

OBSAH

Predslov	9
1. Konvergované siete	11
1.1. Úvod	11
1.2. Formy FMC	11
1.2.1. Konvergencia procesov	12
1.2.2. Konvergencia služieb	13
1.2.3. Sieťová konvergencia	14
1.3. Väzba medzi FMC a UMTS	14
1.3.1. Väzba medzi UMTS a FMS z pohľadu vývoja služieb	14
1.3.2. Charakteristiky UMTS vo vzťahu k FMC	15
1.3.3. Privátna bunková sieť na základe UMTS	19
1.4. Referenčný model FMC	20
1.5. Virtual Home Environment	21
1.5.1. Základná filozofia VHE	21
1.5.2. Model architektúry VHE	22
1.5.3. Konceptia VHE pri FMC	23
1.5.3.1. VHE konceptia založená na CAMEL	25
1.5.3.2. VHE konceptia založená na čipovej karte a koncovom zariadení	26
1.6. IP multimediálny podsystém IMS	28
1.6.1. Časový vývoj mobilných telekomunikačných sietí	28
1.6.2. Štandardizácia IMS	32
1.6.3. Architektúra TISPA / IMS	34
1.6.4. Vrstvy v IMS	42
1.6.5. Funkčná väzba IMS na PSTN a mobilné siete	46
1.6.6. Prepojenie sietí	48
1.6.7. Signalizačné procedúry v IMS	49
1.6.7.1. Princíp činnosti GPRS	50
1.6.7.2. GPRS/UMTS - registrácia	51
1.6.7.3. IMS registrácia	52
1.6.7.4. Mobile Origination, Mobile Termination	54
1.6.7.5. IMS a kvalita služby v UMTS	60
1.6.7.6. Signalizácia pre rezervovanie sieťových prostriedkov	61
1.6.8. Stručný popis niektorých IMS aplikácií	62
1.6.8.1. Niektoré IMS aplikácie pre telekomunikačné siete	63
1.6.8.2. Platforma hier (Gaming Platform)	64
2. Siete novej generácie NGN	67
2.1. Úvod	67
2.2. Všeobecná štruktúra NGN	67
2.3. Techniky pripojenia účastníkov na NGN	69
2.4. Motivácia pre NGN	70

2.5. Požiadavky na NGN	71
2.6. Služby v NGN	76
2.7. Stručný popis niektorých NGN služieb	77
2.8. Prenos signalizácie cez internet	78
3. Inteligentné siete (IN) v IP prostredí	81
3.1. Základné koncepčné riešenie	81
3.2. Úroveň sieťových uzlov (Physical Plane)	82
3.3. Ďalší rozvoj inteligentných služieb	86
3.3.1. Virtual Home Environment - VHE	88
4. MPLS siete	91
4.1. Úvod	91
4.2. Základná štruktúra MPLS siete	91
4.3. Protokoly podporujúce MPLS	94
4.4. MPLS záhlavie	95
4.5. MPLS spínače	96
4.5.1. Statické programovanie	97
4.5.2. Dynamická signalizácia, distribúcia Labelov	97
4.6. Koncepcia Forwarding Equivalence Class - FEC	104
4.7. Smerovanie prevádzky TE (Traffic Engineering)	106
4.8. Ciele MPLS - TE a jeho základne funkcie	109
4.9. TE – LSDB, smerovacie tabuľky pre TE techniku	112
4.10. MPLS - TE signalizácia	115
4.10.1. CR - LDP	116
4.10.2. RSVP - TE	118
4.11. Porovnanie CR - LDP a RSVP - TE	122
4.12. Tolerancia chýb v MPLS sieti	123
4.12.1. Rozpoznávanie chýb	124
4.12.2. Ochrana siete (Network Protection)	124
4.12.3. Presmerovanie v MPLS sieti	124
4.13. Perspektívy rozvoja MPLS - MPλS, GMPLS	128
4.14. Optická riadiaca úroveň	133
4.15. Smerovanie v GMPLS	134
4.15.1. LSP hierarchia	134
4.15.2. Zväzkovanie spojení	135
4.15.3. Neočíslované spojenia	135
4.15.4. Formát Labelu v GMPLS	136
4.15.5. Link Management Protocol (LMP)	136
4.16. Signalizácia v GMPLS	136
4.16.1. Hierarchická signalizácia LSPs	136
4.16.2. Zjednodušené optické - UNI (O-UNI)	138
4.16.3. Návrh Labelov a obojsmerná signalizácia	139
4.16.4. Správy o chybách	139
4.17. Chybová tolerancia	139

