

Subject Name (Gujarati)

4351104 -- Summer 2025

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

4G અને 5G સિસ્ટમની મુખ્ય વિશેષતાઓ લખો.

જવાબ

મુખ્ય વિશેષતાઓ તુલના:

વિશેષતા	4G સિસ્ટમ	5G સિસ્ટમ
ડેટા સ્પીડ	100 Mbps સુધી	10 Gbps સુધી
લેટન્સી	30-50 ms	1-10 ms
ટેકનોલોજી	LTE, OFDM	MIMO, Beamforming
એપ્લિકેશન	વિડિયો સ્ટ્રીમિંગ	IoT, AR/VR

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- 4G: OFDM મોડ્યુલેશન સાથે LTE ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ હાઇ-સ્પીડ ડેટા માટે
- 5G: અત્યંત ઓછી લેટન્સી સ્વાયત્ત વાહનો જેવી રીઅલ-ટાઈમ એપ્લિકેશન માટે સક્ષમ બનાવે છે
- નેટવર્ક સ્લાઇસિંગ: 5G ચોક્કસ એપ્લિકેશન માટે વર્ચ્યુઅલ નેટવર્કની મંજૂરી આપે છે

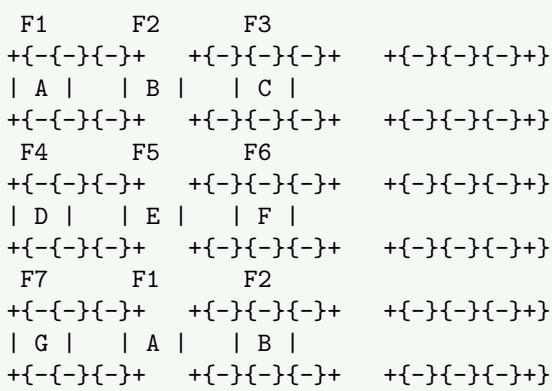
યાદ રાખવા માટે: "4G જડપી, 5G સુપર-જડપી"

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

સેલ્ફ્યુલર મોબાઇલ સિસ્ટમમાં ફીકવન્સી રીયુઝનો કોન્સેપ્ટ સમજાવો.

જવાબ

ડાયાગ્રામ:



મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- ફીકવન્સી રીયુઝન: કેપેસિટી વધારવા માટે બિન-સંલઘ સેલમાં સમાન ફીકવન્સીનો ઉપયોગ
- કો-ચેનલ અંતર: સમાન ફીકવન્સીનો ઉપયોગ કરતા સેલ વર્ચ્યે ન્યૂનતમ અંતર
- કલસ્ટર સાઇઝ: અલગ ફીકવન્સીનો ઉપયોગ કરતા સેલનું જૂથ (સામાન્ય રીતે 3, 4, 7, 12)
- કેપેસિટી વૃદ્ધિ: મર્યાદિત સ્પેક્ટ્રમ સાથે વધુ વપરાશકતાઓને સેવા

યાદ રાખવા માટે: "સમાન ફીકવન્સી, અલગ સ્થળોએ"

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

જો કોઈ ચોક્કસ FDD સેલ્યુલર ટેલિફોન સિસ્ટમને કુલ 33 MHz બેન્ડવિદ્ધ ફાળવવામાં આવે છે જે કુલ ડુપ્લેક્સ કોમ્પ્યુનિકેશન પ્રદાન કરવા માટે બે 25 kHz સિમ્બ્લેક્સ ચેનલોનો ઉપયોગ કરે છે. જો ફાળવેલ સ્પેક્ટ્રમનો 1 મેગાહર્ટ્ઝ કંટ્રોલ ચેનલોને સમર્પિત કરવામાં આવે છે, તો 7 ના કલસ્ટર કદ માટે કંટ્રોલ ચેનલો અને વોઇસ ચેનલોનું સમાન વિતરણ નક્કી કરો.

જવાબ

આપેલ માહિતી:

- કુલ બેન્ડવિદ્ધ = 33 MHz
- ચેનલ બેન્ડવિદ્ધ = 25 kHz (સિમ્બ્લેક્સ)
- કંટ્રોલ સ્પેક્ટ્રમ = 1 MHz
- કલસ્ટર સાઇઝ = 7

ગણતરીઓ:

પગઠું 1: ટ્રાફિક માટે ઉપલબ્ધ સ્પેક્ટ્રમ ટ્રાફિક સ્પેક્ટ્રમ = $33 - 1 = 32 \text{ MHz}$

પગઠું 2: કુલ ડુપ્લેક્સ ચેનલો દરેક ડુપ્લેક્સ ચેનલને $2 \times 25 \text{ kHz} = 50 \text{ kHz} = 32 \text{ MHz} \div 50 \text{ kHz} = 640$

પગઠું 3: કંટ્રોલ ચેનલો કંટ્રોલ ચેનલો = $1 \text{ MHz} \div 25 \text{ kHz} = 40$

પગઠું 4: પ્રતિ સેલ વિતરણ

- પ્રતિ સેલ વોઇસ ચેનલો = $640 \div 7 \approx 91$
- પ્રતિ સેલ કંટ્રોલ ચેનલો = $40 \div 7 \approx 6$

અંતિમ વિતરણ કોષ્ક:

પેરામીટર	કુલ	પ્રતિ સેલ
વોઇસ ચેનલો	640	91
કંટ્રોલ ચેનલો	40	6
કુલ ચેનલો	680	97

યાદ રાખવા માટે: "કુલને કલસ્ટરથી ભાગો"

પ્રશ્ન 1(ક) OR [7 ગુણ]

સેલના પ્રકારોની યાદી બનાવો અને દરેકને સમજાવો.

જવાબ

સેલના પ્રકારો કોષ્ક:

સેલ પ્રકાર	કલ્પના	પાવર	એપ્લિકેશન
મેટ્રો સેલ	1-30 km	હાઇ	ગ્રામીણ વિસ્તારો
માઇટ્રો સેલ	100m-1km	મધ્યમ	શહેરી વિસ્તારો
પિકો સેલ	10-100m	લો	બિલ્ડિંગો
ફેમ્ટો સેલ	10-50m	ખૂબ લો	ઘરો

વિગતવાર સમજૂતી:

મેકો સેલ:

- કવરેજ: મોટા ભૌગોલિક વિસ્તારો (1-30 km ત્રિજ્યા)
- પાવર: હાઇ ટ્રાન્સમિશન પાવર (40W સુધી)
- ઉપયોગ: ઓછી વપરાશકર્તા ઘનતાવાળા ગ્રામીણ અને ઉપનગરીય વિસ્તારો

માઇકો સેલ:

- કવરેજ: મધ્યમ વિસ્તારો (100m થી 1km ત્રિજ્યા)
- પાવર: મધ્યમ ટ્રાન્સમિશન પાવર (1-10W)
- ઉપયોગ: શહેરી વિસ્તારો, હાઇવે કવરેજ

પિકો સેલ:

- કવરેજ: નાના ઇન્ડોર/આઉટડોર વિસ્તારો (10-100m)
- પાવર: લો ટ્રાન્સમિશન પાવર (100mW-1W)
- ઉપયોગ: શોપિંગ મોલ, એરપોર્ટ, ઓફિસો

અમબ્રલા સેલ:

- વિશેષ પ્રકાર: અનેક નાના સેલને આવરી લે છે
- હેતુ: હાઇ-સ્પીડ મોબાઇલ વપરાશકર્તાઓને હેન્ડલ કરે છે
- ફાયદો: જરૂરિયાની ચાલતા વપરાશકર્તાઓ માટે હેન્ડઓફ ઘટાડે છે

યાદ રાખવા માટે: "મેકો-માઇકો-પિકો-ફેન્ટો = મોટાથી નાના"

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

સેલ અને કલસ્ટર વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

વ્યાખ્યાઓ:

સેલ:

- વ્યાખ્યા: એક બેઝ સ્ટેશન દ્વારા આવરાયેલ ભૌગોલિક વિસ્તાર
- આકાર: આયોજન હેતુચો માટે સામાન્ય રીતે બઢાયો
- કાર્ય: તેના કવરેજ વિસ્તારમાં મોબાઇલ વપરાશકર્તાઓને સેવા આપે છે

કલસ્ટર:

- વ્યાખ્યા: અલગ ફીકવન્સી સેટનો ઉપયોગ કરતા સેલનું જૂથ
- હેતુ: ફીકવન્સી રીયુઝ પેર્ટન સક્ષમ બનાવે છે
- સામાન્ય કદ: પ્રતિ કલસ્ટર 3, 4, 7, 12 સેલ

સેલ વિ. કલસ્ટર કોષ્ટક:

પેરામીટર	સેલ	કલસ્ટર
એકમ	એકલ કવરેજ વિસ્તાર	સેલનું જૂથ
ફીકવન્સી	એક ફીકવન્સી સેટ	અનેક ફીકવન્સી સેટ
રીયુઝ	નજીકમાં રીયુઝ ન કરી શકાય	ફીકવન્સી રીયુઝ સક્ષમ બનાવે છે

યાદ રાખવા માટે: "સેલ = એક વિસ્તાર, કલસ્ટર = જૂથ વિસ્તારો"

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

ક્ષમતા અને ઇન્ટર્ફર્ન્સ પર કલસ્ટરના સાઈઝની અસર સમજાવો.

