

# 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-ફિક્વન્સી કેરિયર સિગ્નલની એક અથવા વધુ પ્રોપરીઝને માહિતી ધરાવતા મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ સાથે બદલવામાં આવે છે.

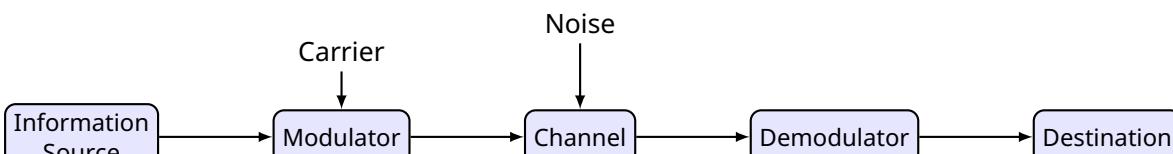
### કોષ્ટક 1. મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત

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-ફિક્વન્સી 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

પરામીટર	AM (Amplitude Modulation)	FM (Frequency Modulation)
Parameter varied	કેરિયરનું એમિલટ્યુડ	કેરિયરની ફ્રીકવન્સી
Bandwidth	સાંકડી ( $2 \times f_m$ )	પહોળી ( $2 \times (m_f + 1)f_m$ )
Noise immunity	નબળી	ઉત્કષ્ટ
Power efficiency	ઓછું કાર્યક્ષમ	વધુ કાર્યક્ષમ
Circuit complexity	સરળ	જટિલ
Quality	મદ્યમ	ઉચ્ચ
Applications	મીડિયમ વેવ બ્રોડકાસ્ટિંગ	હાઇ-ફિડેલિટી બ્રોડકાસ્ટિંગ

### મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણા]

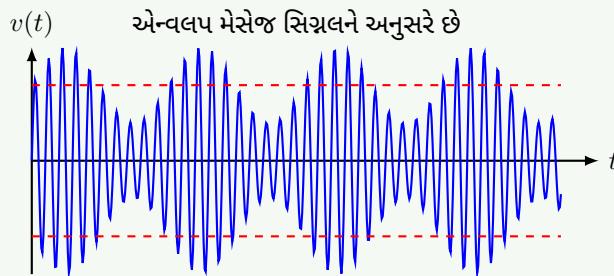
એમિલટ્યુડ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ સાથે સમજાવો અને મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ માટે વોલટેજ સમીકરણ તારવો અને DSBFC AM નું ફ્રીકવન્સી સ્પેક્ટ્રમ સ્કેચ કરો.

### જવાબ

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

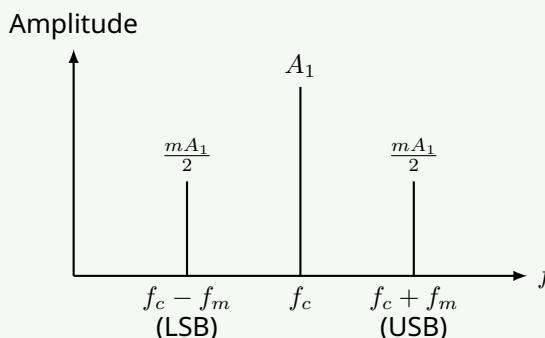
#### વોલટેજ સમીકરણ:

- 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 ઇન્ડિકેશન)



આકૃતિ 2. AM વેવફોર્મ

#### DSBFC AM નું ફ્રીકવન્સી સ્પેક્ટ્રમ



આકૃતિ 3. AM ફ્રીકવન્સી સ્પેક્ટ્રમ

- બેન્ડવિડ્થ: AM સિંગલની બેન્ડવિડ્થ  $2 \times f_m$  છે
- સાઇડબેન્ડ્સ: અપર સાઇડબેન્ડ (USB)  $f_c + f_m$  પર અને લોઓર 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 ભયતની ટકાવારી ગણો.

### જવાબ

AM માં કુલ પાવરની તારવણી:

- AM સિંગલ:  $v(t) = A_1[1 + m \sin(\omega_m t)] \sin(\omega_c t)$
- 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 ભયતા:

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

### 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 એમ્પિલટ્યુડ અને કેરિયરના પીક એમ્પિલટ્યુડનો ગુણોત્તર	ફિક્વન્સી ડેવિએશન અને મોડ્યુલેટિંગ ફિક્વન્સીનો ગુણોત્તર
સૂત્ર	$m = A_m/A_c$	$m_f = \Delta f/f_m$
રેનજ	$0 \leq m \leq 1$ ડિરોશન વગર	કોઈ ચોક્કસ ઉપલી મર્યાદા નથી
અસર	% મોડ્યુલેશન નક્કી કરે છે	બેન્ડવિડ્થ નક્કી કરે છે

- AM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: એમ્પિલટ્યુડ વેરિએશન અને પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન નક્કી કરે છે
- FM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: બેન્ડવિડ્થ અને સિગ્નલ કવોલિટી નક્કી કરે છે

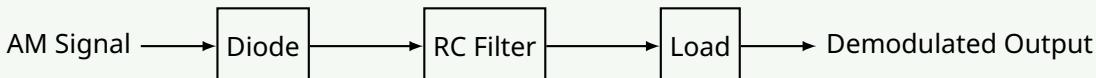
### મેમરી ટ્રીક

“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. ધરકો અને તેમના કાર્યો

ધરક	કાર્ય
Diode	AM સિગ્નલને રેકિટફાય કરે છે (નકારાત્મક હાફ-સાઇકલ્સ દૂર કરે છે)
RC Filter	એન્વલપ રિસ્પલસ કરવા માટે પૂરતો મોટો પણ મોડ્યુલેશનને ફોલો કરવા માટે પૂરતો નાનો હોલો જોઈએ
Load	આઉટપુટ સર્કિટ અને ઇમ્પિન્સ મેચિંગ પૂરું પાડે છે

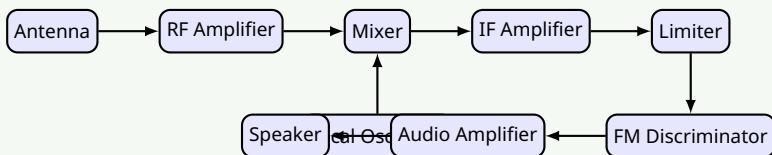
- કાર્યસિદ્ધાંત: ડાયોડ ફક્ત પોઝિટિવ હાફ-સાઇકલ્સ દરમિયાન કંડક્ટ કરે છે
- ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ: RC રિસ્પલસ અટકાવવા માટે પૂરતો મોટો પણ મોડ્યુલેશનને ફોલો કરવા માટે પૂરતો નાનો હોલો જોઈએ
- શરત:  $RC \gg 1/f_c$  પરંતુ  $RC \ll 1/f_m$

### મેમરી ટ્રીક

“DEER: Diode Extracts Envelope Representation”

## પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

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

**જવાબ**

આકૃતિ 5. FM રેડિયો રિસીવર

**કોષ્ટક 6. દરેક બ્લોકના કાર્યો**

બ્લોક	કાર્ય
Antenna	ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક વેવ્સ મેળવે છે
RF Amplifier	નખળા RF સિગલોને એમિલફાય કરે છે (88-108 MHz)
Mixer	RF ને IF ફિક્વન્સી (10.7 MHz) માં કન્વર્ટ કરે છે
Local Oscillator	મિક્રોસંગ માટે ફિક્વન્સી જનરેટ કરે છે (RF+10.7 MHz)
IF Amplifier	ફિક્સ્ડ ગેઠન સાથે IF સિગલને એમિલફાય કરે છે
Limiter	એમિલટ્યુડ બિન્નતા દૂર કરે છે
FM Discriminator	ફિક્વન્સી લિન્ગતાને વોલ્ટેજમાં કન્વર્ટ કરે છે
Audio Amplifier	રિકવર થયેલ ઓડિયોને એમિલફાય કરે છે
Speaker	ઇલેક્ટ્રિકલને સાઉન્ડ વેવ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે

- સુપરહિટરોડાઇન સિદ્ધાંત: ફિક્સ્ડ IF પર સિગલો પ્રોસેસ કરવા માટે ફિક્વન્સી કન્વર્ઝનનો ઉપયોગ કરે છે
- વિશિષ્ટ FM ફીચર: લિમિટર ડિમોડ્યુલેશન પહેલાં એમિલટ્યુડમાં નોઇઝ દૂર કરે છે

**મેરી ટ્રીક**

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

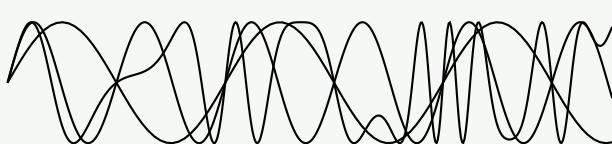
**પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]**

ફિક્વન્સી 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 સિગલ પોઝિટિવ હોય ત્યારે ફિક્વન્સી વધે છે
- PM: એમિલટ્યુડ 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 ( $\mu\text{V}$ અથવા dBm માં માપવામાં આવે છે)
Selectivity	ઇરાણિત સિગ્નલને અડીને આવેલી ચેનલોથી અલગ કરવાની ક્ષમતા
Fidelity	મૂળ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલને પુનઃઉત્પાદિત કરવાની ચોકસાઈ
Image Rejection	ઇમેજ ફ્િકવન્સી ઇન્ટરફેરન્સને રિજેક્ટ કરવાની ક્ષમતા

વધારાની લાક્ષણિકતાઓ:

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

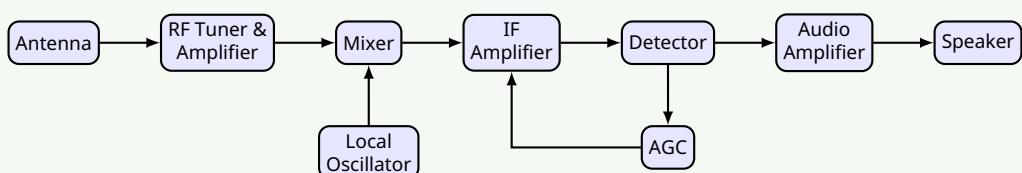
## મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 2(ક) OR [7 ગુણ]

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

## જવાબ



આકૃતિ 7. AM રેડિયો રિસીવર

કોષ્ટક 8. દરેક બ્લોકના કાર્યો

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

- સુપરહિટરોડાઇન સિલ્ફાંટ: વધુ સારી સિલેક્ટવિટી માટે ફ્લિકવન્સી કન્વર્જનનો 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]

કવોન્ટાઇજેશન વ્યાખ્યાયિત કરો. નોન-યુનિફોર્મ કવોન્ટાઇજેશન ટૂકમાં સમજાવો.

### જવાબ

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

કોષ્ટક 9. Non-uniform Quantization

પાસું	વર્ણન
વ્યાખ્યા	એમ્પિલટ્યુડ રેન્જ માટે અલગ અલગ સ્ટેપ સાઈડ સૌંપવી
ફાયદો	નાના એમ્પિલટ્યુડ સિગ્નલો માટે કવોન્ટાઇજેશન નોઇજ ઘટાડે છે
અમલીકરણ	Companding (compression-expansion) તકનીકોનો ઉપયોગ કરીને
ઉદાહરણ	ટેલિફોનીમાં વપરાતી $\mu$ -law અને A-law companding

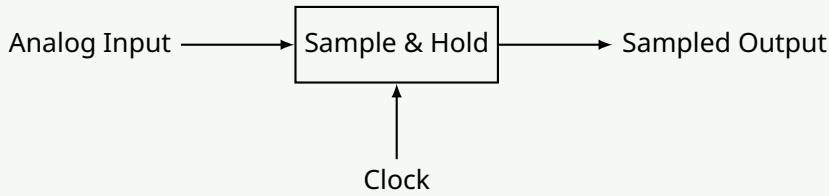
- કાર્યસિદ્ધાંત: ઓછા એમ્પિલટ્યુડ માટે નાની સ્ટેપ સાઈડ, ઉચ્ચ એમ્પિલટ્યુડ માટે મોટી સ્ટેપ સાઈડ
- અસર: મજબૂત સિગ્નલોના ભોગે નબળા સિગ્નલો માટે SNR સુધારે છે

### મેમરી ટ્રીક

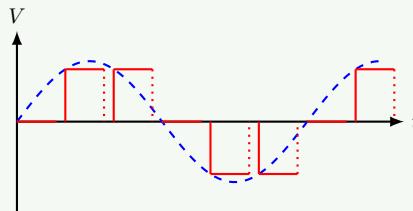
“QUEST-CS: QUantization with Enhanced Steps - Compressing Small signals”

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

**મેમરી ટ્રીક**

“CHASED: Capacitor Holds Amplitude Samples for Extended Duration”

**પ્રશ્ન 3(ક) [૭ ગુણા]**

સેમ્પલિંગ શું છે? સેમ્પલિંગના પ્રકારો ટૂંકમાં સમજાવો.

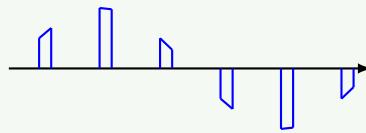
**જવાબ**

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

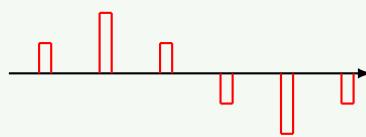
કોષ્ટક 10. સેમ્પલિંગના પ્રકારો

પ્રકાર	વર્ણન	લાક્ષણિકતાઓ
Natural Sampling	સિગ્નલને રેકૉર્ડિંગયુલર પદ્સ સાથે ગુણવામાં આવે છે	પદ્સ 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	ત્વારિત સેમ્પલને ઇમ્પદ્સ તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે	શૂન્ય પહોળાઈ પદ્સ સાથેનો સૈદ્ધાંતિક ઘ્યાલ
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 ફિક્વાન્સી સિગ્નલમાં સૌથી વધુ ફિક્વાન્સી કરતાં ઓછામાં ઓછી બમણી હોવી જોઈએ

## મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 3(અ) OR [3 ગુણ]

કવોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા અને તેની જરૂરિયાત સમજાવો.

## જવાબ

Quantization Process ડિજિટલ રજૂઆત માટે સતત એમિલટ્યુડ મૂલ્યોને મર્યાદિત ડિસ્કીટ લેવલ્સમાં મેપ કરે છે.

કોષ્ટક 11. કવોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા અને જરૂરિયાત

પાસું	વર્ણન
પ્રક્રિયા	એમિલટ્યુડ રેન્જને ડિસ્કીટ લેવલ્સમાં વિભાજીત કરવી
જરૂરિયાત	એનાલોગ-ડુ-ડિજિટલ કન્વર્જન માટે જરૂરી
અસર	કવોન્ટાઇઝેશન એરર/નોઇઝ રજૂ કરે છે
પેરામીટર્સ	સ્ટેપ સાઇઝ, લેવલ્સની સંખ્યા ( $n$ -bit માટે $2^n$ )

- સ્ટેપ સાઇઝ ગણતરી:  $\text{Step size} = (V_{\max} - V_{\min}) / 2^n$
- કવોન્ટાઇઝેશન 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 ફિક્ચરન્સી સિગ્નલમાં સૌથી વધુ ફિક્ચરન્સી હોવ ઘટક કરતાં ઓછામાં ઓછી બમણી હોવી જોઈએ.