5. Gigabitový Ethernet	141
5.1. Úvod	141
5.2. Evolučný vývoj technológií Ethernetu	141
5.3. Základné požiadavky na 10 GE	143
5.4. Štandard 802.3 ae	143
5.4.1. MAC podvrstva	144
5.4.2. Reconciliation podvrstva	145
5.4.3. Rozhrania	145
5.4.4. XGXS	145
5.4.5. Fyzická vrstva 10 GE	145
5.4.6. Kódovacia fyzická podvrstva PCS	147
5.4.7. Rozhranie WIS - WAN	147
5.4.8. PMD	147
5.5. 10 GE a SONET/SDH	148
5.5.1. Požiadavky na spoluprácu	148
5.5.2. Príklad použitia	148
5.6. Porovnanie 1 GE s 10 GE	149
5.7. Nové sieťové koncepcie s 10 GE	149
6. Ethernet v prístupových sieťach	155
6.1. Úvod	155
6.2. Prístup typu bod - viac bodov cez optické vlákno	155
6.3. Prístup typu bod - bod cez optické vlákno	158
6.4. Prístup cez telefónny kábel	159
7. Virtuálne lokálne siete - V LAN	161
8. Virtuálne privátne siete	163
8.1. Úvod	163
8.2. VPN topológie	164
8.2.1. VPN - vzdialený prístup	165
8.2.2. Host - to - Host VPN	166
8.2.3. Sieť - sieť - VPN	166
8.3. VPN zabezpečovacie technológie	168
8.3.1. VPN technika	168
8.3.2. Technológie tunelovania	190
8.3.3. Modely tunelovania	190
8.3.4. Zabezpečovacie technológie v L 2 VPN	172
8.3.4.1. PPP - Point-to-Point Protocol	172
8.3.4.2. L2TP	173
8.3.4.3. L2TP tunelovacie modely	176
8.3.5. Zabezpečovacia technológia v L 3 VPN	178
8.3.5.1. IP sec	179
8.3.5.2. IP sec združené zabezpečenie (Security Association)	180
8.3.5.3. Základne časti IP sec - protokoly	180
8.3.5.4. Prevádzkové režimy IP sec	181
8.3.5.5. Možnosti nasadenia IP sec	184

8.3.5.6. Priebeh výstavby IP sec - VPN	185
8.3.5.7. Utajovanie prenosu dát v L2TP tuneli	185
8.3.6. Zabezpečovacie technológie v L 4 VPN	188
8.3.6.1. SSL VPN	188
8.3.6.2. Transport Layer Security (TLS)	189
8.3.7. Zabezpečovacie technológie v L 7 VPN	190
8.3.7.1. Úvod	190
8.3.7.2. PGP	191
8.3.7.3. S/MIME	191
8.3.7.4. Groove	193
8.4. Spôsoby a technológie na vytvorenie VPN	193
8.4.1. Siet'ové zariadenia VPN	193
8.4.2. VPN založené na prepojení CE	195
8.4.3. VPN založené na prepojení PE	196
8.4.4. Spôsoby a technológie na vytvorenie L 2 VPN, resp. L 3 VPN	197
8.4.5. L 2 VPN	198
8.4.5.1. ATM / FR - VPN	198
8.4.5.2. VPWS	198
8.4.5.3. VPLS	201
8.4.5.4. IPLS	203
8.4.6. L 3 VPN	204
8.4.6.1. BGP/MPLS - VPN	204
8.4.6.1.1. Všeobecný prehľad o funkciách BGP/MPLS - VPN	205
8.4.6.1.2. VPN - IPv4 adresy	208
8.4.6.1.3. Cieľový smer	210
8.4.6.1.4. Typické VPN topológie	211
8.4.6.1.5. Príklad nosnej siete ISP	215
8.4.6.1.6. Výstavba LSP cez MPLS sieť	219
8.4.6.2. VPN na základe virtuálnych smerovačov	222
9. Dynamické transportné siete	225
9.1. Základné vlastnosti	225
9.2. Transportná sieť s automatickým prepojovaním ASTN	227
9.2.1. Architektúra ASTN	227
9.2.2. Základne funkcie riadiacej úrovne	229
9.2.3. Výstavba a rozpad SC spojení pomocou GMPLS RSVP - TE	233
9.2.4. Výstavba a rozpad spojenia pomocou GMPLS CR-LDP	236
9.3. Optická sieť s automatickým prepojovaním ASON	239
9.3.1. Základné vlastnosti	239
9.3.2. Architektúra smerovania v ASON	242
10. Resilient Packet Ring	245
10.1. Úvod	245
10.2. Siete založené na RPR	245
10.3. Základné vlastnosti RPR sietí	246

10.4. Funkcie vo fyzickej vrstve	247
10.5. RPR protokoly	247
10.5.1. RPR Ring MAC Protocol	247
10.5.2. Referenčný model RPR MAC podvrstvy	248
10.5.3. Formát RPR rámca	250
10.5.4. Prenos RPR rámcov	251
10.5.5. MAC Control podvrstva	253
10.5.6. RPR Topology Discovery protokol	253
10.5.7. RPR Ring Protection protokol	254
10.5.8. Control Access Protocol	255
10.6. Fairness procedúra	255
10.7. Výber prenosového prstenca	256
10.8. OAM funkcie	256
10.9. Regulácia šírky pásma v RPR sieti	257
10.9.1. Spatial Reuse	257
10.9.2. Štatistické multiplexovanie	257
10.10. Spatial Reuse Protocol	258
10.10.1. Základné vlastnosti	258
10.10.2. SRP - fairness algoritmus	261
10.10.3. Intelligent Protection Switching - IPS	261
11. Fibre Channel	265
11.1. Základné vlastnosti	265
11.2. FC topológia	265
11.3. Dátový FC rámec	267
11.4. FC prenosové médium	267
11.5. FC - vrstvový model	268
11.5.1. FC 0 - fyzická vrstva	268
11.5.2. FC 1 - kódovacie a dekódovacie procedúry	269
11.5.3. FC 2 - Manažment a informačná štruktúra	269
11.5.4. FC 3 Common Service	270
11.5.5. FC 4 Protocol Mapping	270
Register	271