

ઇલેક્ટ્રોનિક કમ્યુનિકેશનના સિદ્ધાંતો (4331104) - ગ્રીષ્મ 2023 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

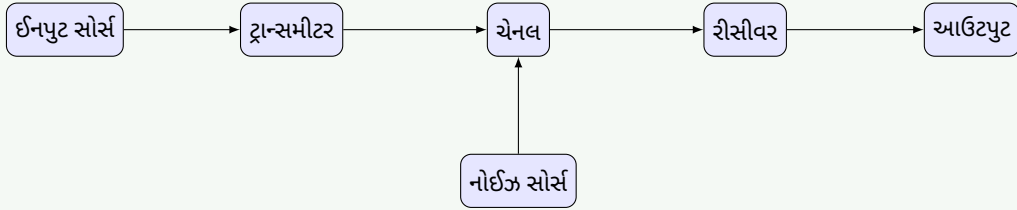
July 25, 2023

પ્રશ્ન 1 [a ગુણ]

3 સંચાર પ્રણાલી નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

સંચાર પ્રણાલી (Communication System) નો બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 1. સંચાર પ્રણાલી નો બ્લોક ડાયાગ્રામ

- ઇનપુટ સોર્સ: સંદેશ સિગ્નલ જે સોર્સમાંથી ઉદ્ભવે છે (જેમ કે અવાજ, ચિત્ર, ડેટા).
- ટ્રાન્સમીટર: સંદેશને ટ્રાન્સમિશન માટે યોગ્ય સ્વરૂપમાં રૂપાંતરિત કરે છે (મોડ્યુલેશન, એમ્પ્લીફિકેશન).
- ચેનલ: માધ્યમ જેના દ્વારા સિગ્નલ મુસાફરી કરે છે (જેમ કે વાયર, ફાઈબર, મુક્ત અવકાશ).
- રીસીવર: પ્રાપ્ત થયેલ સિગ્નલમાંથી મૂળ સંદેશ કાઢે છે (ડીમોડ્યુલેશન, એમ્પ્લીફિકેશન).
- આઉટપુટ: ગંતવ્ય પર પહોંચ્યાડવામાં આવેલ સંદેશ.
- નોઈઝ સોર્સ: અનિચ્છનીય સિગ્નલો જે સંચારમાં દખલ કરે છે અને વિકૃતિ (distortion) ઉમેરે છે.

મેમરી ટ્રીક

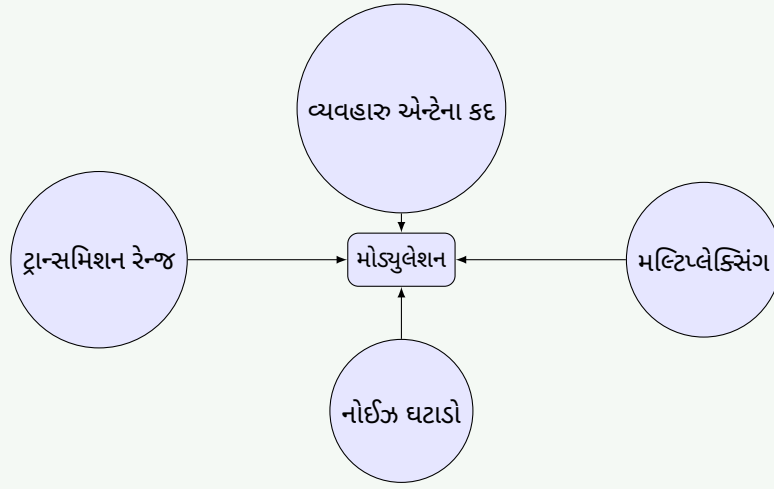
"I Transmit Clearly Receiving Original Messages"

પ્રશ્ન 1 [b ગુણ]

4 મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત સમજાવો. મોડ્યુલેશનના ફાયદા જણાવો.

જવાબ

મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત:



મોડ્યુલેશનના ફાયદા:

1. એન્ટેનાનું કદ ઘટે છે:

- એન્ટેનાની ઊંચાઈ $h = \lambda/4 = c/4f$.
- ઓડિયો ફ્રીક્વન્સી (નીચી f) માટે, h અસાધારણ રીતે મોટું (km) હોય છે.
- મોડ્યુલેશન સિગ્નલને ઉચ્ચ f પર શિફ્ટ કરે છે, જેથી એન્ટેનાનું કદ મીટરમાં ઘટી જાય છે.

2. મલ્ટિપ્લેક્સિંગ શક્ય બને છે:

- એક જ ચેનલ દ્વારા એક સાથે અનેક સિગ્નલો મોકલી શકાય છે, દરેકને અલગ કેરિયર ફ્રીક્વન્સી આપીને.

3. રેન્જ વધે છે:

- લો ફ્રીક્વન્સી બેઝબેન્ડ સિગ્નલો ઉચ્ચ એટેન્યુએશન (attenuation) નો સામનો કરે છે.
- મોડ્યુલેટેડ હાઈ ફ્રીક્વન્સી સિગ્નલો ઓછા એટેન્યુએશન સાથે વધુ દૂર સુધી જઈ શકે છે.

4. નોઈઝ ઘટે છે:

- મોડ્યુલેશન તકનીકો (જેમ કે FM, PCM) બેઝબેન્ડ ટ્રાન્સમિશનની સરખામણીમાં નોઈઝ સામે વધુ સારી સુરક્ષા આપે છે, જેથી SNR સુધરે છે.

મેમરી ટ્રીક

"Antennas Need Modulation For Reaching Anywhere with Noise Immunity"

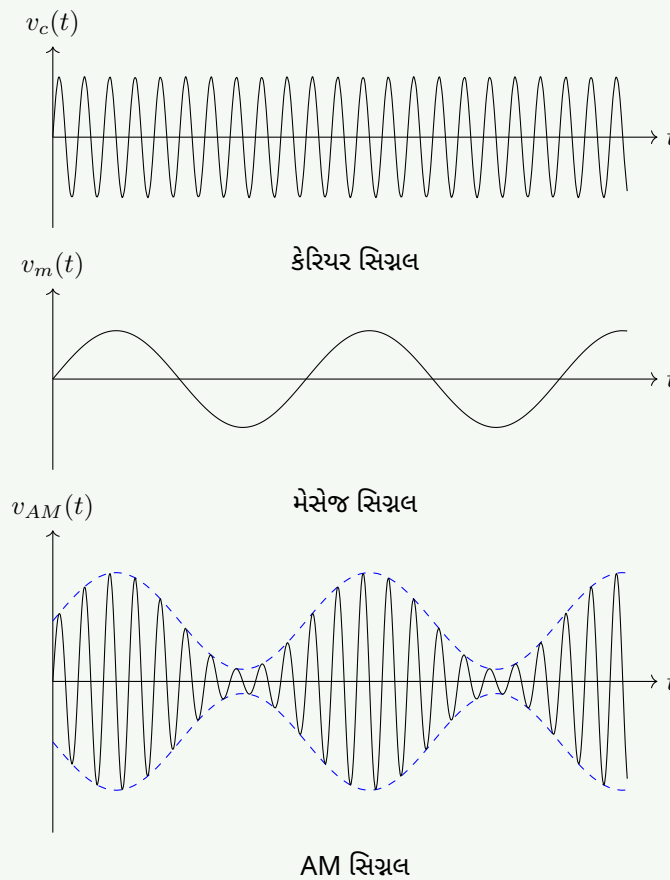
પ્રશ્ન 1 [C ગુણ]

7 મોડ્યુલેશનને વ્યાખ્યાયિત કરો. વેવફોર્મ સાથે એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેશન સમજાવો અને મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ માટે વોલ્ટેજ સમીકરણ તારવો.

જવાબ

મોડ્યુલેશન: હાઈ-ફ્રીક્વન્સી કેરિયર સિગ્નલના મૂળભૂત પેરામીટર (એમ્પ્લીટ્યુડ, ફ્રીક્વન્સી, અથવા ફેઝ) ને લો-ફ્રીક્વન્સી મેસેજ સિગ્નલના તત્કાલીન મૂલ્યના પ્રમાણમાં બદલવાની પ્રક્રિયા.

એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ:



આકૃતિ 2. એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ્સ

AM વોલ્ટેજ સમીકરણની તારવણી:

1. ધારો કે કેરિયર સિગ્નલનું તત્કાલીન મૂલ્ય છે:

$$v_c(t) = V_c \sin(\omega_c t)$$

2. ધારો કે મોડ્યુલેટિંગ (મેસેજ) સિગ્નલનું તત્કાલીન મૂલ્ય છે:

$$v_m(t) = V_m \sin(\omega_m t)$$

3. AM માં, કેરિયરનું એમ્પ્લીટ્યુડ V_c મેસેજ સિગ્નલ $v_m(t)$ મુજબ બદલાય છે. મોડ્યુલેટેડ વેવ $A(t)$ નું તત્કાલીન એમ્પ્લીટ્યુડ બને છે:

$$A(t) = V_c + v_m(t) = V_c + V_m \sin(\omega_m t)$$

$$A(t) = V_c \left[1 + \frac{V_m}{V_c} \sin(\omega_m t) \right]$$

4. વ્યાખ્યાયિત કરો મોડ્યુલેશન ઈન્ડેક્સ (μ):

$$\mu = \frac{V_m}{V_c}$$

તેથી, $A(t) = V_c [1 + \mu \sin(\omega_m t)]$

5. AM વેવ $v_{AM}(t)$ નું તત્કાલીન મૂલ્ય છે:

$$v_{AM}(t) = A(t) \sin(\omega_c t)$$

6. $A(t)$ ની કિંમત મુકતા:

$$v_{AM}(t) = V_c [1 + \mu \sin(\omega_m t)] \sin(\omega_c t)$$

આ AM સિગ્નલનું પ્રમાણભૂત સમીકરણ છે.

મેમરી ટ્રીક

“Amplitude Modulation Makes Carrier Value Change”

પ્રશ્ન 1 [c ગુણ]

7 અથવા: નોઈઝ વ્યાખ્યાયિત કરો. નોઈઝનું વર્ગીકરણ આપો અને કોઈપણ ત્રણ આંતરિક નોઈઝના કારણો સમજાવો.

જવાબ

નોઈઝ (Noise): અનિચ્છનીય વિદ્યુત સિગ્નલો જે ઇચ્છિત સંચાર સિગ્નલોના ટ્રાન્સમિશન અને પ્રોસેસિંગમાં દખલ કરે છે, જેના કારણે વિકૃતિ, ભૂલો અથવા માહિતીનું નુકસાન થાય છે.

નોઈઝનું વર્ગીકરણ:

બાહ્ય નોઈઝ (External Noise)	આંતરિક નોઈઝ (Internal Noise)
વાતાવરણીય નોઈઝ (Atmospheric)	થર્મલ (જહોન્સન) નોઈઝ
બહારની દુનિયાના (સૌર/કોસ્મિક) નોઈઝ	શોટ નોઈઝ (Shot Noise)
ઔદ્યોગિક (માનવસર્જિત) નોઈઝ	ટ્રાન્ઝિસ્ટ-ટાઈમ નોઈઝ
	ફ્લિકર (1/f) નોઈઝ
	પાર્ટીશન નોઈઝ

કોષ્ટક 1. નોઈઝનું વર્ગીકરણ

આંતરિક નોઈઝના કારણો:

1. થર્મલ (જહોન્સન) નોઈઝ:

- કારણ: વાહક અથવા અવરોધકની અંદર મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની રેન્ડમ થર્મલ ગતિ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે.
- લક્ષણ: તે તમામ પ્રતિરોધક ઘટકોમાં હાજર છે અને નિરપેક્ષ તાપમાન (T) અને બેન્ડવિડ્થ (B) ના સમપ્રમાણમાં છે.
- પાવર $P_n = kTB$.

2. શોટ નોઈઝ (Shot Noise):

- કારણ: ચાર્જ કેરિયર્સ (ઇલેક્ટ્રોન/હોલ્સ) ની અલગ (discrete) પ્રકૃતિમાંથી ઉદ્ભવે છે. તે સંભવિત અવરોધને પાર કરતા કેરિયર્સના આગમન દરમાં રેન્ડમ વધઘટને કારણે થાય છે (ઉદાહરણ તરીકે, PN જંકશનમાં).
- લક્ષણ: તે ડાયોડ અને ટ્રાન્ઝિસ્ટર જેવા સક્રિય ઉપકરણોમાં હાજર છે. તે ઉપકરણમાંથી વહેતા ડીસી પ્રવાહના સમપ્રમાણમાં છે.

3. ફ્લિકર નોઈઝ (1/f Noise):

- કારણ: સેમિકન્ડક્ટર સામગ્રીમાં સપાટીની ખામીઓ, દૂષણ અને અશુદ્ધિઓને કારણે કેરિયર ઘનતામાં ફેરફારને કારણે થાય છે.
- લક્ષણ: તેની પાવર સ્પેક્ટ્રલ ઘનતા ફ્રીક્વન્સી ($1/f$) ના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે, જે તેને ઓછી ફ્રીક્વન્સી (થોડા kHz થી નીચે) પર નોંધપાત્ર બનાવે છે.

મેમરી ટ્રીક

“This Shooting Flicker Is Noisy Everywhere”

પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 વ્યાખ્યાયિત કરો (1) AM માટે મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ (2) નોઈઝ ફિગર (3) ડિજિટલ મોડ્યુલેશન

જવાબ

1. AM માટે મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ (μ):

- મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ (V_m) ના પીક એમ્પ્લીટ્યુડ અને કેરિયર સિગ્નલ (V_c) ના પીક એમ્પ્લીટ્યુડના ગુણોત્તર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.
- સૂત્ર: $\mu = \frac{V_m}{V_c}$
- વ્યવહારુ શ્રેણી: $0 \leq \mu \leq 1$ ઓવરમોડ્યુલેશન ડિસ્ટોર્શન ટાળવા માટે.

2. નોઈઝ ફિગર (NF):

- મેરિટનો આંકડો જે દર્શાવે છે કે ઉપકરણ (જેમ કે એમ્પ્લીફાયર) સિગ્નલમાં કેટલો નોઈઝ ઉમેરે છે.
- ઇનપુટ સિગ્નલ-ટુ-નોઈઝ રેશિયો (SNR) અને આઉટપુટ સિગ્નલ-ટુ-નોઈઝ રેશિયોના ગુણોત્તર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.
- સૂત્ર: $NF = \frac{(SNR)_{input}}{(SNR)_{output}}$
- આદર્શ રીતે $NF = 1$ (અથવા 0 dB) નોઈઝ-ફ્રી ઉપકરણ માટે. વ્યવહારમાં હંમેશા ≥ 1 .

3. ડિજિટલ મોડ્યુલેશન:

- એક એવી તકનીક જ્યાં ડિજિટલ ડેટા (બાઈનરી 0s અને 1s) નો ઉપયોગ ટ્રાન્સમિશન માટે એનાલોગ કેરિયર સિગ્નલના પરિમાણો (એમ્પ્લીટ્યુડ, ફ્રીક્વન્સી અથવા ફેઝ) ને મોડ્યુલેટ કરવા માટે થાય છે.
- ઉદાહરણો: ASK (એમ્પ્લીટ્યુડ શિફ્ટ કીંગ), FSK (ફ્રીક્વન્સી શિફ્ટ કીંગ), PSK (ફેઝ શિફ્ટ કીંગ).

મેમરી ટ્રીક

“Modulation Measures, Noise Numbers, Digital Data”

પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 કેરિયર પાવર અને મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સને જ્ઞાનમાં લઈને એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ માટે કુલ ટ્રાન્સમિટ થયેલ પાવરનું સમીકરણ તારવો.

જવાબ

AM માં કુલ પાવરની તારવણી:

- AM વેવ માટેનું સમીકરણ છે:

$$v_{AM}(t) = V_c \sin(\omega_c t) + \frac{\mu V_c}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t - \frac{\mu V_c}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t$$

તેમાં કેરિયર કમ્પોનન્ટ અને બે સાઇડબેન્ડ કમ્પોનન્ટ્સ (LSB અને USB) નો સમાવેશ થાય છે.

