

# ઇલેક્ટ્રોનિક કોમ્યુનિકેશનના સિદ્ધાંતો (4331104) - વિન્ટર 2023 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

January 20, 2023

## પ્રશ્ન 1 [a ગુણ]

3 અવાજ સંકેતનું વર્ગીકરણ કરો અને થર્મલ અવાજ સમજાવો.

જવાબ

અવાજ સંકેતનું વર્ગીકરણ:

અવાજનો પ્રકાર	સ્ત્રોત	લક્ષણો
બાહ્ય અવાજ	કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમની બહાર	વાતાવરણીય, અવકાશ, ઔદ્યોગિક
આંતરિક અવાજ	કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમની અંદર	થર્મલ, શોટ, ટ્રાન્ઝિટ ટાઈમ, ફ્લિકર

કોષ્ટક 1. અવાજ વર્ગીકરણ

થર્મલ અવાજ:

- વ્યાખ્યા: તાપમાનને કારણે કન્ડક્ટરમાં ઇલેક્ટ્રોનની અનિયમિત ગતિ. જેને Johnson-Nyquist noise પણ કહેવાય છે.
- લક્ષણો: સફેદ અવાજ જેમાં આવર્તન સ્પેક્ટ્રમમાં એકસમાન પાવર હોય છે.
- સૂત્ર:  $N = kTB$ 
  - $k$ : બોલ્ટઝમેન અચળાંક ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K)
  - $T$ : તાપમાન (Kelvin)
  - $B$ : બેન્ડવિડ્થ (Hertz)

મેમરી ટ્રીક

"TERM" - Temperature Excites Random Movements

## પ્રશ્ન 1 [b ગુણ]

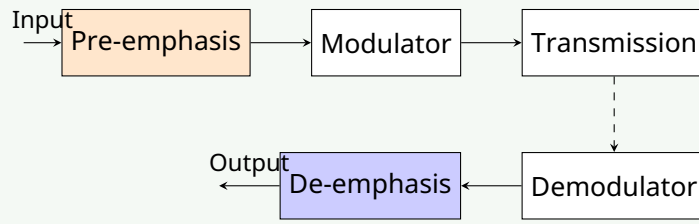
4 પ્રી-એમ્ફીસીસ અને ડી-એમ્ફીસીસ તકનીક વચ્ચેની સરખામણી કરો.

જવાબ

પ્રી-એમ્ફીસીસ અને ડી-એમ્ફીસીસ વચ્ચેનો તફાવત:

પરિમાણ	પ્રી-એમ્ફીસીસ	ડી-એમ્ફીસીસ
વ્યાખ્યા	ટ્રાન્સમિશન પહેલા ઉચ્ચ આવર્તન ઘટકોને વધારવા	રિસીવર પર ઉચ્ચ આવર્તન ઘટકોને ઘટાડવા
સ્થાન	ટ્રાન્સમીટર બાજુ	રિસીવર બાજુ
હેતુ	ઉચ્ચ આવર્તન માટે SNR સુધારે છે	મૂળ સિગ્નલની આવર્તન પ્રતિક્રિયા પુનઃસ્થાપિત કરે છે
સર્કિટ	RC સર્કિટ સાથે હાઈ-પાસ ફિલ્ટર	RC સર્કિટ સાથે લો-પાસ ફિલ્ટર
સમય અચળાંક	75 $\mu$ s (માનક)	75 $\mu$ s (પ્રી-એમ્ફીસીસ સાથે મેળ ખાય છે)

કોષ્ટક 2. પ્રી-એમ્ફીસીસ વિરુદ્ધ ડી-એમ્ફીસીસ



આકૃતિ 1. FM સિસ્ટમમાં પ્રી-એમ્ફેસીસ અને ડી-એમ્ફેસીસ

### મેમરી ટ્રીક

"PUBTAR" - Pump Up Before Transmit, Pull Down After Receive

## પ્રશ્ન 1 [C ગુણ]

7 AM સિગ્નલની ગણિતિક અભિવ્યક્તિ મેળવો અને તેની મદદથી AM સિગ્નલના આવર્તન સ્પેક્ટ્રમને સમજાવો.

### જવાબ

ગણિતિક અભિવ્યક્તિ નિર્માણ:

1. કેરિયર સિગ્નલ:

$$c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$$

2. મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ:

$$m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$$

3. Amplitude Modulated સિગ્નલ  $s(t)$  નીચે મુજબ છે:

$$s(t) = A_c \left[ 1 + \mu \frac{m(t)}{A_m} \right] \cos(2\pi f_c t)$$

જ્યાં  $\mu = \frac{A_m}{A_c}$  મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ છે. 4.  $m(t)$  ની કિંમત મુકતા:

$$s(t) = A_c [1 + \mu \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t)$$

5. વિસ્તરણ કરતા:

$$s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + \mu A_c \cos(2\pi f_m t) \cos(2\pi f_c t)$$

6. ત્રિકોણમિતીય ઓળખ  $\cos(A) \cos(B) = \frac{1}{2} [\cos(A+B) + \cos(A-B)]$  નો ઉપયોગ કરીને:

$$s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + \frac{\mu A_c}{2} [\cos(2\pi(f_c + f_m)t) + \cos(2\pi(f_c - f_m)t)]$$

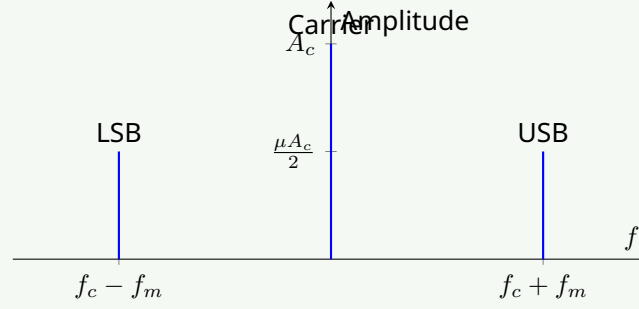
આ AM સિગ્નલની ગણિતિક અભિવ્યક્તિ છે.

