

Subject Name (Gujarati)

4341102 -- Summer 2025

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

ડિજિટલ કોમ્પ્યુનિકેશન સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો.

જવાબ

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ ]
    B --- C[ ]
    C --- D[ ]
    D --- E[ ]
    E --- F[ - ]
    F --- G[ ]
    G --- H[ ]
    H --- I[ ]
    J[ ] --- E
{Highlighting}
{Shaded}
```

મુખ્ય ઘટકો:

- માહિતી સ્લોટ: સંદેશ સિગ્નલ જનરેટ કરે છે
- સ્લોટ એન્કોડર: એનાલોગ ને ડિજિટલમાં કન્વર્ટ કરે છે
- ચેનલ એન્કોડર: એરર કરેક્શન કોડ ઉમેરે છે
- ડિજિટલ મોડ્યુલેટર: ડિજિટલ બિટ્સને એનાલોગ સિગ્નલમાં કન્વર્ટ કરે છે

ચાદગાર વાક્ય: "સ્લોટ ચેનલ મોડ્યુલેટર ચેનલમાંથી ડિ-મોડ્યુલેટર ચેનલ સિંક સુધી જાય છે"

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

ડિજિટલ કોમ્પ્યુનિકેશન સિસ્ટમના ટ્રાન્સમિટર અને રીસીવરના કાર્યો લખો.

જવાબ

ઘટક	કાર્ય
ટ્રાન્સમિટર	માહિતી સિગ્નલને ટ્રાન્સમિશન માટે યોગ્ય સ્વરૂપમાં કન્વર્ટ કરે છે
સ્લોટ એન્કોડર	એનાલોગ ટ્રૂ ડિજિટલ કન્વર્ઝન, સેમ્પલિંગ, કવાનાઇઝેશન
ચેનલ એન્કોડર	એરર ડિટેક્શન અને કરેક્શન કોડિંગ
ડિજિટલ મોડ્યુલેટર	ડિજિટલ બિટ્સને એનાલોગ વેવફોર્મમાં કન્વર્ટ કરે છે

ઘટક	કાર્ય
રીસીવર	પ્રાપ્ત સિગ્નલમાંથી મૂળ માહિતી પુનઃપ્રાપ્ત કરે છે
ડિજિટલ ડિ-મોડ્યુલેટર	પ્રાપ્ત એનાલોગ સિગ્નલને ડિજિટલ બિટ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે
ચેનલ ડિકોડર	એરર ડિટેક્શન અને કરેક્શન
સોટ ડિકોડર	ડિજિટલ ટુ એનાલોગ કન્વર્ટન

મુખ્ય કાર્યો:

- સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ: એન્કોડિંગ, મોડ્યુલેશન, ફિલ્ટરિંગ
- એરર કન્વોલ: ટ્રાન્સમિશન એરરનું ડિટેક્શન અને કરેક્શન
- સિગ્નલ રિકવરી: રીસીવર પર ડિ-મોડ્યુલેશન અને ડિકોડિંગ

યાદગાર વાક્ય: "ટ્રાન્સમીટર એન્કોડ કરી મોડ્યુલેટ કરે, રીસીવર ડિ-મોડ્યુલેટ કરી ડિકોડ કરે"

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

વ્યાખ્યા કરો અને ઉદાહરણ સાથે સમજાવો: કન્ટિન્યુઅસ ટાઇમ અને ડિસ્કીટ ટાઇમ સિગ્નલ્સ, રીઅલ અને કોમ્પ્લેક્સ સિગ્નલ્સ તથા ઇવન અને ઓડ સિગ્નલ્સ.

જવાબ

સિગ્નલનો પ્રકાર	વ્યાખ્યા	ઉદાહરણ
કન્ટિન્યુઅસ ટાઇમ	તમામ સમય વેલ્યુઝ માટે	$x(t) = \sin(2\pi t)$
ડિસ્કીટ ટાઇમ	વ્યાખ્યાયિત સિગ્નલ	
રીઅલ સિગ્નલ	ફક્ત ચોક્કસ સમય ક્ષણોએ જ	$x[n] = \sin(2\pi n/8)$
કોમ્પ્લેક્સ સિગ્નલ	વ્યાખ્યાયિત સિગ્નલ	
	ફક્ત વાસ્તવિક વેલ્યુઝ ધરાવતું	$x(t) = 5\cos(t)$
	સિગ્નલ	
	વાસ્તવિક અને કાલ્પનિક ભાગો	$x(t) = 3 + j4\sin(t)$
	ધરાવતું સિગ્નલ	

ઇવન અને ઓડ સિગ્નલ્સ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A["x[n]"] --{-{-}{}}--> B["x[{-}n]"]
    B --{-{-}{}}--> C["x[n] = x[{-}n] {}br/{}"]
    C --{-{-}{}}--> D["x[n] = {-}x[{-}n] {}br/{}"]
    D --{-{-}{}}--> E["cos[n]"]
    E --{-{-}{}}--> F["sin[n]"]
{Highlighting}
{Shaded}
```

ગુણધર્મો:

- ઇવન સિગ્નલ: y -અક્ષની આસપાસ સપ્રમાણ, $x(t) = x(-t)$
- ઓડ સિગ્નલ: મૂળવિદ્ધી આસપાસ વિરોધી-સપ્રમાણ, $x(t) = -x(-t)$
- કોમ્પ્લેક્સ સિગ્નલ: $z(t) = x(t) + jy(t)$
- ડિસ્કીટ સિગ્નલ: કન્ટિન્યુઅસ સિગ્નલનું સેમ્પલ કરેલું સ્વરૂપ

યાદગાર વાક્ય: "કન્ટિન્યુઅસ સર્વત્ર, ડિસ્કીટ ચોક્કસ, રીઅલ સાંદું, કોમ્પ્લેક્સ મિશ્રિત"

પ્રશ્ન 1(ક અથવા) [7 ગુણ]

વ્યાખ્યા કરો અને ઉદાહરણ સાથે સમજાવો: યુનિટ સ્ટેપ ફંક્શન, યુનિટ ઇમ્પલ્સ ફંક્શન અને યુનિટ રેમ્પ ફંક્શન

જવાબ

ફક્શન	વ્યાખ્યા	ગાણિતિક સ્વરૂપ
યુનિટ સ્ટેપ	$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$	$u(t) = t \geq 0$
યુનિટ ઇમ્પલ્સ	$\delta(t) = \begin{cases} \infty & t=0 \\ 0 & \text{માટે } \infty, 0 \end{cases}$	$(t)dt = 1$
યુનિટ રેમ્પ	$r(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ t & t \geq 0 \end{cases}$	$r(t) = t \cdot u(t)$

Unit Step Function:

$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$$

Unit Impulse Function:

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty & t=0 \\ 0 & \text{માટે } \infty, 0 \end{cases}$$

Unit Ramp Function:

$$r(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ t & t \geq 0 \end{cases}$$

ઉપયોગો:

- યુનિટ સ્ટેપ: સ્વિચ ઓપરેશન્સ, સિસ્ટમ રિસ્પોન્સ વિશ્લેષણ
- યુનિટ ઇમ્પલ્સ: સિસ્ટમ ઇમ્પલ્સ રિસ્પોન્સ, કોન્વોલ્યુશન
- યુનિટ રેમ્પ: સિસ્ટમ રેમ્પ રિસ્પોન્સ, ઇન્ટિગ્રેશન

ગુણધર્મો:

- સ્ટેપ: રેમ્પનો વ્યુત્પત્તિ, ઇમ્પલ્સનો સંકલન
- ઇમ્પલ્સ: સ્ટેપ ફક્શનનો વ્યુત્પત્તિ
- રેમ્પ: સ્ટેપ ફુંક્શનનો સંકલન

યાદગાર વાક્ય: "સ્ટેપ અચાનક, ઇમ્પલ્સ તાત્કાલિક, રેમ્પ વધતું"

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

વ્યાખ્યાપિત કરો: બિટ રેટ, બોડ રેટ અને બેન્ડવિડ્થ.

જવાબ

પેરામીટર	વ્યાખ્યા	એકમ
બિટ રેટ	પ્રતિ સેકન્ડ ટ્રોન્સમિટ થતી બિટ્સની સંખ્યા	bps (બિટ્સ પર સેકન્ડ)
બોડ રેટ	પ્રતિ સેકન્ડ સિગ્નલ ફેરફારોની સંખ્યા	Baud (સિમ્બોલ્સ પર સેકન્ડ)
બેન્ડવિડ્થ	સિગ્નલમાં ફીકવેન્સીઝની રેન્જ	Hz (હર્ટ્ઝ)

સંબંધ:

- બિટ રેટ = બોડ રેટ $\times \log_2(M)$
- M = સિગ્નલ લેવલ્સની સંખ્યા
- બેન્ડવિડ્થ \leq બોડ રેટ

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- ઊંચો બિટ રેટ: વધુ ડેટા ટ્રોન્સમિશન
- બોડ રેટ: સિમ્બોલ ટ્રોન્સમિશન રેટ
- બેન્ડવિડ્થ: કબજામાં લેવાયેલું ફીકવેન્સી સ્પેક્ટ્રમ

યાદગાર વાક્ય: "બિટ્સ બોડ બેન્ડવિડ્થ - ડેટા સિમ્બોલ ફીકવેન્સી"

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

અનર્જી અને પાવર સિગ્નલ સમજાવો.

જવાબ

સિગ્નલનો પ્રકાર	વ્યાખ્યા	ગાણિતિક સ્વરૂપ
અનર્જી સિગ્નલ	મર્યાદિત અનર્જી, જીરો એવરેજ પાવર	$E = \int$
પાવર સિગ્નલ	મર્યાદિત એવરેજ પાવર, અનંત અનર્જી	$P = \lim(T \rightarrow \infty) \frac{1}{T} \int$

વર्गीકरण:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B\{ ?\}
    B\{ ?\} --- C[ ]
    C --- D\{ ?\}
    D\{ ?\} --- E[ ]
    E --- F[ ]
{Highlighting}
{Shaded}

```

ઉદાહરણો:

- એનર્જી સિગ્નલ: ઘટતું exponential સિગ્નલ $e^{-t}u(t)$
- પાવર સિગ્નલ: Sinusoidal સિગ્નલ $\sin(\omega t)$
- બંનેમાંથી કોઈ નહીં: રેમ્પ સિગ્નલ $t \cdot u(t)$

ગુણધર્મો:

- એનર્જી અને પાવર સિગ્નલ્સ એકબીજાને બાકાત રાખે છે
- આવર્તિ સિગ્નલ્સ સામાન્ય રીતે પાવર સિગ્નલ્સ હોય છે
- બિન-આવર્તિ મર્યાદિત અવધિના સિગ્નલ્સ એનર્જી સિગ્નલ્સ હોય છે

યાદગાર વાક્ય: "એનર્જી સમાપ્ત, પાવર ચાલુ"

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

ASK, FSK અને PSK મોડ્યુલેશન ટેકનિકો વચ્ચે સરખામણી કરો અને તેના વેવફોર્મ્સ દોરો.

જવાબ

પેરામીટર	ASK	FSK	PSK
પૂરું નામ	Amplitude Shift Keying	Frequency Shift Keying	Phase Shift Keying
બદલાતો પેરામીટર	ઓમ્પલાટ્યુડ સાંકડી	ફીકવેન્સી પહોળી	ફેઝ સાંકડી
બેન્ડવિડ્થ			
નોઇજ ઇમ્પુનિટી	નબળી	સારી	શ્રેષ્ઠ
પાવર એફ્ફિશિયન્સી	નબળી	સારી	શ્રેષ્ઠ
અમલીકરણ	સરળ	મધ્યમ	જટિલ

ASK Waveform:

Data: 1 0 1 1 0
 __ _ | __ _ | __ _
 | | | || |
 __ _ | | __ _ _ _ | || | __ _ _ _

FSK Waveform:

```
{ } { } { }
```

PSK Waveform:

__ _ __ _ _ _
 | | | |
 __ | | __ _ _ _ | | | __ _ _ _
 phase shift at data change

ઉપયોગો:

- ASK: ઓપ્ટિકલ કોમ્યુનિકેશન, સરળ રેડિયો સિસ્ટમ્સ
- FSK: ટેલિફોન મોડેમ્સ, રેડિયો સિસ્ટમ્સ
- PSK: સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન, વાયરલેસ સિસ્ટમ્સ

ફાયદાઓ:

- ASK: સરળ અમલીકરણ, ઓછી કિમત
- FSK: સારી નોઇજ પર્ફોર્મન્સ, કોન્સ્ટન્ટ એન્વેલોપ
- PSK: શ્રેષ્ઠ નોઇજ પર્ફોર્મન્સ, બેન્ડવિડ્યુથ એફ્ફિશિયન્ટ

યાદગાર વાક્ય: "ASK એમ્બિલટ્યુડ, FSK ફીકવેન્સી, PSK ફેઝ"

પ્રશ્ન 2(અ અથવા) [3 ગુણ]

8-બિટ જનરેટરમાંથી સિગ્નલ જનરેટરનો બિટ દર 1600 bps છે. સિગ્નલનો બોડ રેટ ની ગણતરી કરો.

જવાબ

આપેલ:

- બિટ રેટ = 1600 bps
- પ્રતિ સિમ્બોલ બિટ્સની સંખ્યા = 8 બિટ્સ

સૂત્ર: બોડ રેટ = બિટ રેટ / પ્રતિ સિમ્બોલ બિટ્સની સંખ્યા

ગણતરી: બોડ રેટ = 1600 bps / 8 બિટ્સ બોડ રેટ = 200 Baud

પરિણામ: સિગ્નલનો બોડ રેટ 200 Baud છે.

સમજૂતી:

- દરેક સિમ્બોલ 8 બિટ્સની માહિતી ધરાવે છે
- પ્રતિ સેકન્ડ 1600 બિટ્સ $\div 8 = 200$
- તેથી, બોડ રેટ = 200 Baud

યાદગાર વાક્ય: "બિટ રેટને બિટ્સ પર સિમ્બોલથી ભાગવાથી બોડ મળે"

પ્રશ્ન 2(બ અથવા) [4 ગુણ]

શોધો કે સિગ્નલ ઈવન અથવા ઓડ છે કે નહીં: 1. $x(t) = e^{-5t}$ 2. $x(t) = \sin 2t$ 3. $x(t) = \cos 5t$

જવાબ

સિગ્નલ	$x(-t)$ ટેસ્ટ	પરિણામ	પ્રકાર
$x(t) = e^{-5t}$	$x(-t) = e^{5t} \neq x(t) \neq -x(t)$	બંનેમાંથી કોઈ નહીં	ન તો ઈવન ન ઓડ
$x(t) = \sin 2t$	$x(-t) = \sin(-2t) = -\sin 2t = -x(t)$	$-x(t)$	ઓડ સિગ્નલ
$x(t) = \cos 5t$	$x(-t) = \cos(-5t) = \cos 5t = x(t)$	$x(t)$	ઇવન સિગ્નલ

ટેસ્ટ પ્રક્રિયા:

- ઇવન સિશ્વલ ટેસ્ટ: તપાસો કે $x(t) = x(-t)$
- ઓડ સિશ્વલ ટેસ્ટ: તપાસો કે $x(t) = -x(-t)$

વપરાયેલ ગુણધર્મો:

- Exponential: $e^{(-at)}$ ન તો ઇવન ન ઓડ છે ($a > 0$)
- Sine ફંક્શન: $\sin(-x) = -\sin(x) \rightarrow$
- Cosine ફંક્શન: $\cos(-x) = \cos(x) \rightarrow$

પરિણામો:

- સિશ્વલ 1: ન તો ઇવન ન ઓડ
- સિશ્વલ 2: ઓડ સિશ્વલ
- સિશ્વલ 3: ઇવન સિશ્વલ

ચાદ્ગાર વાક્ય: "Cosine ઇવન, Sine ઓડાં, Exponential બંનેમાંથી કોઈ નહીં"

પ્રશ્ન 2(ક અથવા) [7 ગુણ]

QPSK સિશ્વલનો સિદ્ધાંત સમજાવો. તેના મોડ્યુલેટર અને ડિ-મોડ્યુલેટરના બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો. તેમજ તેના કોન્સ્ટેલેશન ડાયાગ્રામ અને વેવફોર્મસ દોરો.

જવાબ

QPSK સિદ્ધાંત: QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 2 બિટ્સ પર સિમ્બોલ દર્શાવવા માટે ચાર અલગ ફેઝ રટેટ્સનો ઉપયોગ કરે છે.

બિટ્સ	ફેઝ	I	Q
00	45°	+1	+1
01	135°	-1	+1
10	-45°	+1	-1
11	-135°	-1	-1

QPSK મોડ્યુલેટર:

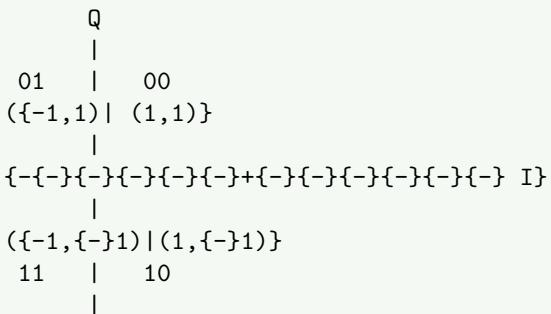
Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ ]
    B --- C[I ]
    B --- D[Q ]
    C --- E[ 1]
    D --- F[ 2]
    G["cos( t)"] --- E
    H["sin( t)"] --- F
    E --- I[ ]
    F --- I
    I --- J[QPSK ]
{Highlighting}
{Shaded}

```

કોન્સ્ટેલેશન ડાયાગ્રામ:



QPSK ડિ-મોડ્યુલેટર:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[QPSK ] --- B[ 1]
    A --- C[ 2]
    D["cos( t)"] --- B
    E["sin( t)"] --- C
    B --- F[LPF]
    C --- G[LPF]
    F --- H[ ]
    G --- I[ ]
    H --- J[ ]
    I --- J
    J --- K[ ]
{Highlighting}
{Shaded}

```

ફાયદાઓ:

- બેન્ડવિડ્યુથ એફિશિયન્ટ: પ્રતિ સિમ્બોલ 2 બિટ્સ
- સારી નોઇજ પફોર્માન્સ: કોન્સ્ટન્ટ એન્ટેલોપ
- વ્યાપક ઉપયોગ: ડિજિટલ કોમ્યુનિકેશનમાં સ્ટાન્ડર્ડ

ઉપયોગો:

- સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન
- ડિજિટલ TV બ્રોડકાસ્ટિંગ
- વાયરલેસ કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ્સ

ચાંગાર વાક્ય: "QPSK - કવાડ્રેચર ફેઝ, 2 બિટ્સ, 4 ફેઝ"

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

PSK મોડ્યુલેટરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો

જવાબ

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ ]
    C["1{br/}{f1}"] --- B
    D["2{br/}{f2}"] --- B
    B --- E[FSK]
    F["= 1"] --- C
    G["= 0"] --- D
{Highlighting}
{Shaded}

```

ઘટકો:

- ડિજિટલ ડેટા ઇનપુટ: બાઇનરી ડેટા સ્ટ્રીમ (0s અને 1s)
- બે ઓસિલેટર્સ: બિટ '1' માટે f_1 , '0' f_2
- ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વિચ: ઇનપુટ બિટના આધારે ફીકવેન્સી પસંદ કરે છે
- PSK આઉટપુટ: ફીકવેન્સી મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ

કામગીરી:

- બિટ '1': સ્વિચ ઓસિલેટર 1 (જોચી ફીકવેન્સી) સાથે જોડાય છે
- બિટ '0': સ્વિચ ઓસિલેટર 2 (નીચી ફીકવેન્સી) સાથે જોડાય છે
- આઉટપુટ: ડેટાના આધારે સતત ફીકવેન્સી બદલાતી રહે છે

યાદગાર વાક્ય: "PSK - ડેટા કીઝના આધારે ફીકવેન્સી સ્વિચ"

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

PSK મોડ્યુલેટરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ ]
    C["" {br/}{cos(t)}"] --- B
    B --- D[PSK]
    E["= 1"] --- F[0^ ]
    G["= 0"] --- H[180^ ]
{Highlighting}
{Shaded}

```

ઘટકો અને કાર્ય:

ઘટક	કાર્ય
ડિજિટલ ડેટા	બાઇનરી ઇનપુટ સ્ટ્રીમ (0s અને 1s)
કેરિયર ઓસિલેટર	રેફરન્સ કેરિયર સિગ્નલ બનાવે છે
બેલિન્સ મોડ્યુલેટર	ડેટાને કેરિયર સાથે ગુણાકાર કરે છે
PSK આઉટપુટ	ફેઝ મોડ્યુલેટેડ સિગ્નલ

କମ୍ବାରୀ:

- ડેટા '1': આઉટપુટ = $+\cos(\omega t)$ (0°)
 - ડેટા '0': આઉટપુટ = $-\cos(\omega t)$ (180°)
 - ફૂઝ શિક્ષણ: '1' અને '0' વરચ્યે 180°

ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ:

- PSK सिंथेल: $s(t) = A \cdot d(t) \cdot \cos(\omega t)$
 - ज्यां $d(t) = '1' \text{ माटे } +1, '0' \text{ माटे } -1$

ફાયદાઓ:

- કોન્સ્ટન્ટ એનેલોપ: બહેતર નોઇડા ઇમ્પુનિટી
 - બેન્ડવિડ્યુથ એફિશિયન્ટ: ASK જેટલું જ બેન્ડવિડ્યુથ લે છે
 - સરળ ડિટેક્શન: કોહેરન્ટ ડિટેક્શન જરૂરી

યાદગાર વક્ય: "PSK - બેલેન્સડ મોડ્યુલેટર કીનો ઉપયોગ કરીને ફેઝ શિફ્ટ"

પ્રશ્ન 3(ક) [૭ ગુણ]

ASK મોડ્યુલેટર અને ડિ-મોડ્યુલેટરના બ્લોક ડાયાગ્રામને વેવકોર્મ સાથે સમજાવો.

ଜୟାମ

ASK મોડ્યુલેટર:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A[      ] --{-{-}{}}--> B[      ]
    C["cos(t)"] --{-{-}{}}--> B
    B --{-{-}{}}--> D[ASK      ]
{Highlighting}
{Shaded}

```

ASK ડિ-મોડયલેટર:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}  
{Highlighting}[]  
graph LR  
A[ASK] --> B[ ]  
C[ ] --> B  
B --> D[ ]  
D --> E[ ]  
E --> F[ ]  
G[ ] --> E  
{Highlighting}  
{Shaded}
```

ପ୍ରକାଶୀ

Digital Data:

Digital Data:

1	0	1	1	0
_ _ _ -		_ _ _ -		_ _ _ -
\ \	\ \ \ \ \ \	\ \ \ \ \ \	\ \ \ \ \ \	

Carrier Signal:

ASK Output:

મોડ્યુલેશન પ્રક્રિયા:

ડેટા બિટ	કેરિયર	ASK આઉટપુટ
'1'	$A \cdot \cos(\omega t)$	$A \cdot \cos(\omega t)$
'0'	$A \cdot \cos(\omega t)$	0

ડિ-મોડ્યુલેશન પ્રક્રિયા:

- ગુણાકાર: ASK સિચલ ×
- લો પાસ ફિલ્ટરિંગ: ઊંચી ફીકવેન્સી ઘટકો દૂર કરો
- ડિસ્ઝિન: થેશાહોલ સાથે સરખાવીને ડેટા પુનઃપ્રાપ્ત કરો

ઉપયોગો:

- ઓપ્ટિકલ કોમ્યુનિકેશન: LED/લેજર ઓન-ઓફ કીંગા
- સરળ રેડિયો સિસ્ટમ્સ: AM રેડિયો મોડિફિકેશન
- શૉર્ટ રેન્જ કોમ્યુનિકેશન: IR રિમોટ કન્ટ્રોલ્સ

ફાયદાઓ/નુકસાનો:

ફાયદાઓ	નુકસાનો
સરળ અમલીકરણ	નબળી નોઇજ પર્ફોર્મન્સ
ઓછી કિંમત	બેન્ડવિડ્યુથ અકુશળ
સરળ ડિટેક્શન	ફેર્ડિંગ માટે સંવેદનશીલ

ચાંગાર વાક્ય: "ASK - એમિલટ્યુડ સ્વિચ, ગુણાકાર અને ફિલ્ટર કી"

પ્રશ્ન 3(અ અથવા) [3 ગુણ]

MSK નો સિદ્ધાંત લખો અને કોન્સ્ટેલેશન ડાયાગ્રામ દોરો.

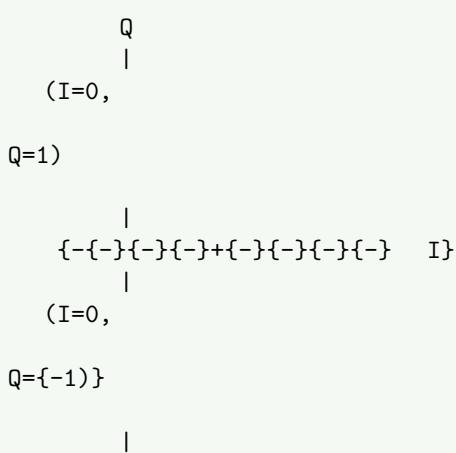
જવાબ

MSK સિદ્ધાંત: MSK (Minimum Shift Keying) એ સતત-ફેજ FSK નું એક સ્વરૂપ છે જ્યાં ફીકવેન્સી ડેવિએશન બરાબર બિટ રેટનો અદ્યો છે.

મુખ્ય ગુણધર્મો:

- સતત ફેજ: કોઈ ફેજ અસાતત્યતા નથી
- ન્યૂનતમ ફીકવેન્સી વિભાજન: $\Delta f = R_b/2$
- કોન્સ્ટન્ટ એન્વેલોપ: નોનલીનિયર એમિલફાર્સ માટે સારું

કોન્સ્ટેલેશન ડાયાગ્રામ:



Points rotate continuously
between 1 on I and Q axes

ગાણિતિક રજૂઆત:

- બિટ '1': $f_1 = f_c + R_b/4$

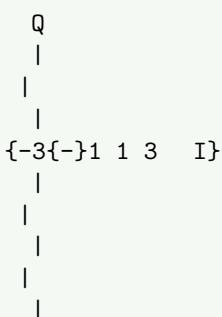
- બિટ '0': $f_2 = f_c - Rb/4$
 - ફીકવેન્સી ડિવિએશન: $\Delta f = Rb/2$
- લાક્ષણિકતાઓ:**
- સ્પેક્ટ્રલ એફિશિયન્સી: પરંપરાગત FSK કરતાં બહેતર
 - સતત ફેઝ: આઉટ-ઓક-બેન્ડ રેડિએશન ઘટાડે છે
 - ઓથોગોનિલ ડિટેક્શન: OQPSK તરીકે ડિટેક્ટ કરી શકાય છે
- યાદગાર વાક્ય: "MSK - મિનિમમ શિફ્ટ, સતત ફેઝ કી"

પ્રશ્ન 3(બ અથવા) [4 ગુણ]

16-QAM નો કોન્સ્ટેલેશન ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો

જવાબ

16-QAM કોન્સ્ટેલેશન:



16-QAM મેપિંગ ટેબલ:

બિટ્સ	I	Q	એમ્બિલટ્યુડ	ફેઝ
0000	-3	-3	$\sqrt{18}$	225°
0001	-3	-1	$\sqrt{10}$	198.4°
0010	-3	+1	$\sqrt{10}$	161.6°
0011	-3	+3	$\sqrt{18}$	135°
0100	-1	-3	$\sqrt{10}$	251.6°
0101	-1	-1	$\sqrt{2}$	225°
...

મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:

- 16 સિમ્બોલ પોઇન્ટ્સ: પ્રતિ સિમ્બોલ 4 બિટ્સ
- ગ્રે કોડિંગ: નજીકના સિમ્બોલ્સ 1 બિટથી અલગ પડે છે
- વરિયેબલ એમ્બિલટ્યુડ: અલગ પાવર લેવલ્સ
- ઉંચો ડેટા રેટ: QPSK કરતાં 4 ગણો ડેટા રેટ

સિગનલ રજૂઆત: $s(t) = I(t) \cdot \cos(\omega t) - Q(t) \cdot \sin(\omega t)$

ઉપયોગો:

- ડિજિટલ કેવલ TV: ઉંચો ડેટા રેટ ટ્રાન્સમિશન
- માઇક્રોવેવ લિંક્સ: પોઇન્ટ-ટુ-પોઇન્ટ કોમ્પ્યુનિકેશન
- WiFi સિસ્ટમ્સ: 802.11 સ્ટાન્ડર્ડ્સ

ફાયદાઓ:

- ઉંચી સ્પેક્ટ્રલ એફિશિયન્સી: પ્રતિ સિમ્બોલ 4 બિટ્સ
- સારી BER પર્ફોર્માન્સ: યોગ્ય કોડિંગ સાથે
- લવર્શીક અમલીકરણ: સોફ્ટવેર ડિફાઇન્ડ રેડિયો

ડ્રેન્ડ-ઓફિસ:

- ઉંચી જટિલતા: QPSK કરતાં વધુ જટિલ
- પાવર વેરીએશન: લીનિયર એમ્બિલફાયર્સ જરૂરી
- નોઇજ સોન્સિટિવિટી: કોન્સ્ટન્ટ એન્વેલોપ સ્કીમ્સ કરતાં ઉંચી

યાદગાર વાક્ય: "16-QAM - 16 પોઇન્ટ્સ, 4 બિટ્સ, કવાડ્યેચર એમ્બિલટ્યુડ મોડ્યુલેશન"

પ્રશ્ન 3(ક અથવા) [7 ગુણ]

ડિજિટલ મોડ્યુલેશન ટેકનિક્સ-ASK, FSK, PSK, QPSK, 8-PSK, MSK અને 16-QAM માટે બિટ્સ પર સિમ્બોલની સરખામણી કરો

જવાબ

બિટ્સ પર સિમ્બોલ સરખામણી:

મોડ્યુલેશન	બિટ્સ પર સિમ્બોલ	સિમ્બોલ રેટ	ડેટા રેટ સંબંધ
ASK	1	$R_s = R_b$	$R_b = R_s \times 1$
FSK	1	$R_s = R_b$	$R_b = R_s \times 1$
PSK (BPSK)	1	$R_s = R_b$	$R_b = R_s \times 1$
QPSK	2	$R_s = R_b/2$	$R_b = R_s \times 2$
8-PSK	3	$R_s = R_b/3$	$R_b = R_s \times 3$
MSK	1	$R_s = R_b$	$R_b = R_s \times 1$
16-QAM	4	$R_s = R_b/4$	$R_b = R_s \times 4$

વિગતવાર વિશ્લેષણ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A["[ ] { -{-}{ } B[M{-}ary] }"]
    B["{ -{-}{ } C[\" = log_2(M) \" ] }"]
    C["{ -{-}{ } D[ M = ] }"]
    D["{ -{-}{ } E[ ] }"]
    E["{ -{-}{ } F[ ] }"]
{Highlighting}
{Shaded}
```

