

SESSION INITIATION PROTOCOL

Pavel Segeč

Katedra informačných sietí FRI ŽU

pavel.segec@fri.uniza.sk



Agenda

- **SIP – vývoj a stav**
- **SIP – úvod**
- **SIP adresovanie**
- **Typy signalizačných správ, komunikácia**
- **Architektúra a entity**
- **Príklady tokov správ**
- **Session Description Protocol (SDP)**



VÝVOJ A STAV SIP

Čo je SIP?

- Závisí od toho kto sa pýta:
 - Vizionár:
 - Posledný chýbajúci kus, umožňujúci bežať všetkým službám nad IP
 - Zahŕňajúc prehliadače, telefóny, kamery ... chladničky
 - S lepším rozhraním ako klasický telefón
 - Manažér
 - Redukcia nákladov využitím jednotnej IP technológie pre všetko
 - Umožňuje pomocou vyspelých aplikácií pracovať odkiaľkoľvek
 - Integrácia telefónnych služieb s internetovými
 - Učiteľ
 - ... to poviem na ďalších prednáškach ...
 - Študenti
 - Uvidíme na skúške 😊

Prečo SIP?

- All-IP služby
 - Služby dostupné všade a všetkým cez IP
 - on-site, off-site, multi-site, underway, home office, in office.
- Jedná a jednotná infraštruktúra pre dáta aj hlas aj video
- Zvýšená produktivita
- Staré ústredne môžeme vymeniť za „klasické“ IT servre a lepšie vyťažiť existujúce prostriedky
- A prečo nie Skype?
 - Uzavreté technológia s málo zariadeniami
 - Jediný kto vyhráva je vlastník Skype
 - že Microsoft

SIP 2011 ...

- SIP je stabilná a odskúšaná technológia s mnohými produktmi a riešeniami
 - Štandardizácia ďalej pracuje na dopĺňaní nových vlastností
- Máme overené produkty
 - Klientské:
 - Hardphones (Cisco, Polycom, Avaya, Well,),
 - Softphones (Microsoft, Counterpath, opensource...),
 - Duálne mobilné telefóny (Nokia),
 - Terminálové adaptéry (Sipura)
 - Gateway-e:
 - Cisco, Sonus, Tekelec,
 - Karty
 - Digium
 - Servery:
 - Tekelec/iptelorg, Oracle/HotSip, Ubiquity/Avaya, opensource
 - Providerov
 - Sip2sip.info

Štandardizácia SIP

- Internet Engineering Task Force
 - www.ietf.org
 - Voľná participácia osôb z komerčného aj akademického prostredia
 - Z dátovej aj telecom oblasti
- SIP vznikol ako
 - RFC 2543
 - 1999 - Definované MMUSIC WG Multiparty Multimedia Session Control
 - RFC 3261
 - 2002 - SIP WG

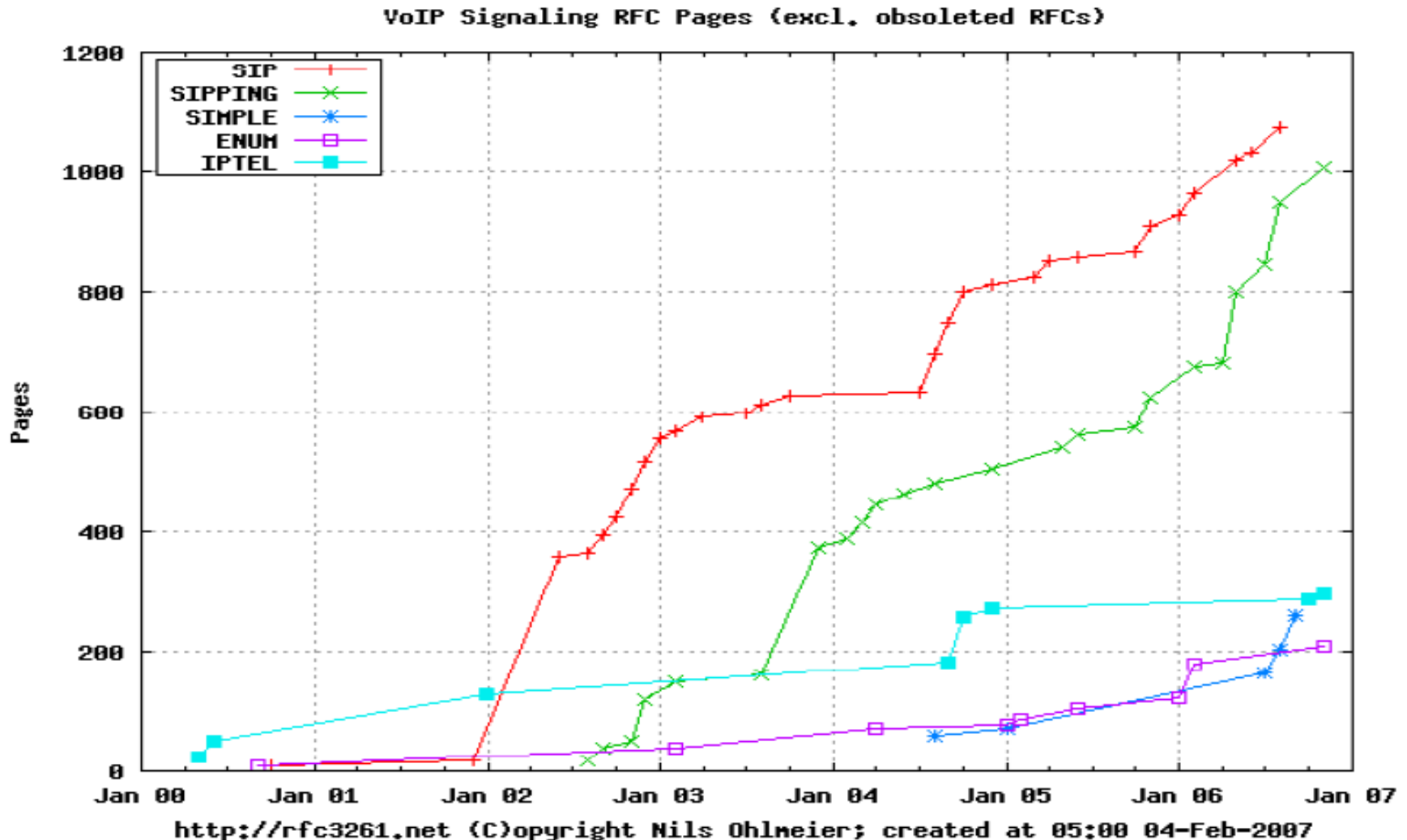
IETF WG pracujúce na SIP

- Dnes má SIP mnoho rozšírení (viac ako 70) a pracovalo a pracujú na ňom viaceré IETF WG
- **Aktívne WG 2010**
 - [BLISS](#) (*Basic Level of Interoperability for SIP Services*)
 - CUSS (*Call Control UI Service for SIP*)
 - [DRINKS](#) (*Data for Reachability of Inter/tra-Network SIP*)
 - [ENUM](#) (*Telephone Number Mapping*)
 - [MMUSIC](#) (*Multiparty Multimedia Session Control*)
 - P2psip (*Peer-to-Peer Session Initiation Protocol*)
 - [Salud](#) (*Sip ALerting for User Devices*)
 - SIMPLE (*SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extension*),
 - SIPclf (*SIP Common Log Forma*)
 - SIPCORE (*Session Initiation Protocol Core*)
 - SIPREC (*SIP Recording*)
 - SOC (*SIP Overload Control*)
- **Uzavreté WG 2010**
 - SIP (*Session Initiation Protocol*)
 - SIPP (*Session Initiation Protocol Plus*)
 - SIPPING (*Session Initiation Proposal Investigation*)
 - IPTEL (*IP Telephony*)
 - SPIRITS (*Service in the PSTN/IN Requesting InTernet Service*)
 - PINT (*PSTN and Internet Internetworking*)

Krátka história

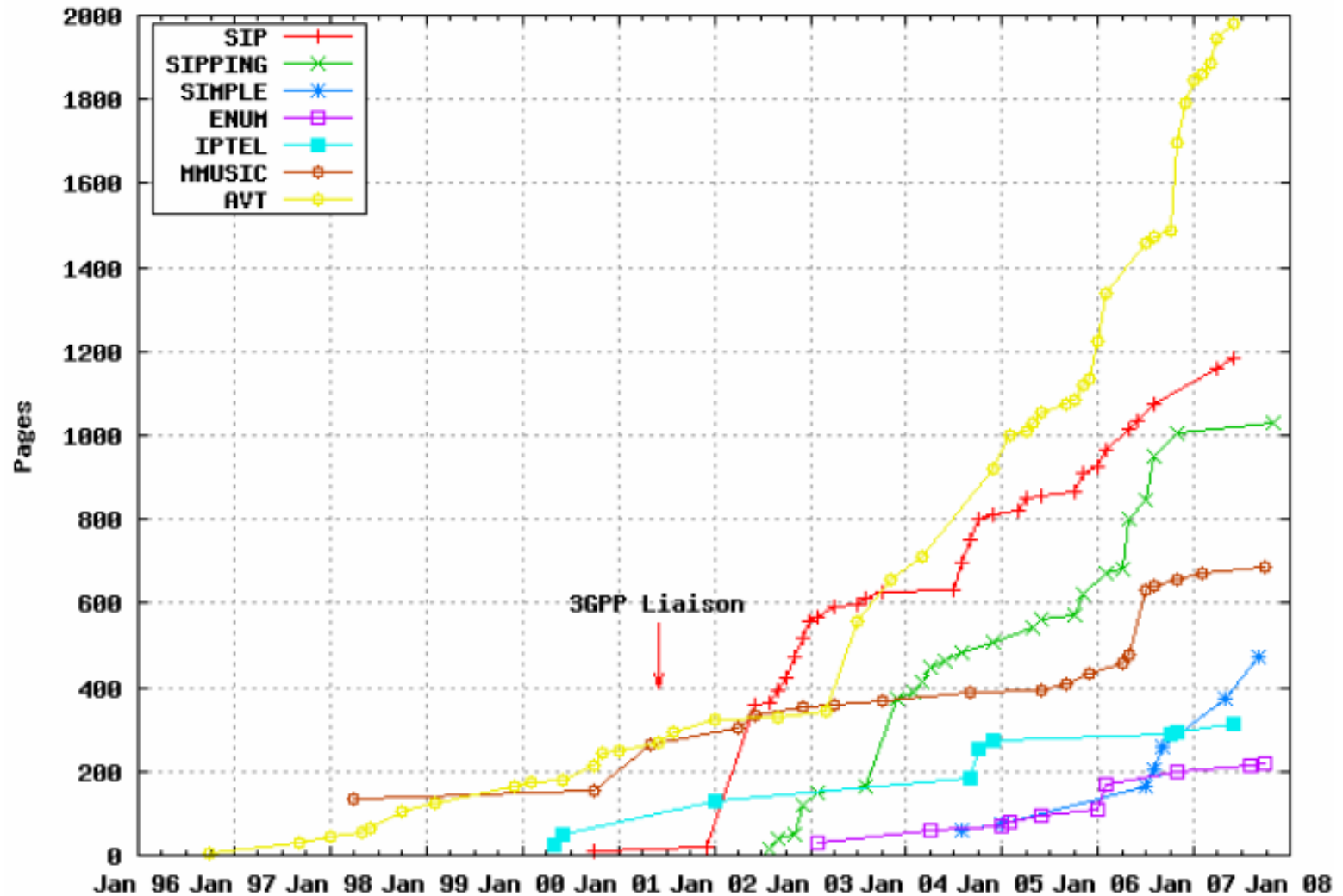
- Vyvinutý IETF (Internet Engineering Task Force) Multi-Party Multimedia Session Control Working Group (MMUSIC WG) ako **jednoduchý** protokol pre multi party iniciáciu spojenia
- 02/1996: draft-ietf-mmusic-sip-00: 15 ASCII stránok
- 12/1996: draft -- | | -- **01**: 30 ASCII stránok
- 01/1999: draft -- | | -- **12**: 149 ASCII stránok
- 03/1999: štandard RFC 2543 (proposed standard), 153 ASCII stránok
- 09/1999: založená SIP pracovná skupina (SIP WG)
- 11/2000: fixácia chýb a doplnky: draft-ietf-sip-rfc2543**bis-02**: 171 ASCII stránok
- 04/2001: rozdelenie SIP WG na dve WG: SIP a SIPPING
- 06/2002: RFC 3261: 260 ASCII stránok

SIP už nie je *simple* (jednoduchý)



SIP už nie je *simple* (jednoduchý)

VoIP Signaling + Audio RFC Pages (excl. obsoleted RFCs)



<http://rfc3261.net> (C)opyright Nils Ohlmeier; created at 05:00 11-Nov-2007



SESSION INITIATION PROTOCOL

IP telefónia

- Môžeme ju definovať ako prenos hlasu (a iného typu multimediálnych dát) cez sieť v reálnom čase medzi dvomi a viac účastníkmi s použitím IP protokolu a s tým súvisiacu výmenu riadiacich a kontrolných informácií potrebných pre spojenie [SCHULZRINNE, H., ROSENBERG, J.: *Internet Telephony: Architecture and Protocols an IETF Perspective*, 2 júl 1998]
- Mechanizmus na výmenu riadiacich informácií bolo treba doimplementovať - SIP
 - Okrem iného

SIP signalizácia poskytuje

- ***Lokalizácia užívateľa a mobilita***
 - funkcia, podporujúca mobilitu užívateľa umožňuje preklad užívateľského mena (napr. E.164 čísla, e-mail adresy) na sieťovú adresu zariadenia na ktorom sa nachádza užívateľ
- ***Riešenie dostupnosti užívateľa***
 - funkcia riešiaci dostupnosť a ochotu volaného zúčastniť sa komunikácie
- ***Dojednávanie spôsobilosti užívateľa***
 - heterogénne prostredie Internetu => rôznorodosti koncových zariadení => potrebné pred samotnou komunikáciou zabezpečiť zhodu a súhlas s použitým typom komunikačných médií a ich parametrami medzi komunikujúcimi

SIP signalizácia poskytuje (2.)

- ***Založenie spojenia***

- založenie spojenia s dohodnutými parametrami medzi volajúcim a volaným

- ***Manažment nad spojením***

- funkcie určené k prenosu dát spojenia a ukončeniu spojenia
- funkcie umožňujú SIP aj modifikáciu vytvoreného spojenia (pridanie, odobratie iného typu komunikačného média) a poskytovanie služieb

Úvod - Čo je SIP? Definícia

„Session Initiation Protocol - je **signalizačný** protokol pracujúci na úrovni **aplikačnej vrstvy**, ktorý definuje ako iniciovať, modifikovať a ukončovať interaktívne, **multimediálne** komunikačné spojenie medzi dvomi a **viac** užívateľmi.“

[IETF RFC 3261 Session Initiation Protocol]

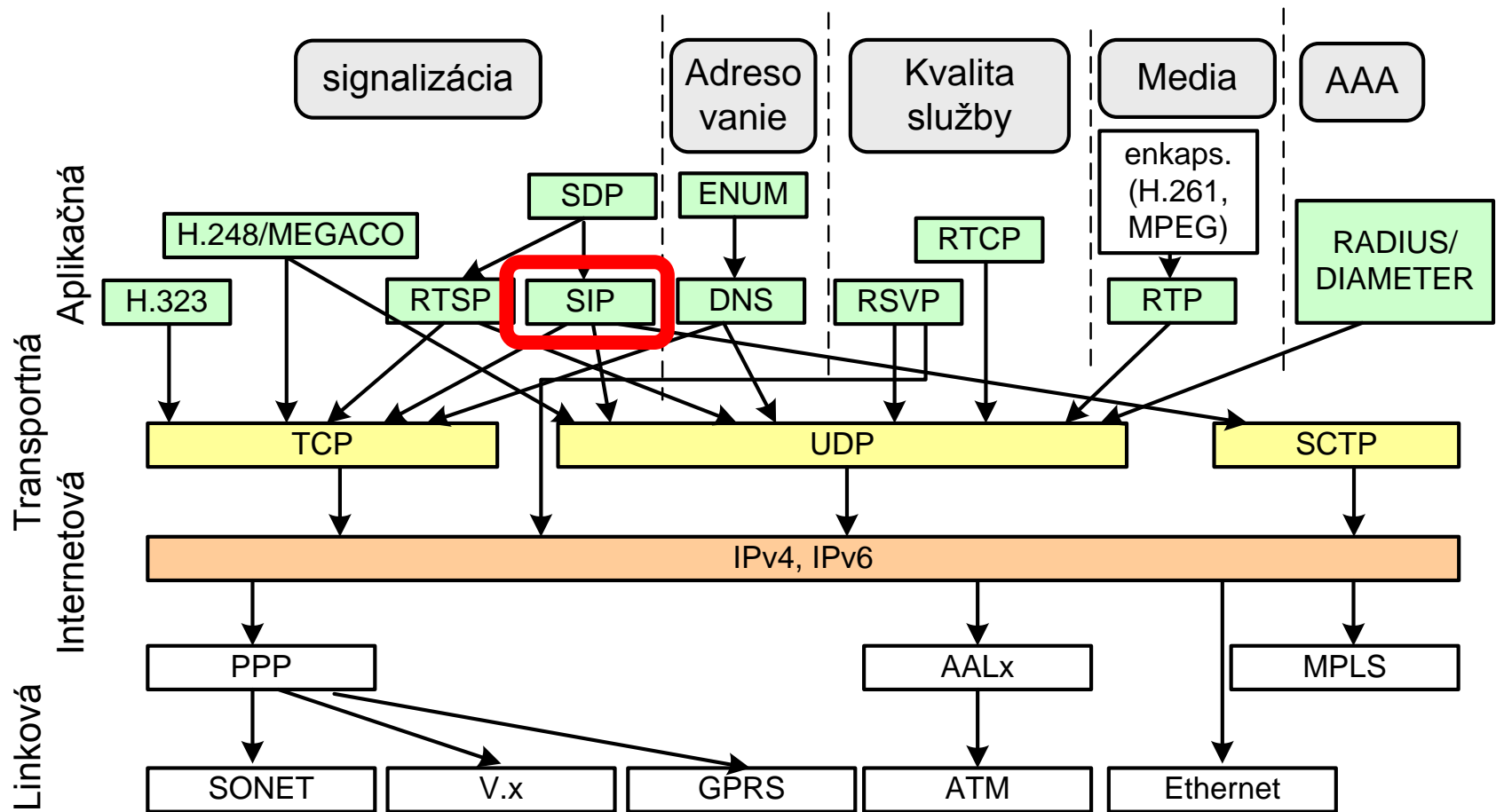
SIP - Univerzalita

- SIP nie je určený iba pre VoIP
 - Môžeme zisťovať či je daný user online
 - Presence
 - SIP môžeme použiť pre signalizáciu ľubovoľného typu dát
 - IM, JPEG, akýkoľvek MIME typ (viď 3G u TM,O)
- Vhodný pre relačné aplikácie
 - Distribučné systémy Virtuálnej reality
 - Sieťové hry (použité v Quake II/III)
 - Video konferencie
- Aplikácie ovplyvňujú SIP infraštruktúru
 - SIP pre zariadenia
 - IM
 - Presence a pod.

Čo nie je SIP ...

- Nie je transportný protokol
 - Nenesie žiadne real-time dáta
 - Môže niesť krátke textové správy
- Nie je protokol, ktorý by popisoval reláciu
 - Čím chcem komunikovať
- Nie je rezervačný protokol pre Quality of Service (QoS)
 - Môže niesť požiadavku na QoS rezerváciu
- Nie je protokol pre riadenie brán
 - Gateway Control Protocol

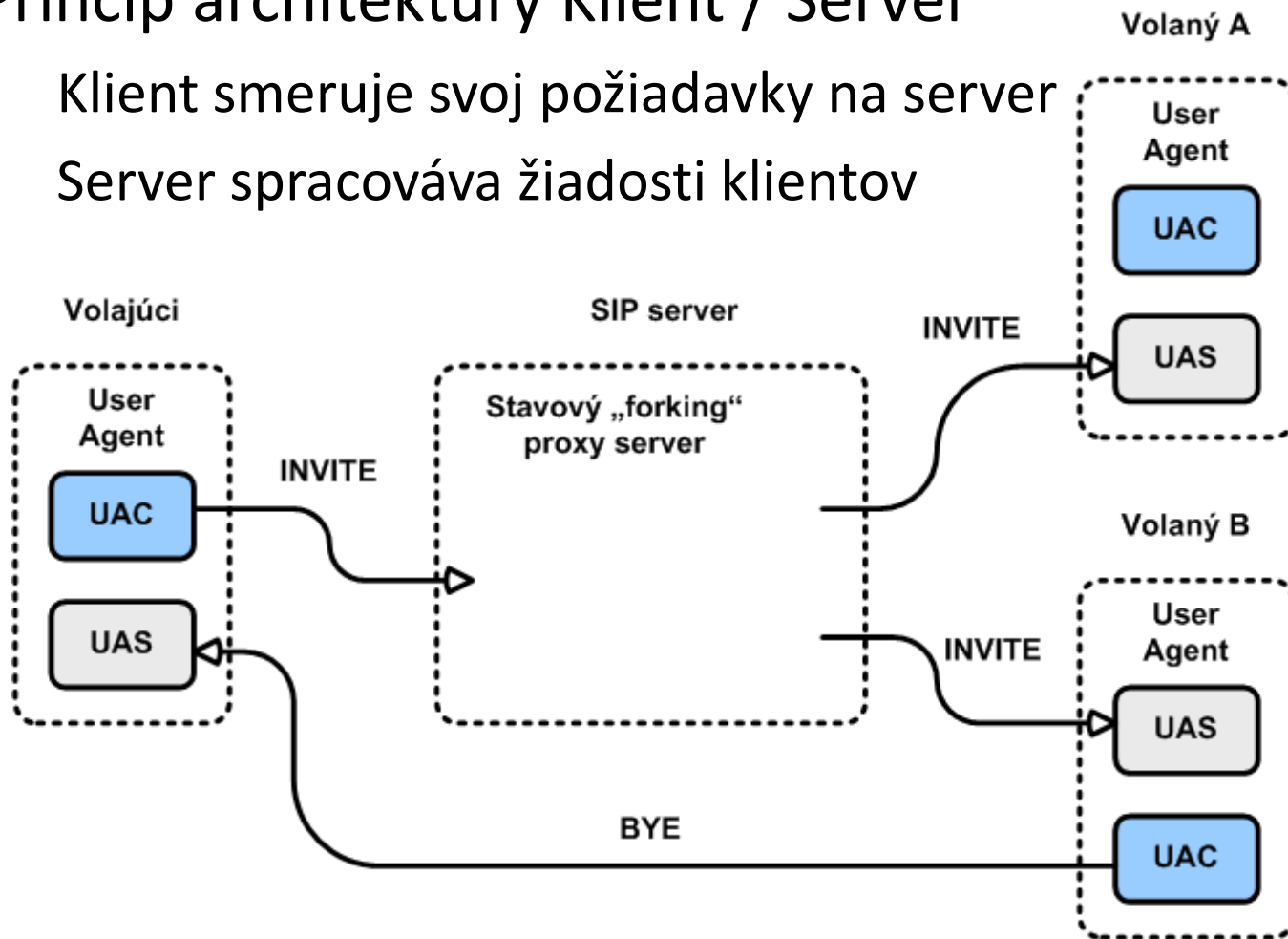
IETF multimediálna architektúra – Protokol ZOO



SIP základy – Klient / Server

1. Princíp architektúry Klient / Server

- Klient smeruje svoj požiadavky na server
- Server spracováva žiadosti klientov



SIP základy

2. SIP je transakčne orientovaný

- Request – Response model, využívajúci na komunikáciu správy
- Správy asociované k transakcii

