

Communication Engineering (1333201) - Winter 2024 Solution (Gujarati)

Milav Dabgar

May 19, 2024

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

મોડ્યુલેશન એટલે શું? તેની જરૂરિયાત શું છે?

જવાબ

મોડ્યુલેશન એ એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં હાઇ-ફ્રિક્વન્સી કેરિયર સિગ્નલની એક અથવા વધુ પ્રોપર્ટીઝને માહિતી ધરાવતા મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ સાથે બદલવામાં આવે છે.

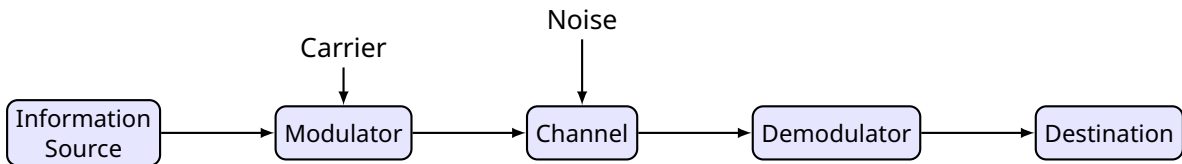
કોષ્ટક 1. મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત

કારણ	સમજૂતી
Antenna Size	એન્ટેના સાઇઝની જરૂરિયાત ઘટાડે છે ($\lambda = c/f$)
Multiplexing	અનેક સિગ્નલોને સ્પેક્ટ્રમ શેર કરવા દે છે
Range	ટ્રાન્સમિશન અંતર વધારે છે
Interference	નોઇઝ ઇન્ટરફેરન્સ ઘટાડે છે

- પ્રાયોગિક ટ્રાન્સમિશન: લો-ફ્રિક્વન્સી માહિતી સિગ્નલોને વાયરલેસ ટ્રાન્સમિશન માટે યોગ્ય બનાવે છે
- સિગ્નલ સેપરેશન: અલગ અલગ સિગ્નલોને એક સાથે ટ્રાન્સમિટ કરવા સક્ષમ બનાવે છે

મેમરી ટ્રીક

"RARE Messages: Range, Antenna, Reduce interference, Enable multiplexing"



આકૃતિ 1. કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ બ્લોક ડાયાગ્રામ

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

AM અને FM ની તુલના કરો.

જવાબ

કોષ્ટક 2. AM અને FM વચ્ચે તુલના

પેરામીટર	AM (Amplitude Modulation)	FM (Frequency Modulation)
Parameter varied	કેરિયરનું એમ્પ્લિટ્યુડ	કેરિયરની ફ્રિક્વન્સી
Bandwidth	સાંકડી ($2 \times f_m$)	પહોળી ($2 \times (m_f + 1)f_m$)
Noise immunity	નબળી	ઉત્કૃષ્ટ
Power efficiency	ઓછું કાર્યક્ષમ	વધુ કાર્યક્ષમ
Circuit complexity	સરળ	જટિલ
Quality	મધ્યમ	ઉચ્ચ
Applications	મીડિયમ વેવ બ્રોડકાસ્ટિંગ	હાઇ-ફ્રીક્વેન્સી બ્રોડકાસ્ટિંગ

મેમરી ટ્રીક

“BANC-QA: Bandwidth, Amplitude/frequency, Noise, Complexity, Quality, Applications”

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

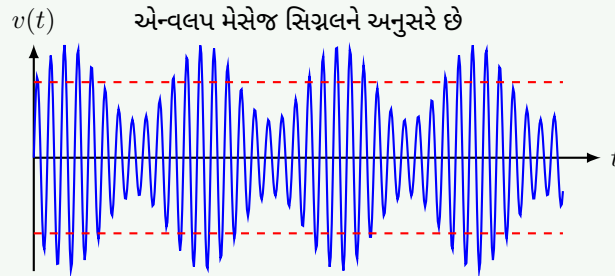
એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ સાથે સમજાવો અને મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ માટે વોલ્ટેજ સમીકરણ તારવો અને DSBFC AM નું ફ્રિક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ સ્કેચ કરો.

જવાબ

Amplitude Modulation (AM) એ એક તકનીક છે જ્યાં કેરિયર વેવનું એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલના તત્કાલિન એમ્પ્લિટ્યુડના પ્રમાણમાં બદલાય છે.

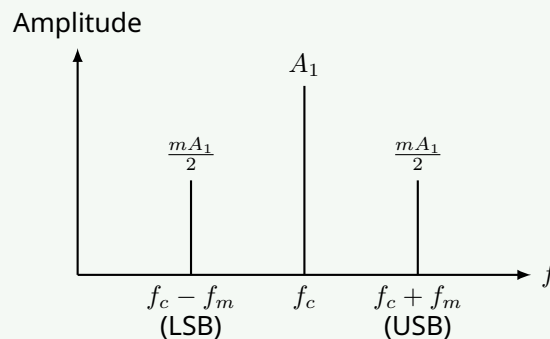
વોલ્ટેજ સમીકરણ:

- કેરિયર સિગ્નલ: $v_1(t) = A_1 \sin(\omega_c t)$
- મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ: $v_2(t) = A_2 \sin(\omega_m t)$
- મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ: $v(t) = A_1[1 + m \sin(\omega_m t)] \sin(\omega_c t)$
- જ્યાં $m = A_2/A_1$ (મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ)



આકૃતિ 2. AM વેવફોર્મ

DSBFC AM નું ફ્રિક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ



આકૃતિ 3. AM ફ્રિક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ

- બેન્ડવિડ્થ: AM સિગ્નલની બેન્ડવિડ્થ $2 \times f_m$ છે
- સાઇડબેન્ડ્સ: અપર સાઇડબેન્ડ (USB) $f_c + f_m$ પર અને લોઅર સાઇડબેન્ડ (LSB) $f_c - f_m$ પર
- પાવર વિતરણ: કેરિયર અને બે સાઇડબેન્ડ્સમાં

મેમરી ટ્રીક

“CAM-SIP: Carrier Amplitude Modified, Sidebands In Pair”

પ્રશ્ન 1(ક OR) [7 ગુણ]

AM માં કુલ પાવર માટે સમીકરણ તારવો, DSB અને SSB માં પાવર બચતની ટકાવારી ગણો.