આવર્તન સ્પેક્ટ્રમ:

ઘટક	આવર્તન	એમ્પ્લિટ્યુડ
Carrier	$f_c$	$A_c$
Upper Sideband (USB)	$f_c + f_m$	$\frac{\mu A_c}{2}$
Lower Sideband (LSB)	$f_c - f_m$	$\frac{\mu A_c}{2}$

કોષ્ટક 3. AM સ્પેક્ટ્રમ ઘટકો

## AM વેવનું ફ્રીક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ



આકૃતિ 2. AM આવર્તન સ્પેક્ટ્રમ

## મેમરી ટ્રીક

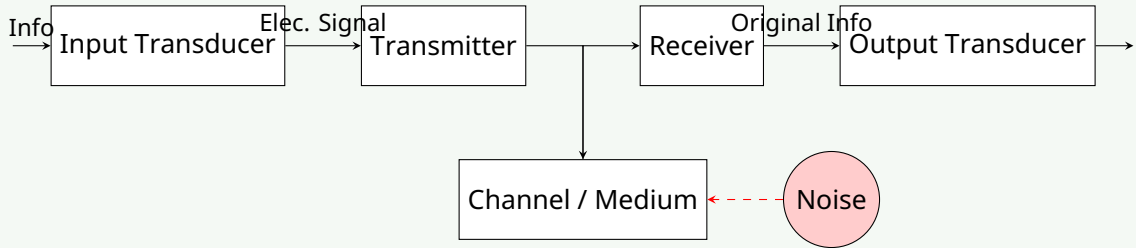
"CSBT" - Carrier Standing Between Twins

## પ્રશ્ન 1 [c ગુણ]

7 કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

## જવાબ

કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 3. કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ

ઘટકો અને કાર્યો:

બ્લોક	કાર્ય	ઉદાહરણ
Input Transducer	મૂળ માહિતીને ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલમાં રૂપાંતરિત કરે છે	માઇક્રોફોન, કેમેરા
Transmitter	કુશળ ટ્રાન્સમિશન માટે સિગ્નલની પ્રક્રિયા કરે છે (મોડ્યુલેશન, એમ્પ્લિફિકેશન)	રેડિયો ટ્રાન્સમીટર
Channel/Medium	જે માર્ગ દ્વારા સિગ્નલ પ્રવાસ કરે છે	હવા, ફાઇબર, કેબલ
Receiver	મૂળ સિગ્નલ મેળવે છે (એમ્પ્લિફિકેશન, ફિલ્ટરિંગ, ડિમોડ્યુલેશન)	રેડિયો રિસીવર
Output Transducer	ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલને મૂળ સ્વરૂપમાં પાછું ફેરવે છે	સ્પીકર, ડિસ્પ્લે
Noise Source	અવાંછિત સિગ્નલ્સ જે માહિતીને વિકૃત કરે છે	એટમોસ્ફેરિક, થર્મલ

કોષ્ટક 4. સિસ્ટમ ઘટકો

## મેમરી ટ્રીક

"ITCRO" - Input Transmits Through Channel, Receives Output

## પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશનમાં સાઇડબેન્ડ્સ અને કેરીયર વેવ વચ્ચે પાવર વિતરણની ચર્ચા કરો.

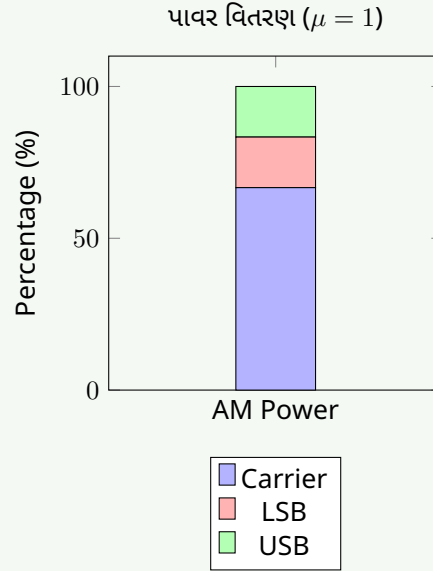
જવાબ

AM સિગ્નલમાં પાવર વિતરણ:

કુલ પાવર  $P_t$  એ કેરીયર પાવર  $P_c$  અને સાઇડબેન્ડ પાવર  $P_{SB}$  નો સરવાળો છે.

ઘટક	પાવર ફોર્મ્યુલા	ટકાવારી ( $m = 1$ )
Carrier	$P_c = \frac{A_c^2}{2R}$	66.7%
Upper Sideband	$P_{USB} = \frac{P_c \mu^2}{4}$	16.65%
Lower Sideband	$P_{LSB} = \frac{P_c \mu^2}{4}$	16.65%
Total Power	$P_T = P_c(1 + \frac{\mu^2}{2})$	100%

કોષ્ટક 5. AM પાવર વિતરણ



આકૃતિ 4. પાવર બ્રેકડાઉન

મેમરી ટ્રીક

"CTTT" - Carrier Takes Two-Thirds

## પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 શા માટે પ્રિએમ્ફેસીસ અને ડિએમ્ફેસીસનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે? સંક્ષિપ્તમાં વર્ણન કરો કે કેવી રીતે ટ્રાન્સમીટર બાજુ અને રીસીવર બાજુ પર સંકેતો સંશોધિત થાય છે.

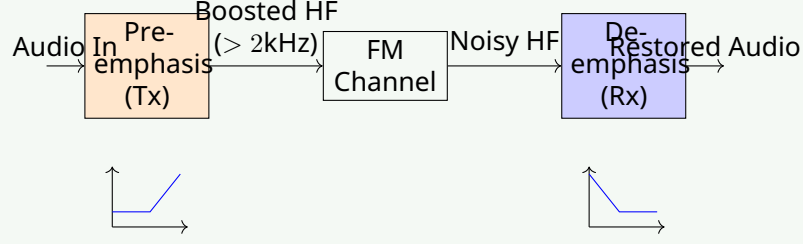
જવાબ

પ્રી-એમ્ફેસીસ અને ડી-એમ્ફેસીસનો હેતુ:

મુખ્યત્વે FM માં નોઇઝ ફ્લોરના સંબંધમાં ઉચ્ચ-આવર્તન ઘટકો માટે Signal-to-Noise Ratio (SNR) સુધારવા માટે વપરાય છે.

