

# POČÍTAČOVÉ SIETE 3

## Úvod

Pavel Segeč





# Čo nás čaká...

- Technológie zamerané na komunikáciu po IP (VoIP)
- Konvergované siete (+multimédia) a unified communication
- Protokoly
  - DNS, ENUM, SIP, SDP, Stun/Turn, RTP, SCTP, TLS, XMPP??, Jingle??
- Riešenia
  - Kamailio, Asterisk/FreeSwitch, SipXecs, Cisco, Lync???



# Prednášky

- Úvod
- SIP základy + SDP
- DNS, ENUM
- Transportné protokoly v IP telefónii
  - UDP, RTP, RTCP, DCCP, SCTP?
- SIP pokročilé
  - IM a presence, PSTN interworking, programovanie služieb
- SIP NAT a bezpečnosť
- H.323
- SCCP
- MGCP/Megaco
- Quality of Service



# Cvičenia

- Realizácia cvičení podľa pokynov
  - VirtualBox
  - Oblasť SIP, H.323, Cisco SCCP
  - Konfigurácia MM platformy
  - Diagnostika/Snifovanie
- Skupinová práca – projekt
  - Realizácia zadania podľa pokynov

# TESTOVANIE A SKÚŠANIE

- Test bude obsahovať okolo 40 otázok na 60 až 70 minút riešenia.
- Otázky môžu byť typu:
  - jedna správna odpoveď,
  - viac správnych odpovedí,
  - áno/nie,
  - vpíš odpoveď.
- Odpovede sú založené na textovej, obrázkovej forme otázky alebo nejakej aktivite (analýza vo wiresharku).

## **Hodnotenie**

Test je možné spraviť na 100% a menej.

90% - A

80% - B

70% - C

65% - D

60% - E



# KOMUNIKÁCIA

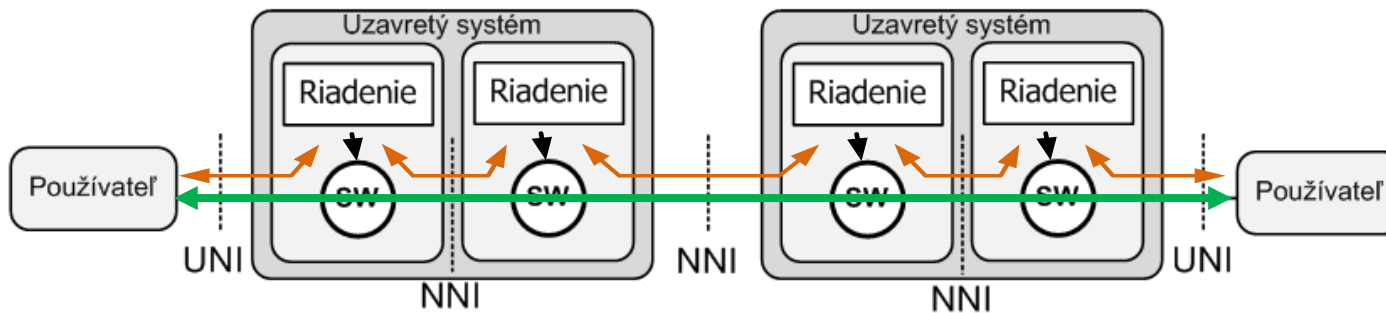
# Komunikačné siete a signalizácia

- Komunikačná sieť
  - Súbor koncových staníc a sieťových uzlov prepojených komunikačnými linkami, ktoré umožňujú *vzdialenú komunikáciu* medzi používateľmi alebo koncovými stanicami
- Komunikačný protokol
  - Systém zadefinovaných pravidiel výmeny a spracovania informačných správ s definovaným formátom (syntax) a obsahom (sémantika)
- Signalizácia v komunikačných sieťach
  - Výmena riadiacich signálov (riadiacich informácií, signalizačných správ) *za účelom riadenia komunikácie* (prístup ku kom. službe)
  - Súčasť riadiacej roviny siete



# Komunikačné siete a signalizácia (2)

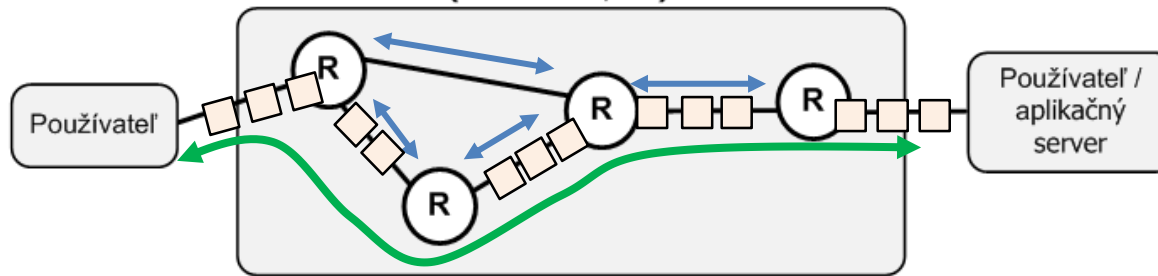
## Prepojovanie okruhov (Telekomunikačné siete: POTS, ISDN, GSM)



- Telekomunikačné siete (prepojovanie okruhov)

- Spojovo orientovaná služba
- Signalizácia = Riadenie spojenia
  - Zostavenie
  - Dohľad
  - Rozpojenie
  - Ďalšie úlohy

## Prepojovanie paketov (Internet/IP)



- Počítačové siete (prepojovanie paketov)

- Jednoduchá nespojová služba
- Signalizácia = výmena informácií nevyhnutných k prenosu



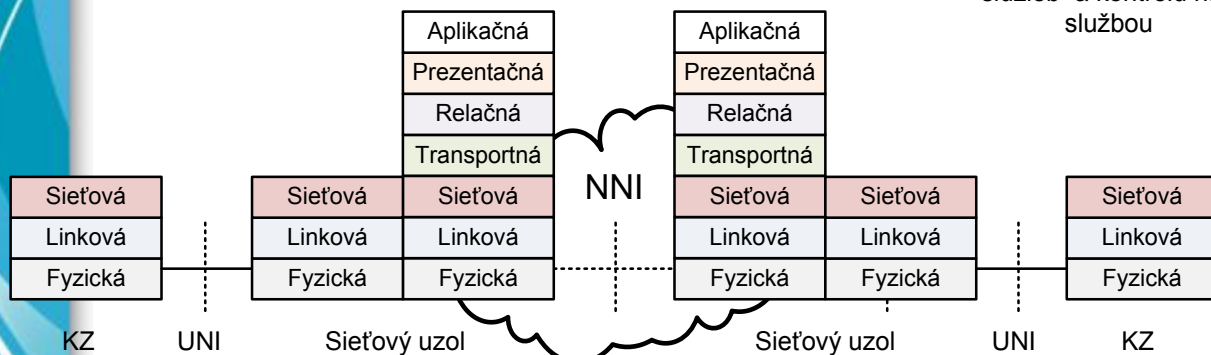
# Komunikačné siete - arch

## Telekomunikačné siete ISDN/SS7

„Jednoduché“  
koncové zariadenie

„Inteligentná“ centralizovaná sieť  
(navrhnutá pre dané služby)

Používateľ má  
obmedzený výber  
služieb a kontrolu nad  
službou



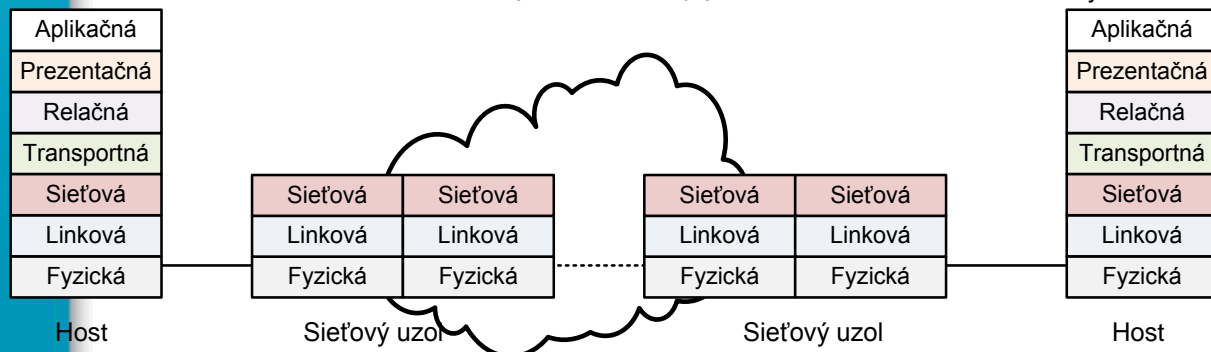
- Telekomunikačné siete
  - KZ jednoduché, sieť „inteligentná“
  - Previazanie riadenia a prenosu
  - Signalizácia je navrhnutá pre danú sieť a služby na „mieru“
  - Zavedenie služby - rozšírenie signalizácie (a siete) o nové funkcie

