

Propojení telefonních ústředen Asterisk a Netstar pomocí protokolu SIP

Interconnecting of the telephone switchboards Asterisk and Netstar by the protocol SIP

Jarmil Rubáč

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jarmil RUBÁČ**
Osobní číslo: **A08694**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Propojení telefonních ústředěn pomocí protokolu SIP**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární řešení na dané téma.
2. Zkompilujte odpovídající operační systém ústředny Asterisk a instalujte vlastní programy na telefonních ústřednách.
3. Propojte telefonní ústředny Asterisk a Netstar pomocí protokolu SIP.
4. Na ústřednách nastavte standardní služby a otestujte provoz mezi nimi.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. WINTERMEYER, Stefan, BOSCH, Stephen. *Practical Asterisk 1.4 and 1.6. 1st edition. 1st edition. United States, Michigan : Addison Wesley, 2010. 793 s. ISBN 978-0-321-52566-6.*
2. MEGGELEN, Jim, MADSEN, Lei, SMITH, Jared. *Asterisk?: The Future of Telephony. 1st edition. United States, Cambridge (Massachusetts) : O'Reilly Media, 2005. 576 s. ISBN 978-0-596-51048-0.*
3. VOŽNÁK, Miroslav. *Voice over IP. 1. vydání. Česká republika, Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008. 176 s. ISBN 978-80-248-1828-3.*
4. *Konfigurace ATEUS - NETSTAR. Praha : 2N Telekomunikace, 2008. 76 s.*
5. *Konfigurace a technické parametry ATEUS - NETSTARU. Praha : 2N Telekomunikace, 2006. 74 s.*

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Miroslav Matýsek, Ph.D.

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání bakalářské práce:

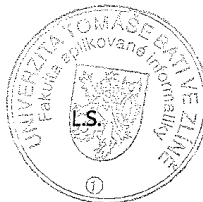
25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

7. června 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na propojení dvou telekomunikačních systémů. Jedná se o propojení dvou firem, z nichž jedna používá komunikační server s aplikací Asterisk a druhá firma využívá telefonní ústřednu Netstar. Důvodem propojení je sloučení obou firem a požadavek vzájemné bezplatné hlasové komunikace přes internet. V této práci jsou popsány postupy instalací uvedených systémů a nastavení komunikace s využitím technologie VoIP (Voice over Internet Protocol). Práce zároveň obsahuje rozbor nejnovějších trendů v oblasti telekomunikačních technologií.

Klíčová slova: Asterisk, Netstar, VoIP, SIP, PBX, telefonní ústředna

ABSTRACT

This thesis focuses on the interconnection of two telecommunication systems. This is to link the two companies, one of which uses a communications server running Asterisk and another company uses a telephone exchange Netstar. The reason for this connection is an amalgamation of both companies and mutual demand free voice communications over the Internet. The paper describes how to install the systems and setting communication using VoIP (Voice over Internet Protocol). The work also includes analysis of recent trends in telecommunications technology.

Keywords: Asterisk, Netstar, VoIP, SIP, PBX, telephone switchboards

Poděkování:

Mé poděkování patří vedoucímu bakalářské práce Ing. Miroslavu Matýskovi za rady, odborné vedení a čas, který mi věnoval. Také chci poděkovat společností 2N telekomunikace a.s. a Emos spol. s r.o. za poskytnutí odborné dokumentace a zapůjčení komunikačních systémů.

Můj dík patří též všem pedagogům Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati, za přípravu a odborné vedení během celého mého studia.

Na závěr chci poděkovat své rodině, která mi poskytla podmínky pro studium.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

podpis diplomanta

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| OBSAH | 7 |
| ÚVOD | 10 |
| I. TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 PŘENOS HLASU V DATOVÝCH SÍTÍCH, KOMUNIKAČNÍ VRSTVY | 12 |
| 1.1 PROTOKOLY PRO PŘENOS HLASU | 13 |
| 1.2 METODY ZABEZPEČENÍ RTP TOKU | 14 |
| 2 NÁROKY VOIP NA PŘENOSOVOU SOUSTAVU | 15 |
| 2.1 KÓDOVÁNÍ | 15 |
| 2.2 KODEKY | 15 |
| 3 PROTOKOL SIP | 17 |
| 3.1 SIP URI | 17 |
| 3.2 POPIS SIP KOMUNIKACE | 18 |
| 3.3 METODY PROTOKOLU SIP | 19 |
| 3.4 SIP ZPRÁVY PŘI SESTAVOVÁNÍ SPOJENÍ | 19 |
| 3.4.1 Charakteristika odpovědí u SIP | 20 |
| 3.5 BEZPEČNOST KOMUNIKACE U PROTOKOLU SIP | 21 |
| 4 SERVER S APLIKACÍ ASTERISK | 22 |
| 4.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA | 22 |
| 4.2 HLAVNÍ FUNKCIONALITY APLIKACE ASTERISK | 22 |
| 4.3 DALŠÍ SLUŽBY APLIKACE ASTERISK | 23 |
| 4.4 BALÍČKOVACÍ SYSTÉM PRO INSTALACI APLIKACE ASTERISK | 24 |
| 4.5 NASTAVENÍ PROGRAMU APLIKACE ASTERISK | 26 |
| 4.6 OVLÁDÁNÍ Z PŘÍKAZOVÉHO ŘÁDKU | 26 |
| 5 TELEFONNÍ ÚSTŘEDNA NETSTAR | 27 |
| 5.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TELEFONNÍ ÚSTŘEDNY NETSTAR | 27 |
| 5.2 PŘEHLED ZÁKLADNÍCH SLUŽEB SYSTÉMU | 27 |
| 5.3 POPIS KARET PŘIPOJITELNÝCH DO TELEFONNÍ ÚSTŘEDNY NETSTAR | 28 |
| 6 NOVÉ TRENDY V TELEKOMUNIKACÍCH | 29 |
| II. PRAKTICKÁ ČÁST | 30 |
| 7 INSTALACE SERVERU ASTERISK A ÚSTŘEDNY NETSTAR | 31 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 8 | INSTALACE SERVERU S APLIKACÍ ASTERISK..... | 32 |
| 8.1 | INSTALACE APLIKACE ASTERISKNOW | 32 |
| 8.1.1 | Nastavení komunikačních parametrů | 32 |
| 8.2 | NASTAVENÍ SIP ÚČTŮ – NASTAVENÍ SOUBORU SIP.CONF | 34 |
| 8.2.1 | Nastavení globálních parametrů v souboru sip.conf..... | 35 |
| 8.2.2 | Nastavení SIP účtu pro telefony v souboru sip.conf..... | 35 |
| 8.2.3 | Nastavení trunku pro spojení ústřednou NETSTAR v souboru sip.conf..... | 36 |
| 8.3 | NASTAVENÍ DIALPLÁNU PRO POBOČKY A TRUNKY | 37 |
| 8.3.1 | Nastavení obecných parametrů v souboru extensions.conf. | 38 |
| 8.3.2 | Nastavení kontextu pro interní hovory. | 38 |
| 8.3.3 | Nastavení kontextu pro příchozí hovory. | 39 |
| 8.3.4 | Nastavení kontextu pro odchozí hovory. | 39 |
| 8.3.5 | Nastavení kontextu pro zabezpečení proti zneužití Asterisku | 40 |
| 8.4 | NASTAVENÍ ROZSAHU RTP PORTŮ | 40 |
| 9 | INSTALACE TELEFONNÍ ÚSTŘEDNY NETSTAR..... | 41 |
| 9.1 | KONFIGURACE KOMUNIKAČNÍCH PARAMETRŮ ÚSTŘEDNY NETSTAR | 42 |
| 9.2 | LOKALIZACE KOMUNIKAČNÍHO SYSTÉMU | 42 |
| 9.3 | INSTALACE SYSTÉMOVÝCH A ANALOGOVÝCH LINEK SYSTÉMU..... | 43 |
| 9.4 | INSTALACE SIP TRUNKU..... | 44 |
| 9.5 | INSTALACE INTEGROVANÉ GSM BRÁNY..... | 45 |
| 9.6 | DEFINICE ROUTERŮ PRO ODCHOZÍ SMĚR..... | 46 |
| 9.7 | DEFINICE ROUTERŮ PRO PŘÍCHOZÍ SMĚR ZE SERVERU ASTERISK | 47 |
| 9.8 | DEFINICE ROUTERŮ PRO PŘÍCHOZÍ SMĚR GSM PŘENAŠEČE | 48 |
| 10 | TESTOVÁNÍ PROVOZU PROPOJENÝCH KOMUNIKAČNÍCH ZAŘÍZENÍ..... | 49 |
| 10.1 | INTERNÍ VOLÁNÍ MEZI POBOČKAMI OBOU SYSTÉMŮ | 49 |
| 10.2 | TESTOVÁNÍ ODCHOZÍCH EXTERNÍCH HOVORŮ | 50 |
| 10.3 | TESTOVÁNÍ PŘÍCHOZÍCH GSM VOLÁNÍ | 51 |
| 10.4 | POUŽITÍ PROGRAMU WIRESHARK..... | 53 |
| | ZÁVĚR | 55 |
| | CONCLUSION | 56 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 57 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 58 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 59 |
| | SEZNAM TABULEK | 61 |

SEZNAM PŘÍLOH..... 62

ÚVOD

Telekomunikace jsou dynamicky rozvíjející se obor. Určitě si vzpomeneme na dobu bez mobilních telefonů, která je už minulostí. Od nástupu mobilních telefonů se mnoho změnilo. Všechny služby se postupně digitalizují a mobilní komunikace využívá stále více lidí. Co se týče pevných telefonních linek, tak těch v domácnostech rapidně ubylo. Stojí však za úvahu, jestli tomu nenapomohla špatná strategie tehdejšího monopolního operátora. Po rozvodech, které původně měli sloužit pro telefonní linky, se připojuje i internet a s ním i internetová telefonie.

Pevných linek HTS a linek ISDN se více než v domácnostech používá ve firmách a institucích. Je to vždy spjato s individuálními nároky té dané organizace.

Tato individuální řešení se realizují nejčastěji pomocí telefonních ústředen - PBX (Private branch exchange). Novým trendům vévodí komunikační servery na bázi VoIP (Voice over Internet Protocol). Jejich nespornou výhodou je cena a také možnost využití uživatelských funkcionalit, které zde nejsou licencovány.

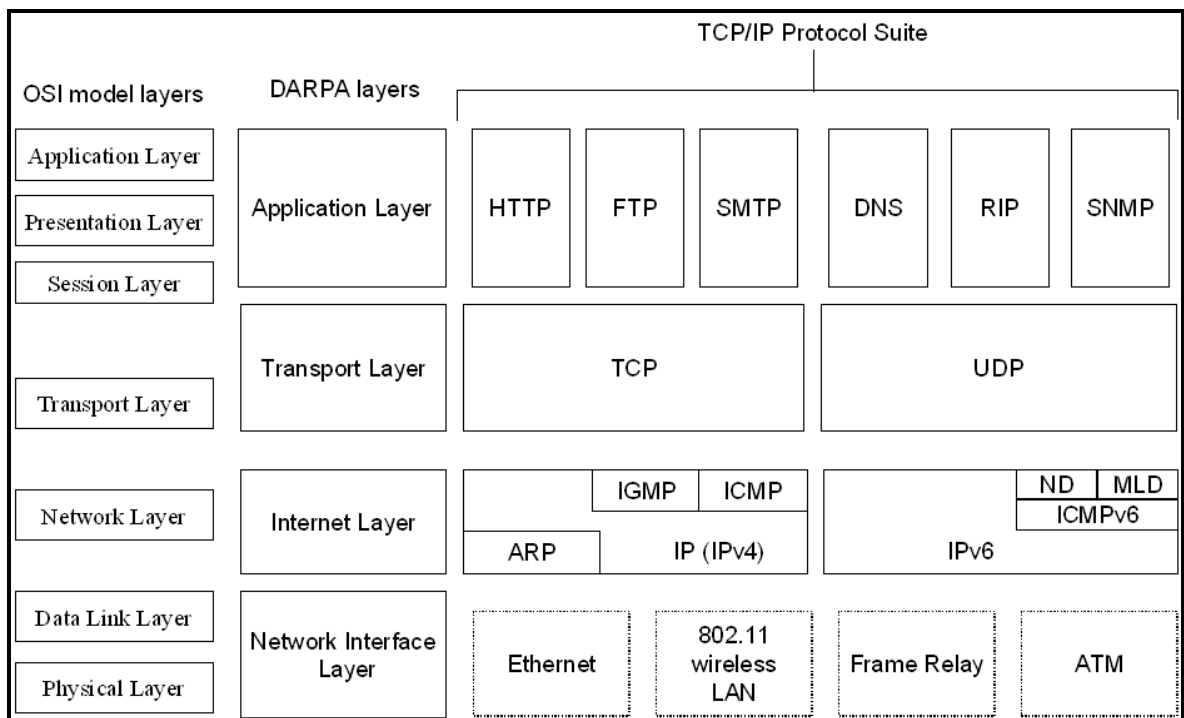
Na Českém trhu působí mnoho poskytovatelů hlasových a internetových služeb. Vedle klasických velkých telekomunikačních společností se stále více prosazují menší VoIP operátoři, kteří využívají masivně rozvíjející se internetovou síť a konkurují velkým operátorům rychlejší administrací, možností služeb a samozřejmě cenou.

Volání pomocí VoIP změnilo obor telekomunikací. Hlasová komunikace v datových sítích má dvě velké výhody, a to použití nových služeb, ale také využití jedné datové sítě což vede k úsporám financí. Vzhledem k tomu, jakou rychlostí se datové sítě v dnešní době rozšiřují, má tento trend velkou perspektivu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘENOS HLASU V DATOVÝCH SÍTÍCH, KOMUNIKAČNÍ VRSTVY

Veškerá hlasová nebo datová komunikace pracuje s použitím příslušných vrstev dle potřeby. K přenesení hlasových služeb se používá třetí vrstva OSI modelu s protokolem IP, a také čtvrtá vrstva protokolu UDP. Jednotlivé vrstvy spolupracují s vyšší vrstvou, odeslaná data jsou směřována do horní vrstvy, dále jsou směřována napříč modelem OSI k fyzickému rozhraní. V jednotlivých vrstvách se přidá záhlaví té dané vrstvy. Vlastní data jsou tak připravena k odeslání. U cílového příjemce se data rozbalují a každá vrstva si odebere svá data.



Obrázek 1. Model OSI. [7]

1.1 Protokoly pro přenos hlasu

Internet protocol

IP (Internet Protocol), patří mezi nejdůležitější protokoly, protože přenáší informace směrování. Vzhledem k IP máme dva typy uzlů, a to koncový (host) a směrovač (router).

V IP sítích se data posílají pomocí datagramů. Vlastní IP protokol se skládá z několika protokolů. Protokol IP. Protokol ICMP používaný pro signalizaci závažných stavů. Protokol IGMP, který se používá pro přenos oběžníků.

User Datagram Protocol

Jeden z nejrozšířenějších transportních protokolů UDP (User Datagram Protocol). Neovlivňuje povahu ani kvalitu jeho přenosových služeb, nenavazuje komunikaci, jen poskytuje své služby vrstvě vyšší. UDP také poskytuje multiplexování a demultiplexování datagramů. Programy, které používají UDP protokol k přenosu dat, musí zabezpečit kvalitu přenosů, kterou ke své funkci vyžadují. Spolehlivost UDP protokolu je nízká.

| | | |
|------|------------------------|----------------------|
| bity | 0 - 15 | 16 - 30 |
| 0 | číslo zdrojového portu | číslo cílového portu |
| 32 | délka | kontrolní součet |
| 64 | data | |

Tabulka 1. Struktura UDP.

