

Communication Engineering (1333201) - Summer 2025 Solution

Milav Dabgar

May 09, 2025

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

AM, FM અને PM ને વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 1. મોડ્યુલેશન પ્રકારો વ્યાખ્યા

મોડ્યુલેશન પ્રકાર	વ્યાખ્યા
AM (Amplitude Modulation)	એવી પ્રક્રિયા જેમાં કેરિઅર સિગ્નલનું amplitude, મેસેજ સિગ્નલના તાત્કાલિક amplitude અનુસાર બદલાય છે
FM (Frequency Modulation)	એવી પ્રક્રિયા જેમાં કેરિઅર સિગ્નલની frequency, મેસેજ સિગ્નલના તાત્કાલિક amplitude અનુસાર બદલાય છે
PM (Phase Modulation)	એવી પ્રક્રિયા જેમાં કેરિઅર સિગ્નલનો phase, મેસેજ સિગ્નલના તાત્કાલિક amplitude અનુસાર બદલાય છે

મેમરી ટ્રીક

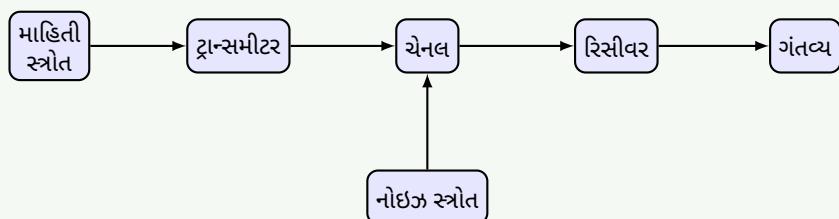
"AFaP" - "Amplitude, Frequency અને Phase" એ ત્રણ પરામિતિઓ છે જે મોડ્યુલેશન દરમિયાન બદલાય છે.

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 1. કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ

કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમના ઘટકો:

- માહિતી સ્રોત: સંદેશાનું ઉત્પાદન કરે છે
- ટ્રાન્સમીટર: સંદેશને પ્રસારણ માટે યોગ્ય સિગ્નલમાં રૂપાંતરિત કરે છે

- ચેનલ: માધ્યમ જેના દ્વારા સિગ્નલ પ્રવાસ કરે છે
- રિસીવર: પ્રાપ્ત સિગ્નલમાંથી મૂળ સંદેશ કાઢે છે
- ગંતવ્ય: વ્યક્તિ/ઉપકરણ જેના માટે સંદેશ છે
- નોઇજ સ્ત્રોત: અવાંછિત સિગ્નલ જે પ્રસારિત સિગ્નલમાં દખલ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"માદરચ્ચગા" - "માહિતી, ટ્રાન્સમિટર, દાખલ, રિસીવર, ચેનલ, ગંતવ્ય"

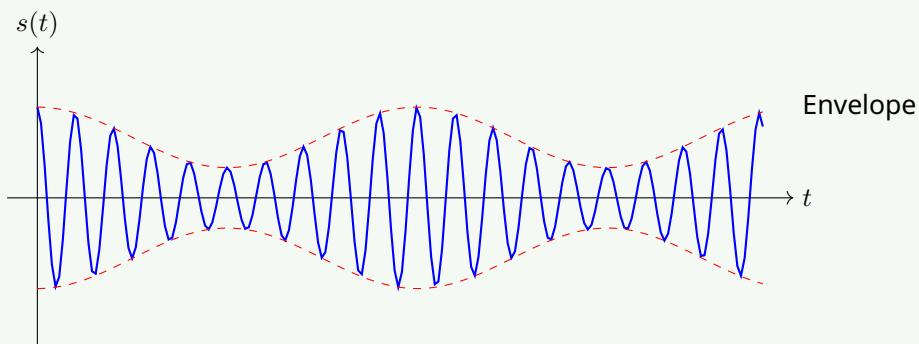
પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

AM મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ સાથે સમજાવો અને મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ માટે વોલ્ટેજ સમીકરણ મેળવો. DSBFC AM ફીકવન્સી સ્પેક્ટ્રમ દોરો.

જવાબ

જવાબ: Amplitude Modulation એ એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં ઉચ્ચ આવૃત્તિવાળા કેરિયર વેવનું amplitude મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલના તાત્કાલિક મુલ્ય અનુસાર બદલાય છે.

વેવફોર્મ અને સમીકરણ:

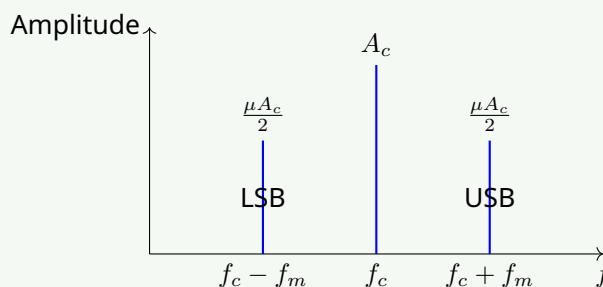


આકૃતિ 2. AM વેવફોર્મ

AM સમીકરણનું તારણાં:

- કેરિયર સિગ્નલ: $c(t) = A_c \cos(\omega_c t)$
- મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ: $m(t) = A_m \cos(\omega_m t)$
- મોડ્યુલેશન ઈન્ડેક્સ: $\mu = A_m / A_c$
- AM સિગ્નલ: $s(t) = A_c [1 + \mu \cdot \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$
- વિસ્તરણ: $s(t) = A_c \cdot \cos(\omega_c t) + \frac{\mu A_c}{2} \cos[(\omega_c + \omega_m)t] + \frac{\mu A_c}{2} \cos[(\omega_c - \omega_m)t]$

DSBFC AM ફીકવન્સી સ્પેક્ટ્રમ:



આકૃતિ 3. DSBFC AM ફીકવન્સી સ્પેક્ટ્રમ

મુખ્ય બિંદુઓ:

- LSB (લોઓર સાઇડબેન્ડ): $f_c - f_m$ પર સ્થિત

- USB (અપર સાઇડબેન્ડ): $f_c + f_m$ પર સ્થિત
- બેન્ડવિડ્યુથ: $2f_m$ (ઉચ્ચતમ મોડ્યુલેટિંગ આવૃત્તિનો બે ગણો)

મેમરી ટ્રીક

"બે ઓળ સાથે" - DSBFC AM બંને સાઇડબેન્ડ્સ વહન કરે છે.

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

AM માં કુલ પાવર માટે સમીકરણ મેળવો, DSB અને SSB માં પાવર બચતની ટકાવારીની ગણતરી કરો.

જવાબ

જવાબ:

AM માં કુલ પાવર: AM સિગલ $s(t) = A_c[1 + \mu \cdot \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$ માટે:

પાવર ગણતરી:

- કેરિયર પાવર: $P_c = A_c^2/2$
- દરેક સાઇડબેન્ડમાં પાવર: $P_{USB} = P_{LSB} = P_c \cdot \mu^2/4$
- કુલ સાઇડબેન્ડ પાવર: $P_{USB} + P_{LSB} = P_c \cdot \mu^2/2$
- કુલ પાવર: $P_t = P_c + P_{USB} + P_{LSB} = P_c(1 + \mu^2/2)$

પાવર બચત:

કોષ્ટક 2. પાવર બચત

મોડ્યુલેશન	પાવર વિતરણ	પાવર બચત
DSBFC AM	કેરિયર + બંને સાઇડબેન્ડ્સ વાપરે છે	0% (સંદર્ભ)
SSBSC AM	ફક્ત એક સાઇડબેન્ડ, કેરિયર નહીં	$\frac{2-\mu^2/2}{1+\mu^2/2} \times 100\%$

$\mu = 1$ માટે, SSBSC લગભગ 85% પાવર બચાવે છે, DSBFC ની તુલનામાં.

મેમરી ટ્રીક

"SSB કેરિયર કાપી પાવર બચાવે"

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

AM અને FM ની સરખામણી કરો.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 3. AM અને FM ની સરખામણી

પેરામીટર	AM	FM
વ્યાખ્યા	કેરિયરનું એમ્બિલટ્યુડ મેસેજ સિગલ મુજબ બદલાય છે	કેરિયરની ફીકવન્સી મેસેજ સિગલ મુજબ બદલાય છે
બેન્ડવિડ્યુથ	$2 \times \text{મેસેજ ફીકવન્સી}$	$2 \times (\Delta f + f_m)$
નોઇજ ઇમ્પ્યુનિટી	નબળી (નોઇજ એમ્બિલટ્યુડને અસર કરે છે)	ઉત્તમ (નોઇજ મુખ્યત્વે એમ્બિલટ્યુડને અસર કરે છે)
પાવર કાર્યક્ષમતા	ઓછી (કેરિયરમાં મોટાભાગનો પાવર હોય છે)	ઉચ્ચી (બધો ટ્રાન્સમિટેડ પાવર માહિતી ધરાવે છે)
સાર્કિટ જટિલતા	સરળ, સસ્તું	જટિલ, મૌંધું

મેમરી ટ્રીક

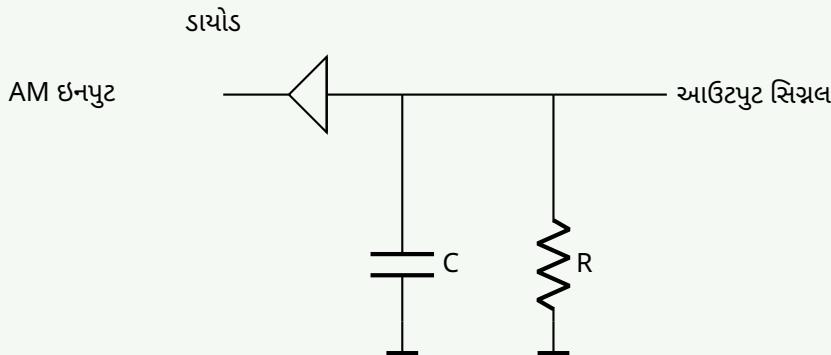
"AM ને પાવર જોઈએ, FM નોઇજ સામે લડે"

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણા]

Envelope detector નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 4. એન્વેલપ ડિટેક્ટર

એન્વેલપ ડિટેક્ટરના ઘટકો:

- ડાયોડ: AM સિચ્રલને રેકિટફાય કરે છે (એક દિશામાં પ્રવાહ વહેવા દે છે)
- RC સર્કિટ: R અને C કિંમતો એલો રીતે પરંદ કરવામાં આવે છે કે:
 - $RC \gg 1/f_c$ (કેરિયર ફીકવન્સી ફિલ્ટર કરવા માટે)
 - $RC \ll 1/f_m$ (એન્વેલપને ફોલો કરવા માટે)

કાર્યપદ્ધતિ:

- કેરિયરના પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન ડાયોડ કન્ડક્ટ થાય છે
- કેપેસિટર પીક વેલ્યુ સુધી ચાર્જ થાય છે
- જ્યારે ઇનપુટ ઘટે છે, ત્યારે કેપેસિટર રજિસ્ટર દ્વારા ડિસ્ચાર્જ થાય છે
- આઉટપુટ AM સિચ્રલના એન્વેલપને ફોલો કરે છે

મેમરી ટ્રીક

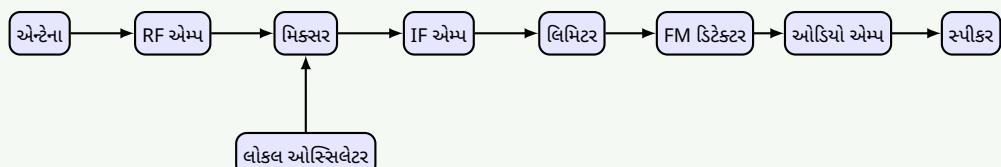
"ડિટેક્ટ, રેક્ટ, અને કનેક્ટ"

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણા]

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

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 5. FM રેડિયો રીસીવર

દરેક બ્લોકનું કાર્ય:

- એટેના: FM બ્રોડકાસ્ટ સિગ્નલ (88-108 MHz) પ્રાપ્ત કરે છે
- RF એમ્પલિફિયર: નબળા RF સિગ્નલને એમ્પલિફિયર કરે છે, સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
- મિક્સર અને લોકલ ઓસ્ચિસ્લેટર: RF ને ફિક્સડ IF (10.7 MHz) માં રૂપાંતરિત કરે છે
- IF એમ્પલિફિયર: રીસીવરનો મોટાભાગનો ગેઇન અને સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
- લિમિટર: FM સિગ્નલમાંથી એમ્પલિટ્યુડ બિન્ડતા દૂર કરે છે
- FM ડિટેક્ટર: ફીક્વન્સી બિન્ડતાને ઓડિયોમાં રૂપાંતરિત કરે છે
- ઓડિયો એમ્પલિફિયર: રિકવર થયેલ ઓડિયો સિગ્નલને એમ્પલિફિયર કરે છે
- સ્પીકર: ઇલેક્ટ્રોકલ સિગ્નલને અવાજમાં ફેરવે છે

મેમરી ટ્રીક

"ખરેખર મોટા સાધનો ફીક્વન્સી લિમિટ કરે અને અવાજ કરે"

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

રેડિયો રીસીવર માટે Sensitivity, Selectivity, Fidelity વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 4. રિસીવર લાક્ષણિકતાઓ

પેરામીટર	વ્યાખ્યા
Sensitivity (સંવેદનશીલતા)	નબળા સિગ્નલને એમ્પલિફિયર કરવાની રીસીવરની ક્ષમતા (μV માં મપાય છે)
Selectivity (પસંદગી)	ઇચ્છિત સિગ્નલને નજીકના અનિર્ઘનીય સિગ્નલોથી અલગ કરવાની ક્ષમતા
Fidelity (ફિડેલિટી)	મૂળ સિગ્નલને વિકૃતિ (distortion) વગર પુનઃઉત્પાદિત કરવાની ક્ષમતા

મેમરી ટ્રીક

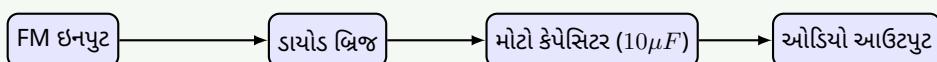
"SSF" - "Select Signals Faithfully"

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

FM માટે રેડિયો ડિટેક્ટર સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 6. રેશિયો ડિટેક્ટર

રેશિયો ડિટેક્ટરનું કાર્ય:

- સીરીઝમાં બે ડાયોડ સાથે બેલેન્સ સર્કિટ વાપરે છે
- મોટો સ્ટેબિલાઇઝિંગ કેપેસિટર વોલ્ટેજનો સરવાળો અચળ રાખે છે
- આઉટપુટ વોલ્ટેજ ફીક્વન્સી ડેવિએશનના પ્રમાણમાં હોય છે
- સ્વાભાવિક રીતે એમ્પલિટ્યુડ બિન્ડતા પ્રત્યે અસંવેદનશીલ (લિમિટરની જરૂર નથી)
- ડિસ્ક્રિમિનેટર કરતાં ઇમ્પલ્સ નોઇઝ માટે ઓછું સંવેદનશીલ છે

મેમરી ટ્રીક

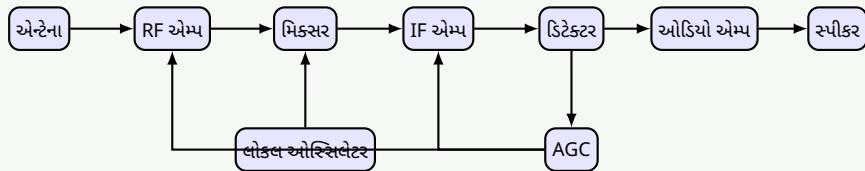
"RADS" - "Ratio And Diodes Stabilize"

પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

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

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 7. AM રેડિયો રીસીવર

દરેક બ્લોકનું કાર્ય:

- એન્ટના: AM બ્રોડકાસ્ટ સિગ્નલ (535-1605 kHz) ઇન્ટરસેપ્ટ કરે છે
- RF એમ્પલિફિયર: સારી SNR સાથે નબળા RF સિગ્નલને એમ્પલિફિયર કરે છે
- મિક્સર અને બોકલ ઓસ્કિલેટર: RF ને ફિક્સેડ IF (455 kHz) માં રૂપાંતરિત કરે છે
- IF એમ્પલિફિયર: 455 kHz પર સૌથી વધુ ગેઠન અને સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
- ડિટેક્ટર: AM સિગ્નલમાંથી ઓડિયો એક્સટ્રેક્ટ કરે છે (અન્નેલપ ડિટેક્ટર)
- AGC (ઓટોમેટિક ગેઠન કંટ્રોલ): આઉટપુટ લેવલ અચળ જાળવી રાખે છે
- ઓડિયો એમ્પલિફિયર: સ્પીકર ચલાવવા માટે ડિટેક્ટ થયેલ ઓડિયોને બૂસ્ટ કરે છે
- સ્પીકર: ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલને સાઉન્ડ વેબ્સમાં ફેરવે છે

મેમરી ટ્રીક

"ARMIDAS" - "Amplify, Mix, IF, Detect, Audio, Speak"

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

Nyquist criteria વર્ણન કરો.

જવાબ

જવાબ:

નાઇક્વીસ્ટ કાયટેરિયા: સિગ્નલને તેના સેમ્પલ્સમાંથી સચોટપણે રીકન્સ્ટ્રક્ટ કરવા માટે, સેમ્પલિંગ આવૃત્તિ (f_s) સિગ્નલમાં હાજર ઉચ્ચતમ આવૃત્તિ (f_{max}) કરતાં ઓછામાં ઓછી બમણી હોઈ જોઈએ.

કોષ્ટક 5. નાઇક્વીસ્ટ કાયટેરિયા

પેરામીટર	ફોર્મ્યુલા	વિવરણ
નાઇક્વીસ્ટ રેટ	$f_s \geq 2f_{max}$	જરૂરી ન્યૂનતમ સેમ્પલિંગ રેટ
નાઇક્વીસ્ટ ઇન્ટરવલ	$T_s \leq 1/2f_{max}$	સેમ્પલ્સ વર્ચ્યેનો મહત્તમ સમય

જો ઉલ્લંઘન થાય તો પરિણામ: એલિયાસિંગ થાય છે - ઉચ્ચ આવૃત્તિઓ સેમ્પલ સિગ્નલમાં નીચી આવૃત્તિઓ તરીકે દેખાય છે.

મેમરી ટ્રીક

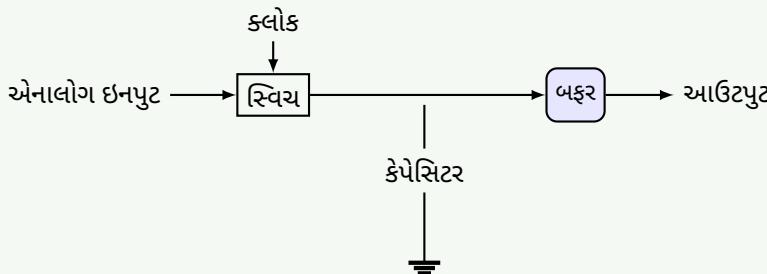
"બે ગણી લો એલિયાસિંગ ટાળવા"

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

Sample and Hold સર્કિટ વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

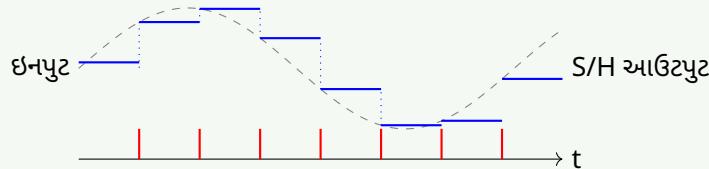


આકૃતિ 8. સેમ્પલ એન્ડ હોલ્ડ સર્કિટ

સેમ્પલ એન્ડ હોલ્ડ સર્કિટ ઓપરેશન:

- ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વિચ: સેમ્પલિંગ દરમિયાન થોડો સમય બંધ થાય છે
- કેપેસિટર: સેમ્પલ કરેલા વોલ્ટેજને સ્ટોર કરે છે
- બફર ઓમિલફાયર: ઉચ્ચ ઇનપુટ અવરોધ અને નીચો આઉટપુટ અવરોધ પ્રદાન કરે છે

વેવફોર્મ:



આકૃતિ 9. સેમ્પલ એન્ડ હોલ્ડ વેવફોર્મ

એપ્લિકેશન્સ:

- અનાલોગ-ડુ-ડિજિટલ કન્વર્જન
- ડેરા એક્સિબિશન સિરટમ્સ
- પલ્સ એમિલટ્યુડ મોડ્યુલેશન

મેમરી ટ્રીક

"સ્કેબ" - "સ્વિચ, કેપેસિટર અને બફર"

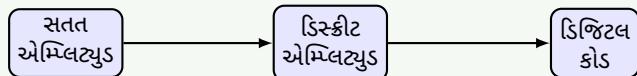
પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

વ્યાખ્યાયિત કરો quantization અને uniform and non-uniform quantization સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

કવોન્ટિઝન: ઇનપુટના મોટા સેટને નાના સેટના ડિસ્કીટ આઉટપુટ વેલ્યુમાં મેપિંગ કરવાની પ્રક્રિયા.



આકૃતિ 10. કવોન્ટિઝેશન પ્રક્રિયા

યુનિફોર્મ કવોન્ટિઝેશન વિરુદ્ધ નોન-યુનિફોર્મ કવોન્ટિઝેશન:

કોષ્ટક 6. કવોન્ટિઝેશન પ્રકારોની સરખામણી

પેરામીટર	યુનિફોર્મ કવોન્ટિઝેશન	નોન-યુનિફોર્મ કવોન્ટિઝેશન
સ્ટેપ સાઇઝ	સમગ્ર રેન્જમાં સરખી	બદલાતી રહે છે (નાના સિગ્નલ માટે નાની)
લક્ષણ	લિનિયર	નોન-લિનિયર (લોગોરિધમિક/એક્સપોનેન્શિયલ)
SNR	નાના સિગ્નલ માટે ખરાબ	નાના સિગ્નલ માટે સારા
ઇમિલમેન્ટેશન	સરળ	જટિલ (કોમ્પાન્ડિંગ જરૂરી)
ઓપ્લિકેશન	સરળ સિગ્નલ, ઇમેજિસ	સ્પીચ, ઓડિયો (μ-Law, A-Law)

કવોન્ટિઝેશન એરર:

- મૂળ અને કવોન્ટાઇડ સિગ્નલ વચ્ચેનો તફાવત
- મહત્તમ એરર = $\pm Q/2$ (જ્યાં Q કવોન્ટિઝેશન સ્ટેપ સાઇઝ છે)
- રેકન્સ્ટ્રક્ટેડ સિગ્નલમાં કવોન્ટિઝેશન નોઇજ તરીકે દેખાય છે

મેમરી ટ્રીક

"સરન" - "સરખા સ્ટેપ્સ, નાની સ્ટેપ્સ નાના સિગ્નલ માટે"

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

સમજાવો aliasing error અને તેને કેવી રીતે દૂર કરવું.

જવાબ

જવાબ:

એલિયાસિંગ એરર: વિકૃતિ જે ત્યારે થાય છે જ્યારે સિગ્નલને તેના ઉચ્ચતમ આવૃત્તિ ઘટકના બે ગણા કરતાં ઓઇશા દરે સેમ્પલ કરવામાં આવે છે.

- એલિયાસિંગ એરર →
1. મૂળ ઉચ્ચ આવૃત્તિ ખોટી નીચી આવૃત્તિ તરીકે દેખાય છે
 2. બદલી ન શકાય તેવી વિકૃતિ

એલિયાસિંગ દૂર કરવાના ઉપાય:

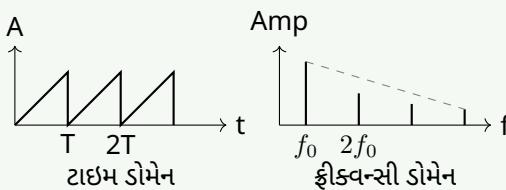
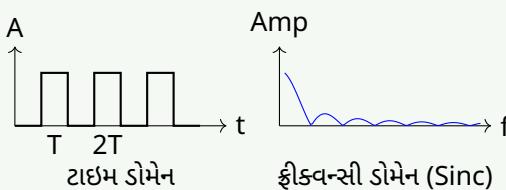
- સેમ્પલિંગ પહેલાં એન્ટો-એલિયાસિંગ ફિલ્ટર (લો-પાસ) વાપરવું
- નાઇક્વીસ્ટ રેટ કરતાં સેમ્પલિંગ રેટ વધારવી ($f_s > 2f_{max}$)
- સેમ્પલિંગ પહેલાં ઇનપુટ સિગ્નલની બેન્ડવિદ્ધ મર્યાદાદિત કરવી

મેમરી ટ્રીક

"વધવ" - "વધારો, ધીમા, વિલ્ટર"

પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

ટાઇમ ડોમેન અને ફીકવન્સી ડોમેનમાં નીચેના સિગ્નલ દોરો: 1) Sawtooth signal 2) Pulse signal.

જવાબ**જવાબ:****1. Sawtooth Signal:****આકૃતિ 11. Sawtooth Signal****2. Pulse Signal:****આકૃતિ 12. Pulse Signal****મેમરી ટ્રીક**

"સોડા" - "સોટૂથનો ડાઉન સ્લોપ, sinc function"

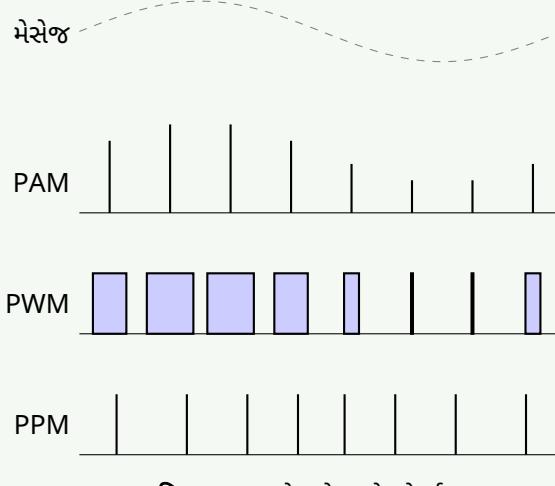
પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

વૈવહોર્મ સાથે PAM, PWM અને PPM ની સરખામણી કરો.

જવાબ**જવાબ:****કોષ્ટક 7. પદ્સ મોડ્યુલેશન પ્રકારોની સરખામણી**

પેરામીટર	PAM	PWM	PPM
પૂરું નામ	Pulse Amplitude Modulation	Pulse Width Modulation	Pulse Position Modulation
બદલાતો પેરામીટર	પદ્સની એમિલટ્યુડ	પદ્સની પહોળાઈ/અવધિ	પદ્સની સ્થિતિ/સમય
નોંધા ઇમ્પુનિટી	નબળી	સારી	ઉત્તમ
બેન્ડવિડ્યુ	ઓછી	વધારે	સૌથી વધારે
પાવર કાર્યક્ષમતા	નીચી	મધ્યમ	ઉચ્ચી
ડિમોડ્યુલેશન	સરળ	મધ્યમ	જટિલ

વૈવહોર્મ:



મેમરી ટ્રીક

"ઉપસરા" - "ઉંચાઈ, પહોળાઈ, સ્થિતિ"

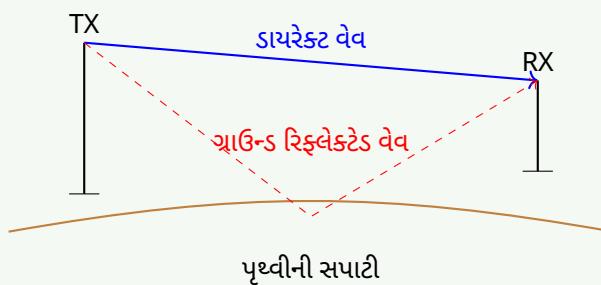
પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

સમજાવો Space wave propagation.

જવાબ

જવાબ:

સ્પેસ વેવ પ્રોપેગેશન: એતું મોડ જ્યાં રેડિયો તરંગો નીચલા વાતાવરણ (ટ્રોપોસ્ફેર) મારફતે સીધા અથવા જમીન પરાવર્તન દ્વારા પ્રવાસ કરે છે.



આકૃતિ 14. સ્પેસ વેવ પ્રોપેગેશન

લક્ષણો:

- આવૃત્તિ રેન્જ: VHF, UHF (30 MHz - 3 GHz)
- સીધી લાઇન-ઓફ-સાઇટ અંતર સુધી મર્યાદિત
- રેન્જ = $4.12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$ km (જ્યાં h_1, h_2 = મીટરમાં ઉંચાઈઓ)
- ભૂમિ, ઇમારતો અને વાતાવરણીય પરિસ્થિતિઓથી પ્રભાવિત

મેમરી ટ્રીક

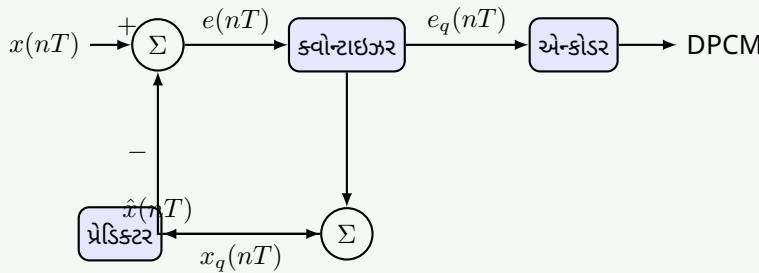
"સીધે સીધા" - "સીધી લાઇન જમીન ઉપર"