જવાબ

AM માં કુલ પાવરની તારવણી:

- AM સિગ્નલ: $v(t) = A_1[1 + m \sin(\omega_m t)] \sin(\omega_c t)$
- કુલ પાવર: $P = P_{\text{carrier}} + P_{\text{sidebands}}$
- $P_{\text{carrier}} = A_1^2/2$
- $P_{\text{sidebands}} = A_1^2 m^2/4$

કોષ્ટક 3. AM માં પાવર વિતરણ

ઘટક	પાવર એક્સપ્રેશન	કુલ પાવરના % (m=1)
Carrier	$P_c = A_1^2/2$	66.67%
Sidebands	$P_s = A_1^2 m^2/4$	33.33%
Total	$P_t = A_1^2(1 + m^2/2)/2$	100%

પાવર બચત:

- DSB-SC: 100% કેરિયર પાવર બચાવે છે (કુલ પાવરના 66.67%)
 - ફક્ત સાઇડબેન્ડ્સ ટ્રાન્સમિટ થાય છે
 - ટકાવારી બચત = $(P_c/P_t) \times 100 = 66.67\%$
- SSB: 50% સાઇડબેન્ડ પાવર + 100% કેરિયર પાવર બચાવે છે
 - એક સાઇડબેન્ડ + કેરિયર દૂર કરવામાં આવે છે
 - ટકાવારી બચત = $(P_c + P_s/2)/P_t \times 100 = 83.33\%$

મેમરી ટ્રીક

“CAST-83: Carrier And Sideband Transmission, 83% saved in SSB”

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો: (1) AM માટે મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ (2) FM માટે મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ.

જવાબ

કોષ્ટક 4. મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ વ્યાખ્યાઓ

પેરા-મીટર	AM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ	FM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ
વ્યાખ્યા	મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલના પીક એમ્પ્લિટ્યુડ અને કેરિયરના પીક એમ્પ્લિટ્યુડનો ગુણોત્તર	ફ્રિક્વન્સી ડેવિએશન અને મોડ્યુલેટિંગ ફ્રિક્વન્સીનો ગુણોત્તર
સૂત્ર	$m = A_m / A_c$	$m_f = \Delta f / f_m$
રેન્જ	$0 \leq m \leq 1$ ડિસ્ટોર્શન વગર	કોઈ ચોક્કસ ઉપલી મર્યાદા નથી
અસર	% મોડ્યુલેશન નક્કી કરે છે	બેન્ડવિડ્થ નક્કી કરે છે

- AM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: એમ્પ્લિટ્યુડ વેરિએશન અને પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન નક્કી કરે છે
- FM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: બેન્ડવિડ્થ અને સિગ્નલ ક્વોલિટી નક્કી કરે છે

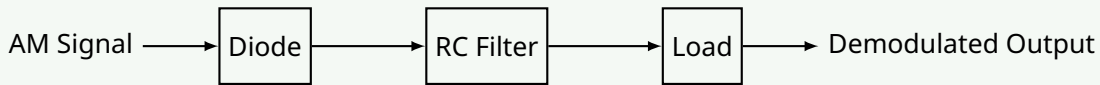
મેમરી ટ્રીક

“ARM-FDM: Amplitude Ratio for Modulation, Frequency Deviation for Modulation”

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

એન્વલપ ડિટેક્ટર માટે બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ



આકૃતિ 4. એન્વલપ ડિટેક્ટર બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 5. ઘટકો અને તેમના કાર્યો

ઘટક	કાર્ય
Diode	AM સિગ્નલને રેક્ટિફાઇ કરે છે (નકારાત્મક હાફ-સાઇકલ્સ દૂર કરે છે)
RC Filter	એન્વલપ રિકવર કરવા માટે રેક્ટિફાઇ કરેલા સિગ્નલને સ્મૂથ કરે છે
Load	આઉટપુટ સર્કિટ અને ઇમ્પિડન્સ મેચિંગ પૂરું પાડે છે

- કાર્યસિદ્ધાંત: ડાયોડ ફક્ત પોઝિટિવ હાફ-સાઇકલ્સ દરમિયાન કંડકત કરે છે
- ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ: RC રિપલ અટકાવવા માટે પૂરતો મોટો પણ મોડ્યુલેશનને ફોલો કરવા માટે પૂરતો નાનો હોવો જોઈએ
- શરત: $RC \gg 1/f_c$ પરંતુ $RC \ll 1/f_m$

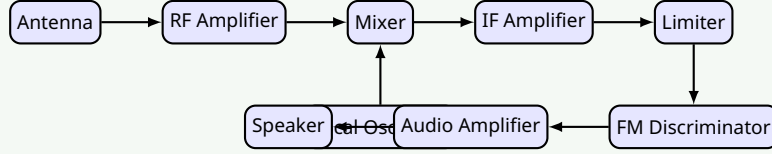
મેમરી ટ્રીક

“DEER: Diode Extracts Envelope Representation”

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

FM રેડિયો રિસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોક્નું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ



આકૃતિ 5. FM રેડિયો રિસીવર

કોષ્ટક 6. દરેક બ્લોકના કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
Antenna	ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક વેવ્સ મેળવે છે
RF Amplifier	નબળા RF સિગ્નલોને એમ્પ્લિફાય કરે છે (88-108 MHz)
Mixer	RF ને IF ફ્રિક્વન્સી (10.7 MHz) માં કન્વર્ટ કરે છે
Local Oscillator	મિક્સિંગ માટે ફ્રિક્વન્સી જનરેટ કરે છે (RF+10.7 MHz)
IF Amplifier	ફિક્સ્ડ ગેઇન સાથે IF સિગ્નલને એમ્પ્લિફાય કરે છે
Limiter	એમ્પ્લિટ્યુડ ભિન્નતા દૂર કરે છે
FM Discriminator	ફ્રિક્વન્સી ભિન્નતાને વોલ્ટેજમાં કન્વર્ટ કરે છે
Audio Amplifier	રિકવર થયેલ ઓડિયોને એમ્પ્લિફાય કરે છે
Speaker	ઇલેક્ટ્રિકલને સાઉન્ડ વેવ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે

- સુપરહિટરોડાઇન સિદ્ધાંત: ફિક્સ્ડ IF પર સિગ્નલો પ્રોસેસ કરવા માટે ફ્રિક્વન્સી કન્વર્ઝનનો ઉપયોગ કરે છે
- વિશિષ્ટ FM ફીચર: લિમિટર ડિમોડ્યુલેશન પહેલાં એમ્પ્લિટ્યુડમાં નોઇઝ દૂર કરે છે

મેમરી ટ્રીક

“RAMLIDASS: RF, Amplifier, Mixer, Local oscillator, IF, Discriminator, Audio, Speaker System”

પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]

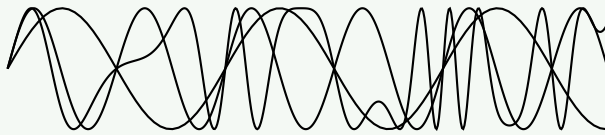
ફ્રિક્વન્સી મોડ્યુલેશન અને ફેઝ મોડ્યુલેશન માટે માત્ર વેવફોર્મ દોરો.