Real Time Protocol

V sítích s protokolem IP se hlas přenáší v paketech RTP (Real Time Protocol), který využívá protokolu UDP na transportní vrstvě a na síťové vrstvě je používán IP protokol. RTP protokol má za úkol seřazení paketů a časové značkování.

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| IP hlavička 20 oktetů | UDP hlavička 8 oktetů | RTP hlavička 12 oktetů | Informace 20-160 oktetů |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|

Tabulka 2. Struktura hlaviček RTP paketu.

1.2 Metody zabezpečení RTP toku

Zabezpečení přenosu hlasu se řeší těmito metodami:

SRTP protokol

Hovory přenášené pomocí RTP protokolu jsou často nešifrované. Tím samozřejmě vzniká nebezpečí odposlechnů. Dostupné jsou různé programy na přehrávání této zachycené komunikace. Jedním z běžně používaných je Wireshark.

ZRTP protokol

ZRTP protokol je zdokonalením SRTP protokolu a vylepšuje jej o funkci výměny symetrických klíčů, při této výměně klíčů se uplatňuje Diffie-Hellmanův algoritmus. ZRTP používá režimy s délkou klíče 128bit a 256bit.

ZRTP používá tyto fáze komunikace:

Zjištění podpory ZRTP u komunikujících stran

Výměna klíčů

Přechod na použití SRTP protokolu

IPsec

IPsec představuje druhou možnost jak zabezpečit datový proud na úrovni síťové vrstvy.

| Autentizace: DH – Diffie-Hellman PSK – Pre Shared Key PKI – Public Key Infrastructure | Autentizace | Utajení | Integrita | |
|---|-------------|---------|-----------|---|
| SRTP (Secure RTP) | PSK | ANO | ANO | Klíče se musí dopředu distribuovat nějakým jiným způsobem |
| zRTP (Zimmermann RTP) | DH | ANO | ANO | klíče jsou dohodnuty pomocí modifikovaného DH algoritmu /není schválen IETF |
| IPSec (IP Security) | PKI | ANO | ANO | Není nutné integrovat IPsec do SIP aplikace, pokud je peer důvěryhodný |

Tabulka 3. Možnosti zabezpečení RTP toku. [9]

2 NÁROKY VOIP NA PŘENOSOVOU SOUSTAVU

Služby VoIP vyžadují, v porovnání s klasickým telefonováním, vyšší přenosovou kapacitu (se stejným kodekem). Požadavky VoIP na přenosovou kapacitu ovlivňuje několik věcí jako: typ kodeku, velikost hlasového vzorku, velikost záhlaví IP, použitý protokol pro přenos.

2.1 Kódování

Kódování DPCM (Differential Pulse Code Modulation) - „je modifikací PCM kódování a používá se ke snížení množství přenášených dat. Nekódují se nevzorkovaná data, ale jejich rozdíl oproti odhadnutému průběhu signálu. Průběh signálu je možné částečně odhadnout, protože po sobě následující vzorky jsou korelovány. To je způsobeno vlastnostmi hlasového traktu. Protože navzorkovaný průběh a odhadnutý průběh jsou si podobné, výsledný rozdíl má mnohem menší dynamický rozsah a je možné ho zakódovat pomocí menšího počtu bitů, tedy množství přenášených dat se snižuje.“ [3]

Kódování ADPCM Adaptive differential Pulse Code Modulation) - „vychází z DPCM. Je vylepšeno tak, že generátor srovnávacího průběhu je adaptivní a přizpůsobuje se konkrétní řeči, která se kóduje. Výsledkem je ještě menší dynamický rozsah než v případě DPSM a tedy opět menší počet bitů nutný k zakódování. Kromě toho se mění i vlastnosti kvantifikace pro charakteristiku konkrétní řeči.“ [3]

Kódování LPC (Linear Predictive Coding) - „je způsob kódování založený na úplně jiném principu než je PCM nebo ADPCM, ty vycházely z kvantifikace průběhu signálu. Metoda LPC vychází naopak ze znalostí o mluvicím traktu (tj. hlasivkách a krku). Tato metoda se snaží vytvořit model hlasového ústrojí člověka. LPC využívá předpokladu, že hlasový signál je generován bzučákem na konci trubky. Štěrbina mezi hlasivkami produkuje bzukot, který je charakterizován hlasitostí a frekvencí. Řeč kódovaná metodou LPC je srozumitelná už při šířce pásma 2,4kbit/s.“ [3]

2.2 Kodeky

Kodek můžeme nazvat algoritmem, který nám zmenší objem přenášených dat. Ve většině případů používají kodeky ztrátovou kompresi. To znamená, že data, která na jedné straně kódujeme, nejsou stejná s dekódovanými daty na straně druhé.

| Kodek | Typ | Rychlost [kbit/s] | MOS | MIPS |
|-------------------|----------|-------------------|------|------|
| G. 711 | PCM | 64 | 4,2 | 0,1 |
| G. 723.1 | MP-MLQ | 5,3 | 3,65 | 16 |
| G. 723.1 | ACELP | 6,4 | 3,9 | 16 |
| G. 726 | ADPCM | 32 | 3,85 | 12 |
| G. 728 | LD-CELP | 16 | 3,61 | 33 |
| G. 729 | CS-ACELP | 8 | 3,92 | 20 |
| G.729 2x kódovaný | CS-ACELP | 8 | 3,27 | 20 |
| G.729 3x kódovaný | CS-ACELP | 8 | 2,68 | 20 |

Tabulka 4. Parametry kodeků. [8]

G. 711 - „ je základní kodek, který se používá i v klasické telefonní síti. Kvalita přenášeného hlasu je totožná s kvalitou hlasu při běžném telefonním hovoru, MOS má hodnotu 4.2, rámeček trvá 0.125 ms. “[3]

G. 723.1 - „ používá buď kódování MP-MLP nebo ACELP první typ kódování vyžaduje šířku pásma 6.3kbit/s, druhý typ 5.3 kbit/s. Zpoždění kodeku je 30 ms a MOS skóre je 3.9 při použití kódování MP-MLQ a 3.65 při použití ACELP. “[3]

G. 726 - „, kodek používá kódování ADPCM, potřebná šířka pásma je 16, 24, 32 a 40 kbit/s. Kodek může zpracovávat bloky různé délky podle toho, jak velké zpoždění je požadováno pro 32 kbit/s se uvádí MOS = 3.85 “[3]

G. 728 - „, používá kódování LD-CELP. Potřebná šířka pásma je 16 kbit/s, MOS skóre je přibližně 3.6 “[3]

G. 729 - „, použité kódování je CS-ACELP – Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction. Rámeček trvá 10 ms a potřebná šířka pásma je 8 kbit/s, MOS je hodnocen 3.92 “[3]

GSM - „, kodek šířka pásma je 13 kbit/s. GSM je rychlejší než metody založené na slovníku. (CELP). “[3]

iLBC - „, internet Low Bit Rate Codek, tento kodek byl vyvinut firmou Global IP Sound, potřebná šířka pásma je 13.33 kbit/s, délka rámcu je 30 ms. Kodek umožňuje elegantní snížení kvality přenášeného signálu v případě zpoždění nebo ztráty paketů. Každý rámeček je komprimován na 399 bitů, které se potom přenáší. “[3]

3 PROTOKOL SIP

SIP (Session Initial Protocol) pracuje na aplikační vrstvě, jeho vývoj je uzpůsoben tak, aby byl rozšiřitelný a flexibilní. Protokol SIP se při komunikaci nejčastěji používá v součinnosti s protokoly RTP a SDP. SIP je užíván pro navázání spojení, úpravu a ukončení spojení s účastníkem nebo účastníky.

SIP uplatňuje strategii, kdy je veškerá logika a řízení umístěna v koncových bodech, přístrojích, zařízeních. Tyto koncové zařízení sledují komunikaci a tím je celý přenos odolnější proti rušivým elementům. Tím se tato strategie liší od klasického telefonování, protože tam jsou koncové zařízení ve většině případů primitivní. Protokol SIP se svou otevřeností a flexibilitou zajistí možnost implementace služeb, které u klasických linek nejsou možné.

3.1 SIP URI

SIP URI (Uniform Resource Identifier) je identifikován tímto obecným tvarem:

sip:user:password@host:port

Příklad:

sip: 201@192.168.55.110:5060

user – 201 je identifikace uživatele

password – heslo zde není použito

host – část, která je vztažena k doméně, hostiteli (192.168.55.110)

port – použitý port, standardně 5060

3.2 Popis SIP komunikace

Pro tento výklad je použit řádek z trasování z testovacího volání na linku 724131478 GSM přenašeče telefonní ústředny Netstar z mobilního čísla 606639778 GSM sítě, které je směrováno s použitím VoIP komunikace na pobočku 201 serveru aplikace Asterisk.

```

17:01:41.680 TX INVITE sip:201@192.168.55.110;user=phone SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.55.110:5060;branch=z9hG4bK95213344-8ECA-460E-876A-80C5F6C14733
From: <sip:606639778@192.168.55.110;user=phone>;tag=37736727-90C7-4539-9814-2B84CFFBAC33.00002d0d
To: <sip:201@192.168.55.110;user=phone>
Call-ID: 37736727-90C7-4539-9814-2B84CFFBAC33.00000045
Contact: <sip:606639778@192.168.55.110;user=phone>
CSeq: 20696 INVITE
User-Agent: NsPbx (3.0.6.80.34)
Max-Forwards: 70
Allow: INVITE, OPTIONS, REGISTER, SUBSCRIBE, NOTIFY, REFER, MESSAGE, INFO
P-Asserted-Identity: <sip:606639778@192.168.55.110;user=phone>
Privacy: none
Supported: replaces
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 184

-----
v=0
o=- 11533 0 IN IP4 192.168.55.110
s=-
c=IN IP4 192.168.55.111
t=0 0
m=audio 30000 RTP/AVP 8 0
a=rtpmap:8 PCMA/8000
a=ptime:20
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=ptime:20
a=sendrecv

```

Obrázek 2. Ukázka Trasování komunikace.

První řádek říká, že se jedná o zprávu *INVITE*, která se používá k sestavení spojení.

Pole *Via* je použito k záznamu cesty žádosti.

Pole hlavičky *From* a *To* identifikuje volajícího a příjemce volání.

Call-ID slouží pro identifikaci komunikace.

V poli *CSeq* jsou číslovány jednotlivé žádosti v rámci komunikace.

Contact obsahuje IP adresu a port, na kterém odesílatel očekává nové žádosti od volaného.

3.3 Metody protokolu SIP

REGISTER je požadavek na registraci nebo zrušení registrace uživatele

INVITE je požadavek na sestavení spojení

ACK tato metoda reakcí na požadavek *INVITE* a potvrzuje přijetí odpovědi

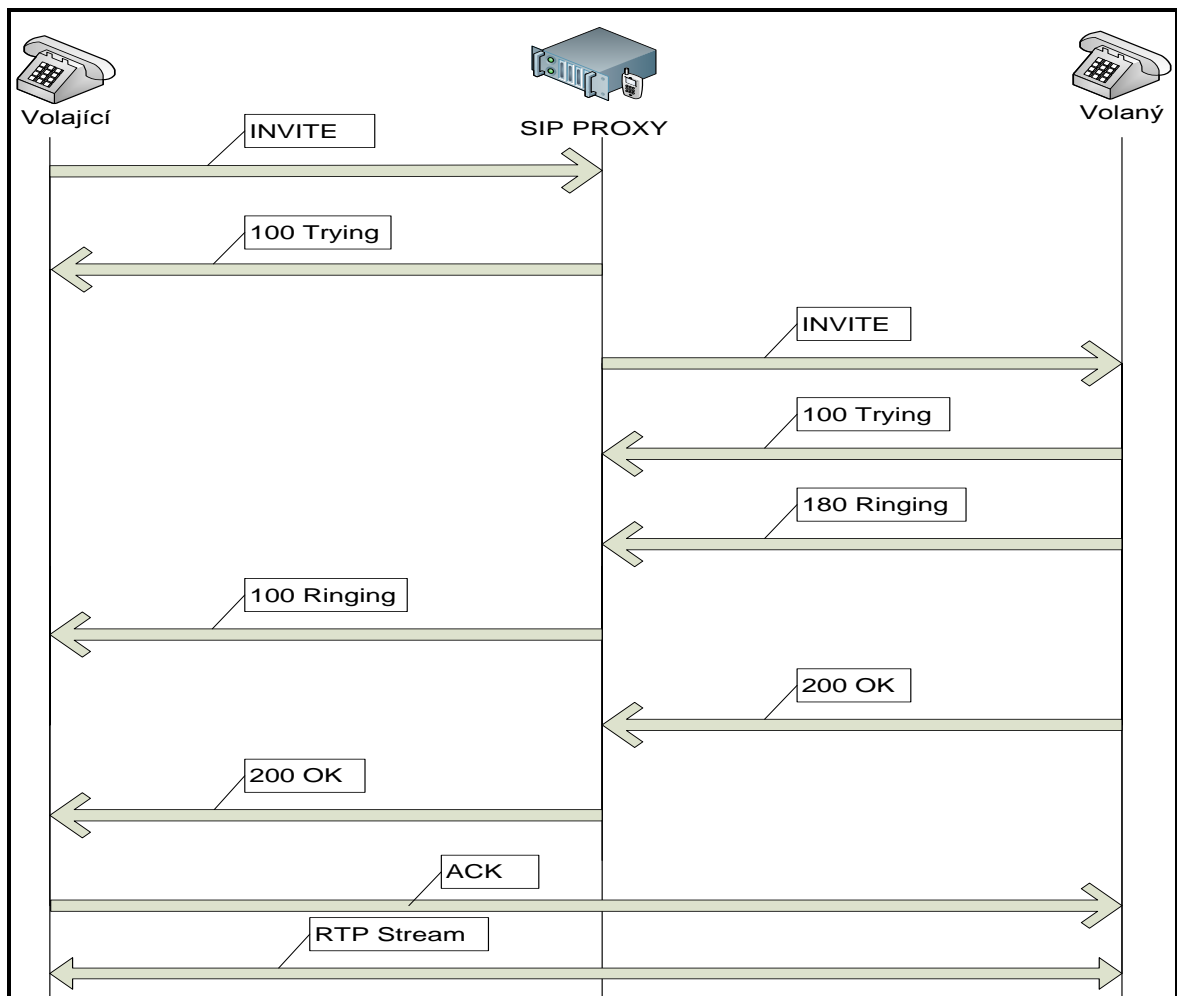
BYE používá se při ukončení spojení

CANCEL je požadavek ke zrušení sestavovaného spojení, pokud nedošlo k dialogu

OPTIONS slouží ke zjištění vlastností SIP aplikací, přístrojů

3.4 SIP zprávy při sestavování spojení

Na obrázku 3. volající zavolá přes SIP Proxy volanému, jeho *INVITE* dorazí na SIP Proxy a jelikož je v provozu tak posílá *100 Trying*. Tyto zprávy obsahují informace o tom, kdo volá a komu, identifikaci v rámci sítě. SIP Proxy vyhledá ve své databázi registrací uživatelů požadovaný záznam volaného a pošle mu *INVITE* a protože volaný je ve stavu připraven pošle na SIP Proxy *100 Trying*. Následně se pošle *180 Ringing*, který projde přes SIP Proxy až k volajícímu. Po přijetí volání odesílá volaný odpověď *200 OK*, která se přes SIP Proxy dostane až k volajícímu. Poté volaný obdrží zprávu *ACK*, dochází k přenosu hlasu (RTP Stream). Když hovor ukončí volaný zavěšením, tím pošle požadavek *BYE* přímo volajícímu. Následně po odpovědi *200 OK* na *BYE* se komunikace ukončí.