3. Signalizačné správy sú textové (ASCII)

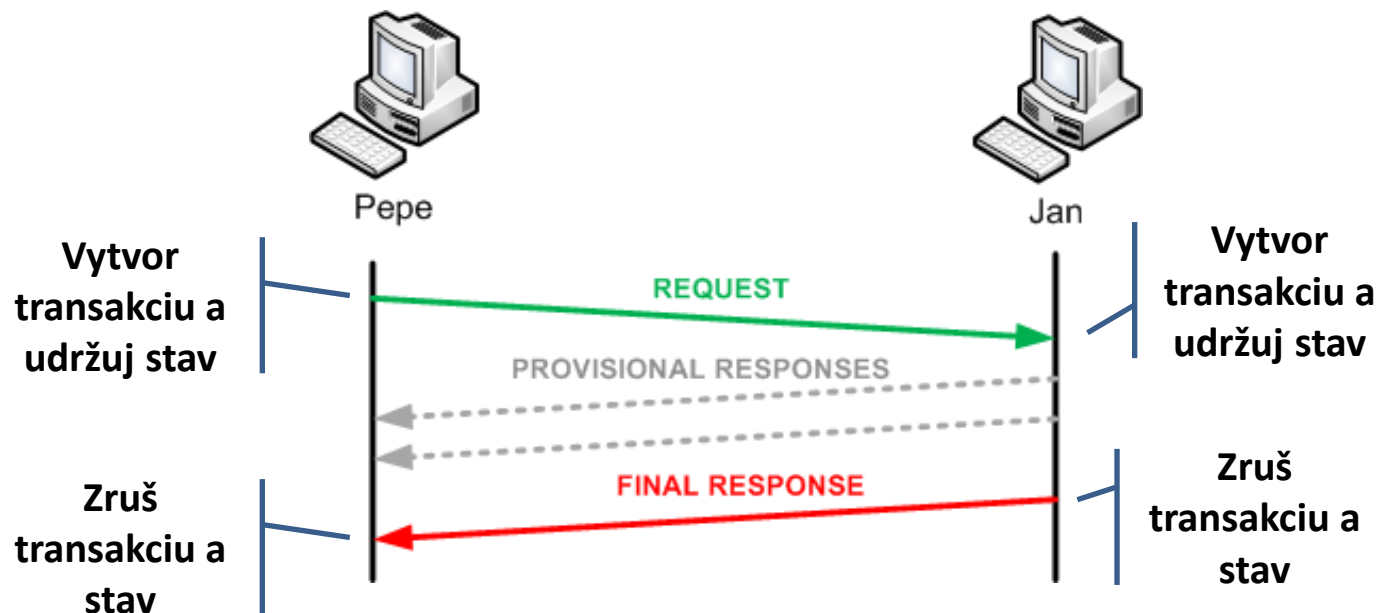
4. Štýl správ a skladba hlavičiek je podobná ako je to v SMTP alebo HTTP/1.1

- URI a URL adresovanie
- Chybové správy
- Parsovanie
- Prílohy správ ako MIME

5. SIP je end-to-end orientovaný signalizačný protokol

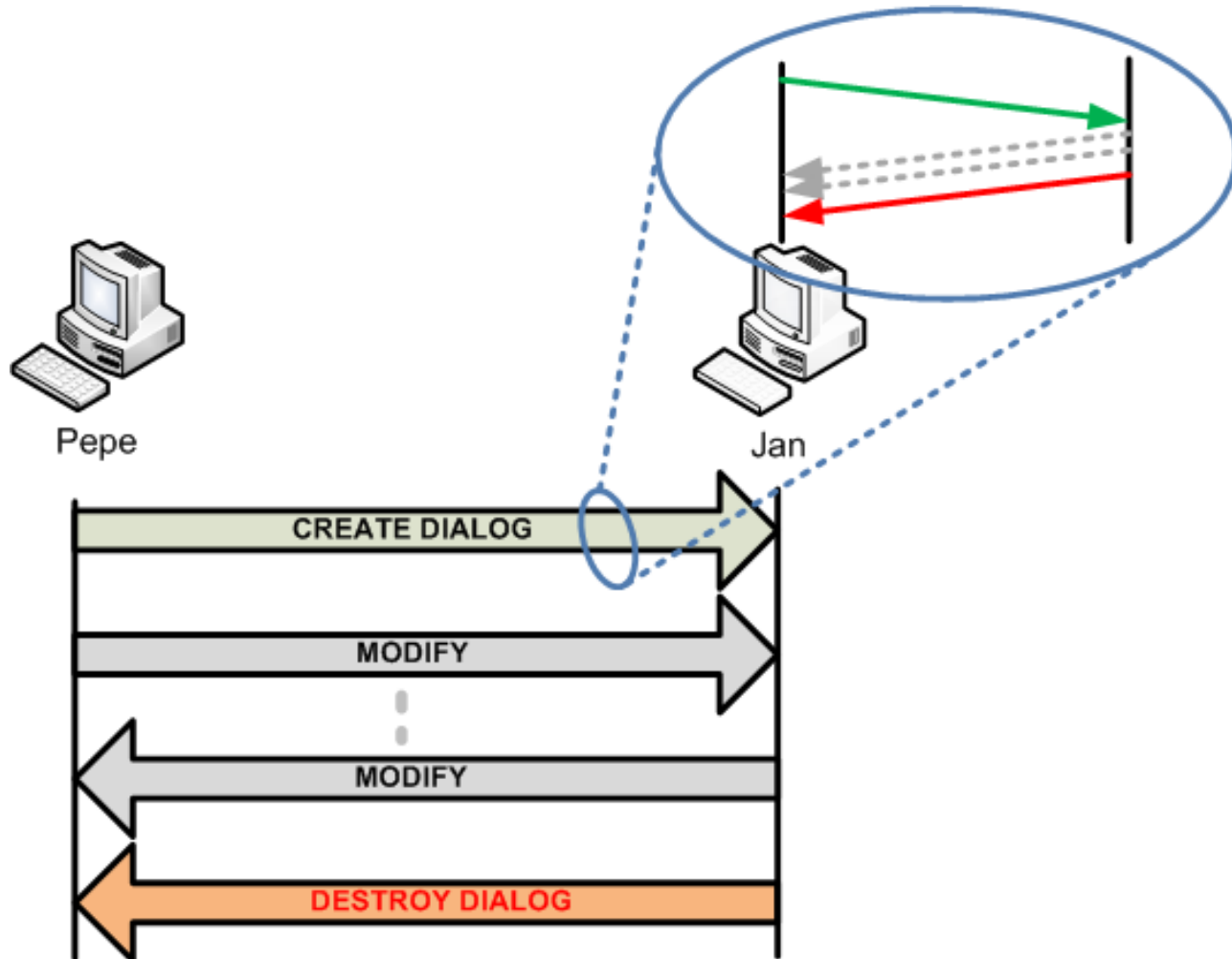
- Logika je v koncových systémoch

Transakcia



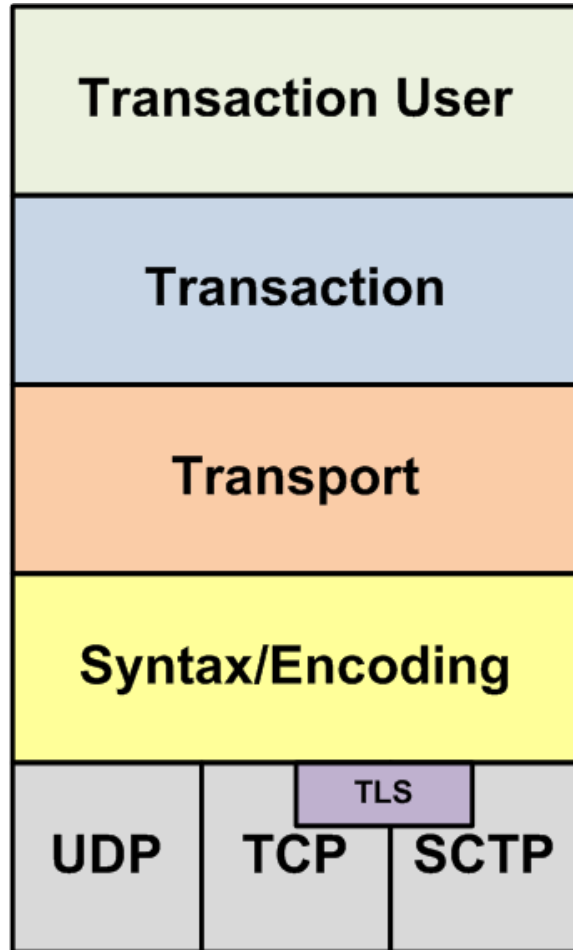
- Transakcia je tvorená výmenou žiadosti a následne generovaných odpovedí vyvolaných jej spracovávaním
 - Provisional responses
 - Poskytujú doplnkové info
- Transakcia musí byť jednoznačne identifikovaná
 - ID transakcie
 - Branch parameter (tzv. magic cookie)

Dialóg



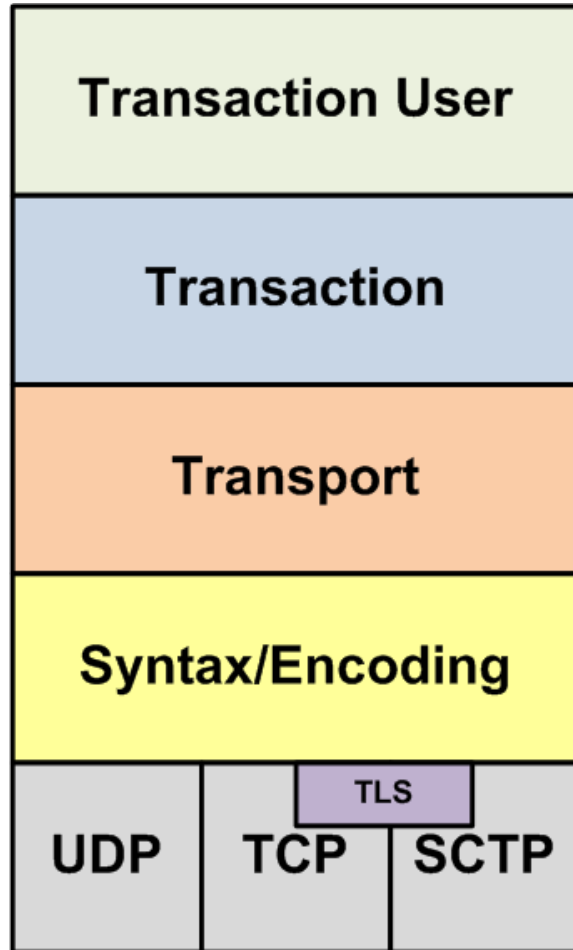
- Dialóg musí byť identifikovateľný
- Stav dialógu závisí od transakcií
- Transakcia nemusí byť nevyhnutne asociovaná do dialógu

Vrstvový model SIP



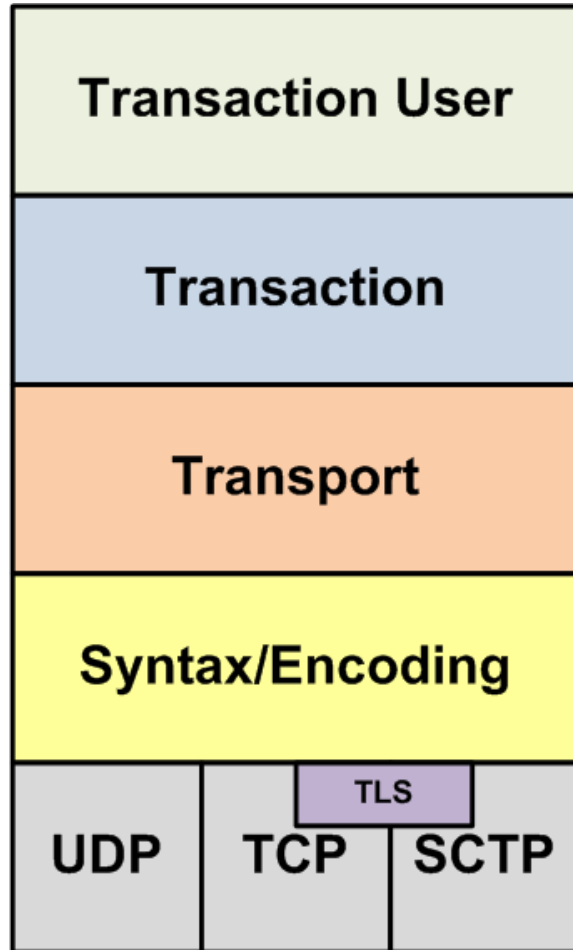
- Vytvorenie relácie, aplikačný processing
- Spracovávanie transakcií, retransmisia správ
- Posielanie SIP Správ
- Parsovanie správ
- Transportné protokoly

Syntax a encoding



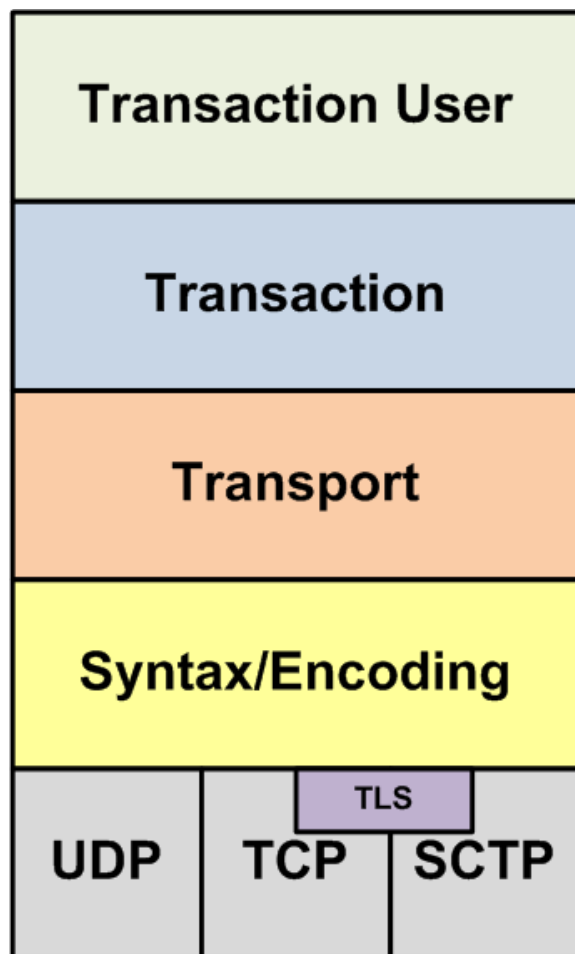
- Stará sa o rozbor správ
- Správy sú písané Backus-Naur formou
- Formát správ musí byť presne štandardizovaný
- Rozširovanie správ – pozor na spätnú kompatibilitu

Transportná vrstva



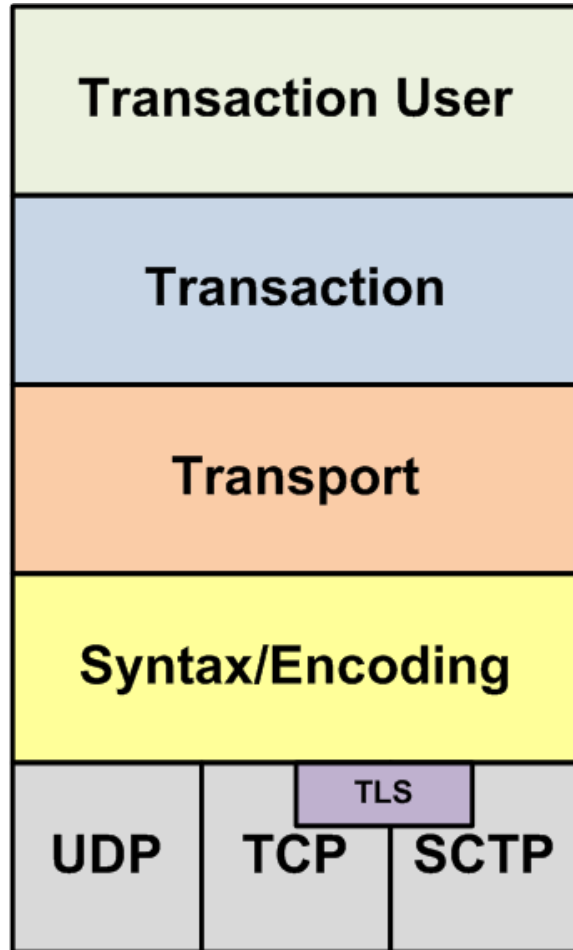
- Definuje ako UAC posiela žiadosti a prijíma odpovede
- Definuje ako UAS prijíma žiadosti a posiela odpovede
- Všetky entity SIP sa skladajú z transportnej vrstvy

Transakčná vrstva



- Každá úloha, ktorú uskutoční UAC je sériou transakcií
 - Riadi opätovný prenos pre aplikačnú vrstvu
 - Spája odpovede so žiadosťami
 - Každá SIP správa je súčasťou nejakej transakcie
- Túto vrstvu nemajú stateless proxy

Transakčný používateľ



- Tvorba relácie
- Keď TU posiela žiadosť, vytvára inštanciu transakcie klienta a predá ju spolu s IP adresou prijímateľa vrstve transportu
- Všetky entity okrem stateless proxy pozostávajú z tejto vrstvy
- Každá entita má vlastné jadro, ktoré ju odlišuje od ostatných

Iné protokoly používané v SIP architektúre

- Popis parametrov typu média
 - SDP (Session Description Protocol) protokol
- Pre prenos real-time toku dát
 - RTP (Real Time Transport) protokol
- Zabezpečenie QoS
 - RSVP a DiffServ
- Menné služby
 - DNS (Domain Name Service)
- Konfigurácia zariadení
 - DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) a TFTP (Trivial FTP)
- TCP, UDP, SCTP (Stream Control Transmission Protocol), IP
 - aj keď je navrhnutý ako nezávislý od transportného mechanizmu
- Zabezpečenie
 - IPSec, SSL/TLS



SIP ADRESOVANIE

SIP URI

- SIP používa na adresovanie SIP URI (*Unified Resource Identifier*)
 - Meno služby (trvalé) od sieťovej adresy (dočasná)
- SIP URI identifikuje komunikačný zdroj
 - Používateľa
 - Službu
 - Hlasová schránka v systéme správ
 - PSTN číslo na bráne
- SIP URI môže byť umiestnené vo web stránkach, či e-mailoch.
- SIP(S) adresa obsahuje dostatok informácií na založenie a udržanie komunikácie so zdrojom.

Formát SIP adresy

- Formát SIP URI :

sip:user@host:port; uri_param_hlavičky

- Alebo zabezpečený (Secure)

sip:s:user@host:port;uri_param_hlavičky

- Kde

- user = meno, telefónne číslo, číslo mob. telefónu apod.
- Host = doména, číslo siete (IP adresa)

- **Príklad:**

- sip: pavel.segec@kis.fri.uniza.sk
- sip: [5134323](tel:5134323)@kis.fri.uniza.sk; user=phone

- Zvyčajne sa používa DNS a ENUM

Typy SIP URI

- Poznáme tri typy SIP URI
 - **Address of Record (AOR)**
 - Identifikuje používateľa
 - Príklad: sip:palo@kis.fri.uniza.sk
 - Potrebuje nastavený DNS SRV záznam pre lokalizáciu SIP servera obsluhujúceho doménu kis.fri.uniza.sk
 - **Fully Qualified Domain Name (FQDN)**
 - Identifikuje dané zariadenie
 - Príklad: sip:palo@158.193,.152.64 or sip:palo@pc359.kis.fri.uniza.sk
 - sip:+42145134323@uniza.sk; user=phone
 - E.164 adresa telefónu na uniza sieti
 - **Globally Routable UA URIs (GRUU)**
 - Identifikuje inštanciu používateľa na danom UA globálne
 - URI, ktorú môže použiť hocikto na internete na smerovania hovoru na dané UA

URI

- URI enkódovanie musí byť podľa RFC 2396
- Špeciálne znaky
 - Sa nenachádzajú v množine znakov pre meno
 - Používateľ 'j@s0n' musí mať enkódovaný znak '@', teda musí byť v tvare 'j%40s0n'.

Rozdiel medzi SIP a SIPS

- Pri použití SIPS je prenos správ zabezpečený pomocou TLS
 - Pri použití schémy SIPS je nutné vytvoriť spoľahlivé spojenie pomocou TCP
- Pri použití SIP je možné použiť protokol TCP aj UDP

Formát SIP adresy – zasielanie hesla

- Formát adresy umožňujúci autentifikáciu zaslaním hesla
 - sip:user:password@host:port; uri_param_hlavičky
- Napr.
 - sip:segi:***mojesupertajneheslo***@mojsipserver.sk:5060
 - Sa neodporúča používať, nakoľko autentifikačné informácie sú posielané ako ***clear text*** a predstavujú bezpečnostné riziko.



SIP SPRÁVY

SIP Správy

- SIP komponenty komunikujú navzájom výmenou správ (signalizácia)
 - Prenášaných pôvodne v UDP, teraz aj v TCP
- SIP definuje dva druhy správ:
 - Dotazy or **Metódy (Requests)**
 - Odosielané SIP UA a určené SIP UAS
 - Identifikovateľné menom (INVITE, BYE apod.)
 - Odpovede (**Responses**)
 - Odosielané SIP UAS a určené SIP UAC
 - Identifikovateľné číselným kódom (xxx)

SIP Správy – formát (1)

SIP správa =

Štartovací_riadok CRLF

Pole hlavičky CRLF

CRLF [prázdný riadok]

Telo_správy [voliteľné]

• identifikuje typ správy

Meno_pol'a_hlavičky_1: hodnota_pol'a; meno_parametra=hodnota
parametra ...

⋮ ⋮ ⋮

Meno_pol'a_hlavičky_x: hodnota_pol'a; meno_parametra=hodnota
parametra ...