જવાબ

અસરો કોષ્ટક:

કલસ્ટર સાઈઝ	ક્ષમતા	ઇન્ટર્ફર્ન્સ	કો-ચેનલ અંતર
નાનું (3,4)	હાઇ	હાઇ	ટ્રેક્ચર
મોટું (7,12)	લો	લો	લાંબું

મુખ્ય અસરો:

ક્ષમતા પર:

- નાનું કલસ્ટર: પ્રતિ સેલ વધુ ચેનલો, વધુ ક્ષમતા
- મોટું કલસ્ટર: પ્રતિ સેલ ઓછા ચેનલો, ઓછી ક્ષમતા
- કોમ્પ્યુલા: પ્રતિ સેલ ચેનલો = કુલ ચેનલો ÷

ઇન્ટર્ફેરન્સ પર:

- નાનું કલસ્ટર: વધુ કો-ચેનલ ઇન્ટર્ફેરન્સ
- મોટું કલસ્ટર: ઓછું કો-ચેનલ ઇન્ટર્ફેરન્સ
- ટ્રેડ-ઓફ: ક્ષમતા વિ. ગુણવત્તા

કો-ચેનલ અંતર:

- સંબંધ: $D = R\sqrt{(3N)}N =$
- અસર: મોટું N મતલબ કો-ચેનલ સેલ વરચે મોટું અંતર

યાદ રાખવા માટે: "નાનું કલસ્ટર = વધુ ક્ષમતા, વધુ ઇન્ટર્ફેરન્સ"

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

IS-95, CDMA2000 અને WCDMA ની મુખ્ય વિશેષતાઓ લખો.

જવાબ

તુલના કોષ્ટક:

વિશેષતા	IS-95	CDMA2000	WCDMA
જનરેશન	2G	3G	3G
ડેટા રેટ	14.4 kbps	2 Mbps	2 Mbps
ચિપ રેટ	1.2288 Mcps	3.6864 Mcps	3.84 Mcps
બેન્ડવિદ્ધ	1.25 MHz	1.25 MHz	5 MHz

IS-95 વિશેષતાઓ:

- ટેકનોલોજી: પ્રથમ કોમર્શિયલ CDMA સિસ્ટમ
- વોઇસ ક્વાલિટી: કેટલીક પરિસ્થિતિઓમાં GSM કરતાં વધુ સારી
- સોફ્ટ હેન્ડઑફ: હેન્ડઑફ દરમિયાન અનેક કનેક્શન જાળવે છે
- પાવર કંટ્રોલ: ચોક્કસ પાવર કંટ્રોલ ઇન્ટર્ફેરન્સ ઘટાડે છે

CDMA2000 વિશેષતાઓ:

- બેકવર્ક કમ્પેટિબિલિટી: IS-95 નેટવર્ક સાથે કામ કરે છે
- હાઇ ડેટા રેટ: 1xEV-DO માટે 2 Mbps સુધી
- મલિટીડિયા: વોઇસ, ડેટા અને વિડિયોને સપોર્ટ કરે છે
- કાર્યક્ષમતા: IS-95 કરતાં વધુ સારી રેપેક્ટ્રમ કાર્યક્ષમતા

WCDMA વિશેષતાઓ:

- ગ્લોબલ સ્ટાન્ડર્ડ: 3G માટે વિશ્વવ્યાપી ઉપયોગ
- હાઇ કેપેસિટી: વધુ સાથે-સાથે વપરાશકર્તાઓને સપોર્ટ કરે છે
- QoS સપોર્ટ: એપ્લિકેશન માટે અલગ સર્વિસ કલાસ
- ઇન્ટરનેશનલ રોમિંગ: ગ્લોબલ કમ્પેટિબિલિટી

યાદ રાખવા માટે: "IS-95 પ્રથમ, CDMA2000 ઝડપી, WCDMA ગ્લોબલ"

પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]

સેલ સ્પલટિંગ સમજાવો.

જવાબ

વ્યાખ્યા: સેલ સ્પલટિંગ એ ભીડભાડવાળા સેલને નાના સેલમાં વિભાજિત કરીને સિસ્ટમ ક્ષમતા વધારવાની તકનીક છે.

Mermaid Diagram (Code)

{Shaded}

```

{Highlighting} []
graph TD
    A[ ] --- B[4]
    B --- C[1]
    B --- D[2]
    B --- E[3]
    B --- F[4]
{Highlighting}
{Shaded}

```

પ્રક્રિયા:

- પગલું 1: ઉર્ચય ટ્રાફિક સાથે ભીડભાડવાળા સેલની ઓળખ
- પગલું 2: ઓછી પાવર સાથે નવા બેઝ સ્ટેશન સ્થાપિત કરો
- પગલું 3: મૂળ બેઝ સ્ટેશનની પાવર ઘટાડો
- પગલું 4: અનેક નાના કવરેજ વિસ્તારો બનાવો

ફાયદા:

- ક્ષમતા વૃદ્ધિ: સમાન વિસ્તારમાં વધુ ચેનલો ઉપલબ્ધ
- વધુ સારી સિશ્બલ કવોલિટી: ટૂંકા અંતર સિશ્બલ મજબૂતાઈ સુધારે છે

યાદ રાખવા માટે: "મોટા સેલને નાના સેલમાં વહેંચો"

પ્રશ્ન 2(બ) OR) [4 ગુણ]

GSM માં HLR અને VLR ના કાર્યો લખો.

જવાબ

કાર્યો કોષ્ટક:

ડેટાબેઝ	પૂરું નામ	મુખ્ય કાર્યો
HLR	Home Location Register	કાયમી સબ્સ્કાઇબર ડેટા
VLR	Visitor Location Register	અસ્થાયી વિઝિટર ડેટા

HLR કાર્યો:

- સબ્સ્કાઇબર પ્રોફાઇલ: કાયમી સબ્સ્કાઇબર માહિતી સંગ્રહિત કરે છે (IMSI, સેવાઓ)
- લોકેશન ટ્રેકિંગ: સબ્સ્કાઇબરનું વર્તમાન લોકેશન એરિયા જાળવે છે
- ઓથેન્ટિકેશન: સિક્યુરિટી માટે ઓથેન્ટિકેશન કોડ પ્રદાન કરે છે
- સર્વિસ મેનેજમેન્ટ: સબ્સ્કાઇબ કરેલી સેવાઓ અને પ્રતિબંધોને નિયંત્રિત કરે છે

VLR કાર્યો:

- અસ્થાયી સંગ્રહ: વિઝિટિંગ સબ્સ્કાઇબર ડેટા અસ્થાયી રીતે સંગ્રહિત કરે છે
- સ્થાનિક સેવાઓ: રોમિંગ સબ્સ્કાઇબર માટે સેવાઓ સક્ષમ બનાવે છે
- કોલ રાઉટિંગ: વિઝિટિંગ સબ્સ્કાઇબર માટે કોલ રાઉટિંગમાં મદદ કરે છે
- ઓથેન્ટિકેશન કોપી: HLR થી ઓથેન્ટિકેશન ડેટાની કોપી જાળવે છે

ઇન્ટરેક્શન:

- સબ્સ્કાઇબર નવા વિસ્તારમાં રોમ કરે ત્યારે HLR VLR ને અપડેટ કરે છે
- રજિસ્ટ્રેશન દરમિયાન VLR HLR પાસેથી સબ્સ્કાઇબર ડેટાની વિનંતી કરે છે

યાદ રાખવા માટે: "HLR = ધરનો ડેટા, VLR = વિઝિટરનો ડેટા"

પ્રશ્ન 2(ક) OR) [7 ગુણ]

RFID ટેકનોલોજીનું વર્ણન કરો.

જવાબ

RFID ઓવરવ્યુ: Radio Frequency Identification વસ્તુઓ સાથે જોડાયેલા ટેગને ઓળખવા અને ટ્રેક કરવા માટે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ફિલ્ડનો ઉપયોગ કરે છે.

સિસ્ટમ ઘટકો:

Mermaid Diagram (Code)

```

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

```

પ્રકારો કોષ્ટક:

પ્રકાર	પાવર સોર્સ	રેન્જ	એપ્લિકેશન
પેસિવ	રીડરની ઉર્જા	0.1-10m	એક્સેસ કાર્ડ
ઓફિટિવ	આંતરિક બેટરી	10-100m	વાહન ટ્રૈકિંગ
સેમી-પેસિવ	બેટરી + રીડર	1-30m	ટેમ્પરેચર સેન્સર

મુખ્ય વિશેષતાઓ:

- લાઇન ઓફ સાઇટ નહીં: સીધા દૃશ્ય સંપર્ક વિના કામ કરે છે
- માલિટિપલ રીડિંગ: એકસાથે અનેક ટેગ વાંચી શકે છે
- ડેટા સ્ટોરેજ: માહિતી સંગ્રહિત કરી અને અપડેટ કરી શકે છે
- ટકાઉપણું: પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓ સામે પ્રતિરોધક

એપ્લિકેશન:

- ઇન્વેન્ટરી મેનેજમેન્ટ: વેરહાઉસ અને રિટેલ ટ્રૈકિંગ
- એક્સેસ કંટ્રોલ: બિલ્ડિંગ અને વાહન એક્સેસ
- પેમન્ટ સિસ્ટમ: કોન્ટેક્ટલેસ પેમન્ટ કાર્ડ
- સપ્લાઇ ચેઇન: ઉત્પાદનથી વેચાણ સુધી પ્રોડક્ટ ટ્રૈકિંગ

ફાયદા:

- ગ્રાફી રીડિંગ: સ્કેનિંગ વિના તાત્કાલિક ઓળખ
- ઓટોમેશન: મેન્યુઅલ ડેટા એન્ટ્રી ભૂલો ઘટાડે છે
- રીઅલ-ટાઈમ ટ્રૈકિંગ: એસેટનું સતત મોનિટરિંગ

યાદ રાખવા માટે: "રેડિયો ફીકવન્સી બધું ઓળખે છે"

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

GSM આર્કિટેક્ચર દોરો.

