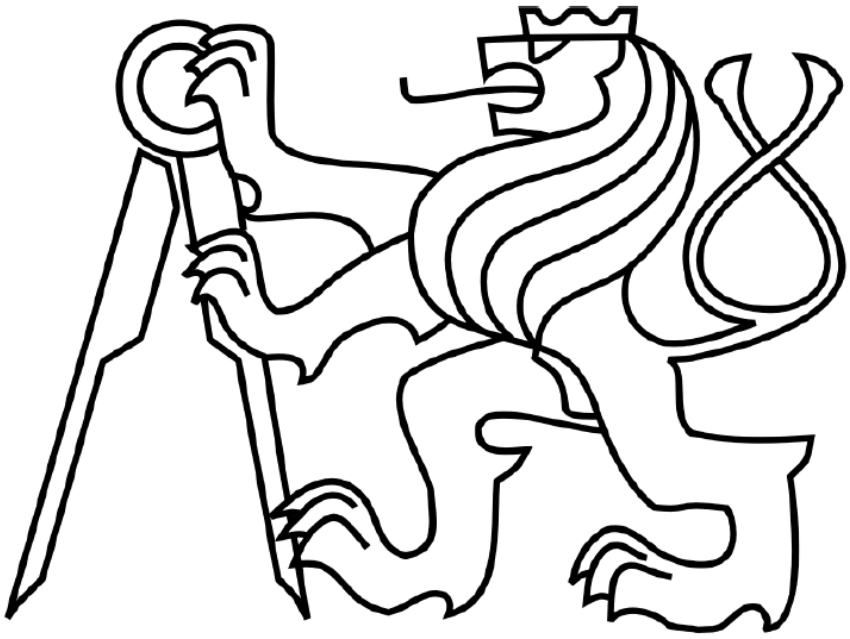
České vysoké učení technické v Praze

Fakulta Elektrotechnická

Katedra telekomunikační techniky



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Spolupráce mezi systémy Microsoft Lync a Asterisk

Autor: Bc. Martin Šedina

Vedoucí práce: Ing. Pavel Troller, Csc.

Praha, květen 2017

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra telekomunikační techniky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Martin Šedina**

Studijní program: Komunikace, multimédia a elektronika
Obor: Komunikační systémy

Název tématu: **Spolupráce mezi systémy Microsoft Lync a Asterisk**

Pokyny pro vypracování:

Prostudujte do dostatečné hloubky oba systémy uvedené v názvu práce a zhodnoťte možnosti vzájemné spolupráce tak, aby bylo možno např. prostřednictvím Asterisku řešit náhradu některých funkcí komerčního systému, např. pokud je licenční a cenová politika dodavatele nepříznivá k nákupu originálních funkcí přímo v tomto produktu, nebo pro možnost úzké vzájemné spolupráce již existujících instalací obou systémů. Též ověřte, nakolik jsou různé modifikace protokolu SIP provedené firmou Microsoft kompatibilní s generickým SIPem systému Asterisk. Experimentálně ověřte své závěry na instalacích obou systémů.

Seznam odborné literatury:

[1] Landis, M.: *Microsoft Lync Server 2013 Step By Step for Anyone*. Microsoft Technet 2013. Dostupné na: https://gallery.technet.microsoft.com/office/Lync-Server-2012-9d6fe954 [online]
[2] Internet: Online dokumentace systému Asterisk

Vedoucí: Ing. Pavel Troller, CSc.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2016/2017

L.S.

prof. Ing. Boris Šimák, CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 21. 12. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 25. 5. 2017 ……

Podpis autora práce

Poděkování

Zde bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Pavlovi Trollerovi, CSc. za jeho ochotu, čas, jeho cenné rady při vytváření této práce a za celkové vedení mé závěrečné práce. Bez jeho cenných rad a vstřícného a přátelského přístupu by tato práce nemohla vzniknout.

Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu při vytváření diplomové práce a v celém průběhu studia.

Anotace

Náplní této Diplomové práce je integrace dvou komunikačních systémů Skype for Business 2015 a Asterisk. Cílem je popsat vzájemnou kompatibilitu, podporované technologie a analyzovat funkce, které by bylo možné nahradit či vylepšit systémem Asterisk jakožto open-source řešením.

Annotation

The document focuses on integration two telecommunications systems, Skype for Business and Asterisk. The goal if this document is to describe interoperability and compatibility of these two systems, supported technologies and analyze functionality and features, which would be possible replace or enhance by open-source Asterisk solution.

1 Obsah

2 Úvod 1

3 Skype for Business 2

3.1 Popis 2

3.1.1 Možnosti instalace 3

3.1.2 Základní telekomunikační funkce 4

3.1.3 Skype for Business klienti 4

3.2 Design systému 5

3.2.1 Tipy a funkce serverů 6

3.2.2 Přihlášení klientů 7

3.2.3 Komunikace 8

3.3 Tipy hovorů a jejich signalizace 11

3.3.1 Peer-to-peer hovory 11

3.3.2 Konferenční hovory 11

3.3.3 PSTN hovory 11

3.3.4 Internetové hovory 11

3.4 Signalizace a podporované protokoly 12

4 Asterisk 13

4.1 Popis 13

4.2 Možnosti využití 14

4.2.1 Pobočková ústředna 14

4.2.2 VoIP brána 14

4.2.3 Server pro hlasovou schránku 14

4.2.4 Konferenční server 15

4.2.5 Call centrum 15

4.2.6 IVR server 15

4.2.7 Systém předplacených volání 15

4.2.8 Systém pro finančně nejvýhodnější směrování (tzv. Least Cost Routing). 15

4.3 Signalizace a podporované protokoly 16

4.4 Funkce systému 16

4.4.1 Rozdělení modulů 17

4.4.2 Konfigurační soubory 18

5 Vlastní analýza řešení 20

5.1 Session Boarder Controller (SBC) 20

5.1.1 Základní funkcionality 20
5.1.2 SBC pro Skype for Business 22
5.1.3 Návrh řešení SBC s ústřednou Asterisk 26
5.2 Voicemail 27
5.2.1 Voicemail pro Skype for Business 27
5.2.2 Návrh řešení Voicemailu ústřednou Asterisk 28
5.3 Auto Attendant 29
5.3.1 Auto Attendant pro Skype for Business 29
5.3.2 Návrh řešení Auto Attendantu ústřednou Asterisk 30
6 Konfigurace navrhnutých řešení 31
6.1 Popis laboratorního prostředí 31
6.1.1 Jednotlivé virtuální počítače 32
6.1.2 Instalace obou systémů 34
6.2 Vlastní integrace 34
6.2.1 Konfigurace SIP trunku 35
6.2.2 Problémy integrace a jejich řešení 37
6.2.3 Konfigurace SBC scénáře 40
6.2.4 Konfigurace Voicemail 42
6.2.5 Konfigurace Auto Attendant 43
7 Závěr 44
8 Seznam literatury 46
9 Seznam obrázků a tabulek 48
9.1 Seznam obrázků 48
9.2 Seznam tabulek 48
Příloha A – Seznam použitých zkratek 49
Příloha B – Konfigurační manual (přiloženo na CD) 50

2 Úvod

Cílem této diplomové práce je integrace dvou telekomunikačních systémů, popis jejich vlastností a vzájemné interoperability. Jedná se o opensource softwarový telekomunikační systém Asterisk od společnosti Digium a systém Skype for Business od společnosti Microsoft. Nejprve jsou teoreticky popsány oba systémy, jejich vlastnosti, funkce a využití. Dále následuje analýza vlastností obou systémů a hledání možností využití systému Asterisk jakožto opensource řešení pro náhradu funkcionalit v systému Skype for Business, které potenciálně chybí, či jsou nedostatečné svými vlastnostmi nebo jsou licenčně drahé. Na tuto teoretickou část navazuje praktická, jejíž součástí je sestavení a konfigurace obou systémů, sestavení spojení mezi danými systémy, vybrání daného scénáře testování a otestování všech telefonních služeb. V rámci testování jsou zahrnuty různé možnosti hovorového propojení a otestována kompatibilita obou systémů, zejména z pohledu signalizace a kompatibility obou systémů.

3 Skype for Business

Skype for Business je současný telekomunikační systém od společnosti Microsoft, jinak také označovaný Lync 2015. Vychází totiž ze svých předchůdců Lync 2010 a Lync 2013 z původního systému OCS (Office Communication Server 2007). Jak je již z názvu patrné, vznikl z poměrně jednoduchého komunikátoru od Microsoftu, který byl převážně používán ke korporátnímu IM (Instant Messaging). Velikou výhodou byla integrace s Microsoft Exchange, jedním z nejpoužívanějších a nejpopulárnějších e-mailových serverů. Díky tomu byl snadno integrovatelný do Microsoft Outlook aplikace, a tudíž uživateli těchto emailových klientů velmi brzy a rozsáhle používán. Tento systém již vlastnil funkce telefonního hovoru, byly však velice omezené. Například při vytvoření jednoho SIP trunku pro propojení s VoIPovým poskytovatelem telefonních služeb, bylo zapotřebí dedikovaného serveru, což při požadavku na více SIP trunků mohlo znamenat finanční i kapacitní problém.

Velkých změn se dostalo jeho nástupci Lync 2010, systém je otevřenější a snadněji integrovatelný s jinými výrobci telekomunikačních zařízení. Dalším z řady produktů je Lync2013, který oproti Lync2010 Skype for Business je dále už jen výsledkem akvizice společnosti Skype Microsoftem, kdy funkcionalita zůstala zpětně kompatibilní s předešlými verzemi, ale bylo lehce pozměněno jádro systému a uživatelské rozhraní. Dalším vylepšením Skype for Business je existence mobilních klientů, kteří jsou dostupní na platformách Android a iOS.

3.1 Popis

Skype for Business je systém vyvinutý společností Microsoft, jehož servery a služby jsou postavené na systému Windows, konkrétně Windows Server 2012. Jako prerekvizita instalace tohoto sytému je již vytvořená hiearchie Active Directory, což je adresářový systém od Microsoftu pro hierarchické rozdělení jednotlivých uživatelů, účtů a počítačů v rámci definovaných domén. Tato funkce je nezbytná nejen pro Skype for Business, ale pro většinu Microsoft produktů určených ke korporátnímu nasazení. Schéma Active Directory se nastaví při prvotní instalaci Skype for Business, kde se

definují nové parametry potřebné pro chod systému jako například SIP adresa jednotlivých uživatelů.

3.1.1 Možnosti instalace

Systém je možné používat ve 3 základních funkcích:

1) „On-premise“, kdy veškerý software a hardware potřebný pro chod systému má zákazník nainstalovaný na vlastních serverech. Tento způsob je výhodný většinou pro velké celosvětové organizace s velkým počtem uživatelů, které si celý systém spravují samy. Nevýhodou může být nutná správa nutných periferií, jako je hardware, systém, databáze a jiné.

2) „Cloud“, kde veškeré zákaznické aplikace jsou umístěny v Microsoft cloudu v rámci Microsoft Office 365. Toto řešení je výhodné pro menší společnosti, jež chtějí využívat funkce Skype for Business, ale nemají místo či prostředky pro vybudování vlastní infrastruktury. Cloudové řešení je současný obchodní záměr Microsoftu, který se snaží prosadit. Výsledek je tedy, že ke všem Microsoft aplikacím a službám jako je Microsoft Exchange, Skype for Busines, Microsoft Office, Microsoft SQL apod. Microsoft nabízí cloudové řešení, čili uživatel/uživatelé se systémem Windows nemusí mít tyto aplikace lokálně instalované. Výhoda je zde jasná, a to absence starosti o jakýkoliv hardware. Nevýhodou může být nutnost kvalitního síťového připojení k danému cloudu, které je závislé na použitém poskytovateli síťových služeb a daných parametrech připojení.

3) „Hybrid“, tento způsob kombinuje oba dva předešlé. Spočívá v rozdělení uživatelů v rámci jedné domény do dvou skupin, kdy jedna využívá připojení „on-premise“ a druhá využívá online připojení do cloudu. Tento způsob se může využít pokud již vystavěná infrastruktura nedostačuje kapacitním požadavkům a pro navýšení se již nevyplatí budovaní nových serverů. Dalším možným využítím je koexistence dvou systémů, kdy jeden může být starší verze (například Lync 2010) a druhý, již novější Skype for Business přes online

cloudovou službu. Jistou nevýhodou zde může být nutnost synchronizace Active Directory mezi „on-premise“ doménou a cloudovou doménou, kde možný výpadek této synchronizace může vést k nekorektní funkčnosti mezi oběma systémy. [1]

3.1.2 Základní telekomunikační funkce

Mezi nejdůležitější funkce Skype for Business patří:

- IM (Instant Messaging) a volání mezi uživateli
- Konferenční hovory a integrovaná funkce dial-in do konferencí
- Telefonování do PSTN sítě
- Video hovory a sdílení obrazovky či aplikací
- IVR a základní vlastnosti Call Centra pomocí tzv. „Response Group“
- Federace s ostatními uživateli používající Skype for Business nebo Skype
- Možnost externího připojení (uživatel může být připojen kdekoliv z internetu a využívat všech funkcí)

3.1.3 Skype for Business klienti

Uživatelé mají k dispozici řadu různých klientů ke komunikaci v rámci systému. Avšak každý klient podporuje různé funkce. Každému klientovi je při vytvoření účtu přiřazen jeho domovský pool a server ke kterému se vždy připojuje. Pokud by se z nějakého důvodu připojil na jiný ze serverů, server se ho vždy bude snažit přepojit na jeho domovský server. Detailněji to bude popsáno v následující kapitole.

Skype for Business klient

Jde o standartního klienta nainstalovaného na PC v rámci instalace Microsoft Office 2016, či Microsoft Office 365. Tento klient podporuje všechny dostupné funkce.

Skype for Business Basic

Jedná se o klienta na PC, který je volně dostupný ke stažení a jeho instalace nepožaduje jakékoliv dodatečné licence.

Skype for Business Mobile

Klient běžící na mobilních zařízeních. Současně dostupný na Android, iOS a Windows Mobile.