- **SNR સુધારવું:** ટ્રાન્સમિશન પહેલા ઉચ્ચ આવર્તનને વધારે છે જેથી અવાજને ઓળંગી શકાય.
- **અવાજ ઘટાડવો:** FM માં ઉચ્ચ આવર્તન અવાજ માટે વધુ સંવેદનશીલ હોય છે.
- **વિશ્વસનીયતા જાળવવી:** ડી-એમ્ફેસીસ મૂળ સપાટ આવર્તન પ્રતિક્રિયાને પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

સિગ્નલ મોડિફિકેશન પ્રક્રિયા:



આકૃતિ 5. સિગ્નલ મોડિફિકેશન પ્રવાહ

મેમરી ટ્રીક

"BHCKO" - Boost High, Cut High, Keep Original

## પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 FM જનરેશનની તકનીકો સમજાવો. ફેઝ લોક લૂપ FM મોડ્યુલેટરને વિગતવાર સમજાવો.

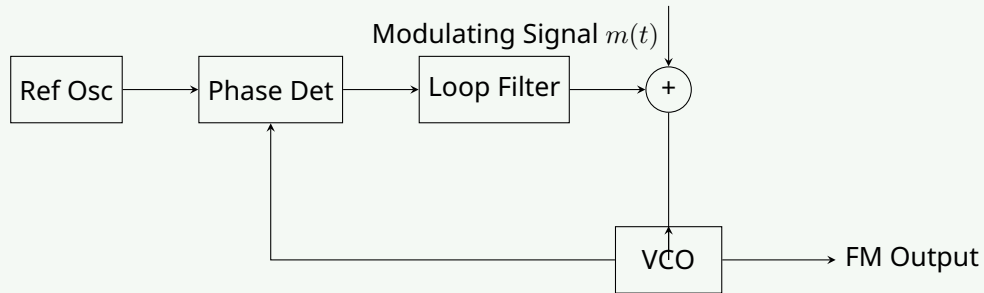
જવાબ

FM જનરેશન તકનીકો:

તકનીક	સિદ્ધાંત	ફાયદા
Direct FM	ઓસિલેટરમાં કેપેસિટન્સ બદલવું (દા.ત., Varactor)	સરળ ડિઝાઇન
Indirect FM	FM ઉત્પન્ન કરવા માટે Phase modulation	વધુ સ્થિરતા
PLL FM	Phase locked loop નો ઉપયોગ	ઉચ્ચ આવર્તન સ્થિરતા
Armstrong	મિક્સર્સ અને મલ્ટિપ્લાયર્સનો ઉપયોગ	ઉત્તમ રેખીયતા

કોષ્ટક 6. FM જનરેશન પદ્ધતિઓ

PLL FM મોડ્યુલેટર:



આકૃતિ 6. PLL FM મોડ્યુલેટર

કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. **Phase Detector** VCO આવર્તનની સ્થિર રેફરન્સ ઓસિલેટર સાથે તુલના કરે છે.
2. **Loop Filter** DC કંટ્રોલ માપ પૂરો પાડે છે, ઉચ્ચ આવર્તન ફેરફારોને અવરોધે છે.
3. **Modulating Signal** કંટ્રોલ વોલ્ટેજમાં ઉમેરવામાં આવે છે.
4. આ મેસેજ સિગ્નલ અનુસાર **VCO** આવર્તન બદલે છે (FM).
5. PLL ફીડબેક લાંબા ગાળે કેન્દ્ર આવર્તનને સ્થિર રાખે છે (રેફરન્સ સાથે લોક), જ્યારે ટૂંકા ગાળાના મોડ્યુલેશન માટે વિચલનની મંજૂરી આપે છે.

## મેમરી ટ્રીક

"PDCFV" - Phase Detector Compares, Filter Smooths, VCO Varies

## પ્રશ્ન 2 [a ગુણ]

3 DSB કરતાં SSBના ફાયદા અને ગેરલાભ જણાવો.

## જવાબ

SSBના DSB કરતાં ફાયદા અને ગેરલાભ:

SSBના ફાયદા	SSBના ગેરલાભ
બેન્ડવિડ્થ કાર્યક્ષમતા: DSB ની સરખામણીમાં માત્ર અડધી બેન્ડવિડ્થ ( $f_m$ ) વાપરે છે.	જટિલ સર્કિટરી: સાઇડબેન્ડ સપ્રેશન માટે શાર્પ ફિલ્ટર્સની જરૂર છે.
પાવર કાર્યક્ષમતા: સમાન SNR માટે લગભગ 1/3 થી 1/6 પાવર વાપરે છે.	મુશ્કેલ ડિમોડ્યુલેશન: ચોક્કસ કેરિયર રિકવરીની જરૂર છે.
ઘટાડેલું ફ્રેડિંગ: સિલેક્ટિવ ફ્રેડિંગ માટે ઓછું સંવેદનશીલ.	વિકૃતિ: પ્રાયોગિક ફિલ્ટર્સ નીચા આવર્તનને મંદ કરી શકે છે.
ઓછું ઇન્ટરફેરન્સ: સાંકડી ચેનલ વપરાશ.	કિંમત: ટ્રાન્સમીટર/રિસીવરની કિંમત વધારે.

કોષ્ટક 7. SSB વિરુદ્ધ DSB

## મેમરી ટ્રીક

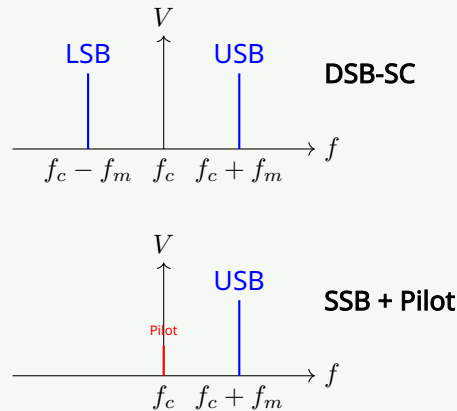
"PBSCN" - Power and Bandwidth Saved, But Complex Circuits Needed

## પ્રશ્ન 2 [b ગુણ]

4 DSBSC અને SSB એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેટેડ વેવ અને પાયલોટ કેરિયરના ફ્રીક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમનું સ્કેચ કરો.