## IETF Internet/IP

„Inteligentné“ koncové  
zariadenie

„Jednoduchá“ distribuovaná sieť  
(„neznalá služba“)

Používateľ má plnú  
kontrolu nad výberom  
služby a serverov



- Počítačové siete
  - Sieť jednoduchá, koncové uzly (stanice) komplexné
    - E2E dizajn
  - Oddelenie riadenia a prenosu
  - Nové služby nevyžadujú rozšírenie funkcií siete

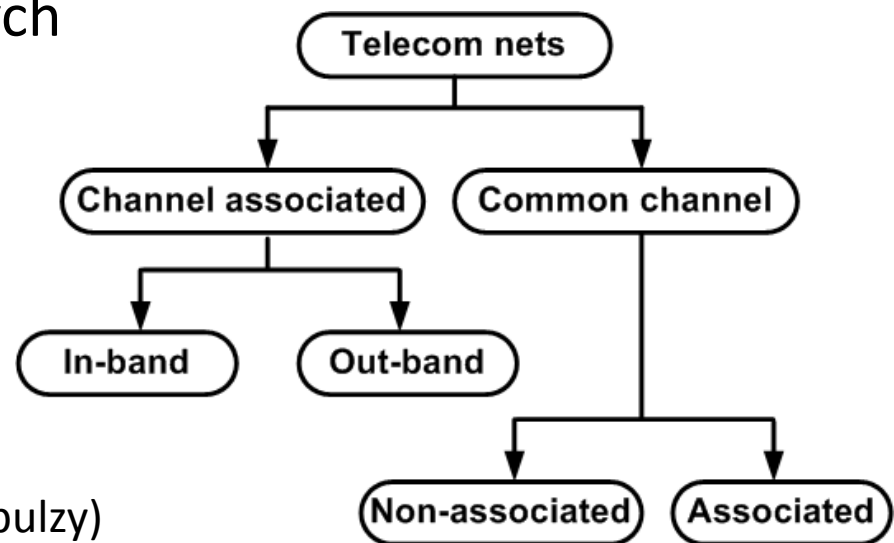
# Vývoj signalizácie v telekomunikačných sieťach

- Signalizácia v telekomunikačných sieťach

- Účastnícka signalizácia (UNI) - jednoduchšia
- Sieťová signalizácia (NNI) – robustný systém

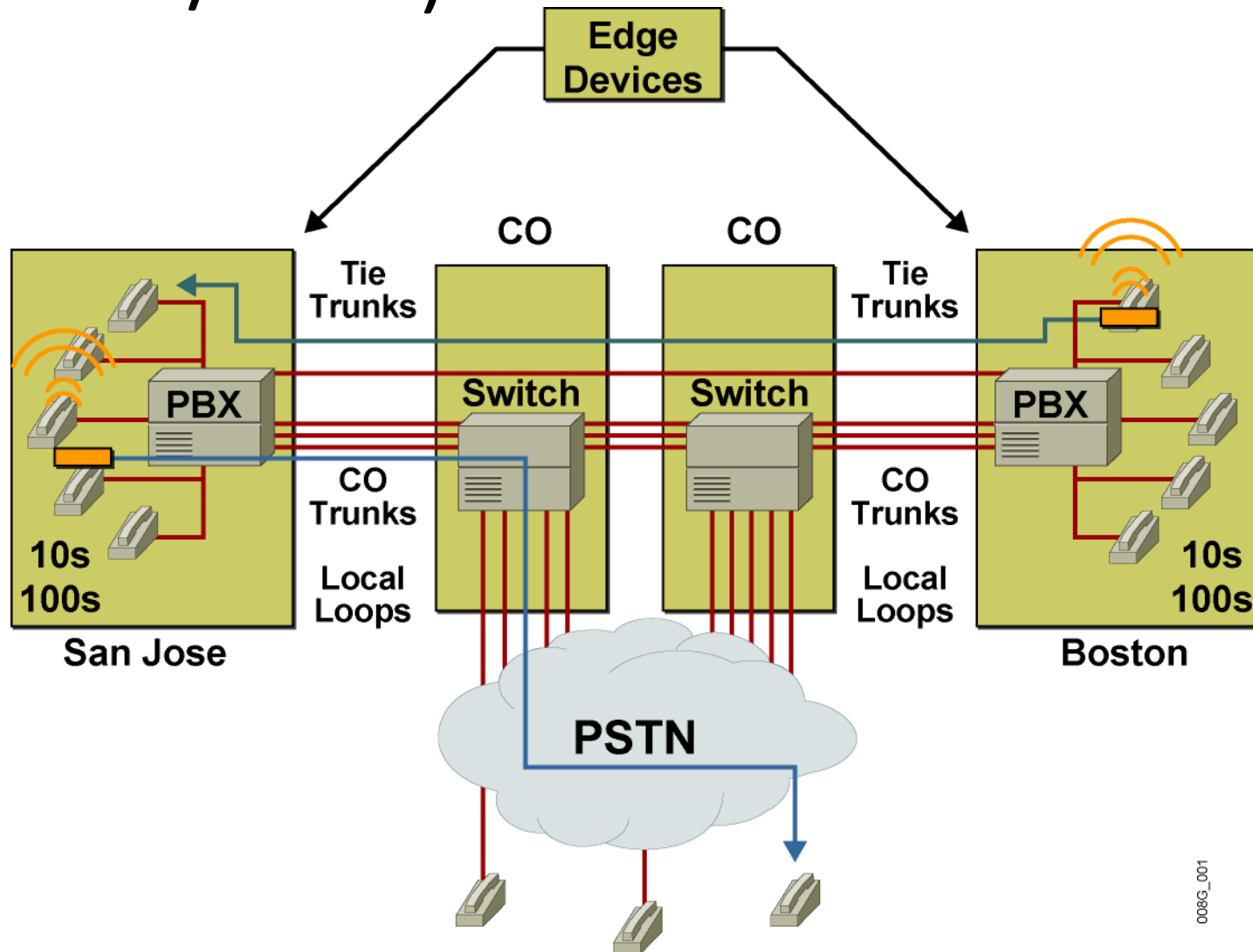
- Vývoj signalizácie

- Od *analógovej* signalizácie (tóny, impulzy) k *digitálnej* (správy)
- Od *zdieľania* signalizácie s prenosovým kanálom
  - Signalizácia pridružená kanálom (Channel Associated Signalling - CAS)
- K *oddelenej* paketovej signalizačnej sieti
  - Signalizácia po spoločnom kanáli (Common Channel Signalling – CCS)

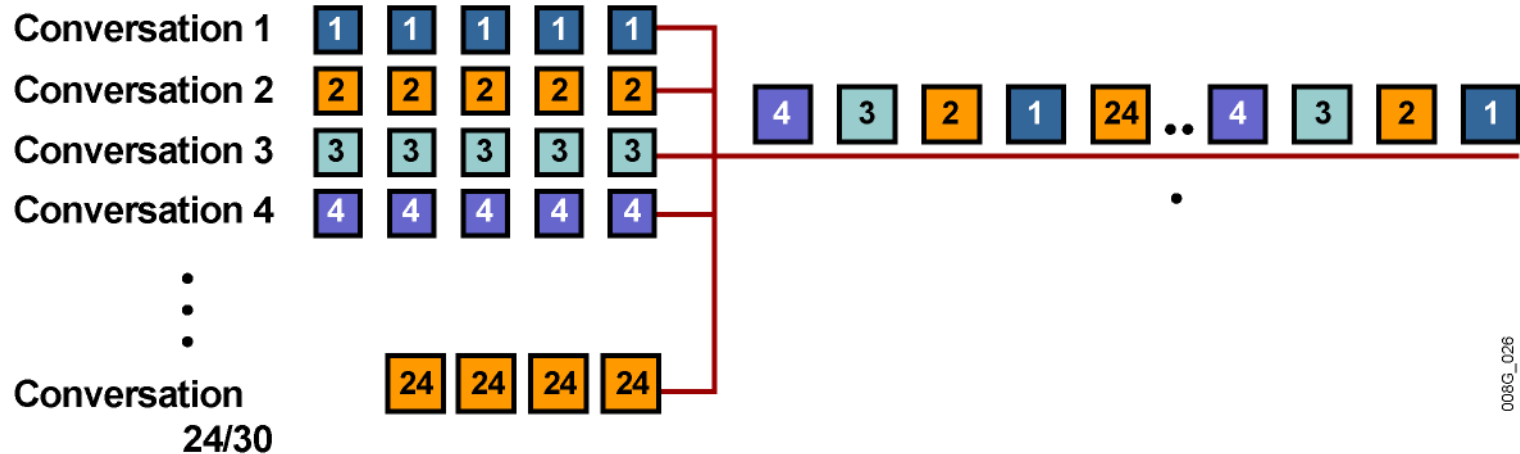


[Sumit Kasera, Nishit Naran:  
Communication Networks: Principles and Practice]