Skype for Business Web app klient

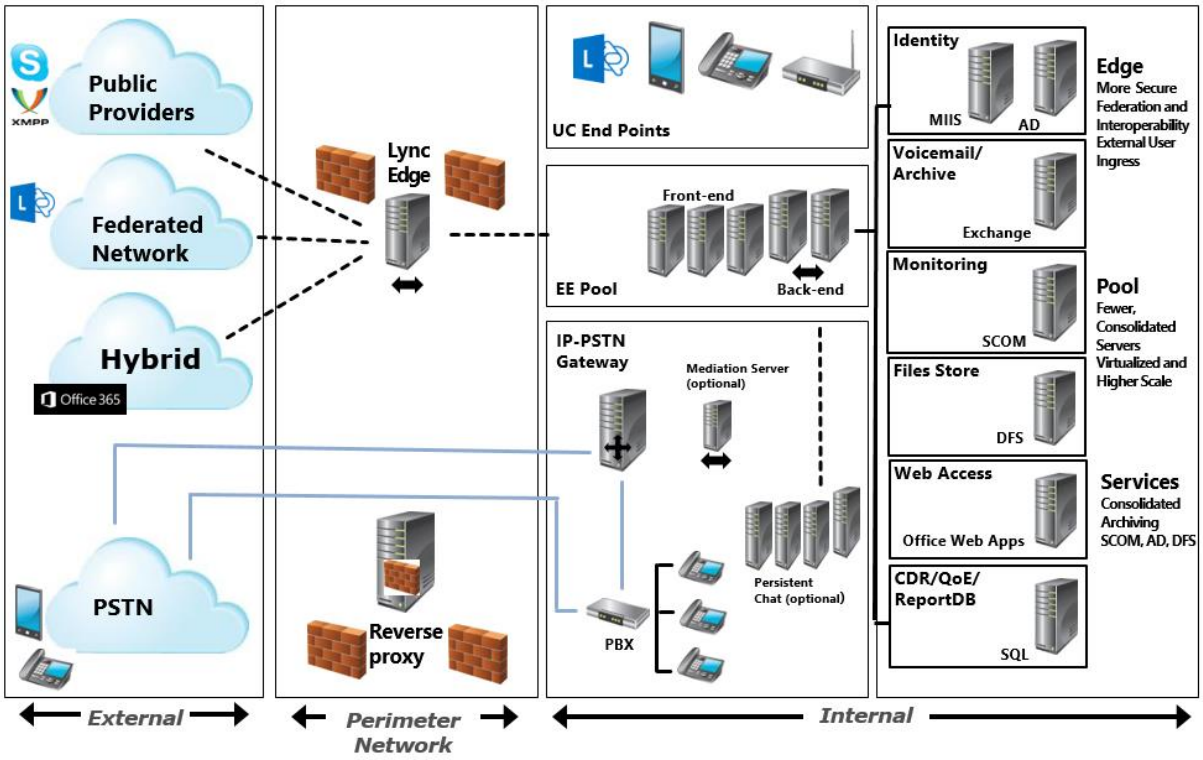
Webový klient pro připojení do konferenčních hovorů. Pokud někdo nemá nainstalovaného klienta na svém zařízení, je možné využít tohoto klienta přes webový prohlížeč pro připojení do konference.

Tabulka 1 Skype for Business porovnání klientů [4]

VLASTNOST	PC KLIENT	PC KLIENT BASIC	MOBILNÍ KLIENT	WEB APP KLIENT
Audio hovor	X	X	X	X
Video hovor	X	X	X	X
Konferenční video	X		X	X
Konferenční IM	X		X	X
Sdílení plochy	X			X*
Sdílení aplikace	X			X*
Založení konference	X	X		X
Sdílení souborů	X	X		X

3.2 Design systému

Celý systém je tvořen z dílčích komponent, které se starají o jednotlivé služby systému. Tyto komponenty jsou definované v topologii, která je základem celého systému a konfigurace. Topologie se definuje při prvotním designu systému a je známa napříč každou komponentou díky replikaci mezi jednotlivými servery. Při kterékoliv změně v topologii se musí provést publikace topologie, která se zase díky vzájemné replikaci dostane ke všem komponentům topologie.



Obrázek 1 - Skype for Business architektura [3]

3.2.1 Tipy a funkce serverů

3.2.1.1 Standard edition server

Standard edition server je server, který spravuje všechny klientské účty. Ve své lokální databázi má uložená data o všech uživatelích a jejich určených domácích serverech. Zajišťuje autentizaci a autorizaci uživatelů. Přes tyto servery je přeposílána veškerá SIP komunikace mezi interními klienty. Jsou zde taktéž uložené informace o kontaktech a nastaveních jednotlivých uživatelů, kteří daný server mají jako domácí. Je to základní komponenta celého systému a většinou i první věc, která se konfiguruje při budování nového systému.

Další možností konfigurace systému je Enterprise edice. Zde se servery dělí na Front-End a Back-End. Front-End server zajišťuje aktuální komunikaci s uživateli a všechna data, která je potřeba uložit dlouhodoběji (kontakty, klientské nastavení), jsou náhrávána na Back-End server. Více Front-End serverů v rámci jedné Enterprise edice nahrává svá data na jeden Back-End server, kde je nainstalována SQL databáze. Toto zapojení je doporučeno pro větší instalace, kde je požadavek na tzv. HA (High Availability). V tomto smyslu může být použito takzvaného zrcadlení Back-End serverů, kde první funguje jako hlavní server (principal) a druhý pouze zálohuje stejná data (mirror). Při výpadku primárního Back-End serveru je možné uskutečnit přepojení

na záložní databáze. Toto je ale bohužel manuální operace. Pro vytvoření skutečné funkce High Availability a automatického přepojení je zapotřebí třetího serveru, který se stará právě o přepínaní mezi databázemi. Takovýto server se nazývá Witness.

3.2.1.2 Mediation server

Medation server slouží jako brána pro propojení hovorů s externími systémy. Na Mediation serverech se konfigurují trunky, definují se parametry SIP signalizace a použité kodeky. Tyto servery mají funkci trans kódování kodeků, čili pro SIP trunk jsou vždy terminační bod jak pro signalizaci, tak pro média. Podporované kodeky jsou RTAudio, G.711, Siren, SILK, G.722, G.722 Stereo, G.722.1, G.726

3.2.1.3 Edge server

Edge server má standardně dvě síťová rozhraní. Jedno rozhraní jako externí, které má přímo na sobě nastavenou a publikovanou veřejnou IP adresu a druhé interní s interní IP adresou. Server slouží jako jakási brána pro klienty, kteří se přihlašují z internetu. Stejně jako Mediation server umí transkódovat média, avšak na rozdíl od něj není nutné, aby média hovoru byla posílána přes server. Pokud je to pro klienta možné a výhodné, zkusí se s medii propojit napřímo.

3.2.1.4 Director

Nevýhodou a jistou bezpečností slabinou může být autentizace externího klienta. Ten se totiž přihlašuje na Edge server, který ho přeposílá přímo na jeho Front-End server či Standard Edition server jež provede autentizace. Jelikož jsou tyto servery umístěny ve vnitřní síti, vzniká zde bezpečnostní průlom, jelikož uživatelé, kteří nejsou autentizováni, by se do vnitřní sítě neměli nikdy dostat. Z tohoto důvodu se jako prostředník použije server Director, který je stejně jako Edge server umístěn v tzv. DMZ (Demilitary Zone), je připojený do domény, na rozdíl od Edge serveru, a slouží pouze pro autentizaci uživatelů. Díky tomu se data od neautentizovaných uživatelů nedostanou do vnitřní sítě.

3.2.2 Přihlášení klientů

Klienti se připojují k serverům pomocí tzv. autodiscovery procesu. Ten spočívá v DNS dotazu klienta na specifický záznam lyncdiscoverinternal.dhl.com a sip.domena.cz pro přístup z interní sítě a lyncdiscover.domena.cz pro přístup z externí sítě přes Edge servery. Na IP adresu, která je přeložena z DNS dotazu po té pošle REGISTER zprávu pro požadavek o přihlášení. U externího uživatele je to odlišné. Po získání veřejné IP

adresy Edge serveru DNS dotazem, přistoupí na tento server na HTTPS port 443, kde si po autentizaci stáhne .xml soubor, ve kterém má veškeré informace o svých přiřazených Edge serverech, na něž se následně opět připojí přes SIP REGISTER. Tímto způsobem systém zajišťuje rovnoměrné rozložení zátěže přes používané servery.

Autentizace je dostupná třemi způsoby. NTLM, Kerberos, TLS-DLT. Po úspěšné autentizaci pomocí NTLM či Kerberos klient požádá svůj domácí server o vygenerování certifikátu, pomocí kterého se následně bude vždy autentizovat pomocí TLS-DLT. Certifikát je následně taktéž používán pro sestavení TLS SIP komunikace. Tento certifikát je validní 180 dní a klient si ho sám vyžádá pokaždé, kdy do vypršení certifikátu zbývá 30 dní a méně.

3.2.3 Komunikace

Jak již bylo zmíněno klienti se servery a mezi sebou komunikuji pomocí protokolu SIP. Ten zajišťuje nejen hovory ale i IM mezi klienty. Také pomocí zpráv OPTION zjišťují klienti stav ostatních uživatelů. Komunikace signalizace je zabezpečená a probíhá pomocí transportního protokolu TLS. Proto pro zachycení SIP komunikace není možné pouze zachytit síťový provoz (například pomocí programu Wireshark), jelikož data jsou šifrovaná. Z tohoto důvodu má klient funkci logování, kdy loguje svoje interní zprávy a veškerou SIP komunikaci. Klient vždy signalizačně komunikuje pouze se svým domácím serverem, který slouží jako SIP Proxy a komunikaci přeposílá dál v závislosti na tipu hovoru (zprávy).

Média se posílají taktéž přes zabezpečený kanál, a to konkrétně pomocí protokolu SRTP, což je protokol pro přenos medií RTP (Real Time Protokol), který používá k zabezpečení SSL. Média se posílají prioritně pomocí UDP protokolu, ale pokud z jakéhokoliv důvodu nemůže být spojení navázáno, klient zkusí navázat spojení přes TCP. Toto může být výhodné, pokud média prochází přes firewall, který by z jakéhokoliv důvodu blokoval vysoké UDP porty, které jsou používány pro RTP. Při sestavení TCP spojení je možné komunikaci přes firewall přenést a tím sestavit hovor. Tento scénář má ale zřejmou nevýhodu, což je nízká kvalita hovoru, jelikož protokol TCP ze své podstaty není vhodný pro přenos časově závislých dat. Pravděpodobně bude vznikat jitter, zpoždění, a hovor se může v průběhu rozpadat. [10]

3.2.3.1 Sestavení médií pomocí protokolu ICE (Interactive Connectivity Establishment)

Sestavení médií můžeme rozdělit do třech kroků, které klient musí vždy vykonat při inicializaci každého hovoru.

1. ***Registrace a nalezení media relay serveru***
    - Klient při prvním přihlášení provede již zmiňovaný autodiscover proces. Ten se provede tak, že klient provede DNS dotaz na předem definovaný a hardcodovaný hostname lyncdiscover či lyncdiscoverinternal. Podle toho na jaký DNS záznam dostane odpověď, zjistí klient zda-li je v interní či externí síti.
    - *Lyncdiscoverinternal.domain* DNS záznam bude vždy směřovat rovnou na daný Front-End pool pro Enterprise edici či jednotlivý Front-End pro Standard Edition pool. Odtud si klient stáhne XML soubor z webové aplikace se svými přiřazenými Edge servery, Front-End serverem a jejich IP adresy.
    - Lyncdiscover domain DNS záznam směřuje na Edge server webové služby, kde si klient stáhne opět XML soubor se svými interními a externími Edge server IP adresami.
    - Klient pošle na svůj Front-End REGISTER požadavek. Pokud je klient přihlášen externě, pošle ho přes svůj Edge server.
    - Front-End zaregistruje klienta a pošle zpět 200OK s informacemi o Edge serveru pro média relay.
    - Klient pošle SERVICE požadavek na Front-End server s informací zda-li je klient přihlášen interně či externě.
    - Front-End provede autentizaci klienta s Edge serverem, tzv. MRAS požadavek (Media Relay Authentication Service).
    - Edge server vytvoří ověření klienta pomocí svého veřejného SSL certifikátu a pošle zpátky na Front-End server – MRAS odpověď.
    - Front-End server pošle 200OK na původní SERVICE požadavek od klienta s příslušným ověřením, které klient musí použít pro media relay.

2. **Vytvoření seznamu kandidátů**
    - Klient nejprve zjistí vlastního lokálního kandidáta pro komunikaci, což je jeho vlastní IP adresa, kterou vyčte ze seznamu všech svých vlastních aktivních síťových rozhraní.
    - Klient se připojí na Media relay server a zjistí tzv. STUN kandidáta (Sessopm Traversal Utilities for NAT), což je IP adresa, kterou vidí Edge server jako příchozí a na kterou odpovídá na STUN požadavek. Takto klient zjistí svojí IP adresu, pokud komunikuje v síti, která je pro Edge server schovaná za funkcí NAT (Network Address Translation).
    - Klient se připojí na Media relay server a zjistí tzv. TURN kandidáta (Traversal Using Relays around NAT), což je externí či interní IP adresa Edge serveru, v závislosti na tom, z jaké sítě se klient připojuje.

3. **Sestavení medií**
    - Při inicializaci hovoru pošle klient INVITE s SDP, ve kterém je vložený dříve vytvořený seznam kandidátů. Druhý klient pošle to samé ve svém SDP.
    - Klient se vždy snaží připojit na jednotlivé kandidáty v listu popořadě
        - Nejprve se snaží připojit na lokálního kandidáta
        - Pokud lokální kandidát není dostupný, pokusí se připojit na STUN kandidáta
        - Pokud STUN kandidát není dostupný, pokusí se připojit na TURN kandidáta.

Velkou výhodou tohoto řešení je, že klient si může dynamicky v prvních 10 vteřinách hovoru sestavit 2 média cesty a pokud by během hovoru vyhodnotil, že prioritizovaná cesta je nevyhovující, dokáže se přepojit na druhou (STUN nebo TURN), či přepnout UDP na TCP. Po 10 vteřinách si však klient definitivně vybere preferované spojení - pokud toto spojení z nějakého důvodu selže, hovor se rozpadne. Pro kontrolu síťové kvality jednotlivých spojení používají klienti RTCP protokol (Real Time Control Protocol).

3.3 Tipy hovorů a jejich signalizace

3.3.1 Peer-to-peer hovory

Tento hovor předpokládá, že se nachází oba účastníci hovoru interně. Signalizace probíhá přes Front-End servery daných klientů a média se nejčastěji sestavují napřímo. Pokud neexistuje přímá konektivita, klient využije jinou cestu, jak je již popsáno v 3.2.3.1. Používají se kodeky SILK, G.722 a RTAudio.

3.3.2 Konferenční hovory

Konferenční hovor se vždy uskutečňuje na domácím serveru uživatele, který konferenci organizuje. K tomuto serveru se poté připojují všichni účastníci. Signalizace tedy probíhá mezi domácím serverem účastníka a domácím serverem organizujícího uživatele. Média jsou z klientů posílána přímo na konferenční server, který je následně distribuuje mezi jednotlivé uživatele. Pro konference jsou podporované kodeky SIREN, G.711 a G.722. Do konferencí se lze dovolat také z PSTN pomocí Mediation serveru a dedikovaných provolbových čísel. Hovor je vyzvednut nejprve na Mediation serveru, kde je přehrána uvítací hláška a požadován pin pro připojení do konference. Po zadání pinu Mediation server hovor přepojí na daný Frond-End server, kde se konference odehrává.

3.3.3 PSTN hovory

Pro volání do PSTN sítě slouží primárně Mediation servery. Ty slouží jako brána mezi Skype for Business a VoIP telefonií. Přestože je možné vytvořit na Mediation serverech přímé spojení s poskytovatelem telefonních služeb, není to doporučované řešení kvůli omezeným možnostem na Mediation serveru. Doporučuje se mezi poskytovatele a Mediation server vložit zařízení nazývané SBC (Session Boarder Controller). Toto zařízení přepojuje jak signalizaci, tak média, umí média transkódovat mezi jednotlivými kodeky a má větší možnosti v nastavení komunikace, převážně v oblasti signalizace. Mediation server podporuje pouze kodeky G.711 a RTAudio.

3.3.4 Internetové hovory

Do této kategorie spadají hovory od externích klientů a klientů z federovaných domén. Signalizace je sestavena přes Edge servery. Pro federované domény je zde možnost integrace zpráv pomocí XMPP protokolu. Kodeky pro komunikaci se používají viz. Peer-to-peer a konferenční hovory v závislosti na tom, o jaký tip hovoru se jedná.

3.4 Signalizace a podporované protokoly

Pro komunikaci Skype for Business využívá výhradně protokolu SIP s vlastními úpravami popsanými v oficiálních RFC vydanými přímo společností Microsoft.

Podporované kodeky

Tabulka 2 Skype for Business porovnání kodeků [5]

Audio kodek	P2P hovory	Konferenční hovory	PSTN hovory
RTAudio Wideband	X		
RTAudio Narrowband	X		X
G.722		X	
G.722 Stereo	X	X	
G.711a/u		X	X
Siren		X	
SILK	X		

4 Asterisk

Asterisk je softwarová open-source VoIP ústředna založená na systému Linux. O vznik Asterisku se v roce 1999 zasloužil čerstvý absolvent Aubum university v Alabamě Mark Spencer, jenž zanedlouho založil společnost Digium, která zabezpečuje podporu a další vývoj systému Asterisk. Jelikož je Asterisk open-source, hlavním zdrojem zisku společnosti je podpora systému a vývoj a prodej hardwarových periferií.

Asterisk je rozšířen pod dvěma licencemi, přičemž jedna je GNU GPL a druhou proprietární licence, která umožňuje využití uzavřených a patentovaných zdrojových kódů. V současné době existuje několik nadstaveb Asterisku, které jsou spustitelné pod různými systémy jako Windows, Mac OS, OpenBSD, Solaris aj. Tyto nadstavby většinou disponují grafickým rozhraním (například TrixBox, FreePBX apod.). [8] [11] [19]

4.1 Popis

Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, Asterisk je softwarová pobočková ústředna, která se primárně používá pro malé a střední podniky. K jeho základním funkcionalitám patří vytváření uživatelských stanic, svazků, skupin uživatelů, směrování hovorů v závislosti na uživatelské stanici, skupiny, vytížení linek a jejich monitorování, monitorování stavu systému, podržení hovoru, přesměrování (podmíněné i nepodmíněné) a konference. Nainstalováním dalších modulů je možné získat doplňkové funkce jako například grafické rozhraní, IVR a jiné.

Jelikož je Asterisk pouze softwarová ústředna instalována na určitém serveru, postrádá existenci různých telekomunikačních rozhraní oproti jiným pobočkovým ústřednám. Toto lze řešit dodatečnými hardwarovými kartami do PCI-E slotu daného serveru, které umožňují rozšiřující podporu nejpoužívanějších telekomunikačních rozhraní jako je Analogový port FXS/FXO, Digitální rozhraní E1/T1/PRI/BRI apod. Původní hardware vyvinutý společností Digium byl velice spolehlivý a postavený na nativní TDM (Time Division Multiplex) podpoře. Tyto výrobky byly společností Digium patentované a velice nákladné. Proto společnost Zapata Telephony začala na trh dodávat vlastní hardware s názvem Zaptel, který již podporoval pouze pseudo TDM, ale vyznačoval se stejnou kvalitou zpracování dat v reálném čase. Tento hardware je

přímo podporován a distribuován společností Digium. Dále se na trhu objevují tzv. Non-Zaptel hardwary, které také podporují rozšíření o jiné telekomunikační rozhraní, ale nepodporují pseudo TDM, čili kvalita zpracování telefonního kanálu nemusí být vždy stoprocentní. Jedná se o rozhraní například: ISTN4Linux, Linux Telephony Interface a jiné. [6] [7]

4.2 Možnosti využití

4.2.1 Pobočková ústředna

Klasická ústředna umožňující přepínání hovorů v rámci pobočky, jinak také nazývána PBX (Private Branch Exchange). PBX systém se stará o interní hovory mezi stanicemi a funguje jako jakási brána do venkovní sítě PSTN. [21]

Mezi hlavní vlastnosti patří:

- podpora VoIP a možnost dokoupení dodatečných karet pro připojení s analogovou linkou či ISDN.
- možnost hlasové schránky
- přesměrování hovorů a služby „Fin dme/Follow me“
- konferenční hovory
- monitorování a reportování.

4.2.2 VoIP brána

Voip brána se používá pro vytvoření mostu mezi dvěma či více telefonními standarty. Může se jednat o integraci dvou či více tipů signalizací, či jako tzv. média brána pro transkódování audia. Směrovací funkce brány jsou stěžejní pro inteligentní směrování hovorů z jednoho média do druhého. Jsou schopné odebrat či přidat předdefinované číslice do volaného nebo volajícího čísla při průchodu hovoru.

Podpora VoIP protokolů: SIP, IAX/IAX2, H.323, MGCP, Skinny)

4.2.3 Server pro hlasovou schránku

Pokud volající účastník nezastihne volaného, má možnost mu zanechat hlasovou zprávu. Hlasové schránky se v současných digitálních pobočkových ústřednách vyskytují, avšak jsou většinou dostupné pouze pod dodatečnou licencí, která může být finančně náročná. Důvodem je nárok na výpočetní výkon a úložné místo pro archivaci všech aktivních hlasových zpráv. Toto může být vyřešeno Asteriskem, který může sloužit jako externí hlasová schránka. Nativně podporuje i funkcionalitu zvanou

Voicemail, kdy je nahraná hlasová zpráva přeposlaná rovnou na email uživatele. Může být také integrován se staršími analogovými ústřednami nebo ústřednami, které touto funkcí nedisponují.

4.2.4 Konferenční server

Konferenční server umožňuje skupině lidí uskutečnit konferenční hovor, který se odehrává na daném serveru. Počet možných konferenčních místností a participantů se liší podle použitého modelu Asterisku, hardwaru a licence. Konferenční místnosti mohou být zabezpečeny pinem, který je nutný zadat pomocí DTMF pro vpuštění do místnosti.

4.2.5 Call centrum

Pomocí Asterisku lze také definovat call centra, kdy můžeme využit vlastností několika úrovňového IVR. Je schopen také inteligentně distribuovat hovory mezi agenty, zařazovat hovory do front a ve frontách dynamicky informovat volajícího o tom, v jakém stavu je jeho požadavek na vyřízení hovoru.

4.2.6 IVR server

Pokud nějaký systém nedisponuje vlastním IVR systémem, může se využít vlastnost Asterisku, který IVR podporuje a hovor přesměrovat na Asterisk, který vykoná IVR funkci a přepošle hovor zpět do původního systému. Ten například podle změny volaného čísla na základě výsledku z IVR dokáže hovor směrovat na správného uživatele, či skupinu.

4.2.7 Systém předplacených volání

Tento systém využívá vlastností Asterisku pro automatické generování hovorů, kdy přes grafické rozhraní si zákazník navolí, jaké číslo chce volat, zadá svoje vlastní číslo a zaplatí za hovor. Asterisk potom jednoduše vygeneruje hovor uživateli, vytočí číslo, které zadal uživatel jako volané a hovory propojí. Hovor je uskutečněn přes nějakého VoIP PSTN providera, kde jsou ceny hovorů zpravidla levnější, nežli přes lokálního poskytovatele mobilních či pevných telefonních služeb. Nejvíce se jedná o mezinárodní hovory, kde jsou cenové rozdíly vyšší.

4.2.8 Systém pro finančně nejvýhodnější směrování (tzv. Least Cost Routing)

Pokud má Asterisk více cest kudy směrovat hovory (například SIP PSTN providera, připojenou GSM/VoIP gateway, PSTN přípojku pomocí E1), může Asterisk sloužit

k chytrému rozhodování na základě volaného či volajícího čísla, do kterého poskytovatele bude hovor směrován. Z důvodu odlišnosti PSTN poskytovatelů služeb mohou být ceny za určité tipy hovorů odlišné (např. volání z mobilní sítě do mobilní sítě levnější, než volání z pevné sítě do mobilní sítě apod.).

4.3 Signalizace a podporované protokoly

Asterisk podporuje následující protokoly:

Signalizace

- IAX (Inter-Asterisk Exchange)
- H.323
- SIP
- MGCP (Media Gateway Control Protocol)
- SCCP (Skinny Call Control Protocol)

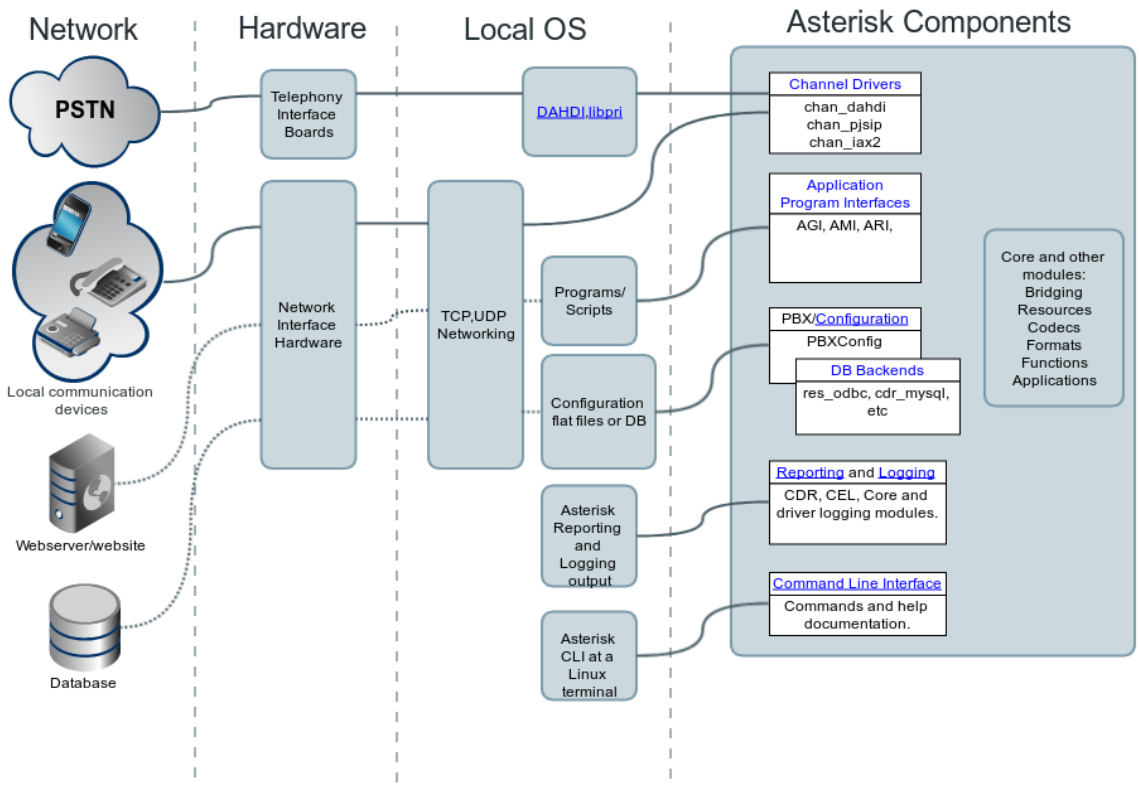
Podporované kodeky

- G.711a/u
- G.726
- G.723.1
- G.729 annex A
- GSM
- iLBC
- Speex

(závislost na použité VoIP trans kódovací přídavné PCI-e kartě)

4.4 Funkce systému

Asterisk je tvořen z několika modulů, které jsou konfigurovatelné skrz konfigurační soubory. Jelikož se jedná o open-source, je možné stáhnout zdrojové kódy jednotlivých modulů a pozměnit je podle potřeby a vytvořit takzvané vlastní „patch“.



Obrázek 2 - Architektura Asterisku [9]

4.4.1 Rozdělení modulů

Kanálové ovladače

Komunikují se zařízeními mimo Asterisk a překládají patřičnou signalizaci nebo protokol do jádra systému.

DialPlan aplikace

Tyto aplikace poskytují hovorové funkcionality systému. Například mohou vyzvednout hovor, přehrát hlásku, zavěsit hovor, nebo nabídnout komplexnější funkcionality jako například funkce fronty, hlasová schránka nebo funkce pro konferenční hovory.

DialPlan funkce

Funkce se používají pro čtení, nastavení či manipulace parametrů při hovoru. Funkce mohou být například použity pro nastavení volaného čísla pro odchozí hovor.

Zdroje

Jak již nadpis napovídá, Zdroje poskytují zdroje pro Asterisk a jeho moduly. Jako příklad zdrojů může být funkce „music on hold“ či parkování hovorů.

CODECs

CODEC znamenající COder/DECoder je modul, který se využívá pro překlad audia nebo videa. Typicky je tento modul použit pro překlad audio/video kodeků z důvodu vzájemné kompatibility, či z důvodu šetření šířky přenosového pásma daným kodekem.

Souborový ovladač

Je použit jak pro ukládání médií na disk v patřičném souborovém formátu, tak pro opětovné čtení média souborů a jejich převodu pro přehrávání v hlasovém kanále.

Call Detail Record (CDR) ovladač

Zapisuje data o hovorech na disk či do specifikované databáze. Standardně se tyto data využívají pro následné statistiky volání, či pro přeúčtovávání za hlasové služby.

Call Event Log (CEL) ovladač

Zapisuje Event logy na disk či do specifikované databáze. Event logy jsou informace o tom, co se děje/stalo v Asterisk systému během příslušného hovoru.

Bridge ovladač

Tento ovladač slouží pro architekturu Bridge v Asterisku. Poskytuje variaci metod jak spojit hovorová média mezi účastníky hovoru. [20]

4.4.2 Konfigurační soubory

Každý z modulů z dané kategorie výše uvedené má svůj konfigurační soubor, což je textový soubor s modulem předdefinovanými konfiguračními parametry. Přes tyto konfigurační soubory je administrátorem systému řízena celá ústředna. Pokud má Asterisk doinstalovanou jednu z nadstaveb s webovým rozhraním, tato webová aplikace nedělá nic jiného, než generování zmíněných konfiguračních souborů na základě svých vlastních parametrů v grafickém rozhraní.

Velkou výhodou je použití parametru #include v konfiguračních souborech. Pomocí tohoto parametru je možné vložit konfigurace z jiného souboru pro lepší strukturalizaci konfigurace. To se může hodit například při konfiguraci SIP účtů pro registraci, kdy hlavní konfigurace je v defaultním souboru a konfigurace všech účtů je přiřazena pomocí zmíněné funkce z jiného souboru. [18]

4.4.2.1 Popis základních konfiguračních souborů

Hlavní konfigurační soubor

- Asterisk.conf – Jsou v něm uložené cesty k adresářům k veškerým souborům, které systém potřebuje. V základním nastavení jsou všechny konfigurační soubory uloženy v adresáři /etc/asterisk.

Asterisk kanály

- Sip.conf – Vše pro konfiguraci SIP kanálu. Konfigurace SIP trunků a jejich parametrů, konfigurace SIP proxy a jednotlivých telefonních klapek
- Zapata.conf – Konfigurace Zap kanálů, které slouží pro přídavné Digium karty pro rozšíření podpory více rozhraní.

Konfigurace DialPlanu

- Extensions.conf – DialPlan a veškerá konfigurace týkající se směrování hovorů, či IVR funkce.

Konfigurace specifických funkcí DialPlanu

- Musiconhold.conf – Konfigurace Music on hold funkce
- Queues.conf – Konfigurace front v Asterisku
- Voicemail.conf – Konfigurace voicemailové služby Asterisku.

Ostatní konfigurační soubory

- Codecs.conf – Konfigurace jednotlivých podporovaných audio/video kodeků
- Features.conf – Konfigurace funcionalit jako je parkovaní hovorů aj.
- Http.conf – Konfigurace vestavěného http serveru v Asterisku
- Modules.conf – Konfigurace nahrávání jednotlivých modulů do Asterisku
- Rtp.conf – Konfigurace portů pro RTP pakety.

5 Vlastní analýza řešení

Na základě teoretického zpracování a znalostí obou technologií se tento odstavec zabývá analýzou a návrhem funkcí, které chybí v systému Skype for Business, či jsou nedokonalé a mohli by být řešeny nebo nahrazeny systémem Asterisk.

Při určování výběru jednotlivých funkcí jsou použita dvě hlavní kritéria.

- Zájem o danou funkcionalitu z pohledu využití Skype for Business jako současného telekomunikačního systému.
- Výhoda nahrazení funkcionality v Skype for Businessu Asteriskem z ohledu na licenční podmínky Microsoftu dané funkcionality, která by se nechala nahradit právě Asteriskem jakožto freewarem.

5.1 Session Boarder Controller (SBC)

Session Boarder Controller (dále jen SBC) je zařízení používané ve VoIPových sítích, které přebírá kontrolu nad signalizací, konsoliduje připojené zařízení a překládá signalizaci a média mezi nimi. Z počátku bylo SBC používáno jako koncové zařízení mezi dvěma poskytovateli telefonních služeb jako peer-to-peer řešení. V dnešní době se již používá pro propojení přístupové nebo páteřní sítě jednotlivých telefonních poskytovatelů k přímému připojení služeb koncovým zákazníkům.

5.1.1 Základní funkcionality

Bezpečnost

SBC slouží jako firewall ve VoIPových sítích. Může se do tohoto zařízení přímo fyzicky připojit síť telefonního poskytovatele a SBC povolí pouze VoIP data projít skrz do interní sítě uživatele. Je tudíž odolný vůči hrozbám a útokům jako je DoS (Denial of Service) či DDoS (Distributed Denial of Service), jelikož reaguje pouze na VoIP data na určitém portu pro daný aplikační protokol (SIP,RTP). Navíc tyto protokoly používá SBC většinou šifrované (SIP pomocí TLS a SRTP), tudíž je odolný proti podvrhnutí telefonního spojení.

Každé SBC by také mělo vytvářet nový síťový paket mezi jednotlivými spojeními (vytvořit novou IP hlavičku paketu). To proto aby nemohlo dojít k útoku pomocí cíleně zdeformovaného paketu.

Konektivita

Podporuje komunikaci několika různých sítí. Pro představu je to takový VoIP aplikační router, který prakticky využívá stejné technologie pro směrování jednotlivých VoIP sítí jako je NAT (Network Address Traversal)

Dokáže manipulovat a normalizovat signalizaci tak, aby všechny připojené strany spolu mohly bez problému komunikovat.

Umí překládat a zajišťovat interoperabilitu mezi sítěmi IPv4 a IPv6.

Quality of Service

Zajišťuje prioritizaci dat při průchodu paketovou sítí a zabezpečení kvality hovoru při vytíženosti linky. Pomocí Quality of Service a označování paketů pomocí DSCP či CoS zajišťuje správné nakládání a prioritizaci paketu.

Pomocí funkce Call Admission Control potom zajišťuje, aby celkový počet hovorů nikdy nepřevýšil dostupnou přenosovou rychlost linky. Pouze jeden hovor navíc, který již vytíží router tak, že musí zahazovat pakety, způsobí problém a degradaci kvality pro všechny probíhající hovory na stejné lince. Proto je výhodnější takový hovor vůbec nepovolit uskutečnit.

Zpracování medií

V současné době již SBC nejsou používána pouze pro zajištění signalizace, ale jsou vybavena navíc vlastním DSP (Digital Signal Processor), tudíž mohou překládat mezi médii s odlišnými kodeky mezi jednotlivými spojeními.

Dále může SBC sloužit jako překlad DTMF tónů, faxové signalizace a generování tónů (například vyzváněcího tónu)

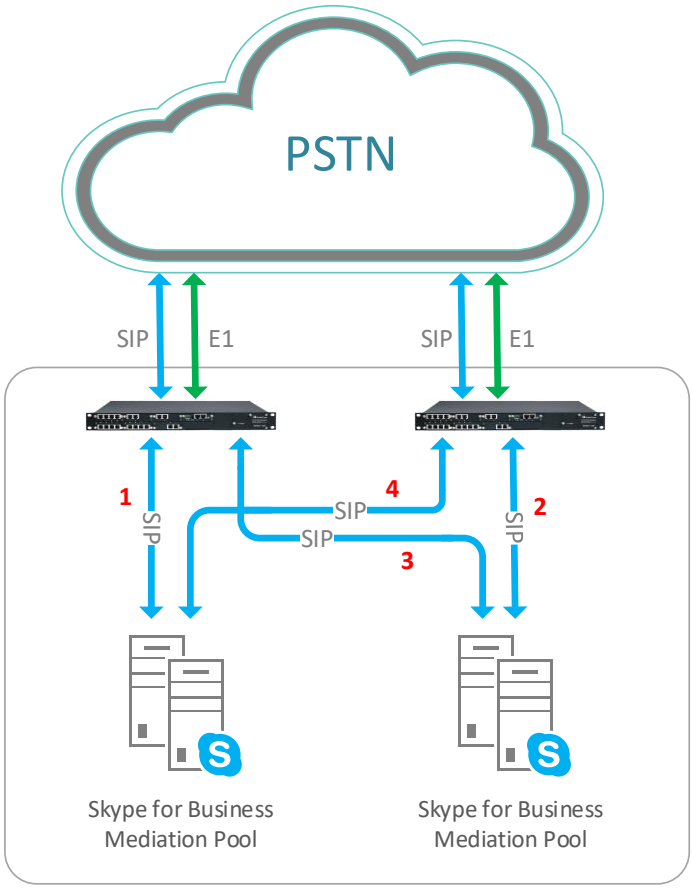
Statistiky a logy

Díky tomu, že SBC je, jak z názvu vyplývá, hraniční zařízení, a tudíž veškeré hovory a spojení jdou právě přes něj, stává se přirozeně výhodným místem pro sběr dat o všech hovorech. Nejčastější formát dat je tzv. CDR (Call Detail Record), kde jsou sepsané jednotlivé hovory řádek po řádku, kde v každém z nich jsou nejčastější informace jako například o volajícím čísle, volaném čísle, času hovoru, délce hovoru, času sestavení hovoru, informace, zda byl hovor přepojen, důvod ukončení hovoru a jaká strana hovor ukončila. Tyto data se následně zpracovávají k vytvoření statistik jako například využití

linky, ACD (Avarage Call Duration), ASR (Average Success Rate), nebo pro vytvoření přeúčtovávaných faktur za poskytnuté telefonní služby. Většina SBC má ji základní rozhraní pro vytváření statistik zabudován v sobě, či výrobce nabízí dodatečný software, který tyto data zpracovává a zobrazuje.

5.1.2 SBC pro Skype for Business

Ještě donedávna nebyla v Microsoft Lync systému možnost sestavit více SIP trunků na jednu PSTN Gateway. To bylo upraveno a vylepšeno právě v systému Skype for Business. Tato možnost nyní umožňuje při potřebě redundantního spojení zvýšit SLA (Service Level Agreement) služby vytvořením dodatečných překřížených SIP trunků na jednotlivé SBC viz. Obrázek 3. Jelikož Skype for Business mediation servis není velmi dobře uzpůsoben pro SIP integraci s jinými zařízeními či SIP poskytovateli veřejných telefonních služeb z důvodu nedostatečné flexibility konfigurace SIP komunikace, Microsoft přímo doporučuje využití SBC pro připojení do veřejné sítě či pro integraci jiných telefonních zařízení, ústředen, bran. Skype for Business nativně nepodporuje funkce jako je například vypnutí early media, anebo když jsou early media zapnutá, nedokáže generovat vyzváněcí tón. Všechny tyto nekompatibility by mělo být SBC schopno vyřešit a zajistit správný překlad a kompatibilitu mezi Skype for Business systémem a ostatními zařízeními. [15]



Obrázek 3 - SBC řešení

5.1.2.1 Seznam SBC funkcionalit pro Skype for Business

Překlad média kodeků

Pokud je zapotřebí komunikovat s nějakým z kodeků, který zabírá méně přenosové kapacity, je potřeba použít SBC pro překlad, jelikož Skype for Business podporuje pouze G.711a/u.

Manipulace čísel

Skype for Business dokáže manipulovat čísla pouze v odchozím směru a pouze číslo volaného. Dokáže manipulovat i číslo volajícího, ale pouze funkcí tzv. Caller ID Suppression, kdy všichni volající se tváří jako jedno číslo. Dále nepodporuje funkci CLIR (Calling Line Identification Restriction) a směrování hovorů na základě volajícího.

Dále je potřeba zajistit, aby čísla, která jsou směrovaná do Skype for Business byla v E.164 formátu, což je doporučení a požadavek Microsoftu. Skype for Business systém udává formát čísla ve tvaru tel:+XXXXXYYYY;ext=YYYY, kde doporučení je používat čtyřmístný číslovací plán lokálních klapek. Skype for Business má vlastní

mechanismus pro normalizaci volaného čísla pro odchozí hovor, která se nazývá Dial Plan a je škálovatelná v systému na úrovni uživatelů, serveru (poolu), či globálně. Avšak manipulace pro příchozí směr lze nastavit pouze na úrovni trunku, což může mít v určitých scénářích omezení.

Konsolidace Signalizace

Bez použití SBC a vytvoření SIP trunku přímo s poskytovatelem telefonních služeb může vzniknout problém v nekompatibilitě signalizace mezi jednotlivými stranami. Skype for Business má spoustu vlastních RFC pro signalizaci a v SIP komunikaci se nechová úplně standardně jako jiná zařízení komunikující pomocí SIP signalizace. Jako příklad můžeme uvést, kdy Skype for Business při sestavení hovoru posílá 183 Session Progress s SDP (pokud tedy vzdálená strana podporuje PRACK podle RFC3262), čímž otevírá „early media“ a následně 180 Ringing kdy signalizuje, aby vzdálená strana generovala vyzváněcí tón, jelikož Skype for Busness ho generovat neumí. Některé platformy s tímto řešením mohou mít problém, jelikož očekávají, že při otevření early médií bude generovat volající strana vyzváněcí tón do hlasového kanálu. Z tohoto a podobných důvodů je doporučováno vložením SBC mezi Skype for Business a telefonního poskytovatele služeb a případné nekompatibility v signalizaci řešit manipulací SIP parametrů na daném SBC.

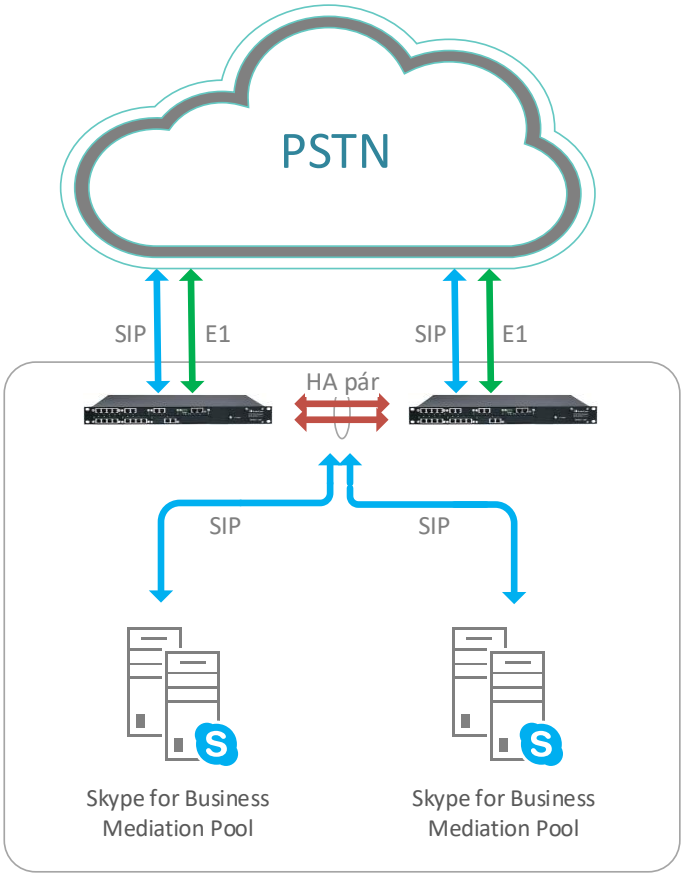
Call Detail Record

Ačkoliv Skype for Business je vybaven vlastní MySQL databází s názvem LcsCDR, kde ukládá veškeré záznamy o hovorech, a která je volně zpřístupněna administrátorovi systému, je však poměrně složité vyznat se v její struktuře. Pro vytvoření standardního uceleného reportu CDR pro PSTN hovory je zapotřebí složitého propojování několika tabulek a odfiltrování pouze PSTN hovorů. Proto je výhodnější využít SBC, který většinou má implementovaný CDR reporting v sobě a je mnohem jednodušší pro filtrování hovorů, například pro určitého poskytovatele služeb, či pro určité číslo nebo číselný blok.

High Availability

Pokud je telefonní servis kritický a vyžaduje nepřetržitou dostupnost, je zapotřebí řešit výpadek služby způsobný selháním daného zařízení, či konektivity mezi zařízeními. Z tohoto důvodu se řešení navrhuje v tzv. High Availability módu, viz. Obrázek 4. Ten je definován tak, že při výpadku hlavní linky či zařízení by uživatel neměl poznat

výpadek dané služby a služba by neměla být ani omezena. Tento scénář není ve Skype for Businessu podporován, jelikož jediné, co Skype for Business umí, je redundantní scénář tvořený dvěma SIP trunky na každou bránu telefonního poskytovatele zvlášť. Pokud hovory začnou být neúspěšné na primární trunk, po několika pokusech označí Skype for Business trunk jako invalidní a začne směrovat hovory na záložní trunk. V tomto scénáři je patrný výpadek služby. Dá se lehce vylepšit konfigurací směrování hovorů v módu active-active, kde se balancují rovnoměrně hovory na oba trunky, čili v případě výpadku jednoho z trunků je méně uživatelů afektováno.



Obrázek 4 - SBC HA řešení

5.1.3 Návrh řešení SBC s ústřednou Asterisk

Díky vlastnostem Asterisku a jeho škálovatelnosti je možné využití jako SBC pro Skype for Business. Velkou výhodou Asterisku je vlastní nastavení SIP parametrů pro jednotlivé SIP trunky a správa dial plánů, což je jeden z nejdůležitějších vlastností SBC, pokud se využívá pro směrování hovorů do více rozhraní. Díky možnosti dokoupení dodatečného hardwaru pro podporu TDM rozhraní je výhodný i pro menší lokální řešení, kde může sloužit jako SBC pro připojení do PSTN sítě přes lokálního poskytovatele služeb.

Popis jednotlivých funkcí

- Překlad jednotlivých kodeků – Asterisk bez jakékoliv nutné konfigurace umí překládat mezi kodeky. Navíc na straně Skype for Business je možné použít pouze kodeku G.711a/u, na který Asterisk transkóduje ze své sady podporovaných kodeků.
- Manipulace čísel – Z tohoto hlediska je Asterisk velmi vhodný, jelikož jeho flexibilita a škálovatelnost nastavení dial plánu prakticky nemá mezení. Díky možnosti využití hledání shody z prakticky jakéhokoliv parametru z hlavičky signalizace a pomocí funkcí jako je GoTo() a podobných, umí Asterisk směrovat a manipulovat s čísly jak je jen potřeba. Je zde možné sestavit si vlastní databázi čísel, do které při směrování hovorů nahlédne, a podle níž se bude rozhodovat, kam hovor směrovat. To je velice výhodné pro správu a jednoduchost konfigurace při potřebě změny směrování.
- Konsolidace signalizace – Asterisk je schopen konsolidovat SIP trunky do úrovně, které mu povolují možnosti v rámci parametrů v sip.conf konfiguračním souboru. Pokud se ale potřebná funkcionalita v tomto souboru nenachází, lze ji dopsat přímo do kódu, v tomto případě se bude jednat o modul chan_sip.so.
- Call Detail Records – Tuto funkci má Asterisk nativně podporovanou a lze ji konfigurovat v konfiguračním souboru cdr.conf. Asterisk umí ukládat CDR jako plain text například ve formátu .csv, či přímo do databáze, například pgsql nebo mysql (při použití addonu).
- High Availbility – Tato funkce není v Asterisku nativně podporovaná, avšak jsou různé možnosti třetích stran, jak jí docílit. Digium společnost spustila projekt pro implementaci nové platformy s názvem Asterisk SCF, která tyto vlastnosti měla doplnit, avšak vývoj byl společností Digium pozastaven už v roce 2012 a tudíž

je pravděpodobné, že již na trvalo. Nadstavby Asterisku jako je FreePBX či Elastix vlastní svoje moduly podporující High Availability. Pro využití syrové formy Asterisku je výhodnější použití řešení například HAAst (High Availability for Asterisk) od společnosti Telium, která vytváří cluster na úrovni operačního systému a je plně kompatibilní se všemi verzemi Asterisku. Je to ovšem software třetí strany a tudíž licencovaný.

5.2 Voicemail

Voicemail je populární funkcionalita telekomunikačních zařízení a ústředen cílená pro koncové uživatele. Pokud není koncový uživatel k zastižení, volající účastník je přesměrován do Voicemailu, kde mu může zanechat hlasovou zprávu. Volaný uživatel si po sléze může hlasovou zprávu přehrát.

Přehrání zpráv je zpravidla možné třemi způsoby:

- Hlasová zpráva je nahrána na nějaké datové uložiště, kam má uživatel přístup
- Hlasovou zprávu je možné si přehrát vytočením Voicemailové služby a po úspěšné autentizaci uživatele zprávu přehrát
- Voicemail služba přepošle hlasovou zprávu jako přílohu emailem danému uživateli.

Tato funkce se dobře využívá i pro IVR služby kde je možné nastavit přesměrování do Voicemailu mimo pracovní dobu IVR či při nevyzvednutí hovoru agentem IVR.

5.2.1 Voicemail pro Skype for Business

Voicemail funkcionalita je podporovaná Microsoftem, ale ne v produktu Skype for Business, nýbrž v emailovém serveru Microsoft Exchange. Je to dáno z historických důvodů kdy Microsoft vyvinul funkcionality pro vyčítání hlasových emailů. Uživatel mohl zavolat do Exchange server a automatický hlasový systém (Outlook Voice Access) mu přečetl nepřečtené emaily. Tato funkcionalita se prakticky pouze převzala a vytvořil se Voicemail, který je založen na ukládání hlasových zpráv do emailu a přeposílání na jeho email.

Pro aktivaci této služby ve Skype for Business je zapotřebí integrace s Microsoft Exchange pomocí tzv. Unified Messaging. Tato integrace přináší další funkcionality, jako je integrace Exchange kalendáře do Skype for Business, vytváření online mítinků

přímo z Microsoft Outlook emailového klienta, synchronizace adresáře uživatelů či ukládání historie IM zpráv. Tato integrace je poměrně finančně nákladná, jelikož je zapotřebí licence pro integraci mezi Skype for Business serverem a Exchange serverem, a zároveň dodatečná uživatelská licence pro Microsoft Exchange. Tudíž pro společnosti nevyužívající Microsoft Exchange platformu se ji nevyplatí budovat jen kvůli potřebě Voicemail služby. Tuto funkcionalitu je dobré nahradit systémem třetí strany, například Asteriskem. [16] [22]

5.2.2 Návrh řešení Voicemailu ústřednou Asterisk

Asterisk Voicemail službu nativně podporuje a má pro ni vlastní aplikační modul s názvem app_voicemail.so. Tento modul se konfiguruje pomocí konfiguračního souboru voicemail.conf kde se konfigurují dvě základní funkce:

- VoiceMail() – slouží pro zavolání Voicemailu a zanechání a uložení hlasové zprávy
- VoceMailMain() – složí pro vlastníka Voicemailu pro uživatelskou správu a nastavení této služby a pro vyčtení uložených hlasových zpráv.

Abychom mohli Asteriskovou Voicemail službu integrovat s Asteriskem, je zapotřebí sestavení SIP trunku mezi oběma systémy, který bude sloužit pro předání hovoru. Na Skype for Business klientovi je potom možné nastavit funkci přesměrování hovorů pro nevyzvednuté hovory, kde se nastaví přesměrování na Voicemail číslo daného uživatele. Dále je zapotřebí nastavit správně směrování, aby byl hovor poslán do trunku s Asteriskem. V Asterisku se již jen nastaví dané číslo v dialplanu aby bylo směřované do Voicemail aplikace, kde se nastaví parametry uživatele, jeho emailová adresa a PIN pro výběr hlasových zpráv.

Jelikož z velké části uživatelé využívající tuto službu mají veřejné číslo, je nutné každému z nich přiřadit vlastní Voicemail číslo, které již není veřejné, ale stále definuje daného uživatele. Toho můžeme dosáhnout například přidáním dalšího čísla (například 1) na konec telefonního veřejného čísla daného uživatele. Tímto způsobem bychom neměli přijít do konfliktu s žádným číslovacím plánem.

Příklad:

Číslo uživatele: tel:+420123122000;ext=2000

Číslo Voicemail služby: +4201231220001

Pro uživatele s neveřejným číslem používajícím pouze interní klapku můžeme využít stejný princip, pouze se použije číslo kapky.

Příklad

Číslo uživatele: tel:+420123122000;ext=2001

Číslo Voicemail služby: +4201231220011

5.3 Auto Attendant

Auto Attendant služba je používána zejména systémy, které mají tzv. Non-DID číslovací plán. To znamená, že jednotlivý uživatelé se tváří ve veřejné telefonní síti jako jedno číslo, ale v ústředně používají pouze lokální číslovací plán. Z toho důvodu nelze volat jednotlivé uživatele z veřejné telefonní sítě napřímo.

AutoAttendant služba je prakticky jednoduché IVR, které umožňuje vytočit číslo (klapku) koncového uživatele pomocí DTMF volby a následně hovor povolit k danému uživateli. Sofistikovanější Autoattendant může přečíst seznam uživatelů na základě kterého si může volající vybrat, kterého uživatele chce povolit, či systém může podporovat hlasové rozpoznávání textu (tzv. „speech to text“) a na základě jména čí telefonního čísla povolit hovor na daného uživatele. Speciální podobou Auto Attendantu může být tzv. funkcionalita „Automatic Call Back“, ale každý výrobce vlastnost značí trochu jinak. Jedná se o systém, který si pamatuje číslo klapky volajícího a volaného pro odchozí hovory, které nebyly vyzvednuty. Na základě těchto informací si vytvoří mapovací tabulku a pokud volaný uživatel zavolá zpátky na nepřijatý hovor, systém ho automaticky spojí s klapkou, která ho původně vytočila. [17]

5.3.1 Auto Attendant pro Skype for Business

Stejně jako pro Voicemail je Auto Attendant funkce součástí Microsoft Exchange a integrace nutná pomocí rozhraní Unified Messaging. Tento Auto Attendant podporuje jak provolbu pomocí DTMF, tak i pro volbu pomocí hlasového rozpoznávání textu (speech to text). Stejně jako u Voicemailu je tato funkcionalita zatížená naprosto stejnou licencí, a proto pro společnosti nevyužívající Microsoft Exchange jako svůj emailový server, velice nevýhodná.

5.3.2 Návrh řešení Auto Attendantu ústřednou Asterisk

Pro využití funkce Auto Attendantu v Asterisku, musí být Asterisk opět propojen se Skype for Business systémem pomocí SIP trunku. Tato funkcionalita by se dala využít již v rámci využití Asterisku jako Session Boarder Controller viz. 5.1.3. Je pouze nutné zajistit, aby hovor byl do Skype for Businessu vytočen ve správném formátu.

Formát URI volaného čísla

XXXXXXXXX;ext=YYYY

YYYY je právě vytočené číslo pomocí Auto Atendant služby a X je DID číslo

Asterisk nativně podporuje pouze funkci volení čísla pomocí DTMF volby. Hlasové rozpoznávání textu není v Asterisku podporováno, avšak existují skripty a aplikace, které se dají do Asterisku zakomponovat a využívají služby hlasového rozpoznávání třetí strany, například od společnosti Google (Google speech API).