Obrázek 3. SIP zprávy s použitím SIP Proxy.

3.4.1 Charakteristika odpovědí u SIP

Čísla odpovědí na žádosti, které se používají, se pohybují v rozmezí 100 až 699.

Kódy odpovědí:

1XX - má informativní charakter o tom, že žádost byla přijata,

2XX - je kladná reakce, odpověď na žádost,

3XX - tento kód odpovědi se používá při přesměrování,

4XX - tento kód je informací o chybě, která vznikla na straně uživatele,

5XX - informace o selhání serveru,

6XX – žádost nelze provést.

3.5 Bezpečnost komunikace u protokolu SIP

Charakteristika komunikace u protokolu SIP je podobná s HTTP a proto se používá shodný ochranný mechanismus.

- **HTTP základní autentizace** - zde se provádí ověření pomocí hesla.
- **HTTP rozšířená autentizace** - navazuje na předešlý mechanismus, zde se heslo šifruje.
- **Secure MIME** - metoda ochrání obsah i integritu zprávy, pro zabezpečení zprávy se používá algoritmus DES, 3DES, AES.
- **SIPS URI** - k ověření přihlášení používá metodu veřejných klíčů, zde je k šifrování protokol TLS (Transfer Layer security)
- **IP Security** - IPsec je nástroj k vytvoření bezpečných šifrovaných spojení. Pracuje na síťové vrstvě a je tvořen třemi protokoly – ESP, AH a IKE.

| Autentizace: DH – Diffie-Hellman PSK – Pre Shared Key PKI – Public Key Infrastructure | Autentizace | Utajení | Integrita | |
|---|-------------|---------|-----------|--|
| HTTP 1.0 | PSK | NE | NE | heslo se přenáší v otevřeném tvaru, odmítnuto ve verzi SIPv2 |
| HTTP 1.1 | DH | NE | NE | autentizace typu C/R pomocí MD5 |
| PGP | PKI | ANO | ANO | odmítnuto ve verzi SIPv2 |
| S/MIME (Secure MIME) | PKI | ANO | ANO | odesílatel musí mít k dispozici veřejný klíč příjemce jinak nelze šifrovat |
| TLS (sisp:) | PKI | ANO | ANO | všechny aplikace i proxy servery |
| IPsec (IP Security) | PKI | ANO | ANO | musí používat TLS |

Tabulka 5. Přehled metod zabezpečení SIP signalizace. [9]

4 SERVER S APLIKACÍ ASTERISK

4.1 Základní charakteristika

Aplikace Asterisk je v podstatě softwarová telefonní ústředna, která je hlavně orientovaná na technologii VoIP a je instalována především do operačních systémů Linux a Unix. Samozřejmě umožňuje připojení linek ISDN BRI, ISDN PRI, linek pro přenašeče FXO a FXS ale také připojení GSM. To vše se řeší přímou instalací hardware do serveru, kde je aplikace Asterisk. Je zde také druhá možnost, kde jakékoliv zařízení s rozhraním těchto definovaných linek a připojení zaregistrujeme k Asterisku pomocí SIP protokolu, což se někdy jeví jako velice schůdné a rychlé řešení. Velkou výhodou je bezlicenční politika této aplikace, proto se tento komunikační server velice dobře prosazuje vzhledem ke konkurenci podobných zařízení na trhu. S jeho pomocí lze splnit i nejnáročnější požadavky zákazníka. Mezi ně určitě patří hlasová pošta, automatická spojovatelka (ACD) nebo IRV aplikace.

4.2 Hlavní funkcionality aplikace Asterisk

Aplikace Asterisk má široké možnosti uplatnění. Zde je uveden základní přehled možného využití:

- klasická telefonní ústředna (PBX),
- softwarová ústředna,
- přístupová brána operátora hlasových služeb,
- hlasový průvodce (IVR),
- hlasová pošta telefonní ústředny,
- SMS server,
- server pro konferenční hovory s přenosem obrazu,
- vzdálená pobočka firmy připojená pomocí VoIP,
- server pro volání do GSM sítí.

4.3 Další služby aplikace Asterisk

AUTOMATIC HOLD – přidržení hovoru

BLACKLIST – obsahuje čísla, ze kterých jsou hovory odmítnuty

BLIND TRANSFER – umožňuje přesměrování na jinou pobočku bez dalšího monitorování

CALL FORWARD ON BUSY – když je stanice obsazena, hovor je směřován na jinou stanici

CALL MONITORING – odposlouchávání hovorů

CALL RECORDING – umožňuje nahrávání hovorů

CALL ROUTING – využití provolby pro směrování hovorů

CALL TRANSFER – umožní přesměrování hovorů

CALLER ID – volanému zobrazí číslo volajícího

DATABASE INTEGRATION – informace o volajícím je poskytnuta volanému

DO NOT DISTURB – pokud stanice nastaví tuto službu, nelze se na ni dovolat

MUSIC ON TRANSFER – při přepojení se volajícím zapne do hovoru hudba

PREDICTIVE DIALER – tuto funkcionalitu používají Call centra

PROTOCOL CONVERSION – propojení sítí různých protokolů

REMOTE CALL PICKUP – vyzvedávání hovoru z jiné linky

STREAMING MEDIA ACCESS – přenos hlasu a obrazu

THREE-WAY CALLING - možnost konferenčního hovoru

VOIP GATEWAY - brána pro propojení rozdílných sítí

4.4 Balíčkovací systém pro instalaci aplikace Asterisk

Aplikace Asterisk se instaluje pomocí balíčků, které jsou složeny ze tří hlavních: Asterisk program, Zapata ovladače (zaptel), a PRI knihovny (libpri). Při použití jiných linek než jsou linky využívající protokol SIP a IAX je třeba doinstalovat do systému hardware s danými porty. Pokud se použije jiný hardware než zaptel, tak instalujete samozřejmě jiný ovladač například Dahdi. Pokud máte v plánu instalovat čistě VoIP řešení, postačí Vám jediný balíček Asterisku. Ideální pro tento případ je instalační sada AsteriskNOW. Doporučuje se ale instalovat všechny tři balíčky, můžete si potom vybrat, které moduly budete aktivovat později. Zaptel nebo Dahdi ovladače jsou nutné, pokud používáte analogový nebo digitální hardware (FXS linky, FXO přenašeče, porty pro ISDN BRI linky). Libpri knihovna je nepovinná, pokud nepoužíváte ISDN PRI linku, ale doporučuje se, aby byla nainstalována ve spojení s ostatními balíčky pro úplnost.



Obrázek 4. Server s aplikací Asterisk.

Instalačních sad pro aplikaci Asterisk je samozřejmě velké množství, používají se různé balíčky, které řeší konkrétní úpravu kernelu nebo jsou ovladačem pro hardware.

Zde je ukázka některých balíčků:

| JMÉNO BALÍČKU | PŘÍKAZ | POZNÁMKA | POUŽITÍ |
|----------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|
| GCC 3.x | yum install gcc | požadavek ke kompilaci zaptel, libpri, Asterisk | libpri,zaptel, asterisk |
| ncurses-devel | yum install ncurses-devel | | menuselect |
| libtermcap-devel | yum install libtermcap-devel | požaduje Asterisk | asterisk |
| Kernel Development Headers | yum install kernel-devel | kompilace zaptel | zaptel |
| Kernel Development Headers (SMP) | yum install kernel-smp-devel | kompilace zaptel | zaptel |
| GCC C++ 3.x | yum install gcc-c++ | požaduje Asterisk | asterisk |
| OpenSSL | yum install openssl-devel | OSP,IAX2 šifrování | asterisk |
| newt-devel | yum install newt-devel | | zaptel |
| zlib-devel | yum install zlib-devel | | asterisk |
| unixODBC; unixODBC-devel | yum install unixODBC-devel | | asterisk |
| libtool | yum install libtool | | asterisk |
| GNU make higher) | yum install make | kompilace zaptel a Asterisk | asterisk |

Tabulka 6. Tabulka balíčků pro instalaci. [2]

4.5 Nastavení programu aplikace Asterisk

Nastavení programu, podle kterého aplikují telefonní služby a chování celého systému se provádí v konfiguračních souborech.

Přehled nejpoužívanějších:

/etc/asterisk/sip.conf - slouží k nastavení SIP uživatelů a linek
 /etc/asterisk/iax.conf - slouží k nastavení IAX uživatelů a linek
 /etc/asterisk/h323.conf - slouží k nastavení h323 uživatelů a linek
 /etc/zaptel.conf - pro nastavení hardware ZAPATA
 /etc/asterisk/zapata.conf - konfigurace ZAPTEL hardware (BRI, PRI)
 /etc/asterisk/extension.conf - nastavení číslovacího plánu
 /etc/asterisk/meetme.conf - nastavení služby konference
 /etc/asterisk/voicemail.conf - konfigurace hlasové pošty,
 /etc/asterisk/followme.conf - nastavení služeb pro přesměrování,
 /etc/asterisk/dundi.conf - směrovací protokol pro cluster s Asterisk servery
 /etc/asterisk/musiconhold.conf - nastavení hudby při čekání
 /etc/asterisk/rtp.conf - nastavení rozsahu rtp portů
 /etc/asterisk/chan_dahdi.conf - nastavení pro hardware s dahdi ovladačem
 /etc/asterisk/console.conf - nastavení konzoly

4.6 Ovládání z příkazového řádku

Aplikaci Asterisk lze ovládat a monitorovat z příkazové řádky operačního systému Centos.

Používané příkazy:

| | |
|-------------------------|--|
| asterisk -r | provede zapnutí konzoly |
| sip show peers | zobrazí registrované SIP uživatele a linky |
| iax show channels | ukáže parametry IAX kanálů |
| sip reloaded | provede aktualizaci SIP registrací |
| dialplan reloaded | provede aktualizaci dialplánu |
| dialplan show | zobrazí nastavení kontextů souboru extensions.conf |
| restart when convinient | restart aplikace po ukončení probíhajících hovorů, platí u verze 1.4 |
| database show | přehled databází aplikace |
| dahdi reset | reset připojeného hardware, používající ovladač Dahdi [1] |

5 TELEFONNÍ ÚSTŘEDNA NETSTAR

5.1 Základní charakteristika telefonní ústředny Netstar

Netstar je komunikační systém, který se svou architekturou umožňuje velmi univerzální použití. Softwarová a hardwarová část telefonní ústředny, je vzájemně propojena proprietálním komunikačním protokolem. Pomocí hardwarové části je možno připojit rozhraní typu: analogové linky, analogové a systémové telefony, GSM linky, ISDN linky, IP linky a telefony, I/O vstup a výstup pro audio signál. Karty s těmito přenašeči jsou pomocí vnitřní sběrnice propojeny s procesorovou jednotkou. Softwarová část je navržena do celku vzájemně spolupracujících serverů komunikujících s vnitřní databází. [5]

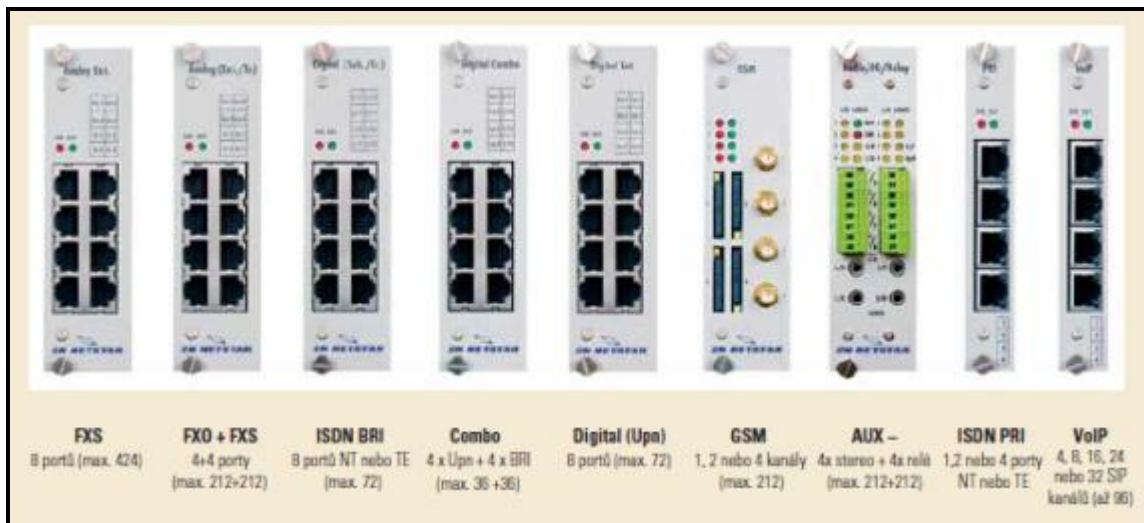
Řešení Netstar umožňuje tento komunikační systém využívat v řadě aplikací, mezi které patří:

- klasická telefonní ústředna PBX,
- GSM ústředna,
- přístupový bod komunikačních sítí,
- server pro CALL centrum,
- server pro IVR systém,
- server pro nahrávání hovorů,
- SMS server,
- zařízení reagující na SMS.

5.2 Přehled základních služeb systému

- přesměrování uživatele vždy,
- přesměrování uživatele při obsazení,
- přesměrování uživatele neodpovídá,
- zrušení všech přesměrování,
- přihlášení a odhlášení uživatele ke svazku,
- aktivuj a deaktivuj profil,
- nastavení datumu a času,
- zaparkuj hovor,
- vytvoření konference,
- soukromý hovor,
- přihlášení a odhlášení stanice,
- změna pinu,
- aktivace a deaktivace budíku,
- převzetí hovoru ze stanice,
- převzetí hovoru ze skupiny,
- nastav a zruš CLIR,
- napojení do hovoru,
- hovor na zakázku.

5.3 Popis karet připojitelných do telefonní ústředny Netstar



Obrázek 5. Přehled karet připojitelných do telefonní ústředny Netstar.

Karta CPU - je nedílnou součástí základního modulu, obsahuje rozhraní pro komunikaci se systémem. Osazuje se pouze do základního modulu.

Karta SWITCH - je součástí základního modulu. Switch X bez možnosti připojení rozšiřujících modulů. Switch zde lze připojit až 4 rozšiřující moduly.

Karta PRI - pro připojení linky PRI ISDN30, karta je s 1, 2 nebo 4 porty PRI.

Karta BRI - karta BRI obsahuje 8 BRI portů, které lze nastavit v režimech TE a NT.

Karta DVL - karta DVL obsahuje 8 portů pro připojení digitálních telefonů Star Point.

Karta DIGITAL COMBO - Karta Digital Combo obsahuje 4 BRI porty a 4 DVL porty pro připojení digitálních telefonů.

Karta 4ASL/4AVL - karta obsahuje 4 porty ASL a 4 porty AVL.

Karta GSM - karta GSM se dodává v několika konfiguracích, s 1, 2 nebo 4 GSM porty.

Karta Audio / IO / Rele - karta se dodává ve dvou konfiguracích, 2x AUX a 4 x IO/Rele nebo 4 x AUX a 8 x IO/Rele.

Karta VoIP - Karta VoIP se dodává v několika konfiguracích, v provedení se 4, 8, 16, 24 nebo 32 hlasovými kanály. Počet hlasových kanálů [Hovory z VoIP do TDM] je omezen HW licencí s vyznačeným počtem kanálů.