જવાબ

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[      ] --- B[BTS]
    B --- C[BSC]
    C --- D[MSC]
    D --- E[HLR]
    D --- F[VLR]
    D --- G[PSTN/ISDN]
    H[      ] --- D
    I[      ] --- D
{Highlighting}

```

{Shaded}

ઘટકો:

- **MS:** મોબાઇલ સ્ટેશન (હેન્ડસેટ + SIM)
- **BTS:** મોબાઇલ સાથે રેડિયો ઇન્ટરફેસ
- **BSC:** અનેક BTS નિયંત્રિત કરે છે, હેન્ડઓફ હેન્ડલ કરે છે
- **MSC:** સ્વિચિંગ અને કોલ કંટ્રોલ
- **HLR/VLR:** સબ્સ્કાઇબર માહિતી માટે ડેટાબેઝ

યાદ રાખવા માટે: "મોબાઇલ BTS-BSC-MSC મારફતે વાત કરે છે"

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

GSM 900 ના સ્પેશિફિકેશન લખો.

જવાબ

GSM 900 સ્પેશિફિકેશન કોષ્ટક:

પોરામીટર	સ્પેશિફિકેશન
ફોકવન્સી બેન્ડ	890-915 MHz (અપલિંક), 935-960 MHz (ડાઉનલિંક)
ચેનલ સ્પેસિંગ	200 kHz
કુલ ચેનલો	124 ચેનલો
મોડ્યુલેશન	GMSK (ગૌસિયન MSK)
એક્સેસ મેથડ	TDMA/FDMA
ફેમ ડ્યુરેશન	4.615 ms
ટાઇમ સ્લોટ	પ્રતિ ફેમ 8
સ્પીચ કોડિંગ	13 kbps RPE-LTP

મુખ્ય વિશેષતાઓ:

- ડિજિટલ ટ્રાન્સમિશન: એનાલોગ કરતાં વધુ સારી વોઇસ કવોલિટી
- ઇન્ટરનેશનલ રોમિંગ: જ્લોબલ કમ્પોટિબિલિટી સ્ટાન્ડર્ડ
- સિક્યુરિટી: એન્ક્રિપ્શન અને ઓથેન્ટિકેશન બિલ્ટ-ઇન
- SMS સપોર્ટ: શોર્ટ મેસેજ સર્વિસ ક્ષમતા

કવરેજ:

- સેલ રેડિયસ: 35 km સુધી (ગ્રામીણ વિસ્તારો)
- પાવર કલાસ: 0.8W થી 20W સુધી 5 કલાસ

યાદ રાખવા માટે: "900 MHz, 200 kHz સ્પેસિંગ, 8 ટાઇમ સ્લોટ"

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

GSM માં મોબાઇલ થી લેન્ડલાઇન અને લેન્ડલાઇન થી મોબાઇલ કોલ પ્રક્રિયા સમજાવો.

જવાબ

મોબાઇલ થી લેન્ડલાઇન કોલ પ્રક્રિયા:

```

sequenceDiagram
    participant MS as
    participant BTS as BTS/BSC
    participant MSC as MSC
    participant PSTN as PSTN/
    
    MS{-BTS: } 
    BTS{-MSC: } 
    MSC{-MSC: } 
    MSC{-PSTN: }
  
```

```

PSTN{-MSC:      }
MSC{-BTS:      }
BTS{-MS:      }
PSTN{-MSC:      }
MSC{-MS:      }

```

પગલાં:

- કોલ શરૂઆત: મોબાઇલ લેન્ડલાઇન નંબર ડાયલ કરે છે
- ચેનલ એસાઇનમેન્ટ: BSC ટ્રાફિક ચેનલ એસાઇન કરે છે
- ઓથેન્ટિકેશન: MSC સબ્સ્કાઈબર વેરિફાઇ કરે છે
- રાઉટિંગ: MSC કોલને PSTN ગેટવે પર રાઉટ કરે છે
- કનેક્શન: એન્ડ-ટુ-એન્ડ કનેક્શન સ્થાપિત થાય છે

લેન્ડલાઇન થી મોબાઇલ કોલ પ્રક્રિયા:

sequenceDiagram

```

participant PSTN as PSTN/
participant MSC as MSC
participant HLR as HLR
participant VMSC as VMSC
participant MS as MS

```

```

PSTN{-MSC:      }
MSC{-HLR:      }
HLR{-VMSC:      }
VMSC{-MSC:      }
MSC{-VMSC:      }
VMSC{-MS:      }
MS{-VMSC:      }
VMSC{-MS:      }

```

પગલાં:

- કોલ રિસેપ્શન: PSTN મોબાઇલ નંબર પર કોલ મેળવે છે
- HLR કવેરી: ગેટવે MSC લોકેશન માટે HLR ને કવેરી કરે છે
- લોકેશન અપડેટ: HLR વર્તમાન MSC માહિતી પ્રદાન કરે છે
- પેજિંગ: વિઝિટેડ MSC લોકેશન એરિયામાં મોબાઇલ પેજ કરે છે
- કનેક્શન: મોબાઇલ જવાબ આપે છે અને કોલ કનેક્ટ થાય છે

મુખ્ય તફાવતો:

- મોબાઇલ ઓરિજિનેટિંગ: સર્વિંગ MSC મારફતે સીધું રાઉટિંગ
- મોબાઇલ ટર્મિનેટિંગ: HLR મારફતે લોકેશન લુકાયપ જરૂરી

ચાદ રાખવા માટે: "મોબાઇલ આઉટ = સીધું, મોબાઇલ ઇન = પહેલા શોધો"

પ્રશ્ન 3(અ OR) [3 ગુણ]

ફાસ્ટ અને સ્લો ફીકવન્સી હોપિંગ સમજાવો.

જવાબ

ફીકવન્સી હોપિંગ પ્રકારો:

ફાસ્ટ વિ. સ્લો હોપિંગ કોષ્ટક:

પેરામીટર	ફાસ્ટ હોપિંગ	સ્લો હોપિંગ
હોપ રેટ	> સિમ્બોલ રેટ	< સિમ્બોલ રેટ
પ્રતી હોપ સિમ્બોલ	< 1	> 1
જટિલતા	હાઇ	લો
GSM ઉપયોગ	ઉપયોગ નથી	ઉપયોગ (217 hops/sec)

ફાર્સ્ટ ફીકવન્સી હોપિંગ:

- **વ્યાખ્યા:** પ્રતિ સિમ્બોલ અનેક વખત ફીકવન્સી બદલાય છે
- **લક્ષણો:** ખૂબ હાઇ હોપ રેટ, જટિલ અમલીકરણ
- **ફાયદો:** ઉત્કૃષ્ટ ઇન્ટર્ફર્ન્સ પ્રતિકાર

સ્લો ફીકવન્સી હોપિંગ:

- **વ્યાખ્યા:** પ્રતિ ફીકવન્સી અનેક સિમ્બોલ ટ્રાન્સમિટ થાય છે
- **GSM અમલીકરણ:** પ્રતિ સેકન્ડ 217 હોપ્સ
- **ફાયદો:** અમલીકરણ સરળ, અસરકારક ઇન્ટર્ફર્ન્સ એવરેજિંગ

યાદ રાખવા માટે: "ફાર્સ્ટ = પ્રતિ સિમ્બોલ અનેક હોપ્સ, સ્લો = પ્રતિ હોપ અનેક સિમ્બોલ"

પ્રશ્ન 3(બ OR) [4 ગુણ]

GSM માં ઓથેન્ટિકેશન પ્રક્રિયા સમજાવો.

જવાબ

ઓથેન્ટિકેશન પ્રક્રિયા:

sequenceDiagram

```

    participant MS as
    participant MSC as MSC/VLR
    participant HLR as HLR/AuC

    MS{-MSC: } 
    MSC{-HLR: IMSI }
    HLR{-HLR: RAND, SRES, Kc }
    HLR{-MSC: (RAND, SRES, Kc)}
    MSC{-MS: (RAND)}
    MS{-MS: A3 SRES }
    MS{-MSC: (SRES)}
    MSC{-MSC: SRES }
    MSC{-MS: / }
```

મુખ્ય ઘટકો:

- **RAND:** રેન્ડમ નંબર (128 બિટ્સ)
- **SRES:** સાઇન્ડ રિસ્પોન્સ (32 બિટ્સ)
- **Kc:** સાઇફર કી (64 બિટ્સ)
- **Ki:** વ્યક્તિગત સબ્સ્કાઈબર ઓથેન્ટિકેશન કી

પ્રક્રિયા પગલાં:

1. ચેલેન્જ: નેટવર્ક રેન્ડમ નંબર (RAND) મોકલે છે
2. રિસ્પોન્સ: મોબાઇલ Ki અને RAND વાપરીને SRES કેલ્ક્યુલેટ કરે છે
3. વેરિફિકેશન: નેટવર્ક મળેલ અને અપેક્ષિત SRES સરખાવે છે
4. પરિણામ: ઓથેન્ટિકેશન સફળતા અથવા નિષ્ફળતા

સિક્યુરિટી વિશેષતાઓ:

- મ્યુચ્યુઅલ ઓથેન્ટિકેશન: નકલી બેઝ સ્ટેશનને અટકાવે છે
- યુનિક કીઝ: દરેક સબ્સ્કાઈબરની વ્યક્તિગત Ki
- ચેલેન્જ-રિસ્પોન્સ: રિપ્લે એટેકને અટકાવે છે

યાદ રાખવા માટે: "રેન્ડમ ચેલેન્જ, સાઇન્ડ રિસ્પોન્સ, સરખાવો અને સ્વીકારો"

પ્રશ્ન 3(ક OR) [7 ગુણ]

GSM માં સિંગલ પ્રોસેસિંગનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દરો અને સમજાવો.

જવાબ

GSM સિંગલ પ્રોસેસિંગ બ્લોક ડાયાગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ ]
    B --- C[ ]
    C --- D[ ]
    D --- E[ ]
    E --- F[ ]
    F --- G[RF]
    G --- H[ ]
    I[ ] --- J[RF]
    J --- K[ ]
    K --- L[ ]
    L --- M[ {-} ]
    M --- N[ ]
    N --- O[ ]
    O --- P[ ]
{Highlighting}
{Shaded}
```

ટ્રાન્સમિટર પ્રોસેસિંગ:

સ્પીચ કોડિંગ:

- કાર્ય: એનાલોગ સ્પીચને 13 kbps ડિજિટલમાં કન્વર્ટ કરે છે
- અલોરિધમ: RPE-LTP (Regular Pulse Excitation - Long Term Prediction)
- ફેમ સાઇઝ: 20 ms સ્પીચ ફેમ્સ

ચેનલ કોડિંગ:

- હેતુ: એરર કરેક્શન માટે રિડન્ડન્સી ઉમેરે છે
- પ્રકારો: કન્વોલ્યુશનલ કોડિંગ, બ્લોક કોડિંગ
- આઉટપુટ: સુરક્ષિત 22.8 kbps ડેટા સ્ટ્રીમ

ઇન્ટરલીવિંગ:

- કાર્ય: કોડેડ બિટને અનેક ટાઇમ સલોટમાં ફેલાવે છે
- ફાયદો: ફેલિંગથી બરદ્દા એરરનો સામનો કરે છે
- પ્રકારો: 8 ટાઇમ સલોટ પર બ્લોક ઇન્ટરલીવિંગ

બર્સ્ટ ફોર્મેટિંગ:

- પ્રક્રિયા: ડેટાને GSM બરદ્દા સ્ટ્રોક્યરમાં વ્યવસ્થિત કરે છે
- ઘટકો: ટ્રેનિંગ સીકવન્સ, ગાર્ડ બિટ્સ, ડેટા બિટ્સ
- પ્રકારો: નોર્મલ બર્સ્ટ, એક્સેસ બર્સ્ટ, સિંક બર્સ્ટ

મોડ્યુલેશન:

- તકનીક: GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)
- બેન્ડવિડ્થ: 200 kHz ચેનલ સ્પેસિંગ
- સિંબ્લોલ રેટ: 270.833 kbps

રિસીવર પ્રોસેસિંગ:

- ડિમોડ્યુલેશન: RF સિગલમાંથી ડિજિટલ બિટ્સ મેળવે છે
- ઇકવલાઇઝેશન: માલિટપાથ ડિસ્ટોર્નની ભરપાઈ કરે છે
- એરર કરેક્શન: ચેનલ કોડિંગ રિડન્ડન્સીનો ઉપયોગ કરે છે
- સ્પીચ ડિકોડિંગ: મૂળ સ્પીચ પુનઃનિર્માણ કરે છે

મુખ્ય વિશેષતાઓ:

- ડિજિટલ પ્રોસેસિંગ: બધી ઓપરેશન ડિજિટલ ડોમેનમાં
- એરર પ્રોટેક્શન: અનેક સ્તરોનું એરર કરેક્શન
- અડેપ્ટિવ: પેરામીટર ચેનલ કન્ડિશન મુજબ એડજસ્ટ થાય છે

ચાદ રાખવા માટે: "સ્પીચ-કોડ-ઇન્ટરલીવ-બર્સ્ટ-મોડ્યુલેટ-ટ્રાન્સમિટ"

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

બેઝબેન્ડ સેક્શનનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો.

જવાબ

બેઝબેન સેક્શન બ્લોક ડાયાગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[DSP] --- B[ ]
    B --- C[ ]
    D[ ] --- E[ ]
    A --- E
    E --- F[ ]
    E --- G[RAM]
    A --- H[ ]
    H --- I[ ]
    H --- J[ ]
    A --- K[RF]
    A --- L[SIM]
{Highlighting}
{Shaded}

```

ધટક:

- DSP: સ્પીચ અને ડેટા માટે ડિજિટલ સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ
- ઓડિયો કોડેક: એનાલોગ-ડિજિટલ કન્વર્જન
- મેમરી: પ્રોગ્રામ સ્ટોરેજ (ફલેશ) અને વર્કિંગ મેમરી (RAM)
- કંટ્રોલ: યુઝર ઇન્ટરફેસ મેનેજમેન્ટ
- ઇન્ટરફેસ: RF સેક્શન, SIM કાર્ડ કનેક્શન

કાર્યો:

- સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ: સ્પીચ કોડિંગ, ઇકો કેન્સલેશન
- પ્રોટોકોલ સ્ટેક: GSM લેયર 1, 2, 3 પ્રોટોકોલ
- યુઝર ઇન્ટરફેસ: ડિસ્પલે, કીપેડ, ઓડિયો મેનેજમેન્ટ

ચાદ રાખવા માટે: "DSP ઓડિયો, મેમરી, ડિસ્પલે, RF નિયંત્રિત કરે છે"

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

EDGE સમજાવો.

જવાબ

EDGE ઓવરવ્યુ: Enhanced Data rates for GSM Evolution - GSM નેટવર્કમાં ડેટા ટ્રાન્સમિશન સુધારે છે.
મુખ્ય વિશેષતાઓ કોણક:

પેરામીટર	GSM/GPRS	EDGE
મોડ્યુલેશન	GMSK	8-PSK
ડેટા રેટ	9.6-171 kbps	473 kbps સુધી
જનરેશન	2.5G	2.75G
સિમ્બોલ રેટ	270.833 ksps	270.833 ksps

તકનીકી સુધારાઓ:

- એડવાન્સ મોડ્યુલેશન: 8-PSK GMSK ના 1 બિટની સરખામણીમાં પ્રતિ સિમ્બોલ 3 બિટ વહન કરે છે
- લિંક અડેપ્ટેશન: GMSK અને 8-PSK વચ્ચે ઓટોમેટિક સ્વિચ કરે છે
- એન્હાન્સ કોર્ડિંગ: વધુ સારી એર કરેક્શન સ્કીમ
- ઇન્જિનેટલ રિડન્સી: સુધારેલ રિટ્રાન્સમિશન સ્ટ્રેટ્જી

ફાયદા:

- વધુ ડેટા રેટ: GPRS કરતાં 3x જડપી
- બેકવર્ક કમ્પેટિભલિટી: હાલના GSM ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર સાથે કામ કરે છે
- કોસ્ટ ઇફેક્ટિવ્સ: હાલના નેટવર્કને સોફ્ટવેર અપગ્રેડ
- મલ્ટિમીડીયા સ્પોર્ટ: વધુ સારો મોબાઇલ ઇન્ટરનેટ અનુભવ સક્ષમ બનાવે છે

એપ્લિકેશન:

- મોબાઇલ ઇન્ટરનેટ: જડપી વેબ બ્રાઉઝિંગ
- ઇમેઇલ: એટેચેમેન્ટ સાથે કિંચક ઇમેઇલ
- મલ્ટિમીડીયા મેસેજિંગ: MMS સપોર્ટ
- વિડિયો કોલ: બેઝિક વિડિયો કોમ્પ્યુનિકેશન

યાદ રાખવા માટે: "EDGE = GSM Evolution માટે Enhanced Data rates"

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

મોબાઇલ હેન્ડસોટનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

મોબાઇલ હેન્ડસોટ બ્લોક ડાયાગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[ ] --- B[ ]
    B --- C[RF]
    C --- D[ ]
    D --- E[ ]
    E --- F[ / ]
    F --- G[ ]
    G --- H[LCD]
    H --- I[ ]
    I --- J[ ]
    J --- K[ ]
    K --- L[ ]
    L --- M[RAM]
    M --- N[SIM]
    N --- O[SIM]
    P[ ] --- Q[ ]
    Q --- C
    Q --- D
    Q --- R[ ]
{Highlighting}
{Shaded}
```