- પાવર $P = \frac{V_{rms}^2}{R}$ દ્વારા આપવામાં આવે છે. લોડ રેઝિસ્ટન્સ R ધારી રહ્યા છીએ:
- કેરિયર પાવર (P_c): પીક વોલ્ટેજ V_c છે, તેથી $V_{rms} = \frac{V_c}{\sqrt{2}}$.

$$P_c = \frac{(V_c/\sqrt{2})^2}{R} = \frac{V_c^2}{2R}$$

- સાઇડબેન્ડ પાવર: LSB અને USB બંનેમાં પીક એમ્પ્લીટ્યુડ $\frac{\mu V_c}{2}$ છે.

$$V_{sb_rms} = \frac{\mu V_c}{2\sqrt{2}}$$

અપર સાઇડબેન્ડમાં પાવર (P_{USB}) = લોઅર સાઇડબેન્ડમાં પાવર (P_{LSB}):

$$P_{SB} = \frac{(\frac{\mu V_c}{2\sqrt{2}})^2}{R} = \frac{\mu^2 V_c^2}{8R}$$

- સાઇડબેન્ડ પાવર સમીકરણમાં $P_c = \frac{V_c^2}{2R}$ મુકતા:

$$P_{SB} = P_c \cdot \frac{\mu^2}{4}$$

- કુલ પાવર (P_T):

$$P_T = P_c + P_{USB} + P_{LSB}$$

$$P_T = P_c + P_c \frac{\mu^2}{4} + P_c \frac{\mu^2}{4}$$

$$P_T = P_c + P_c \frac{\mu^2}{2}$$

$$P_T = P_c \left(1 + \frac{\mu^2}{2} \right)$$

મેમરી ટ્રીક

“Power Total = Power Carrier (1 + $\mu^2/2$)”

પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 ડબલ સાઇડબેન્ડ સપ્રેસડ કેરિયર એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેશનનો મૂળભૂત સિદ્ધાંત સમજાવો. તેનું વોલ્ટેજ સમીકરણ તારવો અને ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને માત્ર બેલેન્ડ મોડ્યુલેટર સર્કિટ દોરો.

જવાબ

ડબલ સાઇડબેન્ડ સપ્રેસડ કેરિયર (DSBSC) સિદ્ધાંત:

- પ્રમાણભૂત AM માં, કેરિયર કુલ પાવરના આશરે 67% વાપરે છે પરંતુ તેમાં કોઈ માહિતી હોતી નથી.
- DSBSC કેરિયરને દબાવી દે છે (suppresses) અને માત્ર બે સાઇડબેન્ડ્સ (USB અને LSB) ટ્રાન્સમિટ કરે છે, જેમાં વાસ્તવિક માહિતી હોય છે.
- ફાયદો: પાવર કાર્યક્ષમતા સુધારે છે અને માહિતી પાવરના વોટ દીઠ બેન્ડવિડ્થ પણ ઘટાડે છે? ના, બેન્ડવિડ્થ સરખી રહે છે, ફક્ત પાવર બચે છે.
- ગેરફાયદો: રીસીવર પર જટિલ કોહેરન્ટ ડિટેક્શનની જરૂર પડે છે.

વોલ્ટેજ સમીકરણ તારવણી:

1. કેરિયર $c(t) = V_c \sin(\omega_c t)$ અને મેસેજ $m(t) = V_m \sin(\omega_m t)$ ધ્યાનમાં લો.

2. DSBSC એ કેરિયર અને મેસેજ સિગ્નલોનું ગુણાકાર છે:

$$v_{DSBSC}(t) = m(t) \cdot c(t)$$

$$v_{DSBSC}(t) = [V_m \sin(\omega_m t)] \cdot [V_c \sin(\omega_c t)]$$

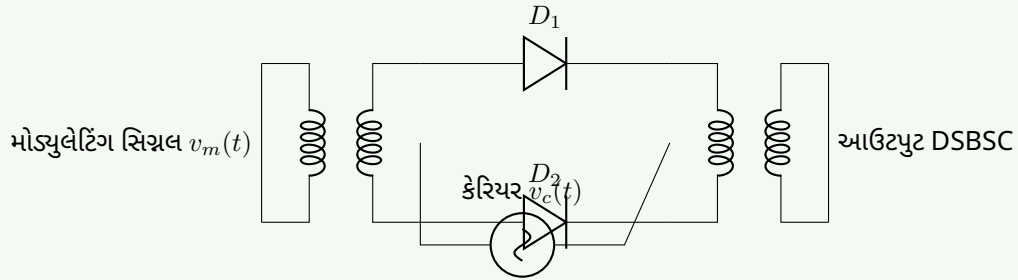
$$v_{DSBSC}(t) = V_m V_c \sin(\omega_m t) \sin(\omega_c t)$$

3. ત્રિકોણમિતિ ઓળખનો ઉપયોગ કરતા: $2 \sin A \sin B = \cos(A - B) - \cos(A + B)$:

$$v_{DSBSC}(t) = \frac{V_m V_c}{2} [\cos(\omega_c - \omega_m)t - \cos(\omega_c + \omega_m)t]$$

4. આ સમીકરણ બે ઘટકો (LSB અને USB) દર્શાવે છે અને ω_c પર કોઈ કેરિયર ઘટક નથી.

ઓસિલેટીંગ ડાયોડ્સનો ઉપયોગ કરીને બેલેન્ડ મોડ્યુલેટર સર્કિટ:



આકૃતિ 3. રિંગ મોડ્યુલેટર / ડાયોડ્સનો ઉપયોગ કરીને બેલેન્ડ મોડ્યુલેટર

મેમરી ટ્રીક

“Delete Carrier, Save Bandwidth, Combine Signals”

પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 અથવા: ફક્ત વ્યાખ્યાયિત કરો, રેડિયો રીસીવરના સંદર્ભમાં (1) સંવેદનશીલતા (Sensitivity) (2) સિલેક્ટિવિટી (Selectivity) (3) ફિડેલિટી (Fidelity)

જવાબ

1. સંવેદનશીલતા (Sensitivity):

- રેડિયો રીસીવરની નબળા સિગ્નલો લેવાની અને તેમને ઉપયોગી સ્તર સુધી એમ્પ્લીફાય કરવાની ક્ષમતા.
- માઈક્રોવોલ્ટ (μV) માં માપવામાં આવે છે. નીચું મૂલ્ય એટલે સારી સંવેદનશીલતા (દા.ત., $1 \mu V$ રીસીવર $10 \mu V$ કરતા વધુ સંવેદનશીલ છે).

2. સિલેક્ટિવિટી (Selectivity):

- અન્ય તમામ નજીકના અનિચ્છનીય સિગ્નલોને નકારી કાઢીને ઇચ્છિત ફ્રીક્વન્સી સિગ્નલ પસંદ કરવાની રીસીવરની ક્ષમતા.
- ટ્યુન કરેલ સર્કિટના ક્વોલિટી ફેક્ટર (Q) અને બેન્ડવિડ્થ દ્વારા નક્કી થાય છે. સાંકડી બેન્ડવિડ્થ ઉચ્ચ પસંદગી સૂચવે છે.

3. ફિડેલિટી (Fidelity):

- આઉટપુટમાં વિકૃતિ વિના મૂળ મેસેજ સિગ્નલના તમામ ફ્રીક્વન્સી ઘટકોને પુનઃઉત્પાદિત કરવાની રીસીવરની ક્ષમતા.
- હાઈ ફિડેલિટી (Hi-Fi) એટલે સંપૂર્ણ ઓડિયો રેન્જનું ચોક્કસ પુનઃઉત્પાદન.

મેમરી ટ્રીક

"Sensitive Selection Faithfully"

પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 અથવા: એક AM સિગ્નલનો કેરિયર પાવર 1 KW છે અને દરેક સાઇડબેન્ડમાં 200 વોટ છે. મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ શોધો.