Častý scénář tohoto řešení je zakomponovaní Auto Attendantu do IVR, kdy je uživateli umožněno například provolit se mezi jednotlivými odděleními a jedna z možností daného stupně IVR je právě Auto Attendant. Tento scénář vlastní jisté omezení a to nemožnost využití IVR v Skype for Business tzv. Response Group. V tomto případě je nutné mít IVR i s Auto Attendantem nakonfigurován na Asterisku, a volání do jednotlivých skupin ve Skype for Business řešit separátními Response Group tzv. Hunt group. To může být potenciální problém či limitace pro administrátora obou systémů, kdy některé IVR jsou nakonfigurované ve Skype for Business a jiné v Asterisku. Výhodou vytváření IVR v Skype for business oproti Asterisku je automatické vytvoření kontaktu v adresáři uživatelů a indikace prezence na základě nastavených pracovních hodin. Naopak výhodou IVR na Asterisku je vyšší variabilita a škálovatelnost, například IVR v Response Group je omezeno pouze na 2 úrovně kde každá z úrovní má maximálně 4 možnosti odpovědí.

6 Konfigurace navrhnutých řešení

Tato kapitola popisuje jednotlivé komponenty potřebné k integraci dvou popisovaných zařízení, jejich konfiguraci a prostředí, ve kterém oba systémy operují.

6.1 Popis laboratorního prostředí

Celé testovací prostředí je vytvořeno ve virtualizačním prostředí Hyper-V, které je spuštěno na běžném PC s operačním systémem Windows 10 Pro. Je důležité, aby verze operačního systému byla Pro a vyšší, jelikož v nižší verzi Home Hyper-V není podporován.

Požadavky systému:

- Windows 10 Enterprise, Professional nebo Education
- 64-bitový procesor s funkcí SLAT (Second Level Adress Translation)
- CPU podpora pro virtualizace
- Minimálně 4 GB operační paměti.

Použitý PC:

- Windows 10 Pro
- Processor Intel Core i5 3350P Ivy Bridge
    - 4 fyzická jádra
    - Operační frekvence 3,1 GHz s funkcí Turbo na 3,3 GHz
    - Podpora virtualizačních technologií VT-x a VT-d
    - Podpora VT-x s EPT (Intel název pro funkci SLAT)
- Operační paměť 16 GB na frekvenci 1600 MHz
- 2x 500GB 7200rpm pevné disky zapojené do Raid 0
- 1 Gbit Ethernet rozhraní.

Tento počítač je připojený do lokální sítě, aby bylo možné na servery přistupovat z jakéhokoliv zařízení v lokální síti a testovat hovory ze zařízení, které nejsou součástí virtualizačního prostředí. Aby byla zajištěna síťová konektivita musí se vytvořit v Hyper-V tzv. virtuální switch, do kterého jsou připojeny síťové adaptery všech virtuálních počítačů a následně je tento virtuální switch přiřazen fyzickému síťovému adapteru na použitém počítači.

Pro testování bylo nutné vytvořit Raid 0 s dvěma totožnými disky, jelikož když byly zapojeny klasicky do řadiče bez konfigurace RAID, byl operační systém ve virtuálních

počítačích velice pomalý. Po hledání příčiny bylo nalezeno, že slabý článek byl právě disk a jeho nedostačující rychlost zápisu/čtení. Díky vytvoření Raid 0 z dvou disků se rychlost čtení a zápisu zrychlí o skoro dvojnásobek.

6.1.1 Jednotlivé virtuální počítače

6.1.1.1 Server1-Asterisk

Virtuální počítač na němž je nainstalovaný systém Asterisk.

Nastavení Virtuálního počítače

- Operační systém – Linux Red Hat 4.4.7
- Procesor – 1 Virtuální procesor s možností využití lokálního procesoru – bez limitu
- Paměť – Povolená Dynamická alokace paměti až 2 GB
- Pevný disk – Dynamicky se zvětšující, maximální velikost 50 GB.

Požadavky operačního systému Linux Red Hat

- 1 jádrový procesor
- 2 GB operační paměti RAM
- 6 GB lokálního uložiště.

Jak je vidět výše, vše je nastaveno dynamicky a Asterisk si při jednoduchém testování definovaných scénářů zabírá okolo 1,5 GB kapacity operační paměti a okolo 2% kapacity procesoru, což je opravdu málo. Z celkové kapacity disku je využito pouze 7 GB, kde je prakticky uložena pouze původní instalace AsteriskNOW a pár uložených Voicemailů.

6.1.1.2 Server2-DC

Tento virtuální počítač slouží jako Doménový kontrolér pro laboratorní prostředí Skype for business.

Nastavení Virtuálního počítače

- Windows Server 2012 R2 Datacenter Evaluation
- Procesor – 1 Virtuální procesor s možností využití lokálního procesoru – bez limitu
- Paměť – Povolená Dynamická alokace paměti až 4 GB
- Pevný disk – Dynamicky se zvětšující, maximální velikost 40 GB.

Požadavky operačního systému Windows Server 2012

- Procesor minimálně 1,4 GHZ, 64-bitová technologie
- Paměť minimálně 512 MB
- Pevný disk minimálně 36 GB.

Windows Evaluation edice je bezlicenční možnost využití systému, který je dočasný a trvá 180 dní. Po vypršení této doby se stává systém prakticky nepoužitelný, protože se sám automaticky vypíná po 1 hodině používání. Toto období je možné až 3x prodloužit tzv. funkcí „rearm“.

6.1.1.3 Server3-FE

Na tomto virtuálním počítači je nainstalováno a spuštěno celé Skype for Business prostředí, včetně všech potřebných databází k chodu systému.

Nastavení Virtuálního počítače

- Windows Server 2012 R2 Datacenter Evaluation
- Procesor – 4 Virtuální procesory s možností využití lokálního procesoru – bez limitu
- Paměť – Povolená Dynamická alokace paměti až 8 GB
- Pevný disk – Dynamicky se zvětšující, maximální velikost 100 GB.

Požadavky Skype for Business systému

- Procesor – 64-bitová technologie, 2 sokety, 6 jader, 2,26 GHz minimálně
- Paměť – 32GB
- Disk – 10x 10000 rpm 72GB, kde 2 zapojené do RAID 1 a zbylých 6 do RAID 10, nebo SSD disky podobných vlastností jako zmíněné mechanické.

Je patrné, že požadavky Microsoftu naše testovací prostředí nesplňuje. Avšak požadavky na Skype for Business server v sobě zahrnují plánování pro kapacitu na 6000 simultánně připojených uživatelů. Jelikož v laboratorním prostředí jsou vytvořeni pouze 3 uživatelé a nikdy přes tento server nebudou uskutečněny více jak 2 simultánní hovory, mělo by nastavení zdrojů virtuálního počítače bohatě stačit pro vyzkoušení zmíněných testovacích scénářů. [2]

6.1.1.4 PC1

Virtuální počítač PC1 je vytvořen pro simulaci Skype for Business uživatele. Je zde pouze nainstalován základní systém Windows 10 Evaluation, počítač je připojený do domény, je na něm doinstalován Skype for Business klient.

6.1.1.5 PC2

Stejně jako virtuální počítač PC1, je PC2 vytvořen pro simulaci Skype for Business uživatele. Dodatečně je zde doinstalován i Softphone X-Lite, který je přihlášený do ústředny Asterisk. Opět je tento počítač připojený do domény, aby bylo možné přihlásit uživatele do Skype for Business klienta.

6.1.1.6 Notebook

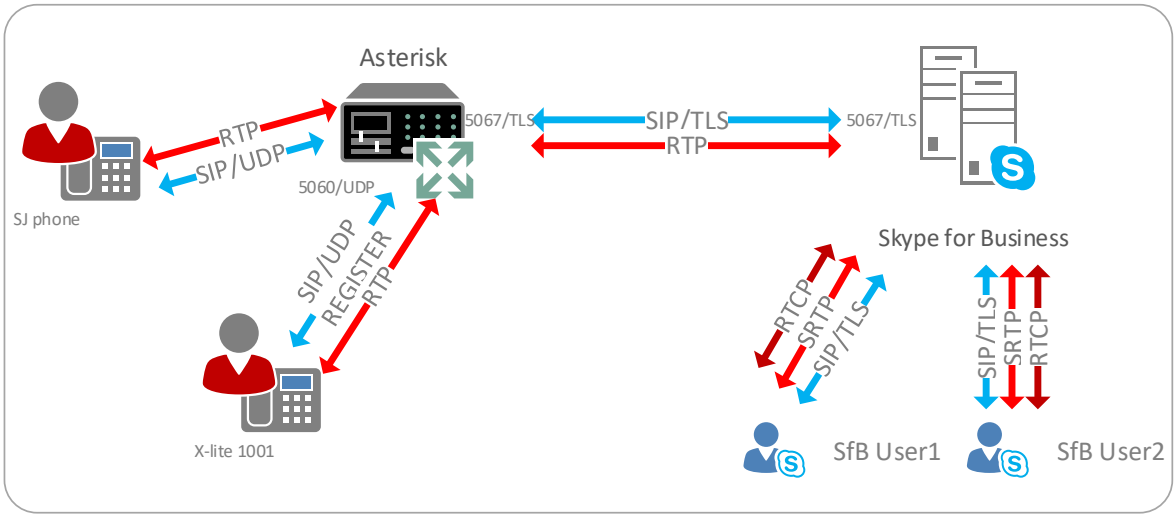
K testování byl dodatečně použit fyzický osobní laptop, na kterém je doinstalován SJ phone klient pro simulaci hovorů z PSTN sítě. Využití tohoto „softphone“ je výhodné, jelikož dokáže uskutečnit jednoduchý SIP direct hovor, bez nutnosti jakékoliv registrace k SIP proxy. Důvodem využití externího laptopu namísto dalšího virtuálního počítače byla potřeba audio zdrojů (reproduktory a mikrofon), které jsou již v tomto zařízení integrovány.

6.1.2 Instalace obou systémů

Je podrobně sepsáno v Příloze, Konfigurační manuál. [14]

6.2 Vlastní integrace

Integrace a komunikace obou systémů je zajištěna pomocí SIP trunku. Skype for Business podporuje SIP pouze pomocí transportního protokolu TCP, či zabezpečené varianty TSL. Asterisk podporuje všechny tři možné varianty posílání SIP komunikace a to UDP, TCP a TLS. Jako testovací scénář jsem si vybral variantu s TLS, jelikož v praxi je to žádanější varianta kvůli bezpečnosti a zachování integrity dat.



Obrázek 5 - Testovací prostředí

6.2.1 Konfigurace SIP trunku

Skype for Business

Konfigurace na straně Skype for Business spočívá ve vytvoření tzv. „PSTN Gateway“ v topologii systému. Zde se nastaví FQDN Asterisku (Full Qualiffied Domain Name) či jeho IP adresa. V našem případě musíme nastavit FQDN, jelikož TLS využívá jméno pro ověření certifikátu (certifikát musí být vygenerovaný na stejný „Subject Name“). To znamená že je zapotřebí vytvoření stejního DNS záznamu, či přidání daného jména do hosts souboru, který systém Windows využívá pro správu lokálních DNS. Ideální je přidání FQDN Asterisku do DNS serveru tudíž může být použit i jinými zařízeními. Dále je zapotřebí nastavit port na kterém Asterisk poslouchá a lokální port, na kterém bude očekávat Skype for Business komunikaci od Asterisku. V rámci testování jsem zjistil, že je ideální mít tyto porty nastaveny stejně, jelikož to zjednodušuje například trasování komunikace zachytáváním paketů pomocí programu Wireshark, který při stejně nastaveném portu dokáže skládat TCP pakety do celé TLS komunikace. Dále se již nastaví pouze Mediation server, který tento trunk má obstarávat. Jelikož testovací prostředí má jedno serverovou platformu, která má Mediation službu na stejném serveru, nastaví se zde právě tento server. Výsledná konfigurace SIP trunku potom vypadá následovně:

Tabulka 3 Skype for Business konfigurace SIP trunku

Identity	Service:PstnGateway:asterisk.dplocal.com
OutboundTranslationRulesList	{}
SipResponseCodeTranslationRulesList	{}
OutboundCallingNumberTranslationRulesList	{}
PstnUsages	{}
Description	
ConcentratedTopology	True
EnableBypass	False
EnableMobileTrunkSupport	False
EnableReferSupport	False
EnableSessionTimer	False
EnableSignalBoost	False
MaxEarlyDialogs	20
RemovePlusFromUri	False
RTCPActiveCalls	True
RTCPCallsOnHold	True
SRTPMode	NotSupported
EnablePIDFLOSupport	False
EnableRTPLatching	False
EnableOnlineVoice	False
ForwardCallHistory	False
Enable3pccRefer	False
ForwardPAI	False
EnableFastFailoverTimer	True
EnableLocationRestriction	False
NetworkSiteID	

Asterisk

Na straně Asterisku pro sestavení TLS SIP trunk je zapotřebí nejprve vygenerování certifikátu. Microsoft doporučuje, aby certifikát byl podepsán doménovou certifikační autoritou, pro předejití možných problémů. Pokud by se však vygeneroval a podepsal certifikát přímo v Asterisku (tzv. „self-signed“ certifikát) a přidal se server Asterisku do důvěryhodných certifikačních autorit na straně Skype for Business, mělo by toto spojení také fungovat. Avšak v navrhnutém testovacím scénáři jsem postupoval podle doporučení a certifikát na Asterisku je podepsán AD Certifikační autoritou nainstalovanou na doménovém kontroleru. Při přiřazování certifikátu do Asterisku je také nutné přiřadit kořenový certifikát a nastavit ho jako důvěryhodný. Poté je potřeba vytvořit náležitou konfiguraci v konfiguračním souboru sip.conf [13]

Tabulka 4 Asterisk konfigurace SIP trunku

[general]

context	default
allowoverlap	no
udpbindport	no
bindport	5060
bindaddr	0.0.0.0
notifyhold	yes
tlsenable	yes
tslbidnaddr	0.0.0.0:5067
tlscertfile	/etc/asterisk/certificates/asterisk.dplocal.com.cer
tlscafile	/etc/asterisk/certificates/ca.cer
tlsdontverifyserver	no
tlscipher	ALL
tlsclientmethod	tlsv1
[Lync_Trunk]	
type	friend
port	5067
host	fe.dplocal.com
dtmfmode	rfc2833
context	from-lync
qualify	yes
transport	tls
canreinvite	no
encryption	no

6.2.2 Problémy integrace a jejich řešení

Podpora SRTP

Ačkoliv díky použití zabezpečeného TLS protokolu pro signalizaci by bylo vhodné použití zabezpečeného protokolu SRTP pro přenos médií, tato integrace není ovšem možná jelikož Skype for Business ve svém SDP posílá parametr crypto s podporovou tzv. „lifetime“, kdy sděluje druhé straně, jak dlouho je šifra platná. Tuto funkcionalitu bohužel Asterisk nepodporuje a hovor odmítne. Proto v konfiguraci je patrné nastavení „encryption=no“.