મુખ્ય વિભાગો:

RF સેક્શન:

- એટેના: રેડિયો સિગ્નલ ટ્રાન્સમિટ અને રિસીવ કરે છે
- ડુપ્લેક્સર: TX અને RX સિગ્નલ અલગ કરે છે

- RF ટ્રાન્સીવર: અપ/ડાઉન કન્વર્જન, એમ્પિલફિકેશન
 - ફીકવન્સી સિન્થેસાઇઝર: કેરિયર ફીકવન્સી જનરેટ કરે છે
- બેઝબેન્ડ સેક્શન:**
- DSP: સ્પીચ અને ડેટા માટે ડિજિટલ સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ
 - પ્રોટોકોલ સ્ટેક: GSM પ્રોટોકોલ અમલ કરે છે
 - કંટ્રોલ યુનિટ: બધા મોબાઇલ કંકશન મેનેજ કરે છે
 - મેમરી ઇન્ટરફેસ: પ્રોગ્રામ અને ડેટા સ્ટોરેજ નિયંત્રિત કરે છે

- ઓડિયો સેક્શન:**
- ઓડિયો કોડેક: A/D અને D/A કન્વર્જન
 - ઓડિયો એમ્પિલફાયર: સ્પીકર ચલાવે છે
 - માઇકોફોન એમ્પિલફાયર: વોઇસ ઇનપુટ એમ્પિલફાય કરે છે
 - હેન્ડ્સ-ફી સ્પોર્ટ: બાહ્ય ઓડિયો એક્સેસરીઝ

- યુઝર ઇન્ટરફેસ:**
- ડિસ્પ્લે: યુઝરને માહિતી બતાવે છે (LCD/OLED)
 - કીપેડ: યુઝર ઇનપુટ ઇન્ટરફેસ
 - LED ઇન્ડિકેટર: સ્ટેટ્સ ઇન્ડિકેશન
 - વાઇબ્રેટર: એલર્ટ મિકેનિકિયમ

- પાવર મેનેજમેન્ટ:**
- બેટરી: એનર્જી સ્ટોરેજ (સામાન્ય રીતે Li-ion)
 - ચાર્જિંગ સાંક્રિયા: બેટરી ચાર્જિંગ કંટ્રોલ
 - પાવર રેઝ્યુલેશન: બધા સેક્શન માટે વોલ્ટેજ રેઝ્યુલેશન
 - પાવર સેવિંગ: સ્લીપ મોડ અને પાવર ઓપ્ટિમાઇઝશન

- મેમરી સિસ્ટમ:**
- ફ્લેશ મેમરી: પ્રોગ્રામ સ્ટોરેજ અને યુઝર ડેટા
 - RAM: પ્રોગ્રામ એક્ઝિક્યુશન માટે વર્કિંગ મેમરી
 - SIM ઇન્ટરફેસ: સાબ્સકાઇબર આઇડેન્ટિટી માટે સિક્યુર એલિમેન્ટ

- ઇન્ટરક્નેક્શન:**
- કંટ્રોલ બસ: કમાન્ડ અને કંટ્રોલ સિગ્નલ
 - ડેટા બસ: માહિતી ટ્રાન્સફર
 - પાવર બસ: પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન
 - ઓડિયો બસ: વોઇસ અને ઓડિયો સિગ્નલ

- ઓપરેશન:**
- રિસીવ: એન્ટેના → RF → → →
 - ટ્રાન્સમિટ: માઇકોફોન → → → RF →
 - કંટ્રોલ: યુઝર ઇનપુટ → →
 - પ્રોસેસિંગ: બેઝબેન્ડ પ્રોસેસર દ્વારા બધી ઓપરેશન નિયંત્રિત
- યાદ રાખવા માટે: "એન્ટેના-RF-બેઝબેન્ડ-ઓડિયો-ડિસ્પ્લે-પાવર"

પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 ગુણ]

મોબાઇલના કારણે રેડિયેશનના જોખમો સમજાવો.

જવાબ

રેડિયેશન જોખમો:

SAR (Specific Absorption Rate):

- વ્યાખ્યા: માનવ શરીર દ્વારા એનર્જી એબ્સોર્ચનનો દર
- એકમ: વોટ પ્રતિ કિલોગ્રામ (W/kg)
- લિમિટ: 2.0 W/kg (યુરોપ), 1.6 W/kg (USA)

આરોગ્ય ચિંતાઓ કોષ્ટક:

અસર	રિસ્ક લેવલ	લક્ષણો
થર્મલ	કન્ફર્મ	ટિશ્યુ હીટિંગ
નોન-થર્મલ	અધ્યયન હેઠળ	માથાનો દુખાવો, થાક
લોગ-ટર્મ	અનિશ્ચિત	કેન્સરની ચિંતા

નિવારણ પગલાં:

- અંતર: કોલ દરમિયાન ફોનને શરીરથી દૂર રાખો
- અવધિ: કોલ અવધિ મર્યાદિત કરો
- હેન્ડ્સ-ફીલ્સ: હેન્ડસેટ અથવા સ્પીકરફોનનો ઉપયોગ કરો
- લો SAR: નીચા SAR વેલ્ચુવાળા ફોન પસંદ કરો

સેફ્ટી ગાઇડલાઇન્સ:

- માથાની નજીક ફોન સાથે સૂવાળું ટાળો
- જરૂર ન હોય ત્યારે એરપ્લેન મોડનો ઉપયોગ કરો
- કોલ ટૂંકા રાખો અને શક્ય હોય ત્યારે ટેક્સ્ટનો ઉપયોગ કરો

ચાદ રાખવા માટે: "SAR એબ્સોર્ઝન રેટ માપે છે"

પ્રશ્ન 4(બ) OR) [4 ગુણ]

મોબાઇલ હેન્ડ્સેટમાં ચાર્જિંગ સેક્શનનું કાર્ય વર્ણન કરો.

જવાબ

ચાર્જિંગ સેક્શન બ્લોક ડાયાગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

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

ઘટકો અને કાર્યો:

ચાર્જિંગ કંટ્રોલર:

- કાર્ય: ચાર્જિંગ કરન્ટ અને વોલ્ટેજ નિયંત્રિત કરે છે
- પ્રકારો: લિનિયર અને સ્ટ્રિયોલિનિયર
- પ્રોટેક્શન: ઓવરચાર્જિંગ અને ઓવરહાઇટિંગ અટકાવે છે

ચાર્જિંગ પ્રક્રિયા:

- કોન્સ્ટન્ટ કરન્ટ: પ્રારંભિક હાઇ કરન્ટ ચાર્જિંગ (ફાસ્ટ ચાર્જ)
- કોન્સ્ટન્ટ વોલ્ટેજ: વોલ્ટેજ જાળવાયું, કરન્ટ ઘટે છે
- ટ્રિકલ ચાર્જ: લો કરન્ટ મેનેજમેન્સ ચાર્જિંગ
- કટ-ઓફ: બેટરી કુલ થાય ત્યારે ચાર્જિંગ બંધ

પ્રોટેક્શન ફીચર્સ:

- ઓવર-વોલ્ટેજ પ્રોટેક્શન: હાઇ વોલ્ટેજથી નુકસાન અટકાવે છે
- ઓવર-કરન્ટ પ્રોટેક્શન: મેક્સિમમ ચાર્જિંગ કરન્ટ મર્યાદિત કરે છે
- ટેમ્પરેચર મોનિટરિંગ: બેટરી વધુ પડતી ગરમ થાય તો ચાર્જિંગ બંધ કરે છે
- રિવર્સ પોલારિટી: ખોટા કનેક્શનથી નુકસાન અટકાવે છે

બેટરી મેનેજમેન્ટ:

- ફ્લ્યુઅલ ગેજ: બેટરી કેપેસિટી મોનિટર કરે છે
- સેલ બેલન્સિંગ: બેટરી સેલનું સમાન ચાર્જિંગ સુનિશ્ચિત કરે છે
- હેલ્પ મોનિટરિંગ: સમય સાથે બેટરીની સ્થિતિ ટ્રૈક કરે છે

ચાદ રાખવા માટે: "કરન્ટ, વોલ્ટેજ, ટેમ્પરેચર અને ટાઇમ નિયંત્રિત કરો!"