જવાબ

આપેલ:

- કેરિયર પાવર (P_c) = 1 KW = 1000 W
- દરેક સાઇડબેન્ડમાં પાવર (P_{SB}) = 200 W (આનો અર્થ સામાન્ય રીતે એક સાઇડબેન્ડમાં પાવર થાય છે)

શોધવાનું છે:

- મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ (μ)

ઉકેલ:

- કુલ સાઇડબેન્ડ પાવર (P_{TSB}) એ USB અને LSB બંનેમાં પાવરનો સરવાળો છે.

$$P_{TSB} = P_{USB} + P_{LSB} = 2 \times P_{SB}$$

$$P_{TSB} = 2 \times 200 = 400 \text{ W}$$

- સાઇડબેન્ડ પાવર અને કેરિયર પાવર વચ્ચેનું સૂત્ર:

$$P_{TSB} = P_c \cdot \frac{\mu^2}{2}$$

વૈકલ્પિક રીતે, સિંગલ સાઇડબેન્ડ સૂત્રનો ઉપયોગ કરીને: $P_{SB} = P_c \cdot \frac{\mu^2}{4}$.

- કિંમતો મુકતા:

$$400 = 1000 \cdot \frac{\mu^2}{2}$$

- μ^2 માટે ઉકેલો:

$$\frac{\mu^2}{2} = \frac{400}{1000} = 0.4$$

$$\mu^2 = 0.4 \times 2 = 0.8$$

- μ માટે ઉકેલો:

$$\mu = \sqrt{0.8} \approx 0.8944$$

જવાબ: મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ આશરે 0.89 અથવા 89.4% છે.

પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 અથવા: ઓછામાં ઓછા સાત પરિમાણો/પાસાઓને ધ્યાનમાં લઈને એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેશનની ફ્રીક્વન્સી મોડ્યુલેશન સાથે સરખામણી કરો.

જવાબ

પરિમાણ	એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેશન (AM)	ફ્રીક્વન્સી મોડ્યુલેશન (FM)
1. વ્યાખ્યા	કેરિયરનું એમ્પ્લીટ્યુડ મેસેજ એમ્પ્લીટ્યુડ સાથે બદલાય છે.	કેરિયરની ફ્રીક્વન્સી મેસેજ એમ્પ્લીટ્યુડ સાથે બદલાય છે.
2. મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ	$\mu = V_m/V_c$ (શ્રેણી 0 થી 1).	$\beta = \Delta f/f_m$ (સામાન્ય રીતે > 1).
3. બેન્ડવિડ્થ	ઓછી: $BW = 2f_m$.	વધુ: $BW = 2(f_m + \Delta f)$ (કાર્સનનો નિયમ).
4. નોઈઝ ઇમ્યુનિટી	નબળી. નોઈઝ સીધી એમ્પ્લીટ્યુડ પર અસર કરે છે.	ઉત્તમ. એમ્પ્લીટ્યુડ ભિન્નતા ક્લિપ કરવામાં આવે છે; ફ્રીક્વન્સી માહિતી વહન કરે છે.
5. પાવર કાર્યક્ષમતા	નબળી. કેરિયર 67% જેટલો પાવર વાપરે છે.	સારી. પાવર અચળ અને કાર્યક્ષમ છે.
6. જટિલતા	સરળ ટ્રાન્સમીટર અને રીસીવર.	જટિલ ટ્રાન્સમીટર અને રીસીવર (PLL, ડિક્રિમિનેટર્સનો ઉપયોગ કરે છે).
7. ફિડેલિટી (ગુણવત્તા)	મધ્યમ ક્ષમતા.	હાઈ ફિડેલિટી (Hi-Fi), સારી સાઉન્ડ ગુણવત્તા.
8. એપ્લિકેશન	LW/MW/SW બ્રોડકાસ્ટિંગ, વિડિયો ટ્રાન્સમિશન.	FM રેડિયો બ્રોડકાસ્ટિંગ, ટીવી ઓડિયો, સેટેલાઈટ.

કોષ્ટક 2. AM અને FM ની સરખામણી

પ્રશ્ન 3 [a ગુણ]

3 અથવા: નીચેના જણાવો. (1) જો મોડ્યુલેટિંગ ફ્રીક્વન્સી 5 KHz હોય તો મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલની બેન્ડવિડ્થ. (2) રેડિયોમાં પસંદ કરેલ સ્ટેશન ફ્રીક્વન્સી 1000 KHz હોય તો ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી (3) જો બેઝબેન્ડ સિગ્નલ ફ્રીક્વન્સી 10 KHz હોય તો સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી.

જવાબ

- 5 kHz મોડ્યુલેટિંગ ફ્રીક્વન્સી સાથે AM ની બેન્ડવિડ્થ:
 - $f_m = 5 \text{ kHz}$
 - $BW = 2f_m = 2 \times 5 \text{ kHz} = 10 \text{ kHz}$
- 1000 kHz સ્ટેશન માટે ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી:
 - સિગ્નલ ફ્રીક્વન્સી $f_s = 1000 \text{ kHz}$
 - પ્રમાણભૂત ઇન્ટરમીડિયેટ ફ્રીક્વન્સી $f_{IF} = 455 \text{ kHz}$
 - ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી $f_{im} = f_s + 2f_{IF}$
 - $f_{im} = 1000 + 2(455) = 1000 + 910 = 1910 \text{ kHz}$
- 10 kHz બેઝબેન્ડ માટે સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી:
 - મહત્તમ ફ્રીક્વન્સી $f_{max} = 10 \text{ kHz}$
 - નાઈક્વિસ્ટ માપદંડ મુજબ, સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી $f_s \geq 2f_{max}$
 - $f_s \geq 2 \times 10 \text{ kHz} = 20 \text{ kHz}$
 - તેથી, લઘુત્તમ આવશ્યક સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી 20 kHz છે.

મેમરી ટ્રીક

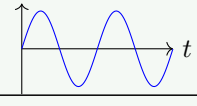
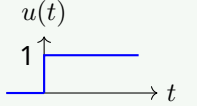
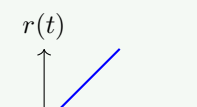
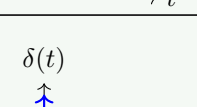
“Bandwidth Doubles, Image Adds Twice-IF, Sampling Needs Twice-Frequency”

પ્રશ્ન 3 [b ગુણ]

4 અથવા: નીચેના સિગ્નલ દોરો અને તેનું ગાણિતિક સમીકરણ જણાવો. (1) સાર્ઈન વેવ (2) યુનિટ સ્ટેપ સિગ્નલ (3) રેમ્પ સિગ્નલ (4) ઇમ્પલ્સ સિગ્નલ.

જવાબ

સિગ્નલ રજૂઆત:

સિગ્નલ નામ	ગાણિતિક સમીકરણ	વેવફોર્મ
1. સાઈન વેવ	$f(t) = A \sin(\omega t + \phi)$	
2. યુનિટ સ્ટેપ સિગ્નલ	$u(t) = \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$	
3. રેમ્પ સિગ્નલ	$r(t) = \begin{cases} t & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$	
4. ઇમ્પલ્સ સિગ્નલ	$\delta(t) = \begin{cases} \infty & t = 0 \\ 0 & t \neq 0 \end{cases}$	

મેમરી ટ્રીક

"Sine Oscillates, Step Jumps, Ramp Climbs, Impulse Spikes"

પ્રશ્ન 3 [c ગુણ]

7 અથવા: પ્રિ-એમ્ફ્રેસીસ અને ડી-એમ્ફ્રેસીસ સર્કિટ તેની જરૂરિયાત અને લાક્ષણિક ગ્રાફ સાથે દોરો અને સમજાવો. તેમજ FM રીસીવરની AM રીસીવર સાથે વિગતે સરખામણી કરો.