- pre SIP transparentné
- Popis spojenia (SDP)
- QoS parametre
- skript
- obrázok
- MIME príloha a pod

- veľká časť SIP polí je prebratá z HTTP/1.1

SIP Správy – formát (2)

SIP Hlavička	<pre>INVITE sip:5120@192.168.36.180 SIP/2.0 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.6.21:5060 From: sip:segec@ 192.168.6.21 To: <sip:kovacik@192.168.36.180> Call-ID: c2943000-e0563-2a1ce -2e323931@192.168.6.21 CSeq: 100 INVITE Accept: application/sdp Contact: sip:5121@192.168.6.21:5060 Content-Type: application/sdp</pre>	<pre>SIP/2.0 100 trying Via: SIP/2.0/UDP 158.193.152.108:12714 From: "palo" <sip:palo@iptel.org>; tag=ebee509b-67de-48d9-b08e-34134f1a14c2 To: <sip:patrik@sip.utc.sk> Call-ID: 53d75111-b5c2-42e8-854c- fdff148eb05b@158.193.152.108 CSeq: 2 INVITE Server: Sip EXpress router (0.8.9 (i386/linux)) Content-Length: 0</pre>
SIP Telo	<pre>v=0 o=segec 2890844526 2890844526 IN IP4 192.168.6.21 s=SIP Tutorial i=Tento broadcast pokrýva nove IETF protokoly u=http://winkis.utc.sk/SIP e=Palo Segec palo@frkis.utc.sk p+=421-89-5134-326 c=IN IP4 225.45.3.56/236 b=CT:144 t=2877631875 2879633673 m=audio 49172 RTP/AVP 0 a=rtpmap:0 PCMU/8000 m=video 23422 RTP/AVP 31 a=rtpmap:31 H261/90000</pre>	Prázdne telo

•Formát podľa RFC 2822 “Internet Message format”; znaková sada UTF-8 (RFC 2279)

SIP metódy – metódy (RFC 3261)

- Metóda => prijatie správy vyvolá akciu
- **Štartovací riadok hlavičky SIP dotazu**
 - = **meno metódy + tzv. „Request URI“ (SIP adresa užívateľa alebo služby) + číslo verzie SIP protokolu**
- **Základné metódy (RFC3261)**
 - INVITE
 - REGISTER
 - BYE
 - ACK
 - CANCEL
 - OPTIONS

SIP metódy - INVITE

- Použitá ako žiadosť o založenie spojenia
- Spojenie je nadviazané po výmene min. 3 správ
 - INVITE, 200 OK, ACK
- Obsahuje:
 - Informácie o type podporovaného média volajúceho
 - Definované SDP
 - Dodatočne QoS info (môžem žiadať zdroje od siete) alebo bezpečnostné informácie
- Re INVITE
 - Odoslanie INVITE správy počas trvania daného spojenia (dialógu)
 - Použité napr. na zmenu kodeku alebo iných parametrov spojenia

SIP metódy - ACK

- ACK potvrdzuje príjem tzv. finálnej odpovede
 - Finálna odpoveď – príjem správy z kategórie 2xx, 3xx, 4xx, 5xx, 6xx
 - UA potvrdzuje final. odpoveďou príjem INVITE
 - Môže obsahovať SDP popis médií ak ich neobsahovala metóda INVITE
- ACK ukončuje tzv. session setup three way handshake
 - INVITE, final response, ACK

SIP metódy – BYE a CANCEL

- **BYE**

- Ukončenie založeného spojenia.
- UA ukončí zasielanie RTP

- **CANCEL**

- Ukončenie vytváraných spojení
- INVITE bol poslaný, ale finálna odpoveď nebola prijatá
 - Proxy potvrdzuje prijatie CANCEL správou 200 OK
 - UAC správou ACK
- UA a Proxy po prijatí CANCEL prestanú spracovávať INVITE

SIP metódy - OPTIONS

- Metódou OPTIONS zisťuje dané UA vlastnosti iného UA alebo SIP servera
 - alebo jeho dostupnosť
- Odpoveď obsahuje podporované SIP metódy, rozšírenia, kodeky a pod.
- UA odpovedá na OPTIONS rovnako ako na INVITE
 - 200 OK, 486 Busy Here a pod.

SIP metódy - REGISTER

- Registrácia umožňuje klientovi informovať o svojej SIP URI a o IP adrese
 - Podporuje mobilitu v SIP
 - Zmysel len pri prijímaní hovorov na SIP URI adresu s doménou (AOR)
- Registrar server aktualizuje lokačnú databázu
- Prichádzajúce Metódy sú potom presmerované alebo proxované na poskytnutú IP adresu
 - Môže byť klientovi udelená staticky alebo dynamicky

SIP metódy - INFO

- UA poskytuje inému UA s ktorými má založené spojenie doplnkové signalizačné informácie
 - Nemenia sa charakteristiky založeného spojenia
- Typické nasadenie
 - Prenos doplnkových PSTN informácií
 - ISDN User to User informácie
- Definované v RFC 2976

SIP metódy - PRACK

- Provisional Response ACKnowledgment
- Potvrďzuje príjem odpovedí triedy 1xx (Provisonal)
 - Za účelom zabezpečenia spoľahlivého prenosu odpovedí triedy 1xx
 - Ak nie je odoslaný PRACK, odpoveď je prenesená znovu
- Definovaná v RFC 3262

SIP metódy (stav 2010)

SIP Request správy		
metóda	opis	RFC
ACK	Potvrdí INVITE	RFC3261
BYE	Ukončuje existujúcu reláciu	RFC3261
CANCEL	Ruší čakajúcu požiadavku	RFC3261
INFO	Signalizačné informácie počas hovoru	RFC2976
INVITE	Nadviazanie relácie	RFC3261
MESSAGE	Prenos IM (instant messaging) správ	RFC3428
NOTIFY	Odošle informácie po vyžiadaní	RFC3265
OPTIONS	Dopytovanie sa schopností UA	RFC3261
PRACK	Potvrdenie provizórnej odpovede	RFC3262
PUBLISH	Odoslanie informácií o stave na server	RFC3903
REGISTER	Registrácia užívateľa a aktualizácia lokačnej databázy	RFC3261
REFER	Požiadanie iného UA o oznámenie výskytu udalosti	RFC3515
SUBSCRIBE	Nadviazanie relácie na prijímanie budúcich aktualizácií	RFC3265
UPDATE	Aktualizácia stavu relácie	RFC3311

SIP správy – odpovede

- Generované „serverovskými“ entitami ako odpoveď na prijatie SIP dotazu (metódy)
- Idea označovania požičaná z HTTP
 - xyz + vysvetľujúci text
- **Štartovací riadok hlavičky SIP odpovede**
= **verzia protokolu + trojčíselný kód správy + textová fráza**
(vysvetlenie pre „ľudského“ užívateľa)
- Triedy správ
 - 1xx – Informačné (Informational or Provisional)
 - 2xx – Úspešne (Sucessfull)
 - 3xx – Presmerovanie (Redirection)
 - 4xx – Chyba na strane klienta (Client Error)
 - 5xx – Chyba na strane servera (Server Error)
 - 6xx – Globálne zlyhanie (Global failure)

SIP správy – odpovede (2)

- **1xx – Informačné (*Information*)**
 - Indikujú status volania pred jeho dokončením
 - Sú odosielané ako odpoveď na prijatie žiadosti, ktorej stav spracovania nie je ešte známy.
 - Po ich prijatí odosielateľ môže zastaviť vysielanie danej SIP žiadosti
 - 100 Trying, 180 Ringing, 181 Call Is being Forwarded, 182 Call Queued, 183 Session Progress
- **2xx – Úspešne (*Successful*)**
 - V RFC 3261 je definovaná len jedna správa - 200 OK
 - Informujú o akceptácii volania
 - Správa obsahuje telo s popisom médií volaného UAS

SIP správy – odpovede (3)

- **3xx – Presmerovanie (*Redirection*)**
 - Server (Redirect) vrátil možnú novú pozíciu volaného alebo informáciu o alternatívnej službe, ktorú jemožné využiť
 - Odpoveď obsahuje novú adresu cieľa
 - Čo môže byť iný proxy alebo iná SIP URI
 - 300 Multiple Choices, 301 Moved Permanently, 302 Moved Temporarily, 305 Use Proxy, 380 Alternative Service
 - Tieto odpovede sú finálne

SIP správy – odpovede (4)

- **4xx – Chyba Klienta (*Client error*)**

- Spracovanie žiadosti zlyhalo v dôsledku chyby na strane klienta
- Návratová správa alebo hodnota hlavičky by mala indikovať kde a prečo nastal problém
 - Napr. syntax
- 400 Bad Request, 401 Unauthorized, 402 Payment Required, 403 Forbidden, 404 Not Found, 405 Method Not Allowed, 406 Not Acceptable, 407 Proxy Authentication Required, 408 Request Timeout, 409 Conflict, 410 Gone, 411 Length Required, 413 Request Entity Too Large, 414 Request URI Too Long, 415 Unsupported Media Type, 420 Bad Extension, 421 Extension Required, 480 Temporarily Unavailable, 481 Call Leg/Transaction Does Not Exist, 482 Loop Detected, 483 Too many hops, 484 Address Incomplete, 485 Ambiguous, 486 Busy Here, 487 Request Canceled, 488 Not Acceptable Here

SIP správy – odpovede (5)

- **5xx – Chyba servera (*Server error*)**
 - Dotaz zlyhal v dôsledku chyby na strane servera.
 - Klient sa môže pokúsiť žiadať o spracovanie znovu
 - 500 Server Internal Error, 501 Not Implemented, 502 Bad Gateway, 503 Service Unavailable, 504 Gateway Timeout, 505 Version Not Supported
- **6xx – Globálna chyba (*Global Failure*)**
 - Spracovávanie dotazu zlyhalo a nemôže byť nikde úspešné
 - 600 Busy Everywhere, 603 Decline, 604 Does Not Exist Anywhere, 606 Not Acceptable

SIP správy – odpovede (6)

- Neúspešné finálne odpovede (3xx, 4xx, 5xx, 6xx) sú vždy potvrdzované na *hop-by-hop* báze
- Odpovede **200 OK** sú potvrdzované *end-to-end*

SIP Hlavičky

- SIP žiadosti aj odpovede obsahujú hlavičky (polia hlavičiek)
- Pole hlavičky sa skladá z mena poľa hlavičky, hodnoty poľa a poprípadne z jedného alebo viac parametrov s hodnotami
- Formát

```
Header-field = „Header-field-name“ : field-value , field-value * ( ;parameter-name=parameter-value )
```

- Mená poli hlavičiek sú znakovito citlivé
- Poradie hlavičiek a ich polí nie je dôležité
- Hlavičky sa delia na
 - Vyžadované (mandatory)
 - To, From, Via, Call-ID, Cseq, Max-Forwards
 - Voliteľné (Optional)
 - Subject, Date, Authentication (and many others)
 - Niektoré hlavičky majú význam len v žiadostiach a niektoré len v odpovediach

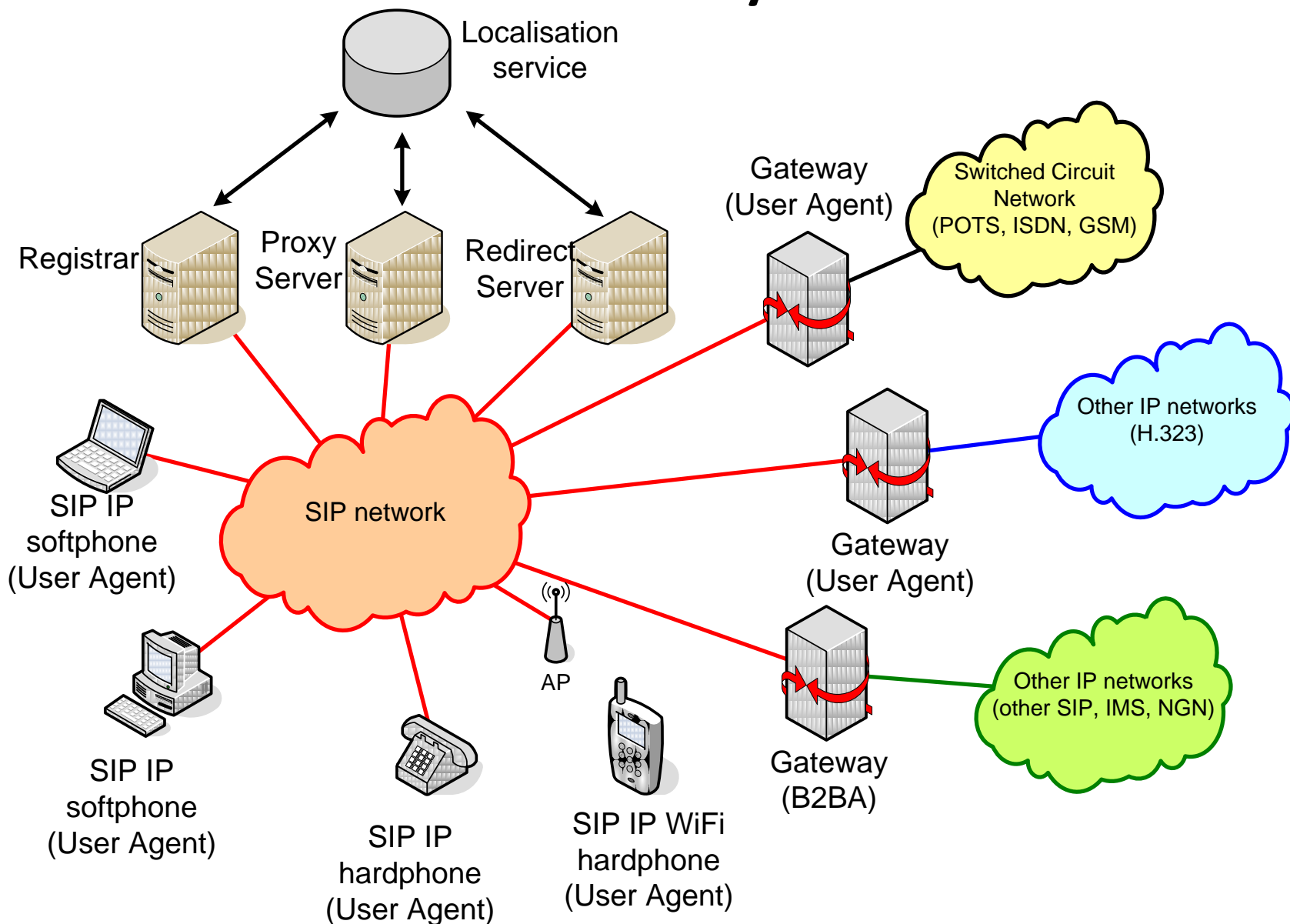
Telo SIP správy

- Telo SIP správy môže:
 - niečo obsahovať (ako napr. príloha v emaille)
 - Poväčšine SDP
 - byť prázdne.
- INVITE
 - Obsahuje popis médií v Session Description Protocol
 - [Venujeme sa v časti o SDP](#)

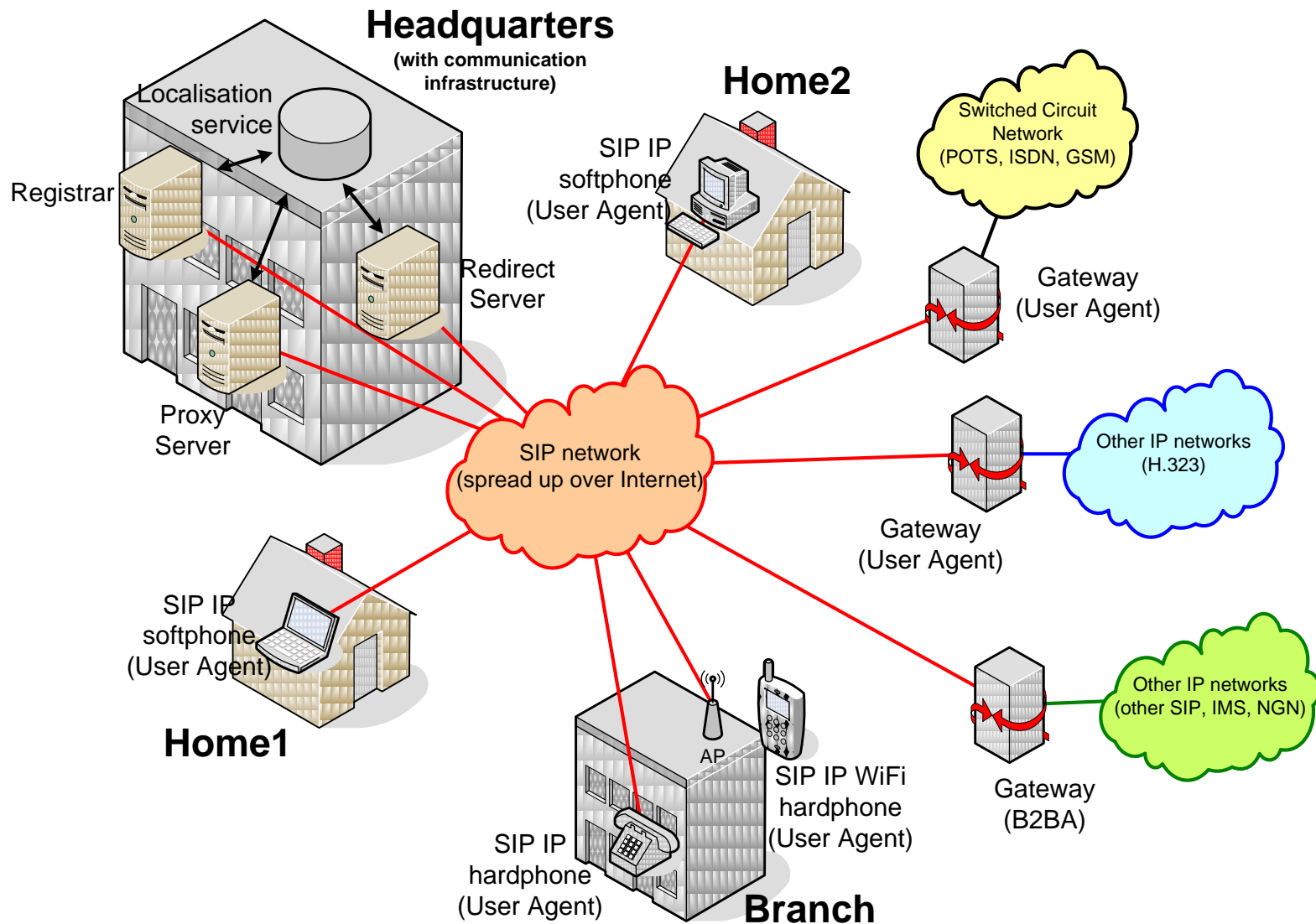
Sieťové entity SIP

- **Logické komponenty:**
 - **User Agent (UA)**
 - skladá sa z UA Client (UAC)
 - UA Server (UAS) časti
 - **SIP Servery**
 - Registrar
 - Proxy server
 - Redirect server
- **Klient** = entita, ktorá vysiela dotazy a prijíma odpovede (**UAC, proxy server**)
- **Server** = entita, ktorá prijíma dotazy, spracuje ich a vysiela späť odpovede (**UAS, Registrar, Redirect, Proxy server**)

Architektúra a entity SIP

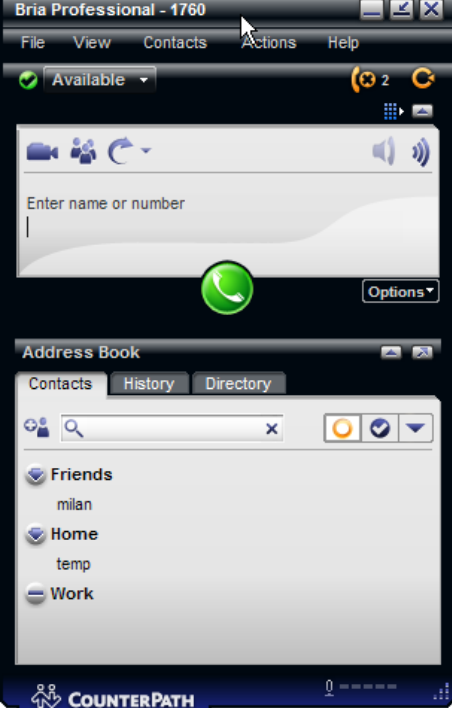


„Typická“ SIP architektúra



SIP User Agent (UA)

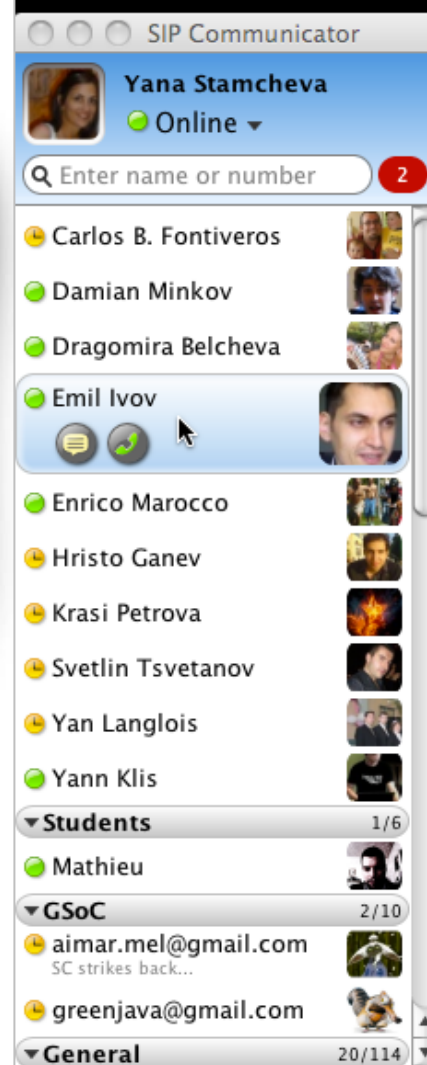
- Koncový SIP systém, ktorého hlavnou funkciou je založenie spojenia medzi dvomi alebo viac užívateľmi (UA)
 - Klient, terminál, telefón, PDA, laptop
- UA je stavový (Statefull)
 - ***Musí mať prehľad o stavoch všetkých volaní (dialógoch a transakciách)***
- Každý UA obsahuje a pracuje ako:
 - ***User Agent Client (UAC)***
 - vytvára a odosiela SIP dotazy
 - dotaz vytváraný na podnet používateľa or stroja (gateway)
 - ***User Agent Server (UAS)***
 - prijme, spracuje a odpovie na žiadosť vyslanú klientom
- Realizácia UA:
 - Softphone
 - Softvérová aplikácia
 - Hardphone



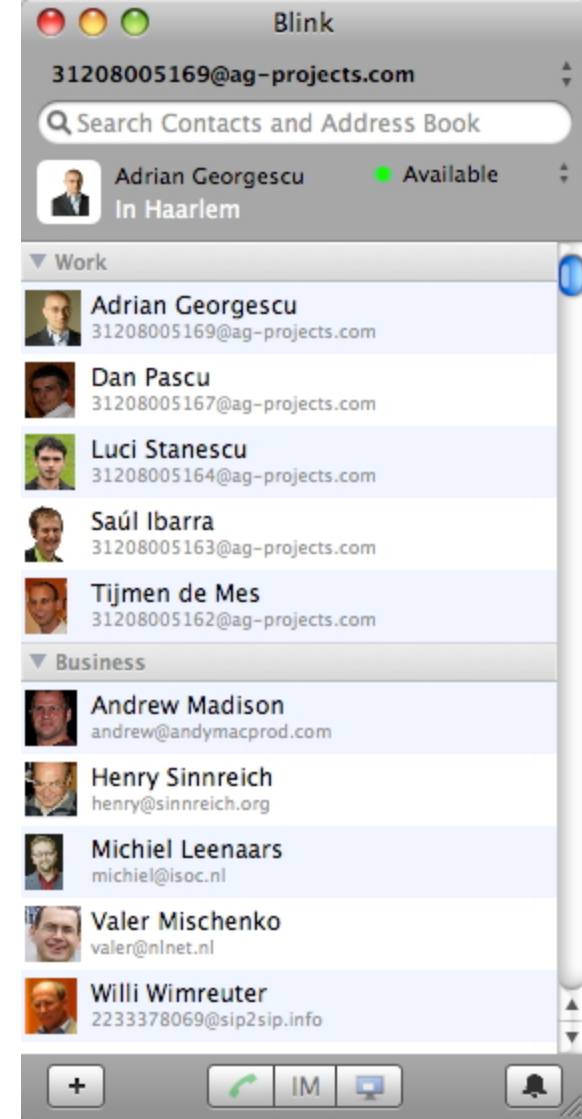
CounterPath Bria



X-Lite / EyeBeam



Jitsi



Blink



Ekiga

Softphones – SIP aplikácie

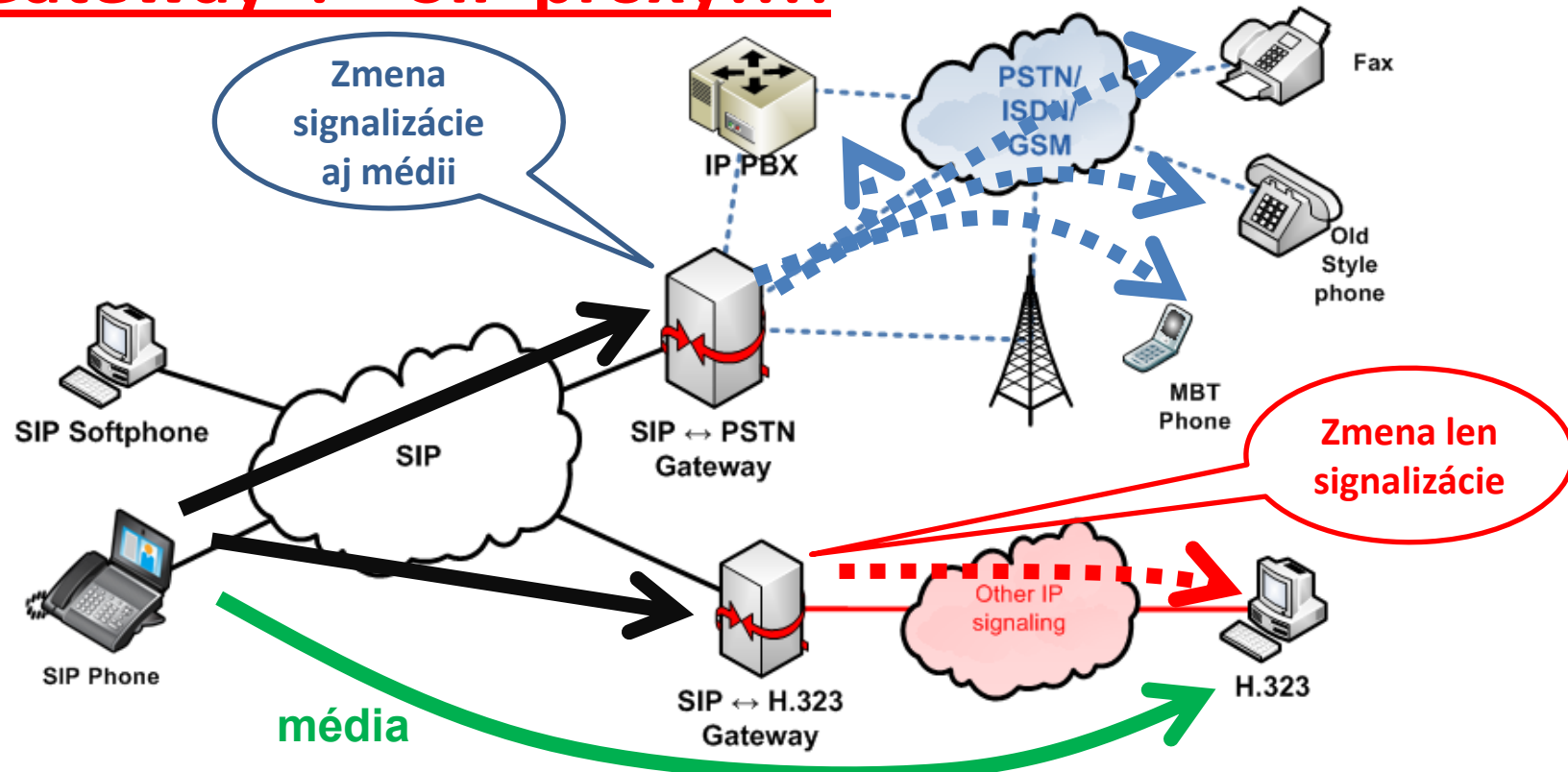
- [http://www.ipstel.org/views/Product Database](http://www.ipstel.org/views/Product_Database)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/List of SIP software](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_SIP_software)

