકો દૂર કરે છે.
- લોક કન્ડિશન: VCO આવૃત્તિ ઇનપુટ આવૃત્તિ સમાન થાય છે.

ફાયદા:

- લીનિયર ડિમોડ્યુલેશન: ઉત્તમ રેખીયતા.
- લો ડિસ્ટોર્શન: લઘુત્તમ વિકૃતિ.
- ગુડ ટ્રેકિંગ: ઉત્તમ આવૃત્તિ ટ્રેકિંગ.

મેમરી ટ્રીક

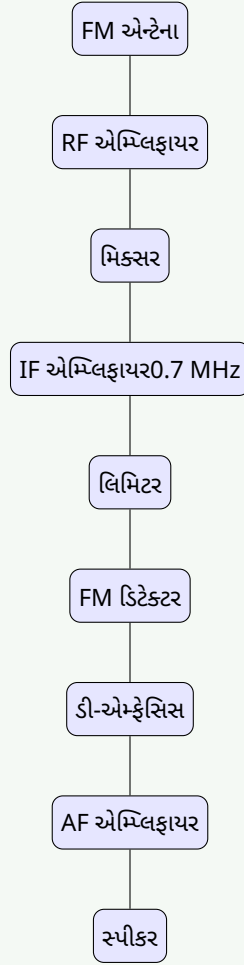
"Phase Lock Tracks Frequency - PLTF"

પ્રશ્ન 3 [b ગુણ]

4 મૂળભૂત FM રીસીવરના બ્લોક ડાયાગ્રામની ચર્ચા કરો.

જવાબ

જવાબ:
FM રીસીવર બ્લોક ડાયાગ્રામ:



બ્લોક કાર્યો:

- આરએફ એમ્પ્લિફાયર: નબળા FM સિગ્નલને એમ્પ્લિફાઇ કરે છે (88-108 MHz).
- મિક્સર: IF આવૃત્તિમાં રૂપાંતરિત કરે છે (10.7 MHz).
- લિમિટર: એમ્પ્લિટ્યુડ ફેરફારો દૂર કરે છે.
- એફએમ ડિટેક્ટર: ઓડિયો સિગ્નલ પુનઃપ્રાપ્ત કરે છે.
- ડી-એમ્ફેસિસ: મૂળ આવૃત્તિ પ્રતિસાદ પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

AM રીસીવરથી મુખ્ય તફાવતો:

- હાયર આઇએફ: 455 kHz બદલે 10.7 MHz.
- લિમિટર સ્ટેજ: વધારાનો લિમિટર સ્ટેજ.
- ડી-એમ્ફેસિસ: પ્રી/ડી-એમ્ફેસિસ નેટવર્ક.

મેમરી ટ્રીક

"FM needs Higher IF and Limiting - FHIL"

પ્રશ્ન ૩ [c ગુણ]

7 યોગ્ય સર્કિટ ડાયાગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને એન્વેલોપ ડિટેક્ટર પર ટૂંકી નોંધ લખો.

કાર્યસિદ્ધાંત: