

સિદ્ધાંતો ઓફ ઇલેક્ટ્રોનિક કોમ્યુનિકેશન (4331104) - વિન્ટર 2024 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

December 09, 2024

પ્રશ્ન 1 [a ગુણ]

3 મોડ્યુલેશન શું છે? તેની જરૂરિયાત શું છે?

જવાબ

મોડ્યુલેશન એ એક ઉચ્ચ આવૃત્તિ કેરિયર સિગ્નલના એક અથવા વધુ ગુણધર્મો (amplitude, frequency, અથવા phase)ને ઓછી આવૃત્તિના મેસેજ સિગ્નલના તાત્કાલિક મૂલ્યો અનુસાર બદલવાની પ્રક્રિયા છે.

મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત:

- એન્ટેના સાઈઝ ઘટાડવા: પ્રેક્ટિકલ એન્ટેના સાઈઝ શક્ય બનાવે છે ($\lambda/4$).
- મલ્ટિપ્લેક્સિંગ: એક જ માધ્યમનો ઉપયોગ કરીને અનેક સિગ્નલને શેર કરવા.
- ઇન્ટરફેરન્સ ઘટાડવા: સિગ્નલને યોગ્ય આવૃત્તિ બેન્ડમાં શિફ્ટ કરે છે.
- રેન્જ વધારવા: ટ્રાન્સમિશન અંતરમાં વધારો કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

"AMIR" - Antenna, Multiplexing, Interference, Range

પ્રશ્ન 1 [b ગુણ]

4 AM waveના DSBFC માટેનું સમીકરણ તારવો.

જવાબ

DSBFC (Double Sideband Full Carrier) AM wave માટેનું સમીકરણ:

ગાણિતિક રીતે તારવવું:

- કેરિયર સિગ્નલ: $c(t) = A_c \cos(\omega_c t)$
- મેસેજ સિગ્નલ: $m(t) = A_m \cos(\omega_m t)$
- AM સિગ્નલ: $s(t) = A_c[1 + \mu m(t)] \cos(\omega_c t)$
- જ્યાં $\mu = \text{મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ} = A_m/A_c$

મેસેજ સિગ્નલ આવવાથી:

$$s(t) = A_c[1 + \mu \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$$

$$s(t) = A_c \cos(\omega_c t) + \mu A_c \cos(\omega_m t) \cos(\omega_c t)$$

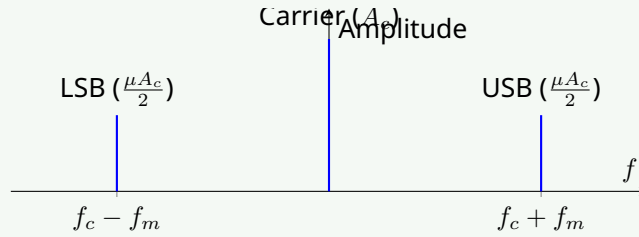
ત્રિકોણમિતિ સૂત્રનો ઉપયોગ:

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

અંતિમ સમીકરણ:

$$s(t) = A_c \cos(\omega_c t) + \frac{\mu A_c}{2} [\cos((\omega_c + \omega_m)t) + \cos((\omega_c - \omega_m)t)]$$

Frequency Spectrum of AM Wave



આકૃતિ 1. Spectrum of DSBFC AM Wave

પ્રશ્ન 1 [C ગુણ]

7 નોઈસ સિગ્નલને વર્ગીકૃત કરો. ફ્લીકર નોઈસ, શોટ નોઈસ અને થર્મલ નોઈસ સમજાવો.

જવાબ

નોઈસનું વર્ગીકરણ:

પ્રકાર	સ્ત્રોત	લક્ષણો
બાહ્ય નોઈસ	પર્યાવરણીય સ્ત્રોત	કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમની બહારના
આંતરિક નોઈસ	કોમ્પોનેન્ટ્સ	સિસ્ટમની અંદર ઉત્પન્ન થતા

કોષ્ટક 1. Types of Noise

આંતરિક નોઈસના પ્રકાર:

1. ફ્લીકર નોઈસ:

- સ્ત્રોત: એક્ટિવ ઉપકરણોમાં થાય છે.
- લક્ષણો: આવૃત્તિના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં $(1/f)$.
- અસર: નીચી આવૃત્તિઓ પર મુખ્ય.

2. શોટ નોઈસ:

- સ્ત્રોત: જંકશનમાંથી ઇલેક્ટ્રોનનો રેન્ડમ પ્રવાહ.
- લક્ષણો: આવૃત્તિથી સ્વતંત્ર (વ્હાઈટ નોઈસ).
- અસર: ડાયોડ/ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં રેન્ડમ કરંટ ફ્લક્ચ્યુએશન.

3. થર્મલ નોઈસ:

- સ્ત્રોત: તાપમાનને કારણે ઇલેક્ટ્રોનની રેન્ડમ ગતિ.
- લક્ષણો: બધા કન્ડક્ટર, રેઝિસ્ટરમાં મોજુદ.
- ફોર્મ્યુલા: $P_n = kTB$ (k = બોલ્ટઝમેન સ્થિરાંક, T = તાપમાન, B = બેન્ડવિડ્થ).
- અસર: રિસીવરમાં નોઈસ ફ્લોર સેટ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

"FST" - Flicker decreases with Frequency, Shot is from electron flow, Thermal depends on Temperature

પ્રશ્ન 1 [C ગુણ]

7 EM wave સમજાવો અને સ્પેક્ટ્રમના વિવિધ બેન્ડની એપ્લિકેશન લખો.

જવાબ

EM Wave (વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ): વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો એ સમય સાથે બદલાતાં ઇલેક્ટ્રિક અને મેગ્નેટિક ફીલ્ડ્સ દ્વારા અવકાશમાં પ્રસરતી ઊર્જા છે, જે પ્રકાશની ગતિએ (3×10^8 m/s) ચાલે છે.

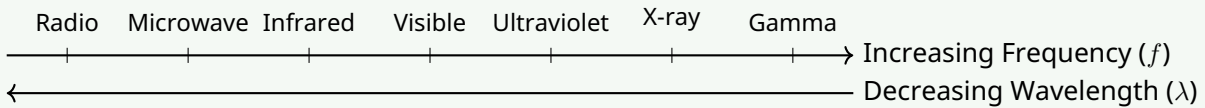
લક્ષણો:

- ટ્રાન્સવર્સ તરંગો જેમાં E અને H ફીલ્ડ એકબીજાના પરપેન્ડિક્યુલર હોય છે.
- પ્રસરણ માટે કોઈ માધ્યમની જરૂર નથી.
- તરંગલંબાઈ (λ) અને આવૃત્તિ (f) દ્વારા વર્ણવાય છે.
- સંબંધ: $c = f \times \lambda$.