Příklad SDP Skype for Business:

a=crypto:2AES_CM_128_HMAC_SHA1_80inline:oZZEphsn5hZy8Pthiap9GJmAQZo0KZ/VWovOsseV|2^31

Log z Asterisku:

NOTICE[1913][C-00000000]: sip/sdp_crypto.c:255 sdp_crypto_process: Crypto life time unsupported: crypto:2 AES_CM_128_HMAC_SHA1_80 inline:Im5YO9iWTcDRdcnqC9AxFSW9ep3NnHy6eFOh8r6w|2^31

Jsou zde potenciálně možné řešení na obou stranách. Na straně Asterisku by se problém mohl řešit zásahem do zdrojového kódu a to konkrétně do kanálu

chan_sip.so, kde by se našel kód, který zpracovává výše uvedený parametr v SDP hlavičce a doprogramovalo by se, aby Asterisk nehleděl na to, co je za znakem „|“. Obdobně by se na straně Skype for Business a jeho Front-End službě doimplementovala funkce pomocí MSPL scriptu, která by odřezávala z tohoto konkrétního parametru vše za znakem „|“ včetně. [12] Obě dvě řešení jsou zásahem do kódu a čili z pohledu Microsoftu nepodporovaný scénář. Muselo by se také otestovat, jak by se toto řešení chovalo, pokud by životnost crypta opravdu vypršela a Skype for Business by žádal (pravděpodobně pomocí re-INVITE) nové klíče k zašifrování médií.

Přeposílání re-INVITE Asteriskem

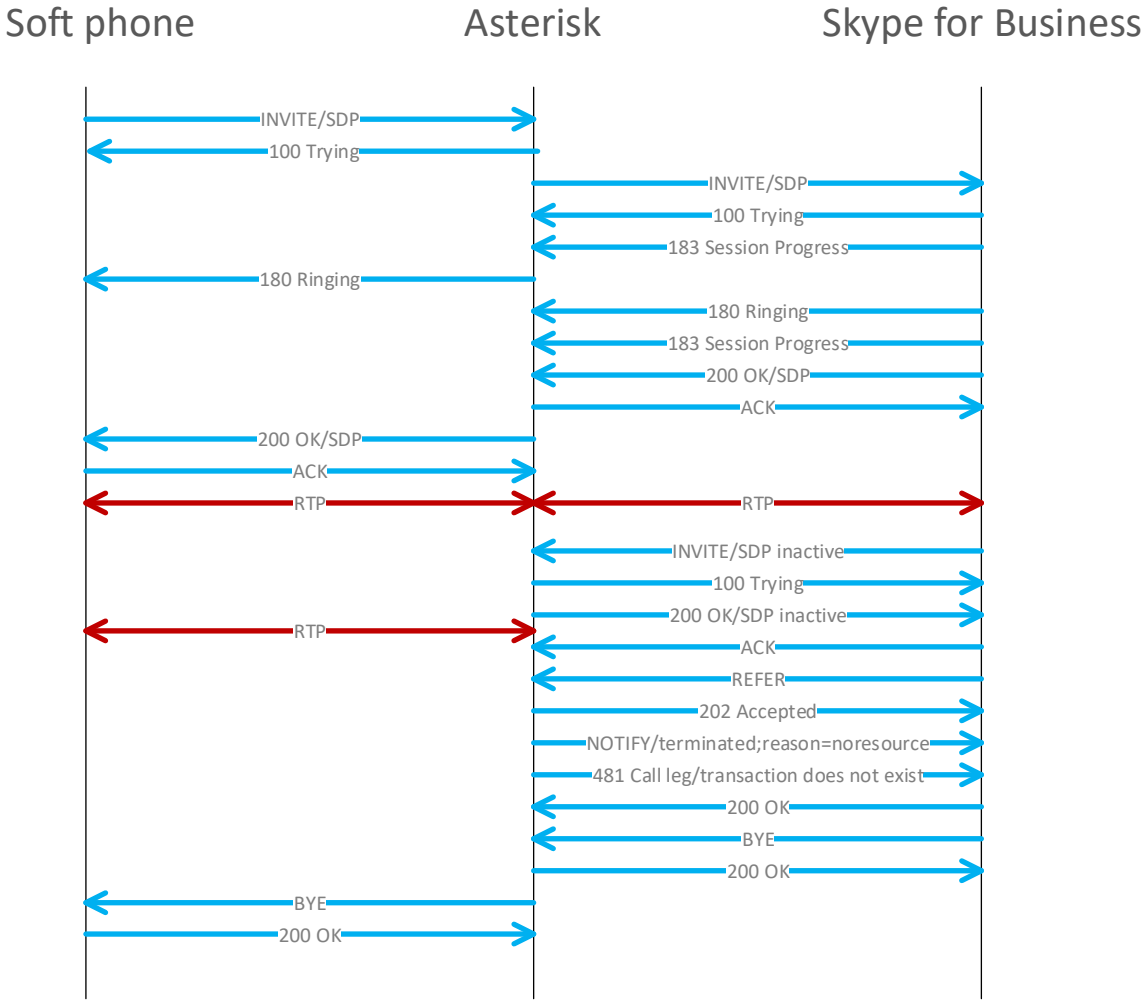
Asterisk ve své defaultní konfiguraci se po uskutečnění a sestavení hovoru a spojení médií pro obé strany (oba SIP trunky) propojí média napřímo mezi jednotlivými koncovými body a slouží tak pouze jako brána pro signalizaci. Tento scénář ovšem není podporovaný systémem Skype for Business, který hovor odmítne z důvodu toho, že vždy posílá signalizaci i média pouze na nakonfigurovanou „PSTN gateway“, kterou je v tomto případě Asterisk. Z tohoto důvodu je toto chování na Asterisku nutné změnit, aby vždy přeposílal média. Toho lze docílit konfigurací parametru canreinvite=no viz. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**. Defaultní hodnota tohoto parametru je „yes“ a je dostačující, když se nastaví pouze na SIP trunku se Skype for Business.

Přepojování hovorů

V defaultní konfiguraci SIP trunku Skype for Business přeposílá REFER na danou bránu a tím očekává, že brána provede přepojení hovoru. To má, však své specifikace a nejedná se o standardní přepojení, jak je v SIPu zvykem.

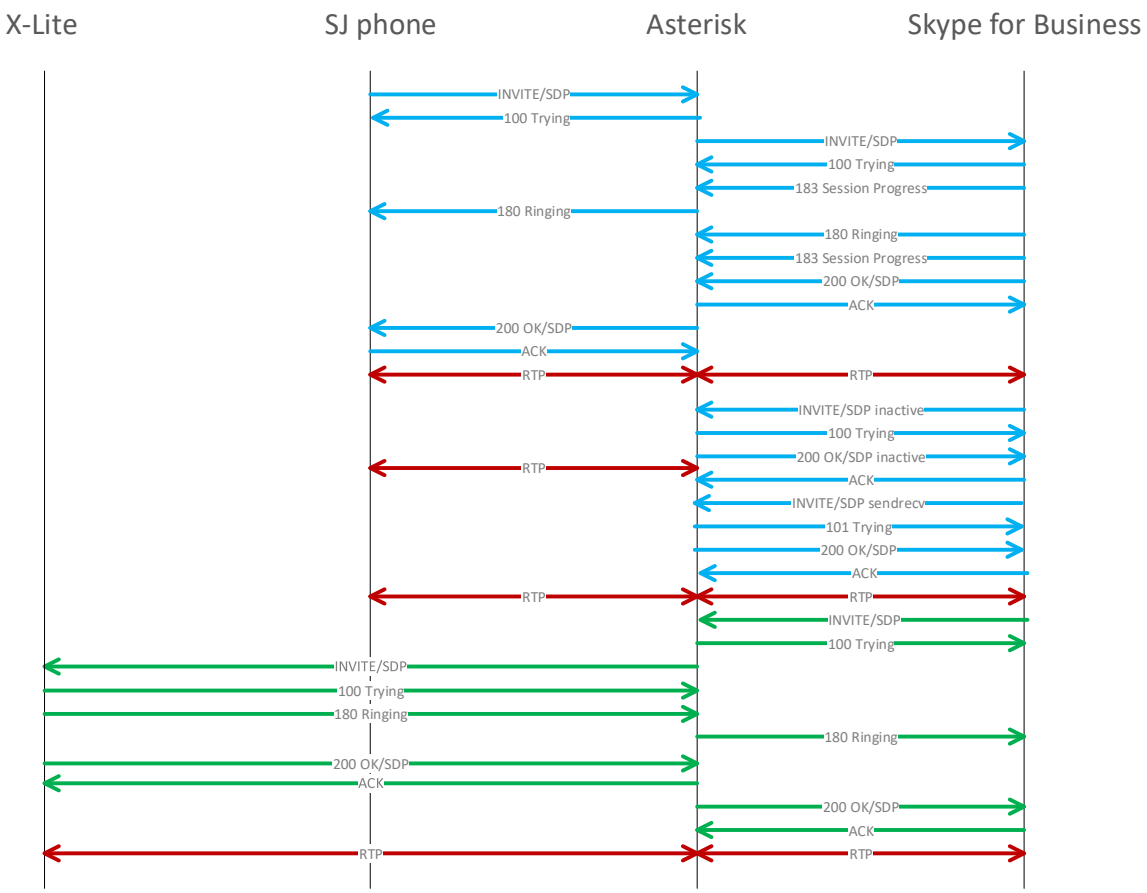
<--- SIP read from TLS:192.168.88.30:5067 --->
REFER sip:asterisk@192.168.88.32:5067;transport=TLS SIP/2.0
FROM: <sip:2001@fe.dplocal.com:5067>;epid=8739BA282F;tag=d2ff3fc5c
TO: <sip:asterisk@192.168.88.32:5067>;tag=as74a51cc8
CSEQ: 2 REFER
CALL-ID: 4e6e69133f35552c2a5f8094738a0aa3@192.168.88.32:5067
MAX-FORWARDS: 70
VIA: SIP/2.0/TLS 192.168.88.30:5067;branch=z9hG4bK74356ddf
CONTACT: <sip:fe.dplocal.com:5067;transport=Tls;ms-opaque=31e2e34626c59037>
CONTENT-LENGTH: 0
REFER-TO: <sip:fe.dplocal.com:5067;transport=Tls;ms-opaque=31e2e34626c59037?REPLACES=f672e362-3dc3-414a-95ed-0e8e057591b8%3Bfrom-tag%3D26c45ab27b%3Bto-tag%3Dcc36bad8c9>
USER-AGENT: RTCC/6.0.0.0 MediationServer

Jak je patrné z úryvku logu, Skype for Business neposílá standartní parametr refer-by a refer-to kde uvádí dané účastníky. Je zde pouze uvedeno refer-to kde požaduje po Asterisku vytvoření nového hovoru směrem na Mediation server, kde s předdefinovaným call-id a pozměněnými tagy u parametrů from a to. Na takovýto požadavek Asterisk odpoví zprávou „481 Call leg/transaction does not exit“ viz. Obrázek 6



Obrázek 6 - SIP flow REFER podporováno

Z toho důvodu je ve Skype for Business nutné nastavit na configuraci trunku (Set-CsTrunkConfiguration) parametr „EnableReferSupport“ na hodnotu „False“,viz. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**. Poté SIP komunikace vypadá stejně viz. Obrázek 7.



Obrázek 7 - SIP flow REFER nepodporováno

Early media

Early média bohužel není možné uskutečnit, jelikož Asterisk nepodporuje PRACK podle RFC 3262. Ten Skype for business vyžaduje pro sestavení médií ještě před vyzvednutím samotného hovoru. V SIP hlavičce je to parametr Supported : 100rel

6.2.3 Konfigurace SBC scénáře

Skype for Business konfigurace

Na straně Skype for Business je potřeba v administrativním kontrol panelu vytvořit policy a směrovací pravidla, aby byl uživatel schopný volat přes vytvořený trunk do Asterisku.

- Vytvoření „Route“:
  - „Route“ nám udává kam, do jakého trunku a za jakých podmínek se má hovor směrovat.
- Vytvoření VoicePolicy

    - V rámci VoicePolicy se vytvoří tzv. PSTN Usage, kde se přidá nově vytvořená Route. PSTN usage potom spojuje danou VoicePolicy s vytvořenou Route.
- Přiřazení VoicePolicy uživateli.
- Vytvoření DialPlanu pro normalizaci čísla
    - Pokud číslo není vytočeno v E.164 formátu, musí být normalizováno pomocí vytvořeného DialPlanu.

Asterisk konfigurace

Na straně Asterisku je nutné nakonfigurovat veškeré trunky, které bude Asterisk jako SBC konsolidovat a správnou konfiguraci dialplanu pro směrování hovorů mezi jednotlivými trunky.

Konfigurace X-LITE simulující PSTN síť:

Tabulka 5 Asterisk konfigurace X-lite

[1001]	
type	friend
callerid	1001
canrenivite	no
dtmfmode	rfc2833
mailbox	1001
disallow	all
allow	ulaw
transport	udp
secret	password
host	dynamic
context	default

Konfigurace jednoduchého Dialplanu pomocí extension.conf. je uvedeno v **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**. Z konfigurace je patrné, že pro posílání hovoru do Skype for Business je zapotřebí manipulace čísla do E.164 číselného formátu s podporou klapky (extension).