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

ડિફરન્શિયલ પીસીએમ (ડીપીસીએમ) ટ્રાન્સમીટરનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 15. DPCM ટ્રાન્સમીટર

DPCM ટ્રાન્સમીટરની કાર્યપદ્ધતિ:

- પ્રેડિક્ટર: અગાઉના સેમ્પલ્સના આધારે વર્તમાન સેમ્પલનો અંદાજ લગાવે છે
- સખ્ટ્યુટ્રેક્ટર: વાસ્તવિક અને અનુમાનિત મૂલ્ય વચ્ચેનો તફાવત ગણે છે
- કવોન્ટાઇઝર: તફાવત સિગ્નલને ડિસ્ક્રીટ લેવલમાં રૂપાંતરિત કરે છે
- એન્કોડર: કવોન્ટાઇઝર મૂલ્યોને બાઇનરી કોડમાં રૂપાંતરિત કરે છે
- ફિડબેક લૂપ: રિસીવર તેનું જોશે તે રીતે સિગ્નલ પુનઃનિર્માણ કરે છે

ફાયદો: ફક્ત તફાવત સિગ્નલ પ્રસારિત થાય છે, જેને ઓછા બિટ્સની જરૂર પડે છે.

મેમરી ટ્રીક

"પતાએ" - "પ્રેડિક્ટર, તફાવત, એન્કોડ"

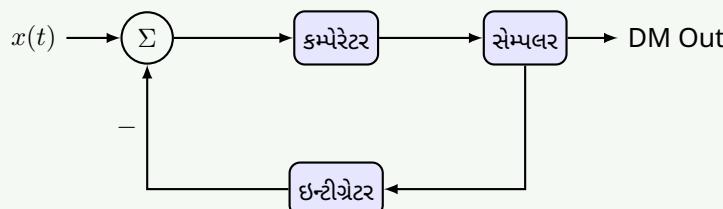
પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

વિગતોમાં ડેલ્ટા મોડ્યુલેટર સમજાવો, slop overload noise અને granular noise પણ સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (DM): ડિફરન્શિયલ PCM નું સૌથી સરળ સ્વરૂપ જ્યાં તફાવત સિગ્નલને માત્ર 1 બિટ સાથે એન્કોડ કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 16. ડેલ્ટા મોડ્યુલેટર

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ઇનપુટ સિગ્નલની અગાઉના આઉટપુટના ઇન્ટીગ્રેટર વર્ગન સાથે તુલના કરે છે
- જો ઇનપુટ > ઇન્ટીગ્રેટર વેલ્યુ: 1 પ્રસારિત કરે
- જો ઇનપુટ < ઇન્ટીગ્રેટર વેલ્યુ: 0 પ્રસારિત કરે
- સ્ટેપ સાઇઝ (θ) ફિક્સેડ હોય છે

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનમાં નોઇઝ:

કોષ્ટક 8. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનમાં નોઇજ

નોઇજનો પ્રકાર	કારણ	ઉપાય
સ્લોપ ઓવરલોડ નોઇજ	ઇનપુટ સિગ્નલ ઈ ટ્રેક કરી શકે તેના કરતાં જડપથી બદલાય છે	સ્ટેપ સાઇજ અથવા સેમ્પલિંગ ફીકવન્સી વધારો
ગ્રેન્યુલર નોઇજ	ધીમે ધીમે બદલાતા સિગ્નલ્સ માટે સ્ટેપ સાઇજ ખૂબ મોટી છે	સ્ટેપ સાઇજ ઘટાડો

મેમરી ટ્રીક

"સ્લોપ" - "સ્લોપ અને ગ્રેન્યુલર ડેલ્ટામાં"

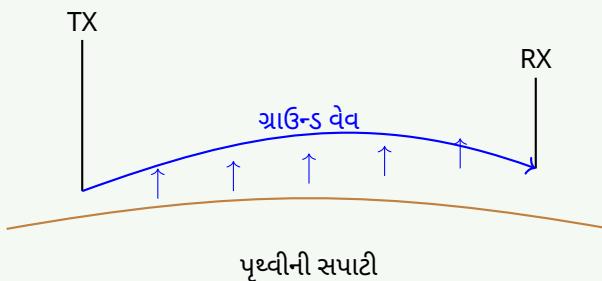
પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

સમજાવો Ground wave propagation.

જવાબ

જવાબ:

ગ્રાઉન્ડ વેવ પ્રોપેગેશન: રેડિયો તરંગ પ્રસારણ જે પૃથ્વીની વક્તાને અનુસરે છે.



આફ્ટિ 17. ગ્રાઉન્ડ વેવ પ્રોપેગેશન

લક્ષણો:

- આવૃત્તિ રેન્જ: LF, MF (30 kHz - 3 MHz)
- પૃથ્વીની સપાઠી સાથે પ્રસરે છે (ઉભી રીતે ધૂવીકરણ)
- રેન્જ ટ્રાન્સમ્બીટર પાવર, જમીન વાહકતા, આવૃત્તિ પર આધાર રાખે છે
- સિગ્નલની તાકાત અંતર અને આવૃત્તિ સાથે ઘટે છે
- AM બ્રોડકાસ્ટિંગ, મરીન કોમ્યુનિકેશન માટે વપરાય છે

મેમરી ટ્રીક

"જયાચા" - "જમીન આગળ આવે અને અનુસરે"

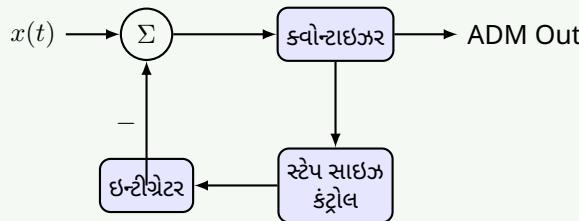
પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

ADM ટ્રાન્સમ્બીટર સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (ADM): ડીએમનું સુધારેલું સંસ્કરણ જ્યાં સ્ટેપ સાઇજ સિગ્નલ લક્ષણો અનુસાર બદલાય છે.