બેન્ડવિડ્થ એફ્ફિશિયન્સી:

મોડ્યુલેશન	M	બિટ્સ/સિમ્બોલ	બેન્ડવિડ્થ એફ્ફિશિયન્સી
ASK, FSK, PSK	2	1	1 bit/s/Hz
QPSK	4	2	2 bits/s/Hz
8-PSK	8	3	3 bits/s/Hz
16-QAM	16	4	4 bits/s/Hz

પાવર આવશ્યકતાઓ:

મોડ્યુલેશન	સંબંધિત પાવર	BER પફોર્મન્સ
PSK	રેફરન્સ	શ્રેષ્ઠ
ASK	+3dB પેનલ્ટી	નબળી
FSK	PSK જેટલી	સારી
QPSK	PSK જેટલી	PSK જેટલી
8-PSK	+2.5dB પેનલ્ટી	મધ્યમ
16-QAM	+4dB પેનલ્ટી	કોડિંગ સાથે સારી

ટ્રૈક-ઓફ્સ:

- ઊંચી M: વધુ બિટ્સ પર સિમ્બોલ પરંતુ ઊંચી જટિલતા
- બેન્ડવિડ્થ વિ પાવર: સ્પેક્ટ્રલ અને પાવર એફ્ફિશિયન્સી વચ્ચે ટ્રૈક-ઓફ્સ
- અમલીકરણ: ઊંચા ઓર્ડરના મોડ્યુલેશનને બહેતર હાર્ડવેર જોઈએ છે

ઉપયોગો:

- નીચો રેટ: સરળ સિસ્ટમ્સ માટે ASK, FSK, PSK
- મધ્યમ રેટ: સંતુલિત પફોર્મન્સ માટે QPSK
- ઊંચો રેટ: હાઇ-સ્પીડ સિસ્ટમ્સ માટે 8-PSK, 16-QAM

સૂત્ર: બિટ્સ પર સિમ્બોલ = $\log_2(M)$, M =
યાદગાર વાક્ય: "વધુ સિમ્બોલ્સ, વધુ બિટ્સ, વધુ જટિલતા"

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

સંભાવનાની વ્યાખ્યા કરો અને કોમ્પ્યુનિકેશનમાં તેનું મહત્વ લખો

જવાબ

સંભાવનાની વ્યાખ્યા: સંભાવના એ કોઈ ઘટના બનવાની શક્યતાનું માપ છે, જે 0 અને 1 વચ્ચેની સંખ્યા તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે.

$P(\text{ઘટના})$ = અનુકૂળ પરિણામોની સંખ્યા / કુલ શક્ય પરિણામોની સંખ્યા

કોમ્પ્યુનિકેશનમાં મહત્વ:

ઉપયોગ	મહત્વ
એરર વિશ્લેષણ	બિટ એરર રેટ (BER) ની ગણતરી
ચેનલ મોડેલિંગ	નોઇજ અને ફેર્ડિંગ આંકડાશાસ્ત્ર
કોર્ડિંગ થિયરી	એરર કરેક્શન સંભાવના
સિંગલ ડિટેક્શન	ડિટેક્શન અને ફોલ્સ એલાર્મ રેટ્સ

મુખ્ય ઉપયોગો:

- BER ગણતરી: $P(\text{error}) = Q(\sqrt{2Eb/N_0})$
- ચેનલ કેપસિટી: શેનોનનું થિયરમ સંભાવનાનો ઉપયોગ કરે છે
- ઇન્ફોર્મેશન થિયરી: એન્ટ્રોપી સંભાવના પર આધારિત છે
- સિસ્ટમ ડિઝાઇન: પર્ફોર્મન્સ પૂર્વાનુમાન

ગાળિતિક સાધનો:

- ગૌસિયન ડિસ્ટ્રિબ્યુશન: નોઇજ વિશ્લેષણ માટે
- રેલે ડિસ્ટ્રિબ્યુશન: ફેર્ડિંગ ચેનલ્સ માટે
- પોઇસન ડિસ્ટ્રિબ્યુશન: આગમન પ્રક્રિયાઓ માટે

યાદગાર વાક્ય: "સંભાવના કોમ્પ્યુનિકેશન સિસ્ટમ-સમાં પર્ફોર્મન્સની આગાહી કરે છે"

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

હફ્મેન કોડ યોગ્ય દાખલા સાથે સમજાવો

જવાબ

હફ્મેન કોડિંગ સિદ્ધાંત: વેરિએબલ લેન્થ કોડિંગ જ્યાં વારંવાર આવતા સિમ્બોલ્સને ટૂંકા કોડ મળે છે.