Tabulka 6 Asterisk konfigurace SBC dialplan

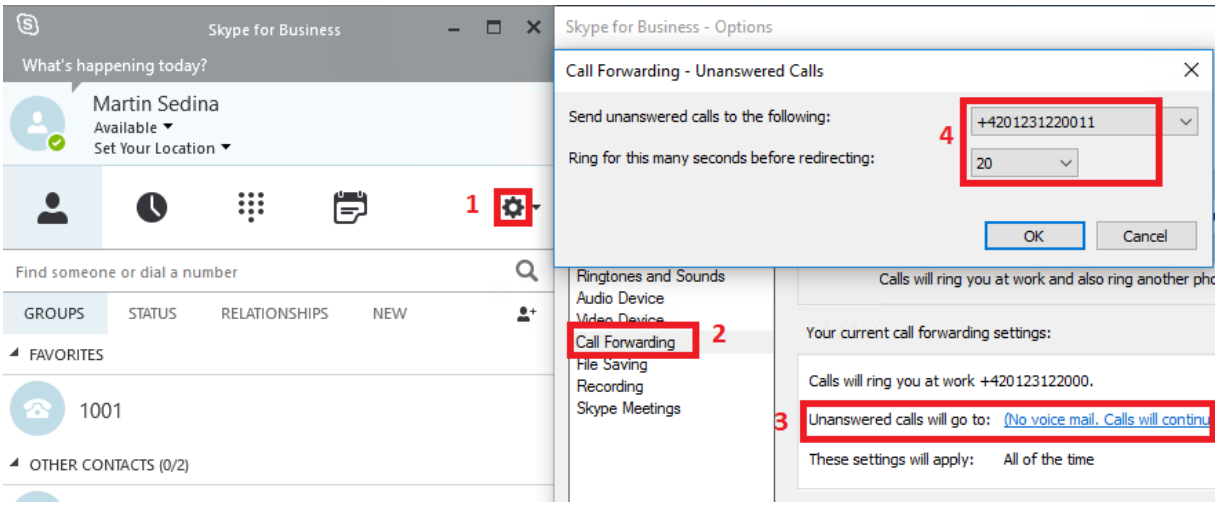
[default]
exten=>_1XXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},20)
exten=>_1XXX,n,hangup()
exten=>_2XXX,1,Dial(SIP/Lync_Trunk/+42012312${EXTEN}\;ext=${EXTEN},20)
exten=>_2XXX,n,hangup()
exten => s,1,Hangup
[from-lync]
exten=>_1XXX,1,Dial(SIP/${EXTEN},20)

exten=>_1XXX,n,hangup()

6.2.4 Konfigurace Voicemail

Skype for Business konfigurace

Na straně Skype for Business klienta se nastaví přesměrování na předem určené číslo hlasové zprávy. To je posléze vytočeno do Asterisku. Konfiguraci lze najít viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**.



Obrázek 8 – Skype for business Voicemail

Asterisk konfigurace

Na straně Asterisku je nutné nejprve správně nastavit Dialplan, aby směroval hovor do Voicemail funkce.

Tabulka 7 Asterisk konfigurace Voicemail dialplan

[from-lync]
exten=>_+4201231220011,1,Dial(SIP/${EXTEN},20)
exten=>_+4201231220011,n,VoiceMail(+4201231220011@voicemail,u)

Po té je potřeba nastavit číslo určené pro službu hlasové zprávy, jméno uživatele, PIN pro výběr hlasových zpráv a emailovou adresu pro doručení zprávy.

Tabulka 8 Asterisk konfigurace Voicemail

[voicemail]
+4201231220011 => 3212,Martin Sedina,sedinmar@fel.cvut.cz, sedinmar@fel.cvut.cz,attach=yes

6.2.5 Konfigurace Auto Attendant

Zde není třeba nic konfigurovat na straně Skype for Business. Pouze je nutné zajistit, že uživatelé mají přiřazená správná telefonní čísla i s Non-DID klapkami. Konfigurace na straně Asterisku je opět v Dialplanu kdy se vytvoří vlastní „context“ pro Auto Atendant službu.do kterého se budou směrovat hovory pro uživatele s non-DID číslem. Správa všech čísel by mohla být v separátním souboru a dialplan by na něj pouze odkazoval.

Tabulka 9 Asterisk configurace Auto Attendant

[default]
exten=>_+420123122000,1,NoOp(${AA001})
exten=>_+420123122000,n,Set(AA001=+420123122000)
exten=>_+420123122000,n,Goto(auto-attendant,s,1)
[auto-attendant]
exten=>s,1,Verbose(1, Caller ${CALLERID(all)} has entered the auto attendant)
exten=>s,n,Answer()
exten=>s,n,Set(TIMEOUT(digit)=2)
exten=>s,n,Wait(1)
exten=>s,n,WaitExten(10)
exten=>_XXXX,1,Dial(SIP/Lync_Trunk/${AA001}\;ext=${EXTEN},20)

7 Závěr

Cílem diplomové práce byla integrace komunikačního systému Skype for Business se softwarovou ústřednou Asterisk. Hlavním zájmem měla být vzájemná kompatibilita a možnost výhodného nahrazení funkcionalit Asteriskem, jakožto nelicencovaného open-source řešení, kterým Skype for Business systém nedisponuje, nebo nejsou nedostatečné, či jsou drahé na implementaci. V původním zadání práce byl zmíněn systém Microsoft Lync 2013, z kterého Skype for Business 2015 přímo vychází a je pouze přejmenován v důsledku akvizice společnosti Skype společností Microsoft. Jinak se jedná o tentýž systém, pouze o novější verzi.

Nejprve byl v práci popsány oba systémy z pohledu vlastností, funkcí, možnosti jejich využití a technických parametrů. Na základě těchto znalostí byla provedena analýza obou systému a nalezeny tři základní funkcionality, které by byly zajímavé pro implementaci na straně Asterisku. Tyto funkcionality byly nejprve analyticky popsány a bylo navrhnuto řešení jejich implementace. V poslední fázi byla provedena reálná konfigurace těchto funkcionalit, otestována a řádně popsána se všemi omezeními či možnostmi řešení. Jedná se o funkce Asterisku jako Session Boarder Controller, Voicemail serveru a Auto Attendant systému.

Asterisk ve funkci Session Boarder Controller obstál obstojně. Tyto zařízení bývají zpravidla velice finančně nákladné a tak nahrazení Asteriskem, kde není potřeba platit za žádnou dodatečnou licenci, pouze za použitý hardware je velice výhodné. I při požadavcích na High Availability řešení a tedy nutnosti dokoupení dodatečné licence pro tuto funkci se stále toto řešení jeví jako velice výhodné. Určitě by našlo uplatnění pro menši podniky či pobočky s nasazeným systémem Skype for Business a potřebou Session Boarder Controller pro směrování hovorů do lokální PSTN sítě. Nevýhodou a jistým omezením Asterisku je nemožnost nastavení různých lokálních portů pro SIP komunikaci, pro každý SIP trunk zvlášť. Tento nedostatek lehce snižuje flexibilitu integrace s ostatními SIP zařízeními.

Konfigurace Asterisku jako Voicemail serveru je velice výhodná a plně nahrazuje nabízené řešení Microsoftu služby Voicemail na Microsoft Exchange. Pro společnosti, které nevyužívají Microsoft Exchange jako svůj emailový server, nebo nemají integraci Unified Messaging se Skype for Business a nakoupené potřebné licence, je tato možnost určitě velmi zajímavá a finančně dostupná. Jedinou nevýhodou by mohla být

nutnost správy všech voicemail čísel v Asterisku a nutnost přidání nových při vytvoření nového uživatele v Skype for Business. Tento problém by se ale mohl řešit jakýmsi skriptem, který by vyčítal informace pomocí LDAP protokolu z Active Directory a na základě informací o uživatelích generoval (editoval) konfigurační soubor v Asterisku pro správu Voicemail čísel.

Auto Attendant stejně jako Voicemail je možná funkce v rámci integrace Microsoft Exchange se Skype for Business. Pokud tato integrace není dostupná, mohli by uživatelé využit Auto Attendant služby na Asterisku. Také by se tato služba mohla využít v rámci implementace Asterisku jako Session Boarder Controller a to ve scénáři, kdy uživatelé potřebují využívat non-DID řešení, například z důvodu finanční nákladnosti pořízení DID čísel pro všechny uživatele. Jediným nedostatkem a omezením oproti řešení Microsoftu je nepodporovaná funkcionalita pro hlasové rozpoznávání textu.

Jistě existují další funkcionality a vlastnosti, které by bylo v různých scénářích nasazení systému Skype for Business výhodné řešit systémem Asterisk. V této práci jsme se ovšem zaměřili, na základě důkladné analýzy obou systémů, na nejpoužívanější scénáře a na ty, které by s ohledem na finanční stránku implementace byly nejvýhodnější.

8 Seznam literatury

[1] Alex Lewis, Dr Paul Richard, John Sharp, Rui Young Maximo, Skype for Business Unleashed, Pearson Education (US), 2016, ISBN: 9780672338496

[2] MVP Christophe Boucetta, Step-By-Step: Installation of Skype For Business Server 2015 [online]. [citace z 20.4.2017]. Dostupné z: https://blogs.technet.microsoft.com/canitpro/2015/05/05/step-by-step-installation-of-skype-for-business-server-2015/

[3] Technical diagrams for Skype for Business Server 2015 [online]. [citace z 20.4.2017]. Dostupné z: https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn594589.aspx

[4] Desktop client comparision tables for Skype for Business, [online], [citace z 18.4.2017]. Dostupné z: https://technet.microsoft.com/cs-cz/library/dn933896.aspx

[5] Plan network requirements for Skype for Business 2015, [online]. [citace z 15.4.2017]. Dostupné z: https://technet.microsoft.com/en-us/library/gg425841.aspx

[6] Asterisk Wiki [online]. [citace z 10.4.2017]. Dostupné z: https://wiki.asterisk.org/wiki/dashboard.action

[7] Asterisk Wiki Voip-info [online]. [citace z 10.4.2017]. Dostupné z: https://www.voip-info.org/wiki-Asterisk

[8] Asterisk oficiální stránky [online]. [citace z 9.4.2017]. Dostupné z: http://www.asterisk.org

[9] Asterisk Architecture [online]. [citace z 9.4.2017]. Dostupné z: https://wiki.asterisk.org/wiki/download/attachments/4817479/AsteriskArchitecture.png?version=11&modificationDate=1404913493483&api=v2

[10] Encryption for Skype for Business Server 2015 [online]. [citace z 4.4.2017]. Dostupné z: https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn481135.aspx

[11] Leif Madsen, Jim Van Meggelen, and Russell Bryant, Asterisk™: The Definitive Guide, 2011 [online], [citace z: 4.4.2017] Dostupné z: http://www.asteriskdocs.org/en/3rd_Edition/asterisk-book-html-chunk/index.html

[12] MSPL – Scripting for Lync Call Routing [online]. [citace z 4.4.2017]. Dostupné z: http://lyncinsider.com/lync-server-2013/mspl-use-lync-server/

[13] Lync – Asterisk integration [online]. [citace z 3.4.2017]. Dostupné z: http://imaucblog.com/archive/2010/10/09/step-by-step-microsoft-lync-2010-asterisk-and-skype-installationintegration-guide/

[14] Skype for Business Server 2015 Deployment [online]. [citace z 3.4.2017]. Dostupné z: http://blog.schertz.name/2015/06/sfb2015deploy1/

[15] Session Boarder Controller [online]. [citace z 3.4.2017]. Dostupné z: https://www.voip-info.org/wiki/view/Session+Border+Controller

[16] VoiceMail [online]. [citace z 3.4.2017]. Dostupné z: http://electronics.howstuffworks.com/how-voicemail-works1.htm

[17] Auto Attendant [online]. [citace z 2.4.2017]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Automated_attendant

[18] Types of Asterisk Modules [online]. [citace z 1.4.2017]. Dostupné z: https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Types+of+Asterisk+Modules

[19] Asterisk hardware recommendations [online]. [citace z 1.4.2017]. Dostupné z: https://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+hardware+recommendations

[20] Asterisk PBX [online]. [citace z 20.3.2017]. Dostupné z: https://sip.cesnet.cz/cs/swahw/asterisk

[21] Asterisk a jeho použití [online]. [citace z 20.3.2017]. Dostupné z: http://archiv.cesnet.cz/doc/seminare/20051115/pr/voz05_asterisk.pdf

[22] Introduction to Microsoft Exchange Unified Messaging [online]. [citace z 10.4.2017] Dostupné z: https://support.office.com/en-us/article/Introduction-to-Microsoft-Exchange-Unified-Messaging-df4e7c6e-ecde-480a-bc0a-8eb44ac73bf2

9 Seznam obrázků a tabulek

9.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Skype for Business architektura [3] 6

Obrázek 2 - Architektura Asterisku [9] 17

Obrázek 3 - SBC řešení 23

Obrázek 4 - SBC HA řešení 25

Obrázek 5 - Testovací prostředí 35

Obrázek 6 - SIP flow REFER podporováno 39

Obrázek 7 - SIP flow REFER nepodporováno 40

Obrázek 8 – Skype for business Voicemail 42

9.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Skype for Business porovnání klientů [4] 5

Tabulka 2 Skype for Business porovnání kodeků [5] 12

Tabulka 3 Skype for Business konfigurace SIP trunku 36

Tabulka 4 Asterisk konfigurace SIP trunku 36

Tabulka 5 Asterisk konfigurace X-lite 41

Tabulka 6 Asterisk konfigurace SBC dialplan 41

Tabulka 7 Asterisk konfigurace Voicemail dialplan 42

Tabulka 8 Asterisk konfigurace Voicemail 42

Tabulka 9 Asterisk configurace Auto Attendant 43

Příloha A – Seznam použitých zkratek

SIP – Session Initialization Protocol

DID – Direct Inward Dial

AD – Active Directory

MS – Microsoft

SBC – Session Boarder Controller

VoIP – Voice Over Internet Protocol

IVR – Interactive Voice Response

Příloha B – Konfigurační manual (přiloženo na CD)