EM સ્પેક્ટ્રમ અને એપ્લિકેશન:

આવૃત્તિ બેન્ડ	આવૃત્તિ રેન્જ	એપ્લિકેશન
ELF	3Hz-30Hz	સબમરીન કોમ્યુનિકેશન
VLF	3kHz-30kHz	નેવિગેશન સિસ્ટમ
LF	30kHz-300kHz	AM બ્રોડકાસ્ટિંગ
MF	300kHz-3MHz	AM રેડિયો બ્રોડકાસ્ટિંગ
HF	3MHz-30MHz	શોર્ટવેવ રેડિયો
VHF	30MHz-300MHz	FM રેડિયો, TV બ્રોડકાસ્ટિંગ
UHF	300MHz-3GHz	TV, મોબાઈલ ફોન, WiFi
SHF	3GHz-30GHz	સેટેલાઈટ કોમ્યુનિકેશન, રડાર
EHF	30GHz-300GHz	મિલિમીટર વેવ કોમ્યુનિકેશન
Infrared	300GHz-400THz	રિમોટ કંટ્રોલ, થર્મલ ઈમેજિંગ
Visible	400THz-800THz	ફાઈબર ઓપ્ટિક કોમ્યુનિકેશન
Ultraviolet	800THz-30PHz	સ્ટરિલાઈઝેશન, ઓથેન્ટિકેશન
X-Rays	30PHz-30EHZ	મેડિકલ ઈમેજિંગ
Gamma Rays	>30EHZ	કેન્સર ટ્રીટમેન્ટ

કોષ્ટક 2. EM Spectrum and Applications



આકૃતિ 2. Electromagnetic Spectrum

મેમરી ટ્રીક

"RMIUXG" - Radio, Microwave, Infrared, Ultraviolet, X-ray, Gamma

પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 DSBની સરખામણીએ SSBના ફાયદાઓ લખો.

જવાબ

SSBના DSB કરતાં ફાયદાઓ:

પેરામીટર	SSB ક્ષયદો
બેન્ડવિડ્થ	50% ઓછી બેન્ડવિડ્થની જરૂરિયાત
પાવર	83.33% પાવર બચત
ટ્રાન્સમીટર	ઓછા પાવર એમ્પ્લિફિકેશનની જરૂર
રિસીવર	ફેઝ ડિસ્ટોર્શન વગર સરળ ડિઝાઇન
SNR	વધુ સારો સિગ્નલ-ટુ-નોઇઝ રેશિયો
ફેડિંગ	સિલેક્ટિવ ફેડિંગથી ઓછું અસરગ્રસ્ત

મેમરી ટ્રીક

"BP TRFS" - Bandwidth, Power, Transmitter, Receiver, Fading, SNR

પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 FET રિએક્ટન્સ મોડ્યુલેટરથી FM વેવનું જનરેશન સમજાવો.

જવાબ

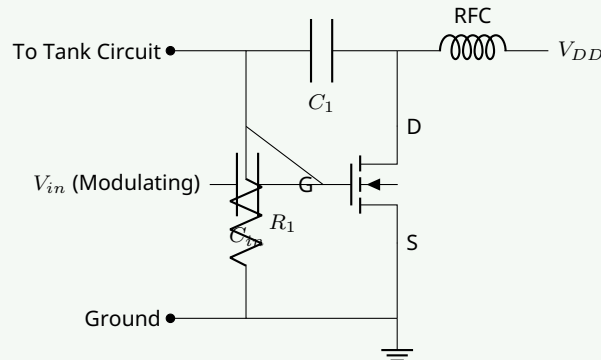
FET રિએક્ટન્સ મોડ્યુલેટર:

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- FETને વોલ્ટેજ-કંટ્રોલ્ડ રિએક્ટન્સ તરીકે ઉપયોગ કરે છે.
- મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલના આધારે ઇફેક્ટિવ કેપેસિટન્સ બદલે છે.
- ઓસિલેટરના LC ટેંક સર્કિટ સાથે જોડાય છે.

સર્કિટ ઓપરેશન:

- મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ FETના ગેટ પર આપવામાં આવે છે.
- FETનો ડ્રેન-સોર્સ રેઝિસ્ટન્સ ગેટ વોલ્ટેજ સાથે બદલાય છે.
- કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ સાથે બદલાય છે.
- ઓસિલેટરની આવૃત્તિ ઇનપુટ સિગ્નલ સાથે ફેરફાર કરે છે.



આકૃતિ 3. FET Reactance Modulator

મુખ્ય લક્ષણો:

- સરળ ડિઝાઇન: અન્ય મોડ્યુલેટર કરતાં ઓછા કોમ્પોનેન્ટ્સ.
- લિનિયારિટી: વાઈડ-બેન્ડ FM જનરેશન માટે સારું.
- સ્થિરતા: વેરેક્ટર ડાયોડ કરતાં તાપમાનમાં વધુ સ્થિર.

મેમરી ટ્રીક

"LOVE FM" - LC Oscillator with Voltage-controlled Element for FM

પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 AM માટે ટોટલ પાવરનું સમીકરણ તારવો. DSB અને SSB માટે પાવર સેવિંગ્સના ટકાની ગણતરી કરો.

જવાબ

AM સિગ્નલમાં પાવર:

AM સિગ્નલ $s(t) = A_c[1 + \mu \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$ માટે

કુલ પાવર ગણતરી:

- કેરિયરમાં પાવર: $P_c = A_c^2/2$
- સાઈડબેન્ડમાં પાવર: $P_s = \mu^2 A_c^2/4$ (બન્ને સાઈડબેન્ડ માટે કુલ)
- કુલ પાવર: $P_t = P_c + P_s = \frac{A_c^2}{2}(1 + \frac{\mu^2}{2})$

100% મોડ્યુલેશન ($\mu = 1$) માટે:

- $P_t = P_c \times (1 + 0.5) = 1.5 \times P_c$
- કેરિયર પાવર = કુલ પાવરનો 66.67%
- સાઈડબેન્ડ પાવર = કુલ પાવરનો 33.33%

પાવર સેવિંગ્સ:

- DSB-SC માં:
 - કેરિયર સપ્રેસ થાય છે.
 - 66.67% પાવર બચે છે.
- SSB માં:
 - કેરિયર + એક સાઈડબેન્ડ સપ્રેસ થાય છે.
 - 66.67% + 16.67% = 83.33% પાવર બચે છે.