Hardphones – HW telefóny



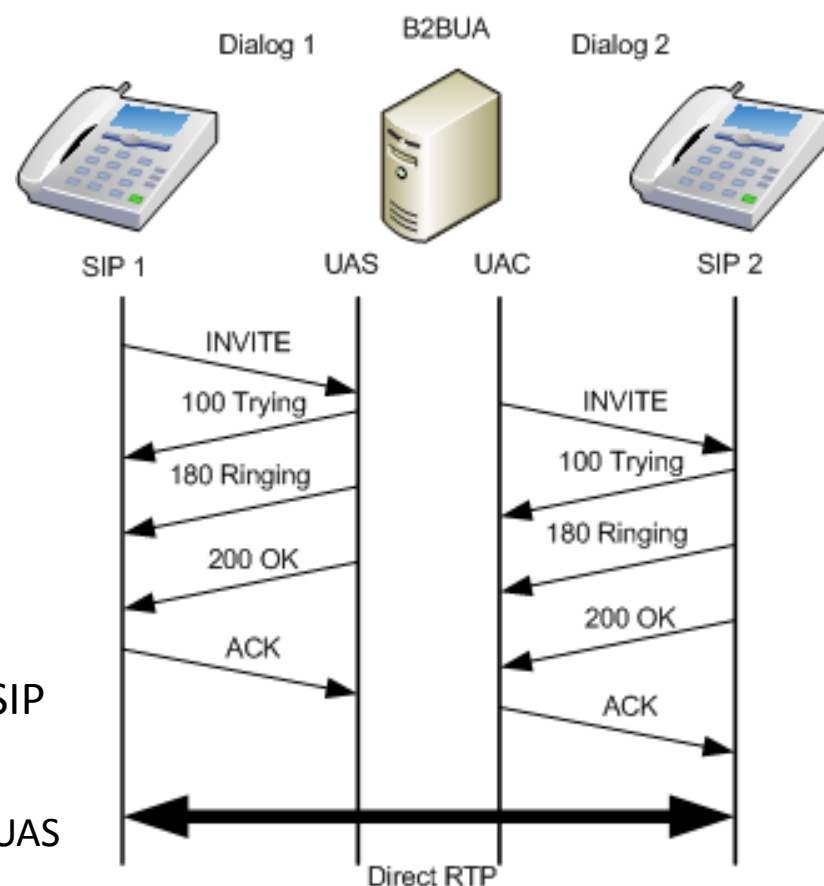
SIP Gateway

- Špeciálny typ UA
- Aplikácia slúžiaca ako rozhranie medzi SIP sieťou a sieťou s iným signalizačným protokolom, napr. SIP a H.323, SIP a ISDN
- **Gateway != SIP proxy!!!!**



Back 2 Back User Agent (B2BUA)

- Špeciálny typ UA, ktorý môže modifikovať SIP správy
 - Definovaný ako virtuálne prepojený UAC a UAS (back to back)
- Rozbíja komunikáciu na „dve“ polovice
 - Dva „*Call Legs*“
 - Volajúcemu sa predstaví ako volaný a volanému ako volajúci
- Na jednej strane vystupuje ako UAS a na druhej ako UAC (namiesto niekoho)
- Môže ale nemusí prepájať RTP toky
- Zvyčajne slúži ako gateway, anonymizér (topology hiding), relay a pod.
- Býva súčasť tzv. **Session Border Controller-a**



SIP – priame volanie medzi UA

SIP UA - Kovacikova

Caller

SIP URI: kovacikova@158.193.152.51

IP: 158.193.152.51

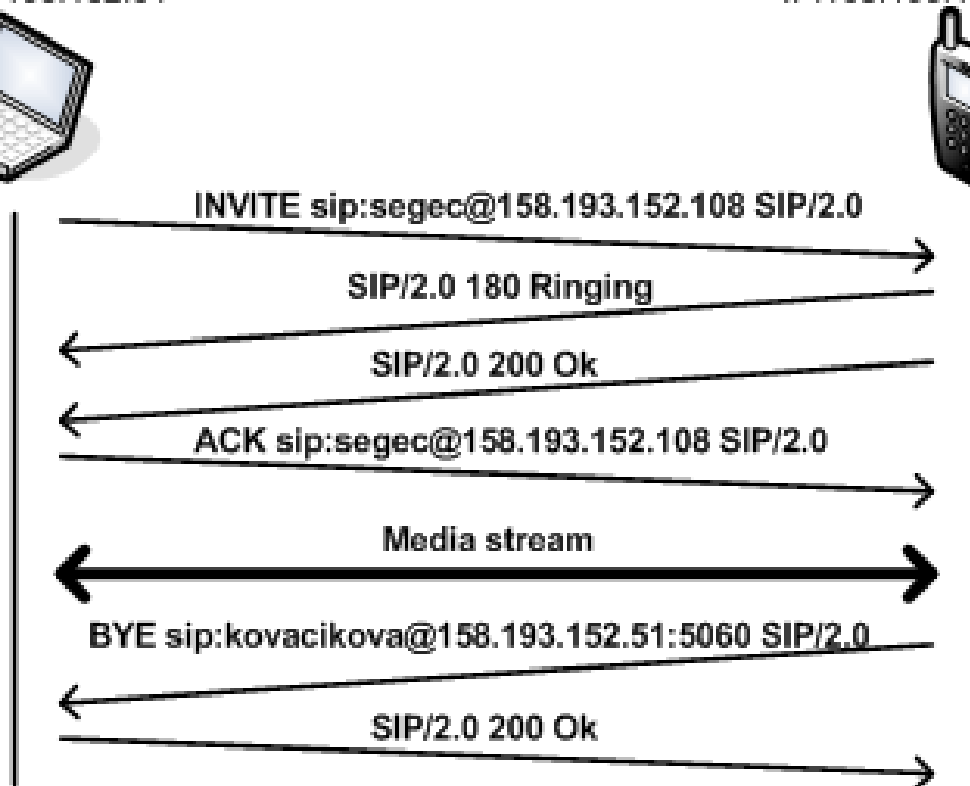


SIP UA - Segec

Callee

SIP URI: segec@158.193.152.108

IP: 158.193.152.108



- Lokalizácia volaného na základe IP adresy or FQDN

SIP - Mobilita používateľa

- SIP podpora používateľskej mobility:
 - Použitím SIP adresného systému
 - SIP adresa (SIP URI, SIP URL), neviazaná na transportný systém
 - Využitím funkcií lokalizácie AOR na FQDN or IP adresu
 - Následne funkciami proxy a presmerovania na momentálnu pozíciu užívateľa
- Užívateľ môže používať rozličné KZ
 - SIP telefón, klasický telefón, PC doma v práci, mobil a pod.
- Táto funkčnosť je **podmienené registráciou !**
 - Resp. preregistrovaním svojej dostupnosti na SIP serveri
 - Vykonané centrálne, netreba u každého klienta zvlášť
- Táto funkčnosť vyžaduje prítomnosť SIP serverov v sieti

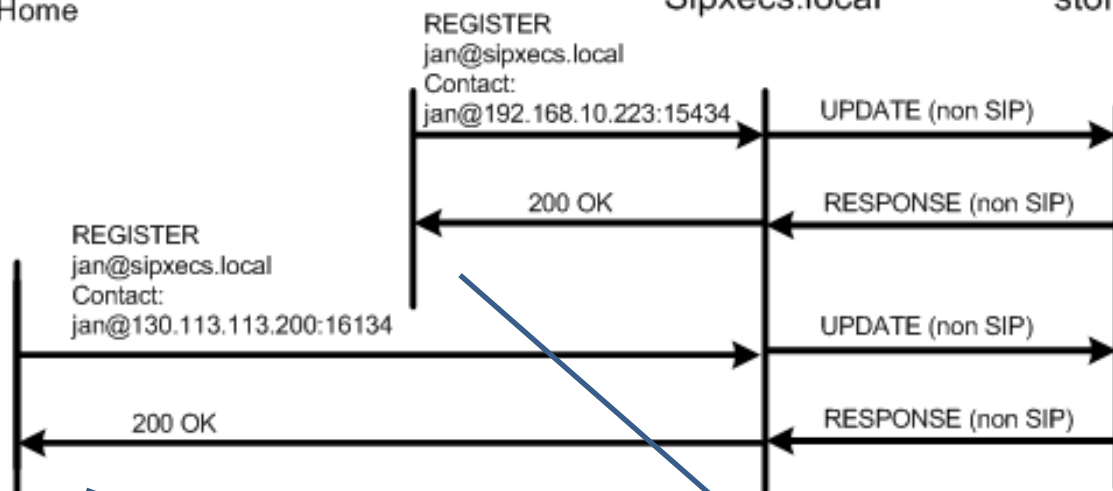
SIP Servery

- Entita, ktorá akceptuje SIP žiadosti a odpovedá na ne
- SIP sieťové servery
 - **SIP Registrar Server** - prijíma žiadosti o registráciu od klientov
 - **SIP Proxy server** - presmeruje dotaz k nasledujúcemu serveru alebo viacerým serverom naraz (*forking*)
 - **SIP Redirect Server** - vráti klientovi odkaz na ďalší server
 - **Location service** - uchováva informácie o mieste kde sa nachádza užívateľ => nie je súčasť SIP špecifikácie (Databáza, LDAP a pod.)

SIP Registrar

- Podpora mobility používateľov
- Vykonáva registrácie SIP UA
 - Môže vykonávať aj autentifikáciu a autorizáciu
- Buduje lokalizačnú databázu
 - Rozhranie medzi DB a serverom nie je v SIP definované
 - Obsahuje mapovania AoR na kontaktnú sieťovú adresu koncového systému užívateľa
 - AOR From: palo@kis.fri.uniza.sk na Contact: [palo@158.193.152.64:23888](tel:158.193.152.64:23888)
- Vyžadovaná podpora len SIP registračnej metódy (REGISTER)
 - Spracovanie dotazu => vytvorenie mapovania („bindings“)
 - Podpora iných SIP metód nie je vyžadovaná
- Poskytuje lokalizačné služby Proxy a Redirect serverom pre potreby **lokalizácia klienta**

Registrácia na viac UA



Používateľ je
dostupný aj na
soft-telefóne
doma

Používateľ je
dostupný na
telefóne v
práci

Správa REGISTER a Request-URI

```
REGISTER sip:sipxecs.local SIP/2.0
Via: SIP/2.0/TCP 192.168.10.223:15434;branch=z9hG4bK-d8754z-
9b5c890506584862-1---d8754z-;rport
Max-Forwards: 70
Contact:
<sip:jan@192.168.10.223:15434;rinstance=d31d2681a8a6f606;transp
ort=TCP>
To: "jan"<sip:jan@sipxecs.local>
From: "jan"<sip:jan@sipxecs.local>;tag=0211472d
Call-ID: NzYxNjQ4YTQxMTY5NjAwOGRiOGE2OGEyYzY5MjQ0MzI.
CSeq: 1 REGISTER
Expires: 3600
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY,
MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO
User-Agent: eyeBeam release 1102q stamp 51814
Content-Length: 0
```

- Request-URI obsahuje cieľovú SIP URI kam je smerovaný dotaz
- Proxy a iné SIP servery smerujú správu na základe Request-URI
- Request-URI môže byť modifikovaný serverom
 - Aliasing , rewrite apod.

Registrácia

- Vykonaná zaslaním REGISTER správy na Registrar
 - Request URI obsahuje [sip:domain](#)
 - Registrar by nemal akceptovať registrácie z iných domén
- Pole To:
 - AOR registrovaného používateľa
- Pole From
 - AOR osoby zodpovednej za registráciu
 - Zvyčajne to isté ako v „To“,
 - ale nemusí byť (príklad Third party registration)
- Pole Contact:
 - Záznam obsahujúci FQDN alebo IP adresu,
 - Transportný protokol, schopnosti
- Poskytnutá adresa je pridružená k existujúcim záznamom
- Registrácia sa musí obnovovať
 - Pole Expires
- Zrušenie registrácie
 - Expires=0

Lokalizácia SIP servera

- Ako klient nájde svoj Registrar a Proxy?
 - Manuálne nastavené
 - Oslovenie Multicastom
 - DHCP
 - SIP Option 120 definované v RFC 3361
 - Využívané pri auto-konfigurácii HW telefónov
 - DNS SRV + NAPTR method
 - Klient získa lokálne doménové meno
 - DHCP or DNS
 - Vykoná dotaz na NAPTR
 - Výber transportného protokolu
 - Vykoná dotaz na DNS SRV na
 - _sip._udp<domain name>
 - _sip._tcp<domain name>
 - _sip._tls<domain name>
 - Vykoná A/AAAA record resolving
 - Pošle SIP REGISTER správu na resolvovaný cieľ

Použitie DNS v SIP

RFC 3263: Session Initiation Protocol (SIP): Locating SIP Servers

NAPTR SIP records:

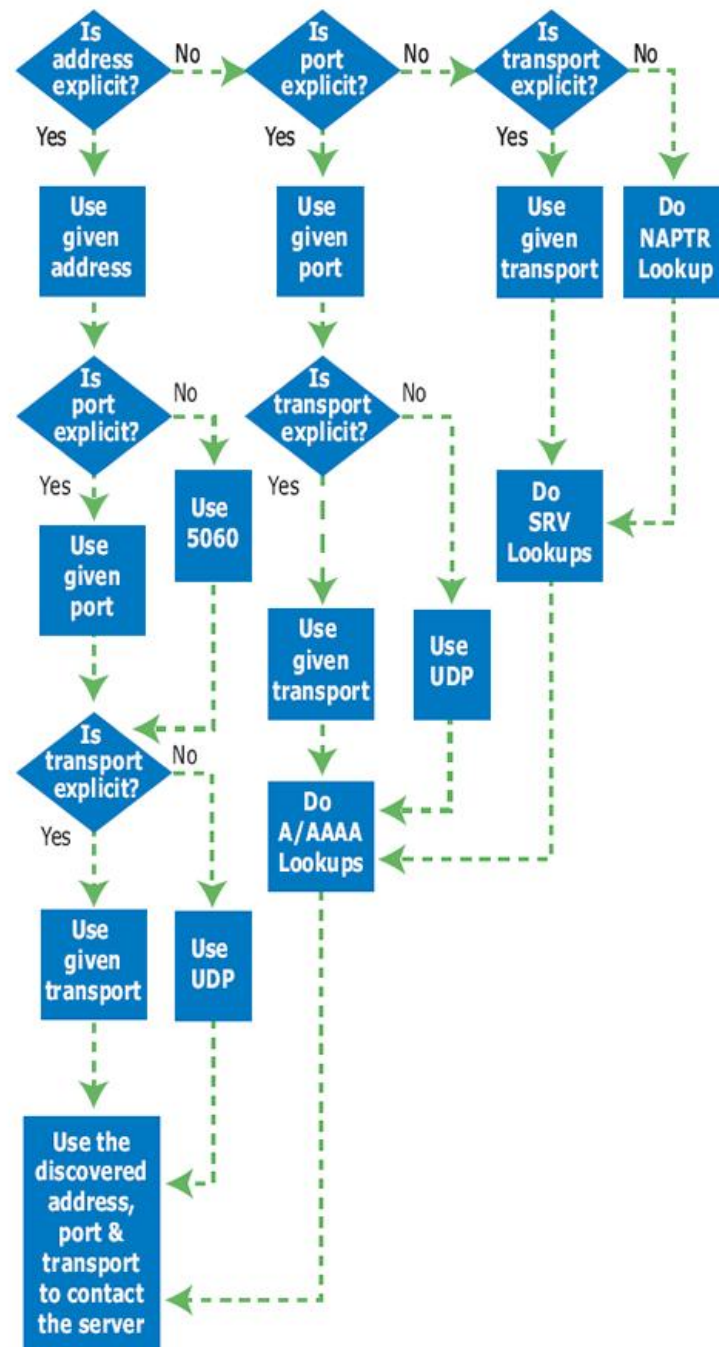
SIP+D2T (SIP over TCP)

SIPS+D2T (SIP over TLS over TCP)

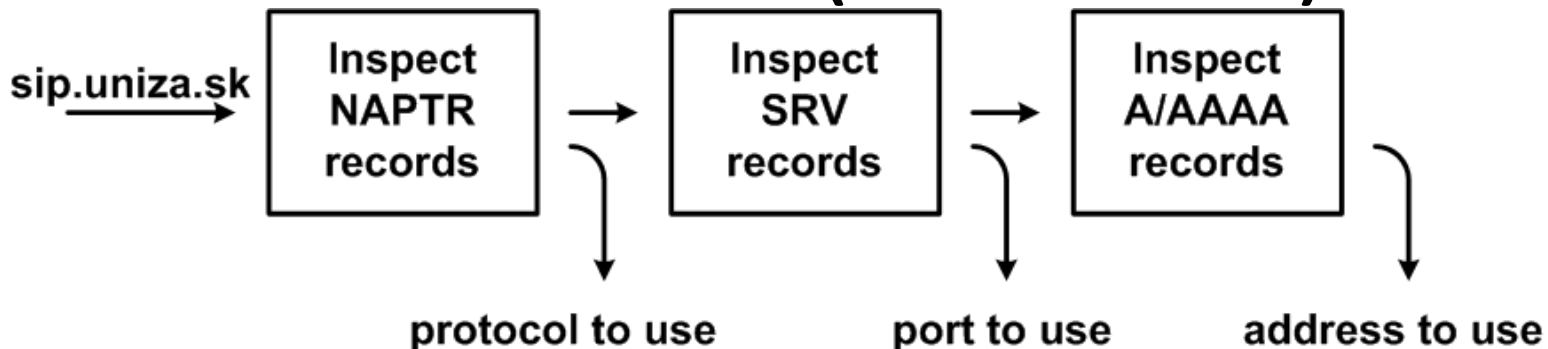
SIP+D2U (SIP over UDP)

SIP+D2S (SIP over SCTP)

SIPS+D2S (SIP over TLS over SCTP)



DNS NAPTR + SRV (RFC 3263)



- Klient vyberá podľa toho aký transport. protokol podporuje,
- tu DNS server vracia: skus ako prve TLS ak ho podporujes (order 50),
 - ak TLS zlyha = koniec,
- ak nepodporujes TLS skus TCP (order 90) (príklad 1)

Príklad 1

	order	pref	flags	service	regexp	replacement
IN NAPTR	50	50	"s"	"SIPS+D2T"	"	_sips._tcp.sip.uniza.sk.
IN NAPTR	90	50	"s"	"SIP+D2T"	"	_sip._tcp.sip.uniza.sk.
IN NAPTR	80	50	"s"	"SIP+D2S"	"	_sip._sctp.sip.uniza.sk.
IN NAPTR	100	50	"s"	"SIP+D2U"	"	_sip._udp.sip.uniza.sk.

Príklad 2

IN NAPTR	50	10	"s"	"SIP+D2T"	"	_sip._tcp.sip.uniza.sk.
IN NAPTR	50	30	"s"	"SIP+D2S"	"	_sip._sctp.sip.uniza.sk.
IN NAPTR	50	20	"s"	"SIP+D2U"	"	_sip._udp.sip.uniza.sk.

Klient sa opýta na SRV `_sip._tcp.sip.uniza.sk` a potom na A záznam

;;	Priority	Weight	Port	Target
IN SRV	0	1	5060	server1.sip.uniza.sk
IN SRV	0	2	5070	server2.sip.uniza.sk

DNS SRV v SIP (by telekec)

RV Field	Description
Service	IANA-registered service name, always starts with an '_' to avoid collisions with ordinary DNS names. _sip for SIP
Protocol	Transport protocol.
Priority	Order, from lowest to highest, to try reaching hosts.
Weight	Emphasis to put on this record when other records have the same priority, used for load balancing. For example, in the records below, the weights total to 4: <ul style="list-style-type: none">• 1/4 of the traffic will go to huey.• 1/4 will go to dewey.• 2/4 will go to louie. _sip._udp.naptr-udp.tekelec.com. 600 IN SRV 10 1 5060 huey.tekelec.com. _sip._udp.naptr-udp.tekelec.com. 600 IN SRV 10 1 5060 dewey.tekelec.com. _sip._udp.naptr-udp.tekelec.com. 600 IN SRV 10 2 5060 louie.tekelec.com.
Port	The port to use if this record is selected.
Target	A name to lookup using A or AAAA if this record is selected.