# Základné prvky „klasickej“ telefónie (PSTN/POTS)

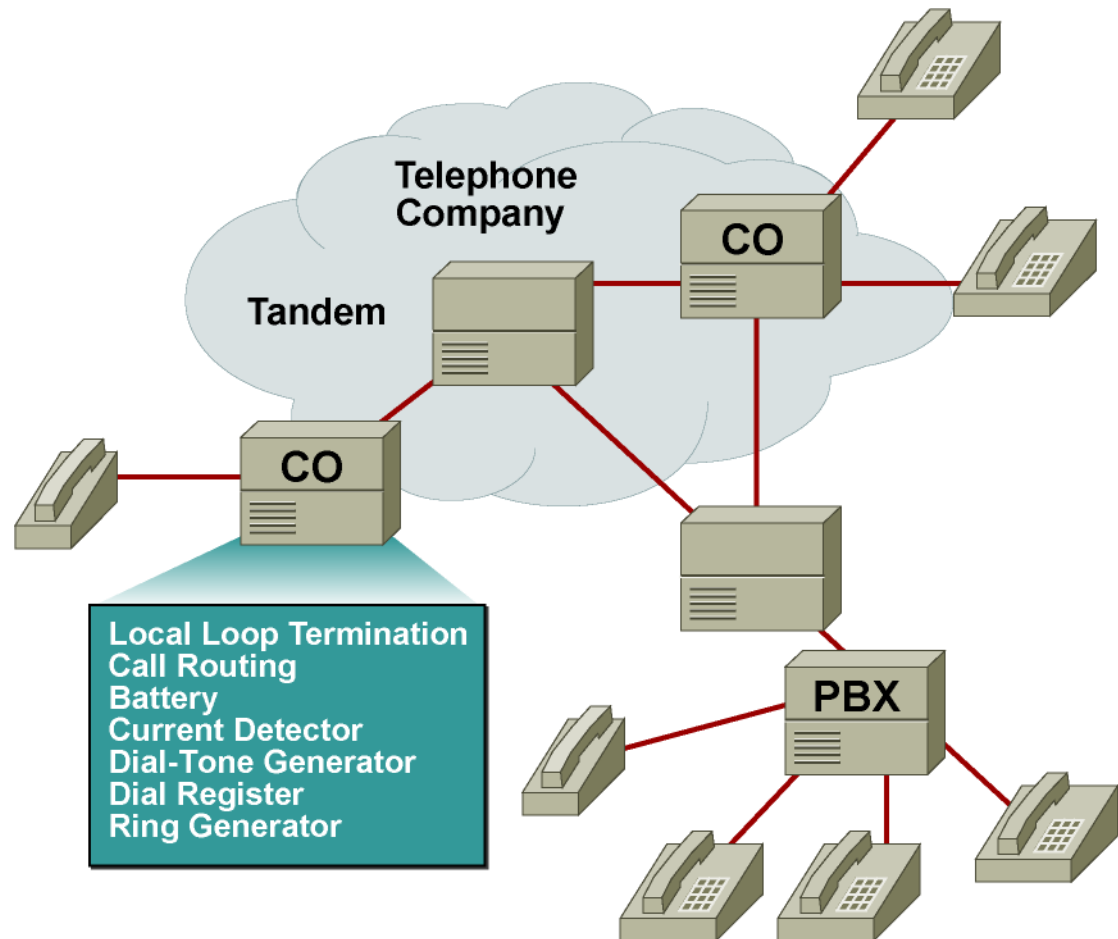


# Trunks - Time-Division Multiplexing

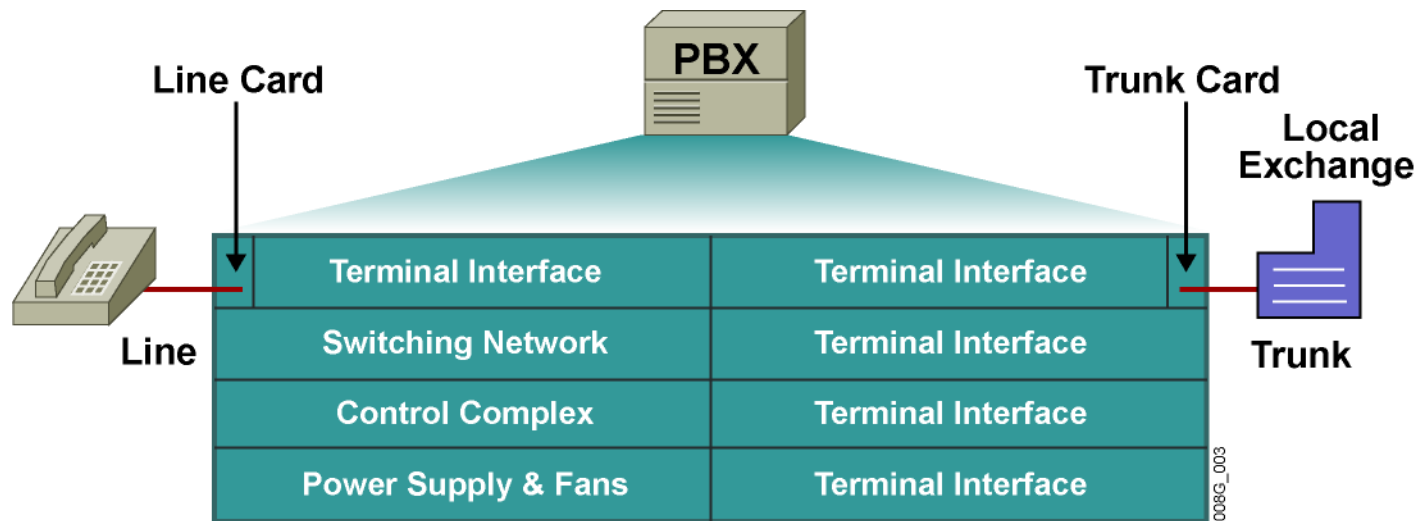


# Central Office Switches

- (Class 4/Class 5)



# What Is a PBX?



# Address Signaling

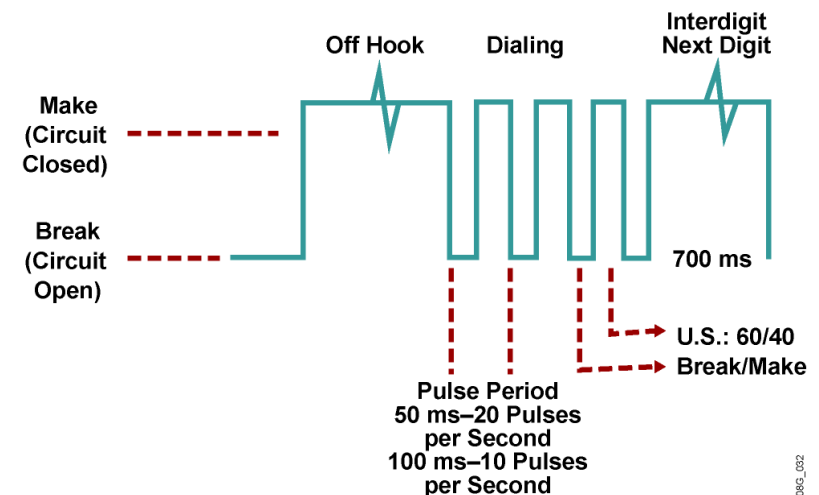


– Tone telephone

- DTMF dialing

Low-Frequency Tones	697 Hz	1	2	3	A
	770 Hz	4	5	6	B
	852 Hz	7	8	9	C
	941 Hz	*	0	#	D
		1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
		High-Frequency Tones			