## જવાબ

ફ્રીક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ તુલના:



આકૃતિ 7. DSB-SC vs SSB સ્પેક્ટ્રમ (પાયલોટ સાથે)

- **DSB-SC:** કેરિયર દબાયેલું, પાવર માત્ર સાઇડબેન્ડ્સમાં. બેન્ડવિડ્થ  $2f_m$ .
- **SSB + Pilot:** માત્ર એક સાઇડબેન્ડ ટ્રાન્સમિટ થાય છે + સિંક્રનાઇઝેશન માટે ઘટાડેલ કેરિયર. બેન્ડવિડ્થ  $f_m$ .

## મેમરી ટ્રીક

"TSOSP" - Two Sides, One Side, or One Side Plus Pilot

## પ્રશ્ન 2 [c ગુણ]

7 ટૂંકી નોંધ લખો: પલ્સ મોડ્યુલેશન.

## જવાબ

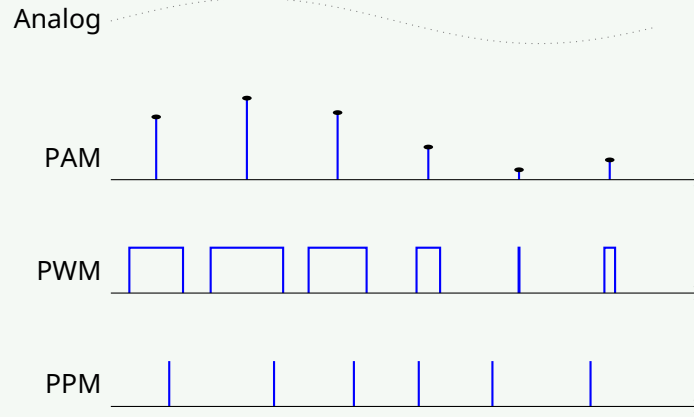
પલ્સ મોડ્યુલેશન તકનીકો:

પ્રક્રિયા જ્યાં સતત એનાલોગ સિગ્નલને સેમ્પલ કરીને પલ્સ પેરામીટર્સમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે.

પ્રકાર	સિદ્ધાંત	ઉપયોગ
PAM	પલ્સનું એમ્પ્લિટ્યુડ સિગ્નલ સાથે બદલાય છે	TDM, PCM માટે મધ્યવર્તી પગલું
PWM	પલ્સની પહોળાઈ/અવધિ બદલાય છે	મોટર કંટ્રોલ, પાવર ડિલિવરી
PPM	પલ્સની સ્થિતિ/ટાઇમિંગ બદલાય છે	ઓપ્ટિકલ કોમ્યુનિકેશન, RF કંટ્રોલ
PCM	ડિજિટલ બાઇનરી કોડ રજૂઆત	કમ્પ્યુટિંગ, ડિજિટલ ઓડિયો, ટેલિફોની

કોષ્ટક 8. પલ્સ મોડ્યુલેશન પ્રકારો

વેવફોર્મ તુલના:



આકૃતિ 8. પલ્સ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ્સ

## મેમરી ટ્રીક

"AWPC" - Amplitude, Width, Position, Code - All Pulse Types

## પ્રશ્ન 3 [a ગુણ]

3 AGC શું છે? સરળ AGC સર્કિટના ઇનપુટ-આઉટપુટ લક્ષણિક વળાંક દોરો અને સમજાવો.

## જવાબ

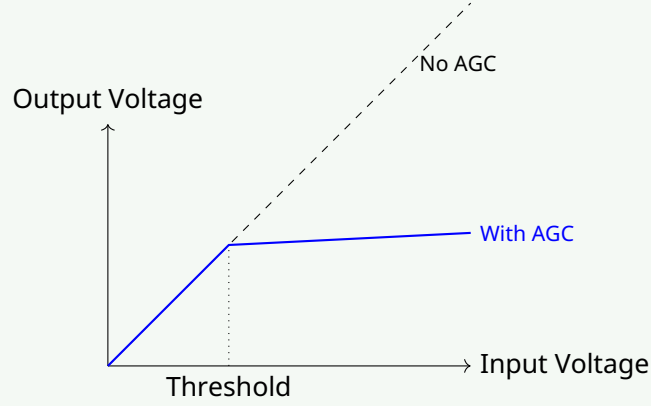
ઓટોમેટિક ગેઇન કંટ્રોલ (AGC):

- વ્યાખ્યા: સર્કિટ જે ઇનપુટ સિગ્નલની શક્તિમાં ફેરફાર હોવા છતાં આઉટપુટ સિગ્નલ લેવલને પ્રમાણમાં સ્થિર રાખવા માટે રિસીવર ગેઇનને આપમેળે

સમાયોજિત કરે છે.

- હેતુ: મજબૂત સિગ્નલો પર ઓવરલોડિંગ અને નબળા સિગ્નલો પર ફેડિંગ અટકાવે છે.

ઇનપુટ-આઉટપુટ લક્ષણિકતાઓ:



આકૃતિ 9. AGC લક્ષણિકતાઓ

સમજૂતી: થ્રેશોલ્ડથી નીચેના નબળા સંકેતો માટે લીનિયર પ્રતિસાદ. થ્રેશોલ્ડથી ઉપર, આઉટપુટ ફ્લેટ (સપાટ) કરવા માટે ગેઇન ઓછો થાય છે.

મેમરી ટ્રીક

"SSLG" - Strong Signals Get Less Gain

### પ્રશ્ન 3 [b ગુણ]

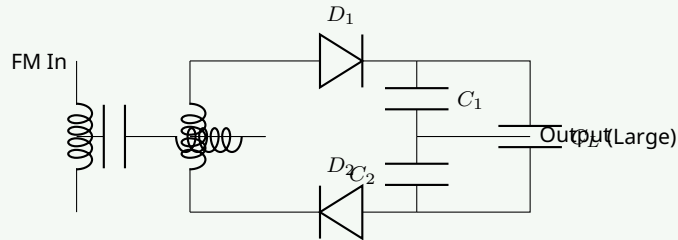
4 FM ડિમોડ્યુલેશન માટે બેલેન્સ્ડ રેશિયો ડિટેક્ટર પર ટૂંકી નોંધ લખો.