એલ્ગોરિદમ:

1. સંભાવનાઓ સાથે સિમ્બોલ્સની યાદી બનાવો
2. બે સૌથી ઓછી સંભાવના વાળા સિમ્બોલ્સને જોડો
3. જ્યાં સુધી એક સિમ્બોલ બાકી ન રહે ત્યાં સુધી પુનરાવર્તન કરો
4. કોડ આપો: ડાબે = 0, જમણે = 1

ઉદાહરણ:

સિમ્બોલ	સંભાવના	હફ્મેન કોડ
A	0.4	0
B	0.3	10
C	0.2	110
D	0.1	111

હફ્મેન ટ્રી નિર્માણ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A1[1.0] --> B1[A: 0.4]
    A1 --> C1[C: 0.6]
    C1 --> D1[D: 0.3]
    C1 --> E1[E: 0.3]
    E1 --> F1[F: 0.2]
    E1 --> G1[G: 0.1]
{Highlighting}
{Shaded}

```

કોડ એસાઇનમેન્ટ:

- A: 0 (1 બિટ)
- B: 10 (2 બિટ)
- C: 110 (3 બિટ)
- D: 111 (3 બિટ)

એવરેજ કોડ લેન્થ: $L = 0.4 \times 1 + 0.3 \times 2 + 0.2 \times 3 + 0.1 \times 3 = 1.9$

ફાયદાઓ:

- ઓપ્ટિમલ: ન્યૂનતમ એવરેજ કોડ લેન્થ
- પ્રીફિક્સ પ્રોપેર્ટી: કોઈ કોડ બીજાનો પ્રીફિક્સ નથી
- એફિશિયન્ટ: ટ્રૌન્સ્ફર બેન્ડવિડ્યુથ ઘટાડે છે

યાદગાર વાક્ય: "હફ્મેન - વારંવાર આવતા સિમ્બોલ્સને ઢૂકા કોડ"

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સ (IoT) નો ખ્યાલ અને મુખ્ય લક્ષણો સમજાવો.

જવાબ

IoT ખ્યાલ: ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સ એ સેન્સર્સ, સોફ્ટવેર અને કનેક્ટિવિટી સાથે એમ્બેડેડ ભૌતિક ઉપકરણોનું નેટવર્ક છે જે ડેટા એક્સિસ કરવા અને વિનિમય કરવા માટે છે.

IoT આર્કિટેક્ચર:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --> B[ ]
    B --> C[ ]
    C --> D[ ]
    D --> E[ ]
    F[ ] --> A
    G[ ] --> A
    H[WiFi/Bluetooth] --> B
    I[Cellular/LoRa] --> B
    J[ ] --> C
    K[ ] --> C
{Highlighting}
{Shaded}

```

મુખ્ય લક્ષણો:

લક્ષણ	વર્ણન	ઉદાહરણ
કનેક્ટિવિટી	ઉપકરણો ઇન્ટરનેટ સાથે જોડાયેલા	WiFi, 4G, 5G

બુલ્ડમટા	સ્માર્ટ નિર્ણય લેવા	AI અલોરિધમ્સ
સેન્સિંગ	પર્યાવરણમાંથી ડેટા એક્સ્ટ્રાક્શન	તાપમાન, ભેજ
એક્ચ્યુઅશન	ભૌતિક પ્રક્રિયાઓનું નિયંત્રણ	મોટર્સ, વાહન્સ
ઇન્ટરાપ્રેવિલિટી	ઉપકરણો સાથે મળીને કાર્ય	સ્ટાન્ડર્ડ પ્રોટોકોલ્સ

IoT પ્રોટોકોલ સ્ટેક:

લેયર	પ્રોટોકોલ્સ	કાર્ય
એપ્લિકેશન	HTTP, CoAP, MQTT	ડેટા વિનિમય
ટ્રાન્સપોર્ટ	TCP, UDP	વિશ્વસનીય ટ્રાન્સમિશન
નેટવર્ક	IPv6, 6LoWPAN	રાઉટિંગ
ભૌતિક	WiFi, ZigBee, LoRa	કનેક્ટિવિટી

ઉપયોગો:

- સ્માર્ટ હીમ: સ્વચાલિત લાઇટિંગ, સિક્યુરિટી
- ઇન્ડસ્ટ્રિયલ IoT: મેન્યુફેક્ચરિંગ ઓટોમેશન
- આરોગ્યસેવા: દૂરસ્થ પેશાન્ત મોનિટરિંગ
- સ્માર્ટ સિટીઝ: ટ્રાફિક મેનેજમેન્ટ, યુટેલિટીઝ

પડકારો:

- સિક્યુરિટી: ઉપકરણની નબળાઈઓ, ડેટા પ્રાઇવેસી
- સ્કેલેબિલિટી: અબજો ઉપકરણો
- ઇન્ટરાપ્રેવિલિટી: અલગ અલગ સ્ટાન્ડર્ડ્સ
- પાવર કન્જામ્પશન: બેટરી ચાલિત ઉપકરણો

ફાયદાઓ:

- ઓટોમેશન: માનવ હસ્તક્ષેપ ઘટાડો
- એફિશિયન્સ્સ: સંસાધનોનો શ્રેષ્ઠ ઉપયોગ
- રીએલ-ટાઇમ મોનિટરિંગ: તાત્કાલિક ડેટા ઓક્સેસ
- કોસ્ટ રિડક્ષન: પ્રિડિક્ટિવ મેઇન્ટેનાન્સ

ટેકનોલોજીઓ:

- ડોણિન્ડેશન: WiFi, Bluetooth, Cellular, LoRa
- પ્રોસોસિંગ: એજ કમ્પ્યુટિંગ, કલાઉડ કમ્પ્યુટિંગ
- એનાલિટિક્સ: બિગ ડાટા, મશીન લર્નિંગ
- સિક્યુરિટી: એન્ક્રિપ્શન, ઓથેન્ટિકેશન

યાદગાર વાક્ય: "IoT - ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સ, સ્માર્ટ કનેક્ટેડ ઉપકરણો સર્વત્ર"

પ્રશ્ન 4(અ અથવા) [૩ ગુણ]

એરર કરેક્શન કોડની વ્યાખ્યા કરો અને સામાન્ય એરર કરેક્ટિંગ કોડની યાદી આપો.

જવાબ

એરર કરેક્શન કોડ વ્યાખ્યા: એરર કરેક્શન કોડ એ એવી તકનીકો છે જે ટ્રાન્સમિશન એરરસને સ્વચાલિત રીતે શોધવા અને સુધારવા માટે ડેટામાં રિડન્ડન્ટ બિટ્સ ઉમેરે છે.

સામાન્ય એરર કરેક્ટિંગ કોડ્સ:

કોડનો પ્રકાર	વર્ણન	ક્ષમતા
હેંગ કોડ	સિંગલ એરર કરેક્શન	1-બિટ એરર સુધારે છે
રીડ-સોલોમન	બર્ટ એરર્સ માટે બ્લોક કોડ	મલિટિપલ એરર્સ સુધારે છે
BCH કોડ	બાઇનરી સાયક્લિક કોડ	t એરર્સ સુધારે છે
કોન્વોલ્યુશનલ કોડ	સતત એન્કોડિંગ	નોઇજી ચેનલ્સ માટે સારું
ટબ્સ કોડ	ઇટરેટિવ ડિકોડિંગ	શેનોન લિમિટની નજીક
LDPC કોડ	લો ડિન્સિટી પેરિટી ચેક	શ્રેષ્ઠ પર્ફોર્મન્સ

ઉપયોગો:

- મેમરી સિસ્ટમ્સ: ECC RAM
- સ્ટોરેજ ડિવાઇસ્: હાર્ડ ડ્રાઇવ્સ, CDs
- કોમ્પ્યુનિકેશન: સેટેલાઇટ, સેલ્ફ્યુલર
- બ્રોડકાસ્ટિંગ: ડિજિટલ TV, રેડિયો

યાદગાર વાક્ય: "એરેર કેરેક્શન કોડ્ડ - હેમિંગ રીડ BCH કોન્વોલ્યુશનલ ટબ્ઝો LDPC"

પ્રશ્ન 4(બ અથવા) [4 ગુણ]

શેનોન ફેનો કોડ યોગ્ય દાખલા સાથે સમજાવો

જવાબ

શેનોન-ફેનો કોર્ડિંગ એળ્ગોરિધમ: ટોપ-ડાઉન અપ્રોચ જે સિમ્બોલ્સને લગભગ સમાન સંભાવનાઓ ધરાવતા બે જૂથોમાં વિભાજિત કરે છે.