કોષ્ટક 12. Nyquist Criteria

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

- અંડરસેમ્પલિંગના પરિણામો: Aliasing (ફિક્ચરન્સી ફોલિંગ)
- વ્યવહાર ઉપયોગ: સેમ્પલિંગ પહેલાં એન્ટ્રોપીયાન્ડિંગ ફિલ્ટરસ વપરાય છે

### મેમરી ટ્રીક

“TRAP-A: Twice Rate Avoids Problematic Aliasing”

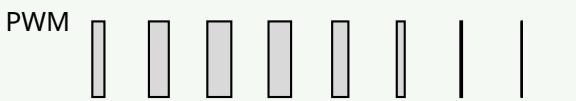
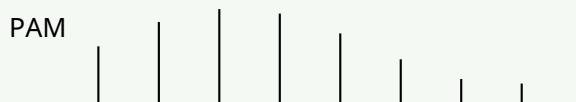
## પ્રશ્ન 3(ક) OR [7 ગુણ]

PAM, PWM અને PPM વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

### જવાબ

કોષ્ટક 13. પલ્સ મોડ્યુલેશન તકનીકો

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



અદ્યતિ 11. પલ્સ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ્સ

- PAM: સૌથી સરળ સ્વરૂપ, નોઇજ માટે સૌથી વધુ સંવેદનશીલ
- PWM: સારી નોઇજ ઇમ્પ્યુનિટી, સરળ જનરેશન
- PPM: શ્રેષ્ઠ નોઇજ ઇમ્પ્યુનિટી, ચોક્સ ટાઇમિંગની જરૂર છે

## મેમરી ટ્રીક

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

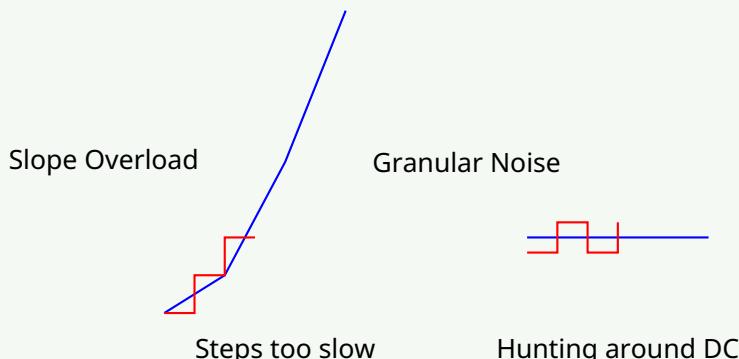
## પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

DM માં સ્લોપ ઓવરલોડ નોઇજ અને ગ્રેન્યુલર નોઇજ શું છે?

## જવાબ

કોષ્ટક 14. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનમાં નોઇજ પ્રકારો

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



આકૃતિ 12. DM નોઇજ પ્રકારો

## મેમરી ટ્રીક

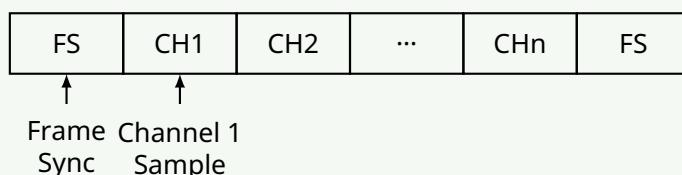
“FAST-SLOW: Fast signals cause Slope overload, SLOW signals cause Granular noise”

## પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

TDM ફેમ દોરો અને સમજાવો.

## જવાબ

એક ફેમ



આકૃતિ 13. TDM ફેમ માળખું

કોષ્ટક 15. TDM ફેમ ઘટકો

ઘટક	વર્ણન
Frame Sync (FS)	પેર્ટન જે ફેમની 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
- સિંકોનાઇડજેશન: ચોગ્ય ડિમલિટેક્સિંગ માટે આવશ્યક

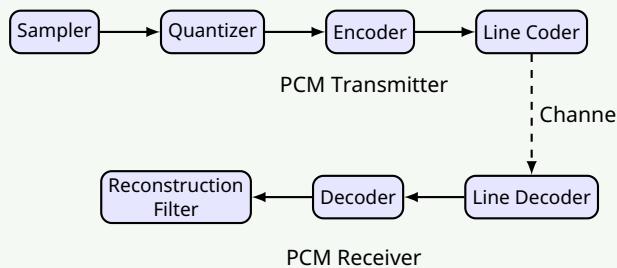
### મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણા]