જવાબ

Modulating Signal

FM Signal

PM Signal



આકૃતિ 6. FM અને PM વેવફોર્મ્સ

મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:

- FM: જ્યારે મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ પોઝિટિવ હોય ત્યારે ફ્રિક્વન્સી વધે છે
- PM: એમ્પ્લિટ્યુડ ફેરફારો સાથે ફેઝ તરત જ શિફ્ટ થાય છે

મેમરી ટ્રીક

“FIP-PAF: Frequency Increases with Positive signal, Phase Advances with Faster changes”

પ્રશ્ન 2(બ OR) [4 ગુણ]

રેડિયો રિસીવરની કોઈપણ ચાર લાક્ષણિકતાઓ વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

કોષ્ટક 7. રેડિયો રિસીવરની લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વ્યાખ્યા
Sensitivity	નબળા સિગ્નલો મેળવવાની ક્ષમતા (μV અથવા dBm માં માપવામાં આવે છે)
Selectivity	ઇચ્છિત સિગ્નલને અડીને આવેલી ચેનલોથી અલગ કરવાની ક્ષમતા
Fidelity	મૂળ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલને પુનઃઉત્પાદિત કરવાની ચોકસાઈ
Image Rejection	ઇમેજ ફ્રિક્વન્સી ઇન્ટરફેરન્સને રિજેક્ટ કરવાની ક્ષમતા

વધારાની લાક્ષણિકતાઓ:

- **Signal-to-Noise Ratio:** સિગ્નલ પાવર અને નોઇઝ પાવરનો ગુણોત્તર
- **Bandwidth:** ફ્રિક્વન્સી રેન્જ જે પ્રાપ્ત કરી શકાય છે
- **Stability:** ટ્યુન કરેલી ફ્રિક્વન્સી જાળવી રાખવાની ક્ષમતા

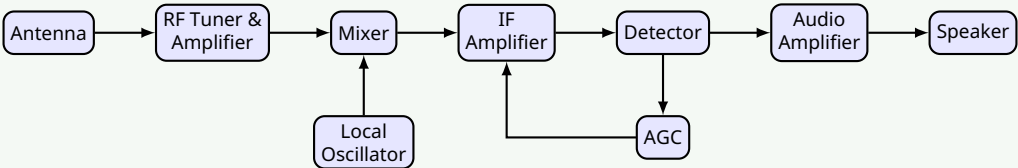
મેમરી ટ્રીક

“SFIS-BSS: Sensitivity, Fidelity, Image rejection, Selectivity - Better Signal Stability”

પ્રશ્ન 2(ક OR) [7 ગુણ]

AM રેડિયો રિસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોક્નું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ



આકૃતિ 7. AM રેડિયો રિસીવર

કોષ્ટક 8. દરેક બ્લોક્ના કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
Antenna	AM રેડિયો વેવ્સ કેપ્ચર કરે છે
RF Tuner & Amplifier	ઇચ્છિત ફ્રિક્વન્સી પસંદ કરે છે અને એમ્પ્લિફાય કરે છે
Mixer	RF સિગ્નલને IF (455 kHz) માં કન્વર્ટ કરે છે
Local Oscillator	મિક્સિંગ માટે ફ્રિક્વન્સી જનરેટ કરે છે (RF+455 kHz)
IF Amplifier	ફિક્સ્ડ સિલેક્ટિવિટી સાથે IF સિગ્નલને એમ્પ્લિફાય કરે છે
Detector	AM એન્વલપમાંથી ઓડિયો રિકવર કરે છે
AGC	ઓટોમેટિક ગેઇન કંટ્રોલ પૂરું પાડે છે
Audio Amplifier	ઓડિયો સિગ્નલને એમ્પ્લિફાય કરે છે
Speaker	ઇલેક્ટ્રિકલને સાઉન્ડ વેવ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે

- સુપરહિટરોડાઇન સિદ્ધાંત: વધુ સારી સિલેક્ટિવિટી માટે ફ્રિક્વન્સી કન્વર્ઝનનો ઉપયોગ કરે છે
- AGC ફીડબેક લૂપ: સિગ્નલ સ્ટ્રેન્થ ફેરફારો હોવા છતાં સતત આઉટપુટ જાળવી રાખે છે

મેમરી ટ્રીક

“ARMLESS: Antenna, RF, Mixer, Local oscillator, Envelope detector, Sound System”

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

ક્વોન્ટાઇઝેશન વ્યાખ્યાયિત કરો. નોન-યુનિફોર્મ ક્વોન્ટાઇઝેશન ટૂંકમાં સમજાવો.

જવાબ

Quantization એ સતત એમ્પ્લિટ્યુડ મૂલ્યોને ડિજિટલ રજૂઆત માટે ડિસ્ક્રીટ લેવલ્સમાં રૂપાંતરિત કરવાની પ્રક્રિયા છે.

કોષ્ટક 9. Non-uniform Quantization

પાસું	વર્ણન
વ્યાખ્યા	એમ્પ્લિટ્યુડ રેન્જ માટે અલગ અલગ સ્ટેપ સાઇઝ સોંપવી
ફાયદો	નાના એમ્પ્લિટ્યુડ સિગ્નલો માટે ક્વોન્ટાઇઝેશન નોઇઝ ઘટાડે છે
અમલીકરણ	Companding (compression-expansion) તકનીકોનો ઉપયોગ કરીને
ઉદાહરણ	ટેલિફોનીમાં વપરાતી μ -law અને A-law companding

- **કાર્યસિદ્ધાંત:** ઓછા એમ્પ્લિટ્યુડ માટે નાની સ્ટેપ સાઇઝ, ઉચ્ચ એમ્પ્લિટ્યુડ માટે મોટી સ્ટેપ સાઇઝ
- **અસર:** મજબૂત સિગ્નલોના ભોગે નબળા સિગ્નલો માટે SNR સુધારે છે