આકૃતિ 18. ADM ટ્રાન્સમીટર

ADM ટ્રાન્સમીટરની કાર્યપદ્ધતિ:

- મૂળભૂત ઓપરેશન: સ્ટાન્ડર્ડ DM જેવું જ
- સ્ટેપ સાઇઝ કંટ્રોલ: તાજેતરના આઉટપુટ બિટ્સનું વિશ્લેષણ કરે છે
- એડિટેશન લોજિક:
 - જો સરંગ બિટ્સ સમાન હોય: સ્ટેપ સાઇઝ વધારો
 - જો સરંગ બિટ્સ વૈકલ્પિક હોય: સ્ટેપ સાઇઝ ઘટાડો

DM કરતા ફાયદાઓ:

- સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રન્યુલર નોઇજ બંને ઘટાડે છે
- સિશ્રલ ટ્રેકિંગ વધુ સારાં
- SNR માં સુધારો

મેમરી ટ્રીક

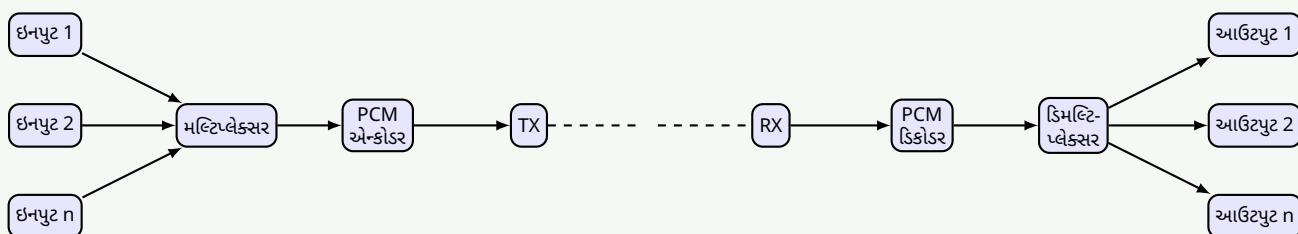
"સચક" - "સ્ટેપ, ચેક, કોર્ડિંગ"

પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

મૂળભૂત PCM-TDM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

જવાબ**જવાબ:**

PCM-TDM સિસ્ટમ: એક જ ચેનલ પર માલિટિપલ ડિજિટલ સિગલ્સ પ્રસારિત કરવા માટે પદ્સ કોડ મોડ્યુલેશનને ટાઇમ ડિવિઝન માલિટિપ્લેક્સિંગ સાથે જોડે છે.



આકૃતિ 19. PCM-TDM સિસ્ટમ બ્લોક ડાયાગ્રામ

PCM-TDM સિસ્ટમની કાર્યપદ્ધતિ:

- ટ્રાન્સમીટર:**
 - માલિટિપલ એનાલોગ સિગલ્સ એક સાથે સેમ્પલ થાય છે
 - સેમ્પલ ટાઇમ-માલિટિપ્લેક્સડ થઈને સિંગલ સ્ટીમમાં બદલાય છે
 - સ્ટ્રીમ કવો-ટાઇજડ અને PCM ફોર્મટમાં એન્કોડેડ થાય છે
 - સિ-કોનાઇઝન માટે ફેન્સિંગ બિટ્સ ઉમેરાય છે
- રિસીવર:**
 - અલાઇનમેન્ટ માટે ફેમ સિન્ક શોધાય છે
 - PCM સ્ટ્રીમ ડિકોડ થઈને સેમ્પલ રિકવર થાય છે
 - ડિમાલિટ-પ્લેક્સર વ્યક્તિત્વત ચેનલના સેમ્પલસને અલગ કરે છે
 - લો-પાસ ફિલ્ટર્સ મૂળ એનાલોગ સિગલ્સનું પુનઃનિર્માણ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"સેકોમલ" - "સેમ્પલિંગ, કોડિંગ, અને માલ્ટિપ્લેક્સિંગ"

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

TDM અને FDM ની સરખામણી કરો.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 9. TDM અને FDM ની સરખામણી

લક્ષણ	TDM (Time Division Multiplexing)	FDM (Frequency Division Multiplexing)
વ્યાખ્યા	સિગ્નલ જુદા જુદા સમયે એક જ ફીકવનસી પર મોકલાય છે	સિગ્નલ એક જ સમયે જુદી જુદી ફીકવનસી પર મોકલાય છે
સિગ્નલ પ્રકાર	ડિજિટલ સિગ્નલ માટે વધુ ચોગ્ય	એનાલોગ સિગ્નલ માટે વધુ ચોગ્ય
સિન્કોનાઇડેશન	ઘણું જરૂરી (પલ્સ સિન્ક)	જરૂરી નથી (ફક્ત કેરિયર સિન્ક)
જટિલતા	ઓછી	વધુ (ફિલ્ટરસની જરૂર છે)
નોઇજ	ઓછો પ્રભાવ	વધુ પ્રભાવ (કોસ ટોક)

મેમરી ટ્રીક

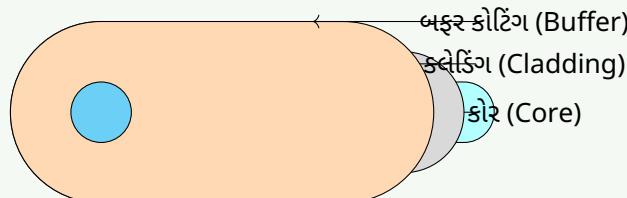
"T-Time, F-Freq" - "TDM માં સમય વહેંચાય, FDM માં ફીકવનસી"

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

Fiber optic cable નું કન્સ્ટ્રક્શન સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 20. ફાઈબર ઓપ્ટિક કેબલ રૂચના

મુખ્ય ભાગો:

- કોર (Core):
 - મધ્ય ભાગ જ્યાંથી પ્રકાશ પ્રવાસ કરે છે
 - શુદ્ધ સિલિકા/ગલાસથી બનેલું
 - ઉચ્ચ રિફ્લેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ (n_1)
- ક્લેર્ડિંગ (Cladding):
 - કોરને ધેરે છે
 - કોર કરતા ઓછો રિફ્લેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ ($n_2 < n_1$)
 - પ્રકાશને કોરમાં પાછો પરાવર્તિત કરે છે (TIR)
- બફર/જ્લેક્ટ:
 - પ્લાસ્ટિકનું રક્ષણાત્મક આવરણ