તુલનાત્મક ટેબલ:

મોડ્યુલેશન	કેરિયર પાવર	સાઈડબેન્ડ પાવર	કુલ પાવર	પાવર સેવિંગ
AM ($\mu = 1$)	100%	50%	150%	0%
DSB-SC	0%	50%	50%	66.67%
SSB	0%	25%	25%	83.33%

મેમરી ટ્રીક

"CST" - Carrier power, Sideband power, Total power

પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 AM વેવ માટે Time domain અને Frequency domain ડિસપ્લે દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

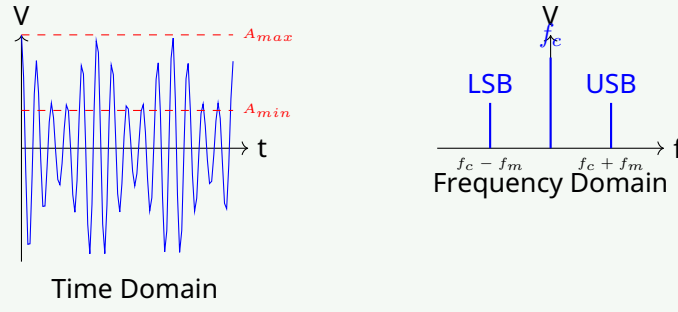
AM વેવના Time Domain અને Frequency Domain ડિસપ્લે:

Time Domain (સમય ડોમેન):

- સમય સાથે એમ્પ્લિટ્યુડમાં થતા ફેરફાર બતાવે છે.
- એન્વેલોપ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલને અનુસરે છે.
- મહત્તમ એમ્પ્લિટ્યુડ: $A_{max} = A_c(1 + \mu)$
- ન્યૂનતમ એમ્પ્લિટ્યુડ: $A_{min} = A_c(1 - \mu)$
- મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: $\mu = (A_{max} - A_{min}) / (A_{max} + A_{min})$

Frequency Domain (આવૃત્તિ ડોમેન):

- આવૃત્તિઓ પર પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન બતાવે છે.
- કેરિયર સેન્ટર આવૃત્તિ f_c પર.
- અપર સાઈડબેન્ડ $f_c + f_m$ પર.
- લોઅર સાઈડબેન્ડ $f_c - f_m$ પર.
- બેન્ડવિડ્થ = $2f_m$.



આકૃતિ 4. AM Time and Frequency Domain Representations

મેમરી ટ્રીક

"TEF" - Time domain shows Envelope, Frequency domain shows spectral components

પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 પ્રી-એમફાસીસ અને ડી-એમફાસીસ સર્કિટ સમજાવો.

જવાબ

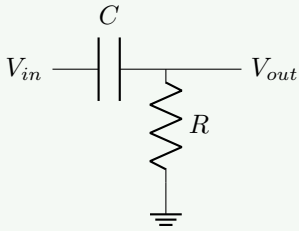
પ્રી-એમફાસીસ અને ડી-એમફાસીસ સર્કિટ:

હેતુ:

- ઉચ્ચ આવૃત્તિના ઘટકો માટે SNR સુધારવા.
- ઉચ્ચ આવૃત્તિમાં વધુ નોઈઝ માટે કમ્પેન્સેશન.
- મુખ્યત્વે FM સિસ્ટમમાં વપરાય છે.

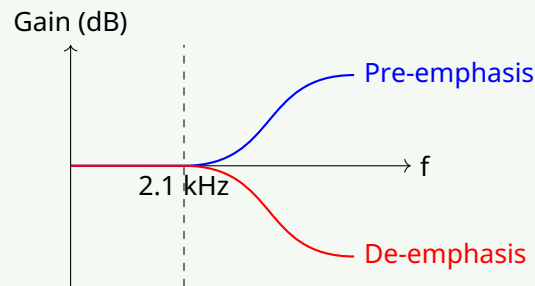
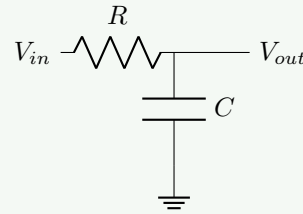
પ્રી-એમફાસીસ:

- ટ્રાન્સમીટર પર લાગુ કરવામાં આવે છે.
- ઉચ્ચ આવૃત્તિ ઘટકોને બૂસ્ટ કરે છે.
- સામાન્ય રીતે 2.1 kHz ઉપર +6dB/ઓક્ટેવ.
- સર્કિટ: હાઈ-પાસ RC નેટવર્ક.



ડી-એમફાસીસ:

- રિસીવર પર લાગુ કરવામાં આવે છે.
- ઉચ્ચ આવૃત્તિ ઘટકોને એટેન્યુએટ કરે છે.
- ઓરિજિનલ સિગ્નલ બેલેન્સ રીસ્ટોર કરે છે.
- સર્કિટ: લો-પાસ RC નેટવર્ક.



આકૃતિ 5. Pre-emphasis and De-emphasis Frequency Response

મેમરી ટ્રીક

"HIGH-LOW" - HIGHER frequencies boosted at transmitter, LOWered at receiver

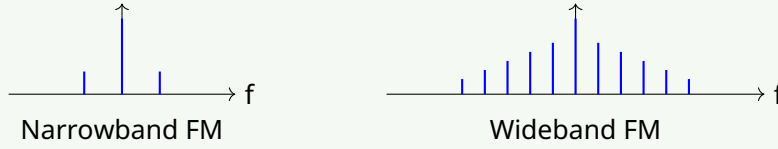
પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 નેરોબેન્ડ FM અને વાઈડબેન્ડ FMને સરખાવો.