એળ્ગોરિધમ સ્ટેપ્સ:

- સિમ્બોલ્સને ઘટતા સંભાવના ક્રમમાં ગોઠવો
- લગભગ સમાન કુલ સંભાવના સાથે બે જૂથોમાં વિભાજિત કરો
- પહેલા જૂથને '0', બીજા જૂથને '1' આપો
- દરેક સબગ્રુપ માટે પુનરાવર્તન કરો

ઉદાહરણ:

સિમ્બોલ	સંભાવના	શેનોન-ફેનો કોડ
A	0.4	00
B	0.3	01
C	0.2	10
D	0.1	11

કન્સ્ટ્રક્શન ટ્રી:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
A1[A,B,C,D: 1.0] --{-{-}{}}--> B1[A,B: 0.7]
A1 --{-{-}{}}--> C1[C,D: 0.3]
B1 --{-{-}{}}--> D1[A: 0.4]
B1 --{-{-}{}}--> E1[B: 0.3]
C1 --{-{-}{}}--> F1[C: 0.2]
C1 --{-{-}{}}--> G1[D: 0.1]
{Highlighting}
{Shaded}
```

કોડ એસાઇનમેન્ટ:

- જૂથ 1 (A,B): કોડ '0' થી શરૂ થાય છે
- જૂથ 2 (C,D): કોડ '1' થી શરૂ થાય છે
- A: 00, B: 01, C: 10, D: 11

હફ્મેન સાથે સરખામણી:

- શેનોન-ફેનો: ટોપ-ડાઉન અપ્રોચ
- હફ્મેન: બોટમ-અપ અપ્રોચ
- હફ્મેન: હેમિંગ ઓપ્ટિમલ
- શેનોન-ફેનો: ઓપ્ટિમલ ન પણ હોય

એવરેજ કોડ લેન્થ્થ: $L = 0.4 \times 2 + 0.3 \times 2 + 0.2 \times 2 + 0.1 \times 2 = 2.0$ /

યાદગાર વાક્ય: "શેનોન-ફેનો - જૂથો વિભાજિત કરો, ટોપ-ડાઉન કોડ આપો"

પ્રશ્ન 4(ક અથવા) [7 ગુણ]

ઓડિયો સિન્ફલના વિવિધ પ્રમાણભૂત ફોર્મેટ્સ સમજાવો.

ઓડિયો સિગ્નલ ફોર્મટ્સ:

ફોર્મટ	પૂરું નામ	કોમ્પ્રેશન	ગુણવત્તા	ફાઇલ સાઈઝ
WAV	Waveform Audio File	અનકોમ્પ્રેસ્ડ	સૌથી ઉંચી	સૌથી મોટી
MP3	MPEG Layer 3	લોસી	સારી	નાની
AAC	Advanced Audio Coding	લોસી	MP3 કરતાં બહેતર	નાની
FLAC	Free Lossless Audio Codec	લોસલેસ	મૂળ	મધ્યમ
OGG	Ogg Vorbis	લોસી	સારી	નાની

ઓડિયો પેરામીટર્સ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[ ] --> B[ ]
    A --> C[ ]
    A --> D[ ]
    A --> E[ ]

    B --> F[44.1 kHz CD]
    C --> G[16{-} ]
    D --> H[ / ]
    E --> I[ / ]

{Highlighting}
{Shaded}
```

સેમ્પલિંગ સ્ટાન્ડર્ડ્સ:

સ્ટાન્ડર્ડ	સેમ્પલિંગ રેટ	બિટ ડેપ્થ	ઉપયોગ
CD ગુણવત્તા	44.1 kHz	16-બિટ	કન્યુમર ઓડિયો
સ્ટુડિયો ગુણવત્તા	48 kHz	24-બિટ	પ્રોફેશનલ રેકોર્ડિંગ
હાઇ રેઝલ્યુશન	96 kHz	24-બિટ	ઓડિયોફાઇલ
ટેલિફોન	8 kHz	8-બિટ	વોઇસ કોમ્યુનિકેશન

કોમ્પ્રેશનના પ્રકારો:

- લોસલેસ: મૂળ ગુણવત્તા સાચવાય છે (FLAC, ALAC)
- લોસી: નાની સાઇઝ માટે કંઈક ગુણવત્તા ગુમાવાય છે (MP3, AAC)
- અનકોમ્પ્રેસ્ડ: કોઈ કોમ્પ્રેશન નથી (WAV, AIFF)

ઉપયોગો:

- બ્રોડકાસ્ટિંગ: ડિજિટલ રેડિયો માટે AAC
- સ્ટ્રીમિંગ: ઇન્ટરનેટ માટે MP3, AAC
- પ્રોફેશનલ: સ્ટુડિયો માટે WAV, FLAC
- મોબાઇલ: સ્માર્ટફોન માટે AAC

ફાઇલ સાઈઝ સરખામણી (3-મિનિટ ગીત):

- WAV: 30 MB
- FLAC: 20 MB
- MP3: 3 MB
- AAC: 2.5 MB

ગુણવત્તા વિ સાઇઝ ટ્રેડ-ઓફ:

- સૌથી ઉંચી ગુણવત્તા: WAV (અનકોમ્પ્રેસ્ડ)
- શ્રેષ્ઠ સંતુલન: AAC (લોસી કોમ્પ્રેસ્ડ)
- સૌથી નાની સાઇઝ: લો બિટરેટ MP3
- લોસલેસ કોમ્પ્રેસ્ડ: FLAC

ચાદગાર વાક્ય: "WAV MP3 AAC FLAC - વેવ, લેયર્ડ, એડવાન્ડ, ફી લોસલેસ"

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

E1 કેરિયર મલિટિપ્લેક્સિંગ હાયરાર્કી સમજાવો.

જવાબ

E1 કેરિયર સિસ્ટમ: વોઇસ ચેનલને મલિટિપ્લેક્સ કરવા માટેનું યુરોપીયન ડિજિટલ ટ્રાન્સમિશન સ્ટાન્ડર્ડ.

E1 હાયરાર્કી:

લેવલ	નામ	બિટ રેટ	વોઇસ ચેનલ્સ	મલિટિપ્લેક્સિંગ
E0	બેઝિક ચેનલ	64 kbps	1	-
E1	પ્રાઇમરી રેટ	2.048 Mbps	30	$30 \times E0 + 2$
E2	સેકન્ડરી રેટ	8.448 Mbps	120	$4 \times E1$
E3	ટ્રિન્ડરી રેટ	34.368 Mbps	480	$4 \times E2$
E4	કવેન્ટરી રેટ	139.264 Mbps	1920	$4 \times E3$

E1 ફેમ સ્ક્રેચર:

Frame (125 s, 256 bits)
|TS0|TS1|TS2|...|TS15|TS16|TS17|...|TS31|
32 time slots 8 bits = 256 bits

TS0: Synchronization + Alarm

TS16: Signaling (voice channels)

TS1{15, 17{-}31: 30 voice channels}

મલિટિપ્લેક્સિંગ પ્રક્રિયા:

- લેવલ 1: 30 વોઇસ ચેનલ્સ + 2 કન્ટ્રોલ $\rightarrow E1$
- લેવલ 2: 4 E1 સ્ટ્રીમ્સ $\rightarrow E2$
- લેવલ 3: 4 E2 સ્ટ્રીમ્સ $\rightarrow E3$
- લેવલ 4: 4 E3 સ્ટ્રીમ્સ $\rightarrow E4$

ઉપયોગો:

- ISDN: પ્રાઇમરી રેટ ઇન્ટરફેસ
- સેલ્યુલર: બેઝ સ્ટેશન કેન્ટિવિટી
- એન્ટરપ્રાઇઝ: પ્રાઇવેટ બ્રાન્ચ એક્સચેન્જ (PBX)
- ઇન્ટરનેટ: ડિજિટલ સબસ્ક્રાઇબર લાઇન (DSL)

યાદગાર વાક્ય: "E1 - 30 અવાજો, 2.048 Mbps, યુરોપીયન સ્ટાન્ડર્ડ"

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

TDMA સાથે FDMA ની સરખામણી કરો.

જવાબ

FDMA વિસ્તારીત તથા TDMA સરખામણી:

પેરામીટર	FDMA	TDMA
પૂરું નામ	Frequency Division Multiple Access	Time Division Multiple Access
ડોમેન	ફીકવેન્સી	સમય
ચેનલ એલોકેશન	દરેક યુઝરને અલગ ફીકવેન્સી મળે છે	દરેક યુઝરને અલગ ટાઈમ સ્લોટ મળે છે
યુઝર દીઠ બેન્ડવિડ્થ	સતત સાંકદી બેન્ડવિડ્થ	ટૂકા સમય માટે સંપૂર્ણ બેન્ડવિડ્થ
ગાર્ડ બેન્ડસ	ફીકવેન્સીઝ વર્ષે જરૂરી	જરૂરી નથી
સિંક્લેનાઇઝેશન	મહત્વપૂર્ણ નથી	મહત્વપૂર્ણ છે
લવચીકતા	ઓછી લવચીક	વધુ લવચીક
હેન્ડઑફ	સરળ	જાટિલ
નીથરફાર ઇફ્ફેક્ટ	ઓછી સમસ્યાજનક	વધુ સમસ્યાજનક

FDMA સિસ્ટમ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[ ] --- B[ 1: f1]
    A --- C[ 2: f2]
    A --- D[ 3: f3]
    A --- E[ N: fn]

    F[ ] --- B
    F --- C
    F --- D
{Highlighting}
{Shaded}

```

TDMA સિસ્ટમ:

```

gantt
    title TDMA
    dateFormat X
    axisFormat \%s

    section
        1 :done, u1, 0, 1
        2 :done, u2, 1, 2
        3 :done, u3, 2, 3
        4 :done, u4, 3, 4

```

કાયદાઓ/નુકસાનો:

FDMA કાયદાઓ	FDMA નુકસાનો
સરળ અમલીકરણ	ગાડ્ડ બેન્ડસને કારણે બેન્ડવિડ્થનો વેરટેજ
સિંકોનાઇઝેશનની જરૂર નથી	ઓછી લવચીક
સતત ટ્રાન્સમિશન	વિવિધ રેટ્સ સામાવવાનું મુશ્કેલ

TDMA કાયદાઓ	TDMA નુકસાનો
બેન્ડવિડ્થનો ફુશાળ ઉપયોગ	જટિલ સિંકોનાઇઝેશન
લવચીક ડેટા રેટ્સ	બેટરી લાઇફ સમસ્યાઓ (બર્ટ ટ્રાન્સમિશન)
યુઝર્સ ઉમેરવા/કાઢવા સરળ	નીચર-ફાર પ્રોબ્લેમ

ઉપયોગો:

- **FDMA:** AMPS (1G), સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન
- **TDMA:** GSM (2G), સેટેલાઇટ કોમ્યુનિકેશન

યાદગાર વાક્ય: "FDMA ફીકવેન્સી, TDMA ટાઈમ - મલ્ટિપલ એક્સેસ માટે અલગ ડોમેન્સ"

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

CDMA ટેકનિકને વિગતવાર સમજાવો.

CDMA સિલ્વાંત: કોડ ડિવિઝન મલ્ટિપલ એક્સેસ મલ્ટિપલ યુઝર્સને યુનિક સ્પ્રેડિંગ કોડ્સનો ઉપયોગ કરીને સમાન ફીકવેન્સી અને સમય શેર કરવાની મંજૂરી આપે છે.

CDMA સિસ્ટમ આર્કિટેક્ચર:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []

```

```

graph LR
    A[ ] --{-{-}{}} B[ ]
    B --{-{-}{}} C[ ]
    C --{-{-}{}} D[ ]
    D --{-{-}{}} E[ ]
    E --{-{-}{}} F[ ]
    F --{-{-}{}} G[ ]

    H[ { - } { - } { - } { - } { - } B]
    I[ PN { - } { - } { - } F]

{Highlighting}
{Shaded}

```

સ્પ્રેડિંગ પ્રક્રિયા:

પેરામીટર	સ્પ્રેડિંગ પહેલાં	સ્પ્રેડિંગ પછી
ડેટા રેટ	Rb	Rb
ચિપ રેટ	-	Rc (= N × Rb)
બેન્ડવિડ્થ	Rb	Rc
પ્રોસેસિંગ ગેઇન	1	N = Rc/Rb

CDMA ગુણધર્મો:

Original Data: 1 0 1
PN Code: 101 010 101
XOR Result: 101 010 101
(Spread Signal)

At Receiver:
Received: 101 010 101
Same PN Code: 101 010 101
XOR Result: 1 0 1
(Original Data)

મુખ્ય લક્ષણો:

લક્ષણ	વર્ણન	ફાયદો
સ્પ્રેડિંગ	PN કોડ સાથે ડેટા XOR	બેન્ડવિડ્થ વિસ્તરણ
પ્રોસેસિંગ ગેઇન	Rc/Rb રેશિયો	ઇન્ટરફેરન્સ રિજેક્શન
સોફ્ટ હેન્ડોફ	એક સાથે બહુવિધ કનેક્શન્સ	બહેતર ગુણવત્તા
પાવર કન્ટ્રોલ	ડાયનામિક પાવર એડજસ્ટમેન્ટ	નીયર-ફાર સોલ્યુશન

CDMA ફાયદાઓ:

- કેપેસિટી: FDMA/TDMA કરતાં ઊંચી યુઝર કેપેસિટી
- સિક્યુરિટી: સ્પ્રેડિંગ કોડથી એન્ક્રિપ્ટેડ
- સોફ્ટ હેન્ડોફ: હેન્ડઅપોફ દરમિયાન કોલ ડ્રોપિંગ નથી
- એટી-જેમિંગ: સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમ ઇમ્પ્યુનિટી
- ફીકવેન્સી પ્લાનિંગ નથી: સમાન ફીકવેન્સી રીયુઝ

CDMA નુકસાનો:

- નીયર-ફાર પ્રોબ્લેમ: પાવર કન્ટ્રોલ જરૂરી
- જટિલતા: FDMA/TDMA કરતાં વધુ જટિલ
- સેલ્ફ ઇન્ટરફેરન્સ: યુઝર્સ એકબીજા સાથે ઇન્ટરફેર કરે છે
- બ્રોડિંગ ઇફ્ફેક્ટ: લોડિંગ સાથે કવરેજ બદલાય છે

ગાણિતિક વિશ્લેષણ:

- પ્રોસેસિંગ ગેઇન: $G = \text{Rc}/\text{Rb} = 10 \log_{10}(\text{Rc}/\text{Rb}) \text{ dB}$
- કેપેસિટી: $M \approx 1 + G/(E_b/I_0)$
- BER: સક્રિય યુઝર્સની સંખ્યા પર આધારિત

પાવર કન્ટ્રોલ:

- ઓપન લૂપ: પ્રાપ્ત સિગ્નલ સ્ટ્રેન્થના આધારે
- કલોડ લૂપ: બેઝ સ્ટેશન મોબાઇલને કમાન્ડ કરે છે
- આવશ્યકતા: $\pm 1dB$

ઉપયોગો:

- IS-95 (cdmaOne): 2G CDMA સ્ટાર્ટર્ડ
- WCDMA: 3G UMTS સિસ્ટમ
- GPS: સેટેલાઇટ નેવિગેશન
- WiFi: સ્પ્રેડ રેક્ટ્રમ વિકલ્પ

PN કોડ ગુણધર્મો:

- ઓટોકોરિલેશન: સિંકોનાઇડ માટે ઊચું, અનસિંકોનાઇડ માટે નીચું
- કોસ-કોરિલેશન: અલગ કોડ્સ વચ્ચે નીચું
- બેલેન્સ: 15 અને 05 ની સમાન સંખ્યા
- સન લેન્થ: સતત બિટ્સનું વિતરણ

યાદગાર વાક્ય: "CDMA - કોડ ડિવિઝન, સમાન ફીકવેન્સી/સમય, મલ્ટિપલ એક્સેસ માટે યુનિક કોડ્સ"

પ્રશ્ન 5(અ અથવા) [૩ ગુણ]

ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ ટેકનિક (TDM) નો બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો.

જવાબ

TDM બ્લોક ડાયગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ 1] --- E[TDM]
    B[ 2] --- E
    C[ 3] --- E
    D[ N] --- E

    E --- F[TDM]
    F --- G[ ]
    G --- H[ ]
    H --- I[ 1]
    H --- J[ 2]
    H --- K[ 3]
    H --- L[ N]

    M[ / ] --- E
    N[ / ] --- H
{Highlighting}
{Shaded}
```

TDM ફેમ સ્ક્રક્ચર:

```
|{-}{-}{-}{-}{-} Frame Period T {-}{-}{-}{-}{-}| |
|Ch1|Ch2|Ch3|...|ChN|Sync|
 TS1 TS2 TS3 TSN
```

Each time slot = T/N

Frame Rate = 1/T

ઘટકો:

- મલ્ટિપ્લેક્સર: ઇનપુટ્સને અનુક્રમે સેમ્પલ કરે છે
- કલોક/સિંકોનાઇઝેશન: સ્વેચ્છિંગ ટાઇમિંગ કન્ટ્રોલ કરે છે
- ચેનલ: ટ્રાન્સમિશન માધ્યમ
- ડિમલ્ટિપ્લેક્સર: મલ્ટિપ્લેક્સડ સિગ્નલને અલગ કરે છે

કામગીરી:

- દરેક ઇનપુટ ચેનલને ડેડિક્ટેડ ટાઇમ સ્લોટ મળે છે
 - સેમ્પલિંગ રેટ નાયક્વિસ્ટ માપદંડ સંતોષવો જોઈએ
 - રીસીવર પર ફેમ સિંકોનાઇડેશન જરૂરી
- યાણગાર વાક્ય:** "TDM - ટાઇમ ડિવિઝન, સિક્વેન્શિયલ સેમ્પલિંગ, મલ્ટિપ્લેક્સિંગ"

પ્રશ્ન 5(બ અથવા) [4 ગુણ]

મલ્ટિપ્લેક્સિંગ ટેકનિકોના વર્ગીકરણ પર ટૂંકી નોંધ લખો.

જવાબ

મલ્ટિપ્લેક્સિંગ ટેકનિકોનું વર્ગીકરણ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A["A [ ] {-{-}{}} B [ ]"]
    A {"-{-}{}} C["C [ ]"]
    B {"-{-}{}} D["D [FDM {-} ]"]
    B {"-{-}{}} E["E [WDM {-} ]"]
    C {"-{-}{}} F["F [TDM {-} ]"]
    C {"-{-}{}} G["G [CDM {-} ]"]
    C {"-{-}{}} H["H [SDM {-} ]"]
    F {"-{-}{}} I["I [ TDM ]"]
    F {"-{-}{}} J["J [ TDM ]"]

{Highlighting}
{Shaded}
```

