

David Bazala

# **TELEKOMUNIKACE & VoIP TELEFONIE I.**

Praha 2006



Publikace obsahuje podrobný popis telefonních periférií používaných ve střední Evropě k připojení do veřejných, mezinárodních a mezioperátorských telefonních sítí. Obsah knihy by měl být plně dostačující pro zájemce o VoIP, kteří si chtějí doplnit obecné znalosti ze světa telekomunikací. Vzhledem k tomu, že klasická telekomunikační technika se bude používat i nadále, jsou podrobně popsány ty části, které navazují na technologie internetu. Sloučení obou zdrojů je prezentováno jako úvod do VoIP, přičemž tato technologie se bude bezesporu vyvíjet s obdobnou akcelerací jako dříve internet. Ačkoliv se dnes mnoho lidí staví k alternativnímu telefonování poněkud skeptičtěji, je jen otázka času, kdy se VoIP stane běžnou součástí kancelářského a domácího prostředí. Postupná technologická konvergence dala podnět i ke vzniku této publikace, která má účelově sloučit počítačové a telekomunikační techniky.

Knihy je určena pro správce počítačových sítí, analytiku, programátory, ale svým chronologickým řazením témat může posloužit i jako učebnice či průvodce telefonie konce minulého století. Publikace by neměla chybět nikde tam, kde se protíná hlasová a datová komunikace.

---

David Bazala

## Telekomunikace & VoIP telefonie I.

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autoři a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládané informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Všechny registrované nebo jiné obchodní známky použité v této knize jsou majetkem jejich vlastníků. Uvedením nejsou zpochybněna z toho vyplývající vlastnická práva.

Veškerá práva vyhrazena

© David Bazala, Praha 2006

© Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

David Bazala: Telekomunikace & VoIP telefonie I.

BEN – technická literatura, Praha 2006

1. vydání

**ISBN 80-7300-201-9**

# OBSAH

## **1 Generace ústředen 11**

1.1	Obecný popis dělení ústředen na generace	12
1.2	Nultá generace	12
1.3	První generace	12
1.4	Druhá generace	13
1.5	Dva a půltá generace	14
1.6	Třetí generace	14
1.7	Tří a půltá generace	15
1.8	Čtvrtá generace	15
1.9	Pátá generace	16

## **2 Přenosové systémy 17**

2.1	Obecný popis dělení přenosových systémů	18
2.2	Nultá generace	19
2.3	První generace	19
2.4	Druhá generace	19
2.5	Dva a půltá generace	21
2.6	Třetí generace	21
2.7	Čtvrtá generace	22
2.8	Čtvrtá a půltá generace	23

## **3 Hovorové spínací prvky HSP 25**

3.1	Obecné dělení a konstrukce HSP	26
3.2	Forma řízení HSP	26
3.3	Vlastnosti řízení HSP	27
3.4	Vlastnosti spojení vstupu a výstupu u HSP	28

3.5	Časové vazby a dispozice HSP	28
3.6	Mechanické a provozní vlastnosti HSP	28
3.7	Hovorový spínací prvek s jazýčkovým kontaktem	29
3.8	Princip HSP s jazýčkovým relé a proudovým přidržením	29
3.9	Princip HSP s jazýčkovým relé a magnetickým přidržením	30
3.10	Konstrukce HSP s doutnavkou	30
3.11	Princip spojovacího pole s doutnavkou	31
3.12	Princip spojovacího pole s tyatronem	32
3.13	Princip spojovacího pole s diodou	33
3.14	Princip spojovacího pole s tranzistorem	33
3.15	Ovládání HSP s tranzistorem pomocí klopného obvodu	34
3.17	Bistabilní polovodičové prvky	35
3.18	Princip spojovacího pole s čtyřvrstvou diodou	36
3.19	Princip spojovacího pole s čtyřvrstvou triodou	37
3.20	Princip spínacího bodu s tyristorem	38
3.21	Hovorové spínací prvky s tranzistorem FET	39
3.22	Princip spínacího bodu s tranzistorem FET	40
3.23	Hovorové spínací body s optoelektrickými prvky	41

## **4**   **Prostorové prvky**   **43**

4.1	Základní prostorový prvek	44
4.2	Vnitřní struktura základního PP	46
4.3	Rovina v prostorovém prvku	47
4.4	Redukční prostorový prvek	48
4.5	Vnitřní struktura redukčního PP	50
4.6	Expanzní prostorový prvek	51
4.7	Vnitřní struktura expanzního PP	52

## **5**   **Prostorová pole**   **55**

5.1	Obecný popis a značení v systémech	56
5.2	Vnitřní struktura prostorového pole	56

## **6**   **Prostorový článek**   **59**

- 6.1    Obecný popis kombinačních zapojení    60
- 6.2    Vnitřní struktura multiple článku MČ    61

## **7**   **Prostorová spojovací pole**   **63**

- 7.1    Obecná charakteristika    64
- 7.2    I. stupňové prostorové spojovací pole    64
- 7.3    II. stupňové prostorové spojovací pole    65
- 7.4    Princip spojování v prostorovém spojovacím poli    66

## **8**   **Časové prvky, pole a články**   **69**

- 8.1    Digitalizace v telekomunikacích    70
- 8.2    A/D převodník    70
- 8.3    D/A Převodník    72
- 8.4    Tvarové zkreslení při digitalizaci (A/D – D/A)    73
- 8.5    Časový radič kanálů    74
- 8.6    Časový vyřazovač kanálů    75
- 8.7    Princip časového dělení hovorových spojů    76
- 8.8    Časový rámec PCM I.    78
- 8.9    Časový spojovací článek    79

## **9**   **Kombinované spojovací pole**   **81**

- 9.1    Využití v současných telekomunikacích    82
- 9.2    Kombinované spojovací pole do 1000 účastníků    82

## **10**   **Interface U**   **85**

- 10.1    Obecný popis rozhraní    86
- 10.2    Obecný popis HW pro rozhraní U    86
- 10.3    Elektrické vlastnosti rozhraní U    87

10.4	Časové dispozice rozhraní U	88
10.5	Detekce MFC volby na rozhraní U	90
10.6	Funkcionalita a implementace signálů rozhraní U pro ústředny V. generace	91
10.7	Přehled zpráv U rozhraní mezi L2 a L3 vrstvou	92
10.8	SDL vývojové diagramy u rozhraní U	93
10.9	Sekvenční diagram pro rozhraní U	95
10.10	Specifikace rozhraní U v ústředně páté generace	96

## **11 Interface V 99**

11.1	Obecný popis rozhraní	100
11.2	Obecný popis HW Interface V	100
11.3	Elektrické vlastnosti rozhraní V	101
11.4	Funkcionalita a implementace signálů rozhraní V pro ústředny V. generace	101
11.5	Přehled zpráv rozhraní V mezi L2 a L3 vrstvou	102
11.6	SDL vývojové diagramy u rozhraní V	106
11.7	Sekvenční diagram pro rozhraní V	107
11.8	Specifikace rozhraní V ústředny páté generace	108

## **12 Interface PCM 109**

12.1	Obecný popis rozhraní	110
12.2	Rámcová a multirámcová struktura v 16. kanálu	111
12.3	Analýza bitové logiky signalizace K a definice stavů K	112
12.4	Stavy K ve směru odchozím	112
12.5	Stavy K ve směru příchozím	113
12.6	Specifikace Interface PCM v ústředně páté generace	114
12.7	Přehled zpráv rozhraní PCM L3	115
12.8	SDL vývojové diagramy rozhraní PCM L2 (K-Proces)	122
12.9	Sekvenční diagram pro rozhraní PCM L2	123
12.10	SDL vývojové diagramy rozhraní PCM L3 (PCM-Proces)	124
12.11	Sekvenční diagram pro rozhraní PCM L3	125

## **13 Multifrekvenční vázaný kód R2 127**

13.1	Využití kódu R2	128
13.2	Popis algoritmu kódu R2 výměny značek	128
13.3	Specifikace signalizace R2 v ústřednách páté generace	129
13.4	Tabulky významu jednotlivých skupin R2 kódů	130
13.5	Optimalizace R2 značek pro ústředny V. generace	131
13.6	SDL vývojové diagramy pro rozhraní R2	133
13.7	Sekvenční diagram pro přenos čísla volajícího	135

## **14 Interface BRA 137**

14.1	Obecný popis rozhraní	138
14.2	Formát zprávy L3 BRA	139
14.3	Soubor nejdůležitějších signálů DSS1	140
14.4	Příklad analýzy signálu DSS1 z doporučení Q.931	142
14.5	Struktura Elementů a Oktetů	144
14.6	Informační Elementy a jejich formát	145
14.7	Jednooktetový prvek	146
14.8	Více oktetový prvek	147
14.9	Inteligentní zpracování oktetů v ústředně páté generace	148
14.10	SDL vývojové diagramy u rozhraní BRA	149
14.11	Sekvenční diagram pro rozhraní L3 BRA	151
14.12	Sestavení hovoru ISDN terminálu s jiným ISDN terminálem	152
14.13	Rušení hovoru ISDN terminálu s jiným ISDN terminálem	154
14.14	Implementace služeb ISDN	154
14.15	Obsluha a přidělování CREF a TEI	157
14.16	Specifikace rozhraní ISDN BRA v ústředně páté generace	158

## **15 Interface PRI 161**

15.1	Obecný popis rozhraní	162
15.2	Funkcionalita Interface PRI v ústředně páté generace	163
15.3	Souhrn vlastností PRI a jejich implementace	163

15.4	Specifikace rozhraní PRI v ústředně páté generace	163
15.5	Vazba stavu DSS1 a spojovacích procesů ústředny páté generace	165
15.6	SDL diagram obsluhy STATUS a definice SubProcesu	166

## **16 Interface SS7 169**

16.1	Obecný význam signalizace v moderních telekomunikacích	170
16.2	Blokové schéma komponent signalizace SS7	170
16.3	Protokolová architektura SS7	171
16.4	Struktura MTP Layer 2 pro signalizaci SS7	171
16.5	Inicializace L2 pro přenos MSU	173
16.6	MTP Layer 3 a typy zpráv L3	175
16.7	ISUP signály	176
16.8	Ukázkové tabulky pro Message Type a Information Element	178
16.9	Nejdůležitější zprávy ISUP	178
16.10	Podrobnější analýza ISUP signálu	179
16.11	Sestavení a zrušení telefonního spojení SS7	182
16.12	VoIP konvertor	184
16.13	Používaná architektura připojení PBX do národní telefonní sítě	185
16.14	Rozdíly PRI a SS7 ovlivňující obchodní podmínky použití	187
16.15	Technická specifika PRI a SS7	188

## **17 Konvergence a úvod do VoIP 189**

17.1	Globální pohled na telefonní síť a informační technologie IT	190
17.2	Konvergence telefonních a počítačových sítí	192
17.3	Technické aspekty konvergence	193
17.4	Obchodní rozvoj komponent pro konvergenci a VoIP	194
17.5	Problematika standardizace a nekompatibility výrobců	194
17.6	Řízení kvality a funkcionality spojení VoIP	195
17.7	Budoucnost VoIP a hybridní telefonní systémy	195

18.1	Obecný popis komponent SIP	200
18.2	Specifikace komponenty SIP	201
18.3	Způsoby komunikace mezi UA	201
18.4	Metody a odpovědi SIP	202
18.5	Komunikace metod a odpovědí při budování spoje	203
18.6	Datový formát metod a odpovědí SIP protokolu	204
18.7	Specifikace rozhraní SIP v ústředně páté generace	207
18.8	Zprávy L3 SIP rozhraní SIP	207
18.9	SDL vývojové diagramy u rozhraní SIP	209
18.10	Sekvenční diagramy pro rozhraní SIP L3	210