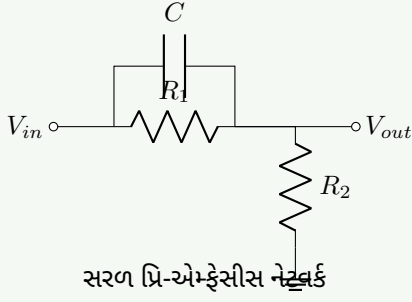
જવાબ

પ્રિ-એમ્ફ્રેસીસ અને ડી-એમ્ફ્રેસીસ:

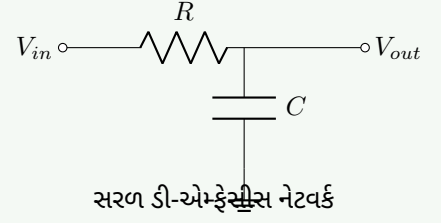
- જરૂરિયાત: FM માં, મેસેજ સિગ્નલના ઉચ્ચ-આવર્તન (high-frequency) ઘટકો લો-ફ્રીક્વન્સી ઘટકોની સરખામણીમાં નીચો મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ ધરાવે છે, જે તેમને નોઈઝ માટે વધુ સંવેદનશીલ બનાવે છે (કારણ કે FM ડિમોડ્યુલેટર આઉટપુટમાં ફ્રીક્વન્સી સાથે નોઈઝ પાવર ડેન્સિટી વધે છે).
- ઉકેલ: અમે ટ્રાન્સમીટર પર કૃત્રિમ રીતે ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સીને બૂસ્ટ (એમ્પ્લીફાઇ) કરીએ છીએ (પ્રિ-એમ્ફ્રેસીસ) અને SNR સુધારવા માટે રીસીવર પર તેને અનુરૂપ ઘટાડીએ છીએ (ડી-એમ્ફ્રેસીસ).

સર્કિટ:

પ્રિ-એમ્ફીસીસ (ટ્રાન્સમીટર)

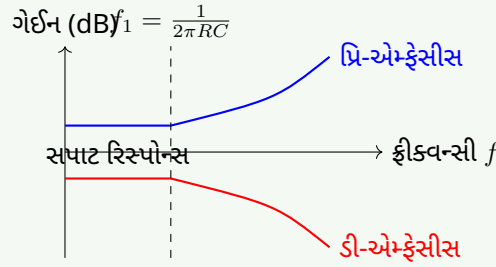


ડી-એમ્ફીસીસ (રીસીવર)



આકૃતિ 4. પ્રિ-એમ્ફીસીસ અને ડી-એમ્ફીસીસ સર્કિટ

લાક્ષણિક ગ્રાફ:



FM અને AM રીસીવર વચ્ચે તુલના:

પરિમાણ	AM રીસીવર	FM રીસીવર
1. ઓપરેટિંગ ફ્રીક્વન્સી	MF/HF રેન્જ (535-1605 kHz)	VHF રેન્જ (88-108 MHz)
2. IF ફ્રીક્વન્સી	455 kHz	10.7 MHz
3. બેન્ડવિડ્થ	10 kHz	200 kHz
4. ડિમોડ્યુલેશન	એન્વેલોપ ડિટેક્ટર	ડિસ્ક્રિમિનેટર / રેશિયો ડિટેક્ટર
5. એમ્પ્લીટ્યુડ લિમિટર	જરૂરી નથી	એમ્પ્લીટ્યુડ નોર્મલ દૂર કરવા જરૂરી
6. પ્રિ/ડી-એમ્ફીસીસ	વપરાતું નથી	SNR સુધારવા માટે વપરાય છે
7. ઓડિયો ક્વોલિટી	મધ્યમ, મોનો	હાઈ ફિડેલિટી, ઘણીવાર સ્ટીરિયો

મેમરી ટ્રીક

“Pre Boosts Highs, De Cuts Them; FM Filters Noise Better Than AM”

પ્રશ્ન 4 [a ગુણ]

3 રેડિયો રીસીવર માટે ઈમેજ આવૃત્તિ નેવ્યાખ્યાયિત કરો અને યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે તેને સમજાવો.

જવાબ

ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી: એક અનિચ્છનીય ઇનપુટ ફ્રીક્વન્સી જે લોકલ ઓસિલેટર (LO) ફ્રીક્વન્સીથી ઇચ્છિત સિગ્નલ ફ્રીક્વન્સી જેટલી જ સમાન અંતરે સ્થિત છે, જે LO સાથે મિક્સ થતાં તે જ ઇન્ટરમીડિયેટ ફ્રીક્વન્સી (IF) ઉત્પન્ન કરે છે.

ઉદાહરણ સાથે સમજૂતી:

- ધારો કે ઇચ્છિત સ્ટેશન ફ્રીક્વન્સી $f_s = 1000 \text{ kHz}$.
- પ્રમાણભૂત IF $f_{IF} = 455 \text{ kHz}$.
- લોકલ ઓસિલેટર ફ્રીક્વન્સી (હાઈ સાઈડ ઇન્જેક્શન) $f_{LO} = f_s + f_{IF} = 1000 + 455 = 1455 \text{ kHz}$.
- મિક્સર તફાવત ફ્રીક્વન્સી ઉત્પન્ન કરે છે: $|f_{LO} - f_{in}| = f_{IF}$.

- કેસ 1: $f_{in} = f_s = 1000 \text{ kHz} \Rightarrow |1455 - 1000| = 455 \text{ kHz}$ (ઇચ્છિત).
 - કેસ 2: $f_{in} = f_{si}$ (ઇમેજ) $= f_s + 2f_{IF} = 1000 + 2(455) = 1910 \text{ kHz}$.
 - તપાસો: $|1455 - 1910| = |-455| = 455 \text{ kHz}$.
 - આમ, જો 1910 kHz પર કોઈ સ્ટેશન અસ્તિત્વમાં હોય, તો તે 1000 kHz સ્ટેશન સાથે દખલ કરશે.
- સમીકરણ: $f_{si} = f_s + 2f_{IF}$

મેમરી ટ્રીક

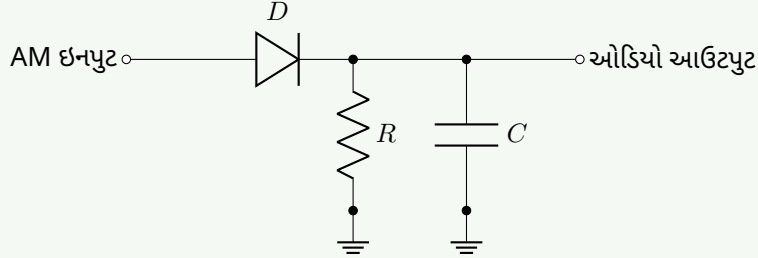
"Image In radio Is Interfering 2IF away"

પ્રશ્ન 4 [b ગુણ]

4 એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલના ડિમોડ્યુલેશન માટે એન્વેલોપ ડિટેક્ટર ની સર્કિટ દોરો અને તેને સમજાવો.

જવાબ

એન્વેલોપ ડિટેક્ટર સર્કિટ:



આકૃતિ 5. સરળ ડાયોડ એન્વેલોપ ડિટેક્ટર

કાર્યપદ્ધતિ:

1. રેક્ટિફિકેશન: AM ઇનપુટના પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન, ડાયોડ D ફોરવર્ડ બાયસ બને છે અને કેપેસિટર C ને ઇનપુટ વોલ્ટેજના પીક મૂલ્ય સુધી ચાર્જ કરે છે.
2. ડિસ્ચાર્જિંગ: જેમ ઇનપુટ વોલ્ટેજ પીકથી નીચે આવે છે, ડાયોડ રિવર્સ બાયસ બને છે. કેપેસિટર રેઝિસ્ટર R દ્વારા ધીમે ધીમે ડિસ્ચાર્જ થાય છે.
3. એન્વેલોપ ટ્રેકિંગ: જો RC ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ યોગ્ય રીતે પસંદ કરવામાં આવે, તો કેપેસિટર વોલ્ટેજ AM વેવના એન્વેલોપ (જે મેસેજ સિગ્નલનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે) ને અનુસરે છે, નહીં કે ઉચ્ચ-આવર્તન RF કેરિયર ભિન્નતાઓને.
4. ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ પસંદગી: ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ $\tau = RC$ એ સંતોષવું જોઈએ:

$$\frac{1}{f_c} \ll RC \ll \frac{1}{f_m}$$

આ સુનિશ્ચિત કરે છે કે તે કેરિયર (f_c) ને ફિલ્ટર કરે છે પરંતુ મેસેજ (f_m) ને જાળવી રાખે છે.