6 NOVÉ TRENDY V TELEKOMUNIKACÍCH

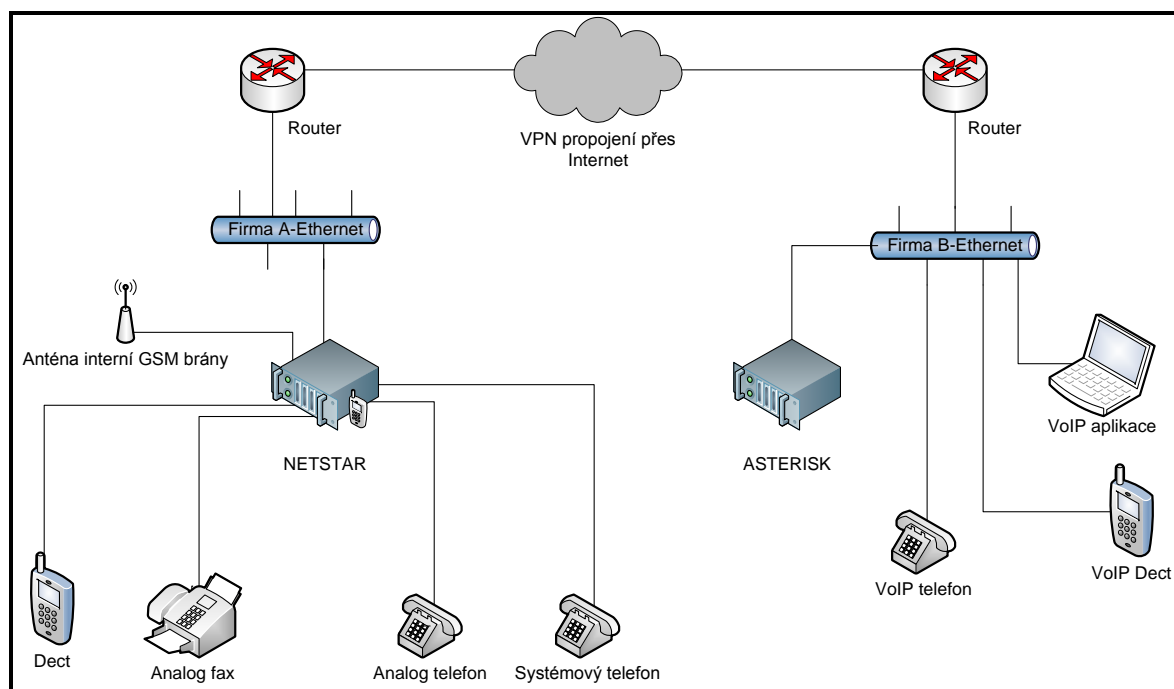
S ohledem na rychlý vývoj telekomunikačního trhu je jasné, jak rychle proniknou VoIP technologie do většiny firem, organizací a i domácností. U firemních zákazníků se tak začne naplno využívat přidaná hodnota těchto systémů, CTI aplikace ve spojení s databázovými programy, interaktivní CALL centra, integrace programových aplikací. Výhodou je možnost připojení s mobilních telefonů prostřednictvím VoIP aplikací, které jsou součástí výbavy lepších mobilních telefonů. Ve firemní infrastruktuře, ale i v domácnostech lze VoIP technologie použít v zapojení dveřního telefonu, kde se použije zařízení podporující přenos hlasu a obrazu. Nespornou výhodou řešení s aplikací Asterisk, ale i jiných open source řešení je otevřenost systému, kde lze komunikační systém spojit s dalšími zařízeními nebo programovými aplikacemi, které řeší databáze, účetní programy, programy s informacemi o volajícím, ale také například Outlook.

Co se týče velkých operátorů, tak i u nich lze pozorovat posun v nabízení VoIP služeb. Vedle svých standardních řešení nabízí také volání přes internet, kde jsou spojeny hlasové a datové služby do balíčků. Tím se snaží navrátit do svých řad ty zákazníky, které jim převzali menší VoIP operátoři. Z tohoto pohledu může zákazník očekávat zlepšení možností, co se týče služeb, ale také poklesu cen za spojení.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 INSTALACE SERVERU ASTERISK A ÚSTŘEDNY NETSTAR

V každodenní praxi se setkáváme s požadavky zákazníka o propojení datové či telefonní komunikace. Jedná se například o propojení dvou nebo více poboček firmy nebo institucí. Zde je popsáno propojení dvou zařízení, serveru s aplikací Asterisk a telefonní ústředny Netstar. Jejich vzájemná komunikace je postavená na využití technologie VoIP, pomocí protokolu SIP.



Obrázek 6. Propojení dvou komunikačních systémů.

8 INSTALACE SERVERU S APLIKACÍ ASTERISK

Pro komunikační server byl vybrán počítač osazen těmito prvky:

AMD cpu Athlon II X4 630 Quad-Core Box AM3 (2.8GHz, 95W)

ASROCK MB K10N78D (AM2+, nvidia, DDR2, PCIE, IDE+SATA2R, 7.1

SEAGATE ST31000528AS hdd 1TB SATA2-3Gbps 7200rpm 32MB

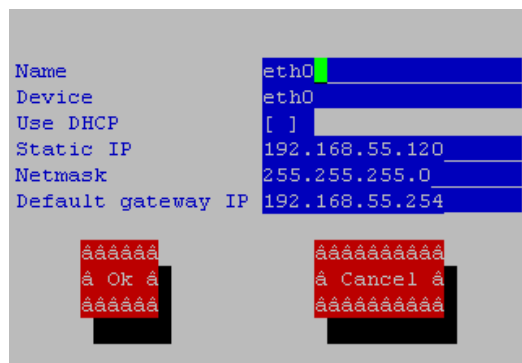
KINGSTON 4GB=2x2GB DDR2 CL6.0 PC6400 800MHz (kit 2ks 2048MB)

8.1 Instalace aplikace AsteriskNOW

Pro instalaci komunikačního serveru aplikace Asterisk byla použita předchystaná instalační sada AsteriskNOW, která nám umožní instalovat Linux, Asterisk v jediné jednoduché instalaci. Instalace AsteriskNOW provede kompilaci operačního systému Centos k plné funkčnosti bez zapojení dalšího hardware, jako jsou karty ISDN BRI, ISDN PRI, rozhraní FXO a FXS nebo karet GSM modulů. Pokud bychom přidávali jakýkoliv hardware je potřeba Kernel kompilovat přímo na míru požadavků dané instalace. V tomto případě byl použit server s aplikací Asterisk založený výhradně na VoIP komunikaci. To znamená, že propojení na telefonní ústřednu Netstar je provedeno příčkou s využitím protokolu SIP. To samé platí pro koncová zařízení tohoto komunikačního serveru, jsou to jen VoIP telefony.

8.1.1 Nastavení komunikačních parametrů

Instalace byla provedena z media s ISO obrazem aplikace. Při instalaci byla nastavena statická IP adresa. Po přihlášení do linuxu, lze IP adresu upravit příkazem: systém-config-network.



Obrázek 7. Nastavení parametrů sítě.

Kontrola nastavení byla provedena příkazem `ip add` na příkazovém řádku operačního systému Centos.

```
[root@localhost ~]# ip add
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 16436 qdisc noqueue
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
    link/ether 90:e6:ba:1e:9b:c5 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.55.120/24 brd 192.168.55.255 scope global eth0
    inet6 fe80::92e6:baff:fe1e:9bc5/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop qlen 1000
    link/ether 90:e6:ba:1e:88:0a brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
4: sit0: <NOARP> mtu 1480 qdisc noop
    link/sit 0.0.0.0 brd 0.0.0.0
```

Obrázek 8. Výpis síťových připojení v OS Centos.

Balíčková sadou AsteriskNOW byl nainstalován operační systém Centos i aplikace Asterisk. Po přihlášení do Linuxu lze příkazem `asterisk -r` spustit konzolu aplikace. Pomocí příkazů uvedených níže se s aplikací pracuje.

| příkazy asterisk | manuální ekvivalent |
|------------------|--------------------------|
| start | asterisk |
| stop | killproc asterisk |
| restart | stop; start |
| reloaded | asterisk -rx "reload" |
| status | ps aux grep [a]sterisk |

Tabulka 7. Přehled inicializačních skriptů Asterisk.

Pokud je použit hardware zaptel mohou se použít následující příkazy k jeho ovládní:

| příkazy zaptel | manuální ekvivalent |
|----------------|-------------------------------------|
| start | modprobe zaptel; modprobe <module>; |
| stop | rmmmod ztdummy; rmmmod zaptel |
| restart | stop; start |
| reload | /sbin/ztcfg |

Tabulka 8. Přehled inicializačních skriptů Zaptel.

8.2 Nastavení SIP účtů – nastavení souboru sip.conf

Konfigurace pobočkových linek aplikace Asterisk se řeší v souboru *sip.conf*, kde byly nastaveny účty SIP uživatelů a také nastavení SIP trunku pro připojení k telefonní ústředně Netstar. U těchto registrací jsou nastaveny parametry, které se používají při telefonování.

```
=====Globalni_parametry=====
[general]
port = 5060
nat = yes
allowguests = no
context = disable
disallow = all
allow = alaw
allow = ulaw
dtmfmode = auto
language = cz

=====VoIP_telefony=====
[200]
type = friend
username = 200
userid = <200>
host = dynamic
secret = hztrfdtttr
context = outgoing

[201]
type = friend
username = 201
userid = <201>
host = dynamic
secret = hztrfdtttt4
context = outgoing

=====VoIP_trunky_do_NETSTARU=====
[TrunkAsterisk]
type=friend
host=dynamic
port=5060
username=TrunkAsterisk
qualify=yes
secret=emosemos
context=incoming
disallow=all
allow=alaw

=====
```

Obrázek 9. Konfigurace souboru sip.conf

8.2.1 Nastavení globálních parametrů v souboru sip.conf

V kontextu *[general]* byly popsány obecné parametry: použité kodeky pro komunikaci, číslo SIP portu, režim DTMF, nastavení jazyku hlášek. Hlavní kontext *context = disable*, který je zde použit, slouží k zabránění zneužití neoprávněným uživatelem. Pokud by někdo obešel heslo u SIP účtu, dostane se na tento kontext, jenž nepovolí svým nastavením, aby byl uskutečněn odchozí hovor. Položka *port = 5060* definuje SIP port. Zákaz připojení telefonů s jiným účtem, než které jsou zde definovány, řeší položka *allowguests = no*. Zákaz všech komunikačních kodeků definuje zápis *disallow = all* a pokud je třeba povolit kodeky jednotlivě, řeší to zápis *allow = alaw*, *allow = ulaw*. V položce *dtmfmode = auto* se určuje, jakým způsobem se přenáší tónová volba, zde je použit default DTMF rfc 2833.

```
=====Globalni_parametry=====
[general]
port = 5060
nat = yes
allowguests = no
context = disable
disallow = all
allow = alaw
allow = ulaw
dtmfmode = auto
language = cz
```

Obrázek 10. Definice globálních parametrů v souboru sip.conf.

8.2.2 Nastavení SIP účtu pro telefony v souboru sip.conf

Nastavení jednotlivého SIP uživatele například *[200]* definuje číslo pobočkové linky a obsahuje podrobná nastavení účtu. Položka *type = friend* určuje, jakým způsobem se bude SIP účet registrovat k aplikaci Asterisk. V položce *username = 200* je nastaveno jméno uživatele, *userid = <200>* určuje, jakým jménem se bude identifikovat při volání. Parametr *secret = hztrfdtttrr* definuje zabezpečovací heslo proti zneužití účtu. V *context = outgoing* se definuje, jakým kontextem se pobočková linka řídí při sestavování hovoru – kam může volat a jaké má omezení. Tento kontext se odkazuje do souboru *extensions.conf*, kde je jeho přesná definice.

```

;=====VoIP_telefony=====
[200]
type = friend
username = 200
userid = <200>
host = dynamic
secret = hztrfdtttrr
context = outgoing

```

Obrázek 11. Definice uživatelského účtu.

8.2.3 Nastavení trunku pro spojení ústřednou NETSTAR v souboru sip.conf

Pro komunikaci Asterisku s telefonní ústřednou Netstar bylo třeba provést propojení SIP trunků. Nastavení těchto parametrů na straně Asterisku je vidět na následujícím obrázku. Jméno účtu pro registraci Netstaru k Asterisku definuje *[TrunkAsterisk]*. Položka *type = friend* určuje, jakým způsobem se bude ústředna Netstar registrovat k aplikaci Asterisk. Parametr *host = dynamic* zděluje, jestli registrace z Netstaru na Asterisk přichází z pevně nastavené IP adresy nebo se může změnit. Jsou zde také obecné parametry týkající se komunikace.

```

;=====VoIP_trunk_do_NETSTARU=====
[TrunkAsterisk]
type=friend
host=dynamic
port=5060
username=TrunkAsterisk
qualify=yes
secret=emosemos
context=incoming
disallow=all
allow=alaw
;=====

```

Obrázek 12. Definice trunku pro spojení s ústřednou Netstar.

```

localhost*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Nat ACL Port      Status
200/200            (Unspecified)      D  N   0        Unmonitored
201/201            192.168.55.22      D  N   5062     Unmonitored
202/202            (Unspecified)      D  N   5060     Unmonitored
TrunkAsterisk/8888 192.168.55.110     D  N   5060     OK (16 ms)
4 sip peers [Monitored: 1 online, 0 offline Unmonitored: 2 online, 1 offline]

```

Obrázek 13. Zobrazení registrace telefonů a trunků.

8.3 Nastavení dialplánu pro pobočky a trunky

Srdcem aplikace Asterisk je dialplán, kde se řeší veškeré příchozí a odchodí volání. Zde jsou podrobně popsány kontexty, které jsme v souboru sip.conf přiřadili uživatelům. Tato důležitá nastavení jsou provedena v souboru *extensions.conf*.

```
[general]

static = yes
writeprotect = yes
autofallthrough = yes
; _____

[global]

DYNAMIC_FEATURES => automon
; _____

[internal]

exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})
exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/${EXTEN})

exten => 699,1,answer()
exten => 699,n,playback(vm-isunavail)
exten => 699,n,Hangup()

; _____

[incoming]

exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})
exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/${EXTEN})

; _____

[outgoing]

include => internal

exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})
exten => _[2]XX,n(normal),Dial(SIP/${EXTEN})

exten => _1XX,1,Noop(num: ${CALLERID(num)},name: ${CALLERID(name)},all: ${CALLERID(all)})
exten => _1XX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)

exten => _0XXXXXXXX,1,Noop(num: ${CALLERID(num)},name: ${CALLERID(name)})
exten => _0XXXXXXXX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)

exten => _6XXXXXXXX,1,Noop(num: ${CALLERID(num)},name: ${CALLERID(name)})
exten => _6XXXXXXXX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)

; _____

[disable]

exten => _X.,1,NoOp(Pobočka ${CALLERID(num)} vola nepovolene cislo!)
exten => _X.,2,Hangup()

; _____
```

Obrázek 14. Routovací plán souboru extensions.conf.

8.3.1 Nastavení obecných parametrů v souboru `extensions.conf`.

Zde jsou definovány obecné parametry. Položkou `writeprotect = yes` se zamezuje přepisu routovacího plánu z konzoly. Položka `autofallthrough = yes` řeší ukončení hovoru.

```
[general]

static = yes
writeprotect = yes
autofallthrough = yes
.
```

Obrázek 15. Obecné parametry.

8.3.2 Nastavení kontextu pro interní hovory.

Tento kontext `[internal]` je definován pouze pro interní volání.

`exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})` - Tento zápis je pro zobrazení v konzole.

`exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/${EXTEN})` - Tento zápis říká, že pokud někdo vytočil trojmístné číslo začínající číslicí 2, tak se volí příslušný SIP uživatel.