જવાબ

બેલેન્સ્ડ રેશિયો ડિટેક્ટર:

- FM ડિમોડ્યુલેટર જે ડાયોડ પ્રવાહોના ગુણોત્તરમાંથી આઉટપુટ મેળવે છે.
- મુખ્ય ઘટકો: સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મર, બે ડાયોડ, મોટું ઇલેક્ટ્રોલાઇટિક કેપેસિટર (AM રિજેક્શન માટે).
- ફાયદો: અલગ લિમિટર વગર એમ્પ્લિટ્યુડ ફેરફારો (AM રિજેક્શન) સામે સહજ પ્રતિરક્ષા પૂરી પાડે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 10. રેશિયો ડિટેક્ટર સર્કિટ

મેમરી ટ્રીક

"BDTFV" - Balanced Diodes Transform Frequency To Voltage



### પ્રશ્ન 3 [c ગુણ]

7 વિવિધ પ્રકારના FM ડિમોડ્યુલેટર સર્કિટનું કાર્ય સમજાવો.

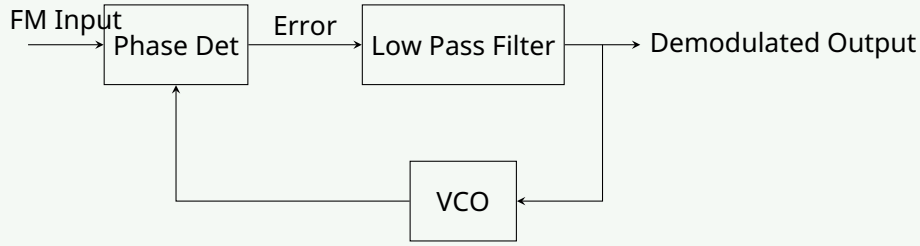
**જવાબ**

FM ડિમોડ્યુલેટર પ્રકારો:

પ્રકાર	કાર્ય સિદ્ધાંત	ફાયદા/ગેરફાયદા
Slope Detector	ટ્યુન્ડ સર્કિટના નોન-લીનિયર રિજનનો ઉપયોગ	સરળ / નબળી રેખીયતા
Foster-Seeley	ફેઝ શિફ્ટ ડિફરન્શિએશન	સારી રેખીયતા / કોઈ AM રિજેક્શન નહીં
Ratio Detector	ડાયોડ વોલ્ટેજનો ગુણોત્તર	સારાં AM રિજેક્શન / મધ્યમ રેખીયતા
PLL Demodulator	ઇનપુટ સાથે ફેઝ લોકિંગ	ઉત્તમ રેખીયતા / જટિલ
Quadrature	ફેઝ શિફ્ટ અને ગુણાકાર	સરળ IC ઇન્ટીગ્રેશન

કોષ્ટક 9. FM ડિમોડ્યુલેટર પ્રકારો

PLL FM ડિમોડ્યુલેટર ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 11. PLL ડિમોડ્યુલેટર

**કાર્ય:** VCO ને ઇનપુટ FM સિગ્નલ સાથે લોક રાખવા માટે જરૂરી એરર વોલ્ટેજ આવર્તન વિચલનના પ્રમાણમાં હોય છે, આમ મૂળ સંદેશને રિકવર કરે છે.

**મેમરી ટ્રીક**

"FVDPE" - Frequency Variations Drive Phase Errors

### પ્રશ્ન 3 [a ગુણ]

3 રેડિયો રીસીવરની લાક્ષણિકતાઓ સમજાવો.

### પ્રશ્ન 3 [b ગુણ]

4 AM ડિટેક્ટર સર્કિટમાં થતા વિકૃતિઓના પ્રકારો સમજાવો.

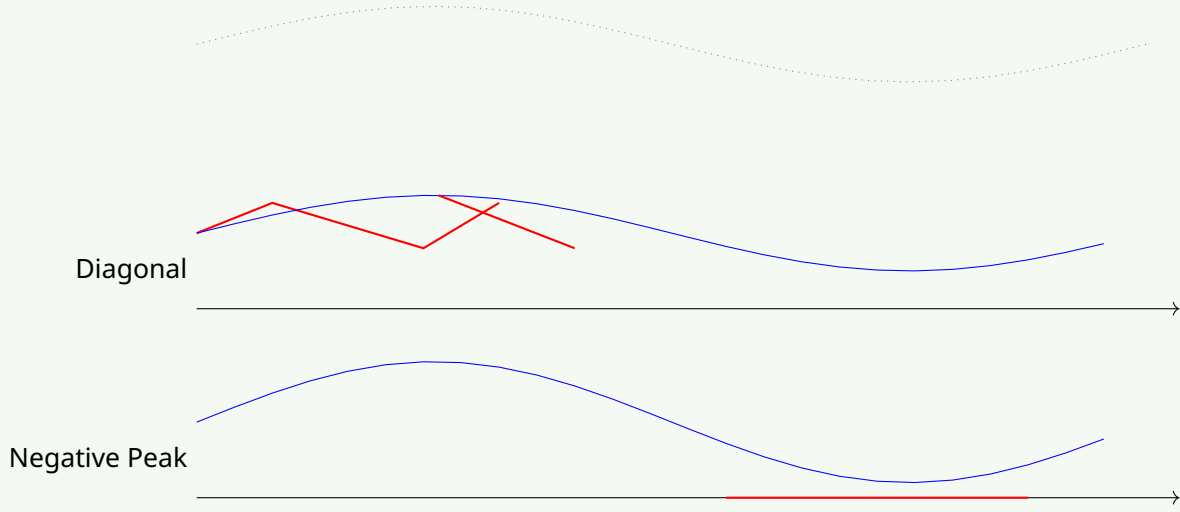
**જવાબ**

AM ડિટેક્ટર સર્કિટમાં વિકૃતિઓના પ્રકારો:

વિકૃતિ પ્રકાર	કારણ	નિવારણ
ડાયાગોનલ વિકૃતિ	ખોટો સમય અચળાંક (RC બહુ મોટો)	યોગ્ય RC સમય અચળાંક
નકારાત્મક પીક ક્લિપિંગ	ઉચ્ચ મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ + AC/DC લોડ મિસમેચ	યોગ્ય ડાયોડ બાયસિંગ / લોડ
હાર્મોનિક વિકૃતિ	નોન-લીનિયર ડાયોડ લક્ષણો	ઉચ્ચ-ગુણવત્તાવાળા ડાયોડ