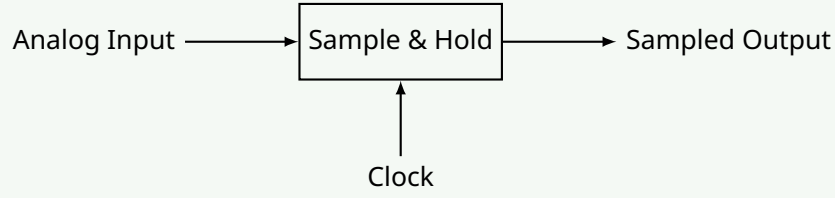
મેમરી ટ્રીક

“QUEST-CS: QUantization with Enhanced Steps - Compressing Small signals”

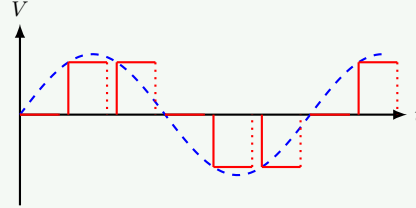
પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

સેમ્પલ અને હોલ્ડ સર્કિટ વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ



આકૃતિ 8. સેમ્પલ અને હોલ્ડ સર્કિટ



આકૃતિ 9. સેમ્પલ અને હોલ્ડ વેવફોર્મ

- સેમ્પલિંગ મોડ: સ્વિચ બંધ થાય છે, કેપેસિટર ઇનપુટ વોલ્ટેજ સુધી ચાર્જ થાય છે
- હોલ્ડ મોડ: સ્વિચ ખુલે છે, કેપેસિટર વોલ્ટેજ જાળવી રાખે છે

મેમરી ટ્રીક

“CHASED: Capacitor Holds Amplitude Samples for Extended Duration”

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

સેમ્પલિંગ શું છે? સેમ્પલિંગના પ્રકારો ટૂંકમાં સમજાવો.

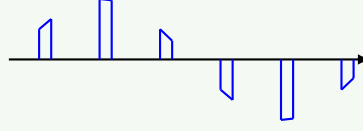
જવાબ

Sampling એ નિયમિત અંતરાલે માપન કરીને સતત-સમયના સિગ્નલને ડિસ્ક્રીટ-ટાઇમ સિગ્નલમાં રૂપાંતરિત કરવાની પ્રક્રિયા છે.

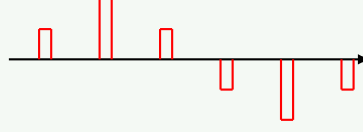
કોષ્ટક 10. સેમ્પલિંગના પ્રકારો

પ્રકાર	વર્ણન	લાક્ષણિકતાઓ
Natural Sampling	સિગ્નલને રેક્ટેન્ગ્યુલર પલ્સ સાથે ગુણવામાં આવે છે	પલ્સ દરમિયાન મૂળ સિગ્નલનો આકાર જાળવી રાખે છે
Flat-top Sampling	સેમ્પલિંગ ઇન્ટરવલ દરમિયાન સેમ્પલ મૂલ્ય અચળ રાખવામાં આવે છે	દાદર જેવું આઉટપુટ બનાવે છે
Ideal Sampling	ત્વરિત સેમ્પલને ઇમ્પલ્સ તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે	શૂન્ય પહોળાઈ પલ્સ સાથેનો સૈદ્ધાંતિક ખ્યાલ
Uniform Sampling	સમાન સમયના અંતરાલે સેમ્પલ લેવામાં આવે છે	વ્યવહારમાં સૌથી સામાન્ય
Non-uniform Sampling	વિવિધ અંતરાલે સેમ્પલ લેવામાં આવે છે	વિશિષ્ટ એપ્લિકેશન્સ માટે વપરાય છે

Natural



Flat-top



આકૃતિ 10. નેચરલ અને ફ્લેટ-ટોપ સેમ્પલિંગ

- નાયક્વિસ્ટ કાઇટેરિયા: સેમ્પલિંગ ફ્રિક્વન્સી સિગ્નલમાં સૌથી વધુ ફ્રિક્વન્સી કરતાં ઓછામાં ઓછી બમણી હોવી જોઈએ

મેમરી ટ્રીક

“INFUN: Ideal, Natural, Flat-top, Uniform, Non-uniform”

પ્રશ્ન 3(અ OR) [3 ગુણ]

ક્વોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા અને તેની જરૂરિયાત સમજાવો.

જવાબ

Quantization Process ડિજિટલ રજૂઆત માટે સતત એમ્પ્લિટ્યુડ મૂલ્યોને મર્યાદિત ડિસ્ક્રીટ લેવલ્સમાં મેપ કરે છે.

કોષ્ટક 11. ક્વોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા અને જરૂરિયાત

પાસું	વર્ણન
પ્રક્રિયા	એમ્પ્લિટ્યુડ રેન્જને ડિસ્ક્રીટ લેવલ્સમાં વિભાજિત કરવી
જરૂરિયાત	એનાલોગ-ટુ-ડિજિટલ કન્વર્ઝન માટે જરૂરી
અસર	ક્વોન્ટાઇઝેશન એરર/નોઇઝ રજૂ કરે છે
પેરામીટર્સ	સ્ટેપ સાઇઝ, લેવલ્સની સંખ્યા (n -bit માટે 2^n)

- સ્ટેપ સાઇઝ ગણતરી: $\text{Step size} = (V_{\max} - V_{\min})/2^n$
- ક્વોન્ટાઇઝેશન એરર: મહત્તમ એરર $\pm Q/2$ છે જ્યાં Q સ્ટેપ સાઇઝ છે

મેમરી ટ્રીક

“SEND: Step-size Establishes Noise in Digitization”

પ્રશ્ન 3(બ OR) [4 ગુણ]

સિગ્નલના સેમ્પલિંગ માટે નાયક્વિસ્ટ કાઇટેરિયા જણાવો અને સમજાવો.

જવાબ

Nyquist Sampling Theorem જણાવે છે કે બેન્ડલિમિટેડ સિગ્નલને સંપૂર્ણ રીતે પુનઃપ્રાપ્ત કરવા માટે, સેમ્પલિંગ ફ્રિક્વન્સી સિગ્નલમાં સૌથી વધુ ફ્રિક્વન્સી હોવ ઘટક કરતાં ઓછામાં ઓછી બમણી હોવી જોઈએ.