પ્રશ્ન 4(ક) OR) [7 ગુણ]

DSSS ટ્રાન્સમિટર અને રિસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

DSSS ટ્રાન્સમિટર બ્લોક ડાયાગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ ]
    B --- C[ / ]
    D[PN] --- E[RF]
    C --- F[ ]
    E --- G[ ]
{Highlighting}
{Shaded}
```

DSSS રિસીવર બ્લોક ડાયાગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    H[ ] --- I[RF]
    I --- J[RF]
    J --- K[ / ]
    L[PN] --- K
    K --- M[ ]
    M --- N[ ]
    N --- O[ ]
    O --- L
{Highlighting}
{Shaded}
```

ટ્રાન્સમિટર ઓપરેશન:

ડેટા મોડ્યુલેશન:

- ઇનપુટ: મૂળ ડેટા સ્રીમ (લો રેટ)
- મોડ્યુલેશન: BPSK અથવા QPSK મોડ્યુલેશન
- આઉટપુટ: મોડ્યુલેટેડ નેરોબેન્ડ સિગ્નલ

સ્પ્રોડિંગ પ્રક્રિયા:

- PN કોડ: સ્યુડો-રેન્ડમ બાઇનરી સીકવન્સ (હાઇ રેટ)
- સ્પ્રોડિંગ: ડેટા અને PN કોડ વચ્ચે XOR ઓપરેશન
- પરિણામ: વાઇડબેન્ડ સ્પ્રેડ રેક્ટ્રમ સિગ્નલ

RF મોડ્યુલેશન:

- કેરિયર: હાઇ ફીકવન્સી કેરિયર સિગ્નલ
- મોડ્યુલેશન: સ્પ્રેડ સિગ્નલ RF કેરિયરને મોડ્યુલેટ કરે છે
- ટ્રાન્સમિશન: એન્ટેના મારફતે સિગ્નલ ટ્રાન્સમિટ થાય છે

રિસીવર ઓપરેશન:

RF પ્રોસેસિંગ:

- રિસેપ્શન: એન્ટેના સ્પ્રેડ રેક્ટ્રમ સિગ્નલ મેળવે છે
- એમ્પિલફિકેશન: લો નોઇજ એમ્પિલફાયર નભના સિગ્નલને બૂસ્ટ કરે છે
- ડિમોડ્યુલેશન: બેઝબેન્ડ સ્પ્રેડ સિગ્નલ મેળવે છે

ડિસ્પ્રોડિંગ પ્રક્રિયા:

- કોરીલેશન: મળેલ સિગ્નલ સમાન PN કોડ સાથે કોરીલેટ થાય છે
- સિંકોનાઇઝેશન: PN કોડ ટાઇમિંગ મળેલ સિગ્નલ સાથે સિંકોનાઇઝ થાય છે
- આઉટપુટ: મૂળ નેરોબેન્ડ ડેટા સિગ્નલ પુનઃપ્રાપ્ત થાય છે

મુખ્ય પેરામીટર:

- પ્રોસેસિંગ ગેઇન: સ્પ્રેડ બેન્ડવિડ્થ અને ડેટા બેન્ડવિડ્થનો ગુણોત્તર
- ચિપ રેટ: PN કોડનો રેટ (ડેટા રેટ કેટાં વધારે)
- સ્પ્રોડિંગ ફેક્ટર: પ્રોસેસિંગ ગેઇન વેલ્યુ

ફાયદા:

- ઇન્ટર્ફેરન્સ રિજેક્શન: નેરોબેન્ડ ઇન્ટર્ફેરન્સ સામે પ્રતિરોધક

- લો પ્રોબેલિટી ઓફ ઇન્ટરસેપ્ટ: શોધવું અને જામ કરવું મુશ્કેલ
- માલ્ટિપલ એક્સેસ: અનેક યુગર સમાન ફીકવન્સી શેર કરી શકે છે
- માલ્ટિપાથ રિઝિસ્ટન્સ: ફેડિંગ અસરો ઘટાડે છે

એપ્લિકેશન:

- CDMA સેલ્યુલર: IS-95, CDMA2000, WCDMA
- GPS: ગ્લોબલ પોઝિશનિંગ સિસ્ટમ
- WIFI: 802.11b સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમ મોડ
- મિલિટરી: સિક્યુર કોમ્પ્યુનિકેશન

યાદ રાખવા માટે: "ડેટા PN સાથે સ્પ્રેડ થાય છે, કોરીલેટ કરીને પુનઃપ્રાપ્ત થાય છે"

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમની કોન્સેપ્ટ સમજાવો.

જવાબ

સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમ કોન્સેપ્ટ: એક કોમ્પ્યુનિકેશન તકનીક જ્યાં ટ્રાન્સમિટેડ સિગલ બેન્ડવિડ્થ જરૂરી ન્યૂનતમ બેન્ડવિડ્થ કરતાં ધારું વિશાળ હોય છે. બેન્ડવિડ્થ પ્રિન્સિપલ:

પેરામીટર	સ્પ્રેડિંગ પહેલાં	સ્પ્રેડિંગ પછી
બેન્ડવિડ્થ	નેરો (ડેટા રેટ)	વાઇડ (ચિપ રેટ)
પાવર ડેન્સિટી	હાઇ	લો
ઇન્ટરસ્પેચ	રંગેનશીલ	પ્રતિરોધક

મુખ્ય લક્ષણો:

- બેન્ડવિડ્થ વિસ્તરણ: સિગલ વિશાળ ફીકવન્સી રેન્જ પર ફેલાયેલ
- પ્રોસેસિંગ ગેઇન: સિગલ-ડુ-નોઇડ રેશિયોમાં સુધારો
- સ્યુડો-રેન્ડમ સીકવન્સ: ફક્ત ઇન્ફિચિટ રિસીવરને જ ખબર હોય તેવા સ્પ્રેડિંગ કોડ
- સિક્યુરિટી: અનધિકૃત યુગર માટે ઇન્ટરસેપ્ટ કરવું મુશ્કેલ

ફાયદા:

- જામ રિઝિસ્ટન્સ: ઇરાદાપૂર્વકના ઇન્ટરસ્પેચ સામે રોગપ્રતિકારક
- લો પાવર ડેન્સિટી: નેરોબેન્ડ સિસ્ટમ સાથે સહચાસ્તિત્વ
- માલ્ટિપલ એક્સેસ: અનેક યુગર સમાન સ્પેક્ટ્રમ શેર કરે છે
- પ્રાઇવસી: એન્ક્ષિપ્ટેડ જેણું ટ્રાન્સમિશન

યાદ રાખવા માટે: "વાઇડ સ્પ્રેડ, પ્રોસેસિંગ પાવર મેળવો!"

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમ કાઈટેરિયા અને તેની એપ્લિકેશન લખો.

જવાબ

સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમ કાઈટેરિયા:

તકનીકી કાઈટેરિયા:

- બેન્ડવિડ્થ: ટ્રાન્સમિટેડ બેન્ડવિડ્થ >> માહિતી બેન્ડવિડ્થ
- પ્રોસેસિંગ ગેઇન: $G_p = \text{સ્પ્રેડ BW} / \text{ડેટા BW} \geq 10dB$
- સ્યુડો-રેન્ડમ: સ્પ્રેડિંગ સીકવન્સ રેન્ડમ દેખાય છે
- સિકોનાઇઝેશન: રિસીવરે ટ્રાન્સમિટર કોડ સાથે સિંક થવું જોઈએ

પરફોર્માન્સ કાઈટેરિયા કોષ્ટક:

કાઈટેરિયા	આવશ્યકતા	ફાયદો
પ્રોસેસિંગ ગેઇન	> 10 dB	ઇન્ટરસ્પેચ રિજેક્શન
કોડ લેન્થ	લાંબો પીરિયડ	સિક્યુરિટી અને રેન્ડમનેસ
કોસ-કોરીલેશન	લો	માલ્ટિપલ યુગર સેપરેશન

એલિકોશન:**મિલિટરી કોમ્પ્યુનિકેશન:**

- અની-જામ: દુશ્મન જામિંગ સામે પ્રતિરોધક
- LPI/LPD: લો પ્રોવેબિલિટી ઓફ ઇન્ટરસેપ્ટ/ડિટેક્શન
- સિક્યુરેટ: એન્કિપ્ટેડ ટ્રાન્સમિશન

સેલ્ફુલર સિસ્ટમ:

- CDMA: IS-95, CDMA2000, WCDMA
- કેપોસ્ટી: પ્રતિ ફીકવન્સી અનેક યુઝર
- કવોલિટી: ઇન્ફરન્સ ઘટાડાયેલ

સેટેલાઇટ કોમ્પ્યુનિકેશન:

- GPS: ગલોબલ પોજિશનિંગ સિસ્ટમ
- વેધર: સેટેલાઇટ ડેટા ટ્રાન્સમિશન
- બ્રોડકાસ્ટિંગ: સેટેલાઇટ રેડિયો/TV

વાયરલેસ નેટવર્ક:

- WIFI: 802.11b DSSS મોડ
- બ્લૂટૂથ: ફીકવન્સી હોપિંગ
- કોડલેસ ફોન: 2.4 GHz બેન્ડ

યાદ રાખવા માટે: "મિલિટરી, સેલ્ફુલર, સેટેલાઇટ, વાયરલેસ સ્પ્રેડ સ્પેક્ટ્રમ વાપરે છે"

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

CDMA માં કોલ પ્રોસેસિંગ સમજાવો.