- Rotary telephone
  - Pulse dialing





# To čo spustilo súčasné komun. trendy

## - Voice over IP (IP telefónia)

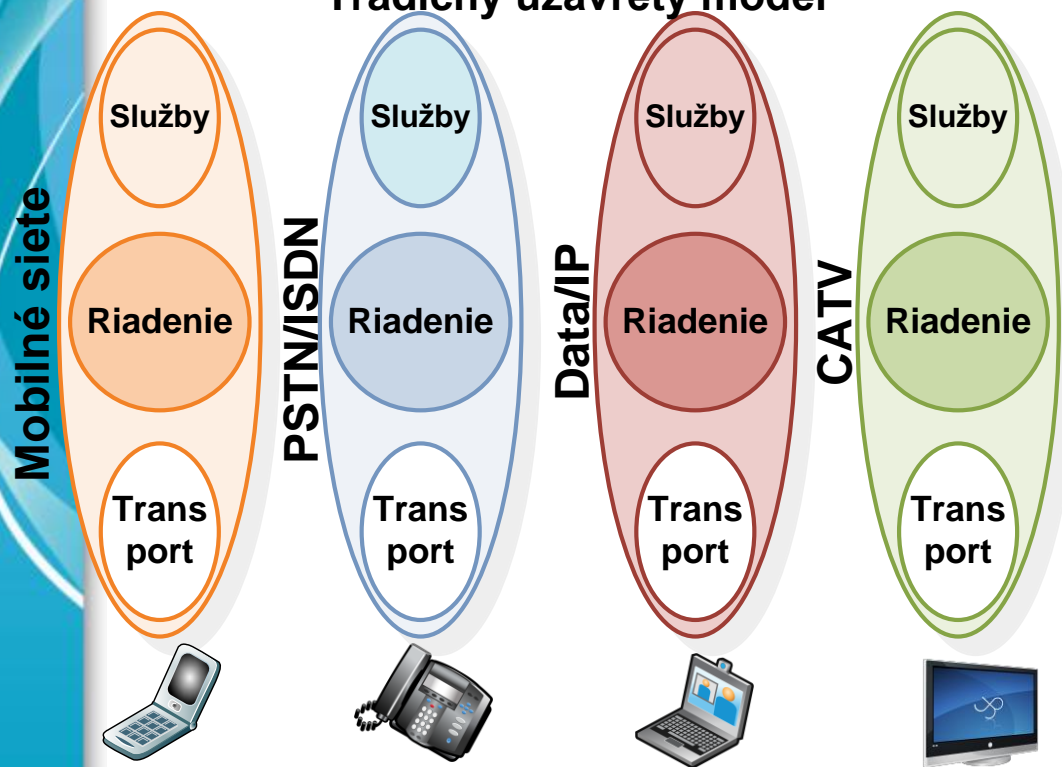
- VoIP je rodina služieb pre obojsmerný prenos hlasu
  - s využitím sietí pracujúcich na báze protokolu IP
- Prvá lastovička VoIP sa objavila v roku 1995
  - Softvérový produkt izraelskej firmy Vocaltec na prenos hlasu cez dial-up pripojenie
- VoIP dospelo vývojom do IP telefónie
  - poskytovania telefónnych služieb pomocou telefónov využívajúcich IP protokol ako transport pre hlasové dáta
  - IP telefónia = VoIP + aplikačná nádstavba

# Voice over IP – IP telefónia (2)

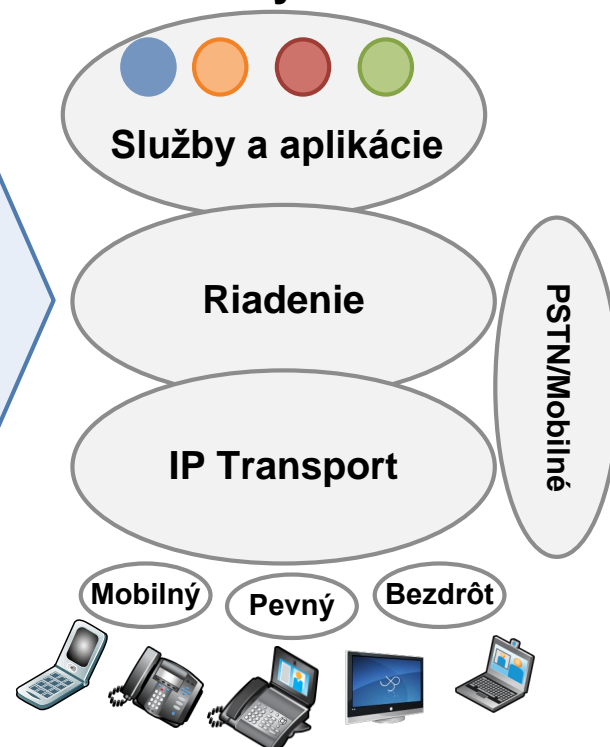
- Hlavná motivácia za vývojom a nasadením je šetrenie prostriedkov a integrácia služieb
  - Nižšie poplatky za komunikačné služby.
  - Jednotná, konsolidovaná infraštruktúra pre dáta a hlas, lepšie využívanie zariadení a zamestnancov.
  - Efektívne možnosti komunikácie a inovatívne služby.
  - Prístup k novým komunikačným zariadeniam.
  - Integrácia do existujúcich podnikových systémov.
  - Mobilita

# Trend v komunikačných sieťach – konvergencia

Tradičný uzavretý model

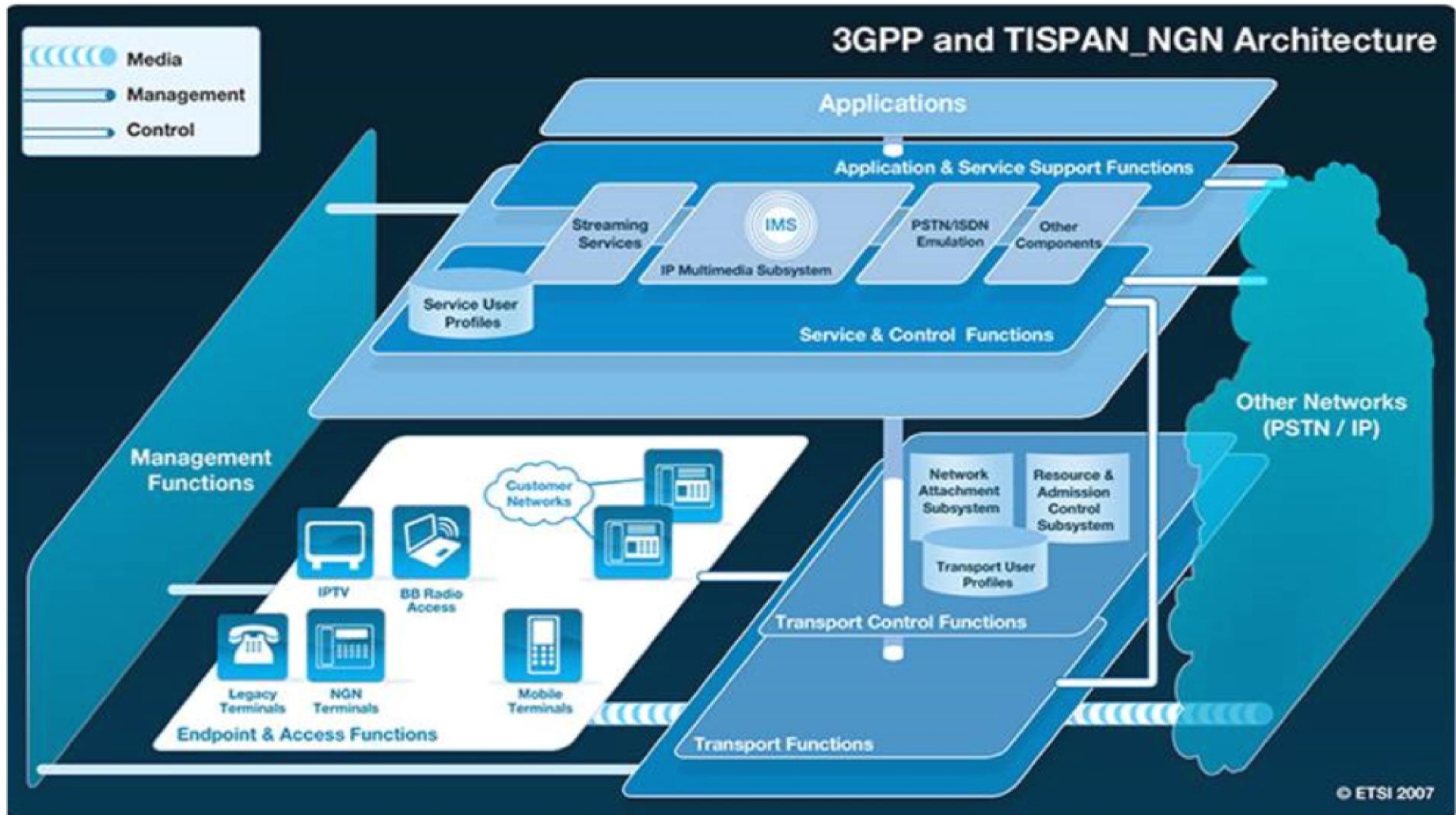


Otvorený model



- Vplyvy: technologický vývoj, ekonomické a sociálne vplyvy
- Konvergencia sietí
  - Nové komunikačné sieťové architektúry poskytujúce viaceré služby (Hlas, dáta, video a ich kombinácie)
- Prínos: redukcia nákladov, nové služby
- Súčasný trend v konvergencii: „All over IP“ (All IP)

# Konvergencia z pohľadu ETSI - NGN



# Architektúra NGN - IMS

- IP Multimedia Subsystem - IMS

- Podľa ETSI TISPAN NGN R1

- Riadiaca rovina a jej protokoly

- Protokoly prebraté z IETF

- SIP signalizácia

- SDP/RTP/DNS/Diameter/IPS ec/Megaco

- Entity a rozhrania v IMS

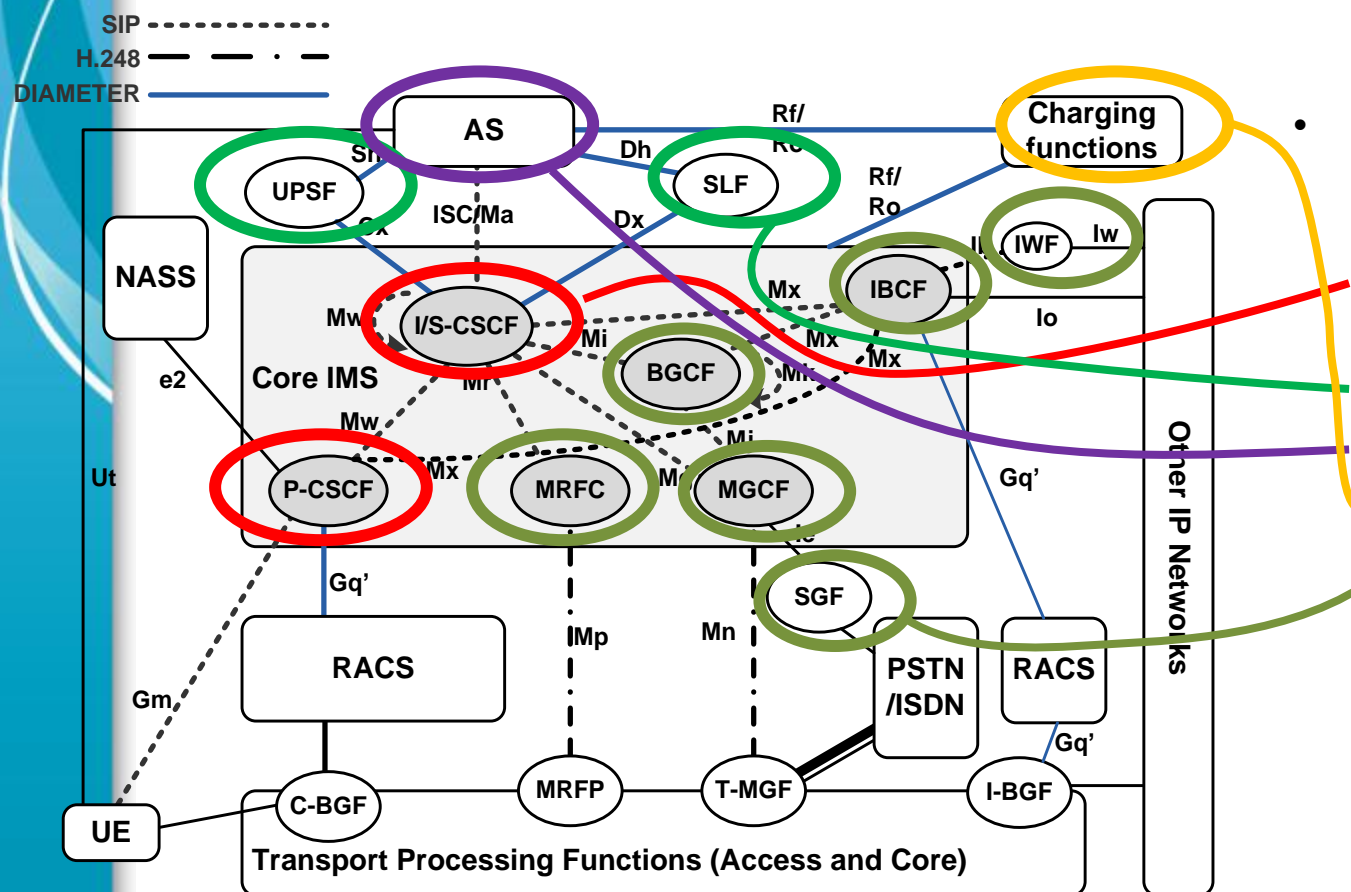
- Riadiace (signalizačné) SIP servery

- Databázy

- Služby

- Účtovanie

- Spolupráca s inými/pôvodnými sieťami a práca s médiami



# Charakteristika NGN/IMS sietí

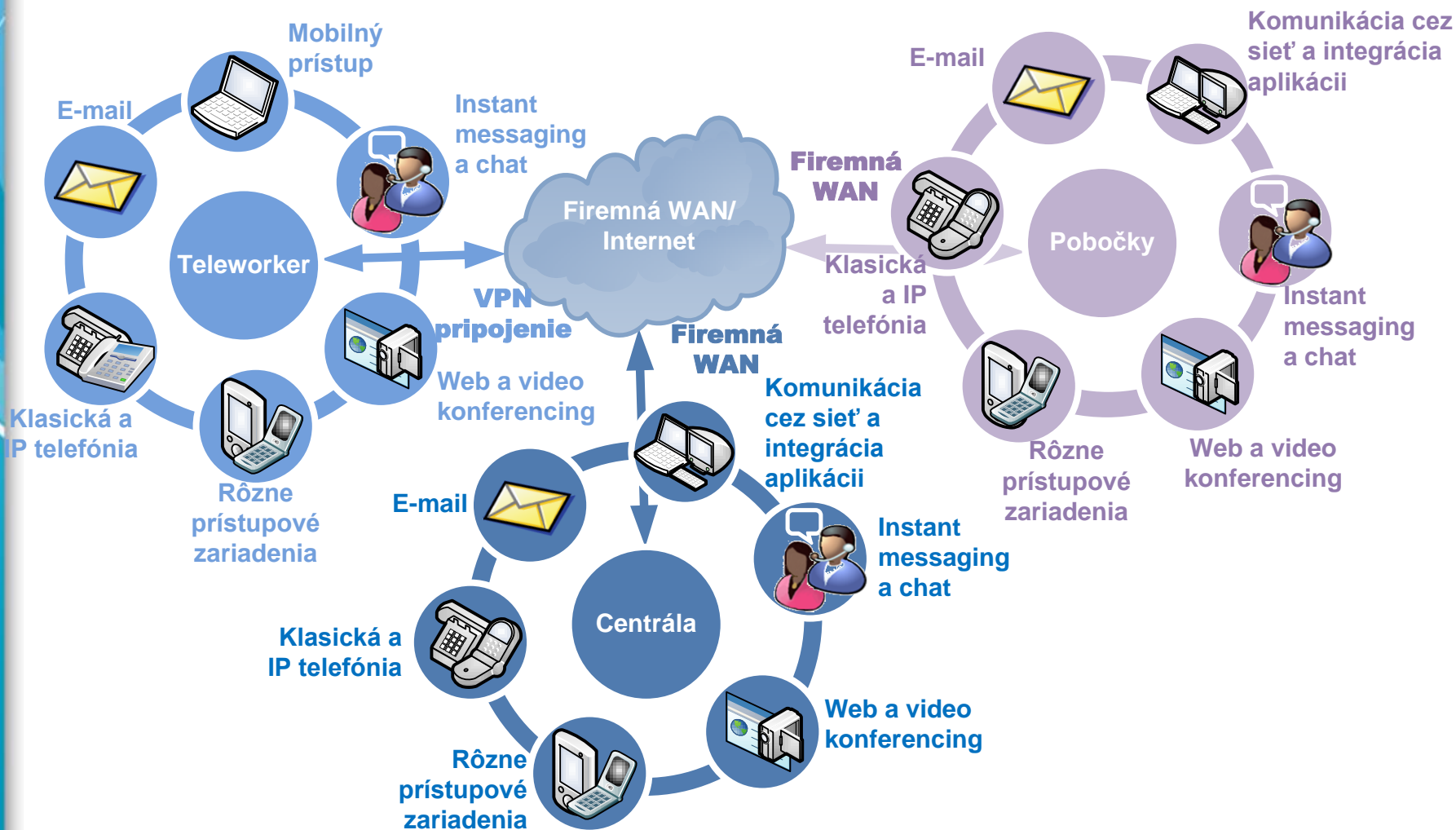
- NGN siete sú svojou povahou veľmi heterogénne a komplexné
  - Majú byť schopné pripojiť všetky súčasné typy koncových terminálov (analógové, ISDN, GSM/UMTS, WiFi, WiMAX, DSL, ...)
  - Majú zabezpečiť mobilitu v danej sieti i medzi týmito sieťami
  - Majú umožňovať poskytovanie rôznych služieb
  - Nezávisle na druhu terminálu majú poskytovať pre danú službu rovnakú úroveň kvality
- → viac o NGN na predmete inž. štúdia ASI –  
***Integrácia sietí***

# Podniková komunikácia - Unified communication (UC)

- Najnovší trend
- UC je integrovaná platforma pre:
  - real time služby
    - Hlasová a video telefónia
    - Konferenčné služby
    - Instant messaging, presence
  - non real time služby
    - Web, sms, fax,
    - Voicemail a bežný mail
- Ponúka
  - integráciu komunikačných prostriedkov
    - Čokoľvek, kdekoľvek, kedykoľvek
  - a výbornú mobilitu
    - Používateľov, terminálov, služieb



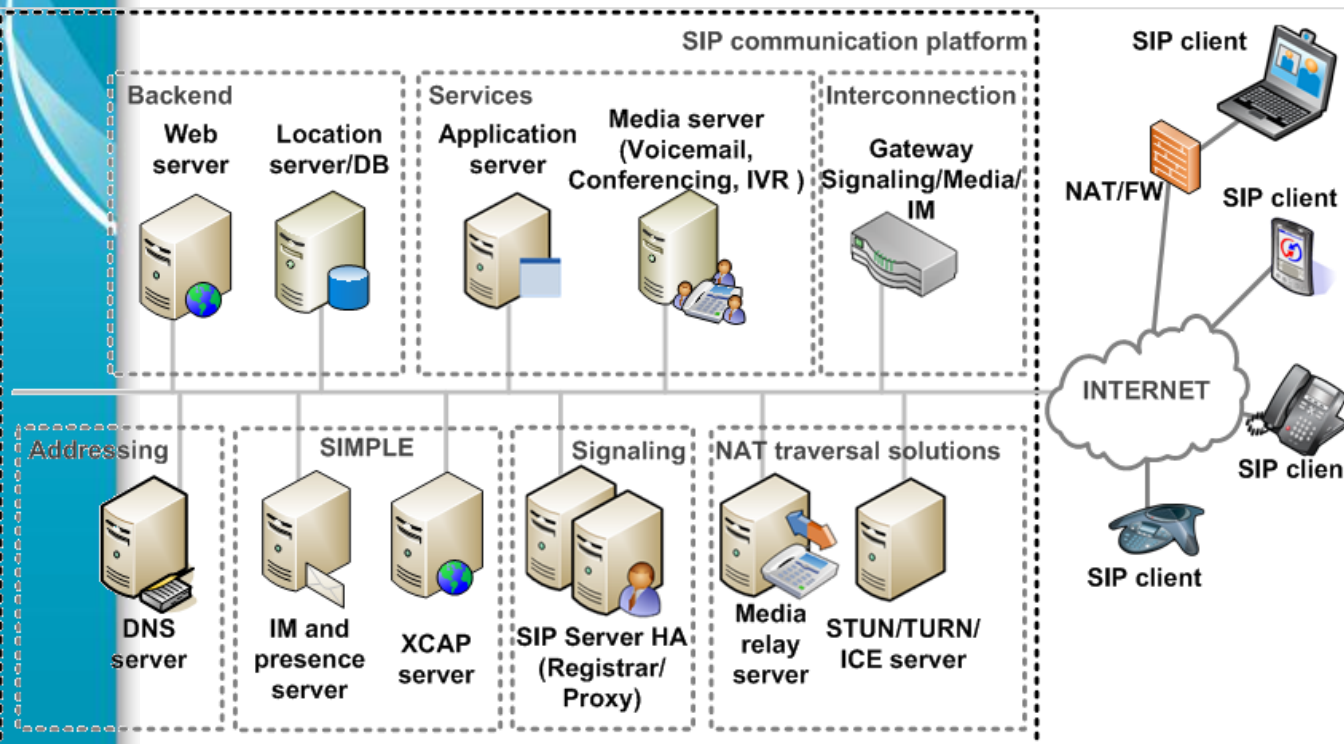
# Unified communication



# IETF prístup - IP konvergovaná architektúra → Unified Communication

- SIP Unified Communication - UC
  - Trend „All IP“ pre podniky, operátorov (služieb, ISP, hlasových)

- Jednotné Internet URI adresovanie pre všetky služby
- Audio, video
- Konferencie
- Rýchle správy a Presence (IMP)
- IMP XCAP úložisko
- Voicemail/IVR
- Prepojenie na iné riešenia
  - XMPP, H.323, PSTN gateway
- NAT „friendly“
- IPv4/IPv6
- Vysoká dostupnosť (HA)
- WWW, email ...
- Flexibilná tvorba nových služieb





# **NASADENIE MULTIMÉDIÍ V IP**

# Potreba zabezpečiť pri MM v IP

- 90roky 20st.: technologický, štandardizačný rozvoj
  - Transformácia Internetu (IP) na multi/mediálnu a multiservisnú sieť (Hlas, video, dáta, IMP)
- Potreba riešenia špecifických oblastí
  - Riadenie komunikačnej relácie (spojenia)
    - Adresovanie
    - *Signalizácia*
    - Popis a výmena parametrov spojenia
  - Toky médií
    - Podpora prenosu a identifikácie multimedialných tokov
    - Garancia obsluhy (poskytnutie Quality of Service - QoS)
    - Potreba výkonného transportu (nárast tokov)
  - Podporné súvisiace oblasti
    - Autentifikácia, Autorizácia a Účtovanie, bezpečnosť, ...
- Zvyčajne viedlo k vývoju nových protokolov na aplikačnej vrstve

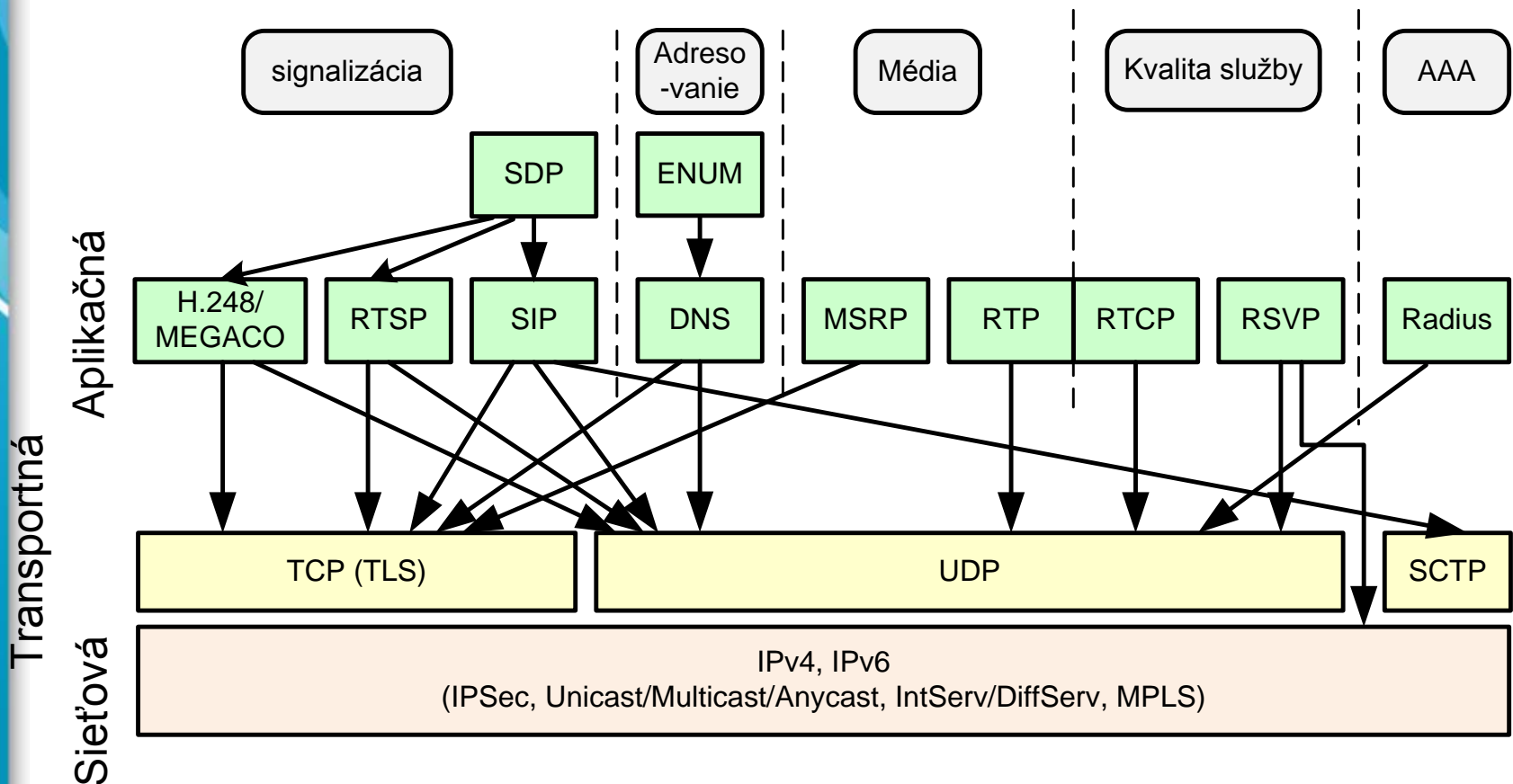
# Aplikačná vrstva - riešenie

- **Riešenia pre jednotlivé identifikované oblasti (zjednodušené):**
  - 1. Riadenie relácie (spojenia) a signalizácia**
    - Adresovanie: DNS
    - Signalizácia: Session Initiation Protocol (SIP), H.248/MEGACO, Real Time Streaming Protocol (RTSP)
    - Popis a výmena parametrov: SDP
  - 2. Toky médií**
    - 1. Podpora novým typom tokov, zvyčajne prebiehajúcich v reálnom čase**
      - Real-Time Transport protocol (RTP)
    - 2. Quality of Service (poskytnutie QoS)**
      - Integrated services and Differentiated services architecture
        - » Resource Reservation Protocol (RSVP), prioritization scheme
    - 3. Výkonný transport**
      - 1. MPLS, MetroEthernet**
  - 3. Podporné oblasti**
    - 1. Autentifikácia, Autorizácia a Účtovanie (Authentication, Authorization, Accounting)**
      - RADIUS, DIAMETER
    - 2. Bezpečnosť**
      - Secure RTP
      - Iné: IPSec (IP Security), TLS (Transport Layer Security)
    - 3. Konfigurácia resp. autokonfigurácia**
      - Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP, DHCPv6)

# IETF multimediálna architektúra

## Protokolové ZOO

- Multimediálna konferenčná IETF architektúra
  - Otvorené komunikačné protokoly - per službu/funkciu





# **SIGNALING AND SESSION CONTROL**



# Signaling and session control

- Signaling and session control protocols
  - **Call Control Protocols**
    - **Session Control**
      - Protocols used for establishing real-time interactive multimedia sessions
        - » H.323 and Session Initiation Protocol (**SIP**)
    - **Streaming control protocol**
      - Real Time Streaming Protocol (RTSP)
  - **Device Control Protocols**
    - **H.248 / MEGACO**, SIGTRAN

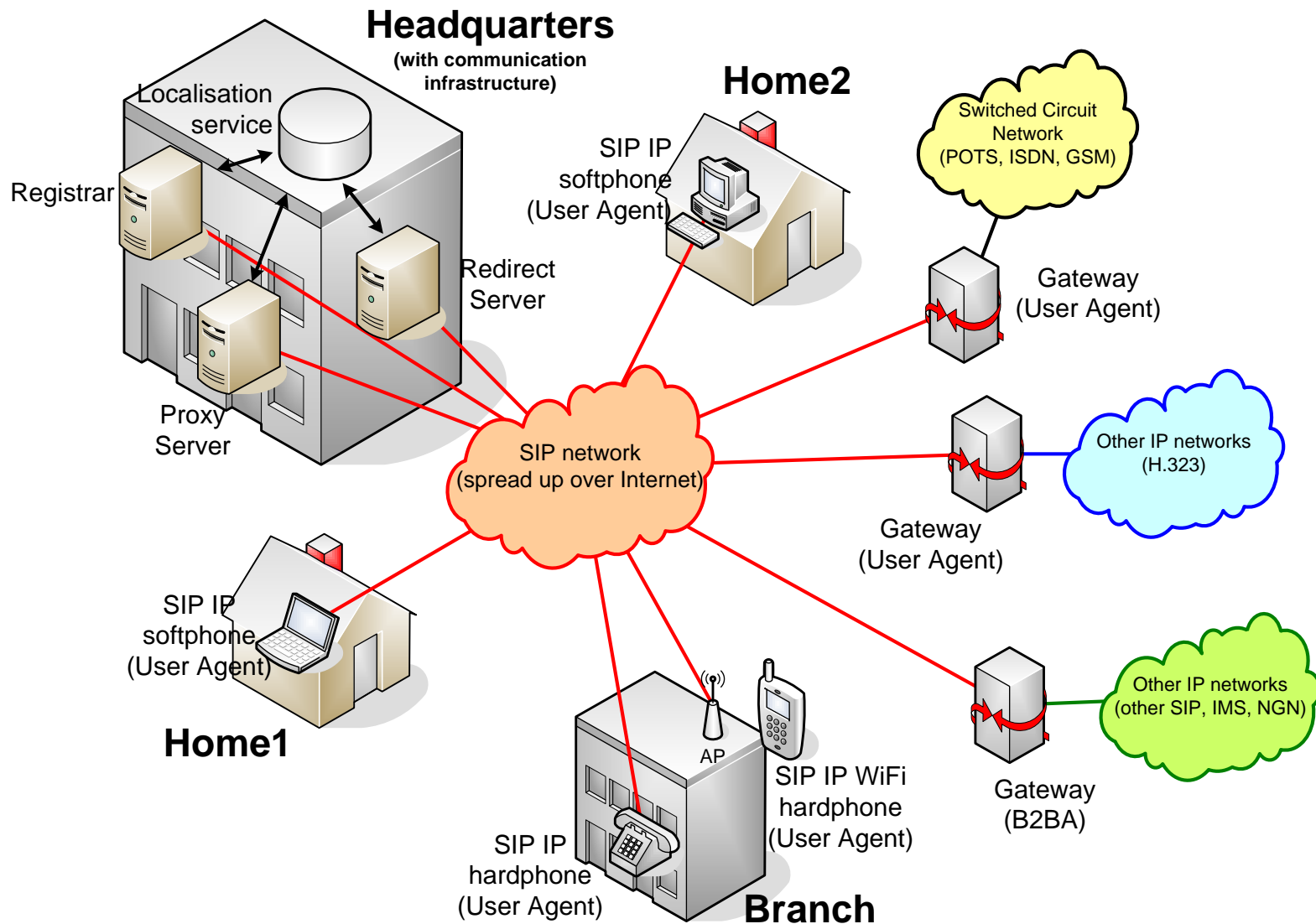
# Signalizácia v konvergovaných sieťach

## – Session Initiation Protocol (SIP)

*„**Session Initiation Protocol** - je signalizačný (a už aj IMP) protokol pracujúci na úrovni aplikačnej vrstvy, ktorý definuje, ako iniciovať, modifikovať a ukončovať interaktívne, multimediálne komunikačné spojenie medzi dvomi a viac používateľmi.“* [IETF RFC 3261 Session Initiation Protocol]

- Vlastnosti
  - Jednoduchosť
  - Flexibilný a ľahko rozšíriteľný
  - Škálovateľný
  - Bohatá podpora vývoja služieb (aktivátor)

# Typická SIP architektúra



# SIP – základy a princíp činnosti

Adresovanie (SIP URI): [sip:peter@uniza.sk](mailto:sip:peter@uniza.sk)