## કોષ્ટક 11. AM ડિટેક્ટર વિકૃતિઓ

વેવફોર્મ્સ:



આકૃતિ 13. વિકૃતિ પ્રકારો

મેમરી ટ્રીક

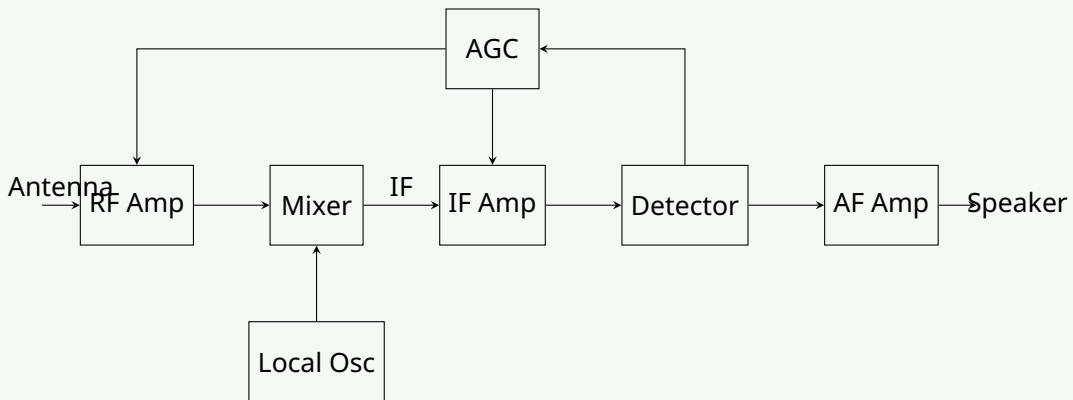
"DNHF" - Diagonal Negative Harmonics Frequency

## પ્રશ્ન 3 [c ગુણ]

7 સુપરહીટેરોડીન AM રીસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને તેને સમજાવો.

જવાબ

સુપરહીટેરોડીન AM રીસીવર:



આકૃતિ 14. સુપરહીટેરોડીન રીસીવર

દરેક બ્લોક્નું કાર્ય:

- **RF એમ્પ્લિફાયર:** નબળા RF સિગ્નલને એમ્પ્લિફાય કરે છે, જે સંવેદનશીલતા અને પસંદગીકારકતા સુધારે છે.
- **મિક્સર:** RF ( $f_s$ ) અને LO ( $f_o$ ) ને મિક્સ કરીને IF ( $f_o - f_s$ ) ઉત્પન્ન કરે છે.
- **લોકલ ઓસીલેટર:** આવતા સિગ્નલથી નિશ્ચિત આવર્તન પર સિગ્નલ ઉત્પન્ન કરે છે.
- **IF એમ્પ્લિફાયર:** નિશ્ચિત મધ્યવર્તી આવર્તન (455 kHz) પર એમ્પ્લિફિકેશન પૂરું પાડે છે.
- **ડિટેક્ટર:** મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલમાંથી ઓડિયો એક્સ્ટ્રેક્ટ કરે છે.

- **AF એમ્પ્લિફાયર:** સ્પીકર ચલાવવા માટે ઓડિયોને એમ્પ્લિફાય કરે છે.
- **AGC:** રિસીવરના આઉટપુટ લેવલને સ્થિર રાખે છે.

#### મેમરી ટ્રીક

"RMLIDAS" - Radio Mixing Local Intermediate Detected Audio Signals

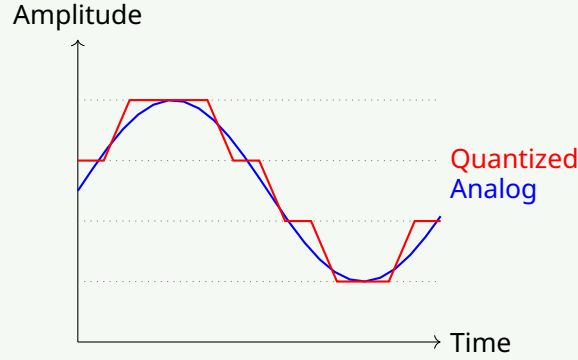
## પ્રશ્ન 4 [a ગુણ]

3 એનાલોગથી ડિજિટલ રૂપાંતરણમાં વપરાતી ક્વોન્ટાઇઝેશનની પ્રક્રિયા સમજાવો.

#### જવાબ

ક્વોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા:

1. સેમ્પલિંગ: સમયને અસતત (discretize) બનાવવો.
2. લેવલ ફાળવણી: એમ્પ્લિટ્યુડ રેન્જને  $L$  ડિસ્ક્રીટ લેવલમાં વિભાજિત કરવી.
3. અસાઇનમેન્ટ: દરેક સેમ્પલ વેલ્યુને નજીકના લેવલમાં મેપ કરવી.
4. એનકોડિંગ: લેવલ ઇન્ડેક્સને બાઇનરીમાં રૂપાંતરિત કરવું.



આકૃતિ 15. ક્વોન્ટાઇઝેશન સ્ટેરકેસ

#### મેમરી ટ્રીક

"SLAB" - Sample Levels Assign Binary

## પ્રશ્ન 4 [b ગુણ]

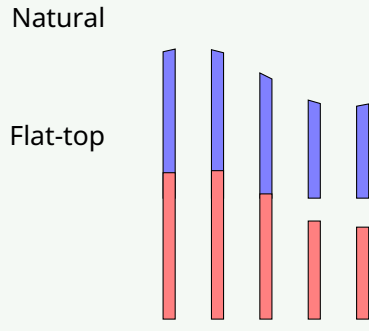
4 સેમ્પલિંગ તકનીકોની સરખામણી આપો.