જવાબ

CDMA કોલ પ્રોસેસિંગ સીકવન્સ:

```
sequenceDiagram
    participant MS as
    participant BTS as
    participant BSC as
    participant MSC as

    Note over MS, MSC:
    MS{-BTS: ( )}
    BTS{-MS: ( )}
    MS{-BTS: }
    BTS{-BSC: }
    BSC{-MSC: }
    MSC{-BSC: }
    BSC{-BTS: }
    BTS{-MS: }
    MS{-BTS: }

    Note over MS, MSC:
```

કોલ ઓરિજિનેશન પ્રક્રિયા:

પગણું 1: સિસ્ટમ એક્સેસ

- રેન્ડમ એક્સેસ: મોબાઇલ એક્સેસ ચેનલ પર એક્સેસ પ્રોબ મોકલે છે
- પાવર કંટ્રોલ: સ્વીકારાય ત્યાં સુધી ધીમે ધીમે પાવર વધારે છે
- કોડ એસાઇનમેન્ટ: બેઝ સ્ટેશન યુનિક સ્પ્રેડિંગ કોડ એસાઇન કરે છે

પગણું 2: ઓથેન્ટિકેશન

- ચેલેન્જ: નેટવર્ક ઓથેન્ટિકેશન ચેલેન્જ મોકલે છે
- રિસપોન્સ: મોબાઇલ કેલ્ક્યુલેટેડ ઓથેન્ટિકેશન સાથે જવાબ આપે છે
- વેલિડેશન: નેટવર્ક મોબાઇલ આઇડન્ટિટી વેલિડેટ કરે છે

પગણું 3: ચેનલ એસાઇનમેન્ટ

- વોલ્શ કોડ: ફોરવર્ડ લિંક માટે યુનિક ઓર્થોગોનિલ કોડ એસાઇન
- PN ઓફસેટ: PN સીકવન્સ ઓફસેટ દ્વારા બેઝ સ્ટેશનની ઓળખ

- પાવર લેવલ: પ્રારંભિક ટ્રાન્સમિશન પાવર સેટ કરો
- પગણું 4: ટાફિક ચેનલ સેટઅપ**
- સર્વિસ ઓપરાન: વોઇસ, ડેટા અથવા મલ્ટીડિયા સર્વિસ નેગોશિએટ
 - રેટ સેટ: ટ્રાન્સમિશન રેટ કોન્ફિગર (રેટ સેટ 1 અથવા 2)
 - હેન્ડઑફ પેરામીટર: પડોશી સેલ માહિતી પ્રદાન

કોલ પ્રોસેસિંગ ફીચર્સ:

- સોફ્ટ હેન્ડઑફ:**
- મલ્ટિપલ કનેક્શન: મોબાઇલ અનેક બેઝ સ્ટેશન સાથે લિંક જાળવે છે
 - ડાયવર્સિટી: કોલ કવોલિટી અને વિશ્વસનીયતા સુધારે છે
 - મેક-બિફોર-થ્રેક: જૂનું છોડતા પહેલાં નવું કનેક્શન સ્થાપિત કરે છે

પાવર કંટ્રોલ:

- કલોગડ લૂપ: જડપી પાવર એડજસ્ટમેન્ટ (800 Hz રેટ)
- ઓપન લૂપ: પ્રારંભિક પાવર અંદાજ
- હેતુ: ઇન્ટરન્સ મિનિમાઇઝ, કેપેસિટી મેક્સિમાઇઝ

વેરિયેબલ રેટ વૉકાઉટ:

- રેટ અડેપ્ટેશન: સ્પીચ એક્ટિવિટી સાથે ટ્રાન્સમિશન રેટ બદલાય છે
- સાઇલન્સ ડિટેક્શન: સ્પીચ પોઝ દરમિયાન લોઅર રેટ
- કેપેસિટી: સિરટમ કેપેસિટી વધારે છે

કોલ ટર્મિનેશન પ્રક્રિયા:

sequenceDiagram

```

    participant PSTN as PSTN
    participant MSC as MSC
    participant HLR as HLR
    participant BSC as BSC/BTS
    participant MS as
  
```

```

PSTN{-MSC:           }
MSC{-HLR:           }
HLR{-MSC:           }
MSC{-BSC:           }
BSC{-MS:           }
MS{-BSC:           }
BSC{-MSC:           }
MSC{-BSC:           }
BSC{-MS:           }
MS{-BSC:           }
Note over PSTN,MS:
  
```

મુખ્ય CDMA ફીચર્સ:

એક રિસીવર:

- મલ્ટિપાથ કમ્પાઇનિંગ: અનેક સિગલ પાથ કમ્પાઇન કરે છે
- ડાયવર્સિટી ગેઇન: સિગલ કવોલિટી સુધારે છે
- ફિંગર એસાઇનમેન્ટ: દરેક ફિંગર અલગ પાથ ટ્રેક કરે છે

કેપેસિટી એડવાન્ટેજ:

- ફીકવસી રીપ્યુઝ: બધા સેલમાં સમાન ફીકવન્સીનો ઉપયોગ
- ઇન્ટરન્સ લિમિટેડ: કેપેસિટી ઇન્ટરન્સથી મર્યાદિત, ફીકવન્સીથી નહીં
- વોઇસ એક્ટિવિટી: સ્ટેટિસ્ટિકલ મલ્ટિપ્લેક્સિંગ કેપેસિટી વધારે છે

કવોલિટી ફીચર્સ:

- એરર કરેક્શન: ફોરવર્ડ એરર કરેક્શન કોર્ડિંગ
- ઇન્ટરલીવિંગ: બરસ્ટ એરર સામે સુરક્ષા
- અડેપ્ટિવ રેટ: ડેટા રેટ ચેનલ કન્ડિશન મુજબ અડેપ્ટ થાય છે

કોલ સેટ:

1. આઇડલ: મોબાઇલ પેન્ડિંગ ચેનલ મોનિટર કરે છે
2. એક્સેસ: સિરટમ એક્સેસ કરવાનો પ્રયાસ
3. ટાફિક: એક્ટિવ કોલ પ્રગતિમાં
4. હેન્ડઑફ: બેઝ સ્ટેશન વચ્ચે ટ્રાન્ઝિશન

યાદ રાખવા માટે: "એક્સેસ-ઓથેન્ટિક્ટ-એસાઇન-ટાફિક-હેન્ડઑફ"

પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 ગુણ]

નોંધવીની વિશેષતાઓ અને ફાયદાઓ લખો.

જવાબ

નોંધવી વિશેષતાઓ:
તકનીકી સ્પેશિફિકેશન કોડક:

પેરામીટર	સ્પેશિફિકેશન
સ્ટાન્ડર્ડ	IEEE 802.15.4
ફીકવન્સી	2.4 GHz, 915 MHz, 868 MHz
ડેટા રેટ	250 kbps (2.4 GHz)
રેઝન્ડર	10-100 મીટર
પાવર	અલ્ટ્રા-લો પાવર

મુખ્ય વિશેષતાઓ:

- મેશ નેટવર્ક: સ્વ-વ્યવસ્થિત અને સ્વ-સુધારાયેલ નેટવર્ક
- લો પાવર: વખ્ચો સુધી બેટરી લાઇફ
- લો કોસ્ટ: સસ્તા હાઈવેર અમલીકરણ
- સિમ્પલ પ્રોટોકોલ: અમલ કરવું અને ડિપ્લોય કરવું સરળ

ફાયદાઓ:

- લાંબી બેટરી લાઇફ: બેટરી-પાવર ડિવાઇસ માટે ઓપ્ટિમાઇઝ
- નેટવર્ક રિલાયબિલિટી: અનેક રાઉટિંગ પાથ ઉપલબ્ધ
- સ્કેલેબિલિટી: હજારો નોડ્સને સપોર્ટ કરે છે
- ઇન્ટરઑપરેબિલિટી: સ્ટાન્ડર્ડ ડિવાઇસ કમ્પેટિબિલિટી સુનિશ્ચિત કરે છે

એપ્લિકેશન:

- હીમ ઓટોમેશન, ઇન્ડસ્ટ્રિયલ મોનિટરિંગ, સ્માર્ટ લાઇટિંગ

ચાદ રાખવા માટે: "લો પાવર, મેશ નેટવર્ક, અનેક એપ્લિકેશન"

પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

બ્લોક ડાયાગ્રામ સાથે OFDM સમજાવો.

જવાબ

OFDM બ્લોક ડાયાગ્રામ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --{-{-}{}} B[ ]
    B --{-{-}{}} C[QAM ]
    C --{-{-}{}} D[IFFT]
    D --{-{-}{}} E[ ]
    E --{-{-}{}} F[ ]
    F --{-{-}{}} G[RF ]
    
    H[RF ] --{-{-}{}} I[ ]
    I --{-{-}{}} J[ ]
    J --{-{-}{}} K[FFT]
    K --{-{-}{}} L[QAM ]
    L --{-{-}{}} M[ ]
    M --{-{-}{}} N[ ]
    
