

Communication Engineering (1333201) - Summer 2024 Solution

Milav Dabgar

June 06, 2024

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

મોડ્યુલેશનની વ્યાખ્યા આપો અને તેની જરૂરિયત સમજાવો.

જવાબ

Answer: મોડ્યુલેશન એ ઉચ્ચ આવૃત્તિની કેરિયર સિગ્નલના એક અથવા વધુ ગુણધર્મોને માહિતી ધરાવતા મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ સાથે બદલવાની પ્રક્રિયા છે.

કોષ્ટક 1. મોડ્યુલેશનની જરૂરિયત

જરૂરિયાત	સમજૂતી
એન્ટેના સાઈઝ ઘટાડવા	આવૃત્તિ વધારીને વ્યવહારિક એન્ટેના સાઈઝ ($\lambda/4$) મેળવવા
સિગ્નલ પ્રસારણ	ઉચ્ચ આવૃત્તિઓ વાતાવરણમાં વધુ દૂર સુધી પ્રવાસ કરે છે
મલ્ટિપ્લેક્સિંગ	એક સાથે ઘણા સિગ્નલ્સને ટ્રાન્સમિટ કરવાની મંજૂરી આપે છે
દખલગીરી ઘટાડવી	સિગ્નલને ઓછા નોઈઝ/ઇન્ટરફેરન્સવાળા બેન્ડમાં શિફ્ટ કરે છે
બેન્ડવિડ્થ ફાળવણી	વિવિધ સેવાઓ દ્વારા સ્પેક્ટ્રમના કાર્યક્ષમ ઉપયોગને સક્ષમ બનાવે છે

મેમરી ટ્રીક

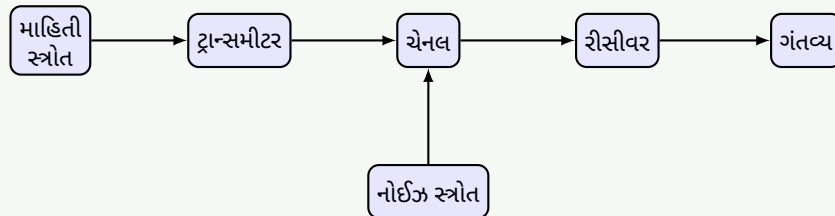
"ASPIM" - Antenna size, Signal propagation, Proper multiplexing, Interference reduction, Manage bandwidth

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

Answer: કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ માહિતીને સ્ત્રોતથી ચેનલ મારફતે ગંતવ્ય સુધી પહોંચાડે છે.



આકૃતિ 1. કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ

કોષ્ટક 2. કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમના ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
માહિતી સ્ત્રોત	ટ્રાન્સમિટ કરવા માટેનો સંદેશ ઉત્પન્ન કરે છે (અવાજ, વિડિઓ, ડેટા)
ટ્રાન્સમીટર	સંદેશને યોગ્ય સિગ્નલમાં રૂપાંતરિત કરે છે (મોડ્યુલેશન, કોડિંગ)
ચેનલ	માધ્યમ જેમાં સિગ્નલ પ્રવાસ કરે છે (તાર, ફાઇબર, હવા)
નોઈઝ સ્ત્રોત	અવાંછિત સિગ્નલ જે ટ્રાન્સમિટ કરેલા સિગ્નલને બગાડે છે
રીસીવર	પ્રાપ્ત સિગ્નલમાંથી મૂળ સંદેશ કાઢે છે (ડીમોડ્યુલેશન)
ગંતવ્ય	જ્યાં સંદેશ પહોંચાડવામાં આવે છે (માનવ, મશીન)

મેમરી ટ્રીક

"I Try Communicating Neatly, Receive Data" (I-T-C-N-R-D)

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

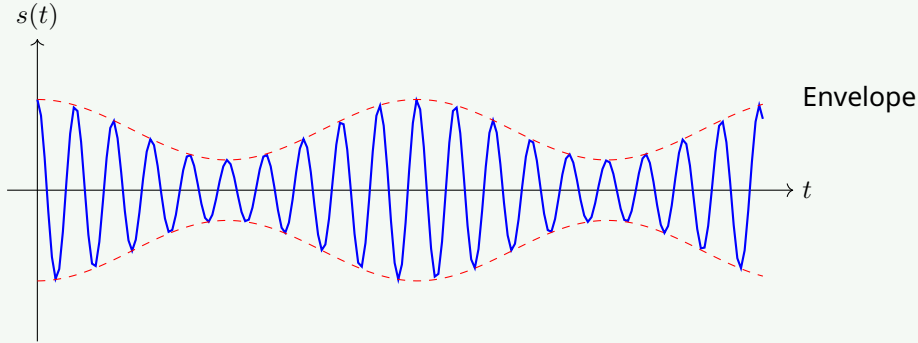
એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશન માટેનાં વોલ્ટેજનું સુત્ર તારવો.

જવાબ

Answer: એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશન કેરિયર સિગ્નલની એમ્પ્લિટ્યુડને મેસેજ સિગ્નલના પ્રમાણમાં બદલે છે.

ગાણિતિક ડેરિવેશન:

- ધારો કે કેરિયર સિગ્નલ: $c(t) = A_c \cos(\omega_c t)$
- મેસેજ સિગ્નલ: $m(t) = A_m \cos(\omega_m t)$
- AM સિગ્નલ: $s(t) = A_c [1 + \mu \cdot m(t)/A_m] \cos(\omega_c t)$
- જ્યાં $\mu = \text{મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ} = A_m/A_c$
- $m(t)$ ને સબ્સ્ટિટ્યુટ કરતા: $s(t) = A_c [1 + \mu \cdot \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$
- વિસ્તારીને: $s(t) = A_c \cdot \cos(\omega_c t) + \mu \cdot A_c \cdot \cos(\omega_m t) \cdot \cos(\omega_c t)$
- આઇડેન્ટિટી ($\cos A \cdot \cos B$) વાપરીને: $s(t) = A_c \cdot \cos(\omega_c t) + (\frac{\mu A_c}{2}) [\cos(\omega_c + \omega_m)t + \cos(\omega_c - \omega_m)t]$



આકૃતિ 2. ટાઈમ ડોમેનમાં AM સિગ્નલ

મેમરી ટ્રીક

"CAMDS" - Carrier Amplitude Modulated by Data Signal

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

AM માં ટોટલ પાવરનું સુત્ર તારવો તથા DSB અને SSBમાં થતા પાવર સેવિંગની ગણતરી કરો.

જવાબ

Answer: મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ μ વાળા AM સિગ્નલ માટે, કુલ પાવર કેરિયર પાવર અને સાઇડબેન્ડ પાવરનો સમાવેશ કરે છે.

કોષ્ટક 3. AM માં પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન

ઘટક	પાવર ફોર્મ્યુલા	કુલ પાવરની ટકાવારી
કેરિયર	$P_c = A_c^2/2$	$1/(1 + \mu^2/2) \times 100\%$
અપર સાઇડબેન્ડ	$P_{USB} = P_c \cdot \mu^2/4$	$(\mu^2/4)/(1 + \mu^2/2) \times 100\%$
લોઅર સાઇડબેન્ડ	$P_{LSB} = P_c \cdot \mu^2/4$	$(\mu^2/4)/(1 + \mu^2/2) \times 100\%$
કુલ	$P_T = P_c(1 + \mu^2/2)$	100%

પાવર સેવિંગ્સ ગણતરી:

- DSB-SC માં: 100% કેરિયર દબાવવાથી $= (P_c/P_T) \times 100\% = 1/(1 + \mu^2/2) \times 100\%$
 - $\mu = 1$ માટે: સેવિંગ $= 2/3 \times 100\% = 66.67\%$
- SSB માં: એક સાઇડબેન્ડ + કેરિયર દબાવવાથી $= (P_c + P_{LSB})/P_T \times 100\% = (1 + \mu^2/4)/(1 + \mu^2/2) \times 100\%$
 - $\mu = 1$ માટે: સેવિંગ $= 5/6 \times 100\% = 83.33\%$

મેમરી ટ્રીક

"CAPS" - Carrier And Power in Sidebands

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

રેડિયો રીસીવરમાં ઇમેજ ફ્રીક્વન્સીને વ્યાખ્યાયિત કરો અને તેને યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

જવાબ

Answer: ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી એ અનચાહતી આવૃત્તિ છે જે સુપરહેટરોડાઇન રીસીવરમાં ઇચ્છિત સિગ્નલની જેમ જ IF (ઇન્ટરમીડિયેટ ફ્રીક્વન્સી) ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

કોષ્ટક 4. ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી

પેરામીટર	ફોર્મ્યુલા	ઉદાહરણ
ઇચ્છિત સિગ્નલ	f_s	100 MHz
લોકલ ઓસિલેટર	f_{LO}	110 MHz
IF	$f_{IF} = f_{LO} - f_s$	10 MHz
ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી	$f_{image} = f_{LO} + f_{IF}$	120 MHz

જો 100 MHz અને 120 MHz બંને સિગ્નલ મોજૂદ હોય, તો બંને 10 MHz IF ઉત્પન્ન કરશે, જેનાથી દખલ થશે.

મેમરી ટ્રીક

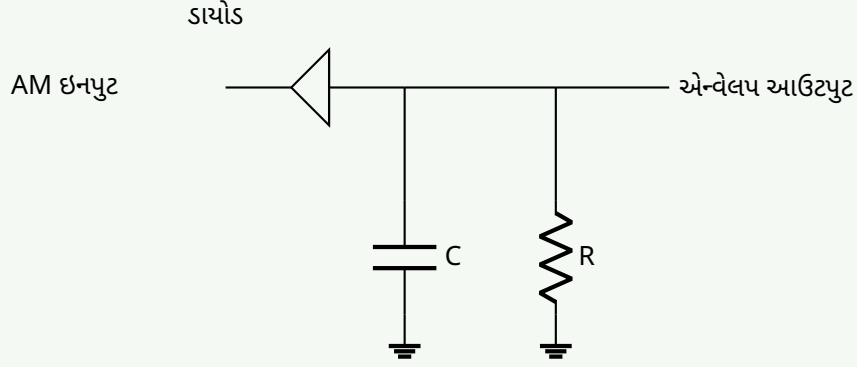
"LIDS" - Local oscillator plus/minus IF gives Desired signal and Signal image

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

એન્વેલપ ડિટેક્ટરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

Answer: એન્વેલપ ડિટેક્ટર AM વેવમાંથી એન્વેલપને અનુસરીને મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ કાઢે છે.



આકૃતિ 3. એન્વેલપ ડિટેક્ટર

કોષ્ટક 5. એન્વેલપ ડિટેક્ટર ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
ડાયોડ	AM સિગ્નલને રેક્ટિફાઇ કરે છે (પોઝિટિવ હાફ પસાર કરે છે)
કેપેસિટર	રેક્ટિફાઇડ સિગ્નલની પીક વેલ્યુ સુધી ચાર્જ થાય છે
રેસિસ્ટર	RC ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ સાથે કેપેસિટરને ડિસ્ચાર્જ કરે છે
RC વેલ્યુ	$1/\omega_m < RC < 1/\omega_c$ (જ્યાં ω_m મેસેજ ફ્રીક્વન્સી છે, ω_c કેરિયર છે)

મેમરી ટ્રીક

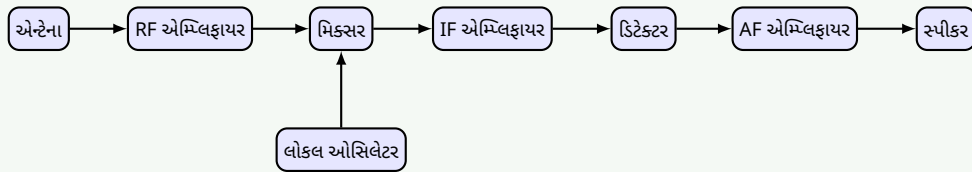
"DRCT" - Diode Rectifies, Capacitor Tracks

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

AM રેડીયો રિસિવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકનું કાર્ય વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

Answer: AM રિસિવર રેડિયો સિગ્નલને ઓડિયો આઉટપુટમાં રૂપાંતરિત કરે છે.



આકૃતિ 4. AM રેડિયો રિસિવર

કોષ્ટક 6. AM રિસિવરના બ્લોક્સ

બ્લોક	કાર્ય
એન્ટેના	હવામાંથી ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક સિગ્નલ પકડે છે
RF એમ્પ્લિફાયર	નબળા RF સિગ્નલને એમ્પ્લિફાય કરે છે, સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
લોકલ ઓસિલેટર	ઇનકમિંગ સિગ્નલ સાથે મિક્સ કરવા માટે ફ્રીક્વન્સી ઉત્પન્ન કરે છે
મિક્સર	RF અને ઓસિલેટર સિગ્નલને જોડીને IF ઉત્પન્ન કરે છે
IF એમ્પ્લિફાયર	ફિક્સ્ડ IF સિગ્નલને ઉચ્ચ ગેઇન સાથે એમ્પ્લિફાય કરે છે
ડિટેક્ટર	AM કેરિયરમાંથી ઓડિયો સિગ્નલ કાઢે છે
AF એમ્પ્લિફાયર	સ્પીકર ચલાવવા માટે ઓડિયો સિગ્નલ પાવર વધારે છે
સ્પીકર	ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલને અવાજમાં રૂપાંતરિત કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"ARMLIDAS" - Antenna Receives, Mixer Links Input and Detector, Audio to Speaker

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

રેડિયો રીસિવર ની કોઈ પણ ચાર લાક્ષણિકતાઓ વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 7. રેડિયો રિસીવરની લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વ્યાખ્યા
સેન્સિટિવિટી	માનક આઉટપુટ ઉત્પન્ન કરતી ન્યૂનતમ સિગ્નલ સ્ટ્રેન્થ
સિલેક્ટિવિટી	ઇચ્છિત સિગ્નલને અડજાસન્ટ ચેનલોથી અલગ કરવાની ક્ષમતા
ફિડેલિટી	મૂળ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલને ચોકસાઈથી પુનઃઉત્પાદિત કરવાની ક્ષમતા
ઇમેજ રિજેક્શન	ઇમેજ ફ્રીક્વન્સી સિગ્નલને નકારવાની ક્ષમતા
સિગ્નલ-ટુ-નોઇઝ રેશિયો	ઇચ્છિત સિગ્નલ પાવરનો નોઇઝ પાવર સાથેનો ગુણોત્તર

મેમરી ટ્રીક

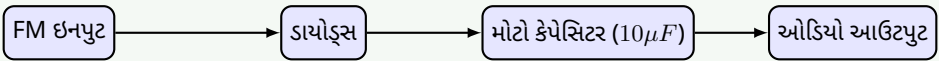
"SSFIS" - Super Sensitive Fidelity with Image Suppression

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

FM ડીટેક્શન માટેની રેશિયો ડીટેક્ટર સર્કિટ સમજાવો.

જવાબ

Answer: રેશિયો ડીટેક્ટર FM સિગ્નલમાંથી એમ્પ્લિટ્યુડ વેરિએશન્સને અવગણીને ઓડિયો કાઢે છે.



આકૃતિ 5. રેશિયો ડીટેક્ટર

કોષ્ટક 8. રેશિયો ડીટેક્ટર ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
ટ્રાન્સફોર્મર	ફીક્વન્સી ડેવિએશનના પ્રમાણમાં ફેઝ શિફ્ટ ઉત્પન્ન કરે છે
ડાયોડ્સ	વોલ્ટેજ રેશિયો ઉત્પન્ન કરવા માટે વિરુદ્ધ ધ્રુવતા સાથે ગોઠવાયેલા છે
સ્ટેબિલાઇઝિંગ કેપેસિટર	AM વેરિએશનને દબાવવા માટે મોટી વેલ્યુ ($10\mu F$)
RC નેટવર્ક	વોલ્ટેજના રેશિયોમાંથી ઓડિયો સિગ્નલ કાઢે છે

મેમરી ટ્રીક

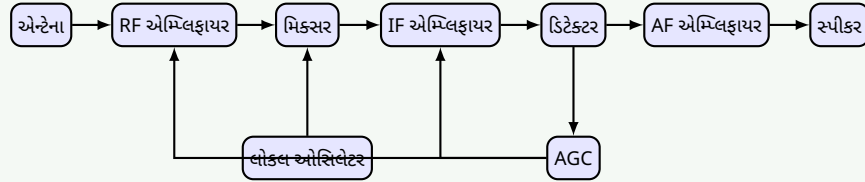
"RADS" - Ratio detector Avoids Disturbance from Strength variations

પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

સુપર હેટરોડાઇન રીસિવર નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને વિગતવાર સમજૂતિ આપો.

જવાબ

Answer: સુપરહેટરોડાઇન રિસીવર બધા ઇનકમિંગ RF સિગ્નલને બેટર એમ્પ્લિફિકેશન માટે ફિક્સ્ડ IF માં રૂપાંતરિત કરે છે.



આકૃતિ 6. સુપરહેટરોડાઇન રિસીવર બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 9. સુપરહેટરોડાઇન રિસીવર ઘટકો

બ્લોક	કાર્ય
એન્ટેના	RF સિગ્નલ પકડે છે
RF એમ્પ્લિફાયર	ઇચ્છિત ફીક્વન્સી બેન્ડને એમ્પ્લિફાય અને પસંદ કરે છે
લોકલ ઓસિલેટર	IF વેલ્યુ દ્વારા સિગ્નલની ઉપર/નીચે ફીક્વન્સી ઉત્પન્ન કરે છે
મિક્સર	IF ઉત્પન્ન કરવા માટે સિગ્નલ અને ઓસિલેટરને હેટરોડાઇન કરે છે
IF એમ્પ્લિફાયર	ફિક્સ્ડ ફીક્વન્સી પર મોટાભાગનો ગેઇન અને સિલેક્ટિવિટી પ્રદાન કરે છે
ડિટેક્ટર	મૂળ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ પુનઃપ્રાપ્ત કરે છે
AGC	ઓટોમેટિક ગેઇન કંટ્રોલ - સ્થિર આઉટપુટ લેવલ જાળવે છે
AF એમ્પ્લિફાયર	સ્પીકર ચલાવવા માટે ઓડિયો એમ્પ્લિફાય કરે છે
સ્પીકર	ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલને અવાજમાં રૂપાંતરિત કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"ARMLIADS" - Antenna Receives, Mixer Links, Intermediate Amplifies, Detector Separates

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

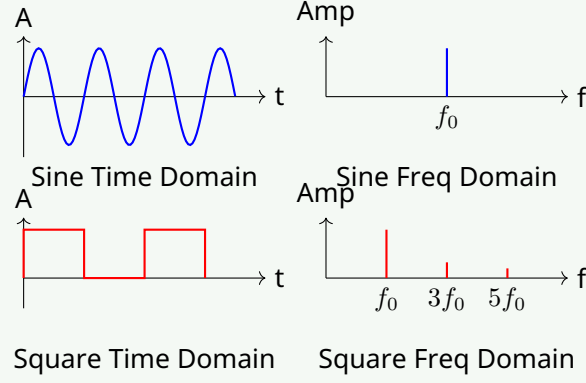
નિચે આપેલા સિગ્નલનું ટાઈમ અને ફીક્વન્સી ડોમેઈનમાં દોરો ૧.એનાલોગ સિગ્નલ (સાઈન) ૨.ડિજિટલ સિગ્નલ (સ્ક્વેર)

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 10. સિગ્નલ રેપ્રેઝન્ટેશન

સિગ્નલ ટાઇપ	ટાઇમ ડોમેઇન	ફ્રીક્વન્સી ડોમેઇન
સાઇન વેવ	સાઇન્યુસોઇડલ કર્વ	ફ્રીક્વન્સી f પર સિંગલ સ્પાઇક
સ્ક્વેર વેવ	અલ્ટરનેટિંગ લેવલ્સ	ફંડામેન્ટલ અને ઓડ હાર્મોનિક્સ ($1/n$ પેટર્ન)



મેમરી ટ્રીક

"SOFT" - Sine has One Frequency, square has Timeless harmonics

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

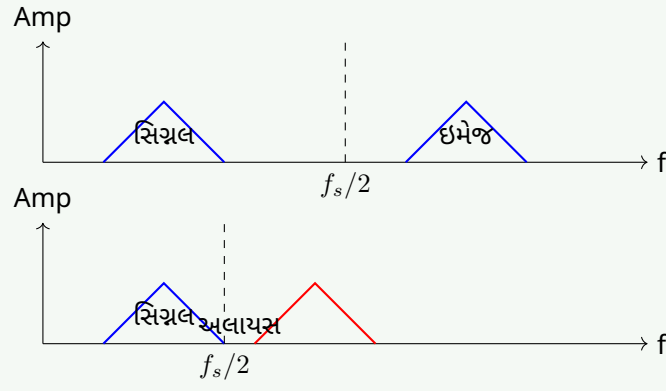
સેમ્પલિંગ થિયોરમ સમજાવો.

જવાબ

Answer: સેમ્પલિંગ થિયોરમ સેમ્પલમાંથી અચૂક સિગ્નલ પુનઃનિર્માણ માટેની શરતો જણાવે છે.

કોષ્ટક 11. સેમ્પલિંગ થિયોરમ

પાસું	વર્ણન
સ્ટેટમેન્ટ	સિગ્નલને સંપૂર્ણપણે પુનઃનિર્માણ કરવા માટે, સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી સિગ્નલમાં સૌથી ઊંચી ફ્રીક્વન્સીની ઓછામાં ઓછી બે ગણી હોવી જોઈએ
નાઇક્વિસ્ટ રેટ	$f_s \geq 2f_{max}$ (ન્યૂનતમ સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી)
અલાયસિંગ	વિકૃતિ જે નાઇક્વિસ્ટ રેટથી નીચે સેમ્પલિંગ કરવાથી થાય છે
ઉદાહરણ	અવાજ (300-3400 Hz) માટે, $f_s \geq 6.8$ kHz (સામાન્ય રીતે 8 kHz)



આકૃતિ 8. અલાયસિંગ ઇફેક્ટ

મેમરી ટ્રીક

"SNAP" - Sample at Nyquist And Prevent aliasing

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

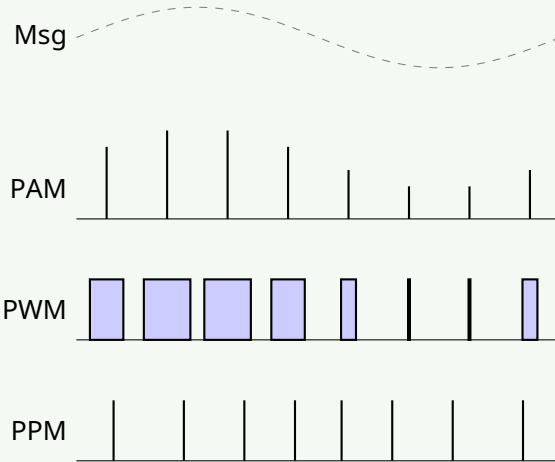
PAM, PPM અને PWM સમજાવો.

જવાબ

Answer: આ પલ્સ મોડ્યુલેશન ટેકનિક્સ છે જ્યાં પલ્સના પેરામિટરને બદલવામાં આવે છે.

કોષ્ટક 12. પલ્સ મોડ્યુલેશન પ્રકારો

પ્રકાર	કુલ ફોર્મ	બદલાયેલ પેરામિટર	લાક્ષણિકતાઓ
PAM	પલ્સ એમ્પ્લિટ્યુડ મોડ્યુલેશન	એમ્પ્લિટ્યુડ	એનાલોગ સિગ્નલનું સીધું સેમ્પલિંગ
PPM	પલ્સ પોઝિશન મોડ્યુલેશન	પોઝિશન/ટાઇમ	PAM કરતાં બેટર નોઇઝ ઇમ્યુનિટી
PWM	પલ્સ વિડ્થ મોડ્યુલેશન	વિડ્થ/અવધિ	શ્રેષ્ઠ નોઇઝ ઇમ્યુનિટી, કંટ્રોલ સિસ્ટમ્સમાં વ્યાપકપણે વપરાય છે



આકૃતિ 9. પલ્સ મોડ્યુલેશન ટેકનિક્સ

મેમરી ટ્રીક

"AAA-PPW" - Amplitude, Position, Width are modulated in PAM, PPM, PWM

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

નાઇકવિસ્ટ રેટની વ્યાખ્યા આપી સમજાવો.

જવાબ

Answer: નાઇકવિસ્ટ રેટ એ અચૂક સિગ્નલ પુનઃનિર્માણ માટે જરૂરી ન્યૂનતમ સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી છે.

કોષ્ટક 13. નાઇકવિસ્ટ રેટ

પાસું	વર્ણન
વ્યાખ્યા	અલાયસિંગ ટાળવા માટે જરૂરી ન્યૂનતમ સેમ્પલિંગ ફ્રીક્વન્સી ($f_s = 2f_{max}$)
અસરો	નાઇકવિસ્ટ રેટથી નીચે સેમ્પલિંગ કરવાથી અપરિવર્તનીય વિકૃતિ થાય છે
ફોર્મ્યુલા	$f_s \geq 2f_{max}$ જ્યાં f_{max} સિગ્નલમાં સૌથી ઊંચી ફ્રીક્વન્સી છે
એપ્લિકેશન	CD ઓડિયો: 20 kHz ઓડિયો માટે 44.1 kHz સેમ્પલિંગ

મેમરી ટ્રીક

"TANS" - Twice As Needed for Sampling

પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

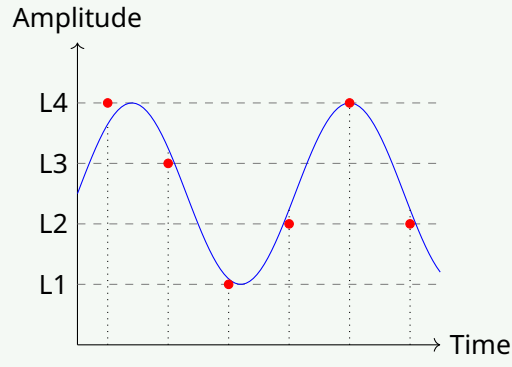
ક્વોન્ટાઇઝેશન પ્રોસેસ વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

Answer: ક્વોન્ટાઇઝેશન એનાલોગ-ટુ-ડિજિટલ કન્વર્ઝનમાં સેમ્પલ કરેલા મૂલ્યોને ડિસ્ક્રીટ એમ્પ્લિટ્યુડ લેવલ્સ આપે છે.

કોષ્ટક 14. ક્વોન્ટાઇઝેશન પ્રોસેસ

સ્ટેપ	વર્ણન
સેમ્પલિંગ	કન્ટિન્યુઅસ સિગ્નલમાંથી ડિસ્ક્રીટ-ટાઇમ સેમ્પલ લેવાય છે
લેવલ એસાઇનમેન્ટ	દરેક સેમ્પલને નજીકના ક્વોન્ટાઇઝેશન લેવલમાં એસાઇન કરવામાં આવે છે
ક્વોન્ટાઇઝેશન એરર	વાસ્તવિક અને ક્વોન્ટાઇઝ કરેલા મૂલ્ય વચ્ચેનો તફાવત
ક્વોન્ટાઇઝેશન નોઇઝ	સિગ્નલમાં ત્રુટિઓની આંકડાકીય અસર
રિઝોલ્યુશન	બિટ્સની સંખ્યા દ્વારા નક્કી થાય છે (n બિટ્સ માટે 2^n લેવલ્સ)



આકૃતિ 10. ક્વોન્ટાઇઝેશન પ્રોસેસ

મેમરી ટ્રીક

"SLERN" - Sample, Level assign, Error occurs, Resolution determines Noise

પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

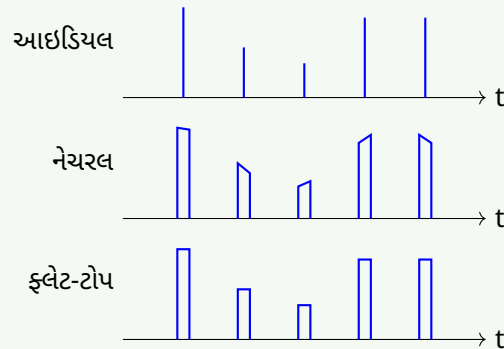
આઈડિયલ, નેચરલ અને ફ્લેટ ટોપ સેમ્પલિંગ સમજાવો.

જવાબ

Answer: આ સેમ્પલિંગ પ્રક્રિયાના વિવિધ વ્યવહારિક અમલીકરણો છે.

કોષ્ટક 15. સેમ્પલિંગ પ્રકારોની તુલના

પ્રકાર	વર્ણન	લાક્ષણિકતાઓ	ગાણિતિક રજૂઆત
આઈડિયલ	શૂન્ય વિડ્થ પર તત્કાલિક સેમ્પલ્સ	સૈદ્ધાંતિક કન્સેપ્ટ, ભૌતિક રીતે વાસ્તવિક નથી	$s(t) = m(t) \times \sum \delta(t - nT_s)$
નેચરલ	સેમ્પલ્સ પલ્સ ટ્રેનને મોડ્યુલેટ કરે છે	એનાલોગ સ્વિચનો ઉપયોગ કરીને વ્યવહારિક અમલીકરણ	$s(t) = m(t) \times p(t)$
ફ્લેટ-ટોપ	આગલા સેમ્પલ સુધી સેમ્પલનું મૂલ્ય જાળવે છે	અમલીકરણ માટે સૌથી સરળ, સેમ્પલ-એન્ડ-હોલ્ડ સર્કિટ	$s(t) = \sum m(nT_s)[u(t - nT_s) - u(t - (n+1)T_s)]$



આકૃતિ 11. સેમ્પલિંગ પ્રકારો

મેમરી ટ્રીક

"INF" - Ideal is theoretical, Natural is practical, Flat-top holds values

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

PCMનાં ફાયદાઓ અને ગેરફાયદાઓ લખો.

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 16. PCM ફાયદા અને ગેરફાયદા

ફાયદા	ગેરફાયદા
ઉચ્ચ નોઇઝ ઇમ્યુનિટી	વધારે બેન્ડવિડ્થની જરૂર પડે છે
બેટર સિગ્નલ ક્વોલિટી	જટિલ સર્કિટરી
ડિજિટલ સિસ્ટમ્સ સાથે સુસંગત	ક્વોન્ટાઇઝેશન નોઇઝ
સુરક્ષિત કોમ્યુનિકેશન શક્ય	ઉચ્ચ પાવર વપરાશ
ડિઝાઇન વિના રીજનરેટ થઈ શકે છે	સિન્ક્રોનાઇઝેશનની જરૂર પડે છે

મેમરી ટ્રીક

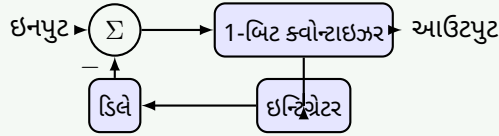
"NICHE" vs "BCQPS" - Noise immunity, Integration, Complex circuitry, Higher bandwidth, Error correction vs Bandwidth, Cost, Quantization, Power, Synchronization

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

Answer: ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન 1-બિટ ક્વોન્ટાઇઝેશનનો ઉપયોગ કરીને માત્ર સિગ્નલ લેવલમાં ફેરફારને ટ્રાન્સમિટ કરે છે.



આકૃતિ 12. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 17. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન ઘટકો

બ્લોક	કાર્ય
કમ્પેરેટર	ઇનપુટને પ્રેડિક્ટેડ વેલ્યુ સાથે સરખાવે છે
1-બિટ ક્વોન્ટાઇઝર	જો તફાવત પોઝિટિવ હોય તો 1, નેગેટિવ હોય તો 0 આઉટપુટ કરે છે
ઇન્ટિગ્રેટર	ઇનપુટને ટ્રેક કરવા માટે સ્ટેપ વેલ્યુઓને એકત્રિત કરે છે
ડિલે	તુલના માટે અગાઉનો આઉટપુટ પ્રદાન કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"CQID" - Compare, Quantize with 1-bit, Integrate, Delay

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

PCM, DM અને DPCM ને સરખાવો.

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 18. ડિજિટલ મોડ્યુલેશન ટેકનિક્સની તુલના

પેરામિટર	PCM	DM	DPCM
સેમ્પલ દીઠ બિટ્સ	8-16 બિટ્સ	1 બિટ	4-6 બિટ્સ
બેન્ડવિડ્થ	સૌથી વધુ	સૌથી ઓછી	મધ્યમ
સિગ્નલ-ટુ-નોઇઝ રેશિયો	સૌથી વધુ	સૌથી ઓછો	મધ્યમ
સર્કિટ જટિલતા	ઉચ્ચ	સરળ	મધ્યમ
સેમ્પલિંગ રેટ	નાઇક્વિસ્ટ	નાઇક્વિસ્ટનો ગુણક	નાઇક્વિસ્ટ
એરર ટાઇપ્સ	ક્વોન્ટાઇઝેશન એરર	સ્લોપ ઓવરલોડ, ગ્રેન્યુલર નોઇઝ	પ્રેડિક્શન એરર
એપ્લિકેશન્સ	CD ઓડિયો, ડિજિટલ ટેલિફોની	ઓછી-કવોલિટી વોઇસ	સ્પીચ, વિડિયો કોડિંગ

મેમરી ટ્રીક

"PCM-DM-DPCM: More Bits Better Quality, More Complexity Needed"

પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

DPCM સમજાવો.

જવાબ

Answer: ડિફરેન્શિયલ પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશન વાસ્તવિક અને પ્રિડિક્ટેડ સેમ્પલ વચ્ચેના તફાવતને એન્કોડ કરે છે.

કોષ્ટક 19. DPCM લાક્ષણિકતાઓ

પાસું	વર્ણન
મૂળભૂત સિદ્ધાંત	વાસ્તવિક અને પ્રિડિક્ટેડ મૂલ્ય વચ્ચેના તફાવતને એન્કોડ કરે છે
પ્રિડિક્ટર	વર્તમાન મૂલ્યની આગાહી કરવા માટે અગાઉના સેમ્પલ્સનો ઉપયોગ કરે છે
ફાયદો	PCM કરતાં ઓછા બિટ્સની જરૂર પડે છે (કોરિલેશનનો ઉપયોગ કરે છે)
બિટ રેટ ઘટાડો	PCM ની તુલનામાં સામાન્ય રીતે 25-50%
એપ્લિકેશન્સ	સ્પીચ કોડિંગ, ઇમેજ કમ્પ્રેશન

મેમરી ટ્રીક

"DPCM: Difference Predicted, Correlation Matters"

પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનનાં ફાયદાઓ અને ગેરફાયદાઓ લખો.

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 20. ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન - ફાયદા અને ગેરફાયદા

ફાયદા	ગેરફાયદા
સરળ અમલીકરણ	સ્લોપ ઓવરલોડ ડિસ્ટોર્શન
નીચો બિટ રેટ	ઓછી એપ્લિકેશન પર ગ્રેન્યુલર નોઇઝ
સિંગલ બિટ ટ્રાન્સમિશન	મર્યાદિત ડાયનેમિક રેન્જ
ચેનલ એરર સામે મજબૂત	ઉચ્ચ સેમ્પલિંગ રેટની જરૂર પડે છે
ઓછી જટિલતા વાળું હાર્ડવેર	PCM કરતાં નીચો SNR

મેમરી ટ્રીક

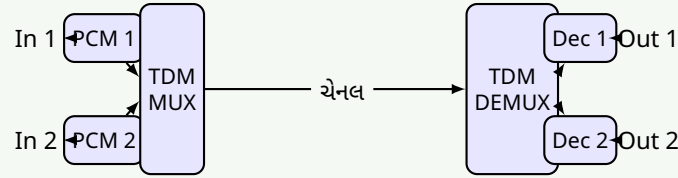
"SLSRL" vs "SGLSH" - Simple, Low bit-rate, Single bit, Robust, Low cost vs Slope overload, Granular noise, Limited range, Sampling high, SNR low

પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

બેઝિક PCM-TDM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

જવાબ

Answer: PCM-TDM મલ્ટિપલ ડિજિટાઇઝ્ડ સિગ્નલ્સને એક સિંગલ હાઇ-સ્પીડ ચેનલમાં જોડે છે.