- ભૌતિક નુકસાન અને બેજથી બચાવે છે

મેમરી ટ્રીક

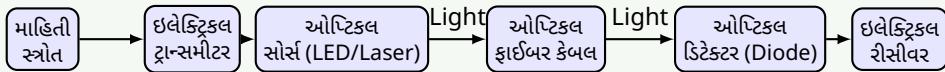
"CCB" - "Core, Cladding, Buffer"

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

ઓપ્ટિકલ ફાઈબર કોમ્પ્યુનિકેશનનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 21. ઓપ્ટિકલ ફાઈબર કોમ્પ્યુનિકેશન

કાર્યપદ્ધતિ:

- ઇલેક્ટ્રિકલ ટ્રાન્સમીટર: ઇનપુટ સિગ્નલને ડ્રાઇવ કરન્ટમાં ફેરવે છે
- ઓપ્ટિકલ સોર્સ: ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલને લાઇટ પદ્સમાં ફેરવે છે (E/O રૂપાંતર)
- ઓપ્ટિકલ ફાઈબર: ટોટલ ઇન્ટરનલ રિફ્લેક્શન દ્વારા પ્રકાશ વહન કરે છે
- ઓપ્ટિકલ ડિટેક્ટર: પ્રકાશને પાછું ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલમાં ફેરવે છે (O/E રૂપાંતર) (દા.ત. Photodiode)
- ઇલેક્ટ્રિકલ રીસોનર: સિગ્નલને એમ્પલીફાય અને આકાર આપે છે

ફાયદા: ઉચ્ચ બેન્ડવિડથ, ઓછું લોસ, ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક દખલગીરી (EMI) થી મુક્ત.

મેમરી ટ્રીક

"ET-OS-Cable-OD-ER" - "Electrical TX, Optical Source, Cable, Optical Detector, Electrical RX"

પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

Numerical Aperture સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

ન્યુમેરિકલ એપરચર (NA): ઓપ્ટિકલ ફાઈબરની પ્રકાશ એકત્ર કરવાની ક્ષમતાનું માપ.

- તે ફાઈબરના એક્સેપ્ટન્સ એન્ગલ (θ_a) નું સાઈન છે
- સૂત્ર: $NA = \sin \theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$
- જ્યાં n_1 = કોર રિફેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ, n_2 = ક્લેર્ડિંગ રિફેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ
- NA જેટલું વધારે, તેટલી વધારે પ્રકાશ એકત્ર કરવાની ક્ષમતા



મેમરી ટ્રીક

"ના. સાઈન થીટા" - "NA = sin(theta)"

પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

PWM જનરેશન અને ડિમોડ્યુલેશન સમજાવો.

જવાબ

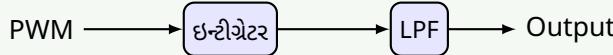
જવાબ:

PWM જનરેશન:

- કમ્પ્યુટરનો ઉપયોગ કરીને જનરેટ થાય છે
- સાઇન વેવ (મેસેજ) ની આરી જેવા (Sawtooth) વેવ સાથે તુલના કરવામાં આવે છે
- જ્યારે મેસેજ > Sawtooth \rightarrow Output High
- જ્યારે મેસેજ < Sawtooth \rightarrow Output Low

PWM ડિમોડ્યુલેશન:

- સાદી રીત: PWM સિગ્નલને ઇન્ટીગ્રેટર સર્કિટમાં આપવું
- ઇન્ટીગ્રેટર પદ્ધતિની પહોળાઈના પ્રમાણમાં વોલ્ટેજ ઉત્પત્ત કરે છે
- ત્યારબાદ લો-પાસ ફિલ્ટર સ્મૂથ સિગ્નલ મેળવવા માટે વપરાય છે



આકૃતિ 22. PWM ડિમોડ્યુલેટર

મેમરી ટ્રીક

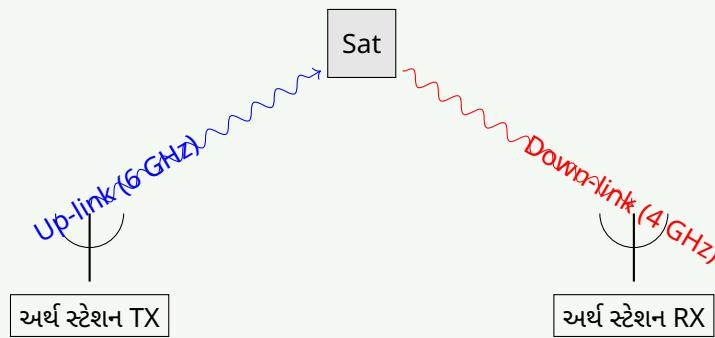
"જનરેટ કમ્પ્યેર, ડિમોડ ઇન્ટીગ્રેટ"

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશનનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 23. સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન

ઘટકો:

- અર્થ સ્ટેશન (TX): ઉચ્ચ શક્તિશાળી સિગ્નલ આકાશમાં મોકલે છે (Up-link)
- સેટેલાઇટ (Transponder):
 - સિગ્નલ પ્રાપ્ત કરે છે

- ફીકવન્સી બદલે છે (Up-link → Down-link)
- સિગ્નલ એમ્પલીફાર કરે છે
- પૃથ્વી પર પાણું મોકલે છે

3. અર્થ સ્ટેશન (RX): નબળા સિગ્નલને પ્રાપ્ત કરે છે અને પ્રોસેસ કરે છે (Down-link)

ફીકવન્સી: Up-link ફીકવન્સી હંમેશા Down-link કરતા વધુ હોય છે (દા.ત. 6/4 GHz).

મેમરી ટ્રીક

"ઉપર મૌંધું, નીચે સસ્તું" - "Up freq ઊંચી, Down freq નીચી"