---

## **Použitá literatura a zdroje informací**

- [1] Signalizace v telekomunikačních sítí (NADAS, 1979)
- [2] Elektronické telefonní systémy (Ing.E. Prager/Ing.J. Trnka, 1972)
- [3] Spojovací technika (SNTL/ALFA, 1978)
- [4] Měřicí přístroj Scorpion Conbi (BRI/PRI/PSTN Tester)
- [5] Měřicí přístroj CMA 3000 (SS7 analyzátor)
- [6] Vývojový prostředek TelBild (ProTel engineering, spol. s r.o.)
- [7] Internetové stránky AmaPro ([www.volny.cz/amapro](http://www.volny.cz/amapro))
- [8] ITU-T Q.704 (Specifications of SS7 – Message transfer part)
- [9] ITU-T Q.764 (Specifications of SS7 – ISDN user part)
- [10] ITU-T Q.931 (Digital subscriber Signalling System No.1 – Network layer)
- [11] TestCom, MTP/ISUP V1 (Národní specifikace SS7)
- [12] Signaling System #7, Fourth Edition (Travis Russel, McGraw-Hill)

# ÚVODNÍ SLOVO

Vážení čtenáři,

publikace „Telekomunikace & VoIP telefonie I.“ je výsledkem mé práce v oblasti telekomunikací za posledních 10 let. Dovoluji si Vám nabídnout stručný přehled historie telekomunikací minulého století z pohledu vývojového pracovníka. Pokusil jsem se u jednotlivých generací ústředen vyzvednout specifické rysy a zdůraznit základní potřeby pro další rozvoj vyšších generací ústředen. Osobně jsem ještě zažil reléové systémy, které daly základy mému dalšímu poznávání telekomunikací. Prošel jsem transformací SPT Telecomu a.s na Český Telecom, kde jsem se seznámil s technologiemi ústředen čtvrté generace a ISDN. Vždy jsem si všechny svoje poznatky dokumentoval a některé postřehy jsem otisknul v odborných časopisech. Práce mě velice bavila a byl jsem rád, když jsem se mohl podělit o své zkušenosti s techniky jiných oblastí IT. Poslouchal jsem a četl názory a zkušenosti z oblastí počítačových sítí a programování. Nedalo mi to a pokusil jsem se o větší publikační projekt, který ukazuje telekomunikace z pohledu počítačového technika, což je ostatně větší část této publikace. Jako správný český technik jsem neusínal na vavřínech a začal jsem se svou tvůrčí činností. K dalšímu působení se objevuje v mém životě dosud neznámá česká firma, která začínala vývojovými pracemi na ústředně páté generace. Po několika letech v této firmě se nám podařilo úspěšně nasazovat funkční VoIP systémy v běžném telefonním provozu v České a Slovenské republice. Tato skutečnost mi dovoluje veřejně prezentovat své zkušenosti a názory, které jsou nové a identické naší národní síti. Tak jako já jsem se seznamoval s výpočetní technikou, doporučuji všem počítačovým odborníkům seznámit se s telekomunikační technikou. Je všeobecně známo, že obě platformy se do posledních let značně odlišovaly. S příchodem konvergence IT a telekomunikací se více přibližuje úhel pohledu na telekomunikace a počítače. Publikace není strohou učebnicí z dob socialistické éry, ale průvodcem telekomunikačních systémů, určené pro zájemce o levnou internetovou telefonii. Protože lze předpokládat její budoucnost, měla by ve světě internetu existovat i představa o klasických telefonních sítích. Vzhledem k tomu, že se mi v české odborné literatuře nepodařilo najít nic populárního, co by oba světy spojovalo, seřadil jsem své články a poznatky do této knihy. Publikace „Telekomunikace & VoIP telefonie I.“ je doplněna o mnohé příklady, poznámky a paradoxy z praxe. Pevně věřím, že Vás zaujme, pobaví a občas i poučí.

Autor publikace: David Bazala