આકૃતિ 13. PCM-TDM સિસ્ટમ બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 21. PCM-TDM સિસ્ટમ ઘટકો

બ્લોક	કાર્ય
PCM એન્કોડર	એનાલોગ સિગ્નલને ડિજિટલમાં રૂપાંતરિત કરે છે (સેમ્પલિંગ, ક્વોન્ટાઇઝેશન, કોડિંગ)
TDM મલ્ટિપ્લેક્સર	મલ્ટિપલ PCM સ્ટ્રીમ્સને સિંગલ હાઇ-સ્પીડ સ્ટ્રીમમાં જોડે છે
ટ્રાન્સમિશન ચેનલ	સિગ્નલ ટ્રાન્સમિશન માટેનું માધ્યમ
TDM ડીમલ્ટિપ્લેક્સર	ટાઇમ-મલ્ટિપ્લેક્સર સ્ટ્રીમને પાછા વ્યક્તિગત ચેનલ્સમાં અલગ કરે છે
PCM ડિકોડર	ડિજિટલને પાછું એનાલોગમાં રૂપાંતરિત કરે છે (ડિકોડિંગ, ફિલ્ટરિંગ)
સિન્ક્રોનાઇઝેશન	ક્લોક અને ફ્રેમ સિન્ક સિગ્નલ્સ યોગ્ય ડીમલ્ટિપ્લેક્સિંગ સુનિશ્ચિત કરે છે
ફ્રેમ સ્ટ્રક્ચર	બધા ચેનલ્સના સેમ્પલ્સ અને સિન્ક બિટ્સ ધરાવે છે

મેમરી ટ્રીક

"PETDSF" - PCM Encodes, TDM combines, Digital transmits, Separation occurs, Frames synchronize

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

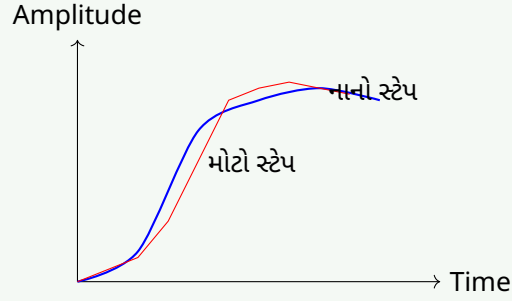
અડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન સમજાવો.

જવાબ

Answer: અડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન સિગ્નલની લાક્ષણિકતાઓના આધારે સ્ટેપ સાઇઝને એડજસ્ટ કરે છે.

કોષ્ટક 22. અડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન

ફીચર	વર્ણન
મૂળભૂત સિદ્ધાંત	સિગ્નલના સ્લોપ અનુસાર સ્ટેપ સાઇઝ બદલે છે
સ્ટેપ સાઇઝ કંટ્રોલ	જ્યારે સમાન બિટ પેટર્ન રિપીટ થાય (સિગ્નલ ઝડપથી બદલાઈ રહ્યો હોય) ત્યારે વધારો કરે છે
ફાયદા	ઘટાડેલ સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઇઝ
અમલીકરણ	બિટ પેટર્ન શોધવા માટે શિફ્ટ રજિસ્ટરનો ઉપયોગ કરે છે
પરફોર્મન્સ	સ્ટાન્ડર્ડ DM કરતાં બેટર SNR



આકૃતિ 14. સ્ટેપ સાઇઝ એડેપ્ટેશન

મેમરી ટ્રીક

"ASSG" - Adaptive Step Size Gives better performance

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

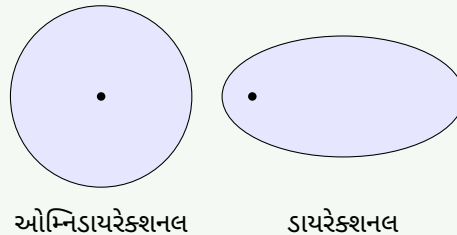
તર્મ વ્યાખ્યાયિત કરો ૧.રેડિએશન પેટર્ન ૨.એન્ટેના ગેઇન

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 23. એન્ટેના ટર્મ્સ

ટર્મ	વ્યાખ્યા	લાક્ષણિકતાઓ
રેડિએશન પેટર્ન	સ્પેસમાં એન્ટેનાના રેડિએશન પ્રોપર્ટીઝની ગ્રાફિકલ રજૂઆત	રેડિએટેડ પાવરની દિશાત્મક નિર્ભરતા દર્શાવે છે
એન્ટેના ગેઇન	ચોક્કસ દિશામાં રેડિયો એનર્જીને નિર્દેશિત કરવા અથવા કેન્દ્રિત કરવાની એન્ટેનાની ક્ષમતાનું માપ	dB માં વ્યક્ત, આઇસોટ્રોપિક રેડિએટરની (dBi) સરખામણી



આકૃતિ 15. રેડિએશન પેટર્ન ટાઇપ્સ

મેમરી ટ્રીક

"RPGD" - Radiation Pattern shows Gain Direction

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

બેઝ સ્ટેશન અને મોબાઇલ સ્ટેશન એન્ટેના સમજાવો.

જવાબ

Answer: વાયરલેસ કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ્સમાં વિવિધ એન્ટેના ડિઝાઇન વિવિધ હેતુઓ માટે સેવા આપે છે.

કોષ્ટક 24. બેઝ સ્ટેશન અને મોબાઇલ સ્ટેશન એન્ટેનાની તુલના

પેરામિટર	બેઝ સ્ટેશન એન્ટેના	મોબાઇલ સ્ટેશન એન્ટેના
ઊંચાઈ	15-50 મીટર	2 મીટરથી ઓછી
ગેઇન	ઉચ્ચ (10-20 dBi)	નીચો (0-3 dBi)
પેટર્ન	સેક્ટોરલ (120° સેક્ટર્સ)	ઓમ્નિડાયરેક્શનલ
સાઇઝ	મોટા એરે	કોમ્પેક્ટ, ઇન્ટિગ્રેટેડ
પ્રકારો	પેનલ, યાગી, કોલિનિયર	મોનોપોલ, PIFA, ચિપ
પોલરાઇઝેશન	વર્ટિકલ, ક્રોસ-પોલરાઇઝડ	સામાન્ય રીતે વર્ટિકલ
બીમફોર્મિંગ	વારંવાર વપરાય છે	મૂળભૂત ડિવાઇસમાં ભાગ્યે જ
ડાયવર્સિટી	સ્પેસ/પોલરાઇઝેશન ડાયવર્સિટી	ભાગ્યે જ અમલીકરણ

મેમરી ટ્રીક

"BHPSTBD" - Base stations Have Power, Size, Tower mounting, Beamforming, Diversity

પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

HF, VHF and UHF માટેની ફ્રીક્વન્સી રેન્જ લખો.