V tomto kontextu je také pomocná hláška dostupná podle tabulky, touto routovací větou `exten => 699,n,playback(vm-isunavail)`. Byla využita pro kontrolní účely, jak systém reaguje na volání.

```
[internal]

exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})
exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/${EXTEN})

exten => 699,1,answer()
exten => 699,n,playback(vm-isunavail)
exten => 699,n,Hangup()
```

Obrázek 16. Kontext pro interní volání.

8.3.3 Nastavení kontextu pro příchozí hovory.

Tímto kontextem se řídí příchozí hovory z telefonní ústředny Netstaru a do Asterisku jsou směřovány přes SIP trunk *[TrunkAsterisk]*. Příchozí hovor, který je veden na GSM bránu Netstaru je jím také vyzvednut provolbou DISA a pokud je zvolena linka z rozsahu Asterisku, tak signalizace rozezvoní zvolený telefon. Pokud je zvolena linka Netstaru zpracuje se hovor příslušným routovacím pravidlem. Jestliže není zvolená žádná linka, hovor je směřován na linku 111 telefonní ústředny Netstar.

```
[incoming]
exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})
exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/${EXTEN})
```

Obrázek 17. Kontext příchozích hovorů.

8.3.4 Nastavení kontextu pro odchozí hovory.

VoIP telefony zaregistrované k serveru Asterisk mají nastavený kontext *[outgoing]*. První z dvojice řádku slouží k zobrazení informací v konzole.

Řádek `exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/${EXTEN})` řeší volání na interní telefony.

Řádek `exten => _1XX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)` je nastaven pro volání pobočkových linek ústředny NETSTAR.

Řádek `exten => _0XXXXXXXX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)` je pro odchozí volání přes prefix 0 z Asterisku do Netstaru a přes GSM bránu do JTS.

Řádek `exten => _6XXXXXXXX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)` tento zápis je vytvořen pro VoIP telefony. Slouží k odpovědi na zmeškaný hovor na telefonu serveru Asterisk.

```
[outgoing]

include => internal

exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})
exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/${EXTEN})

exten => _1XX,1,NoOp(num: ${CALLERID(num)},name: ${CALLERID(name)},all: ${CALLERID(all)})
exten => _1XX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)

exten => _0XXXXXXXX,1,NoOp(num: ${CALLERID(num)},name: ${CALLERID(name)},all: ${CALLERID(all)})
exten => _0XXXXXXXX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)

exten => _6XXXXXXXX,1,NoOp(num: ${CALLERID(num)},name: ${CALLERID(name)},all: ${CALLERID(all)})
exten => _6XXXXXXXX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)
```

Obrázek 18. Kontext odchozích hovorů.

8.3.5 Nastavení kontextu pro zabezpečení proti zneužití Asterisku

Tento kontext *[disable]* je zde z bezpečnostních důvodů, pokud by došlo ke zneužití účtu bez řádné registrace tak tento kontext nepovolí odchozí volání. Hovor bude zavěšen.

```
[disable]

exten => _X.,1,NoOp(Pobočka ${CALLERID(num)} vola nepovolene cislo!)
exten => _X.,2,Hangup()
```

Obrázek 19. Kontext disable.

8.4 Nastavení rozsahu RTP portů

V souboru `rtp.conf` je nastaven rozsah RTP portů. To musí být samozřejmě sladěno s nastavením RTP portů v telefonní ústředně NETSTAR pro bezchybnou komunikaci.

```
[general]

rtpstart=30000
rtpend=39000
```

Obrázek 20. Rozsah RTP portů.

9 INSTALACE TELEFONNÍ ÚSTŘEDNY NETSTAR

Pobočky ústředny Netstar jsou definovány v číselném rozsahu 110-149. Pro systémové pobočky s využitím protokolu Cornet je vyhrazen rozsah 110-113, zbytek číslovacího plánu tvoří analogové přípojky. Pro komunikaci s aplikací Asterisk je určena karta VoIP, která komunikuje s využitím protokolu SIP. Pro testování komunikace je do systému připojena GSM brána.



Obrázek 21. Telefonní ústředna Netstar.

Pro tyto účely byla vybrána ústředna Netstar složená z těchto komponentů:

Základní modul profi, který byl použit, obsahuje tyto karty:

- karta CPU,
- karta SWITCH,
- karta DIGITAL COMBO,
- karta AVL,
- karta VoIP.

9.1 Konfigurace komunikačních parametrů ústředny Netstar

Před vlastní konfigurací bylo nutné nastavit IP adresu telefonní ústředny. Tato úprava byla provedena použitím sériové konzoly s využitím portu RS 232. Parametry sériové komunikace:

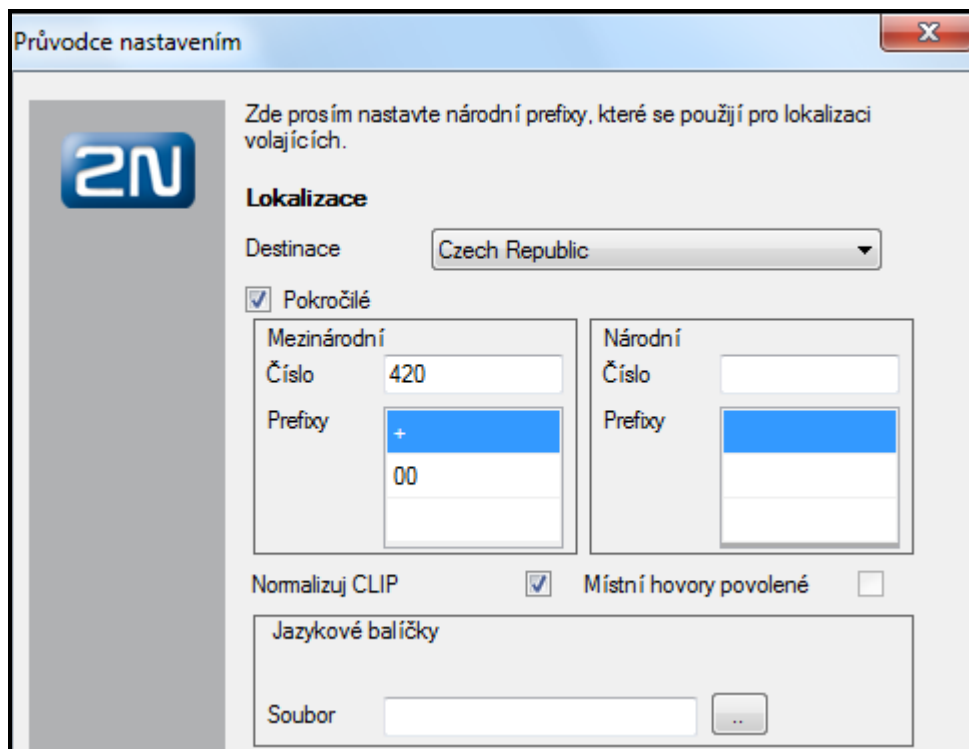
Rychlost - 115200
 Datové bity - 8
 Parita - nenastavena
 Počet stop bitů - 1
 Řízení toku – nenastaveno

Parametry komunikace přes ethernet:

IP adresa – 192.168.55.110
 maska – 255.255.255.0
 brána – 192.168.55.254

9.2 Lokalizace komunikačního systému

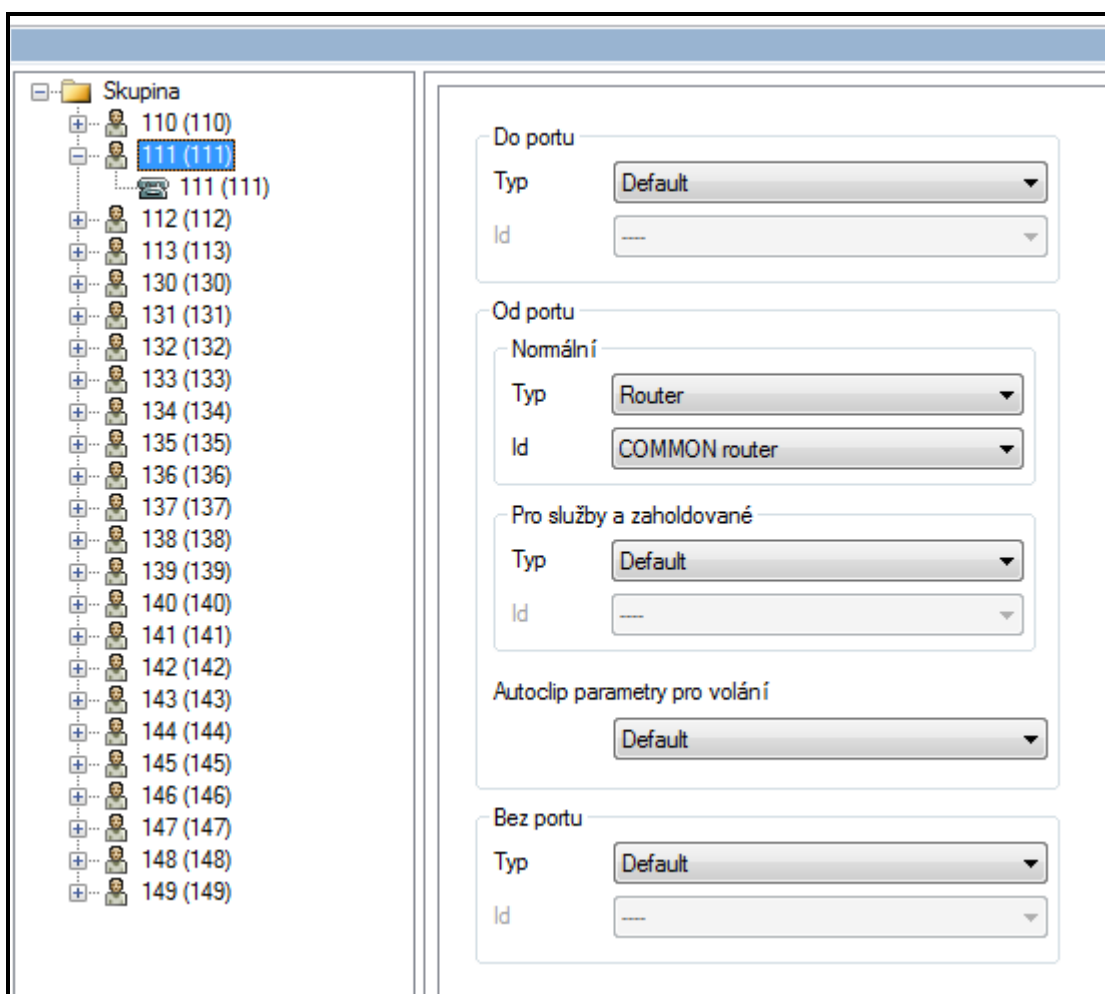
Připojením přes ethernet začala konfigurace komunikačního systému. Prvním krokem instalace byla nastavení destinace systému, mezinárodní číslo a prefixy. Pokud je zapotřebí použít cizí jazykové mutace lze zde toto definovat jazykovými balíčky.



Obrázek 22. Lokalizace systému Netstar.

9.3 Instalace systémových a analogových linek systému

V této části bylo provedeno nadefinování systémových a analogových účastníků, v levé části je vidět celkový seznam linek. V pravé části okna je specifikace systémové linky 111 používající komunikační protokol Cornet, která pro odchozí volání používá směrování dle *COMMON router*. Při testování provozu mezi telefonní ústřednou Netstar a komunikačním serverem Asterisk byla ve většině případů použita systémová linka 111 a analogová linka 140.



Obrázek 23. Přehled linek definovaných v systému

9.4 Instalace SIP trunku

Celá komunikace je postavena na principu registrace Netstaru k serveru Asterisk. V Asterisku je definován přihlašovací účet se jménem Trunk Asterisk a k němu se Netstar registruje. Pro zvýšení zabezpečení je zde použita autorizace, kdy připojení na účet Asterisku vyžaduje použití autorizačního hesla. V prostřední části je zapsán název trunku: *TrunkTo Asterisk*. Na pravé straně jsou vlastní parametry SIP přenašeče.

The screenshot shows a configuration window for a SIP trunk. At the top, there are tabs for 'Stack' (set to SIP), 'Stav přenašeče', and 'Funkční'. The interface is divided into several sections:

- Základní parametry:**
 - Port: 5060
 - Realm (Domain): 192.168.55.110
 - Hlavička VIA/Contact: IP adresa [] 5060
 - Vyžaduje autorizaci:
 - Přenášet obsazovací tón:
- Připojit k bráně:**
 - Adresa: 192.168.55.120:5060
 - Použít DNS SRV:
 - Registrovat linku: TrunkAsterisk
 - Odchozí brána:
- Autorizační údaje:**
 - Jméno: TrunkAsterisk
- RTP rozhraní:**

| Název | UDP min | UDP max | NAT | Adresa NAT | Pe |
|--------|---------|---------|------|------------|----|
| VoIP-3 | 30000 | 30099 | Není | | |
- Kodeky:**
 - Podporované: G.723.1, G.726 16kbps, G.726 24kbps, G.726 32kbps, G.726 40kbps, G.728, G.729, GSM-FR, GSM-EFR, JPEG, H.263
 - Povolené: A-Law, u-Law
 - DTMF dle RFC-2833:
 - Fax T.38:

Obrázek 24. Podrobná definice SIP trunku.

9.5 Instalace integrované GSM brány

Pro externí volání pro oba komunikační systémy byla zvolena integrovaná GSM brána s jednou SIM kartou s číslem 724131478. Používání tohoto přenašeče je popsáno v příslušných routovacích tabulkách, které jsou uvedeny v dalších kapitolách.

| Stack | GSM | Stav přenašeče | Přihlášen k síti |
|--|-----|---|------------------|
| Výběr sítě Výběr typu sítě: <input type="text" value="Jakákoliv"/> | | Diagnostika GSM modulu | |
| Roaming povolen: <input type="checkbox"/> | | Výrobce: <input type="text" value="SIEMENS"/> | |
| Manuální výběr sítě: <input type="checkbox"/> | | Typ: <input type="text" value="TC35i"/> | |
| Kód sítě: <input type="text"/> | | Revize firmware: <input type="text" value="REVISION 03.01"/> | |
| Jméno sítě: <input type="text" value="Neznámé"/> | | IMEI modulu: <input type="text" value="354112016898103"/> | |
| Výběr buňky: <input type="text" value="Vypnuto"/> | | Diagnostika GSM sítě | |
| Číslo buňky: <input type="text"/> | | Stav: <input type="text" value="Přihlášen k síti"/> | |
| Diagnostika signálu | | Typ sítě: <input type="text" value="Gsm"/> | |
| Měření síly signálu: <input checked="" type="checkbox"/> | | Přihlášená síť: <input type="text" value="23002"/> | |
| Monitorování slabého signálu: <input checked="" type="checkbox"/> | | Jméno sítě: <input type="text" value="O2 [CZ]"/> | |
| Slabý signál (dB): <input type="text" value="-100"/> | | Číslo oblasti: <input type="text" value="06B5"/> | |
| Dostatečný signál (dB): <input type="text" value="-90"/> | | Číslo buňky: <input type="text" value="9164"/> | |
| Parametry GSM rozhraní | | Stav Výběru buňky: <input type="text" value="Nepodporováno"/> | |
| Mód identifikace: <input type="text" value="Podle nastavení SIM"/> | | Signál: <input type="text" value="-69"/> | |
| Doba relaxace mezi hovory: <input type="text" value="2000"/> | | Číslo SIM: <input type="text" value="894202032050817"/> | |
| Přenášení provolby v čísle: <input type="checkbox"/> | | Číslo SMS centra: <input type="text" value="+420602909909"/> | |
| Oddělovač provolby: <input type="text"/> | | PIN: <input type="text"/> | |
| Mód identifikace v provolbě: <input type="text" value="Podle volajícího čísla"/> | | PUK: <input type="text"/> | |
| | | Telefonní číslo: <input type="text"/> | |

Obrázek 25. Stav přenašeče GSM brány.

9.6 Definice routerů pro odchozí směr

Aby komunikace mezi systémy byla podrobně ošetřena je zapotřebí definovat směrovací tabulky – routery. Následující dva routery *COMMON router* a *PSTN OUT* slouží k nastavení odchozího volání z ústředny Netstar. V těchto tabulkách je velice přehledně definováno jak má systém reagovat na volbu jakéhokoliv čísla nebo číselných řetězců. Dle níže uvedené tabulky *COMMON router*, je první prefix 0, číslo které je voleno za 0 bude mít 9 číslic a pokud je tato podmínka splněna tak hovor je směrován na router *PSTN OUT*. Pro dovolání se mezi systémy je využíván druhý řádek, který začíná prefixem 2, protože pobočky serveru Asterisk jsou 200, 201. Hovor je veden na přenašeč *TrunkToAsterisk* tím je směrován do Asterisku, kde zazvoní na příslušný VoIP telefon.

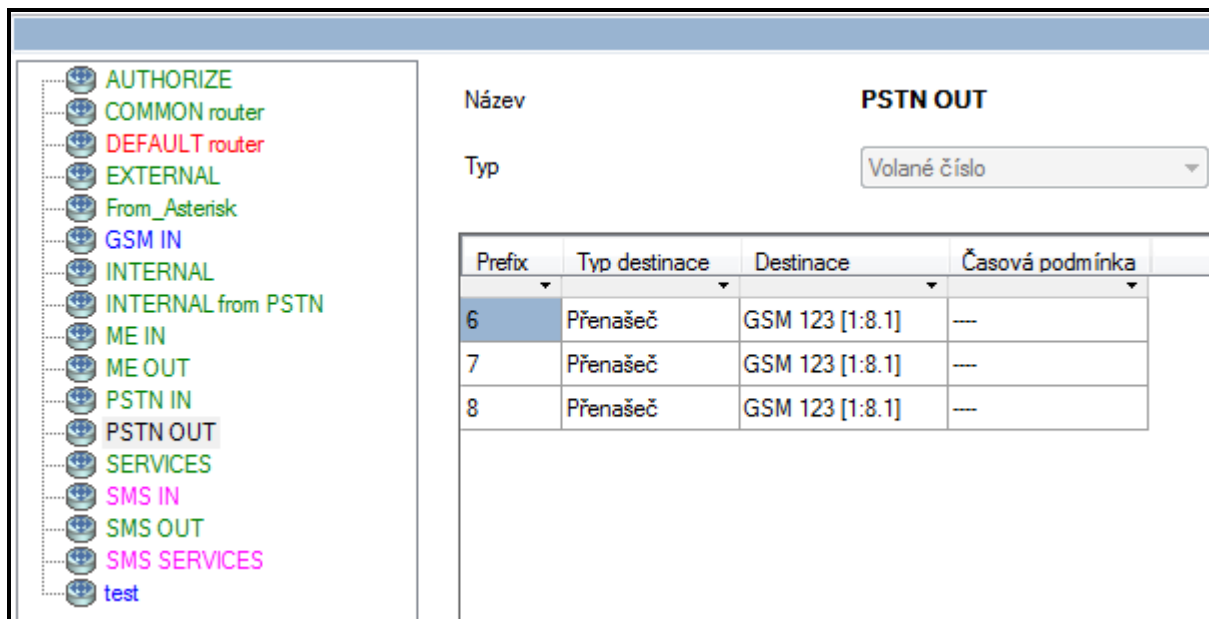
The screenshot shows the Asterisk configuration interface for defining a router. The sidebar on the left contains a tree view of configuration files, with 'COMMON router' selected. The main area displays the configuration for the 'COMMON router'.

Název: COMMON router

Typ: Volané číslo

| Prefix | Cifer za | Odstraň zprědu | Typ destinace | Destinace |
|--------|----------|----------------|---------------|-----------------|
| 0 | 9 | 1 | Router | PSTN OUT |
| 1 | 2 | 0 | Router | INTERNAL |
| 2 | 2 | 0 | Přenašeč | TrunkToAsterisk |
| 6 | 2 | 0 | Přenašeč | TrunkToAsterisk |
| * | --- | 0 | Router | SERVICES |
| # | --- | 0 | Router | SERVICES |

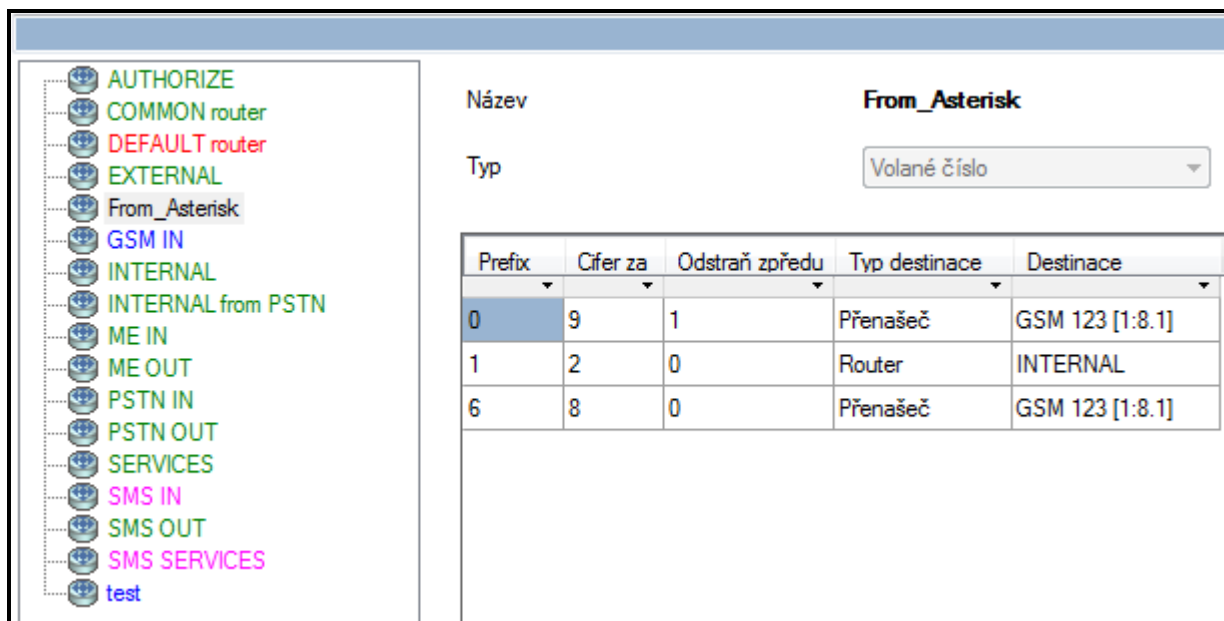
Obrázek 26. Definice COMMON routeru.



Obrázek 27. Definice PSTN OUT routeru

9.7 Definice routerů pro příchozí směr ze serveru Asterisk

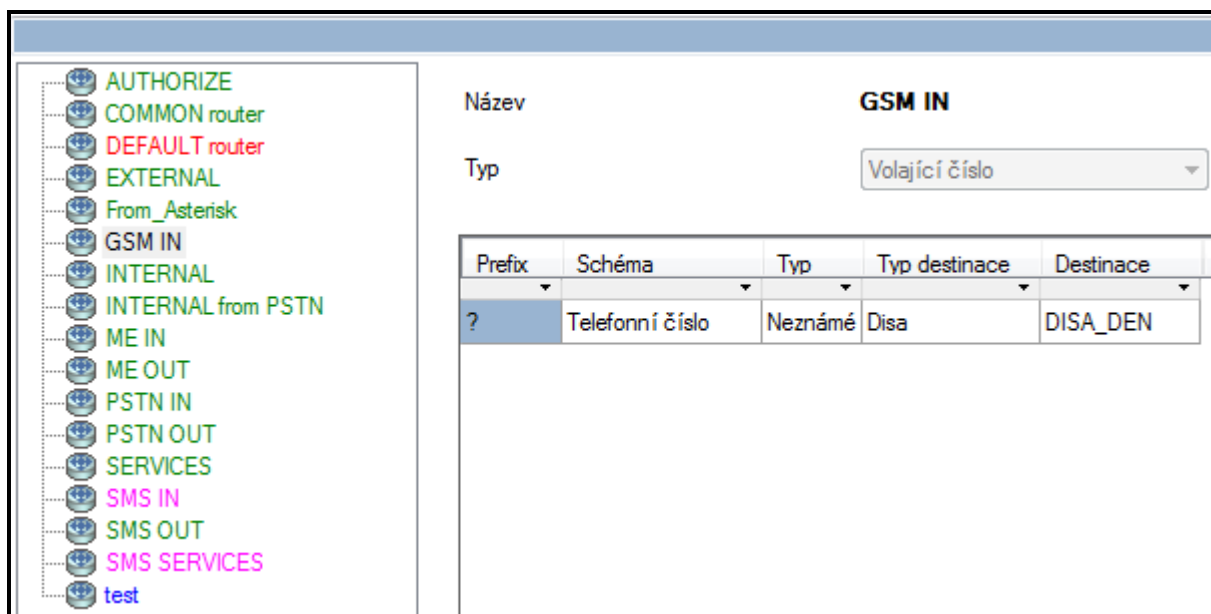
V routeru *From_Asterisk* je popsán algoritmus zpracování příchozích hovorů z Asterisku do Netstaru. Pokud přijde číslo začínající číslem 0 s dalším devíti místným číslem tak je 0 oříznuta a zbytek je poslán na přenašeč GSM. Pokud příchozí číslo začíná číslem 1, tak je hovor veden na router *INTERNAL* a je směrován na příslušnou zvolenou linku.



Obrázek 28. Definice routeru From_Asterisk.

9.8 Definice routerů pro příchozí směr GSM přenašeče

Příchozí směr na GSM číslo je směrováno přes GSM přenašeč na router *GSM IN*. Tato tabulka je řešena funkcionalitou DISA (Direct Inward System Access) použitím časové destinace *DISA_DEN* má volající možnost po vyslechnutí úvodní hlášky se provolit a to do telefonní ústředny NETSTAR nebo do serveru Asterisk dle zadaných čísel pobočkových linek. Pokud účastník neprovede žádnou volbu, bude automaticky přepojen na operátorku 111. Na níže uvedeném obrázku je zobrazen řádek zpracování příchozích hovorů, znak? v tomto případě znamená, že jakékoliv příchozí číslo se bude řídit tímto pravidlem routování.



The screenshot shows a configuration window for a router. On the left is a sidebar with a list of routers: AUTHORIZE, COMMON router, DEFAULT router, EXTERNAL, From_Asterisk, GSM IN, INTERNAL, INTERNAL from PSTN, ME IN, ME OUT, PSTN IN, PSTN OUT, SERVICES, SMS IN, SMS OUT, SMS SERVICES, and test. The main area displays the configuration for the selected router, 'GSM IN'. The 'Typ' (Type) is set to 'Volající číslo'. Below this is a table with the following data:

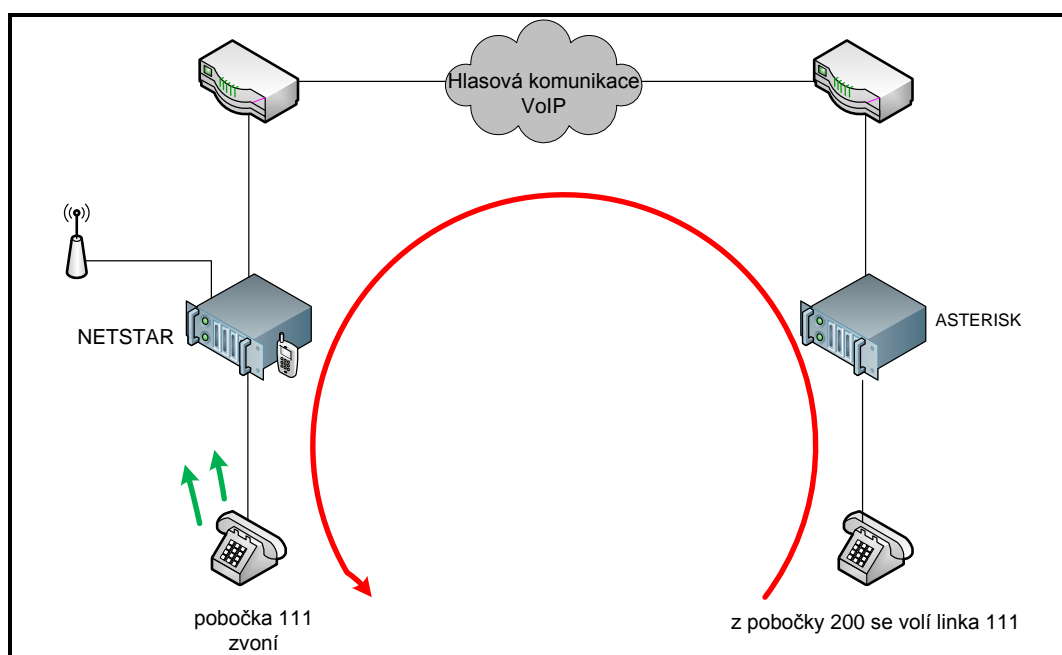
| Prefix | Schéma | Typ | Typ destinace | Destinace |
|--------|-----------------|---------|---------------|-----------|
| ? | Telefonní číslo | Neznámé | Disa | DISA_DEN |

Obrázek 29. Definice routeru GSM IN.

10 TESTOVÁNÍ PROVOZU PROPOJENÝCH KOMUNIKAČNÍCH ZAŘÍZENÍ

Na následujících obrázcích jsou názorně vidět směry dle volaných prefixů. Jak systém reaguje na příchozí a odchozí volání.

10.1 Interní volání mezi pobočkami obou systémů



Obrázek 30. Zobrazení interní komunikace.