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	અનાલોગ સિગ્નલને PAM સિગ્નલમાં કન્વર્ટ કરે છે
Quantizer	સેમ્પલને ડિસ્ક્રીટ લેવલ્સ સૌંપે છે
Encoder	કવોનાઇડર લેવલ્સને બાઈનરી કોડમાં કન્વર્ટ કરે છે
Line Coder	બાઈનરીને ટ્રાન્સમિશન ફોર્મટમાં કન્વર્ટ કરે છે
Line Decoder	પ્રાપ્ત થયેલ સિગ્નલમાંથી બાઈનરી રિકવર કરે છે
Decoder	બાઈનરીને પાછા કવોનાઇડર લેવલ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે
Reconstruction Filter	ડીકોડ કરેલા આઉટપુટને સ્મૂધ કરીને અનાલોગ સિગ્નલ બનાવે છે

ઉપયોગો, ફાયદા અને ગેરફાયદા:

કોષ્ટક 17. PCM સિસ્ટમ લાક્ષણિકતાઓ

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

## મેમરી ટ્રીક

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

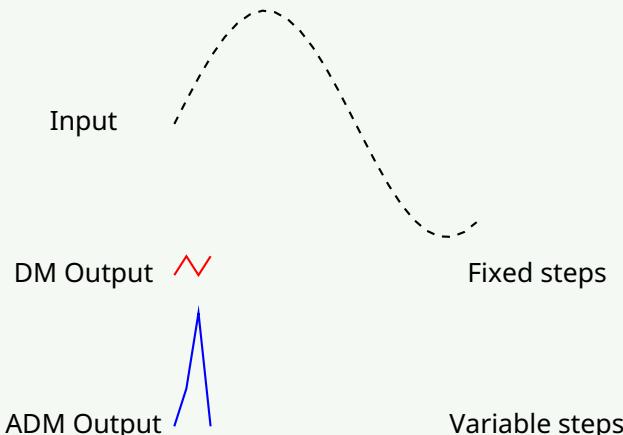
## પ્રશ્ન 4(અ) OR [3 ગુણ]

DM અને ADM મોડ્યુલેશન વચ્ચે તફાવત આપો.

## જવાબ

કોષ્ટક 18. DM અને ADM વચ્ચે તુલના

પ્રામીટર	Delta Modulation (DM)	Adaptive Delta Modulation (ADM)
Step Size	Fixed	Variable (સિંગલ સ્લોપને અનુકૂળ)
Tracking Ability	મર્યાદિત	વધુ સારં સિંગલ ટ્રેકિંગ
Noise Performance	સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઇઝથી પીડાય છે	નોઇઝ સમર્યાદાઓ ઘટી છે
Complexity	સરળ	વધુ જटિલ



આફ્ટુટ 15. DM vs ADM ટ્રેકિંગ

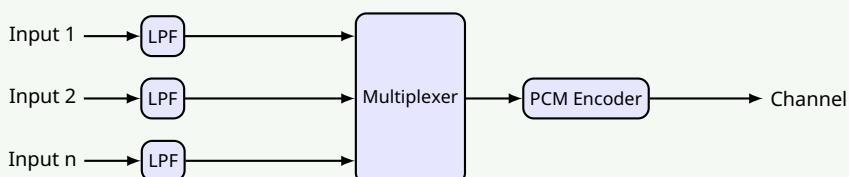
## મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 4(બ) OR [4 ગુણ]

મૂળભૂત PCM-TDM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

## જવાબ



આફ્ટુટ 16. PCM-TDM સિસ્ટમ

કોષ્ટક 19. PCM-TDM સિસ્ટમ ઘટકો

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

- કાર્યસિદ્ધાંત: પદ્સ કોડ મોડ્યુલેશન સાથે ટાઈમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગને જોડે છે

### મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 4(ક) OR [7 ગુણ]

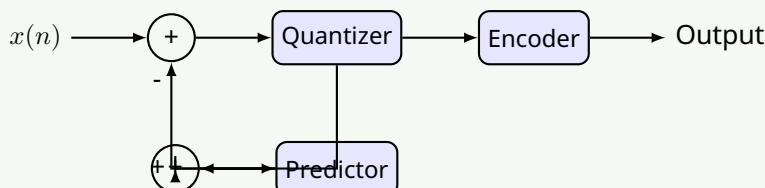
સમીકરણ અને વેવફોર્મ સાથે DPCM મોડ્યુલેટર સમજાવો.

### જવાબ

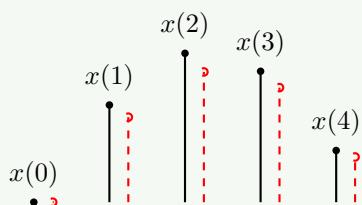
Differential Pulse Code Modulation (DPCM) વર્તમાન સેમ્પલ અને અગાઉના સેમ્પલ્સના આધારે અનુમાનિત મૂલ્ય વર્ચેના તફાવતને એન્કોડ કરે છે.

#### 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(D) નો ઉપયોગ કરે છે
જટિલતા	PCM કરતાં વધુ પરંતુ ADPCM કરતાં ઓછી
ઉપયોગ	સ્પીચ કોડિંગ, ઇમેજ કમ્પ્યુટર ગ્રાફિક્સ

## 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 ઇલેક્ટ્રોનિક અનજીને ઇલેક્ટ્રોમેચેનિક વેવ્સમાં અને તેનાથી વિપરીત રૂપાંતરિત કરે છે
Radiation Pattern	અવકાશ કોઓર્ડિનેટ્સના કાર્ય તરીકે એન્ટેનાના રેડિએશન ગુણાધ્યમાંનું ગ્રાફિકલ નિરૂપણ
Polarization	એન્ટેના દ્વારા રેડિએટ થતા ઇલેક્ટ્રોમેચેનિક વેવના ઇલેક્ટ્રોકાંપની દિશા

## પોલરાઇઝેશનના પ્રકારો:

- Linear: ઇલેક્ટ્રોકાંપની દિશામાં ઓસિલેટ થાય છે (વર્ટિકલ, હોરિઝોનટ)
- Circular: ઇલેક્ટ્રોકાંપની દિશામાં એમ્બિલટ્યુડ સાથે ફરે છે (RHCP, LHCP)
- Elliptical: ઇલેક્ટ્રોકાંપની દિશામાં અલગ અલગ એમ્બિલટ્યુડ સાથે ફરે છે

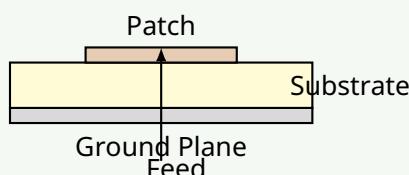
## મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

રૂક્ય 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	સિશ્રલ માટે કનેક્શન પોઇન્ટ

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

### મેમરી ટ્રીક

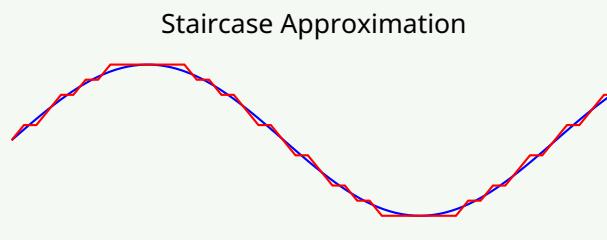
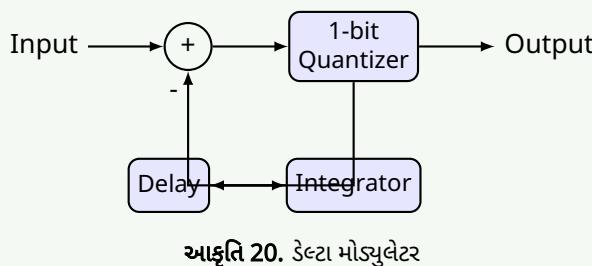
"SPGF: Substrate, Patch, Ground, Feed"

## પ્રશ્ન 5(ક) [૭ ગુણ]

જરૂરી સ્કેચ અને વેવફોર્મ સાથે ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન સમજાવો.