#### જવાબ

સેમ્પલિંગ તકનીકોની સરખામણી:

તકનીક	વર્ણન	ફાયદા/ગેરલાભ
Ideal	ત્વરિત આવેગ	માત્ર સૈદ્ધાંતિક
Natural	પલ્સ ટોપ સિગ્નલના આકારને અનુસરે છે	જટિલ જનરેશન
Flat-top	પલ્સ ટોપ ફ્લેટ છે (સેમ્પલ અને હોલ્ડ)	જનરેટ કરવા માટે સરળ / એપર્યર એરર

કોષ્ટક 12. સેમ્પલિંગ પ્રકારો



આકૃતિ 16. નેચરલ વિરુદ્ધ ફ્લેટ-ટોપ સેમ્પલિંગ

મેમરી ટ્રીક

"INF" - Ideal Natural Flat

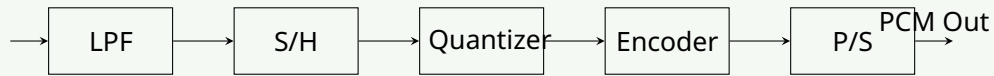
## પ્રશ્ન 4 [c ગુણ]

7 PCM ટ્રાન્સમીટર અને રીસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

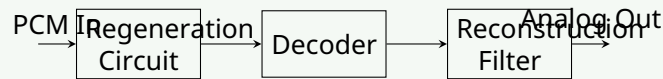
જવાબ

**Pulse Code Modulation (PCM):**

**ટ્રાન્સમીટર:**



**રિસીવર:**



મેમરી ટ્રીક

"FSQEMT" - Filter, Sample, Quantize, Encode, Multiplex, Transmit

## પ્રશ્ન 4 [a ગુણ]

3 Nyquist પ્રમેય જણાવો અને સમજાવો.

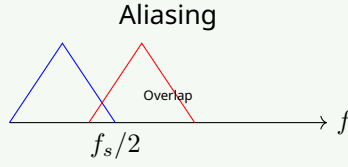
જવાબ

**Nyquist સેમ્પલિંગ પ્રમેય:**

બેન્ડ-લિમિટેડ સિગ્નલને સંપૂર્ણ રીતે પુનઃનિર્માણ કરવા માટે, સેમ્પલિંગ આવર્તન  $f_s$  સિગ્નલમાં હાજર મહત્તમ આવર્તન ઘટક  $f_{max}$  ના ઓછામાં ઓછા બમણા હોવા જોઈએ.

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

- $2f_{max}$  ને **Nyquist Rate** કહેવાય છે.
- જો  $f_s < 2f_{max}$ , તો **Aliasing** થાય છે (સ્પેક્ટ્રલ ઘટકોનું ઓવરલેપિંગ).



આકૃતિ 17. અન્ડરસેમ્પલિંગની અસર (એલિયાસિંગ)

મેમરી ટ્રીક

"DMFSA" - Double Maximum Frequency Stops Aliasing

## પ્રશ્ન 4 [b ગુણ]

4 DM, ADM અને DPCMની સરખામણી આપો.

જવાબ

સરખામણી:

લક્ષણ	Delta Mod (DM)	Adaptive DM	DPCM
આધાર	1 Bit તફાવત	ચલ સ્ટેપ સાઇઝ	Multi-bit તફાવત
સ્ટેપ સાઇઝ	સ્થિર (Fixed)	ચલ (Variable)	સ્થિર/એડેપ્ટિવ
કોડિંગ	1 Bit/sample	1 Bit/sample	> 1 Bit/sample
ભૂલો	સ્લોપ ઓવરલોડ, ગ્રેન્યુલર	ઓછી ભૂલો	ક્વોન્ટાઇઝેશન નોઇઝ
જટિલતા	સૌથી ઓછી	મધ્યમ	વધુ

કોષ્ટક 13. DM vs ADM vs DPCM

મેમરી ટ્રીક

"SAMD" - Single-bit, Adaptive-bit, Multi-bit Difference

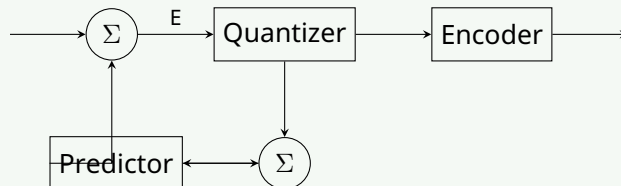
## પ્રશ્ન 4 [c ગુણ]

7 ડિફરન્શિયલ PCM (DPCM) ટ્રાન્સમીટર અને રીસીવરની કાર્યગીરી સમજાવો.

જવાબ

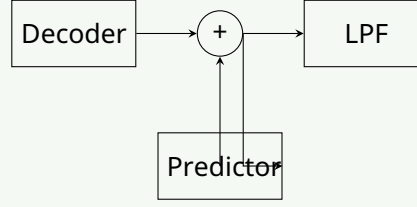
DPCM સિદ્ધાંત: ચોક્કસ સેમ્પલ વેલ્યુને બદલે, આ અગાઉના સેમ્પલના આધારે આગાહી કરેલ મૂલ્ય અને વર્તમાન સેમ્પલ વચ્ચેના તફાવતને એનકોડ કરે છે.

DPCM ટ્રાન્સમીટર:



આકૃતિ 18. DPCM ટ્રાન્સમીટર

DPCM રિસીવર:



આકૃતિ 19. DPCM રિસીવર

મેમરી ટ્રીક

"PSQD" - Predict Subtract Quantize Difference

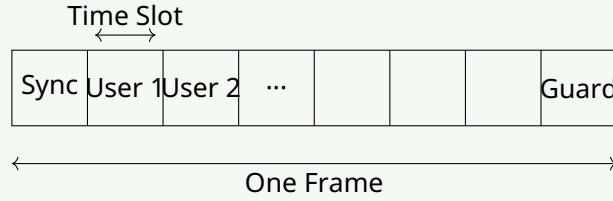
## પ્રશ્ન 5 [a ગુણ]

3 TDMA ફ્રેમનું વર્ણન કરો.

જવાબ

TDMA ફ્રેમ સ્ટ્રક્ચર:

ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ એક્સેસ બહુવિધ વપરાશકર્તાઓને અલગ ટાઇમ સ્લોટ્સ ફાળવીને સમાન આવર્તન શેર કરવાની મંજૂરી આપે છે.



આકૃતિ 20. TDMA ફ્રેમ

ઘટકો: પ્રીએમ્બલ (Sync), માહિતી સંદેશ, ગાર્ડ બિટ્સ (ગેપ).