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 25. ફ્રીક્વન્સી બેન્ડ્સ

બેન્ડ	ફ્રીક્વન્સી રેન્જ	વેવલેન્થ	નોંધપાત્ર એપ્લિકેશન્સ
HF	3-30 MHz	100-10 m	શોર્ટવેવ રેડિયો, એમેચ્યોર રેડિયો, એવિએશન
VHF	30-300 MHz	10-1 m	FM રેડિયો, TV ચેનલ્સ 2-13, એર ટ્રાફિક
UHF	300-3000 MHz	1-0.1 m	TV ચેનલ્સ 14-83, મોબાઇલ ફોન્સ, Wi-Fi

મેમરી ટ્રીક

"3-30-300-3000" - દરેક બેન્ડ 10 MHz ની પાવરના 3 ગણાથી શરૂ થાય છે

પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

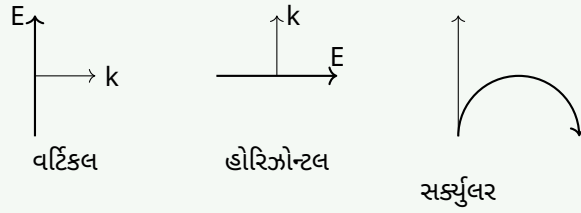
તર્મ વ્યાખ્યાયિત કરો ૧.એન્ટેના ડાયરેક્ટીવીટી ૨.પોલરાઇઝેશન.

જવાબ

Answer:

કોષ્ટક 26. એન્ટેના પ્રોપર્ટીઝ

ટર્મ	વ્યાખ્યા	લાક્ષણિકતાઓ
ડાયરેક્ટિવિટી	આપેલી દિશામાં રેડિઆશન ઇન્ટેન્સિટીનો સરેરાશ રેડિઆશન ઇન્ટેન્સિટી સાથેનો ગુણોત્તર	dBi માં માપવામાં આવે છે, એન્ટેનાના ફોકસને દર્શાવે છે
પોલરાઇઝેશન	રેડિએટેડ વેવના ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ વેક્ટરનું ઓરિએન્ટેશન	લિનિયર (વર્ટિકલ/હોરિઝોન્ટલ), સર્ક્યુલર, ઇલિપ્ટિકલ



આકૃતિ 16. એન્ટેના ડાયરેક્ટિવિટી અને પોલરાઇઝેશન

મેમરી ટ્રીક

"DIVE POLE" - DIrectivity shows Vector Excellence, POLarization shows Electric field

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

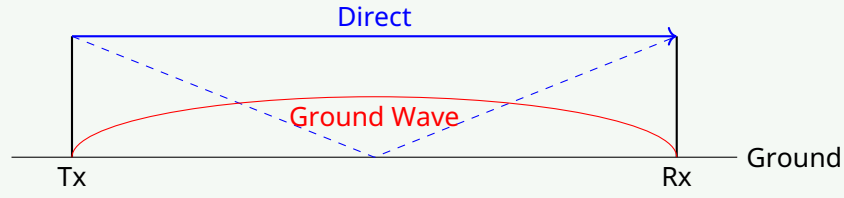
ગ્રાઉન્ડ વેવ અને સ્કાય વેવ પ્રોપોગેશન વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

Answer: આ નીચલા વાતાવરણમાં રેડિયો વેવ પ્રોપોગેશનના બે પ્રાથમિક મોડ છે.

કોષ્ટક 27. વેવ પ્રોપોગેશન તુલના

પેરામિટર	ગ્રાઉન્ડ વેવ	સ્પેસ વેવ
ફ્રીક્વન્સી રેન્જ	2 MHz થી નીચે	30 MHz થી ઉપર
ડિસ્ટન્સ કવરેજ	100-300 km	લાઇન-ઓફ-સાઇટ + ડિફ્રેક્શન સુધી મર્યાદિત
પાથ	પૃથ્વીના વક્રતાને અનુસરે છે	ડાયરેક્ટ અને ગ્રાઉન્ડ-રિફ્લેક્ટેડ પાથ
મેકેનિઝમ	પૃથ્વીની સપાટીની આસપાસ ડિફ્રેક્શન	લાઇન-ઓફ-સાઇટ પ્રોપોગેશન વિથ રિફ્લેક્શન
એટેન્યુએશન	ઉચ્ચ (ફ્રીક્વન્સી સાથે વધે છે)	VHF/UHF રેન્જમાં ઓછું
પોલરાઇઝેશન	વર્ટિકલ પોલરાઇઝેશન પસંદગીયુક્ત	વર્ટિકલ અને હોરિઝોન્ટલ બંને વાપરી શકાય
એપ્લિકેશન્સ	AM બ્રોડકાસ્ટિંગ, નેવિગેશન બીકન્સ	TV, FM રેડિયો, માઇક્રોવેવ લિંક્સ
અસર કરતા પરિબળો	ગ્રાઉન્ડ કન્ડક્ટિવિટી, ટેરેન	એન્ટેના ઊંચાઈ, ટેરેન, અવરોધો



આકૃતિ 17. ગ્રાઉન્ડ વેવ vs સ્પેસ વેવ પ્રોપોગેશન

ગ્રાઉન્ડ વેવ પ્રોપોગેશન:

- પૃથ્વીની સપાટી સાથે પ્રવાસ કરે છે
- અંતર સાથે સિગ્નલ સ્ટ્રેન્થ ઘટે છે
- જમીન કરતાં સમુદ્ર પર બેટર પ્રોપોગેશન
- ગ્રાઉન્ડ કન્ડક્ટિવિટી અને ડાયલેક્ટ્રિક કોન્સ્ટન્ટથી અસર થાય છે
- AM બ્રોડકાસ્ટિંગ, મેરિટાઇમ કોમ્યુનિકેશન માટે ઉપયોગ થાય છે

સ્પેસ વેવ પ્રોપોગેશન:

- ડાયરેક્ટ વેવ અને ગ્રાઉન્ડ-રિફ્લેક્ટેડ વેવનો સમાવેશ કરે છે
- એટ્મોસ્ફેરિક રિફ્રેક્શન દ્વારા રેન્જ વિસ્તારિત થાય છે
- રેન્જ ફોર્મ્યુલા: $d = \sqrt{2Rh}$ જ્યાં R પૃથ્વીની ત્રિજ્યા છે, h એન્ટેનાની ઊંચાઈ છે
- અવરોધો ઉપર ડિફ્રેક્શનથી અસર થાય છે
- લાઇન-ઓફ-સાઇટ કોમ્યુનિકેશન જેમ કે TV, FM, માઇક્રોવેવ લિંક્સ માટે ઉપયોગ થાય છે

મેમરી ટ્રીક

"GAFFS" - Ground Adheres to earth, Follows surface, Frequencies low, Short wavelengths