

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 કેરિયર સિગ્નલનું amplitude, મેસેજ સિગ્નલના તાત્કાલિક amplitude અનુસાર બદલાય છે
FM (Frequency Modulation)	એવી પ્રક્રિયા જેમાં કેરિયર સિગ્નલની frequency, મેસેજ સિગ્નલના તાત્કાલિક amplitude અનુસાર બદલાય છે
PM (Phase Modulation)	એવી પ્રક્રિયા જેમાં કેરિયર સિગ્નલનો phase, મેસેજ સિગ્નલના તાત્કાલિક amplitude અનુસાર બદલાય છે

મેમરી ટ્રીક

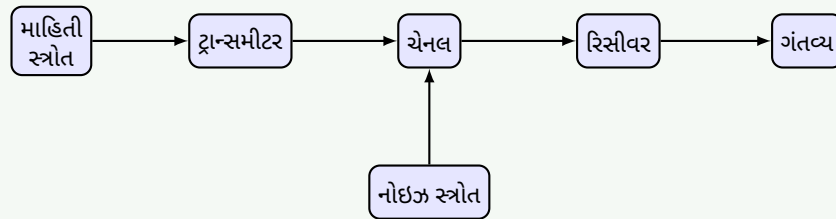
"AFaP" - "Amplitude, Frequency અને Phase" એ ત્રણ પરામિતિઓ છે જે મોડ્યુલેશન દરમિયાન બદલાય છે.

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 1. કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ

કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમના ઘટકો:

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

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

મેમરી ટ્રીક

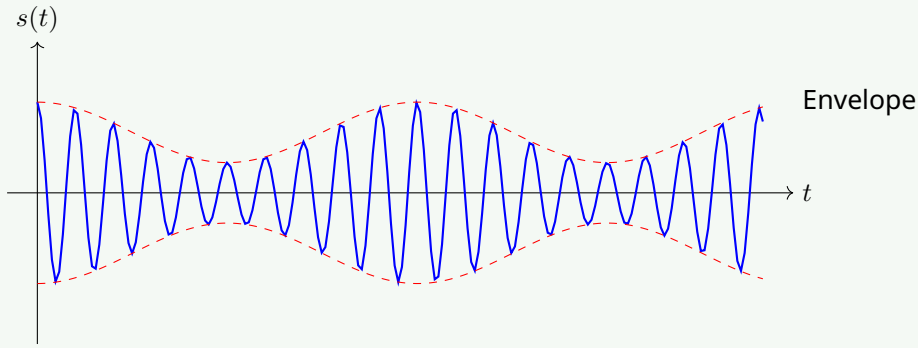
"માદરચગ" - "માહિતી, ટ્રાન્સમીટર, દાખલ, રિસીવર, ચેનલ, ગંતવ્ય"

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

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

જવાબ

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

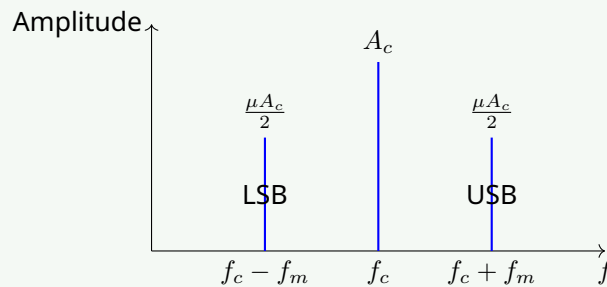


આકૃતિ 2. AM વેવફોર્મ

AM સમીકરણનું તારણ:

- કેરિયર સિગ્નલ: $c(t) = A_c \cos(\omega_c t)$
- મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ: $m(t) = A_m \cos(\omega_m t)$
- મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: $\mu = A_m / A_c$
- 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 ફ્રીક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ:



આકૃતિ 3. DSBFC AM ફ્રીક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ

મુખ્ય બિંદુઓ:

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

- USB (અપર સાઇડબેન્ડ): $f_c + f_m$ પર સ્થિત
- બેન્ડવિડ્થ: $2f_m$ (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 સિગ્નલ $s(t) = A_c[1 + \mu \cdot \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$ 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 એમ્પ્લિટ્યુડ મેસેજ સિગ્નલ મુજબ બદલાય છે	કેરિયરની ફ્રીક્વન્સી મેસેજ સિગ્નલ મુજબ બદલાય છે
બેન્ડવિડ્થ	$2 \times$ મેસેજ ફ્રીક્વન્સી	$2 \times (\Delta f + f_m)$
નોઇઝ ઇમ્યુનિટી	નબળી (નોઇઝ એમ્પ્લિટ્યુડને અસર કરે છે)	ઉત્તમ (નોઇઝ મુખ્યત્વે એમ્પ્લિટ્યુડને અસર કરે છે)
પાવર કાર્યક્ષમતા	ઓછી (કેરિયરમાં મોટાભાગનો પાવર હોય છે)	ઉંચી (બધો ટ્રાન્સમિટેડ પાવર માહિતી ધરાવે છે)
સર્કિટ જટિલતા	સરળ, સસ્તું	જટિલ, મોંઘું

મેમરી ટ્રીક

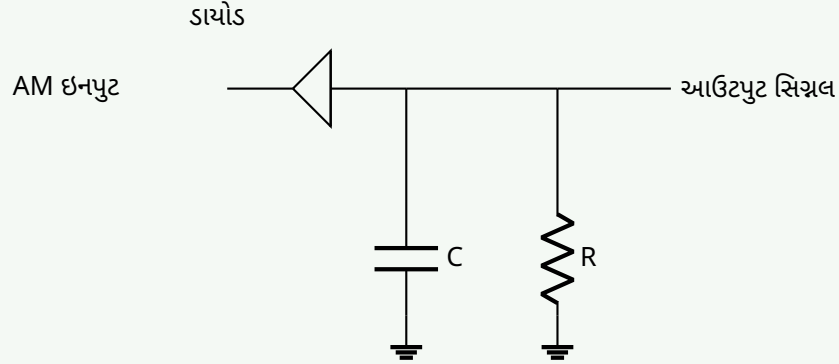
"AM ને પાવર જોઈએ, FM નોઈઝ સામે લડે"

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

Envelope detector નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 4. એન્વેલપ ડિટેક્ટર

એન્વેલપ ડિટેક્ટરના ઘટકો:

- ડાયોડ: AM સિગ્નલને રેક્ટિફાઇ કરે છે (એક દિશામાં પ્રવાહ વહેવા દે છે)
- RC સર્કિટ: R અને C કિંમતો એવી રીતે પસંદ કરવામાં આવે છે કે:
 - $RC \gg 1/f_c$ (કેરિયર ફ્રીક્વન્સી ફિલ્ટર કરવા માટે)
 - $RC \ll 1/f_m$ (એન્વેલપને ફોલો કરવા માટે)

કાર્યપદ્ધતિ:

1. કેરિયરના પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન ડાયોડ કન્ડક્ટ થાય છે
2. કેપેસિટર પીક વોલ્ટેજ સુધી ચાર્જ થાય છે
3. જ્યારે ઇનપુટ ઘટે છે, ત્યારે કેપેસિટર રજિસ્ટર દ્વારા ડિસ્ચાર્જ થાય છે
4. આઉટપુટ AM સિગ્નલના એન્વેલપને ફોલો કરે છે

મેમરી ટ્રીક

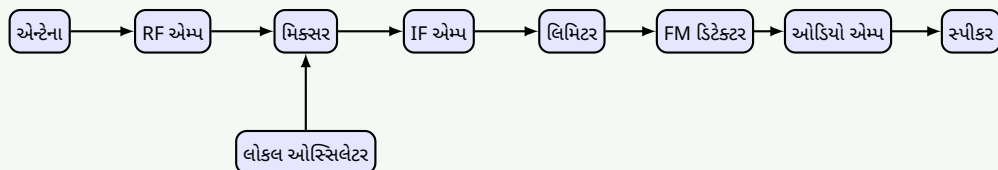
"ડિટેક્ટ, રેક્ટ, અને કનેક્ટ"

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

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

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 5. FM રેડિયો રીસીવર

દરેક બ્લોક્નું કાર્ય:

- એન્ટેના: FM બ્રોડકાસ્ટ સિગ્નલ્સ (88-108 MHz) પ્રાપ્ત કરે છે
- RF એમ્પ્લિફાયર: નબળા RF સિગ્નલ્સને એમ્પ્લીફાય કરે છે, સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
- મિક્સર અને લોકલ ઓસ્સિલેટર: RF ને ફિક્સ્ડ IF (10.7 MHz) માં રૂપાંતરિત કરે છે
- IF એમ્પ્લિફાયર: રીસીવરનો મોટાભાગનો ગેઇન અને સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
- લિમિટર: FM સિગ્નલમાંથી એમ્પ્લિટ્યુડ ભિન્નતા દૂર કરે છે
- FM ડિટેક્ટર: ફ્રીક્વન્સી ભિન્નતાને ઓડિયોમાં રૂપાંતરિત કરે છે
- ઓડિયો એમ્પ્લિફાયર: રિકવર થયેલ ઓડિયો સિગ્નલને એમ્પ્લીફાય કરે છે
- સ્પીકર: ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલ્સને અવાજમાં ફેરવે છે

મેમરી ટ્રીક

"ખરેખર મોટા સાધનો ફ્રીક્વન્સી 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 એમ્પ્લીફાય કરવાની રીસીવરની ક્ષમતા (μV માં મપાય છે)
Selectivity (પસંદગી)	ઇચ્છિત સિગ્નલને નજીકના અનિચ્છનીય સિગ્નલોથી અલગ કરવાની ક્ષમતા
Fidelity (ફિડેલિટી)	મૂળ સિગ્નલને વિકૃતિ (distortion) વગર પુનઃઉત્પાદિત કરવાની ક્ષમતા

મેમરી ટ્રીક

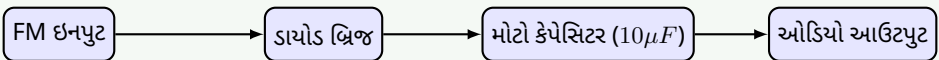
"SSF" - "Select Signals Faithfully"

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

FM માટે રેડિયો ડિટેક્ટર સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 6. રેડિયો ડિટેક્ટર

રેડિયો ડિટેક્ટરનું કાર્ય:

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

મેમરી ટ્રીક

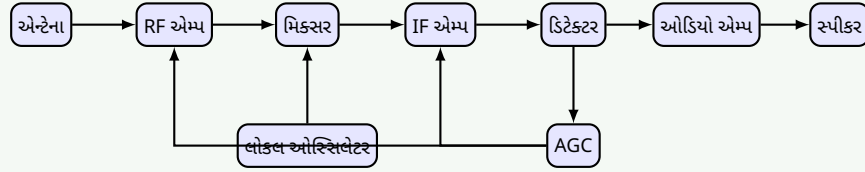
"RADS" - "Ratio And Diodes Stabilize"

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:

- એન્ટેના: AM બ્રોડકાસ્ટ સિગ્નલ્સ (535-1605 kHz) ઇન્ટરસેપ્ટ કરે છે
- RF એમ્પ્લિફાયર: સારા SNR સાથે નબળા RF સિગ્નલ્સને એમ્પ્લીફાય કરે છે
- મિક્સર અને લોકલ ઓસ્સિલેટર: RF ને ફિક્સ્ડ IF (455 kHz) માં રૂપાંતરિત કરે છે
- IF એમ્પ્લિફાયર: 455 kHz પર સૌથી વધુ ગેઇન અને સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
- ડિટેક્ટર: AM સિગ્નલમાંથી ઓડિયો એક્સટ્રેક્ટ કરે છે (એન્વેલપ ડિટેક્ટર)
- AGC (ઓટોમેટિક ગેઇન કંટ્રોલ): આઉટપુટ લેવલ અચળ જાળવી રાખે છે
- ઓડિયો એમ્પ્લિફાયર: સ્પીકર ચલાવવા માટે ડિટેક્ટ થયેલ ઓડિયોને બૂસ્ટ કરે છે
- સ્પીકર: ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલ્સને સાઉન્ડ વેવ્સમાં ફેરવે છે

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

Nyquist criteria વર્ણન કરો.

જવાબ

જવાબ:

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

કોષ્ટક 5. નાઇક્વિસ્ટ ક્રાયટેરિયા

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

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

મેમરી ટ્રીક

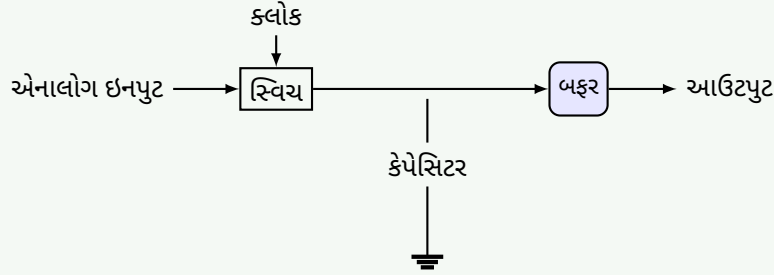
"બે ગણી લો એલિયાસિંગ ટાળવા"

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

Sample and Hold સર્કિટ વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

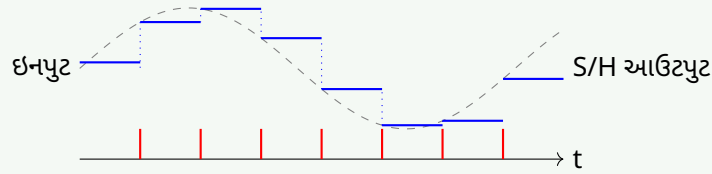


આકૃતિ 8. સેમ્પલ એન્ડ હોલ્ડ સર્કિટ

સેમ્પલ એન્ડ હોલ્ડ સર્કિટ ઓપરેશન:

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

વેવફોર્મ:



આકૃતિ 9. સેમ્પલ એન્ડ હોલ્ડ વેવફોર્મ્સ

એપ્લિકેશન્સ:

- એનાલોગ-ટુ-ડિજિટલ કન્વર્ઝન
- ડેટા એક્વિઝિશન સિસ્ટમ્સ
- પલ્સ એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશન

મેમરી ટ્રીક

"સ્કેબ" - "સ્વિચ, કેપેસિટર અને બફર"

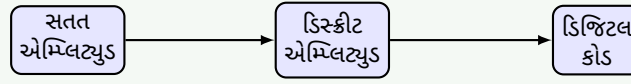
પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

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

જવાબ

જવાબ:

ક્વોન્ટિઝેશન: ઇનપુટના મોટા સેટને નાના સેટના ડિસ્ક્રીટ આઉટપુટ વેલ્યુમાં મેપિંગ કરવાની પ્રક્રિયા.



આકૃતિ 10. ક્વોન્ટિઝેશન પ્રક્રિયા

યુનિફોર્મ ક્વોન્ટિઝેશન વિરુદ્ધ નોન-યુનિફોર્મ ક્વોન્ટિઝેશન:

કોષ્ટક 6. ક્વોન્ટિઝેશન પ્રકારોની સરખામણી

પેરામીટર	યુનિફોર્મ ક્વોન્ટિઝેશન	નોન-યુનિફોર્મ ક્વોન્ટિઝેશન
સ્ટેપ સાઇઝ	સમગ્ર રેન્જમાં સરખી	બદલાતી રહે છે (નાના સિગ્નલ્સ માટે નાની)
લક્ષણ	લિનિયર	નોન-લિનિયર (લોગેરિધમિક/એક્સપોનેન્શિયલ)
SNR	નાના સિગ્નલ્સ માટે ખરાબ	નાના સિગ્નલ્સ માટે સારા
ઇમ્પ્લિમેન્ટેશન	સરળ	જટિલ (કોમ્પ્રાન્ડિંગ જરૂરી)
એપ્લિકેશન	સરળ સિગ્નલ્સ, ઇમેજિસ	સ્પીચ, ઓડિયો (μ -law, A-law)

ક્વોન્ટિઝેશન એરર:

- મૂળ અને ક્વોન્ટાઇઝ્ડ સિગ્નલ વચ્ચેનો તફાવત
- મહત્તમ એરર = $\pm Q/2$ (જ્યાં Q ક્વોન્ટિઝેશન સ્ટેપ સાઇઝ છે)
- રીકન્સ્ટ્રક્ટેડ સિગ્નલમાં ક્વોન્ટિઝેશન નોઇઝ તરીકે દેખાય છે

મેમરી ટ્રીક

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

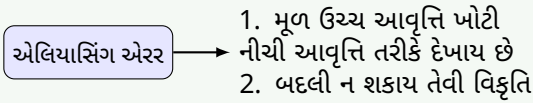
પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

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 ઓછા દરે સેમ્પલ કરવામાં આવે છે.



એલિયાસિંગ દૂર કરવાના ઉપાય:

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

મેમરી ટ્રીક

"વધવ" - "વધારો, ધીમા, વિલ્ટર"

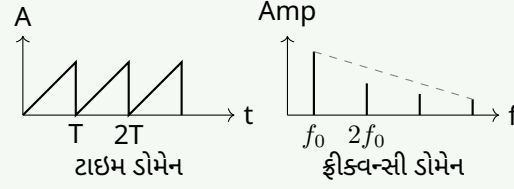
પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

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

જવાબ

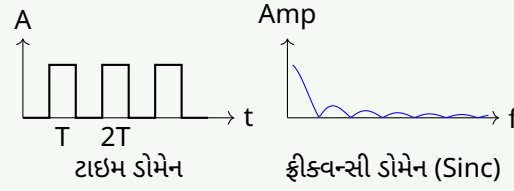
જવાબ:

1. Sawtooth Signal:



આકૃતિ 11. Sawtooth Signal

2. Pulse Signal:



આકૃતિ 12. Pulse Signal

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

વેવફોર્મ સાથે PAM, PWM અને PPM ની સરખામણી કરો.