જવાબ

નેરોબેન્ડ FM અને વાઈડબેન્ડ FMની તુલના:

પેરામીટર	નેરોબેન્ડ FM	વાઈડબેન્ડ FM
મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ (β)	$\beta \ll 1$ (સામાન્ય રીતે < 0.5)	$\beta \gg 1$ (સામાન્ય રીતે > 5)
બેન્ડવિડ્થ	$2f_m$ (મેસેજ બેન્ડવિડ્થની બમણી)	$2f_m(\beta + 1)$ (કાર્સનનો નિયમ)
મહત્વપૂર્ણ સાઈડબેન્ડ્સ	માત્ર પ્રથમ જોડી સાઈડબેન્ડ્સ	અનેક સાઈડબેન્ડ્સ
એપ્લિકેશન	મોબાઈલ કોમ્યુનિકેશન, ટુ-વે રેડિયો	FM બ્રોડકાસ્ટિંગ, હાઈ-ફ્રિક્વેન્સી ઓડિયો
સિગ્નલ ક્વોલિટી	ઓછી ફ્રિક્વેન્સી, ઓછી નોઈઝ ઇમ્યુનિટી	વધુ ફ્રિક્વેન્સી, વધુ સારી નોઈઝ ઇમ્યુનિટી
પાવર એફિશિયન્સી	વધુ	ઓછી
સ્પેક્ટ્રમ ઉપયોગ	કાર્યક્ષમ	ઓછો કાર્યક્ષમ
સર્કિટ જટિલતા	સરળ	વધુ જટિલ



આકૃતિ 6. Spectrum Comparison

મેમરી ટ્રીક

"BASPCB" - Bandwidth, Applications, Sidebands, Power, Complexity, Beta

પ્રશ્ન 3 [a ગુણ]

3 રેડીયો રિસીવરની કોઈ ચાર લાક્ષણિકતાઓ વ્યાખ્યાઈત કરો.

જવાબ

રેડિયો રિસીવરની લાક્ષણિકતાઓ:

1. સેન્સિટિવિટી:
 - નબળા સિગ્નલને એમ્પ્લિફાય કરવાની ક્ષમતા.
 - માઈક્રોવોલ્ટ (μV)માં માપવામાં આવે છે.
 - સામાન્ય રીતે સારા રિસીવર્સ માટે $1-10 \mu V$.
2. સિલેક્ટિવિટી:
 - અડોસપડોસની ચેનલથી ઇચ્છિત સિગ્નલને અલગ કરવાની ક્ષમતા.
 - IF એમ્પ્લિફાયરની બેન્ડવિડ્થ દ્વારા નિર્ધારિત.
 - ચોક્કસ આવૃત્તિ ઓફસેટ્સ પર dBમાં માપવામાં આવે છે.
3. ફ્રિક્વેન્સી:

- ઓરિજિનલ સિગ્નલને અચૂક રીતે રિપ્રોડ્યુસ કરવાની ક્ષમતા.
- બેન્ડવિડ્થ અને ડિસ્ટોર્શન પર આધાર રાખે છે.
- આવૃત્તિ પ્રતિસાદની સપાટતા તરીકે માપવામાં આવે છે.

4. ઇમેજ ફિક્ચર-સી રિજેક્શન:

- ઇમેજ આવૃત્તિ ($f_i = f_s \pm 2f_{IF}$) પર સિગ્નલને રિજેક્ટ કરવાની ક્ષમતા.
- dBમાં માપવામાં આવે છે.
- ઉચ્ચ મૂલ્યો વધુ સારી કામગીરી દર્શાવે છે.

મેમરી ટ્રીક

"SFID" - Sensitivity, Fidelity, Image rejection, selectivity Determines quality

પ્રશ્ન 3 [b ગુણ]

4 ડાયોડ ડિટેક્ટર સર્કિટ સમજાવો.

જવાબ

ડાયોડ ડિટેક્ટર સર્કિટ:

હેતુ:

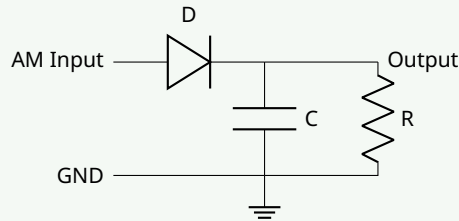
- AM વેવમાંથી ઓરિજિનલ મેસેજ સિગ્નલ એક્સટ્રેક્ટ કરે છે.
- એન્વેલોપ ડિટેક્ટર પણ કહેવાય છે.

સર્કિટ કોમ્પોનેન્ટ્સ:

- ડાયોડ: AM સિગ્નલને રેક્ટિફાઇ કરે છે.
- RC નેટવર્ક: કેપેસિટર આવૃત્તિને ફિલ્ટર કરે છે.
- R & C મૂલ્યો: $RC \gg 1/f_c$ અને $RC \ll 1/f_m$.

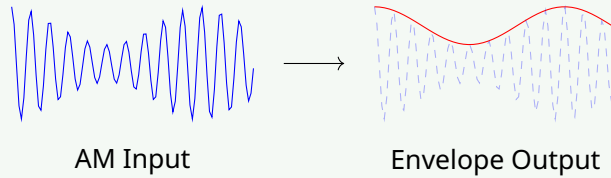
ઓપરેશન:

1. ડાયોડ પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન કન્ડક્ટ કરે છે.
2. કેપેસિટર પીક વેલ્યુ સુધી ચાર્જ થાય છે.
3. કેપેસિટર રેઝિસ્ટર દ્વારા ડિસ્ચાર્જ થાય છે.
4. યોગ્ય ડિમોડ્યુલેશન માટે RC ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ મહત્વપૂર્ણ છે.



આકૃતિ 7. Diode Detector

વેવફોર્મ્સ:



મેમરી ટ્રીક

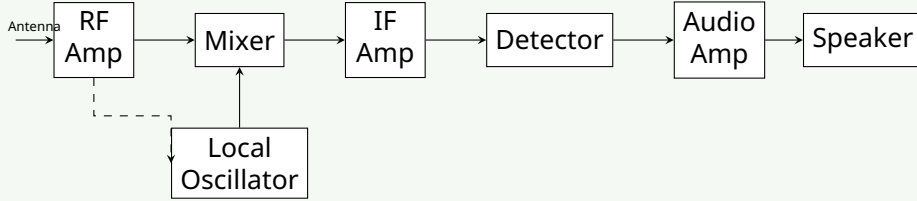
"DRCO" - Diode Rectifies, Capacitor holds peaks, Output follows envelope

પ્રશ્ન 3 [c ગુણ]

7 સુપર હેટરોડાઈન રીસીવરનો બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

સુપર હેટરોડાઈન રીસીવર:
બ્લોક ડાયગ્રામ:



આકૃતિ 8. Superheterodyne Receiver Block Diagram

દરેક બ્લોકનું કાર્ય:

1. **RF એમ્પ્લિફાયર:** નબળા RF સિગ્નલ્સને એમ્પ્લિફાય કરે છે, સિલેક્ટિવિટી પૂરી પાડે છે.
 2. **લોકલ ઓસિલેટર:** સ્થિર આવૃત્તિ $f_{LO} = f_{RF} + f_{IF}$ (હાર્ડ-સાઈડ ઇન્જેક્શન) જનરેટ કરે છે.
 3. **મિક્સર:** RF સિગ્નલને લોકલ ઓસિલેટર સાથે કોમ્બાઈન કરે છે ($f_{IF} = |f_{RF} - f_{LO}|$).
 4. **IF એમ્પ્લિફાયર:** ફિક્સ્ડ આવૃત્તિ એમ્પ્લિફિકેશન (AM માટે 455kHz), રીસીવરનો ગેઈન/સિલેક્ટિવિટી.
 5. **ડિટેક્ટર:** IF સિગ્નલને ડિમોડ્યુલેટ કરે છે.
 6. **ઓડિયો એમ્પ્લિફાયર:** ડિમોડ્યુલેટેડ સિગ્નલને એમ્પ્લિફાય કરે છે.
- ફાયદાઓ:** વધુ સારી સિલેક્ટિવિટી અને સેન્સિટિવિટી, સ્થિર ગેઈન.

મેમરી ટ્રીક

"RLMIDS" - RF amp, Local oscillator, Mixer, IF amp, Detector, Speaker

પ્રશ્ન 3 [a ગુણ]

3 AGC નો સિદ્ધાંત અને રેડિયો રીસીવરમાં તેની ઉપયોગિતા જણાવો.

જવાબ

AGC (ઓટોમેટિક ગેઈન કંટ્રોલ) સિદ્ધાંત:

વ્યાખ્યા:

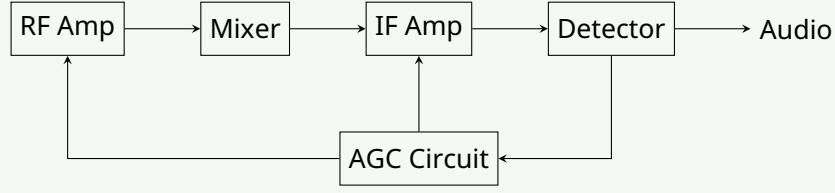
- સર્કિટ જે સિગ્નલની શક્તિના આધારે ઓટોમેટિક રીતે રીસીવર ગેઈન એડજસ્ટ કરે છે.
- અલગ-અલગ ઇનપુટ સિગ્નલ છતાં સતત આઉટપુટ લેવલ જાળવે છે.

કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. રીસીવ્ડ સિગ્નલની શક્તિને ડિટેક્ટ કરે છે.
2. સિગ્નલના પ્રમાણમાં કંટ્રોલ વોલ્ટેજ જનરેટ કરે છે.
3. મજબૂત સિગ્નલ માટે ગેઈન ઘટાડવા માટે નેગેટિવ ફીડબેક લાગુ કરે છે.
4. નબળા સિગ્નલ માટે ગેઈન વધારે છે.

રેડિયો રીસીવરમાં એપ્લિકેશન:

- **ઓવરલોડિંગ અટકાવે છે:** મજબૂત સિગ્નલ ડિસ્ટોર્શનથી રક્ષણ કરે છે.
- **ફ્રીક્વેન્સી માટે કમ્પેન્સેશન:** સિગ્નલ ફ્રીક્વેન્સી દરમિયાન અવાજનું સતત વોલ્યુમ જાળવે છે.
- **IF એમ્પ્લિફાયર કંટ્રોલ:** મુખ્યત્વે IF સ્ટેજ પર લાગુ કરવામાં આવે છે.
- **ડાયનેમિક રેન્જ સુધારે છે:** સિગ્નલની શક્તિની વિશાળ શ્રેણીને સંભાળે છે.



આકૃતિ 9. AGC in Superheterodyne Receiver

મેમરી ટ્રીક

"FADS" - Fading compensation, Automatic adjustment, Dynamic range, Signal consistency

પ્રશ્ન 3 [b ગુણ]

4 IF frequency પર ટૂંકનોંધ લખો.

જવાબ**ઇન્ટરમીડિએટ આવૃત્તિ (IF):****વ્યાખ્યા:**

- સુપરહેટરોડાઇન રિસીવર્સમાં ઇનકમિંગ RF સિગ્નલને કન્વર્ટ કરવામાં આવતી ફિક્સ્ડ આવૃત્તિ.
- RF સિગ્નલને લોકલ ઓસિલેટર સાથે મિક્સિંગ (હેટરોડાઇનિંગ)નું પરિણામ.

સ્ટાન્ડર્ડ IF મૂલ્યો:

- AM રેડિયો: 455 kHz
- FM રેડિયો: 10.7 MHz
- TV રિસીવર્સ: 38-41 MHz

મહત્વ:

- **કન્સિસ્ટન્ટ ગેઇન:** એમ્પ્લિફાયર્સ ફિક્સ્ડ આવૃત્તિ પર કાર્ય કરે છે.
- **બેટર સિલેક્ટિવિટી:** ફિક્સ્ડ આવૃત્તિ પર નેરોબેન્ડ ફિલ્ટર્સ.
- **સિમ્પ્લિફાઇડ ડિઝાઇન:** ફિક્સ્ડ-આવૃત્તિ સ્ટેજના કાર્યક્ષમ ડિઝાઇન કરવું સરળ.

પસંદગી માપદંડ:

- ઇમેજ રિજેક્શન માટે પૂરતી ઊંચી.
- ફિલ્ટર Q અને ગેઇન માટે પૂરતી નીચી.
- સામાન્ય સિગ્નલના હાર્મોનિક્સને ટાળવી જોઈએ.