### જવાબ

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



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 સિશ્રલ સ્ટેપ સાઈઝ ટ્રેક કરી શકે તેના કરતાં ઝડપથી બદલાય ત્યારે
Granular Noise	ધીમે ધીમે બદલાતા સિશ્રલોમાં 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 કોમ્પ્યુનિકેશન પરફોર્મન્સ વધારવા માટે ડિજિટલ સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ એટ્ઝોરિધમનો ઉપયોગ કરીને ડાયનામિક રીતે તેની રેડિયેશન પેટર્ન એડજસ્ટ કરે છે.

કોષ્ટક 24. સ્માર્ટ એન્ટેના એપ્લિકેશન્સ

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

- કાર્યસિદ્ધાંત: ઇચ્છિત યુર્જર્સ તરફ સિગ્નલ એનર્જી ફોક્સ કરવા બીમફોર્મિંગનો ઉપયોગ કરે છે
- પ્રકારો: સ્વિચ બીમ સિસ્ટમ્સ અને એડેપ્ટિવ એરે સિસ્ટમ્સ

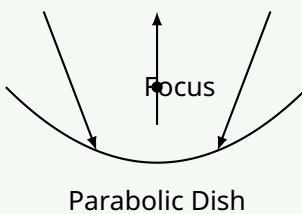
## મેમરી ટ્રીક

"SWIM-CM: Smart Wireless In Mobile-Cellular-Military"

## પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

પેરાબોલિક રિફલેક્ટર એન્ટેના સ્કેચ સાથે સમજાવો.

## જવાબ



આકૃતિ 22. પેરાબોલિક રિફલેક્ટર એન્ટેના

કોષ્ટક 25. પેરાબોલિક રિફલેક્ટર 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, સાંકી બીમવિદ્ધ
- એપ્લિકેશન્સ: સેટેલાઇટ કોમ્પ્યુનિકેશન, રેડિયો એસ્ટ્રોનોમી, રડાર, માઇક્રોવેવ લિંક્સ

### મેમરી ટ્રીક

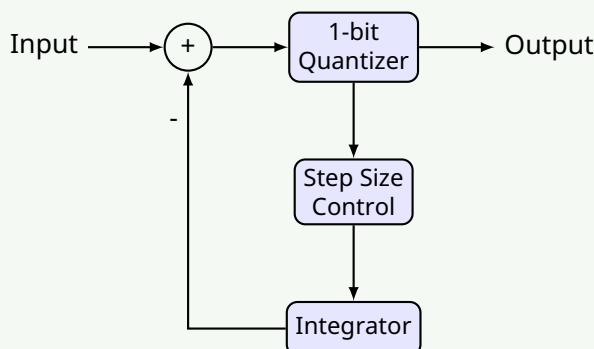
"PFGH: Parabolic Focus Gives High-gain"

## પ્રશ્ન 5(ક) OR [7 ગુણ]

એડપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન જરૂરી સ્કેચ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

### જવાબ

Adaptive Delta Modulation (ADM) ઇનપુટ સિશ્લની લાક્ષણિકતાઓ અનુસાર સ્ટેપ સાઈઝને ડાયનમિક રીતે એડજસ્ટ કરીને સ્ટાન્ડર્ડ DMમાં સુધારો કરે છે.



આકૃતિ 23. એડપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેટર

Variable Step Size



આકૃતિ 24. ADM વેવફોર્મ

કોષ્ટક 26. ADM લાક્ષણિકતાઓ

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

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

## મેમરી ટ્રીક

"ADVISED: ADaptive Variable Increment Step for Enhanced Delta modulation"