વિગતવાર વર્ગીકરણ:

પ્રકાર	પદ્ધતિ	ડોમેન	ઉપયોગ
FDM	ફીક્વેન્સી વિભાજન	ફીક્વેન્સી	રેડિયો, TV બ્રોડકાસ્ટિંગ
TDM	ટાઇમ સ્લોટ એલોકેશન	સમય	ડિજિટલ ટેલિફોની
CDM	કોડ વિભાજન	કોડ	CDMA સેલ્યુલર
WDM	વેવલેન્થ વિભાજન	વેવલેન્થ	ઓપ્ટિકલ ફાઇબર
SDM	સ્પેસ વિભાજન	સ્પેસ	MIMO સિસ્ટમ્સ

સિંકોન્સ વિ એસિંકોન્સ TDM:

પેરામીટર	સિંકોન્સ TDM	એસિંકોન્સ TDM
ટાઇમ સ્લોટ્સ	ફિક્સ્ડ એલોકેશન	ડાયનામિક એલોકેશન
એફિશિયન્સી	નીચી	ઉંચી
જટિલતા	સરળ	જટિલ
બેન્ડવિડ્થ વેસ્ટ	થઈ શકે છે	મિનિમલ

પસંદગીના માપદંડો:

- સિશ્રલનો પ્રકાર: એનાલોગ $\rightarrow FDM, \rightarrow TDM$
- બેન્ડવિડ્થ: મર્યાદિત $\rightarrow TDM, \rightarrow FDM$
- સિંકોનાઇઝેશન: મહત્વપૂર્ણ $\rightarrow , \rightarrow$
- ઉપયોગ: અવાજ $\rightarrow TDM, \rightarrow TDM$

આધુનિક ટેકનિકો:

- OFDM: ઓર્થોગોનિલ ફીકવેન્સી ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ
- MIMO: મલ્ટિપલ ઇન્પુટ મલ્ટિપલ આઉટપુટ
- કેરિયર એગ્રીગેશન: મલ્ટિપલ ફીકવેન્સી બેન્ડસ

યાદગાર વાક્ય: "FDM TDM CDM WDM SDM - ફીકવેન્સી ટાઇમ કોડ વેવ સ્પેસ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ"

પ્રશ્ન 5(ક અથવા) [7 ગુણ]

કોડ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગ સર્કિટમાં મુશ્કેલી નિવારણ માટેની પ્રક્રિયાનું વર્ણન કરો

જવાબ

CDMA ટ્રાબલશૂટિંગ પ્રક્રિયા:

1. સિસ્ટમ ઓવરવ્યુ ચેક:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[CDMA] --- B[ ]
    A --- C[ ]
    A --- D[ ]
    B --- E[?]
    B --- F[?]
    B --- G[?]
    C --- H[ ]
    C --- I[ ]
    D --- J[?]
    D --- K[?]
    D --- L[?]
{Highlighting}
{Shaded}
```

2. સ્ટેપ-બાય-સ્ટેપ ટ્રાબલશૂટિંગ:

સ્ટેપ	પેરામીટર	ટેસ્ટ મેથડ	અપેક્ષિત પરિણામ
1	ઇનપુટ ડેટા	ડેટા સ્ટ્રીમ વેરિફાઇ કરો	સ્વરચ્છ ડિજિટલ સિશ્રલ
2	PN કોડ	કોડ જનરેશન ચેક કરો	યોગ્ય સિક્વેન્સ
3	સ્પ્રેડિંગ	XOR આઉટપુટ મોનિટર કરો	સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમ સિશ્રલ
4	ટ્રાન્સમિશન**	પાવર લેવલ માપો	પર્યાપ્ત સિશ્રલ રેફન્થ
5	રિસેપ્શન	પ્રાપ્ત સિશ્રલ ચેક કરો	નોઇજ ફ્લોર ઉપર
6	કોરિલેશન	કોરિલેટર આઉટપુટ વેરિફાઇ કરો	યોગ્ય ટાઇમિંગ પર પીક
7	ડિસ્પ્રેડિંગ	લોકલ PN સાથે XOR ચેક કરો	ડિસ્પ્રેડ સિશ્રલ

8 ડેટા રિકવરી** આઉટપુટ ડેટા વેરિફાઇ કરો મૂળ ડેટા પુનઃપ્રાપ્ત

3. સામાન્ય સમસ્યાઓ અને ઉકેલો:

સમસ્યા	લક્ષણો	સંભવિત કારણો	ઉકેલો
સિગ્નલ નથી ઊંચો BER	જીરો આઉટપુટ ઘણી બિટ એરર્સ	પાવર સપ્લાય નિષ્ફળતા નબળો કોરિલેશન	પાવર કનેક્શન્સ ચેક કરો ટાઇમિંગ/પાવર એડજસ્ટ કરો
ઇન્ટરફેરન્સ સિક લોસ	ડિગ્રેડ પર્ફોર્મન્સ અન્તરવાળો સિગ્નલ	અન્ય યુઝર્સ/નોઇડા PN કોડ મિસમેચ	પાવર કન્ટ્રોલ એડજસ્ટમેન્ટ કોડ સિકવેન્સિસ વેરિફિકેશન કરો

4. જરૂરી ટેસ્ટ ઇક્વિપમેન્ટ:

ઇક્વિપમેન્ટ	હેતુ	માપ
સ્પેક્ટ્રમ એનાલાઇઝર	સિગ્નલ એનાલિસિસ	પાવર સ્પેક્ટ્રલ ડેન્સિટી
BER ટેસ્ટર	એરર મેઝરમેન્ટ	બિટ એરર રેટ
પાવર મીટર	પાવર મેઝરમેન્ટ	ટ્રાન્સમિટર/રીસીવર પાવર
ઓસિલોસ્કોપ	વેવફોર્મ એનાલિસિસ	ટાઇમ ડોમેન સિગ્નલ્સ
વેક્ટર એનાલાઇઝર	મોડ્યુલેશન કવાલિટી	EVM, કોન્સ્ટેલેશન

5. મેઝરમેન્ટ પ્રક્રિયાઓ:

પ્રોસેસિંગ ગેઇન વેરિફિકેશન:

$$G_p = 10 \log_{10} (R_c/R_b) \text{ dB}$$

: $R_c =$, $R_b =$

BER નિ Eb/N0 મેઝરમેન્ટ:

$$BER = Q(\sqrt{2Eb/N0})$$

નીયર-ફાર ઇફેક્ટ ચેક:

- વિવિધ યુઝર્સના પાવર લેવલ્સ માપો
- પાવર કન્ટ્રોલ ઓપરેશન વેરિફિકેશન કરો
- ડાયનામિક રેન્જ આવશ્યકતાઓ ચેક કરો

6. પર્ફોર્મન્સ ઓપ્ટિમાઇઝેશન:

પેરામીટર	ઓપ્ટિમાઇઝેશન મેથડ	ટાર્ગેટ વેલ્યુ
પાવર કન્ટ્રોલ	લૂપ ગેઇન એડજસ્ટ કરો	$\pm 1dB$
કોડ સિલેક્શન	ઓર્થોગોનિલ કોડ્સ પસંદ કરો	નીચો કોડ સિલેક્શન
ટાઇમિંગ	PN જનરેટર્સ સિકોનાઇઝ કરો	<0.5 ચિપ ચોકસાઈ
ફિલ્ટરિંગ	સિગ્નલ્સ બેન્ડલિમિટ કરો	ISI ભિન્નમાઇઝ કરો

7. ડોક્યુમેન્ટેશન:

- બધા મેઝરમેન્ટ્સ રેકૉર્ડ કરો
- સમસ્યાના લક્ષણો ડોક્યુમેન્ટ કરો
- લાગુ કરેલા ઉકેલો નોંધો
- ટ્રબલશૂટિંગ લોગ બનાવો

સિસ્ટેમેટિક ઔપ્પોચ:

- આઇસોલેટર: ખામીયુક્ત સેક્શન ઓળખો
- માપો: યોગ્ય ટેસ્ટ ઇક્વિપમેન્ટનો ઉપયોગ કરો
- એનાલાઇઝ: સ્પેસિફિકેશન્સ સાથે સરખાવો
- સુધારો: યોગ્ય ઉકેલ લાગુ કરો
- વેરિફિકેશન: સમસ્યા ઉકેલાઈ હોવાની પુછ્યા કરો

સેફ્ક્રી કન્સિડરેશન્સ:

- પાવર લેવલ્સ સુરક્ષિત મર્યાદામાં
- યોગ્ય ગ્રાઉન્ડિંગ પ્રક્રિયાઓ
- RF એક્સપોઝર ગાઇડલાઇન્સ
- ઇક્વિપમેન્ટ કેલિબ્રેશન સ્ટેટ્સ

યાદગાર વાક્ય: "CDMA ટ્રબલશૂટ - ડેટા, PN કોડ, સ્પ્રેડિંગ, ચેનલ, કોરિલેશન, રિકવરી ચેક કરો"