મેમરી ટ્રીક

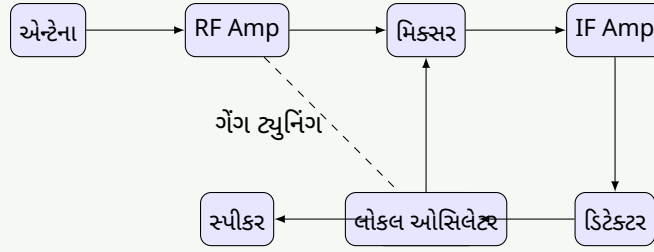
"Diode Rectifies, RC Smooths Envelope"

પ્રશ્ન 4 [c ગુણ]

7 એએમ રેડિયો રીસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોક/સ્ટેજ ની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

સુપરહેટરોડાઇન AM રીસીવર બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 6. સુપરહેટરોડાઇન AM રીસીવર

દરેક બ્લોકનાં કાર્યો:

- **RF એમ્પ્લીફાયર:** ઇચ્છિત સ્ટેશન ફ્રીક્વન્સી (f_s) પસંદ કરે છે અને અન્યને નકારે છે. સિગ્નલ-ટુ-નોઇઝ રેશિયો સુધારે છે.
- **લોકલ ઓસિલેટર:** એક ઉચ્ચ-આવર્તન સાઇન વેવ (f_{LO}) જનરેટ કરે છે જેથી $f_{LO} = f_s + f_{IF}$. તે RF સ્ટેજના ટ્યુનિંગને ટ્રેક કરે છે.
- **મિક્સર:** હેટરોડાઇનિંગ (બીટ ફ્રીક્વન્સી) ના સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરીને ઇન્ટરમીડિયેટ ફ્રીક્વન્સી ($f_{IF} = 455 \text{ KHz}$) ઉત્પન્ન કરવા માટે f_s અને f_{LO} ને મિક્સ કરે છે.
- **IF એમ્પ્લીફાયર:** 455 KHz પર ફિક્સ કરેલ હાઇ-ગેઇન ટ્યુન એમ્પ્લીફાયર. તે રીસીવરનો મોટાભાગનો ગેઇન અને સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે.
- **ડિટેક્ટર:** મૂળ ઓડિયો મેસેજ સિગ્નલ પુનઃપ્રાપ્ત કરવા માટે સતત-IF AM સિગ્નલને ડિમોડ્યુલેટ કરે છે. સામાન્ય રીતે AGC (ઓટોમેટિક ગેઇન કંટ્રોલ) શામેલ છે.
- **AF એમ્પ્લીફાયર:** લાઉડસ્પીકર ચલાવવા માટે પૂરતા સ્તરે નબળા ઓડિયો સિગ્નલને એમ્પ્લીફાય કરે છે.
- **સ્પીકર:** ટ્રાન્સડ્યુસર જે વિદ્યુત ઓડિયો સિગ્નલોને ધ્વનિ તરંગોમાં રૂપાંતરિત કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

“Radio Mixing Intermediate Detected Audio For Speaker”

પ્રશ્ન 4 [a ગુણ]

3 અથવા: સિગ્નલના સેમ્પલિંગ લેવા માટેના નાઈક્વિસ્ટ માપદંડ જણાવો અને સમજાવો.

જવાબ

નાઈક્વિસ્ટ સેમ્પલિંગ પ્રમેય:

“સતત-સમયના સિગ્નલને તેના સેમ્પલ્સમાંથી સંપૂર્ણપણે પુનઃનિર્માણ કરી શકાય છે જો અને માત્ર જો સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી (f_s) સિગ્નલમાં હાજર મહત્તમ ફ્રીક્વન્સી ઘટક (f_{max}) કરતા બમણી અથવા તેનાથી વધુ હોય.”

ગાણિતિક શરત:

$$f_s \geq 2f_{max}$$

સમજૂતી:

- **નાઈક્વિસ્ટ રેટ:** લઘુત્તમ આવશ્યક સેમ્પલિંગ રેટ, જે $2f_{max}$ છે.
- **એલિયાસિંગ:** જો $f_s < 2f_{max}$ હોય, તો ઉચ્ચ-આવર્તન ઘટકો ઓછી-આવર્તન સ્પેક્ટ્રમમાં “ફોલ્ડ ઓવર” થાય છે, જે એલિયાસિંગ તરીકે ઓળખાતી વિકૃતિનું કારણ બને છે. મૂળ સિગ્નલ પુનઃપ્રાપ્ત કરી શકાતું નથી.
- **ગાર્ડ બેન્ડ:** વ્યવહારમાં, વ્યવહારુ એન્ટી-એલિયાસિંગ ફિલ્ટર્સ માટે f_s ને $2f_{max}$ કરતા થોડું વધારે પસંદ કરવામાં આવે છે (દા.ત., ઓડિયો માટે $f_s = 44.1 \text{ KHz}$ જ્યાં $f_{max} = 20 \text{ KHz}$ છે).

મેમરી ટ્રીક

“Sample at least Twice as Fast as Highest Frequency”

પ્રશ્ન 4 [b ગુણ]

4 અથવા: ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન માટે સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઈઝ સમજાવો.

જવાબ

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (DM) માં, એનાલોગ સિગ્નલને ફિક્સ સ્ટેપ સાઇઝ (δ) સાથે સીડી (staircase) ફંક્શન દ્વારા અંદાજવામાં આવે છે. બે પ્રકારની ક્વાન્ટાઇઝેશન ભૂલો થાય છે:

1. સ્લોપ ઓવરલોડ ડિસ્ટોર્શન:

- **કારણ:** જ્યારે એનાલોગ ઇનપુટ સિગ્નલ ખૂબ જ ઝડપથી બદલાય છે (વધે છે અથવા ઘટે છે), એટલે કે, તેનો ઢાળ (slope) ઉચ્ચ હોય છે ત્યારે થાય છે.
- **અસર:** સીડીનો અંદાજ ઇનપુટ સિગ્નલના તીવ્ર ઢાળ સાથે ગતિ જાળવી શકતો નથી કારણ કે સ્ટેપ સાઇઝ ખૂબ નાની છે અથવા સેમ્પલિંગ રેટ ખૂબ ઓછો છે.
- **ઉપાય:** સ્ટેપ સાઇઝ (δ) અથવા સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી (f_s) વધારો.

2. ગ્રેન્યુલર નોઈઝ:

- **કારણ:** જ્યારે એનાલોગ ઇનપુટ સિગ્નલ પ્રમાણમાં સપાટ હોય અથવા ખૂબ ધીમેથી બદલાતું હોય ત્યારે થાય છે.
- **અસર:** સ્ટેપ સાઇઝ δ દ્વારા સીડી આઉટપુટ સાચા સિગ્નલ લેવલ ઉપર અને નીચે ઓસીલેટ થાય છે, જે મૌન હોય ત્યારે પણ નોઈઝ જેવી ભિન્નતા બનાવે છે.
- **ઉપાય:** સ્ટેપ સાઇઝ (δ) ઘટાડો.

ટ્રેડ-ઓફ: સ્ટેપ સાઇઝ વધારવાથી સ્લોપ ઓવરલોડ ઠીક થાય છે પરંતુ ગ્રેન્યુલર નોઈઝ ખરાબ થાય છે, અને તેનાથી ઉલટું. **એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (ADM)** સ્ટેપ સાઇઝને ગતિશીલ રીતે બદલીને આ ઉકેલે છે.