{Highlighting}
{Shaded}

```

OFDM સિદ્ધાંત: Orthogonal Frequency Division Multiplexing હાઇ-સ્પીડ ડેટાને અલગ ફીકવન્સી પર સાથે-સાથે ટ્રાન્સમિટ તતા અનેક પેરેલલ લો-સ્પીડ સ્ટ્રીમમાં વિભાજિત કરે છે.

મુખ્ય ઘટકો:

IFFT/FFT:

- IFFT: Inverse Fast Fourier Transform ઓર્થોગોનિલ સબકેરિયર બનાવે છે
- FFT: Fast Fourier Transform રિસીવર પર ડેટા પુનઃપ્રાપ્ત કરે છે
- ઓર્થોગોનાલિટી: સબકેરિયર એકબીજા સાથે ઇન્ટર્ફર નથી કરતા

સાઇલિક પ્રીફિક્સ:

- કાર્ય: ઇન્ટર-સિમ્બોલ ઇન્ટર્ફરન્સ અટકાવે છે
- અમલીકરણ: સિગ્નલના અંતની કોપી શરૂઆતમાં ઉમેરાય છે
- લેન્થ: ચેનલ ડિલે સ્પ્રેડ કરતાં લાંબું

ફાયદા:

- સ્પેક્ટ્રલ એફિશિયન્સી: મર્યાદિત બેન્ડવિડ્યુથમાં હાઇ ડેટા રેટ
- માલિટિપાથ ઇમ્પ્યુનિટી: ફેડિંગ ચેનલ સામે પ્રતિરોધક
- ફ્લેક્સિબલ: DSP સાથે અમલ કરવું સરળ

એપ્લિકેશન:

- 4G LTE: મોબાઇલ કોમ્યુનિકેશન સ્ટાન્ડર્ડ
- WiFi: 802.11a/g/n/ac સ્ટાન્ડર્ડ
- ડિજિટલ TV: DVB-T, ISDB-T સ્ટાન્ડર્ડ

યાદ રાખવા માટે: "ઓર્થોગોનિલ ફીકવન્સી માલિટિપ્લેક્રસ ડેટાને વિભાજિત કરે છે"

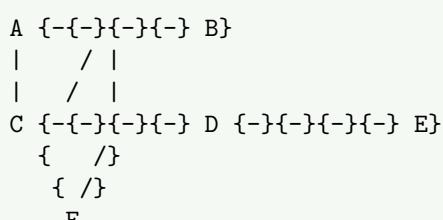
પ્રશ્ન 5(ક OR) [7 ગુણ]

MANET નું વર્ણન કરો.

જવાબ

MANET ઓવરવ્યુ: Mobile Ad-hoc Network એ ફિક્સડ ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર વિના વાયરલેસલી કનેક્ટ થયેલા મોબાઇલ ડિવાઇસનું સ્વ-કોન્ફિગરિંગ નેટવર્ક છે.

નેટવર્ક ટોપોલોજી:



મુખ્ય લક્ષણો:

આર્કિટેક્ચર કોષ્ટક:

પેરામીટર	MANET	સેલ્યુલર નેટવર્ક
ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર	કોઈ ફિક્સડ બેઝ સ્ટેશન નથી	બેઝ સ્ટેશન જરૂરી
ટોપોલોજી	ડાયનેમિક, વારંવાર બદલાય છે	ફિક્સડ સેલ સ્ટ્રક્ચર
રાઉટિંગ	માલિટ-હોપ પીએર-ટુ-પીએર	બેઝ સ્ટેશન સુધી સિંગલ હોપ
કોષ્ટ	લો ડિપ્લોયમેન્ટ કોષ્ટ	હાઇ ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર કોષ્ટ

MANET વિશેષતાઓ:

ડાયનમિક ટોપોલોજી:

- મોબાઇલ નોડ્સ: બધા નોડ્સ મુક્તપણે ખસી શકે છે
- બદલાતા લિંક્સ: નોડ્સ હલચલ કરતાં નેટવર્ક કનેક્શન બદલાય છે
- સ્વ-વ્યવસ્થા: નેટવર્ક ઓટોમેટિક રીકોન્ફિગર થાય છે

મલ્ટિ-હોપ કોમ્પ્યુનિકેશન:

- રિલે ફંક્શન: નોડ્સ અન્ય નોડ્સ માટે રાઉટર તરીકે કામ કરે છે
- પાથ ડિસ્કવરી: ડેસ્ટિનેશન સુધી ડાયનમિક રૂટ શોધ
- ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ કંટ્રોલ: કોઈ કેન્દ્રીય સમન્વયની જરૂર નથી

રાઉટિંગ પ્રોટોકોલ:

પ્રોએક્ટિવ પ્રોટોકોલ:

- DSDV: Destination Sequenced Distance Vector
- લક્ષણ: સતત રાઉટિંગ ટેબલ જાળવે છે
- ફાયદો: રૂટ તાત્કાલિક ઉપલબ્ધ
- નુકસાન: મોબાઇલ એન્વાયરનમેન્ટમાં હાઇ ઓવરહેડ

રિએક્ટિવ પ્રોટોકોલ:

- AODV: Ad-hoc On-demand Distance Vector
- DSR: Dynamic Source Routing
- લક્ષણ: જરૂર પડે ત્યારે જ રૂટ શોધે છે
- ફાયદો: લોચર ઓવરહેડ
- નુકસાન: રૂટ ડિસ્કવરી ડિલે

હાઇબ્રિડ પ્રોટોકોલ:

- ZRP: Zone Routing Protocol
- કમ્પ્યુનિકેશન: ઝોનની અંદર પ્રોએક્ટિવ, ઝોન વચ્ચે રિએક્ટિવ
- બેલેન્સ: ઓવરહેડ વિ. ડિલે ઓપ્ટિમાઇઝેશન

ફાયદા:

- કોઈ ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર નથી: બેઝ સ્ટેશન વિના કિવક ડિપ્લોયમેન્ટ
- ફ્લોક્સબિલિટી: બદલાતી ટોપોલોજીમાં નેટવર્ક એડોપ્ટ થાય છે
- કોર્સ ઇફેક્ટિવ: લોચર સેટઅપ અને મેન્ટેનાન્સ કોર્સ
- રોબસ્ટનેસ: કોઈ સિંગલ પોઇન્ટ ઓફ ફેલ્યોર નથી

નુકસાન:

- લિમિટેડ બેન્ડવિડથ: શેર્ડ વાયરલેસ મીડિયમ
- પાવર કન્જમ્પશન: રાઉટિંગ ફંક્શન બેટરી ફેન્ડિન કરે છે
- સિક્યુરિટી ઇશ્યુ: એટેક સામે સંવેદનશીલ
- સ્કેલબિલિટી: નેટવર્ક સાઇઝ સાથે પરફોર્મન્સ ઘટે છે

એપ્લિકેશન:

મિલિટરી ઓપરેશન:

- બેટલફીલ્ડ કોમ્પ્યુનિકેશન: સૈનિક-થી-સૈનિક કોમ્પ્યુનિકેશન
- ઇમર્જન્સી રિસ્પોન્સ: ડિજાસ્ટર રિલીફ કોઓર્ડિનેશન
- સર્વેલાન્સ: સેન્સર નેટવર્ક ડિપ્લોયમેન્ટ

કોમર્શિયલ એપ્લિકેશન:

- વેહિક્યુલર નેટવર્ક: કાર-તુ-કાર કોમ્પ્યુનિકેશન
- સેન્સર નેટવર્ક: એવાયરનમેન્ટ માનિટરિંગ
- કોન્ફરન્સ નેટવર્ક: ટેમ્પરરી મીટિંગ નેટવર્ક
- પર્સનલ એરિયા નેટવર્ક: ડિવાઇસ ઇન્ટરકનેક્શન

ચેલેન્ઝ:

તકનીકી ચેલેન્ઝ:

- રાઉટિંગ ઓવરહેડ: કંટ્રોલ મેસેજ બેન્ડવિડથ કન્જમ્પશન
- કવોલિટી ઓફ સર્વિસ: સર્વિસ લેવલ ગેરેટી આપવામાં મુશ્કેલી
- પાવર મેનેજમેન્ટ: એનર્જી-એફિશિયન્ટ ઓપરેશન
- ઇન્ફર્ન્સ: મલ્ટિપલ હોપથી કો-ચેનલ ઇન્ટરફરન્સ

સિક્યુરિટી ચેલેન્ઝ:

- ઓથેન્ટિકેશન: નોડ આઇડન્ટિટી વેરિફાઇ કરવી
- ડેટા ઇન્ટેગ્રિટી: મેસેજ ઓથેન્ટિસ્ટી સુનિશ્ચિત કરવી
- પ્રાઇવસી: ચુઝર ઇન્ફોર્મેશન સુરક્ષિત કરવી
- ડિનાયલ ઓફ સર્વિસ: નેટવર્ક એટેક અટકાવવા

પરફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ:

- થ્રૂપુટ: ડેટા ડિલિવરી રેટ
- ડિલે: એન-ટુ-એન પેકેટ ડિલિવરી ટાઇમ
- પેકેટ લોસ: ખોવાયેલા પેકેટનો ટકા
- એનર્જી કન્જમ્પશન: બેટરી લાઇફ ઓપ્ટિમાઇઝેશન

ભવિષ્યના ટ્રેન્ડ:

- ઇન્ટિગ્રેશન: સેલ્ફ્યુલર અને WiFi નેટવર્ક સાથે કમ્પ્યુનેશન
- IoT એપ્લિકેશન: Internet of Things ડિવાઇસ નેટવર્ક
- 5G ઇન્ટિગ્રેશન: 5G નેટવર્ક આર્કિટેક્ચરનો ભાગ
- AI-આધારિત રાઉટિંગ: ઓપ્ટિમલ રાઉટિંગ માટે મશીન લર્નિંગ

ચાદ રાખવા માટે: "મોબાઇલ નોડ્સ, એડ-હોક રાઉટિંગ, કોઈ ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર નથી, ટેમ્પરરી નેટવર્ક"