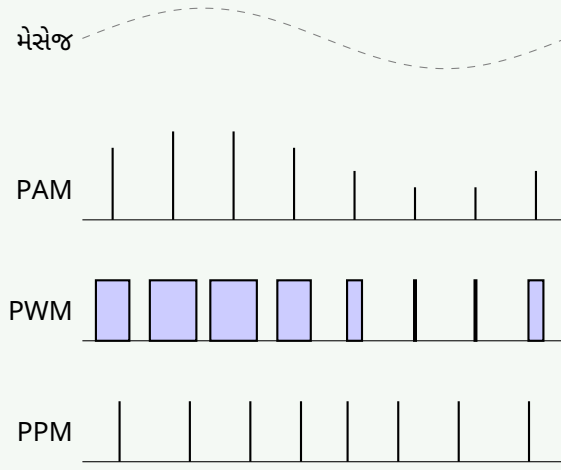
જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક 7. પલ્સ મોડ્યુલેશન પ્રકારોની સરખામણી

પેરામીટર	PAM	PWM	PPM
પૂરું નામ	Pulse Amplitude Modulation	Pulse Width Modulation	Pulse Position Modulation
બદલાતો પેરામીટર	પલ્સની એમ્પ્લિટ્યુડ	પલ્સની પહોળાઈ/અવધિ	પલ્સની સ્થિતિ/સમય
નોંધ ઇમ્યુનિટી	નબળી	સારી	ઉત્તમ
બેન્ડવિડ્થ	ઓછી	વધારે	સૌથી વધારે
પાવર કાર્યક્ષમતા	નીચી	મધ્યમ	ઉંચી
ડીમોડ્યુલેશન	સરળ	મધ્યમ	જટિલ

વેવફોર્મ્સ:



આકૃતિ 13. પલ્સ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ્સ

મેમરી ટ્રીક

"ઉપસ" - "ઊંચાઈ, પહોળાઈ, સ્થિતિ"

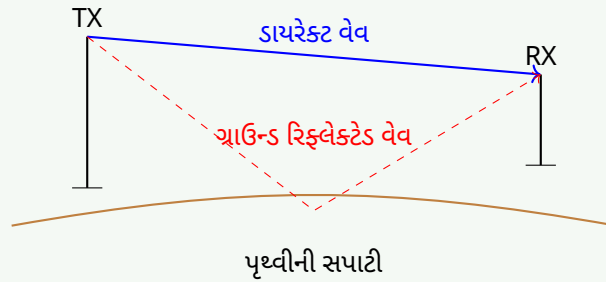
પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

સમજાવો Space wave propagation.

જવાબ

જવાબ:

સ્પેસ વેવ પ્રોપેગેશન: એવું મોડ જ્યાં રેડિયો તરંગો નીચલા વાતાવરણ (ટ્રોપોસ્ફિયર) 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 ઊંચાઈઓ)
- ભૂમિ, ઇમારતો અને વાતાવરણીય પરિસ્થિતિઓથી પ્રભાવિત

મેમરી ટ્રીક

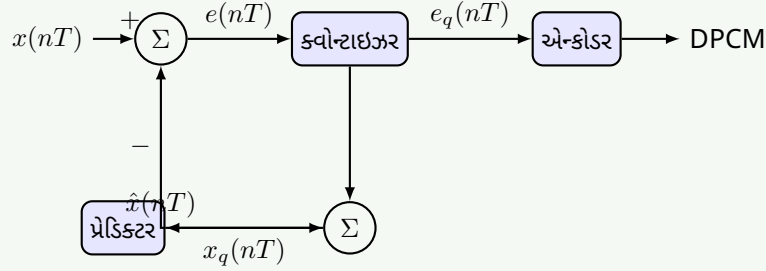
"સીધે સીધા" - "સીધી લાઇન જમીન ઉપર"

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
 - સબટ્રેક્ટર: વાસ્તવિક અને અનુમાનિત મૂલ્ય વચ્ચેનો તફાવત ગણે છે
 - કવોન્ટાઇઝર: તફાવત સિગ્નલને ડિસ્ક્રીટ લેવલમાં રૂપાંતરિત કરે છે
 - એન્કોડર: કવોન્ટાઇઝડ મૂલ્યોને બાઇનરી કોડમાં રૂપાંતરિત કરે છે
 - ફીડબેક લૂપ: રિસીવર તેને જોશે તે રીતે સિગ્નલ પુનઃનિર્માણ કરે છે
- ફાયદો: ફક્ત તફાવત સિગ્નલ પ્રસારિત થાય છે, જેને ઓછા બિટ્સની જરૂર પડે છે.

મેમરી ટ્રીક

"પતાચે" - "પ્રેડિક્ટર, તફાવત, એન્કોડ"

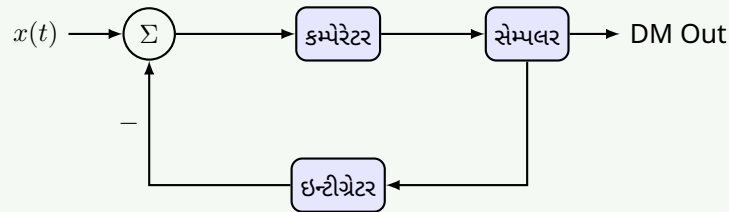
પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

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 ઇન્ટીગ્રેટેડ વર્ઝન સાથે તુલના કરે છે
- જો ઇનપુટ > ઇન્ટીગ્રેટેડ વેલ્યુ: 1 પ્રસારિત કરે
- જો ઇનપુટ < ઇન્ટીગ્રેટેડ વેલ્યુ: 0 પ્રસારિત કરે
- સ્ટેપ સાઇઝ (δ) ફિક્સ્ડ હોય છે

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનમાં નોઇઝ:

કોષ્ટક 8. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનમાં નોંધ

નોંધનો પ્રકાર	કારણ	ઉપાય
સ્લોપ ઓવરલોડ નોંધ	ઇનપુટ સિગ્નલ ડ ટ્રેક કરી શકે તેના કરતાં ઝડપથી બદલાય છે	સ્ટેપ સાઇઝ અથવા સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી વધારો
ગ્રેન્યુલર નોંધ	ઘીમે ઘીમે બદલાતા સિગ્નલ્સ માટે સ્ટેપ સાઇઝ ખૂબ મોટી છે	સ્ટેપ સાઇઝ ઘટાડો

મેમરી ટ્રીક

"સ્લોગ્રે" - "સ્લોપ અને ગ્રેન્યુલર ડેલ્ટામાં"

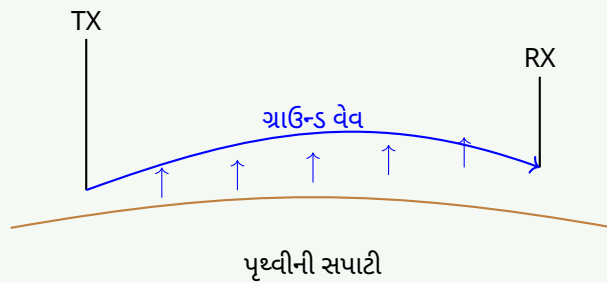
પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

સમજાવો Ground wave propagation.

જવાબ

જવાબ:

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



આકૃતિ 17. ગ્રાઉન્ડ વેવ પ્રોપેગેશન

લક્ષણો:

- આવૃત્તિ રેન્જ: LF, MF (30 kHz - 3 MHz)
- પૃથ્વીની સપાટી સાથે પ્રસરે છે (ઊભી રીતે ધ્રુવીકરણ)
- રેન્જ ટ્રાન્સમીટર 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

"જઅઆ" - "જમીન આગળ આવે અને અનુસરે"

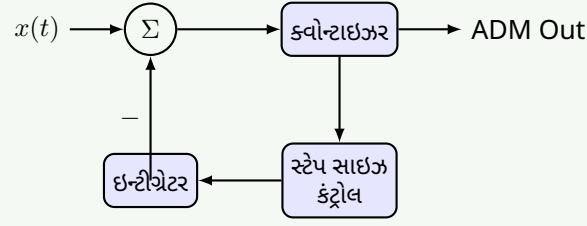
પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

ADM ટ્રાન્સમીટર સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (ADM): ડીએમનું સુધારેલું સંસ્કરણ જ્યાં સ્ટેપ સાઇઝ 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
- એડેપ્ટેશન લોજિક:
 - જો સળંગ બિટ્સ સમાન હોય: સ્ટેપ સાઇઝ વધારો
 - જો સળંગ બિટ્સ વૈકલ્પિક હોય: સ્ટેપ સાઇઝ ઘટાડો

DM કરતા ફાયદાઓ:

- સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઇઝ બંને ઘટાડે છે
- સિગ્નલ ટ્રેકિંગ વધુ સારું
- SNR માં સુધારો

મેમરી ટ્રીક

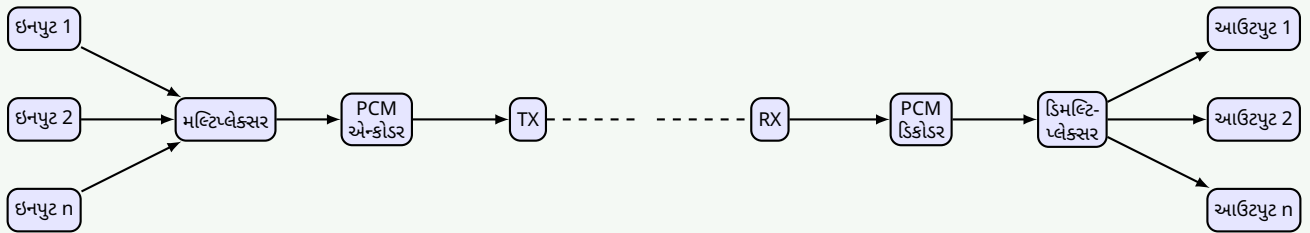
"સચક" - "સ્ટેપ, ચેક, કોડિંગ"

પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

મૂળભૂત PCM-TDM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

જવાબ**જવાબ:**

PCM-TDM સિસ્ટમ: એક જ ચેનલ પર મલ્ટિપલ ડિજિટલ સિગ્નલ્સ પ્રસારિત કરવા માટે પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશનને ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ સાથે જોડે છે.



આકૃતિ 19. PCM-TDM સિસ્ટમ બ્લોક ડાયાગ્રામ

PCM-TDM સિસ્ટમની કાર્યપદ્ધતિ:

- ટ્રાન્સમીટર:
 - મલ્ટિપલ એનાલોગ સિગ્નલ્સ એક સાથે સેમ્પલ થાય છે
 - સેમ્પલ્સ ટાઇમ-મલ્ટિપ્લેક્સ થઈને સિંગલ સ્ટ્રીમમાં બદલાય છે
 - સ્ટ્રીમ કવોન્ટાઇઝડ અને PCM ફોર્મેટમાં એન્કોડડ થાય છે
 - સિન્ક્રોનાઇઝેશન માટે ફ્રેમિંગ બિટ્સ ઉમેરાય છે
- રિસીવર:
 - અલાઇનમેન્ટ માટે ફ્રેમ સિન્ક શોધાય છે
 - PCM સ્ટ્રીમ ડિકોડ થઈને સેમ્પલ્સ રિકવર થાય છે
 - ડિમલ્ટિપ્લેક્સર વ્યક્તિગત ચેનલના સેમ્પલ્સને અલગ કરે છે
 - લો-પાસ ફિલ્ટર્સ મૂળ એનાલોગ સિગ્નલ્સનું પુન:નિર્માણ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"સેકોમલ" - "સેમ્પલિંગ, કોડિંગ, અને મલ્ટિપ્લેક્સિંગ"

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	સિગ્નલ્સ જુદા જુદા સમયે એક જ ફ્રીક્વન્સી પર મોકલાય છે	સિગ્નલ્સ એક જ સમયે જુદી જુદી ફ્રીક્વન્સી પર મોકલાય છે
સિગ્નલ પ્રકાર	ડિજિટલ સિગ્નલ્સ માટે વધુ યોગ્ય	એનાલોગ સિગ્નલ્સ માટે વધુ યોગ્ય
સિન્ક્રોનાઇઝેશન	ઘણું જરૂરી (પલ્સ સિન્ક)	જરૂરી નથી (ફક્ત કેરિયર સિન્ક)
જટિલતા	ઓછી	વધુ (ફિલ્ટર્સની જરૂર છે)
નોઇઝ	ઓછો પ્રભાવ	વધુ પ્રભાવ (ક્રોસ ટોક)

મેમરી ટ્રીક

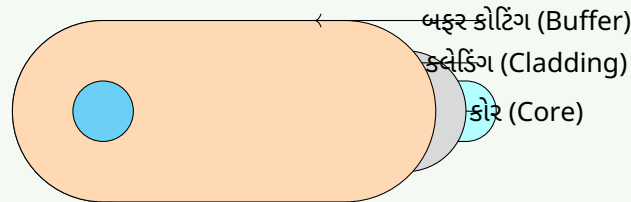
"T-Time, F-Freq" - "TDM માં સમય વહેંચાય, FDM માં ફ્રીક્વન્સી"

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

Fiber optic cable નું કન્સ્ટ્રક્શન સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 20. ફાઇબર ઓપ્ટિક કેબલ રચના

મુખ્ય ભાગો:

- **કોર (Core):**
 - મધ્ય ભાગ જ્યાંથી પ્રકાશ પ્રવાસ કરે છે
 - શુદ્ધ સિલિકા/ગ્લાસથી બનેલું
 - ઉચ્ચ રિફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ (n_1)
- **ક્લેડિંગ (Cladding):**
 - કોરને ઘેરે છે
 - કોર કરતા ઓછો રિફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ ($n_2 < n_1$)
 - પ્રકાશને કોરમાં પાછો પરાવર્તિત કરે છે (TIR)
- **બફર/જેકેટ:**
 - પ્લાસ્ટિકનું રક્ષણાત્મક આવરણ

- ભૌતિક નુકસાન અને ભેજથી બચાવે છે

મેમરી ટ્રીક

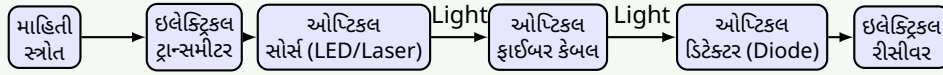
"CCB" - "Core, Cladding, Buffer"

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કોમ્યુનિકેશનનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 21. ઓપ્ટિકલ ફાઇબર કોમ્યુનિકેશન

કાર્યપદ્ધતિ:

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

ફાયદા: ઉચ્ચ બેન્ડવિડ્થ, 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]

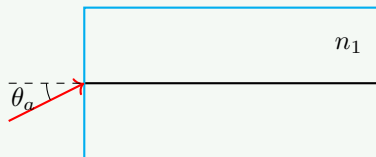
Numerical Aperture સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

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

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



Acceptance Cone

મેમરી ટ્રીક

"ના. સાઈન થીટા" - " $NA = \sin(\theta)$ "

પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

PWM જનરેશન અને ડિમોડ્યુલેશન સમજાવો.

જવાબ

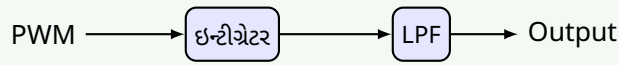
જવાબ:

PWM જનરેશન:

- કમ્પેરેટરનો ઉપયોગ કરીને જનરેટ થાય છે
- સાઈન 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 પલ્સની પહોળાઈના પ્રમાણમાં વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે
- ત્યારબાદ લો-પાસ ફિલ્ટર સ્મૂથ સિગ્નલ મેળવવા માટે વપરાય છે



આકૃતિ 22. PWM ડિમોડ્યુલેટર

મેમરી ટ્રીક

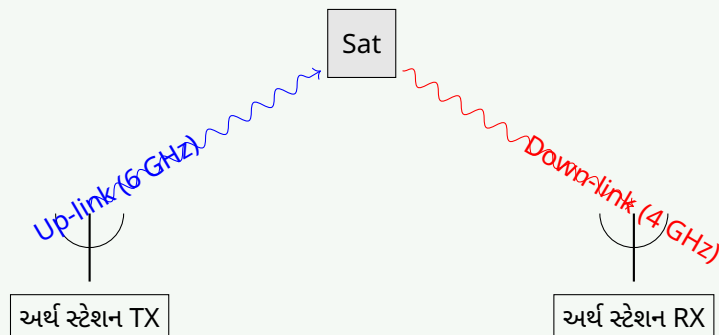
"જનરેટ કમ્પેર, ડિમોડ ઇન્ટીગ્રેટ"

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

સેટેલાઈટ કોમ્યુનિકેશનનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:



આકૃતિ 23. સેટેલાઈટ કોમ્યુનિકેશન

ઘટકો:

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

- ફ્રીક્વન્સી બદલે છે (Up-link → Down-link)
- સિગ્નલ એમ્પ્લીફાય કરે છે
- પૃથ્વી પર પાછું મોકલે છે

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

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

મેમરી ટ્રીક

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