મેમરી ટ્રીક

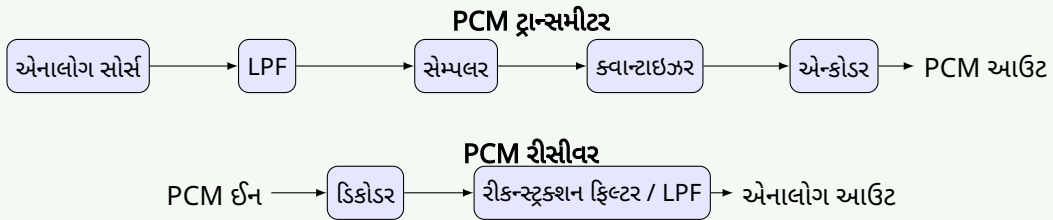
"Slopes Need Bigger Steps, Flats Need Smaller Steps"

પ્રશ્ન 4 [c ગુણ]

7 અથવા: પી.સી.એમ. ટ્રાન્સમિટર અને રીસીવરને દોરો અને વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

PCM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 7. પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશન (PCM) બ્લોક ડાયાગ્રામ

બ્લોક્સની સમજૂતી:

1. **લો પાસ ફિલ્ટર (એન્ટી-એલિયાસિંગ):** નાઈક્વિસ્ટ માપદંડ ($f_s \geq 2f_{max}$) ને ચુસ્તપણે સંતોષવા માટે ઇનપુટ સિગ્નલને f_{max} સુધી મર્યાદિત કરે છે.
2. **સેમ્પલર (સેમ્પલ અને હોલ્ડ):** ચોક્કસ સમયની ક્ષણોને ડિસ્ક્રીટ કરે છે. સતત-સમયના સિગ્નલને ડિસ્ક્રીટ-ટાઇમ PAM (પલ્સ એમ્પ્લીટ્યુડ મોડ્યુલેશન) પલ્સમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
3. **ક્વાન્ટાઇઝર:** એમ્પ્લીટ્યુડને ડિસ્ક્રીટ કરે છે. દરેક સેમ્પલ મૂલ્યને L લેવલના મર્યાદિત સેટમાંથી નજીકના પ્રમાણભૂત વોલ્ટેજ લેવલ પર અંદાજિત કરે છે. આ ક્વાન્ટાઇઝેશન નોઈઝ રજૂ કરે છે.
4. **એન્કોડર:** દરેક ક્વાન્ટાઇઝડ લેવલને અનન્ય n -બિટ બાઈનરી કોડ વર્ડમાં રૂપાંતરિત કરે છે (દા.ત., 01101).
5. **ડિકોડર:** રીસીવર પર બાઈનરી સ્ટ્રીમને પાછા ડિસ્ક્રીટ વોલ્ટેજ લેવલમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે વપરાય છે (DAC કામગીરી).
6. **રીકન્સ્ટ્રક્શન ફિલ્ટર:** લો-પાસ ફિલ્ટર જે મૂળ સતત એનાલોગ સિગ્નલ પુનઃપ્રાપ્ત કરવા માટે ડિકોડરના સીડી (staircase) આઉટપુટને સ્મૂથ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

“Sample, Quantize, Encode; Decode, Convert, Reconstruct”

પ્રશ્ન 5 [a ગુણ]

3 યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે બીટ, બીટનો દર અને બૌડ દરને વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

- **બિટ:** ડિજિટલ માહિતીનો મૂળભૂત એકમ, જે 0 અથવા 1 ની બાઈનરી સ્થિતિ દર્શાવે છે.
- **બિટ રેટ (R_b):** ડેટા ટ્રાન્સફરની ઝડપ, જે પ્રતિ સેકન્ડ ટ્રાન્સમિટ થતા બિટ્સની સંખ્યા તરીકે માપવામાં આવે છે.
- એકમ: bps (બિટ્સ પ્રતિ સેકન્ડ).
- ઉદાહરણ: જો સિસ્ટમ 1 સેકન્ડમાં '101' ટ્રાન્સમિટ કરે છે, તો $R_b = 3$ bps.
- **બૌડ રેટ:** પ્રતિ સેકન્ડ સિગ્નલ ફેરફારોનો દર (સિમ્બોલ દર).
- એકમ: Baud.
- સંબંધ: $R_b = \text{Baud Rate} \times \text{સિમ્બોલ દીઠ બિટ્સ}$.
- ઉદાહરણ: QPSK મોડ્યુલેશનમાં, દરેક સિમ્બોલ 2 બિટ્સ વહન કરે છે. જો બૌડ રેટ 1000 Baud હોય, તો બિટ રેટ 2000 bps છે.

મેમરી ટ્રીક

“Bits Build Data, Baud Brings Symbols”

પ્રશ્ન 5 [b ગુણ]

4 મલ્ટિપ્લેક્સિંગને વ્યાખ્યાયિત કરો. તેના પ્રકારો જણાવો. યોગ્ય આકૃતિ સાથે ફ્રીક્વન્સી ડીવીઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ સમજાવો.

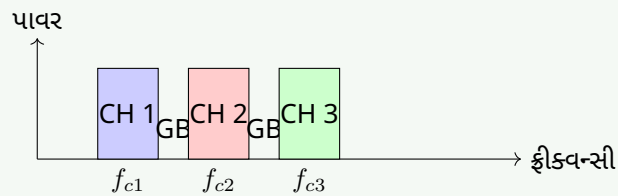
જવાબ

મલ્ટિપ્લેક્સિંગ: એક જ સંચાર ચેનલ પર દખલગીરી વિના એક સાથે અનેક મેસેજ સિગ્નલો ટ્રાન્સમિટ કરવાની પ્રક્રિયા.

પ્રકારો:

1. ફ્રીક્વન્સી ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (FDM) - એનાલોગ
2. ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (TDM) - ડિજિટલ/એનાલોગ
3. વેવલેન્થ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (WDM) - ઓપ્ટિકલ

ફ્રીક્વન્સી ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (FDM):



આકૃતિ 8. FDM સિસ્ટમનું સ્પેક્ટ્રમ

સમજૂતી:

- ચેનલની કુલ બેન્ડવિડ્થ નોન-ઓવરલેપિંગ ફ્રીક્વન્સી બેન્ડ્સમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે.
- દરેક યુઝર સિગ્નલ અલગ કેરિયર ફ્રીક્વન્સી (f_{c1}, f_{c2}, \dots) ને મોડ્યુલેટ કરે છે.
- **ગાર્ડ બેન્ડ્સ (GB)** એ ચેનલો વચ્ચે રાખવામાં આવતા બિનઉપયોગી ફ્રીક્વન્સી ગેપ છે જે ક્રોસટોક ઓવરલેપને અટકાવે છે.
- બધા સિગ્નલ એક સાથે ટ્રાન્સમિટ થાય છે.
- FM/AM રેડિયો બ્રોડકાસ્ટિંગ અને કેબલ ટીવીમાં વપરાય છે.

મેમરી ટ્રીક

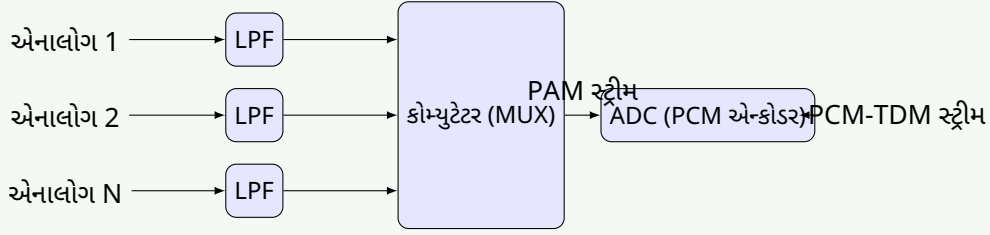
“Frequency Divides Multiple Signals Simultaneously”

પ્રશ્ન 5 [c ગુણ]

7 આકૃતિ સાથે મૂળભૂત PCM-TDM આકૃતિ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

PCM-TDM સિસ્ટમ: ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (TDM) નો ઉપયોગ ઘણીવાર એક જ લિંક પર અનેક ડિજિટાઇઝ્ડ વોઇસ/ડેટા ચેનલો ટ્રાન્સમિટ કરવા માટે પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશન (PCM) સાથે થાય છે.



આકૃતિ 9. PCM-TDM ટ્રાન્સમીટર બ્લોક ડાયાગ્રામ

ઓપરેશન:

1. **ઇનપુટ ફિલ્ટરિંગ:** દરેક એનાલોગ ઇનપુટને બેન્ડવિડ્થ મર્યાદિત કરવા માટે લો પાસ ફિલ્ટર (LPF) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
2. **કોમ્બ્યુટેશન (મલ્ટિપ્લેક્સિંગ):** ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વીચ (કોમ્બ્યુટેર) f_s સેમ્પલિંગ દરે દરેક ઇનપુટ સાથે ક્રમિક રીતે જોડાય છે. આ PAM પલ્સની ઇન્ટરલીવ્ડ ટ્રેન બનાવે છે.
3. **એન્કોડિંગ:** આ સિંગલ PAM સ્ટ્રીમ PCM એન્કોડર (ADC) ને આપવામાં આવે છે, જે દરેક પલ્સને ક્વાન્ટાઇઝ કરે છે અને n -બિટ ડિજિટલ કોડમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
4. **ટ્રાન્સમિશન:** પરિણામી હાઇ-સ્પીડ ડિજિટલ સ્ટ્રીમમાં પુનરાવર્તિત ફ્રેમ સ્ટ્રક્ચરમાં ચેનલ 1, પછી ચેનલ 2, વગેરેના બિટ્સ હોય છે.
5. **ફ્રેમ:** તમામ ઇનપુટ્સને સ્કેન કરવાનું એક પૂર્ણ ચક્ર TDM ફ્રેમ બનાવે છે. ફ્રેમની શરૂઆતને ઓળખવા માટે સામાન્ય રીતે સિંક્રનાઇઝેશન બિટ્સ ઉમેરવામાં આવે છે.