મેમરી ટ્રીક

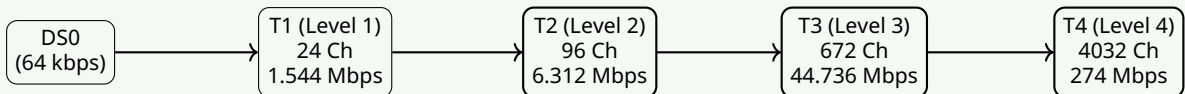
"SITDA" - Slots In Time Divide Access

## પ્રશ્ન 5 [b ગુણ]

4 4 સ્તરના ડિજિટલ મલ્ટિપ્લેક્સિંગ વંશવેલો દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

ડિજિટલ મલ્ટિપ્લેક્સિંગ હાયરાર્કી (North American T-carrier):



આકૃતિ 21. T-Carrier હાયરાર્કી

## મેમરી ટ્રીક

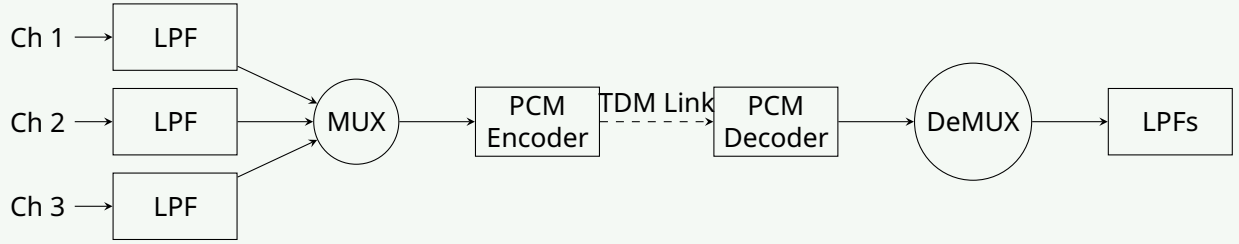
"PSTQ" - Primary, Secondary, Tertiary, Quaternary Levels

## પ્રશ્ન 5 [c ગુણ]

7 PCM-TDM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

## જવાબ

PCM-TDM બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 22. PCM-TDM સિસ્ટમ

**\*\*પ્રક્રિયા\*\*:**

1. બહુવિધ એનાલોગ ચેનલો LPF દ્વારા બેન્ડ-લિમિટેડ હોય છે.
2. કોમ્પ્યુટેર દરેક ચેનલને ક્રમિક રીતે સેમ્પલ કરે છે (AM-TDM).
3. સંયુક્ત TDM સિગ્નલ એક PCM એન્કોડરમાં પ્રવેશે છે.
4. કોડેડ બિટ્સ ઇન્ટરલેસ્ડ ટ્રાન્સમિટ થાય છે.

## મેમરી ટ્રીક

"MACSDL" - Many Analog Channels Share Digital Link

## પ્રશ્ન 5 [a ગુણ]

3 ડિજિટલ કમ્યુનિકેશનના ફાયદા અને ગેરફાયદાની સૂચિ બનાવો.

## જવાબ

ફાયદા અને ગેરફાયદા:

ફાયદા	ગેરફાયદા
ઉત્તમ નોઇઝ ઇમ્યુનિટી	વધારે બેન્ડવિડ્થની જરૂર
એરર ડિટેક્શન અને કરેક્શન	સિસ્ટમની જટિલતા
સરળ મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (TDM)	સિન્ક્રોનાઇઝેશનની જરૂર
સુરક્ષિત (એન્ક્રિપ્શન)	ક્લોન્કાઇઝેશન નોઇઝ

કોષ્ટક 14. ડિજિટલ કોમ્યુનિકેશન ફાયદા/ગેરફાયદા

## મેમરી ટ્રીક

"NEMBB" - Noise-resistant, Error-correcting, Multiplex-friendly But Bandwidth-hungry

## પ્રશ્ન 5 [b ગુણ]

4 ચેનલ કોડિંગ તકનીકોની સૂચિ બનાવો, તેમાંથી કોઈ પણ એકને ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

### જવાબ

ચેનલ કોડિંગ તકનીકો:

- Linear Block Codes (દા.ત., Hamming)
- Cyclic Codes (દા.ત., CRC)
- Convolutional Codes
- Turbo Codes

ઉદાહરણ: Hamming Code (7,4)

- 4 ડેટા બિટ્સ લે છે, 3 પેરિટી બિટ્સ ઉમેરે છે ( $n = 7, k = 4$ ).
- 1 બિટ એરર સુધારી શકે છે.
- પેરિટી બિટ્સ  $2^0, 2^1, 2^2 \dots$  પોઝિશન પર મૂકવામાં આવે છે.
- જો Data = 1010, Encoded =  $p_1p_21p_4010$ . ચોક્કસ પોઝિશનના XOR પર આધારિત પેરિટી ગણતરી.

### મેમરી ટ્રીક

"PBPDDB" - Parity Bits Protect Data Bits

## પ્રશ્ન 5 [c ગુણ]

7 મૂળભૂત ટાઇમ ડોમેન ડિજિટલ મલ્ટિપ્લેક્સિંગની ચર્ચા કરો. TDM સિસ્ટમના ફાયદા અને ગેરફાયદા જણાવો.

### જવાબ

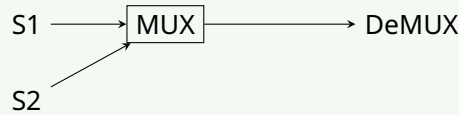
ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ (TDM): એવી તકનીક જ્યાં બહુવિધ અલગ સિગ્નલો એક ચેનલ પર સમયના ડોમેનમાં ઇન્ટરલીવ કરીને ટ્રાન્સમિટ થાય છે.

ફાયદા:

- એક સમયે એક વપરાશકર્તા દ્વારા સંપૂર્ણ બેન્ડવિડ્થનો ઉપયોગ થાય છે.
- લવચીક સિગ્નલ હેન્ડલિંગ (ડિજિટલ).
- FDM ની સરખામણીમાં સરળ સર્કિટરી.

ગેરફાયદા:

- કડક સિન્ક્રોનાઇઝેશનની જરૂર છે.
- જો સ્લોટ્સ ખાલી હોય તો બેન્ડવિડ્થનો બગાડ.
- મલ્ટિપાથ ડિસ્ટોર્શન TDM ને FDM કરતા વધુ અસર કરે છે.



આકૃતિ 23. મૂળભૂત TDM

### મેમરી ટ્રીક

"TSSBSR" - Time Slots Shared But Sync Required