ઇમેજ આવૃત્તિ ગણતરી:

- હાઇ-સાઇડ ઇન્જેક્શન: $f_{image} = f_{RF} + 2f_{IF}$
- લો-સાઇડ ઇન્જેક્શન: $f_{image} = f_{RF} - 2f_{IF}$

મેમરી ટ્રીક

"CIGS" - Conversion, Improved selectivity, Gain stability, Simplified design

પ્રશ્ન 3 [c ગુણ]

7 FM detection માટેની ફેસ ડિસ્ક્રિમિનેટર સર્કિટ સમજાવો.

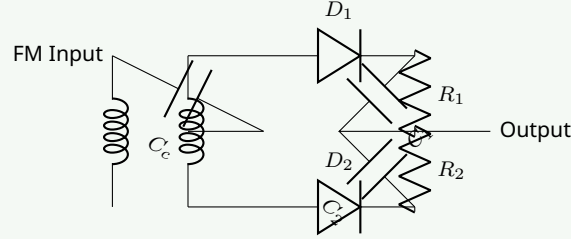
જવાબ**FM Detection માટે ફેસ ડિસ્ક્રિમિનેટર:****હેતુ:**

- FM સિગ્નલમાં આવૃત્તિ વેરિએશનને એમ્પ્લિટ્યુડ વેરિએશનમાં કન્વર્ટ કરે છે.

- FM સિગ્નલને ડિમોડ્યુલેટ કરીને ઓરિજિનલ મેસેજ રિકવર કરે છે.

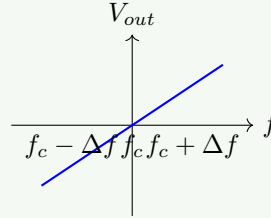
કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. ઇનપુટ FM સિગ્નલ બે પાથમાં વિભાજિત થાય છે.
2. રેફરન્સ પાથ સીધો સેન્ટર ટેપ પર જાય છે.
3. ફેઝ-શિફ્ટ પાથ LC નેટવર્ક મારફતે પસાર થાય છે.
4. ફેઝ શિફ્ટ આવૃત્તિ ડેવિએશન સાથે બદલાય છે.
5. બે ડાયોડ્સ ફેઝ ડિફરન્સના પ્રમાણમાં વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે.
6. આઉટપુટ વોલ્ટેજ ઇનપુટ આવૃત્તિ સાથે બદલાય છે.



આકૃતિ 10. Foster-Seeley Discriminator

S-કર્વ રિસ્પોન્સ:



આકૃતિ 11. Discriminator S-Curve

મેમરી ટ્રીક

"PSDO" - Phase shift Demodulates, Signal frequency determines Output

પ્રશ્ન 4 [a ગુણ]

3 એનાલોગ અને ડિજિટલ કોમ્યુનિકેશન ટેક્નિક્સ સરખાવો.

જવાબ

એનાલોગ vs. ડિજિટલ કોમ્યુનિકેશનની તુલના:

પેરામીટર	એનાલોગ કોમ્યુનિકેશન	ડિજિટલ કોમ્યુનિકેશન
સિગ્નલ	કન્ટિન્યુઅસ વેવફોર્મ	ડિસ્ક્રીટ બાઈનરી વેલ્યુ
બેન્ડવિડ્થ	ઓછી બેન્ડવિડ્થની જરૂર	વધુ બેન્ડવિડ્થની જરૂર
નોઈઝ ઇમ્યુનિટી	ખરાબ, નોઈઝ એક્ઝ્યુમ્યુલેટ થાય છે	ઉત્તમ, એરર કરેક્શન શક્ય
પાવર એફિશિયન્સી	ઓછી કાર્યક્ષમ	વધુ કાર્યક્ષમ
ક્વોલિટી	અંતર સાથે ઘટે છે	SNR થ્રેશોલ્ડ સુધી ક્વોલિટી જાળવે છે
મલ્ટિપ્લેક્સિંગ	મુખ્યત્વે FDM વપરાય છે	મુખ્યત્વે TDM વપરાય છે
સિસ્ટમ જટિલતા	સરળ	વધુ જટિલ
ખર્ચ	ઓછો	વધુ પણ ઘટતો જાય છે

મેમરી ટ્રીક

"BNPQ MCE" - Bandwidth, Noise immunity, Power, Quality, Multiplexing, Complexity, Efficiency

પ્રશ્ન 4 [b ગુણ]

4 એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન તેની એપ્લિકેશન સાથે સમજાવો.

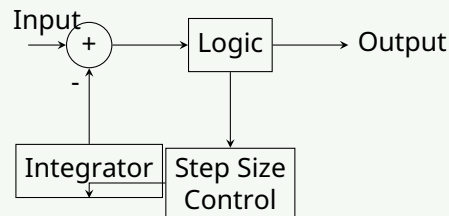
જવાબ

એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (ADM):

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (DM)નો સુધારેલો પ્રકાર.
- સિગ્નલ સ્લોપના આધારે વેરિએબલ સ્ટેપ સાઈઝ ઉપયોગ કરે છે.
- ઝડપી ફેરફારો માટે સ્ટેપ સાઈઝ વધારે છે (સ્લોપ ઓવરલોડ ઘટાડે છે).
- ધીમા ફેરફારો માટે સ્ટેપ સાઈઝ ઘટાડે છે (ગ્રેન્યુલર નોઈઝ ઘટાડે છે).

બ્લોક ડાયગ્રામ:



આકૃતિ 12. Adaptive Delta Modulation

એપ્લિકેશન: વોઈસ ટ્રાન્સમિશન, ઓડિયો કમ્પ્રેશન.

મેમરી ટ્રીક

"VSOG" - Variable Step size Overcomes Granular noise & slope overload

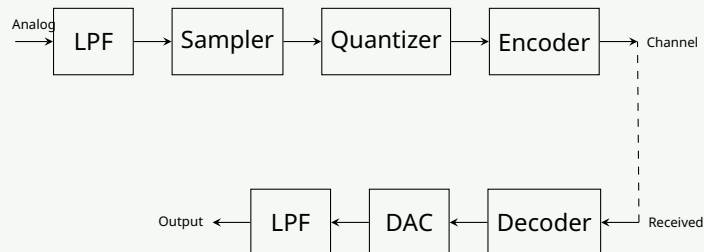
પ્રશ્ન 4 [c ગુણ]

7 PCM system નો બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશન (PCM) સિસ્ટમ:

બ્લોક ડાયગ્રામ:



આકૃતિ 13. PCM System Block Diagram

ટ્રાન્સમીટર કોમ્પોનેન્ટ્સ:

1. સેમ્પલ & હોલ્ડ: નાચક્રિસ્ટ રેટ ($f_s \geq 2f_{max}$) પર સેમ્પલ કરે છે.
2. ક્વોન્ટાઇઝર: ડિસ્ક્રીટ લેવલમાં વિભાજિત કરે છે.
3. એન્કોડર: બાઇનરી કોડમાં કન્વર્ટ કરે છે.