મેમરી ટ્રીક

“Pulse Code TDM: Sample, Quantize, Encode, Multiplex”

પ્રશ્ન 5 [a ગુણ]

3 અથવા: ટીડીએમના પ્રકારો જણાવો અને તેમાંથી કોઈપણ એકને સમજાવો.

જવાબ

TDM ના પ્રકારો:

1. સિંક્રોનસ TDM
2. એસિંક્રોનસ TDM (અથવા સ્ટેટિસ્ટિકલ TDM)

સિંક્રોનસ TDM:

- **ખ્યાલ:** દરેક ઇનપુટ સોર્સને દરેક ફ્રેમમાં એક ફિક્સ ટાઇમ સ્લોટ ફાળવવામાં આવે છે, પછી ભલે સોર્સ પાસે મોકલવા માટે ડેટા હોય કે ન હોય.
- **ઓપરેશન:** મલ્ટિપ્લેક્સર રાઉન્ડ-રોબિન રીતે ઇનપુટ્સને સ્કેન કરે છે. જો ઉપકરણ નિષ્ક્રિય હોય, તો તેનો ટાઇમ સ્લોટ ખાલી ટ્રાન્સમિટ થાય છે (બેન્ડવિડ્થનો બગાડ).
- **ફાયદો:** સરળ ડિઝાઇન, ડેટા ફ્રેગમેન્ટ્સ માટે એડ્રેસિંગ ઓવરહેડની જરૂર નથી (સ્થિતિ માલિક નક્કી કરે છે).
- **ગેરફાયદો:** જો ઘણા ઉપકરણો નિષ્ક્રિય હોય તો બિનકાર્યક્ષમ બેન્ડવિડ્થ વપરાશ.

મેમરી ટ્રીક

“Synchronous Slots Stay Steady”

પ્રશ્ન 5 [b ગુણ]

4 અથવા: ટીડીએમ (TDM) ને સમજાવો. તેના ફાયદા અને ગેરફાયદા પણ જણાવો.

જવાબ

ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (TDM): એક ડિજિટલ/એનાલોગ તકનીક જ્યાં બહુવિધ લો-સ્પીડ સિગ્નલો એક જ હાઇ-સ્પીડ ટ્રાન્સમિશન ચેનલ શેર કરવા માટે સમયસર ઇન્ટરલીન્ડ છે. સમય અક્ષ સ્લોટ્સમાં વહેંચાયેલું છે, અને દરેક વપરાશકર્તાને સમયના અપૂર્ણાંક માટે સંપૂર્ણ બેન્ડવિડ્થ મળે છે.

ફાયદા:

- ચેનલો વચ્ચે કોઈ ક્રોસટોક નથી (સમયમાં અલગ).
- ચેનલની સંપૂર્ણ બેન્ડવિડ્થનો ઉપયોગ કરે છે.
- સર્કિટરી ડિજિટલ, વિશ્વસનીય અને એકીકૃત કરવા માટે સરળ (VLSI) છે.
- લવચીક: બફરિંગ સાથે વિવિધ ડેટા દરો સંભાળી શકે છે.

ગેરફાયદા:

- ટ્રાન્સમીટર અને રીસીવર વચ્ચે કડક સિંક્રનાઇઝેશન ની જરૂર છે.
- કલોક રિકવરી અને ક્લેમિંગ સર્કિટમાં જટિલતા.
- સિંક્રોનસ TDM માં બેન્ડવિડ્થનો બગાડ જો ચેનલો નિષ્ક્રિય હોય.
- પ્રચાર વિલંબ (Propagation delay) ટાઇમિંગને અસર કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

“Time Divided Multiple signals Save costs But Need Precise timing”

પ્રશ્ન 5 [c ગુણ]

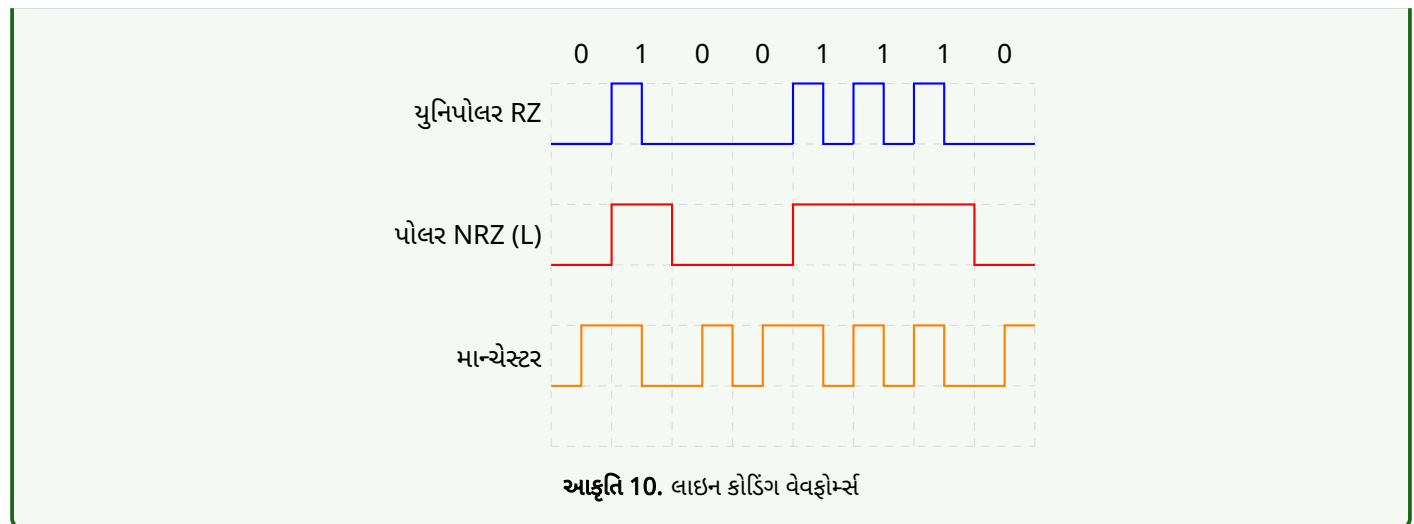
7 અથવા: લાઇન કોડિંગના ઇચ્છનીય ગુણધર્મો જણાવો. 8 બીટ ડિજિટલ ડેટા 01001110 માટે એકધ્રુવીય RZ, Polar NRZ, અને માન્ચેસ્ટર લાઇન કોડિંગ માટે સમય સંબંધમાં વેવફોર્મ દોરો.

જવાબ

લાઇન કોડિંગના ઇચ્છનીય ગુણધર્મો:

1. સેલ્ફ-સિંક્રનાઇઝેશન: કલોક રિકવરી માટે પૂરતા ટ્રાન્ઝિશન.
2. કોઈ DC ઘટક નહીં: AC કપલિંગ (ટ્રાન્સફોર્મર/કેપેસિટર) ની મંજૂરી આપવા માટે.
3. એરર ડિટેક્શન: બિટ ભૂલો શોધવાની ક્ષમતા.
4. બેન્ડવિડ્થ કાર્યક્ષમતા: ન્યૂનતમ ચેનલ બેન્ડવિડ્થનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.
5. ઓછો ક્રોસ-ટોક: ઘટેલી દખલગીરી.

ડેટા માટે લાઇન કોડિંગ વેવફોર્મ્સ: 0 1 0 0 1 1 1 0



મેમરી ટ્રીક

“Unipolar Rises then Zeros, Polar Never Returns, Manchester Always Transitions”