કોષ્ટક 12. Nyquist Criteria

પેરામીટર	વર્ણન
Criterion	$f_s \geq 2f_{\max}$
Nyquist Rate	$2f_{\max}$ (લઘુત્તમ સેમ્પલિંગ ફ્રિક્વન્સી)
Nyquist Interval	$1/(2f_{\max})$ (મહત્તમ સેમ્પલિંગ સમયગાળો)
Aliasing	જ્યારે $f_s < 2f_{\max}$ હોય ત્યારે થાય છે

- અંડરસેમ્પલિંગના પરિણામો: Aliasing (ફ્રિક્વન્સી ફોલ્ડિંગ)
- વ્યવહારુ ઉપયોગ: સેમ્પલિંગ પહેલાં એન્ટિ-એલિયાઝિંગ ફિલ્ટર્સ વપરાય છે

મેમરી ટ્રીક

“TRAP-A: Twice Rate Avoids Problematic Aliasing”

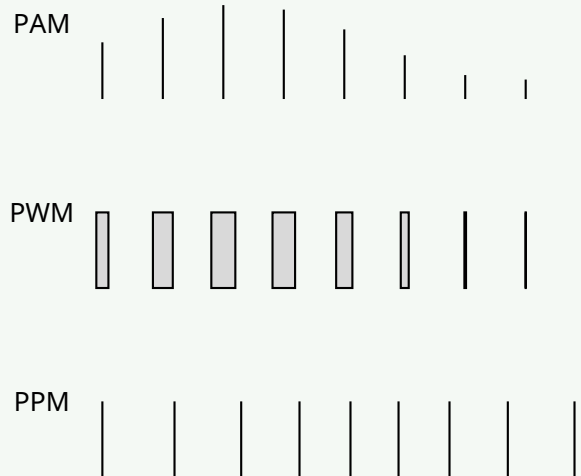
પ્રશ્ન 3(ક OR) [7 ગુણ]

PAM, PWM અને PPM વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ

કોષ્ટક 13. પલ્સ મોડ્યુલેશન તકનીકો

તકનીક	વર્ણન	પેરામીટર બદલાય છે	ઉપયોગ
PAM	Pulse Amplitude Modulation	પલ્સનું એમ્પ્લિટ્યુડ	સરળ ADC સિસ્ટમ્સ
PWM	Pulse Width Modulation	પલ્સની પહોળાઈ/અવધિ	મોટર કંટ્રોલ, પાવર રેગ્યુલેશન
PPM	Pulse Position Modulation	પલ્સની સ્થિતિ/ટાઇમિંગ	ઉચ્ચ નોઇઝ ઇમ્યુનિટી સિસ્ટમ્સ



આકૃતિ 11. પલ્સ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ્સ

- PAM:** સૌથી સરળ સ્વરૂપ, નોઇઝ માટે સૌથી વધુ સંવેદનશીલ
- PWM:** સારી નોઇઝ ઇમ્યુનિટી, સરળ જનરેશન
- PPM:** શ્રેષ્ઠ નોઇઝ ઇમ્યુનિટી, ચોક્કસ ટાઇમિંગની જરૂર છે

મેમરી ટ્રીક

“AWP-PAW: Amplitude, Width, Position - Pulse Alteration Ways”

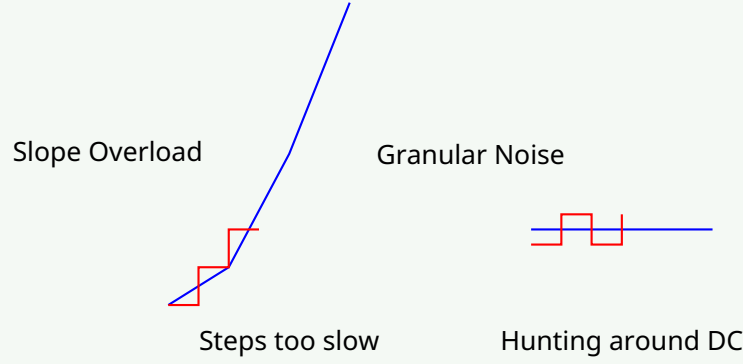
પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

DM માં સ્લોપ ઓવરલોડ નોઇઝ અને ગ્રેન્યુલર નોઇઝ શું છે?

જવાબ

કોષ્ટક 14. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનમાં નોઇઝ પ્રકારો

નોઇઝ પ્રકાર	વ્યાખ્યા	કારણ	ઉકેલ
Slope Overload Noise	જ્યારે સિગ્નલ સ્લોપ સ્ટેપ સાઇઝ ક્ષમતા કરતાં વધી જાય ત્યારે આવતી એરર	ઝડપથી બદલાતા સિગ્નલો માટે સ્ટેપ સાઇઝ ખૂબ નાની હોવી	સ્ટેપ સાઇઝ અથવા સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી વધારવી
Granular Noise	ધીમે ધીમે બદલાતા સિગ્નલોની આસપાસ સતત હંટિંગને કારણે એરર	ધીમે ધીમે બદલાતા સિગ્નલો માટે સ્ટેપ સાઇઝ ખૂબ મોટી હોવી	સ્ટેપ સાઇઝ ઘટાડવી



આકૃતિ 12. DM નોઇઝ પ્રકારો

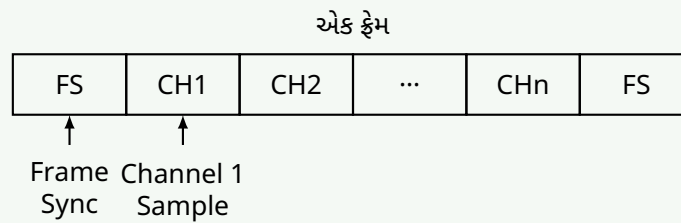
મેમરી ટ્રીક

“FAST-SLOW: Fast signals cause Slope overload, SLOW signals cause Granular noise”

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

TDM ફ્રેમ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ



આકૃતિ 13. TDM ફ્રેમ માળખું

કોષ્ટક 15. TDM ફ્રેમ ઘટકો

ઘટક	વર્ણન
Frame Sync (FS)	પેટર્ન જે ફ્રેમની શરૂઆત દર્શાવે છે
Time Slot	એક ચેનલને ફાળવવામાં આવેલ ભાગ
Channel Sample	ચોક્કસ ચેનલમાંથી ડેટા
Frame Length	કુલ સમયગાળો (FS + બધી ચેનલો)

- કાર્યસિદ્ધાંત: વિવિધ ચેનલોને અલગ અલગ સમયના સ્લોટ ફાળવે છે
- સિંક્રોનાઇઝેશન: યોગ્ય ડિમલ્ટિપ્લેક્સિંગ માટે આવશ્યક

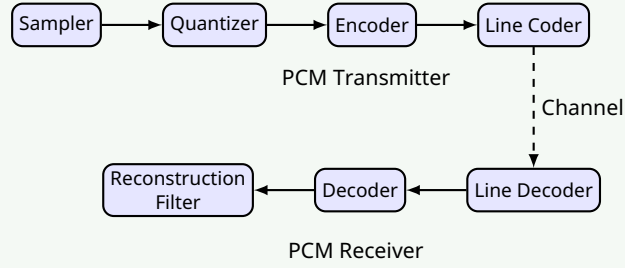
મેમરી ટ્રીક

“FAST-Ch: Frame And Slots for Transmitting Channels”

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

PCM ટ્રાન્સમિટર અને રિસીવરના દરેક બ્લોકનું કાર્ય વર્ણવો. PCM સિસ્ટમનો ઉપયોગ, ફાયદા અને ગેરફાયદા આપો.