Při tomto testování bylo interní volání provedeno obousměrně, volání z Asterisku do Netstaru a opačně. V obou případech funguje sestavení hovoru a signalizace bez problémů. Též identifikace volajícího byla funkční. Kvalita přenosu vlastního hlasu byla bez výhrad.

```

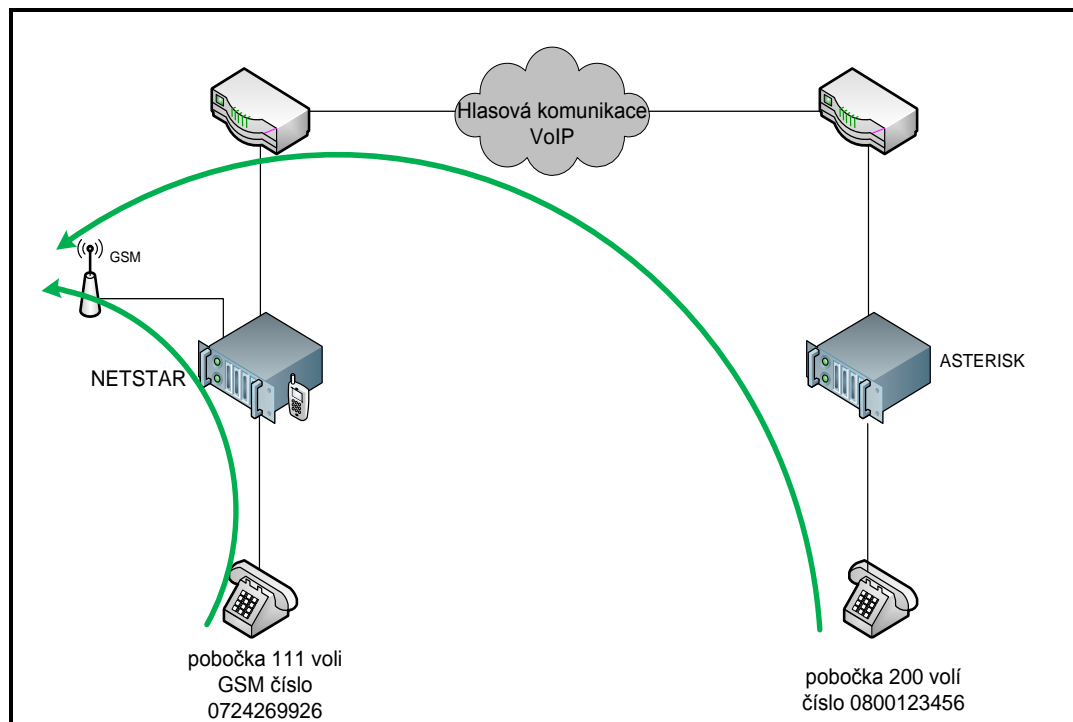
08:17:30.340    TX SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.55.120:5060;branch=z9hG4bK395601a0;rport;received=192.168.55.120
From: "200" <sip:200@192.168.55.120>;tag=as77c3ccbc
To: <sip:111@192.168.55.110>;tag=37736727-90C7-4539-9814-2B84CFFBAC33.00002b94
Call-ID: 04a34b4752b48f3d075288250db9225d@192.168.55.120
Contact: sip:111@192.168.55.110
CSeq: 102 INVITE
Server: NsPbx (3.0.6.80.34)
Allow: INVITE, OPTIONS, REGISTER, SUBSCRIBE, NOTIFY, REFER, MESSAGE, INFO
Supported: replaces
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 136

```

Obrázek 31. Ukázka trasování hovorů mezi pobočky.

V této části zachycené komunikace z traceru je možno vysledovat: Jaká pobočková linka volá a komu, je zde možné vidět IP adresy komunikačních zařízení. Je zobrazena release firmware Netstaru a povolené služby.

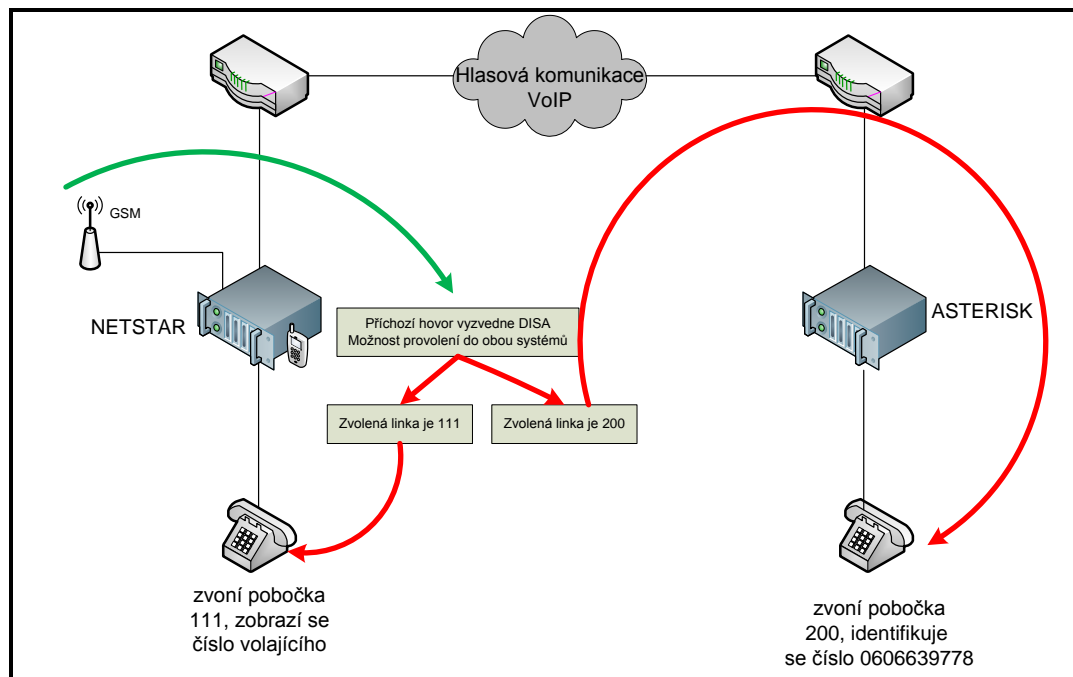
10.2 Testování odchozích externích hovorů



Obrázek 32. Zobrazení směrování externích hovorů.

Při volbě externích čísel z obou systémů byla použita GSM brána telefonní ústředny Netstar. Jednalo se o integrovanou GSM bránu s jednou SIM kartou. Oba komunikační systémy jsou nastaveny tak, že pro odchozí externí hovory začínající prefixy: 06, 07, 08 jsou směrovány na tuto GSM bránu. Hovory byly provedeny s poboček 111 a 200, samozřejmě šlo o dva hovory, které nebyly sestaveny ve stejný čas. Hovor z pobočkové linky 200 mohl být proveden až po ukončení hovoru linky 111 z důvodu jednoportové GSM brány. Testování hovorů proběhlo bez závad s bezchybnou identifikací hovorů. Síla GSM signálu v místě testování byla -75 (dBm).

10.3 Testování příchozích GSM volání



Obrázek 33. Zobrazení směrování příchozích hovorů.

Testování příchozího volání bylo řešeno zavoláním na GSM číslo připojené do telefonní ústředny Netstar. V první fázi došlo k vyzvednutí hovoru DISA provolbou, byla přehrána úvodní hláška. Volající má zde čas 10 s na provolení jakékoliv linky z obou komunikačních systémů. Pokud tak učiní, začne zvonit příslušný telefon, pokud ne proběhne automatická volba přednastavené vnitřní linky.

```

08:32:16.056    RX SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.55.110:5060;branch=z9hG4bKC9960B40-F70B-405D-8C49
From: <sip:606639778@192.168.55.110;user=phone>;tag=37736727-90C7-4539-981
To: <sip:201@192.168.55.110;user=phone>;tag=as151da3e4
Call-ID: 37736727-90C7-4539-9814-2B84CFFBAC33.00000041
CSeq: 19961 BYE
Server: Asterisk PBX 1.6.2.11
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO
Supported: replaces, timer
Content-Length: 0

```

Obrázek 34. Ukázka trasování GSM hovoru s provolením na telefon 201.

Na obrázku 37 jde o trasování příchozího hovoru s GSM sítě směřované na mobilní číslo 724131478, je zde vidět číslo volajícího 606639778 a také linka aplikace Asterisk 201 na kterou se volající provolil přes DISA provolbu. Ve výpisu je vidět verze aplikace Asterisk a povolené služby.

```

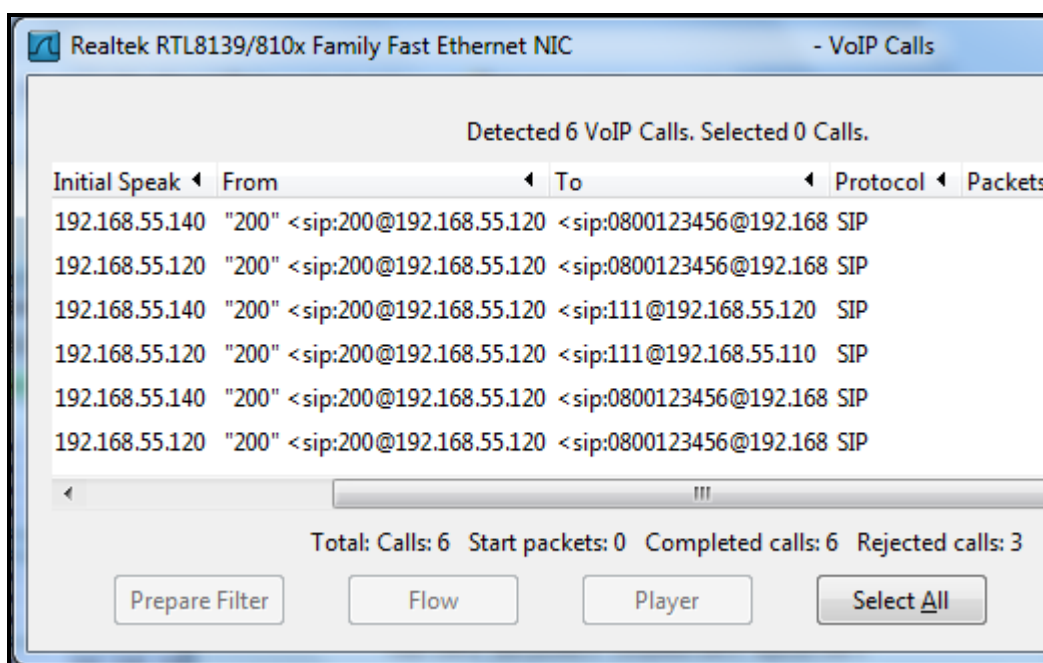
16:30:43.846    Msg(NsLcTc3 -> Gsm ) : GSM_MESS_SIG_QUALITY_IND
    IE_PS_VIRT_ADDR(0x007b)
    GSM_IE_SIG_QUALITY(-85 dBm)
16:30:43.850    Msg(Gsm -> DB ) : GSM_MESS_DB_VPORT_SIG_QUALITY_IND
    IE_PS_VIRT_ADDR(0x007b)
    GSM_IE_SIG_QUALITY(-85 dBm)
16:30:43.864    Msg(Cornet -> DL Mng ) : CORNET_DATA_REQ
    IE_PS_VIRT_ADDR(0x008f)
    IE_CDRI_DATA(Size=0x1d Offset=0x0 Id=0x0 Prev=0xf Next=0xf
    0000: bd 43 00 00 00 56 6f 6c 01 6e 6f 3a 31 31 31 20 .C...Vol.no:111
    0010: 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20
    )
16:30:46.936    Msg(Cornet -> DL Mng ) : CORNET_DATA_REQ
16:30:46.948    Msg(NsLcTc3 -> Gsm ) : GSM_MESS_CALL_RELEASE_ATCMD
16:30:46.948    Msg(NsLcTc3 -> Gsm ) : GSM_MESS_RELEASE_IND
16:30:46.960    Msg(Cornet -> DL Mng ) : CORNET_DATA_REQ

```

Obrázek 35. Ukázka z trasování GSM parametrů.

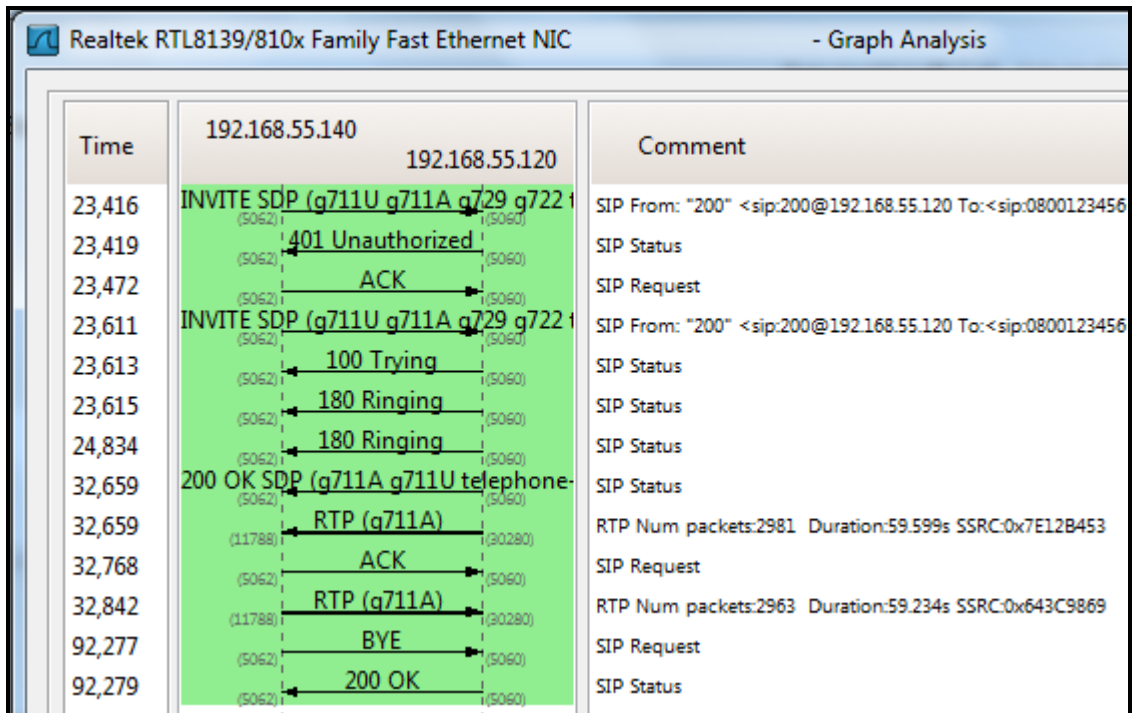
10.4 Použití programu Wireshark

Při odladování vzájemné komunikace bylo využito programové aplikace Wireshark. Wireshark je program, který umožňuje sledování a odposlouchávání všech protokolů, které počítač přijímá nebo odesílá v tomto případě přes síťové rozhraní. Wireshark dokáže celý paket dekodovat a ukázat ho celý, jak jej počítač poslal. Jeho výhodou je, že je šířen volně pod licencí GNU/GPL. Wireshark pracuje jen pasivně, nic neodesílá z vašeho počítače. Při těchto testech byl použit HUB, protože jeho komunikace je distribuována na všechny porty.



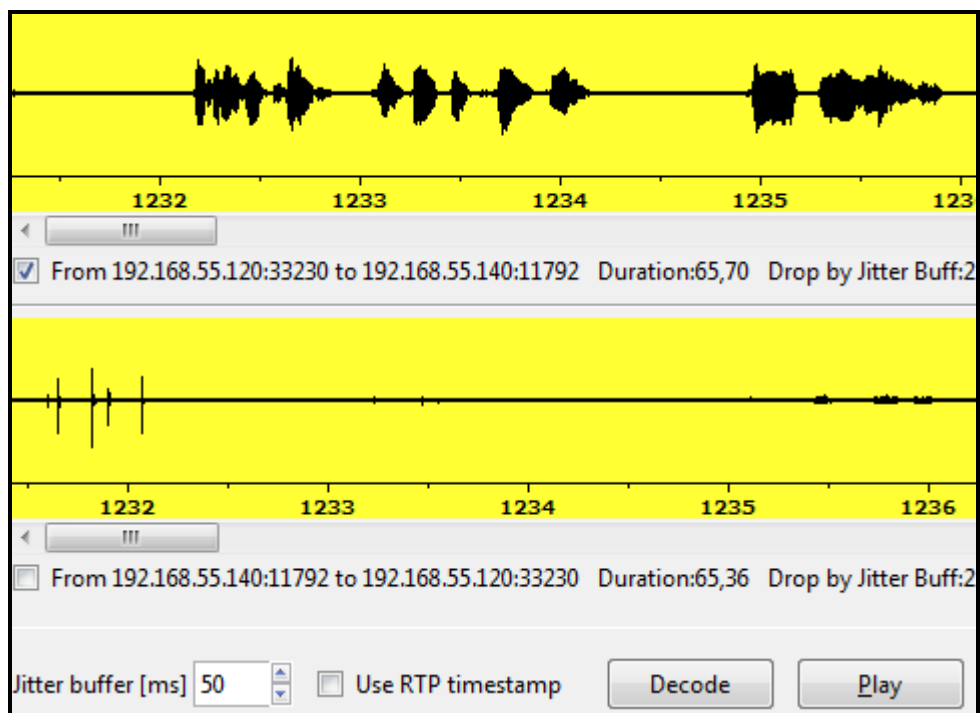
Obrázek 36. Výpis hovorů aplikací Wireshark.