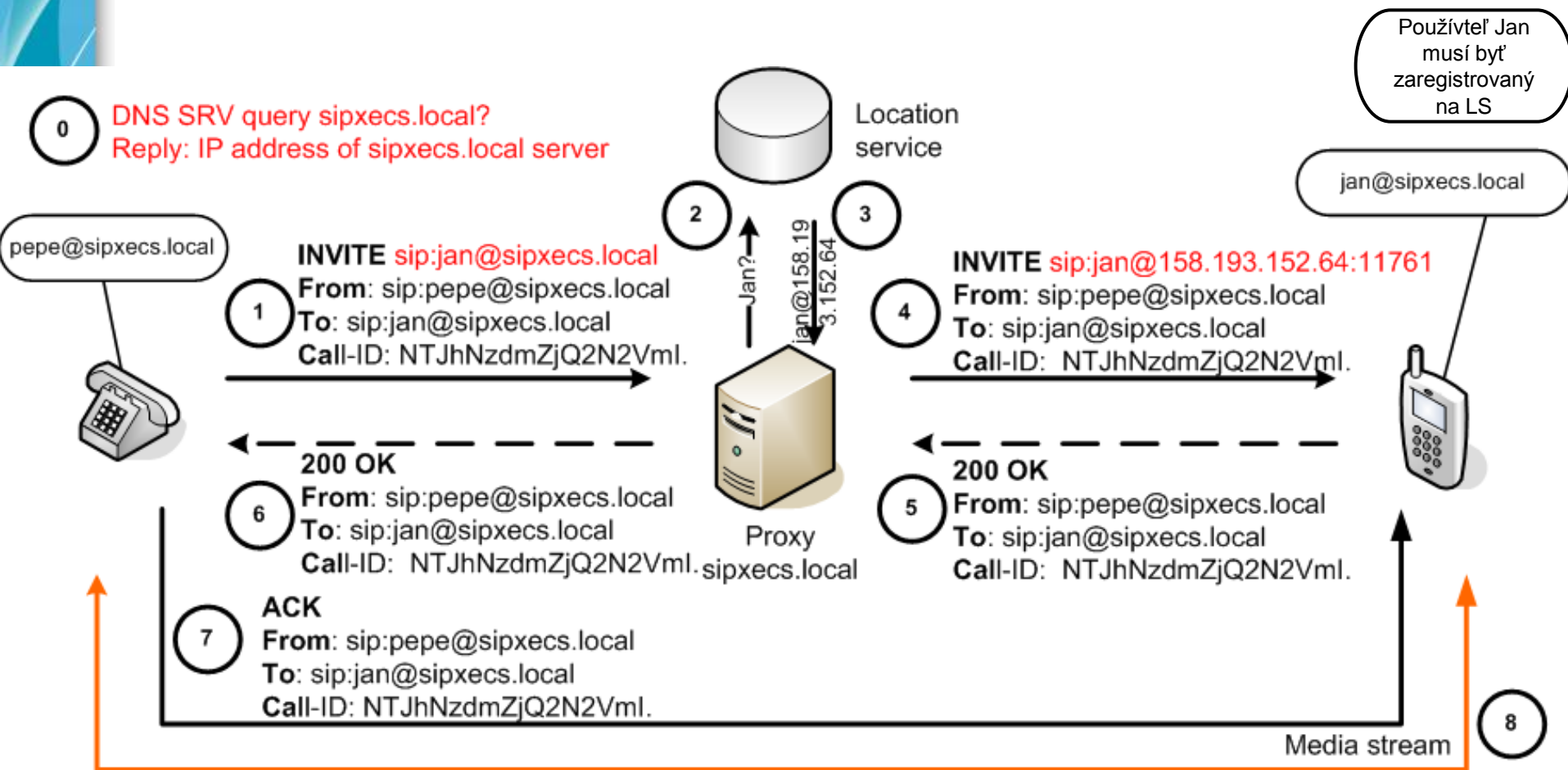
SIP proxy

- Medziľahlá, logická entita
- Zodpovedná za:
 - **Smerovanie** SIP žiadostí k UAS a odpovedí k UAC
 - detekcia slučiek
 - Kontrola správnosti SIP správ
 - syntax, adresa, autorizácia
 - Spracovávanie a **smerovanie** SIP správ
 - Odpoveď na dotaz
 - Presmerovanie dotazu k cieľovému UAS
 - upstream, downstream
 - **Bezpečnosť**
 - Autentifikácia, autorizácia, povoľovanie kto, čo a kam

SIP proxy

- Správy a polia hlavičky ktorým nerozumie => ignoruje
- Zvyčajne má prístup k lokalizačnej službe budovanej REGISTRAR-om
- Často sa používa tzv. „**Outbound**“ proxy => prijíma SIP dotazy priamo od klientov

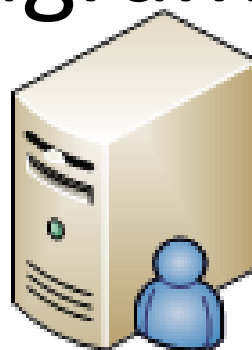
Základné SIP spojenie - SIP Proxy



Signalizačný diagram



pepe@sipxecs.local



SIP Proxy
Sipxecs.local

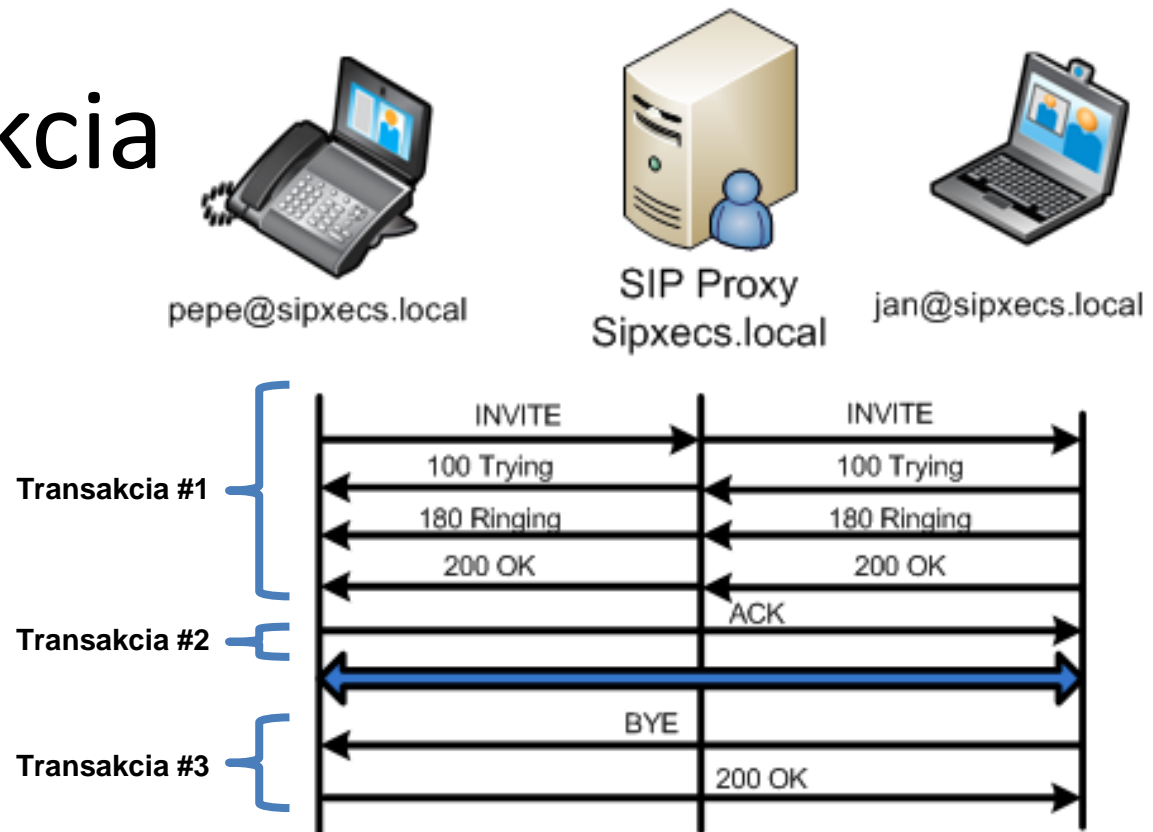


jan@sipxecs.local



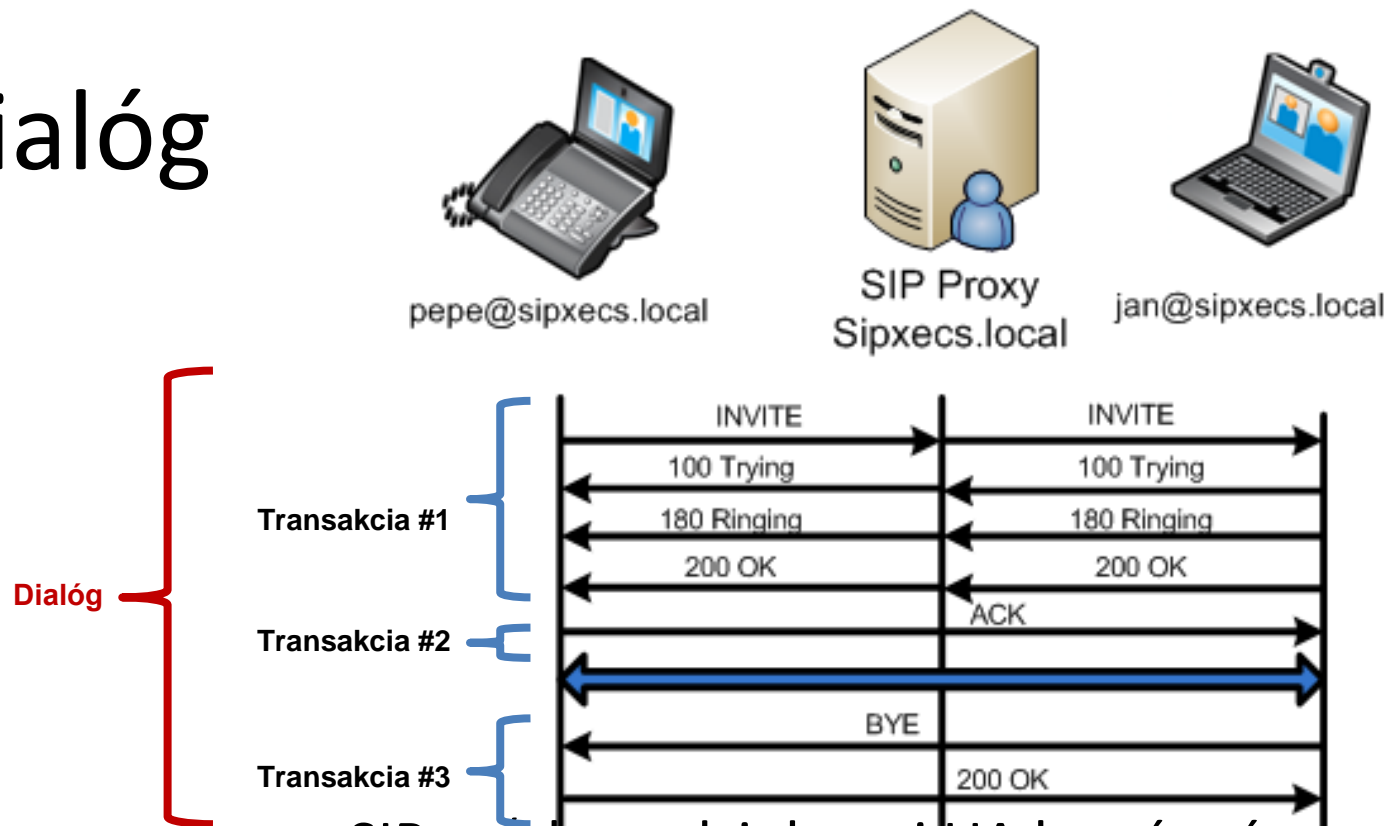
SIP - transakcia

- SIP používa transakčný model
- Transakcia = žiadosť a všetky jej odpovede až po poslednú non1xx odpoveď
- Ak bola požiadavka typu INVITE a poslednou odpoveďou **nie je** 2xx, daná transakcia zahŕňa aj ACK na túto response
- ACK na 2xx pri INVITE je považované za separátnu transakciu.



- Identifikátor transakcie
 - V staršom RFC:
 - kombinácia hlavičiek rovnaká pre všetky správy transakcie
 - To, From, RURI, Cseq
 - Po novom parameter **branch** v hlavičke *Via*
 - Musí začínať „z9hG4bK“ na odlišenie od RFC 2543 SIP
 - Def. timer 32 sekúnd

SIP - dialóg

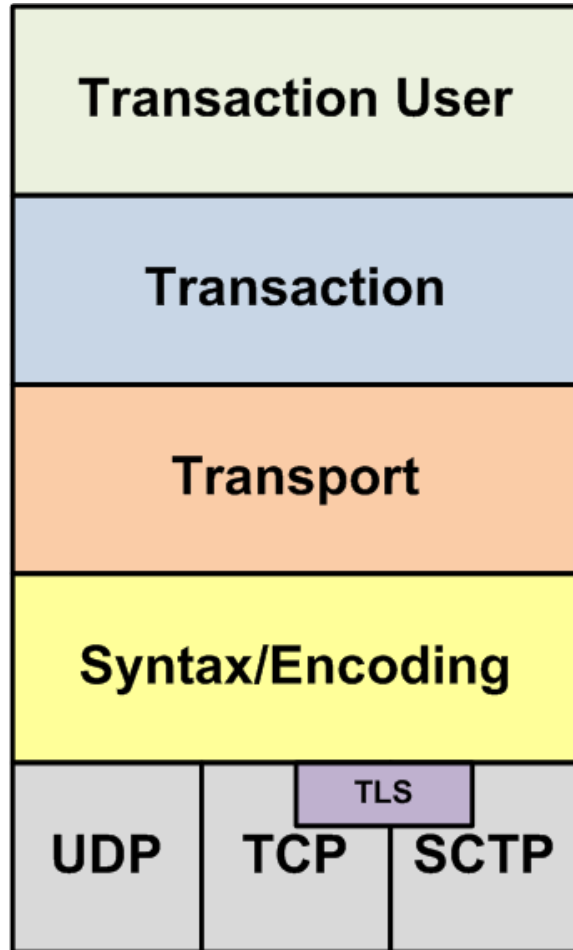


- Dialog je peer-to-peer SIP vzťah medzi dvomi UA ktorý má určité trvanie.
- Výmena správ v rámci spojenia (dialógu)
 - Je globálne jedinečne identifikovateľný na základe hodnôt hlavičiek
 - Call-ID, From tag (za odosielateľa), To tag (za prijímateľa)
 - Call ID: globálne jedinečný parameter pre spojenie
 - Nemal by sa meniť počas spojenia
 - CSeq identifikuje transakciu v dialógu

Early dialog

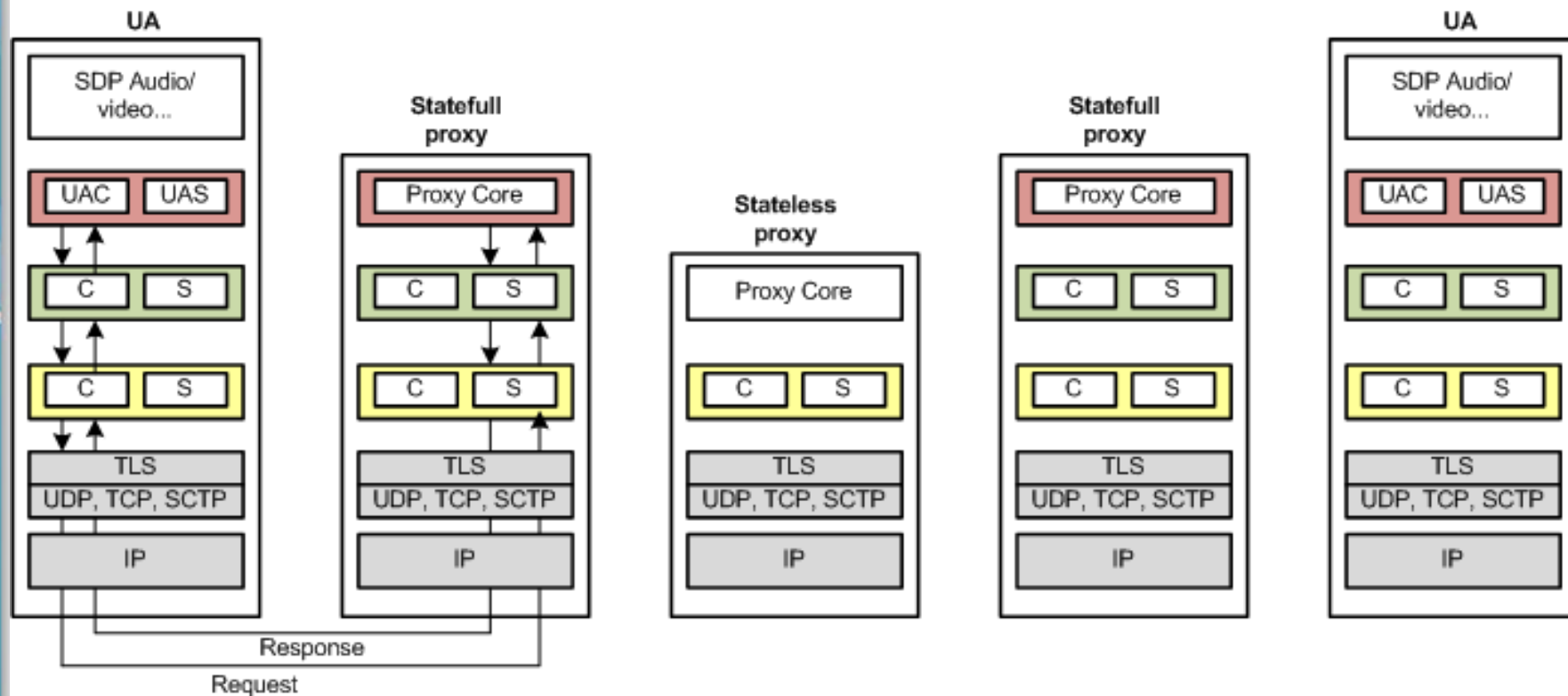
- INVITE obsahuje v poli From „Tag“
 - Ale v poli To „tag“ samozrejme nie je
 - Dopĺňa ho druhá strana
- Ak provisional response
 - Napr. 183 obsahuje v poli To „tag“, vytvára sa tzv. early dialog
 - Tento musí byť ešte potvrdený prenesením „tag-u“ vo finálnej správe 200 OK

Vrstvový model SIP

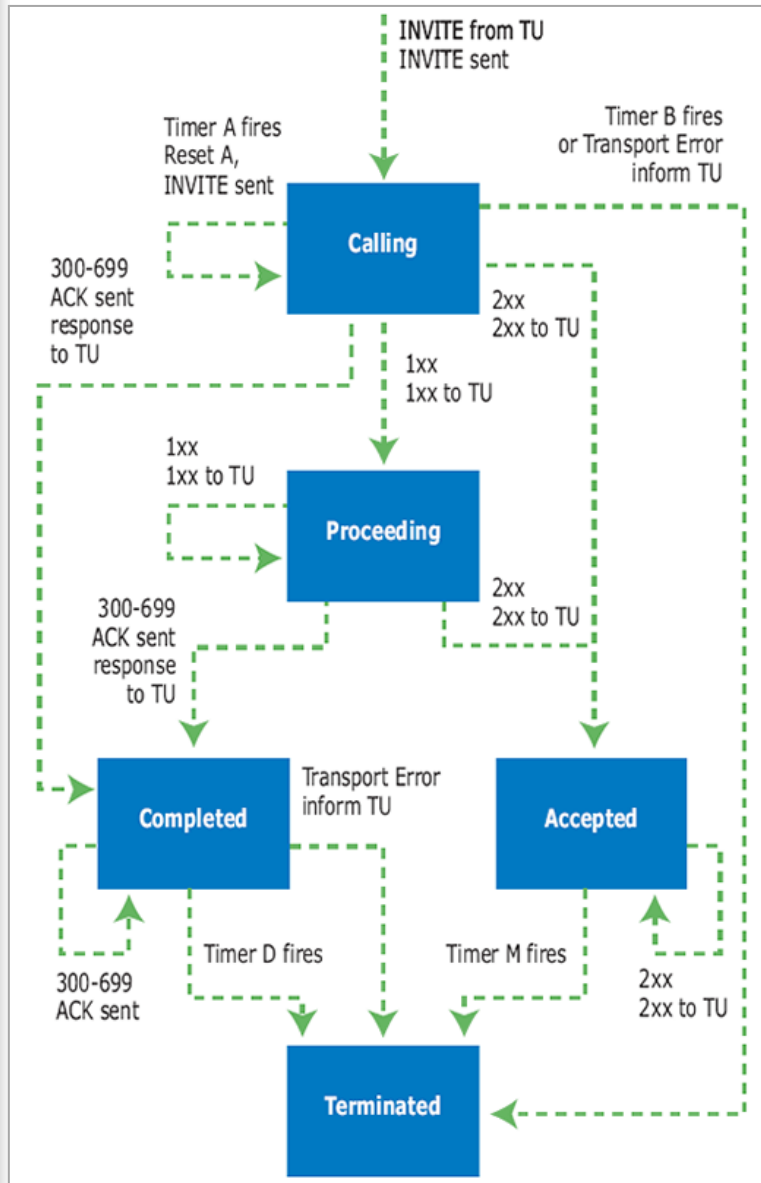


- Vytvorenie relácie, aplikačný processing
- Spracovávanie transakcií, retransmisia správ
- Posielanie SIP Správ
- Parsovanie správ
- Transportné protokoly