જવાબ



આકૃતિ 14. PCM સિસ્ટમ

કોષ્ટક 16. PCM બ્લોક કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
Sampler	એનાલોગ સિગ્નલને PAM સિગ્નલમાં કન્વર્ટ કરે છે
Quantizer	સેમ્પલને ડિસ્ક્રીટ લેવેલ્સ સોંપે છે
Encoder	ક્વોન્ટાઇઝ્ડ લેવેલ્સને બાઈનરી કોડમાં કન્વર્ટ કરે છે
Line Coder	બાઈનરીને ટ્રાન્સમિશન ફોર્મેટમાં કન્વર્ટ કરે છે
Line Decoder	પ્રાપ્ત થયેલ સિગ્નલમાંથી બાઈનરી રિકવર કરે છે
Decoder	બાઈનરીને પાછા ક્વોન્ટાઇઝ્ડ લેવેલ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે
Reconstruction Filter	ડીકોડ કરેલા આઉટપુટને સ્મૂથ કરીને એનાલોગ સિગ્નલ બનાવે છે

ઉપયોગો, ફાયદા અને ગેરફાયદા:

કોષ્ટક 17. PCM સિસ્ટમ લાક્ષણિકતાઓ

શ્રેણી	વર્ણન
ઉપયોગો	ટેલિફોન સિસ્ટમ્સ, CD ઓડિયો, ડિજિટલ TV, મોબાઇલ કોમ્યુનિકેશન્સ
ફાયદા	નોઇઝ સામે સુરક્ષિત, સિગ્નલ રિજનરેશન શક્ય, ડિજિટલ સિસ્ટમ્સ સાથે સુસંગત
ગેરફાયદા	વધુ બેન્ડવિડ્થની જરૂર, વધુ જટિલતા, ક્વોન્ટાઇઝેશન નોઇઝ

મેમરી ટ્રીક

“SEQUEL-DR: Sample, Quantize, Encode - Line code, Decode, Reconstruct”

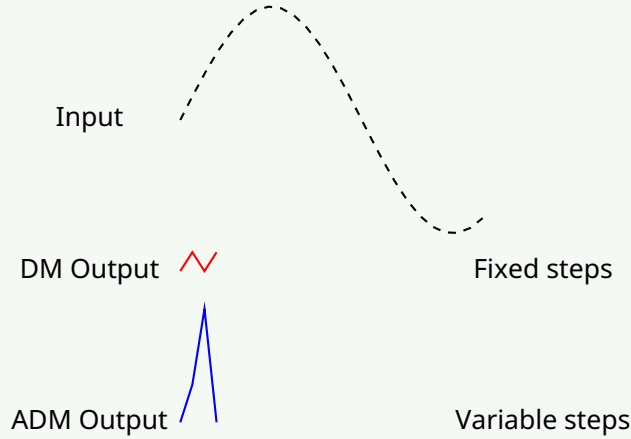
પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 ગુણ]

DM અને ADM મોડ્યુલેશન વચ્ચે તફાવત આપો.

જવાબ

કોષ્ટક 18. DM અને ADM વચ્ચે તુલના

પેરામીટર	Delta Modulation (DM)	Adaptive Delta Modulation (ADM)
Step Size	Fixed	Variable (સિગ્નલ સ્લોપને અનુકૂળ)
Tracking Ability	મર્યાદિત	વધુ સારું સિગ્નલ ટ્રેકિંગ
Noise Performance	સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઇઝથી પીડાય છે	નોઇઝ સમસ્યાઓ ઘટી છે
Complexity	સરળ	વધુ જટિલ



આકૃતિ 15. DM vs ADM ટ્રેકિંગ

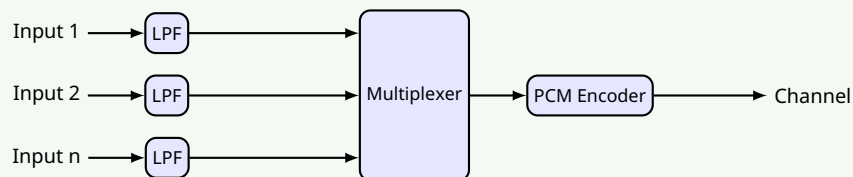
મેમરી ટ્રીક

“FAST-VAR: Fixed And Simple Tracking vs Variable Adaptive Response”

પ્રશ્ન 4(બ OR) [4 ગુણ]

મૂળભૂત PCM-TDM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

જવાબ



આકૃતિ 16. PCM-TDM સિસ્ટમ

કોષ્ટક 19. PCM-TDM સિસ્ટમ ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
Low-pass Filters	ઇનપુટ સિગ્નલોની બેન્ડવિડ્થ મર્યાદિત કરે છે
Multiplexer	બહુવિધ સિગ્નલોને સમયના સ્લોટ્સમાં જોડે છે
PCM Encoder	ડિજિટલમાં રૂપાંતરિત કરે છે (સેમ્પલ, ક્વોન્ટાઇઝ, એન્કોડ)
Transmission Channel	ડિજિટાઇઝડ, મલ્ટિપ્લેક્સડ સિગ્નલનું વહન કરે છે
PCM Decoder	ક્વોન્ટાઇઝડ સેમ્પલ્સનું પુનઃનિર્માણ કરે છે
Demultiplexer	ચેનલોને સમયના સ્લોટ્સમાંથી અલગ કરે છે

- કાર્યસિદ્ધાંત: પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશન સાથે ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગને જોડે છે

મેમરી ટ્રીક

“FLIMPED: Filter, Limit, Multiplex, PCM Encode, Decode”

પ્રશ્ન 4(ક OR) [7 ગુણ]

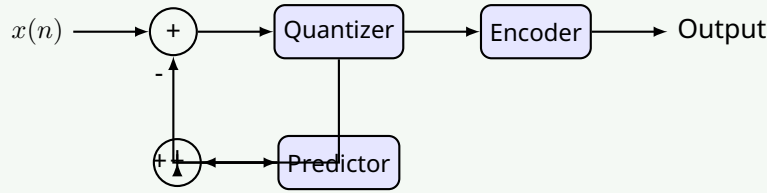
સમીકરણ અને વેવફોર્મ સાથે DPCM મોડ્યુલેટર સમજાવો.