રિસીવર કોમ્પોનેન્ટ્સ:

1. ડિકોડર: બાઇનરીમાંથી ક્વોન્ટાઇઝડ લેવલમાં.
2. DAC: સ્ટેરકેસ એપ્રોક્સિમેશન.
3. લો-પાસ ફિલ્ટર: ઓરિજિનલ વેવફોર્મ રિકન્સ્ટ્રક્ટ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

"SQEC-DFL" - Sample, Quantize, Encode, Channel - Decode, Filter, Listen

પ્રશ્ન 4 [a ગુણ]

3 ક્વોન્ટાઇઝેશન રીત અને તેની ઉપયોગિતા સમજાવો.

જવાબ**ક્વોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા અને તેની આવશ્યકતા:**

વ્યાખ્યા: સતત એમ્પ્લિટ્યુડ મૂલ્યોને ડિસ્ક્રીટ લેવલમાં મેપિંગ કરવાની પ્રક્રિયા.

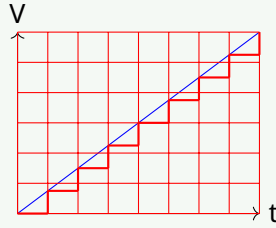
પ્રકારો:

- યુનિફોર્મ ક્વોન્ટાઇઝેશન: સમાન સ્ટેપ સાઇઝ.
- નોન-યુનિફોર્મ ક્વોન્ટાઇઝેશન: વેરિએબલ સ્ટેપ સાઇઝ.

આવશ્યકતા:

- ડિજિટલ રજૂઆત: બાઇનરી ફોર્મેટમાં કન્વર્ઝન.
- સ્ટોરેજ કાર્યક્ષમતા: મર્યાદિત સ્ટોરેજ.
- પ્રોસેસિંગ ક્ષમતા: DSP શક્ય બનાવે છે.
- ટ્રાન્સમિશન કાયદા: એરર કરેક્શન.

ક્વોન્ટાઇઝેશન એરર: મહત્તમ એરર = $\pm Q/2$. $SQNR = 6.02n + 1.76$ dB.



આકૃતિ 14. Quantization Staircase

મેમરી ટ્રીક

"DEBS" - Digitization Enables Binary Storage

પ્રશ્ન 4 [b ગુણ]

4 PCM રીસીવર સમજાવો.

જવાબ

PCM રીસીવર:



આકૃતિ 15. PCM Receiver

કોમ્પોનેન્ટ્સ:

- બફર: ડેટા સ્ટોર કરે છે, જિટર ઘટાડે છે.
- ડિકોડર: બાઇનરીમાંથી ક્વોન્ટાઇઝડ લેવલમાં.
- DAC: સ્ટેરકેસ વેવફોર્મ બનાવે છે.
- લો-પાસ ફિલ્ટર: વેવફોર્મ સ્મૂથ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

"BDFL" - Buffer stores, Decoder converts, Filter smooths, Listen to output

પ્રશ્ન 4 [c ગુણ]

7 સેમ્પલિંગ શું છે? સેમ્પલિંગના પ્રકારોને ટુંકમાં સમજાવો.

જવાબ

સેમ્પલિંગ: કન્ટિન્યુઅસ-ટાઇમ સિગ્નલને ડિસ્ક્રીટ-ટાઇમમાં કન્વર્ટ કરવાની પ્રક્રિયા.

નાયક્વિસ્ટ થિયરમ: $f_s \geq 2f_{max}$ એલિયાસિંગ અટકાવવા.

સેમ્પલિંગના પ્રકારો:

- આદર્શ સેમ્પલિંગ: તાત્કાલિક સેમ્પલ (થિયોરેટિકલ).
- નેચરલ સેમ્પલિંગ: પલ્સ સિગ્નલ આકાર લે છે.
- ફ્લેટ-ટોપ સેમ્પલિંગ: સ્ટેરકેસ એપ્રોક્સિમેશન (સેમ્પલ એન્ડ હોલ્ડ).



આકૃતિ 16. Sampling Types

મેમરી ટ્રીક

"INF" - Ideal (impulses), Natural (pulse-shaped), Flat-top (staircase)

પ્રશ્ન 5 [a ગુણ]

3 મલ્ટીપ્લેક્સિંગની આવશ્યકતાઓની યાદી બનાવો.

જવાબ

મલ્ટીપ્લેક્સિંગની આવશ્યકતા:

- બેન્ડવિડ્થ ઉપયોગ: કાર્યક્ષમ ઉપયોગ.
- ખર્ચ ઘટાડો: માધ્યમ શેર કરે છે.
- ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર ઓપ્ટિમાઇઝેશન: ઓછા વાયર.
- સ્પેક્ટ્રમ કાર્યક્ષમતા: મહત્તમ ઉપયોગ.
- નેટવર્ક ક્ષમતા: વધુ વપરાશકર્તાઓ.

- લવચીકતા: ડાયનેમિક એલોકેશન.

મેમરી ટ્રીક

"BCSINF" - Bandwidth, Cost, Spectrum, Infrastructure, Network capacity, Flexibility

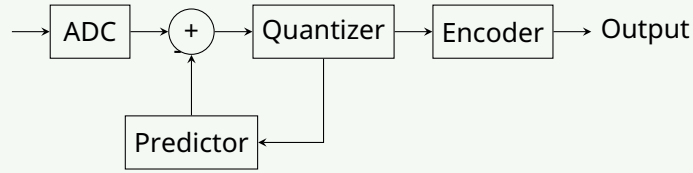
પ્રશ્ન 5 [b ગુણ]

4 DPCM નું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

ડિફરેન્શિયલ પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશન (DPCM):

- વર્તમાન અને અનુમાનિત સેમ્પલ વચ્ચેનો તફાવત એન્કોડ કરે છે.
- બિટ રેટ ઘટાડે છે.