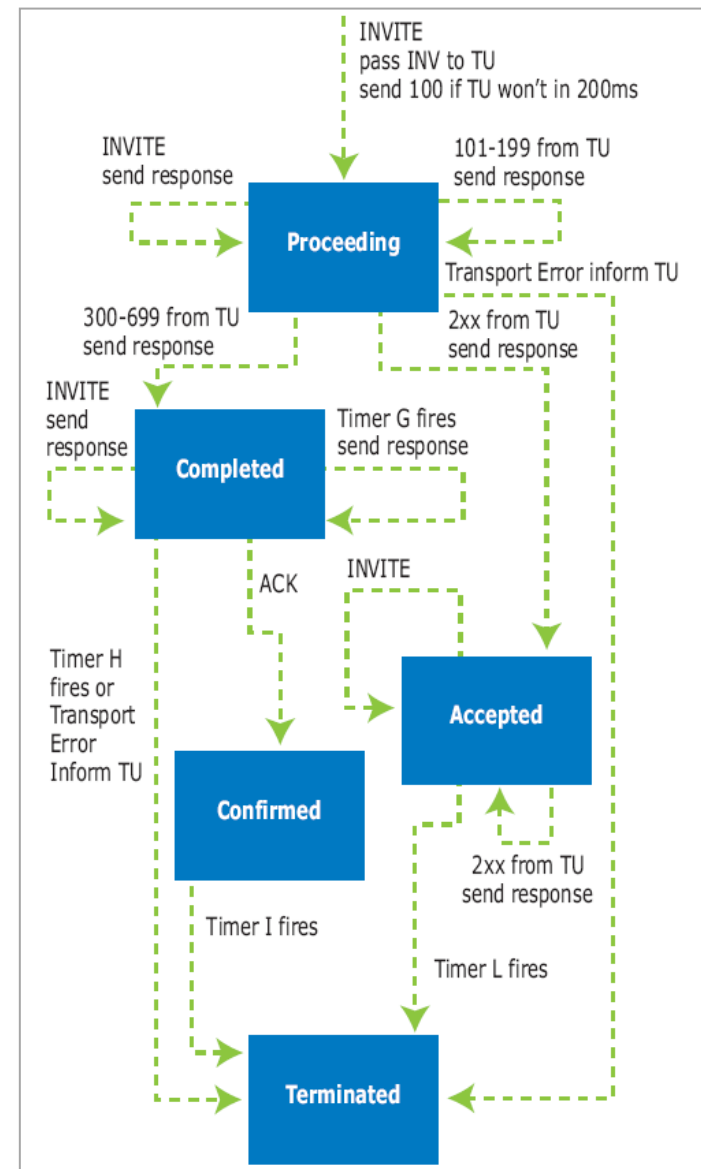
SIP - vrstvový model



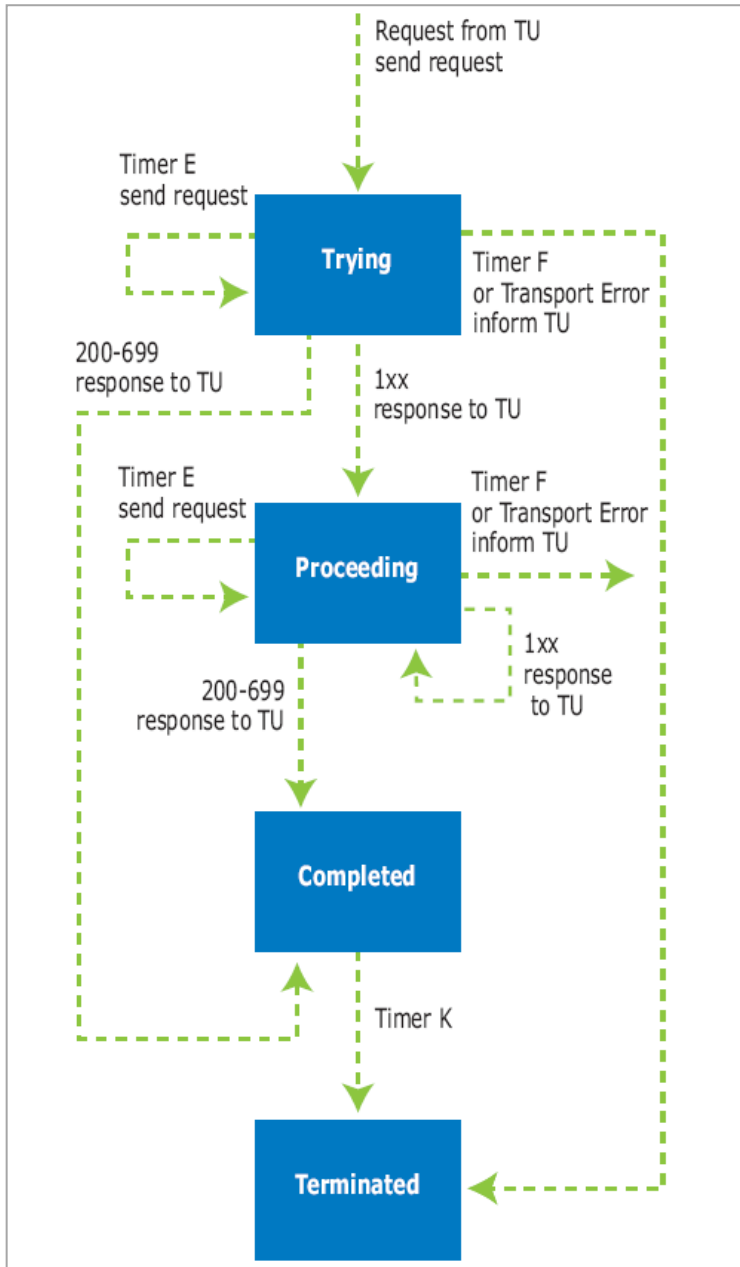
INVITE – client transaction



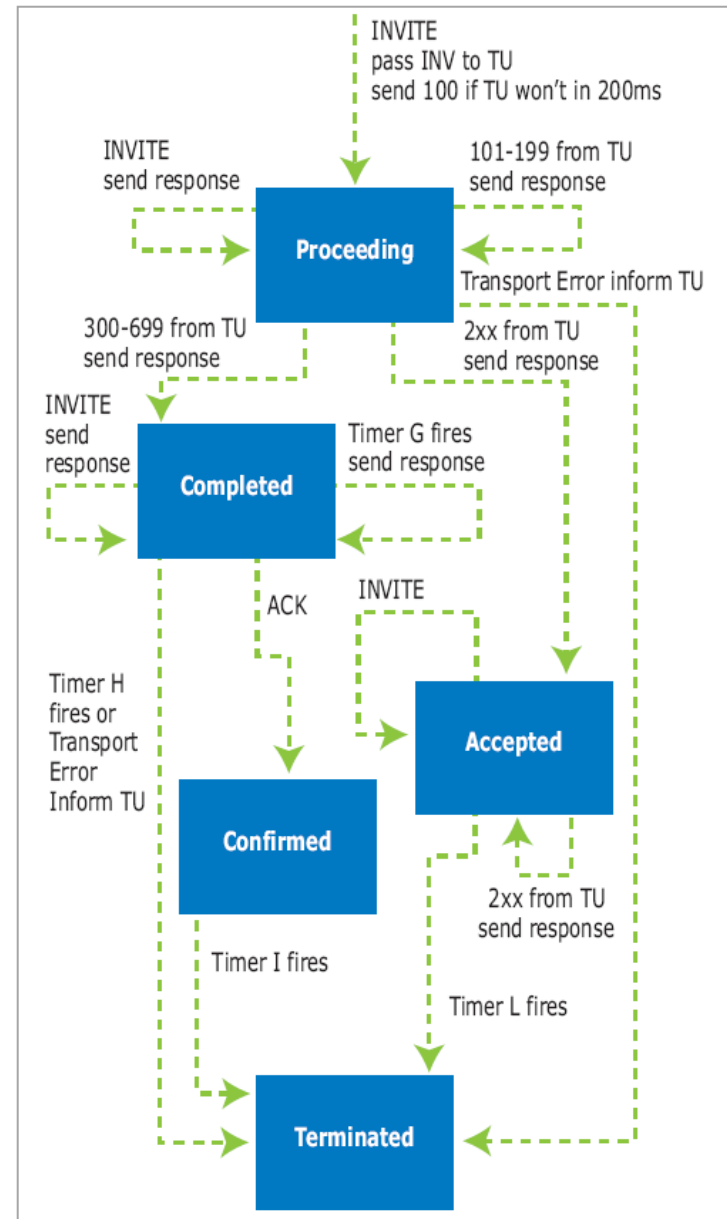
INVITE – server transaction



non- INVITE – client transaction



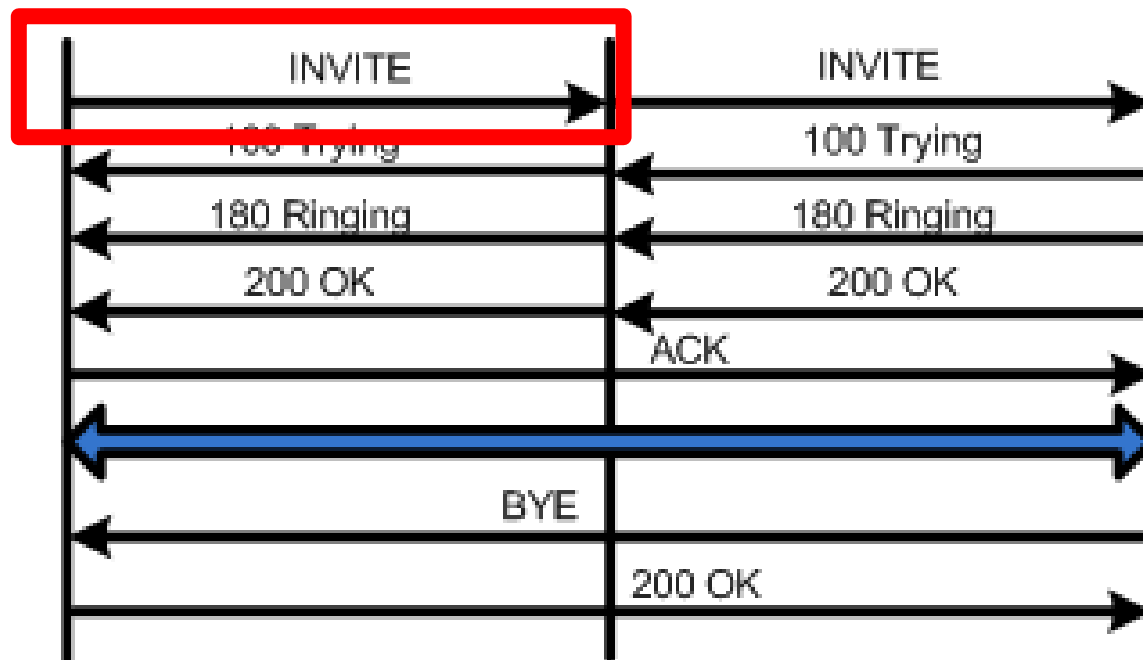
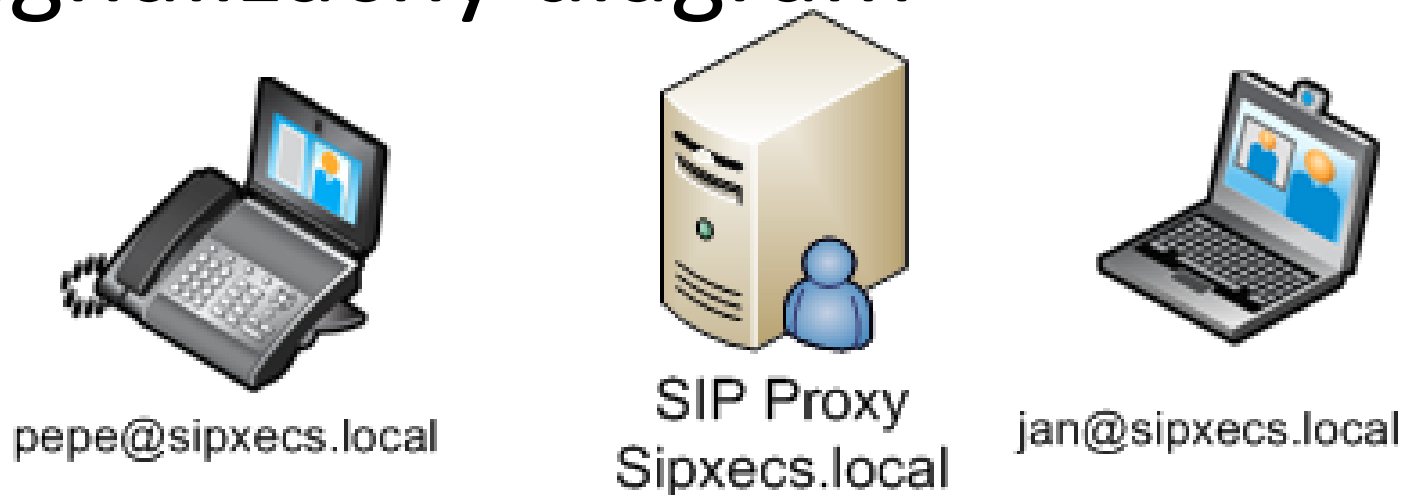
Non-INVITE – server transaction



SIP časovače (timers)

Timer	Value	Section in RFC3261	Meaning
T1	500 MS default	Section 17.1.1.1	RTT Estimate
T2	4s	Section 17.1.2.2	The maximum retransmit interval for non-INVITE requests and INVITE responses
T4	5s	Section 17.1.2.2	Maximum duration a message will remain in the network
Timer A	initially T1	Section 17.1.1.2	INVITE request retransmit interval, for UDP only
Timer B	64*T1	Section 17.1.1.2	INVITE transaction timeout timer
Timer C	> 3min	Section 16.6	Proxy INVITE transaction timeout
Timer D	> 32s for UDP	Section 17.1.1.2	Wait time for response retransmits
Timer E	initially T1	Section 17.1.2.2	Non-INVITE request retransmit interval, UDP only
Timer F	64*T1	Section 17.1.2.2	Non-INVITE transaction timeout timer
Timer G	initially T1	Section 17.2.1	INVITE response retransmit interval
Timer H	64*T1	Section 17.2.1	Wait time for ACK receipt
Timer I	T4 for UDP	Section 17.2.1	Wait time for ACK retransmits
Timer J	64*T1 for UDP	Section 17.2.2	Wait time for non-INVITE request transmits
Timer K	T4 For UDP, 0s for TCP/SCTP	Section 17.1.2.2	Wait time for response retransmits
Timer L	64*T1	draft-sparks-sip-invfix	Wait time for INVITE retransmissions
Timer M	64*T1	draft-sparks-sip-infix	Wait time for 2xx response retransmissions and any additional 2xx responses from other branches of the INVITE if it forked downstream

Signalizačný diagram




INVITE - pepe UA na SIP proxy



```
INVITE sip:jan@sipxecs.local SIP/2.0.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-d8754z-36ad3acd9edfe31c-1---d8754z-;rport.  
Max-Forwards: 70.  
Contact: <sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.  
To: <sip:jan@sipxecs.local>.  
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.  
Call-ID: YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWI..  
CSeq: 1 INVITE.  
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.  
Content-Type: application/sdp.  
Supported: replaces.  
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.  
Content-Length: 355.  
.  
--- SDP ---
```

- Prvý riadok – meno metódy
 - INVITE – Meno metódy
 - Request-URI („RURI“) – na koho bude správa smerovaná
 - „Targeted-URI“
 - SIP/2.0 – verzia protokolu
- Pole *Via*
 - Zobrazuje cestu SIP správ
 - Prvé via vkladá UA
 - Ďalšie vkladajú SIP proxy, cez ktoré správa prechádza
 - Je použité na spätné smerovanie odpovedí
 - IP alebo FQDN
 - Branch identifikuje aj transakciu


INVITE – pepe UA na SIP proxy



```
INVITE sip:jan@sipxecs.local SIP/2.0.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-d8754z-36ad3acd9edfe31c-1---d8754z-;rport.  
Max-Forwards: 70.  
Contact: <sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.  
To: <sip:jan@sipxecs.local>.  
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.  
Call-ID: YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWl..  
CSeq: 1 INVITE.  
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.  
Content-Type: application/sdp.  
Supported: replaces.  
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.  
Content-Length: 355.  
.  
v=0.  
o=- 12934282945426323 1 IN IP4 158.193.139.99.  
s=CounterPath X-Lite 4.0.  
c=IN IP4 158.193.139.99.  
t=0 0.  
m=audio 56632 RTP/AVP 100 106 0 97 105 98 3 101.  
a=rtpmap:100 SPEEX/16000.  
a=rtpmap:106 SPEEX-FEC/16000.  
a=rtpmap:97 SPEEX/8000.  
a=rtpmap:105 SPEEX-FEC/8000.  
a=rtpmap:98 iLBC/8000.  
a=rtpmap:101 telephone-event/8000.  
a=fmtp:101 0-15.  
a=sendrecv.
```

- **Max-Forwards**
 - Dekrementované prechodom cez proxy
 - Keď =0 – 483 Too many hops
 - Pre bezstavovú detekciu slučiek
- **Contact**
 - Obsahuje SIP URL použiteľnú pre priamu komunikáciu SIP UA
 - Pri Record Route sa nepoužíva
 - TCP – aký protokol pre transport


INVITE – pepe UA na SIP proxy



```
INVITE sip:jan@sipxecs.local SIP/2.0.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-d8754z-36ad3acd9edfe31c-1---d8754z-;rport.  
Max-Forwards: 70.  
Contact: <sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.  
To: <sip:jan@sipxecs.local>.  
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.  
Call-ID: YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWl..  
CSeq: 1 INVITE.  
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.  
Content-Type: application/sdp.  
Supported: replaces.  
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.  
Content-Length: 355.  
.  
--- SDP ---
```

- *To:* SIP URI koho volá
 - „jan“ je zobrazené meno „display name“
- *From:* SIP URI kto volá
 - „pepe“ je zobrazené meno „display name“
- Dialog (Call Leg)
 - Tagy v poli From a To a Call-ID
 - Dialog začína príjmom odpovede, ktorá ma tiež nastavený tag
- *Call ID:*
 - Identifikátor spojenia (relácie)
- Všetky metódy a odpovede majú tieto identifikátory **rovnaké** počas celého spojenia
 - Identifikátor v Call ID musí byť jedinečný, je náhodne generovaný

INVITE – pepe UA na SIP proxy



```
INVITE sip:jan@sipxecs.local SIP/2.0.
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-d8754z-36ad3acd9edfe31c-1---d8754z-;rport.
Max-Forwards: 70.
Contact: <sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.
To: <sip:jan@sipxecs.local>.
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.
Call-ID: YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWl..
CSeq: 1 INVITE.
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.
Content-Type: application/sdp.
Supported: replaces.
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.
Content-Length: 355.
.
v=0.
o=- 12934282945426323 1 IN IP4 158.193.139.99.
s=CounterPath X-Lite 4.0.
c=IN IP4 158.193.139.99.
t=0 0.
m=audio 56632 RTP/AVP 100 106 0 97 105 98 3 101.
a=rtpmap:100 SPEEX/16000.
a=rtpmap:106 SPEEX-FEC/16000.
a=rtpmap:97 SPEEX/8000.
a=rtpmap:105 SPEEX-FEC/8000.
a=rtpmap:98 iLBC/8000.
a=rtpmap:101 telephone-event/8000.
a=fmtp:101 0-15.
a=sendrecv.
```

- **Command Sequence (CSeq)**

- Inicializovaný na 1
- Každá ďalšia retransmisia správy zvýši číslo

- **Allow**

- Zoznam podporovaných metód

INVITE – pepe UA na SIP proxy




```
INVITE sip:jan@sipxecs.local SIP/2.0.
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-d8754z-36ad3acd9edfe31c-1---d8754z-;rport.
Max-Forwards: 70.
Contact: <sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.
To: <sip:jan@sipxecs.local>.
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.
Call-ID: YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWI..
CSeq: 1 INVITE.
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.
Content-Type: application/sdp.
Supported: replaces.
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.
Content-Length: 355.
.
--- SDP ---
```

- *Content-Type*
 - Indikuje obsah nesený v tele SIP správy
 - application/sdp
 - Indikuje, že v správě je nesená SDP správa
 - text/plain, application/cpl+xml apod.
- *Content-Length*
 - Indikuje délku těla SIP správy v bytech
 - 0 = žádné tělo

Signalizačný diagram



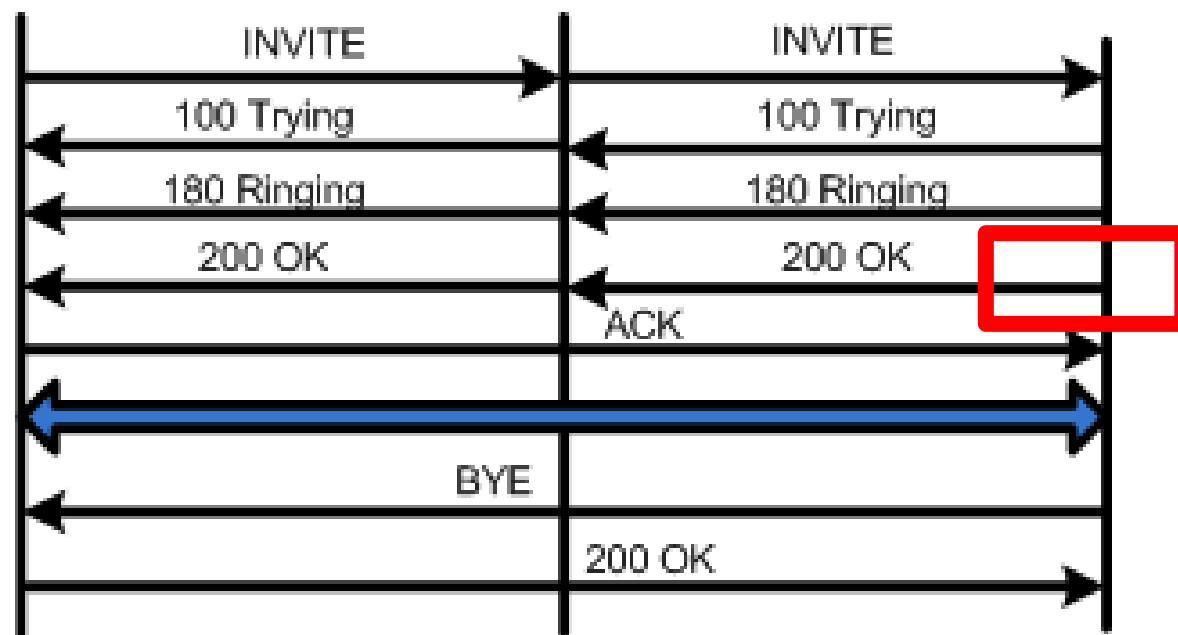
INVITE – zo SIP proxy na jan



```
INVITE sip:jan@sipxecs.local SIP/2.0.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.51:5060;branch=z9hG4bK-d8754z-c760660b43f49dde-1---d8754z-;rport.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-d8754z-36ad3acd9edfe31c-1---d8754z-;rport.  
Max-Forwards: 70.  
Contact: <sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.  
To: <sip:jan@sipxecs.local>.  
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.  
Call-ID: YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWl..  
CSeq: 1 INVITE.  
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.  
Content-Type: application/sdp.  
Supported: replaces.  
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.  
Content-Length: 355.  
.  
--- SDP ---
```

- Pridaná hlavička *Via*
 - Proxy serverom

Signalizačný diagram



200 OK – odpoveď Jan UA na SIP proxy

```
INVITE sip:jan@sipxecs.local SIP/2.0.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.51:5060;branch=z9hG4bK-  
d8754z-c760660b43f49dde-1---d8754z-;rport.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-  
d8754z-36ad3acd9edfe31c-1---d8754z-;rport.  
Max-Forwards: 70.  
Contact:  
<sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.  
To: <sip:jan@sipxecs.local>.  
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.  
Call-ID:  
YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWI..  
CSeq: 1 INVITE.  
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER,  
NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.  
Content-Type: application/sdp.  
Supported: replaces.  
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.  
Content-Length: 355.  
.  
--- SDP ---
```

```
SIP/2.0 200 OK.  
Via: SIP/2.0/TCP 158.193.139.99:3320;branch=z9hG4bK-  
d8754z-0646a714d000b9a9-1---d8754z-;rport=1103.  
Contact:  
<sip:jan@158.193.139.207:59818;rinstance=5249a2fb876a  
d5d2;transport=TCP>.  
To: <sip:jan@sipxecs.local>;tag=3ba30708.  
From: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.  
Call-ID:  
YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWI..  
CSeq: 2 INVITE.  
Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER,  
NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO.  
Content-Type: application/sdp.  
Supported: replaces.  
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.  
Content-Length: 265.  
.
```