જવાબ

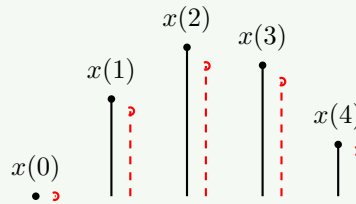
Differential Pulse Code Modulation (DPCM) વર્તમાન સેમ્પલ અને અગાઉના સેમ્પલ્સના આધારે અનુમાનિત મૂલ્ય વચ્ચેના તફાવતને એન્કોડ કરે છે.

સમીકરણ:

- Error signal: $e(n) = x(n) - \hat{x}(n)$
- જ્યાં $x(n)$ વર્તમાન સેમ્પલ છે, $\hat{x}(n)$ અનુમાનિત સેમ્પલ છે
- Prediction: $\hat{x}(n) = \sum(a_i \times x(n-i))$
- Transmitted signal: DPCM output = $Q[e(n)]$



આકૃતિ 17. DPCM મોડ્યુલેટર



તફાવત એન્કોડ થયેલ છે

આકૃતિ 18. DPCM વેવફોર્મ

કોષ્ટક 20. DPCM લાક્ષણિકતાઓ

ફીચર	વર્ણન
ફાયદો	ઘટાડેલ બિટ રેટ (PCM ની સરખામણીમાં 30-50%)
આગાહી	વર્તમાન આગાહી માટે અગાઉના સેમ્પલ(s) નો ઉપયોગ કરે છે
જટિલતા	PCM કરતાં વધુ પરંતુ ADPCM કરતાં ઓછી
ઉપયોગ	સ્પીચ કોડિંગ, ઇમેજ કમ્પ્રેશન

મેમરી ટ્રીક

“PQED: Predict, Quantize Error, Encode Difference”

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

એન્ટેના, રેડિએશન પેટર્ન અને પોલરાઇઝેશન વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

કોષ્ટક 21. એન્ટેના વ્યાખ્યાઓ

શબ્દ	વ્યાખ્યા
Antenna	એક ઉપકરણ જે ઇલેક્ટ્રિકલ એનર્જીને ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક વેવ્સમાં અને તેનાથી વિપરીત રૂપાંતરિત કરે છે
Radiation Pattern	અવકાશ કોઓર્ડિનેટ્સના કાર્ય તરીકે એન્ટેનાના રેડિએશન ગુણધર્મોનું ગ્રાફિકલ નિરૂપણ
Polarization	એન્ટેના દ્વારા રેડિએટ થતા ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક વેવના ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ વેક્ટરની દિશા

પોલરાઇઝેશનના પ્રકારો:

- **Linear:** ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ એક દિશામાં ઓસિલેટ થાય છે (વર્ટિકલ, હોરિઝોન્ટલ)
- **Circular:** ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ અચળ એમ્પ્લિટ્યુડ સાથે ફરે છે (RHCP, LHCP)
- **Elliptical:** ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ અલગ અલગ એમ્પ્લિટ્યુડ સાથે ફરે છે

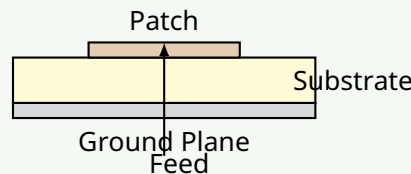
મેમરી ટ્રીક

“WAVE-PRO: Wireless Antenna Validates Electromagnetic Propagation, Radiation, Orientation”

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

સ્કેચ સાથે માઇક્રોસ્ટ્રીપ એન્ટેના સમજાવો.

જવાબ



આકૃતિ 19. માઇક્રોસ્ટ્રીપ પેચ એન્ટેના

કોષ્ટક 22. માઇક્રોસ્ટ્રીપ એન્ટેના ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
Patch	રેડિએટિંગ એલિમેન્ટ (સામાન્ય રીતે કોપર)
Substrate	પેચ અને ગ્રાઉન્ડ વચ્ચે ડાઇલેક્ટ્રિક મટિરિયલ
Ground Plane	તળિયે મેટલ લેયર
Feed Point	સિગ્નલ માટે કનેક્શન પોઇન્ટ

- **કાર્યસિદ્ધાંત:** કિનારીઓ પર ફ્રિન્જિંગ ફિલ્ડ્સ રેડિએશનનું કારણ બને છે
- **ફાયદા:** લો પ્રોફાઇલ, હલકો વજન, સરળ ફેબ્રિકેશન, PCB સાથે સુસંગત

મેમરી ટ્રીક

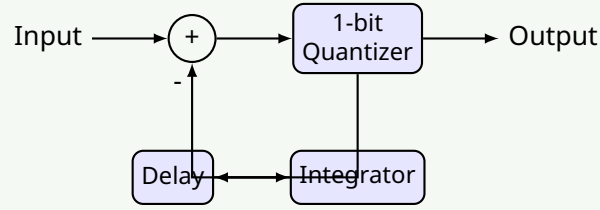
“SPGF: Substrate, Patch, Ground, Feed”

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

જરૂરી સ્કેચ અને વેવફોર્મ સાથે ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન સમજાવો.

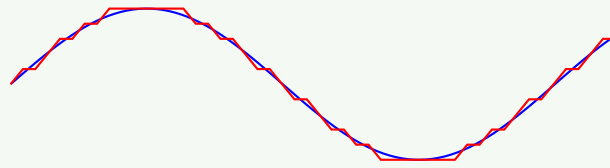
જવાબ

Delta Modulation (DM) એ ડિફરન્શિયલ પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશનનું સૌથી સરળ સ્વરૂપ છે જ્યાં ક્રમિક સેમ્પલ્સ વચ્ચેનો તફાવત એક જ બીટમાં એનકોડ કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 20. ડેલ્ટા મોડ્યુલેટર

Staircase Approximation



આકૃતિ 21. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ

કોષ્ટક 23. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વર્ણન
Bit Rate	1 bit per sample
Step Size	Fixed (મુખ્ય મર્યાદા)
Slope Overload	જ્યારે સિગ્નલ સ્ટેપ સાઇઝ ટ્રેક કરી શકે તેના કરતાં ઝડપથી બદલાય ત્યારે
Granular Noise	ધીમે ધીમે બદલાતા સિગ્નલોમાં થાય છે (સતત હંટિંગ)
Advantages	સરળતા, ઓછો બિટ રેટ
Disadvantages	મર્યાદિત ડાયનેમિક રેન્જ, નોઇઝ સમસ્યાઓ

મેમરી ટ્રીક

“SIGN-UP: SInGle bit, Next step Up or down, Predict”

પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 ગુણ]

સ્માર્ટ એન્ટેના શું છે? સ્માર્ટ એન્ટેના એપ્લિકેશન આપો.