આકૃતિ 17. DPCM Transmitter

મેમરી ટ્રીક

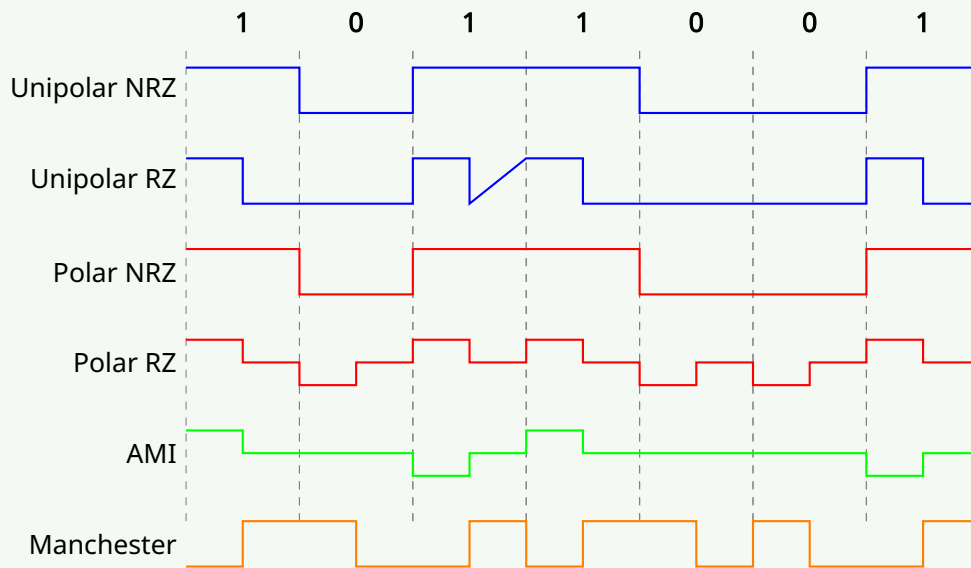
"PDQE" - Predict sample, Difference calculated, Quantize error, Encode result

પ્રશ્ન 5 [c ગુણ]

7 બાઈનરી ડેટા 1011001 નીચે પ્રમાણેની લાઈન કોડિંગ ટેકનીકથી ટ્રાન્સમીટ થાય છે (i) યુનિપોલાર RZ અને NRZ (ii) પોલાર RZ અને NRZ (iii) AMI (iv) Manchester. બધા માટે વેવ ફોર્મ દોરો.

જવાબ

બાઈનરી ડેટા 1011001 માટે લાઈન કોડિંગ:



આકૃતિ 18. Line Coding Waveforms

મેમરી ટ્રીક

"UPRMA" - Unipolar, Polar, Return-to-zero, Manchester, AMI

પ્રશ્ન 5 [a ગુણ]

3 પોલાર RZ અને NRZ ફોર્મેટ સમજાવો.

જવાબ

પોલાર RZ અને NRZ લાઈન કોડિંગ:

પોલાર NRZ:

- બાઈનરી 1: $+V$, બાઈનરી 0: $-V$.
- ઝીરોમાં રિટર્ન નથી.
- સરળ પણ ખરાબ ક્લોક રિકવરી.

પોલાર RZ:

- બાઈનરી 1: $+V$ અર્ધા બિટ માટે, બાકી 0.
- બાઈનરી 0: $-V$ અર્ધા બિટ માટે, બાકી 0.
- સેલ્ફ-ક્લોકિંગ, વધુ બેન્ડવિડ્થ.

મેમરી ટ્રીક

"HZRT" - Half bit active + Zero Return in RZ, full Time in NRZ

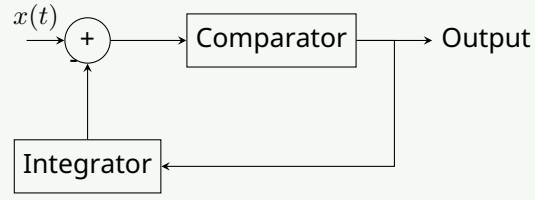
પ્રશ્ન 5 [b ગુણ]

4 ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન ટૂંકમાં સમજાવો.

જવાબ

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (DM):

- સૌથી સરળ ડિફરેન્શિયલ એન્કોડિંગ.
- પ્રતિ સેમ્પલ 1 બિટ.
- સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઈઝ.



આકૃતિ 19. Delta Modulator

મેમરી ટ્રીક

"1BSG" - 1 Bit per Sample, Slope overload and Granular noise limitations

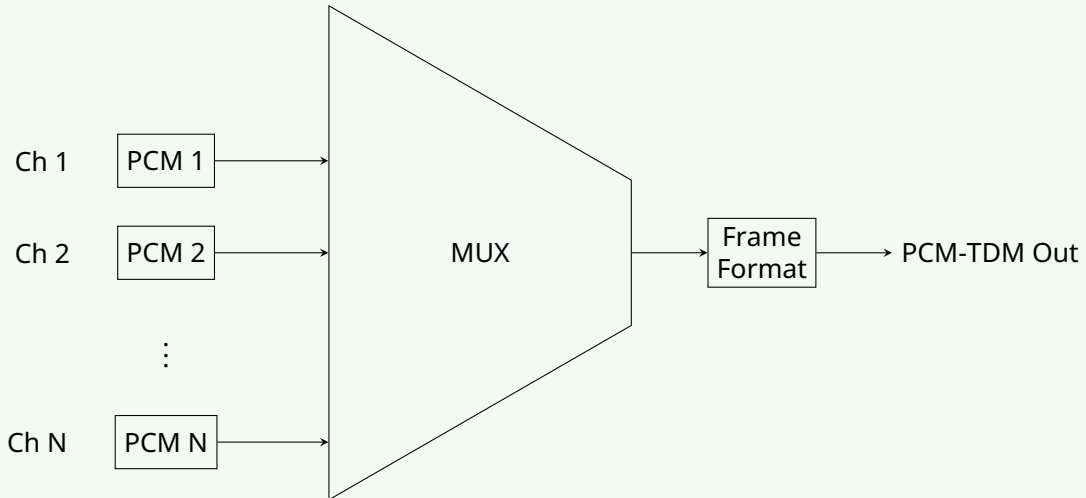
પ્રશ્ન 5 [c ગુણ]

7 PCM-TDM સિસ્ટમ સમજાવો.

જવાબ

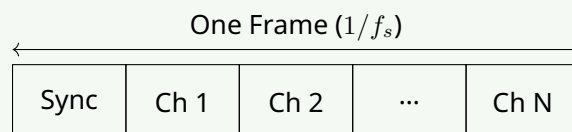
PCM-TDM સિસ્ટમ:

- PCM અને TDM નો સંયુક્ત સિસ્ટમ.
- એનાલોગ ચેનલ → PCM → મલ્ટિપ્લેક્સ.



આકૃતિ 20. PCM-TDM System

TDM ફ્રેમ:



મેમરી ટ્રીક

"MSQT" - Multiplex, Sample, Quantize, Transmit