Při sledování VoIP komunikace mezi oběma telekomunikačními zařízeními bylo třeba nastavit v aplikaci Wireshark některé parametry potřebné ke sledování SIP komunikace. V položce Capture byl vybrán používaný interfaces – síťové rozhraní počítače. Na tomto rozhraní bylo spuštěno sledování. V položce Telephony možnost VoIP Calls zobrazí údaje uvedené na obrázku 36.



Obrázek 37. Sestavování spojení ukázka výpisu Wiresharkem.

Pokud není protokol SIP kódován, je možno Wiresharkem odposlouchávat hovory. To může pomoci při kontrole kvality přenášeného hlasu. Na základě těchto testů lze komunikaci odladit a to například změnou kodeků, změnou kvality propojení ústředn.



Obrázek 38. Využití RTP playeru.

ZÁVĚR

V testech, které byly provedeny, byly otestovány všechny možné směry volání. Od interních hovorů vedených v rámci jednoho systému a samozřejmě hovory mezi pobočkovými linkami obou systémů. Také byly uskutečněny hovory do externích linek použitím GSM linky zapojené do telefonní ústředny Netstar a to vlastním Netstarem, ale také ze serveru aplikace Asterisk. Taktéž příchozí hovory byly kompletně otestovány. Volajícímu při tomto pokusu o sestavení hovoru do Netstaru byl hovor vyzvednut automatickou spojovatelkou s provolbou DISA, poté si volající může vybrat, na kterou linku chce hovor nasměrovat. Identifikace hovorů a služby přesměrování a přepojení pracují bez problémů.

Pokud budeme srovnávat oba komunikační systémy tak víme, že v podstatě oba systémy nabízí podobné možnosti použití. U serveru s aplikací Asterisk je velkou výhodou bezlicenční politika. Při použití vhodného serveru budeme překvapeni nízkou cenou vzhledem k funkcionalitám, které tento systém nabízí. Příznivá cena se projeví, pokud je cílový zákazník větší firma nebo organizace. V tom případě jsou v porovnání s konkurencí (Alcatel, Siemens) pořizovací náklady několikanásobně menší. Jakékoliv rozšíření systému o další VoIP uživatele je otázkou editace souboru, kde lze jednoduše přidat jeho registrační údaje. U obou systémů jsou samozřejmostí - nahrávání hovorů, IVR systémy, Automatické spojovatelky, Call Centra, tarifkace. Výhodou telefonní ústředny Netstar je kvalitní zázemí a podpora české firmy 2N Telekomunikace a. s., a relativně nízké ceny v porovnání se zahraniční konkurencí. U nastavení serveru s aplikací Asterisk je instalující technik odkázán především na své znalosti a internet.

Vzhledem k realitě s jakou dynamikou se vyvíjí trh VoIP telekomunikací je zřejmé, že budou nastávat podobné situace, kdy bude třeba spojit různá telekomunikační zařízení. Zde je popsána jedna z možností, jak propojit dvě různá zařízení, pro používání bezplatných hlasových služeb mezi dvěma firmami, které se sloučily. Jejich zařízení jsou sladěny do jednoho funkčního celku.

CONCLUSION

In tests that were taken were tested all possible directions of the call. From house calls kept within one system, and of course calls between PBXs lines of both systems. Were also made calls to outside lines using GSM lines connected to PBX and Netstar Netstar's own, but also from the Asterisk server applications. Also, incoming calls are completely tested. Caller in this attempt to build a call to the call Netstar picked up an automatic telephone attendant with DISA, the caller can then choose the line you want to call direct. Identification and call forwarding services and the results If we compare the two communication systems so we know that in fact both systems offer similar possibilities. The server running Asterisk is a great advantage unlicensed policy. The use of a suitable site will be surprised at the low price due to the functionalities that the system offers. Reasonable price is fully realized, if the target customer is a larger company or organization. In this case, in comparison (Alcatel, Siemens) cost several times less are working without problems. And any further extension of the VoIP user is a matter of editing the file where you can simply add the registration data. Both systems are commonplace - call recording, IVR systems, auto attendant, call center, pricing. The advantage of the Netstar PABX quality facilities and support for Czech 2N Telecommunications Inc., and relatively low prices compared to foreign competition. In setting up a server running the Asterisk installer rely primarily on their knowledge and the Internet.

Given the reality of how the dynamics of the VoIP telecommunications market is developing, it is clear that a similar situation will occur when the need to combine various telecommunications equipment. Here is described one of the ways connect two different devices for use free voice service between the two firms that merged. Their facilities are so tuned into one functional unit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]INTERMEYER, Stefan; BOSCH, Stephen. *Praktikal Asterisk 1.4 and 1.6*. United States, Michigan : Addison Wesley, 2010. 793 s. ISBN 978-0-321-52566-6.
- [2]EGGELEN, Jim, MADSEN, Lei, SMITH, Jared. *Asterisk?: The Future of Telephony*. 1st edition. United States, Cambridge (Massachussets) : O'Reilly Media, 2005. 576 s. ISBN 978-0-596-51048-0.
- [3]VOŽŇÁK, Miroslav. *Voice over IP*. 1. vydání. Česká republika, Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008. 176 s. ISBN 978-80-248-1828-3.
- [4]*Konfigurace ATEUS - NETSTAR*. Praha : 2N Telekomunikace, 2008. 76 s.
- [5]*Konfigurace a technické parametry ATEUS - NETSTARU*. Praha: 2N Telekomunikace, 2006. 74 s.
- [6]VOŽŇÁK, Miroslav. *Teorie a praxe IP telefonie* [online]. 2004 [cit. 2011-05-04]. TECHNICKÉ PRINCIPY IP TELEFONIE. Dostupné z WWW: <http://www.ip-telefon.cz/archiv/dok_osta/ipt-2004_Principy_IPtel.pdf>.
- [7]*Model OSI* [online]. 2011 [cit. 2011-05-31]. Model OSI. Dostupné z WWW: <<http://www.google.cz/search?q=model+osi&hl=cs&biw=1366&bih=596&prmd=ivns&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=FCtITc2MJ9CUswa28Iz2BQ&sqi=2&ved=0CDoQsAQ>>.
- [8]*Kodeky a výpočet jejich nároků na* [online]. 2007 [cit. 2011-05-23]. Kodeky a nároky na pásmo v IP. Dostupné z WWW: <http://homel.vsb.cz/~voz29/files/VOIP/VOIP_02.pdf>.
- [9]*Teorie a praxe IP telefonie* [online]. 2006 [cit. 2011-05-24]. Zabezpečení RTP streamů. Dostupné z WWW: <http://www.ip-telefon.cz/archiv/dok_osta/ipt-2006_Bezpecnost_VoIP.pdf>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|------|--|
| PSTN | Public Switched Telephone Network |
| OSI | Open Systems Interconnection |
| SIP | Session Initiation Protocol |
| GSM | Global System for Mobile Communication |
| ISDN | Integrated Services Digital Network |
| URI | Uniform Resource Identifier |
| SIM | Subscriber Identity Module |
| IVR | Interactive Voice Response |
| VoIP | Voice over Internet Protocol |
| CLIP | Calling Line Identification Presentation |
| CLIR | Calling Line Identification Restriction |
| I/O | Audio Input / Output |
| RTP | Real Time Protocol |
| UDP | User Datagram Protocol |
| DISA | Direct Inward System Access |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|-----------|
| OBRÁZEK 1. MODEL OSI..... | 12 |
| OBRÁZEK 2. UKÁZKA TRASOVÁNÍ KOMUNIKACE..... | 18 |
| OBRÁZEK 3. SIP ZPRÁVY S POUŽITÍM SIP PROXY..... | 20 |
| OBRÁZEK 4. SERVER S APLIKACÍ ASTERISK..... | 24 |
| OBRÁZEK 5. PŘEHLED KARET PŘIPOJITELNÝCH DO TELEFONNÍ ÚSTŘEDNY NETSTAR..... | 28 |
| OBRÁZEK 7. NASTAVENÍ PARAMETRŮ SÍTĚ..... | 32 |
| OBRÁZEK 8. VÝPIS SÍTOVÝCH PŘIPOJENÍ V OS CENTOS..... | 33 |
| OBRÁZEK 9. KONFIGURACE SOUBORU SIP.CONF..... | 34 |
| OBRÁZEK 10. DEFINICE GLOBÁLNÍCH PARAMETRŮ V SOUBORU SIP.CONF..... | 35 |
| OBRÁZEK 11. DEFINICE UŽIVATELSKÉHO ÚČTU..... | 36 |
| OBRÁZEK 12. DEFINICE TRUNKU PRO SPOJENÍ S ÚSTŘEDNOU NETSTAR..... | 36 |
| OBRÁZEK 13. ZOBRAZENÍ REGISTRACE TELEFONŮ A TRUNKŮ..... | 36 |
| OBRÁZEK 15. OBECNÉ PARAMETRY..... | 38 |
| OBRÁZEK 16. KONTEXT PRO INTERNÍ VOLÁNÍ..... | 38 |
| OBRÁZEK 17. KONTEXT PŘÍCHOZÍCH HOVORŮ..... | 39 |
| OBRÁZEK 18. KONTEXT ODCHOZÍCH HOVORŮ..... | 40 |
| OBRÁZEK 19. KONTEXT DISABLE..... | 40 |
| OBRÁZEK 20. ROZSAH RTP PORTŮ..... | 40 |
| OBRÁZEK 21. TELEFONNÍ ÚSTŘEDNA NETSTAR..... | 41 |
| OBRÁZEK 22. LOKALIZACE SYSTÉMU NETSTAR..... | 42 |
| OBRÁZEK 23. PŘEHLED LINEK DEFINOVANÝCH V SYSTÉMU..... | 43 |
| OBRÁZEK 24. PODROBNÁ DEFINICE SIP TRUNKU..... | 44 |
| OBRÁZEK 25. STAV PŘENAŠEČE GSM BRÁNY..... | 45 |

| | |
|--|----|
| OBRÁZEK 26. DEFINICE COMMON ROUTERU..... | 46 |
| OBRÁZEK 27. DEFINICE PSTN OUT ROUTERU..... | 47 |
| OBRÁZEK 28. DEFINICE ROUTERU FROM_ASTERISK. | 47 |
| OBRÁZEK 29. DEFINICE ROUTERU GSM IN..... | 48 |
| OBRÁZEK 30. ZOBRAZENÍ INTERNÍ KOMUNIKACE. | 49 |
| OBRÁZEK 31. UKÁZKA TRASOVÁNÍ HOVORŮ MEZI POBOČKY. | 50 |
| OBRÁZEK 32. ZOBRAZENÍ SMĚROVÁNÍ EXTERNÍCH HOVORŮ. | 50 |
| OBRÁZEK 33. ZOBRAZENÍ SMĚROVÁNÍ PŘÍCHOZÍCH HOVORŮ..... | 51 |
| OBRÁZEK 34. UKÁZKA TRASOVÁNÍ GSM HOVORU S PROVOLENÍM NA TELEFON 201..... | 52 |
| OBRÁZEK 35. UKÁZKA Z TRASOVÁNÍ GSM PARAMETRŮ. | 52 |
| OBRÁZEK 36. VÝPIS HOVORŮ APLIKACÍ WIRESHARK..... | 53 |
| OBRÁZEK 37. SESTAVOVÁNÍ SPOJENÍ UKÁZKA VÝPISU WIRESHARKEM..... | 54 |
| OBRÁZEK 38. VYUŽITÍ RTP PLAYERU..... | 54 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|-----------|
| TABULKA 1. STRUKTURA UDP..... | 13 |
| TABULKA 2. STRUKTURA HLAVIČEK RTP PAKETU..... | 13 |
| TABULKA 3. MOŽNOSTI ZABEZPEČENÍ RTP TOKU..... | 14 |
| TABULKA 4. PARAMETRY KODEKŮ..... | 16 |
| TABULKA 5. PŘEHLED METOD ZABEZPEČENÍ SIP SIGNALIZACE..... | 21 |
| TABULKA 6. TABULKA BALÍČKŮ PRO INSTALACI..... | 25 |
| TABULKA 7. PŘEHLED INICIALIZAČNÍCH SKRIPTŮ ASTERISK..... | 33 |
| TABULKA 8. PŘEHLED INICIALIZAČNÍCH SKRIPTŮ ZAPTEL..... | 33 |

SEZNAM PŘÍLOH

PI soubor extensions.conf

PII soubor sip.conf

PŘÍLOHA P I: SOUBOR EXTENSIONS.CONF

[general]

static = yes

writeprotect = yes

autofallthrough = yes

;

[global]

DYNAMIC_FEATURES => automon

;

[internal]

;include =>national_and_SK

exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici \${EXTEN})

exten => _[2]XX,n,Dial(SIP/\${EXTEN})

exten => 699,1,answer()

exten => 699,n,playback(vm-isunavail)

exten => 699,n,Hangup()

;

[incoming]

include => internal

exten => _X.,1,NoOp(\${CALLERID(num)})

exten => _X.,n,Set(CALLERID(num)=0\${CALLERID(num)})

exten => _X.,n,NoOp(\${CALLERID(num)})

exten => _X.,n,Dial(SIP/200)

;

[outgoing]

```
exten => _[2]XX,1,NoOp(Volam stanici ${EXTEN})
```

```
exten => _[2]XX,n(normal),Dial(SIP/${EXTEN})
```

```
exten => _1XX,1,Noop(num: ${CALLERID(num)},name: ${CALLERID(name)},all:  
${CALLERID(all)})
```

```
exten => _1XX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)
```

```
exten      =>      _0XXXXXXXXXX,1,Noop(num:      ${CALLERID(num)},name:  
${CALLERID(name)},all: ${CALLERID(all)})
```

```
exten => _0XXXXXXXXXX,n,Dial(SIP/TrunkAsterisk/${EXTEN:0},,rt)
```

```
;
```

```
[disable]
```

```
exten => _X.,1,NoOp(Pobocka ${CALLERID(num)} vola nepovolene cislo!)
```

```
exten => _X.,2,Hangup()
```

PŘÍLOHA P II: SOUBOR SIP.CONF

```
;=====Globalni_parametry=====
```

```
[general]
```

```
port = 5060
```

```
nat = yes
```

```
allowguests = no
```

```
context = disable
```

```
disallow = all
```

```
allow = alaw
```

```
allow = ulaw
```

```
dtmfmode = auto
```

```
language = cz
```

```
;=====VoIP_telefony=====
```

```
[200]
```

```
type = friend
```

```
username = 200
```

```
userid = <200>
```

```
host = dynamic
```

```
secret = hztrfdttrr
```

```
context = outgoing
```

```
[201]
```

```
type = friend
```

```
username = 201
```

```
userid = <201>
```

```
host = dynamic
```

```
secret = hztrfdttrrr4
```

context = outgoing

;=====VoIP_trunk_do_NETSTARU=====

[TrunkAsterisk]

type=friend

host=dynamic

port=5060

username=TrunkAsterisk

;userid=TrunkAsterisk

qualify=yes

secret=emosemos

;dtmfmode=info

context=incoming

;canreinvite=yes

disallow=all

allow=alaw

allow=g729

;call-limit=5