જવાબ

સ્માર્ટ એન્ટેના એ એક એડેપ્ટિવ એરે સિસ્ટમ છે જે કોમ્યુનિકેશન પરફોર્મન્સ વધારવા માટે ડિજિટલ સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ એલ્ગોરિધમનો ઉપયોગ કરીને ડાયનેમિક રીતે તેની રેડિએશન પેટર્ન એડજસ્ટ કરે છે.

કોષ્ટક 24. સ્માર્ટ એન્ટેના એપ્લિકેશન્સ

એપ્લિકેશન	ફાયદો
Cellular Base Stations	વધેલી ક્ષમતા અને કવરેજ
Wireless LAN	સુધારેલું થ્રૂપુટ અને ઘટેલું ઇન્ટરફેરન્સ
Satellite Communications	બેહતર સિગ્નલ ક્વોલિટી અને પાવર કાર્યક્ષમતા
Military Communications	વધેલી સુરક્ષા અને જામ રેસિસ્ટન્સ
IoT Networks	વિસ્તારિત બેટરી લાઇફ, સુધારેલી કનેક્ટિવિટી

- **કાર્યસિદ્ધાંત:** ઇચ્છિત યુઝર્સ તરફ સિગ્નલ એનર્જી ફોકસ કરવા બીમફોર્મિંગનો ઉપયોગ કરે છે
- **પ્રકારો:** સ્વિચ્ડ બીમ સિસ્ટમ્સ અને એડેપ્ટિવ એરે સિસ્ટમ્સ

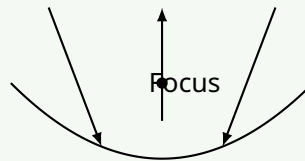
મેમરી ટ્રીક

“SWIM-CM: Smart Wireless In Mobile-Cellular-Military”

પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

પેરાબોલિક રિફ્લેક્ટર એન્ટેના સ્કેચ સાથે સમજાવો.

જવાબ



Parabolic Dish

આકૃતિ 22. પેરાબોલિક રિફ્લેક્ટર એન્ટેના

કોષ્ટક 25. પેરાબોલિક રિફ્લેક્ટર ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
Parabolic Dish	સિગ્નલને પરાવર્તિત અને કેન્દ્રિત કરે છે
Feed Horn	ફોકલ પોઇન્ટ પર સિગ્નલને રેડિયેટ/રિસીવ કરે છે
Supporting Structure	જ્યોમેટ્રી અને સ્થિરતા જાળવે છે
Waveguide	ફીડ હોર્નને ટ્રાન્સમિટર/રિસીવર સાથે જોડે છે

- કાર્યસિદ્ધાંત: આવતા સમાંતર કિરણો ફોકલ પોઇન્ટ પર પરાવર્તિત થાય છે
- લાક્ષણિકતાઓ: ઉચ્ચ ગેઇન, દિશાત્મકતા, સાંકડી બીમવિદ્યુથ
- એપ્લિકેશન્સ: સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન, રેડિયો એસ્ટ્રોનોમી, રડાર, માઇક્રોવેવ લિંક્સ

મેમરી ટ્રીક

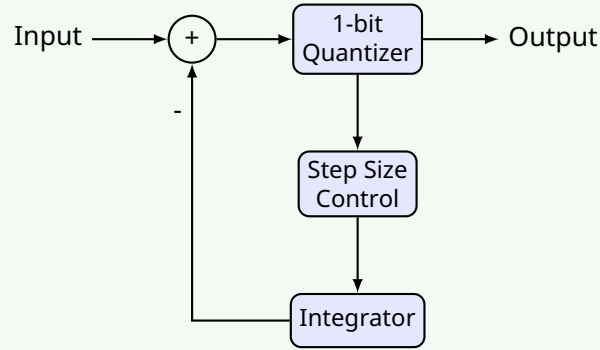
“PFGH: Parabolic Focus Gives High-gain”

પ્રશ્ન 5(ક OR) [7 ગુણ]

એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન જરૂરી સ્કેચ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

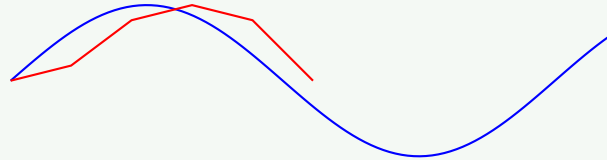
જવાબ

Adaptive Delta Modulation (ADM) ઇનપુટ સિગ્નલની લાક્ષણિકતાઓ અનુસાર સ્ટેપ સાઇઝને ડાયનેમિક રીતે એડજસ્ટ કરીને સ્ટાન્ડર્ડ DMમાં સુધારો કરે છે.



આકૃતિ 23. એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેટર

Variable Step Size



આકૃતિ 24. ADM વેવફોર્મ

કોષ્ટક 26. ADM લાક્ષણિકતાઓ

પાસું	વર્ણન
Step Size	Variable (સિગ્નલ સ્લોપને અનુકૂળ)
Control Logic	ક્રમિક સમાન બિટ્સ માટે સ્ટેપ સાઇઝ વધારે છે
Advantages	ઘટાડેલ સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઇઝ
Disadvantages	DM કરતાં વધુ જટિલ

- સ્ટેપ સાઇઝ એડજસ્ટમેન્ટ: $\mu(n) = \mu(n-1) \times K$ જો ક્રમિક બિટ્સ સમાન હોય
- સ્ટેપ સાઇઝ એડજસ્ટમેન્ટ: $\mu(n) = \mu(n-1)/K$ જો ક્રમિક બિટ્સ બદલાય

મેમરી ટ્રીક

“ADVISED: ADaptive Variable Increment Step for Enhanced Delta modulation”