- V odpovedi 180 Ringing je poskytnutý To Tag

- Správa vzniká kopírovaním mnohých polí z pôvodnej správy

Signalizačný diagram



BYE a 200 OK

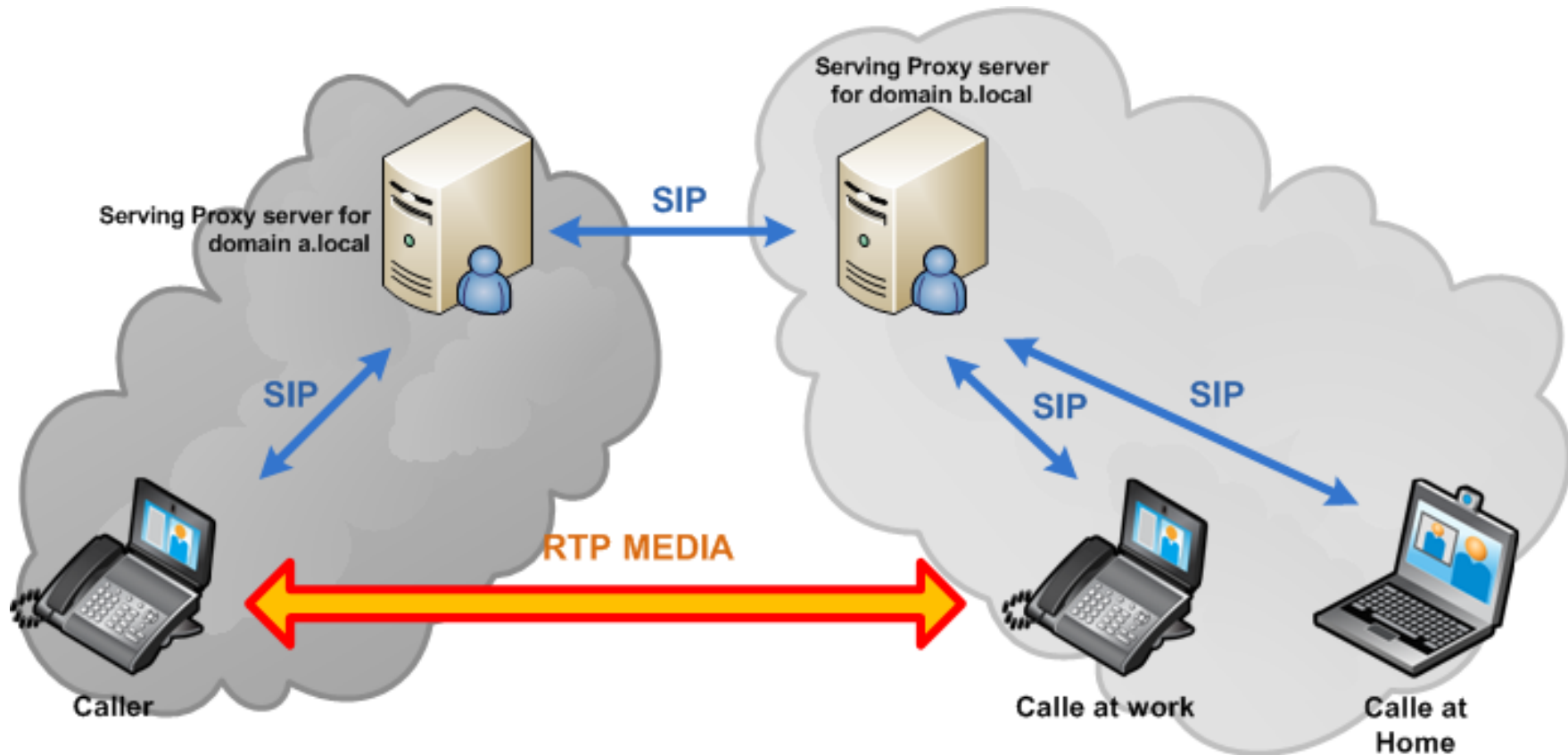
```
BYE sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP
SIP/2.0.
Via: SIP/2.0/TCP
158.193.139.207:59818;branch=z9hG4bK-d8754z-
33ef1dddf637fb23-1---d8754z-;rport.
Max-Forwards: 70.
Contact:
<sip:jan@158.193.139.207:59818;rinstance=5249a2fb876a
d5d2;transport=TCP>.
To: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.
From: <sip:jan@sipxecs.local>;tag=3ba30708.
Call-ID:
YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWI..
CSeq: 2 BYE.
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.
Content-Length: 0.
.
```

```
SIP/2.0 200 OK.
Via: SIP/2.0/TCP
158.193.139.207:59818;branch=z9hG4bK-d8754z-
33ef1dddf637fb23-1---d8754z-;rport=1088.
Contact:
<sip:pepe@158.193.139.99:3320;transport=TCP>.
To: "pepe"<sip:pepe@sipxecs.local>;tag=f50192d6.
From: <sip:jan@sipxecs.local>;tag=3ba30708.
Call-ID:
YmIyZDBmOTgyNTMlOGQzYTBjNTYlMGYwZTRjZjQwNWI..
CSeq: 2 BYE.
User-Agent: X-Lite 4 release 4.0 stamp 58832.
Content-Length: 0.
.
```

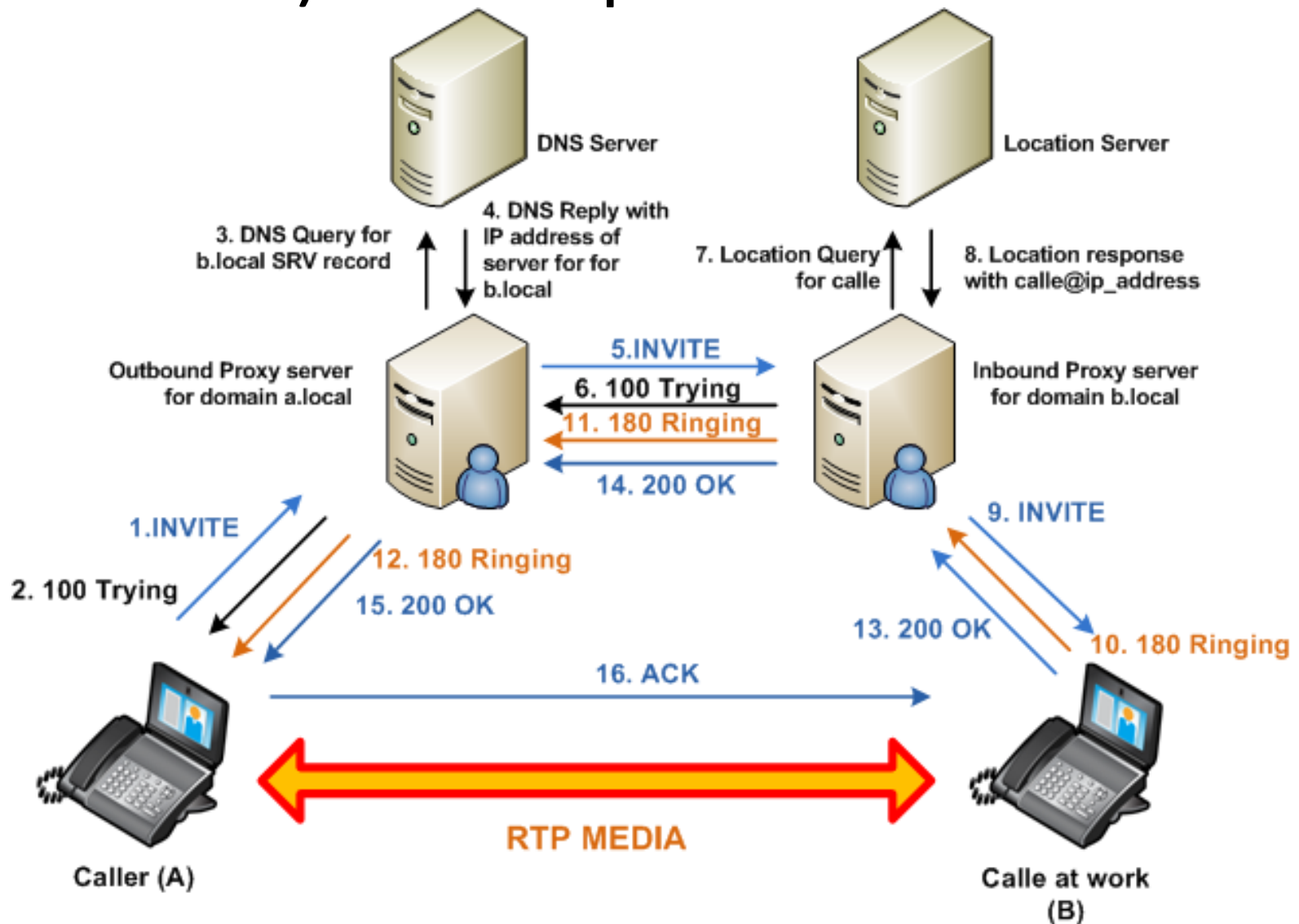
- BYE
 - Jan -> Pepe

- 200 Ok potvrdí

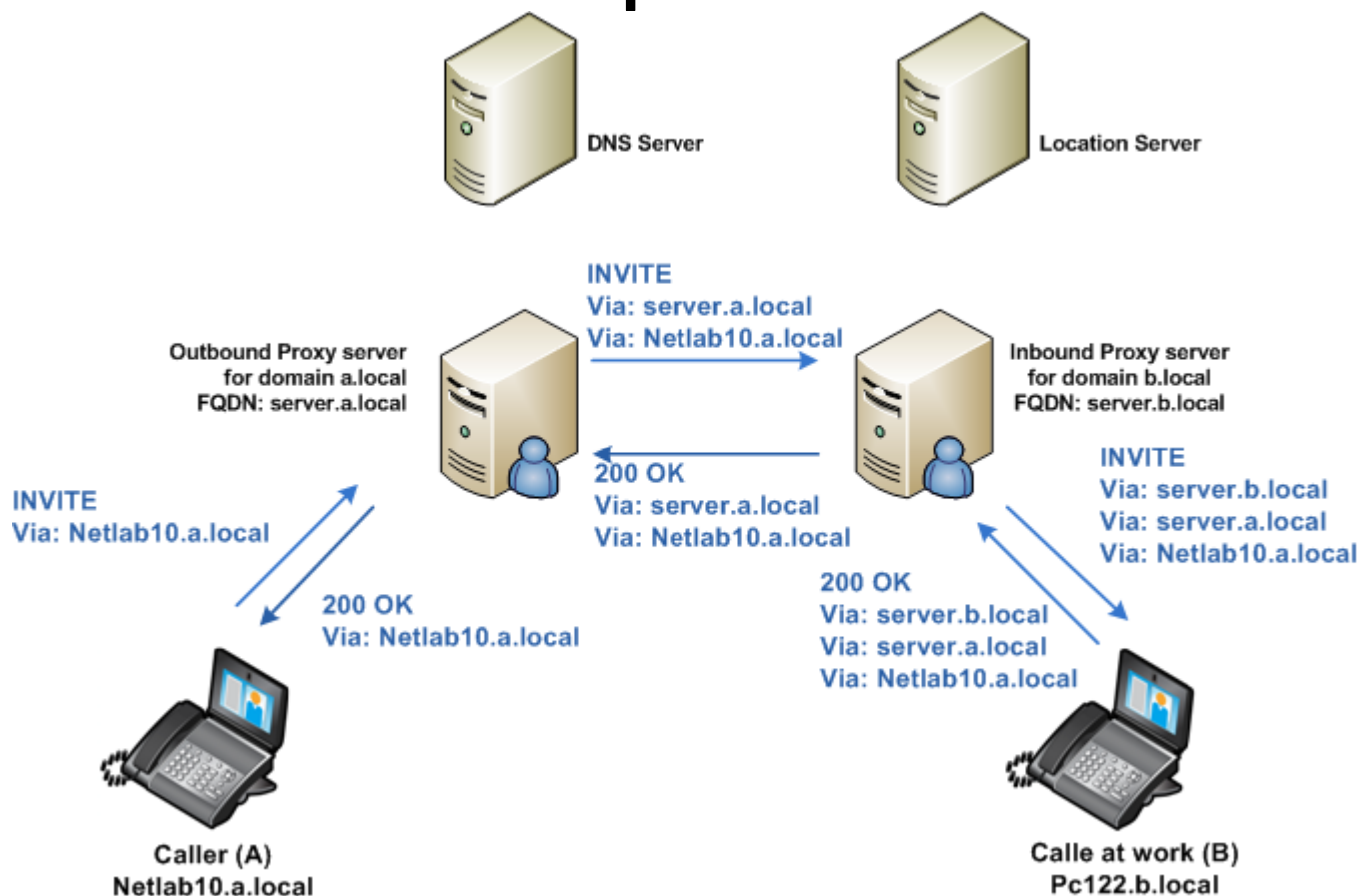
SIP – běžnější scénár - Trapezoid model



SIP hovor cez dva Proxy (Outbound & inbound)- SIP Trapezoid

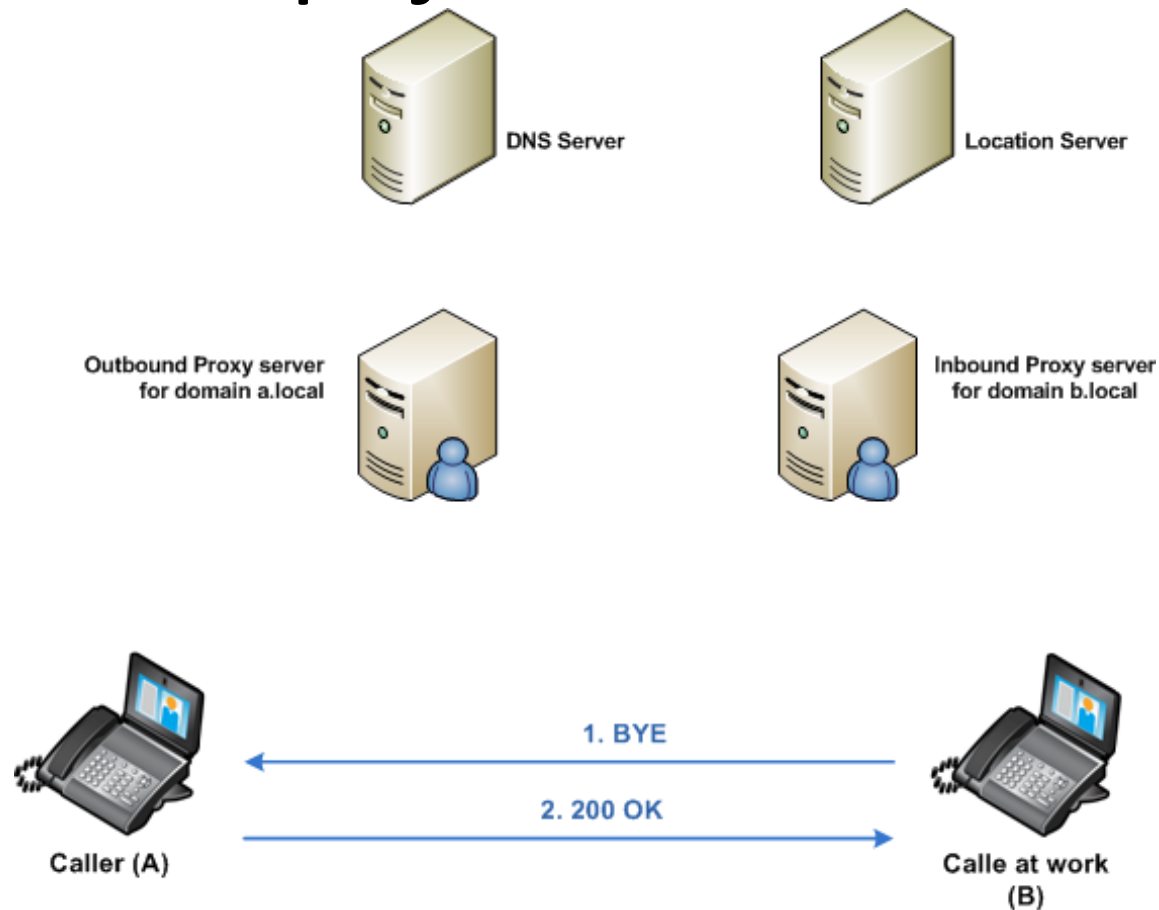


Smerovanie odpovedí



- Je zabezpečené vkladáním *Via* hlavičiek
- Posledný, ktorý spracovával správu sa vpíše ako prvý
- Pri smerovaní v opačnom smere sa *Via* hlavičky odstraňujú

Zrušenie spojenia - BYE



- Ide najkratšou cestou medzi UA
 - Tie vedia svoju IP adresu po výmene správ z *Contact* hlavičky

Typy SIP Proxy serverov

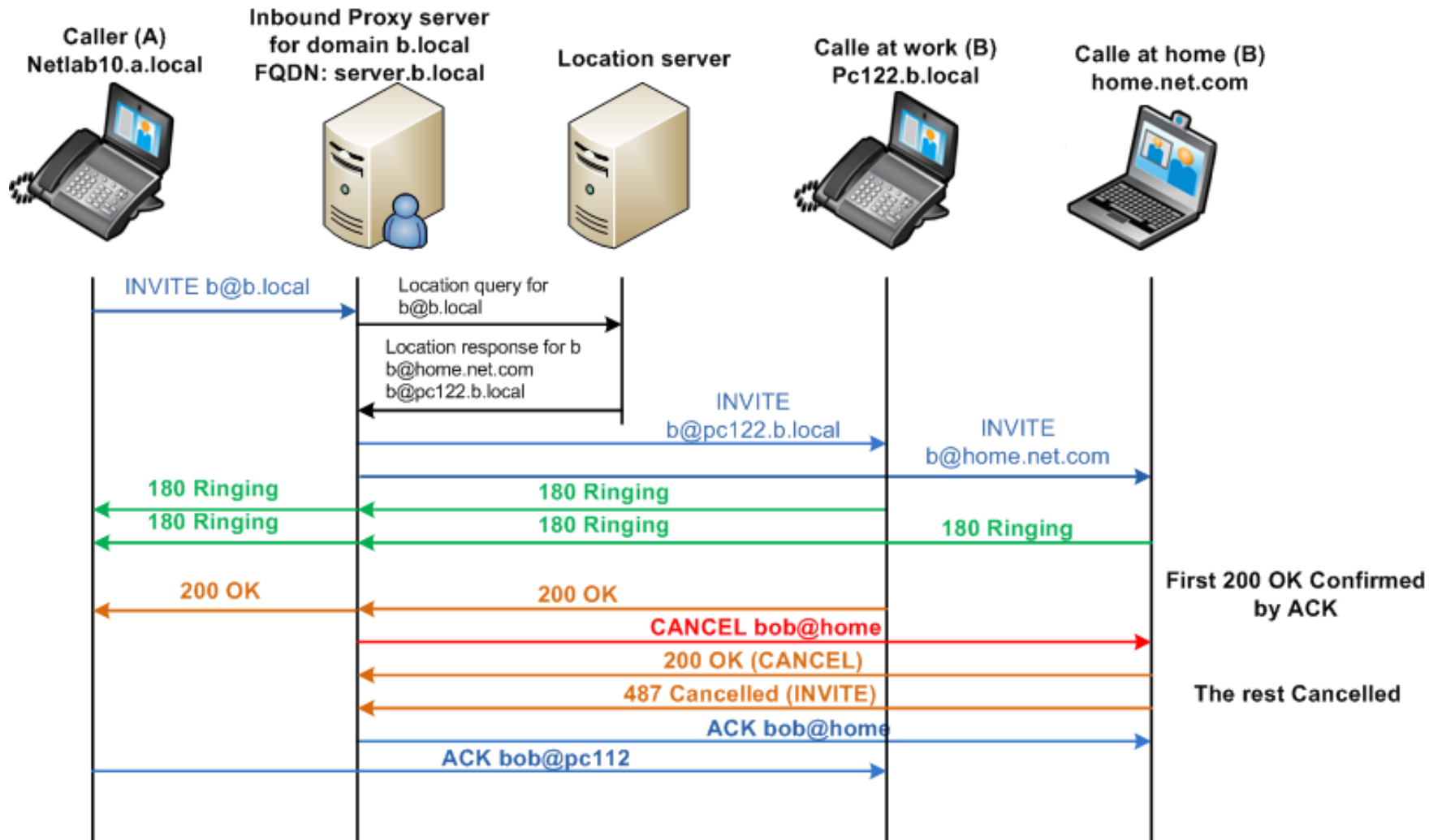
- **Stateless:**

- Nemá žiadnu znalosť o transakcii, každá správa je spracovávaná len na základe obsahu v nej obsiahnutom.
- Nepoužíva žiadne časovače, nerobí žiadne znova prenesenie
- Sú jednoduché a rýchle

- **Statefull:**

- Udržiava záznam o prijatých a vyslaných správach
 - Transakciách
 - Dialógoch
- Používa časovače, robí retransmission
- Komplexnejšie riešenie
- Forking
 - Paralelný
 - Sekvenčný

SIP Statefull Proxy server - Forking

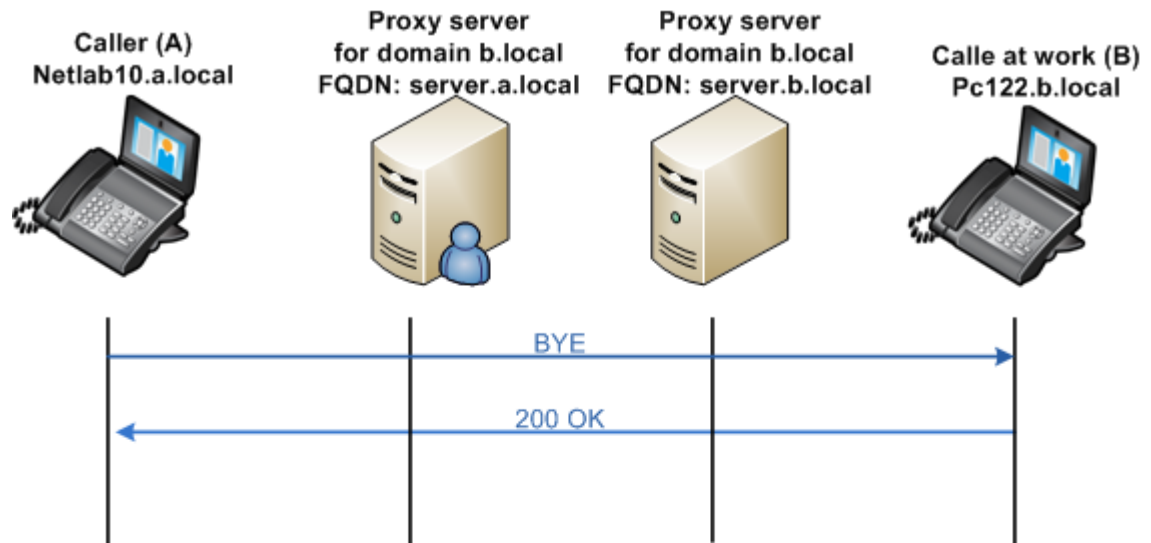


Record routing (smerovanie so záznamom)

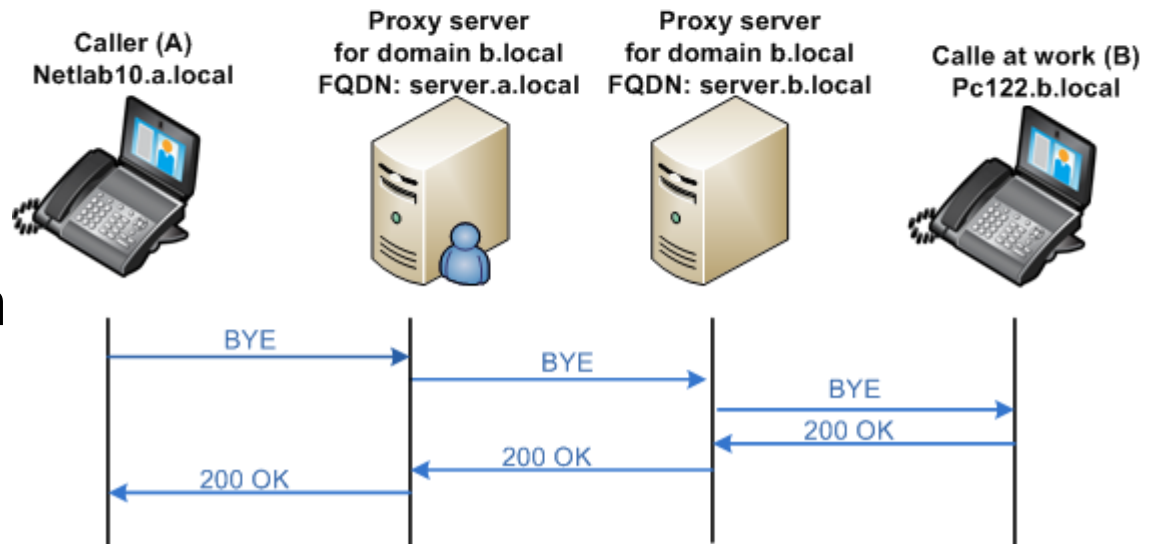
- Požiadavky v dialógu, pokiaľ sa dá, sú posielane napriamo medzi UA
 - Mimo Proxy
- Niekedy je potrebné aby Proxy ostali v dialógu daného spojenia
 - Napr. pre znalosť o ukončení spojenia
- Riešenie = Record Routing (smerovanie so záznamom)

Record routing

Bez RR



So
zapnutým
RR



- Do SIP správ Proxy vkladá *Record-Route* hlavičku so svojím FQDN
 - Tým zabezpečí, že správy transakcie budú smerované v oboch smeroch cez neho

Striktné smerovanie a voľné smerovanie

- ***Strict routing***

- Smerovanie vykonávané na základe *Request-URI*, ktoré sa vždy pre ďalší hop prepísalo
- Ako posledný záznam muselo byť vložené pôvodné *Request-URI*
- Definované v RFC2543



Striktné smerovanie a voľné smerovanie

- ***Loose routing***

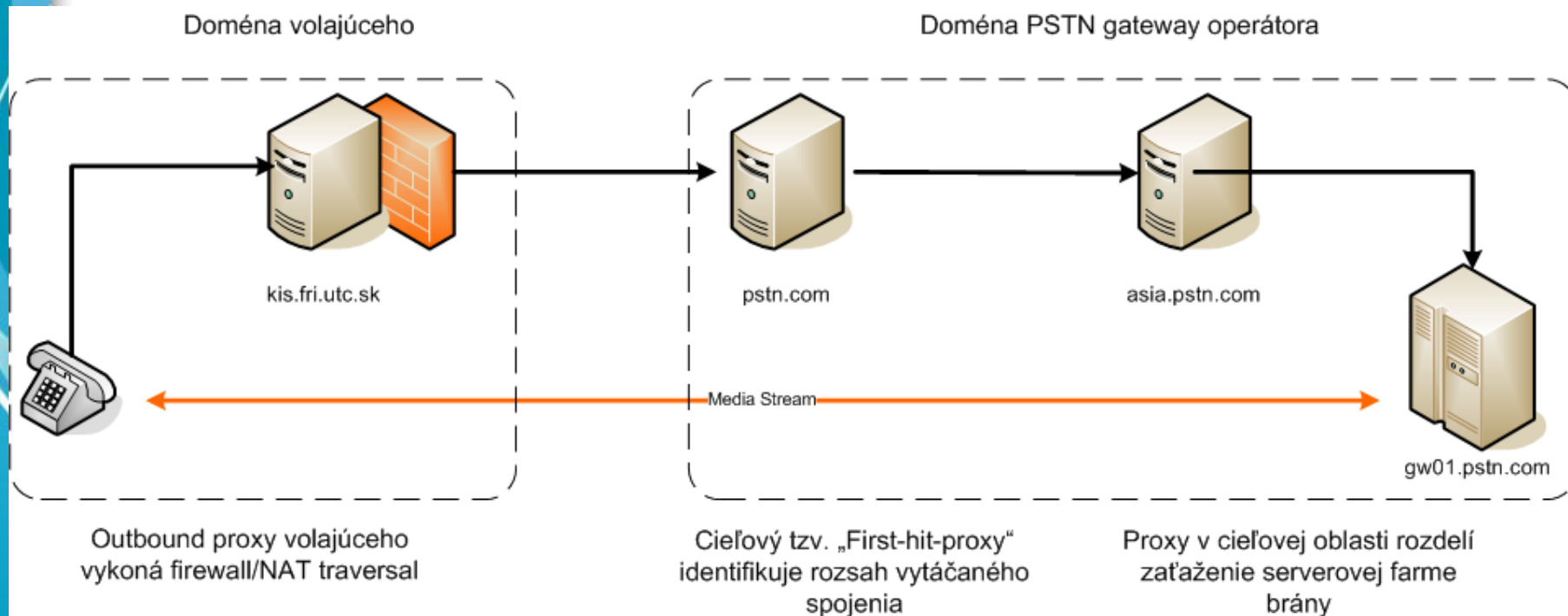
- *Request-URI* nie je prepisované, a vždy obsahuje *Request-URI* cieľového UA
- Avšak ak pole *Route* obsahuje nejaký záznam, správa je smerovaná na SIP URI, ktorého záznam je uvedený v *Route* najvyššie
 - Prvý v poradí
- Podpora Loose routing je indikovaná „*:lr*“parametrom
- Zavádza *RFC 3261*



Zreťazenia Proxy serverov

- Vo všeobecnosti, servery môžu byť ľubovoľne zreťazené
 - Centrálny firemný server môže distribuovať signalizáciu serverom jednotlivých oddelení
 - Užívateľ môže chcieť preposielať prichádzajúce hovory na mobil
- Servery musia zabrániť sľučkám a rozoznať „špirály“

Príklad zreťazenia

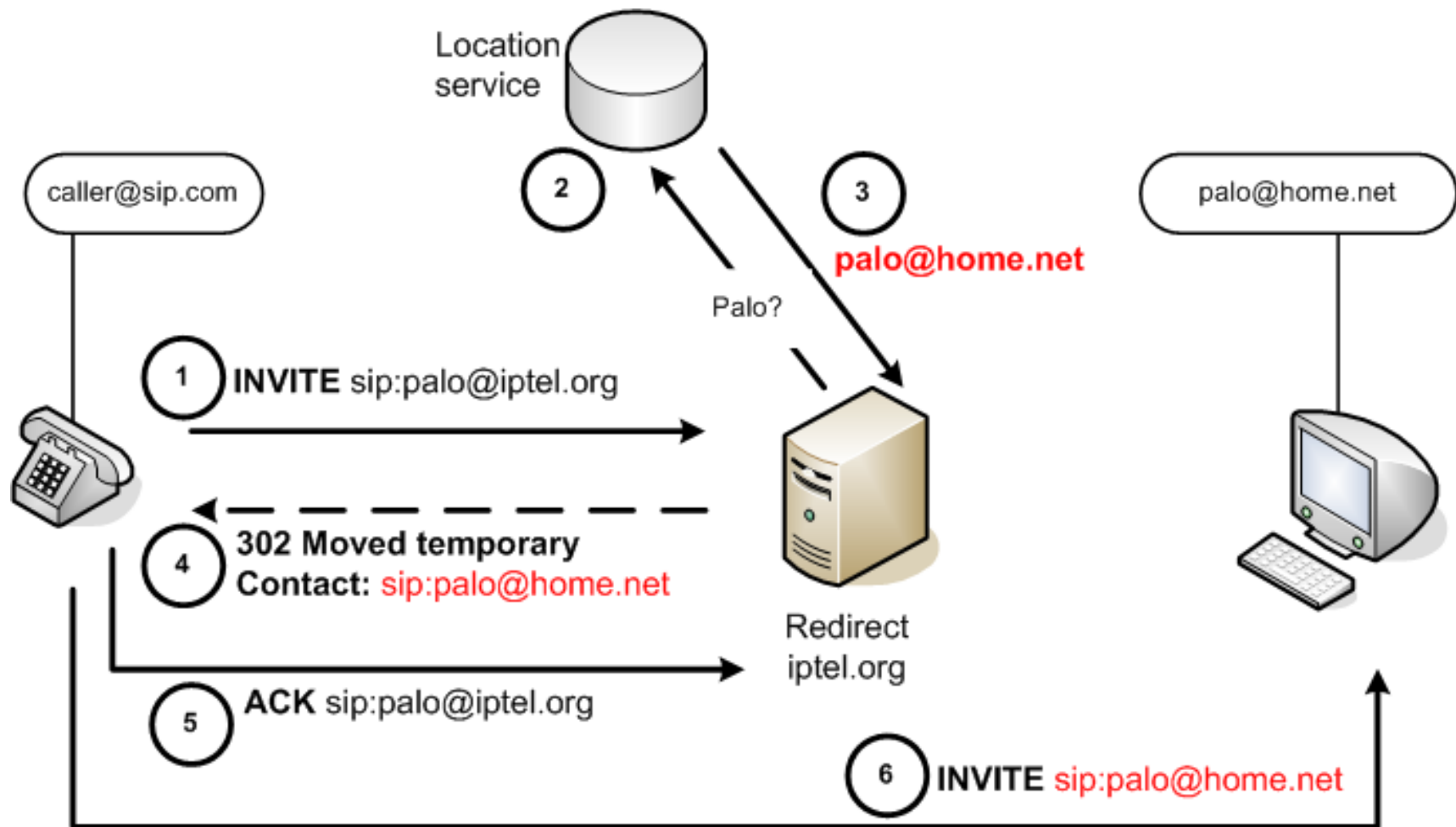


- Signalizácia (čierna) môže byť smerovaná úplne inou cestou ako dátový tok (oranžová)

SIP Redirect server

- Logická entita odľahčujúca zaťaženie proxy serverov pri spracúvaní a smerovaní SIP správ
- Prijíma dotazy, ale neposiela ich ďalej
 - na rozdiel od proxy
- Mapuje žiadanú adresu do jednej alebo viac kontaktov a vracia ich späť
- Má prístup k lokalizačnej službe

Spojenie cez Redirect Server



Iné SIP servery

- Implementáciami vznikli nové typy serverov (mimo špecifikáciu)
 - Unifikované komunikačné platformy
 - Elastix (BíBUA), SipXecs (SIP proxy)
 - Aplikačné servery
 - Sailfin, Mobicent
 - Voicemail server
 - Asterisk, FreeSWITCH, SIMS
 - Presence server
 - OpenSER/OpenSIPS/SIP router/Kamailio, SipXecs

Minimálne požiadavky na postavenie SIP architektúry

- Protokoly
 - SIP pre signalizáciu
 - RTP pre media prenos
 - DNS pre lokalizáciu SIP servera
 - Databáza
 - AAA a iné služby
- Boxy
 - SIP UA
 - HW or softhpone
 - SIP server
 - V úlohe Registrar + Proxy
 - Databáza
 - PostgreSQL, MySQL
 - PSTN brána/GSM brána
 - Pre volanie z/do mimo IP

Požiadavky podnikového prostredia

- Generovanie CDR (Call Detail Records)
 - Externé riešenie autentifikácie a autorizácie (Radius, LDAP)
 - NTP protokol pre korektné časy CDR záznamov
- NAT traversal
 - STUN, TURN, ICE servery
- Failover a redundancia
 - VRRP, HeartBeat
- Aplikácie - server
 - Voicemail, presence, conferencing, Fax
- Manažment
 - SNMP
- Rozšírenia
 - Núdzové volania
- Hitchhiker's Guide to the Session Initiation Protocol (SIP)
<http://www.ietf.org/rfc/rfc5411.txt>

SIP servery

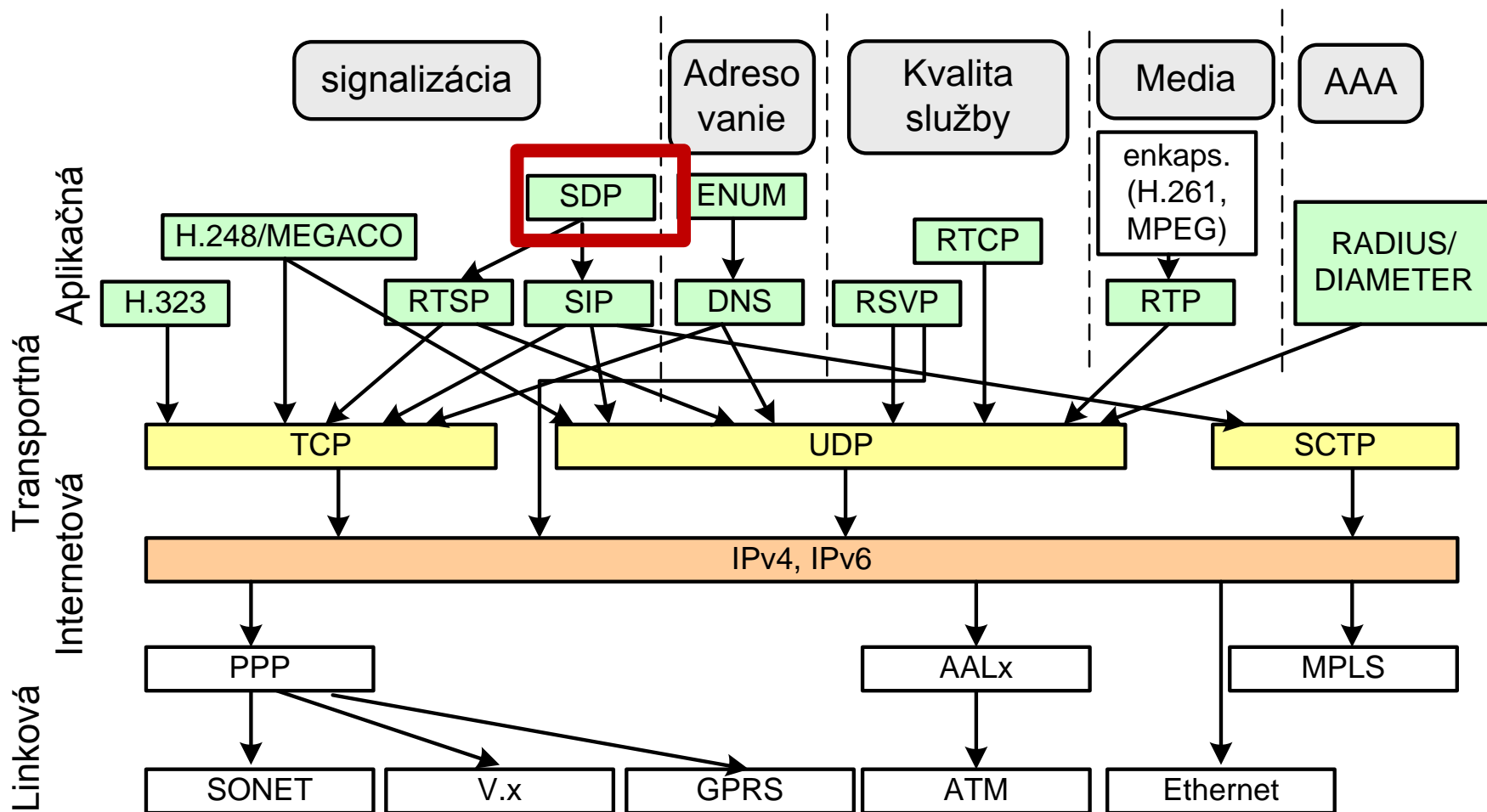
- Voľne dostupné SIP servery
 - Linux (Open)
 - OpenSER, OpenSIPS, Kamailio, Sip router
 - Asterisk: <http://www.asterisk.org/>
 - Vocal: <http://www.vovida.org/>
 - SipXecs: <http://www.sipfoundry.org/>
 - FreeSwitch: <http://freeswitch.org/>
 - Win
 - 3CX, OfficeSIP
- Komerčné riešenia:
 - Avaya, 3Com, Siemens, Alcatel Lucent, Cisco, M\$ apod



SESSION DESCRIPTION PROTOCOL



IETF multimedialná architektúra



SDP -Session Description Protocol

- RFC 4566 - SDP: Session Description Protocol
 - RFC 2327 (IETF MMUSIC WG)
- Navrhnutý ako „popisný“ protokol popisujúci multimedialne spojenie zakladané cez multicastový backbone Internetu
 - Textový protokol v UTF-8
- Nie je to transportný protokol
- Otázka, či je to vôbec protokol
 - Definuje len formát pre popis multimedialneho spojenia
- SDP neiniciuje samotné spojenie, ale využíva iné protokoly
 - SIP
 - V SIP zahrnutý ako application/sdp
 - SAP, RSTP, HTTP, e-mail MIME

Poskytované informácie v SDP

1. Popis a požiadavky spojenia
 - Popis relácie
 - Doplnkové info k relácii
2. Popis médií a transportné informácie
3. Časové informácie
 - Čas začiatku a konca mm. relácie
 - Čas opakovania
 - Napr. každý štvrtok o 18,00Hod
4. Info o tom či je relácia privátna alebo verejná
5. Ďalšie info o spojení
 - Doplnkový popis o spojení na http url
6. Typ jazyka

SDP popis spojenia = tvar

- Skladá sa z riadkov vo forme
 <type>=<value>
 - Typ je znakovito citlivý
 - Hodnota **value** závisí od typu
 - Pred a za „=“ nesmie byť medzera
- Riadky majú definované poradie
 - Niektoré sú povinné niektoré sú voliteľné
- Popis spojenia sa skladá z častí:
 - Session-level sekcia
 - Začína „v=“,
 - Nasledovaná jednou or viac media-level sekciou/sekciami
 - „m=“

Poradie SDP polí

Session description

v= (protocol version)
o= (originator and session identifier)
s= (session name)
i=* (session information)
u=* (URI of description)
e=* (email address)
p=* (phone number)
c=* (connection information -- not required if included in all media)
b=* (zero or more bandwidth information lines)
One or more time descriptions ("t=" and "r=" lines; see below)
z=* (time zone adjustments)
k=* (encryption key)
a=* (zero or more session attribute lines)
Zero or more media descriptions

Time description

t= (time the session is active)
r=* (zero or more repeat times)

Media description, if present

m= (media name and transport address)
i=* (media title)
c=* (connection information -- optional if included at session level)
b=* (zero or more bandwidth information lines)
k=* (encryption key)
a=* (zero or more media attribute lines)

* Pole je voliteľné

1. SDP popis a požiadavky spojenia

- SDP poskytuje informácie o média tokoch danej multimediálnej relácie aby sa príjemcovia mohli korektne pripojiť
 - Meno spojenia a účel
 - Subjekt spojenia
 - Čas začiatku a ukončenia spojenia kedy je relácia aktívna
 - Kontaktné informácie o spojení
 - Info o médiach zahrnutých v spojení
 - Informácie potrebné na príjem týchto médií
 - Adresy, porty, formáty apod.
- Sieťové zdroje sú zvyčajne limitované
 - Preto sú poskytované aj požiadavky médii spojenia na zdroje
 - Šírka pásma pre reláciu
 - Kontaktné údaje na osobu zodpovednú za reláciu

1. SDP popis a požiadavky spojenia

- v=protocol version: This is the version of SDP being used to create the SDP.
- o=owner/creator and session identifier: The identity of the session initiator.
- s=session name: Optional name that can be given to the session.
- i=session information: Additional information that the creator of the session wishes to share with participants.
- u=URI of description: This contains the URI of a Web site that may contain additional information about the session.
- e=email address: This usually contains the e-mail address of the creator, where participants can acquire more information.
- p=phone number: The contact phone number where more information can be provided about the session.
- c=connection information: Additional information about the connection for the session.
- b=bandwidth information: The amount of bandwidth to be provided for the session.
- z=time zone adjustments: Any time zone adjustments to be considered.
- k=encryption keys: The encryption keys for the session.
- a=zero or more session attribute lines: The number of attribute lines in the SDP.

2. Popis médii a transportné informácie

- Pre spojenie potrebujeme informáciu o:
 - Médiach
 - Typ média (video, audio, a pod.)
 - Transportný protokol
 - RTP/UDP/IP, H.320, a pod.
 - Formát média
 - H.261 video, MPEG video, apod.
 - Adresách a portoch
 - Unicast alebo mulitcast adresa
 - Port

2. Popis médii a transportné informácie

Popis médii

- m=media name and transport address: Name of the media, if applicable.
- i=media title: Title of the media.
- c=connection information: Additional connection information.
- b=bandwidth information: Bandwidth required to support the media.
- k=encryption key: Encryption keys required.
- a=zero or more attribute lines: Number of attribute lines provided.

Média atribúty

- cat = category
- keywds = keywords
- tool = name and version of tool
- ptime = packet time
- maxptime = maximum packet time
- recvonly = receive-only mode
- sendrecv = send and receive mode
- orient = whiteboard orientation
- type = conference type
- charset = character set
- sdplang = language tag
- lang = language tag
- framerate = frame rate
- quality = quality
- fmt = format-specific parameters
- rtpmap = rtpmap attribute
- curr = current status attribute
- des = desired-status attribute
- conf = confirm-status attribute
- mid = media stream identification attribute
- group = group attribute
- a = rtcp

SDP

```
v=0
o=jdoe 2890844526 2890842807
  IN IP4 10.47.16.5
s=SDP Seminar
i=A Seminar on the session
  description protocol
u=http://www.example.com/semin
  ars/sdp.pdf
e=j.doe@example.com (Jane Doe)
c=IN IP4 224.2.17.12/127
t=2873397496 2873404696
a=recvonly
m=audio 49230 RTP/AVP 96 97 98
a=rtpmap:96 L8/8000
a=rtpmap:97 L16/8000
a=rtpmap:98 L16/11025/2
m=video 51372 RTP/AVP 99
a=rtpmap:99 h263-1998/90000
```

Mapuje m= param na kódovaciu schému

v= Verzia SDP protokolu, teraz 0

o=username session-id (NTP)
version (NTP) network-type
(IN) address-type (IPv4 or IPv6)
address

s= Meno sešň, i= informácia o sešň

u= URI kde sa dá nájsť viac info o
sešň

e= E-mail adresa p= telefón

Data spojenia

c=network-type (IN) address-
type (IPv4, IPv6) connection-
address (kam pôjdu pakety)

m=media port transport
format-list

Typy audio", "video", "text",
"application", and "message

Dohodovací mechanizmus

- SDP je využívané v SIP dohodovacom mechanizme (najmä pre unicast)
 - Typu Offer-Answer
 - INVITE – 200 OK
 - Ak INVITE prázdny
 - 200 OK - ACK
 - Pravidlá popísané v
 - RFC 3264 - An Offer/Answer Model Session Description Protocol (June 2002)
 - RFC 4317 - Session Description Protocol (SDP) Offer/Answer Examples
- Ak sa média na oboch koncoch nezhodujú
 - Vracia 488 or 606 Not Acceptable správu
 - s „Warning“ hlavičkou
- INVITE môže obsahovať podporu viacerých media prúdov
 - Nepodporované by tiež mali byť vrátené ale s port číslami 0
- Pred volaním je možné použiť aj OPTIONS metódu na zistenie vlastností druhej strany

Výměna media informací

INVITE sip:4323@kis.fri.uniza.sk SIP/2.0

v=0

o=- 8 2 IN IP4 192.168.10.108

s=CounterPath eyeBeam 1.5

c=IN IP4 192.168.10.108

t=0 0

m=audio 25538 RTP/AVP 100 0 97 98 8
101

a=fmtp:101 0-15

a=rtpmap:0 PCMU/8000

a=rtpmap:100 SPEEX/16000

a=rtpmap:97 SPEEX/8000

a=rtpmap:98 iLBC/8000

a=rtpmap:101 telephone-event/8000

a=sendrecv

SIP/2.0 200 OK (from
4323@kis.fri.uniza.sk)

v=0

o=CiscoSystemsCCM-SIP 2000 1000 IN
IP4 158.193.172.10

s=SIP Call

c=IN IP4 158.193.152.2

t=0 0

m=audio 26240 RTP/AVP 0 98

a=sendrecv

a=rtpmap:0 PCMU/8000

a=ptime:20

a=rtpmap:98 telephone-event/8000

a=fmtp:98 0-15

a=nortpproxy:yes

SDP v SIP spojeniach

- SDP "s=" nemá pre SIP význam
 - Nemôže byť však prázdny or vynechaný
- SDP "t=" pre sip má zvyčajne hodnotu „0 0“
 - Využiteľné skôr pri Mcast konferenciách
- Ponuka môže obsahovať žiaden alebo viac media prúdov
 - Popísaných cez „m=" parameter a jeho atribúty
 - Nula znamená, že je ochota komunikovať, ale media stream bude pridaný neskôr
 - Cez napr. modifikovanú ponuku
- „a=" param môže mať rôzne hodnoty
 - Recvonly: len príjem média
 - Sendrecv: príjem aj odosielanie média
 - Sendonly: len odosielanie



?