[sip:jan@uniza.sk](mailto:sip:jan@uniza.sk)

## SIP entity:

- User Agent (UA)
- Proxy server

• Lokalizácia,  
smerovanie

• Redirect server

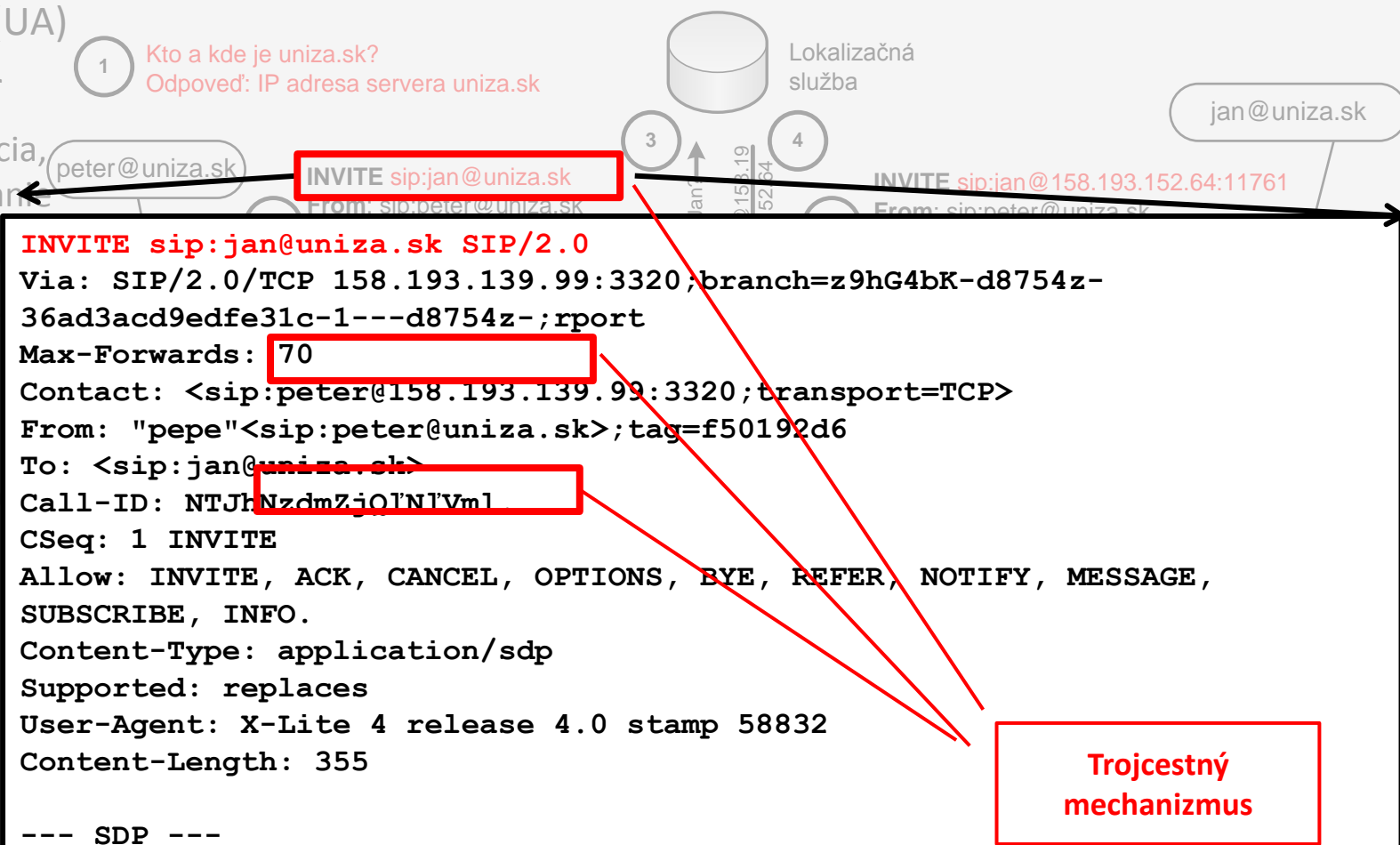
• Presmerovanie

• Registration  
server

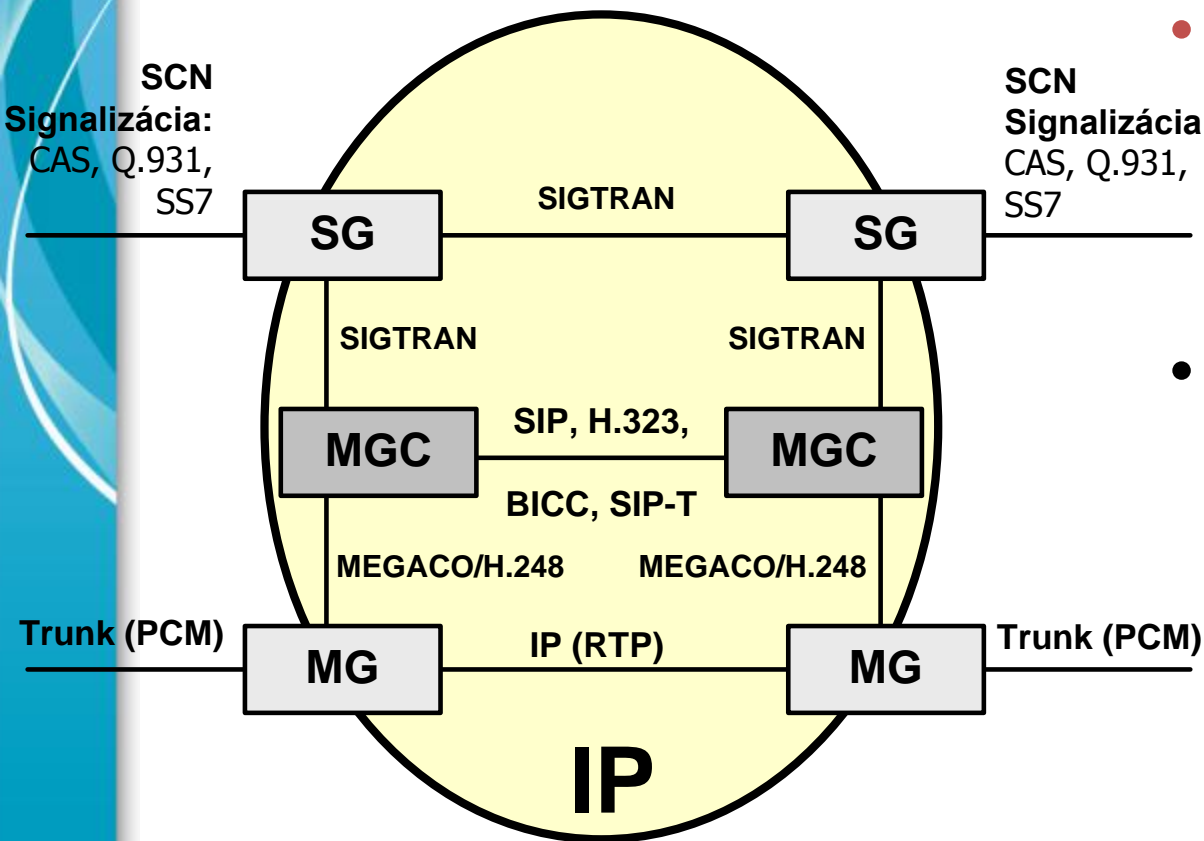
• Registrácia  
mobility

## SIP správy

- Dotaz
- Odpoveď



# Device control - H.248/MEGACO



- **MEDIA Gateway Control Protocol**
  - IETF/ITU-T
    - RFC3015
- Developed for IP/SCN network interconnection
  - Protocol for controlling telephony gateways

# Streaming control

- What is Streaming:
  - Streaming is the process of playing a file while it is still downloading.
  - Streaming technology lets a user view and hear digitized content — video, sound and animation — as it is being downloaded.
- The user is expecting the same functions as from “classical” video remote control:
  - Play
  - Pause
  - Fast Forward/Rewind
  - Record

# Real Time Streaming Protocol (RTSP)

- Defined in RFC 2326
- RTSP is a session control protocol for streaming media over the Internet.
- RTSP provides:
  - Remote control like operations
    - such as STOP, PAUSE/RESUME, FAST FORWARD and FAST REWIND, RECORD
    - Messages are HTTP1/1 based.
  - Allows to choose optimal delivery channels (e.g. UDP, multicast UDP, or TCP) and delivery mechanisms based on RTP.
- RTSP is used to establish and control:
  - a single, time - synchronized stream
  - or several, time - synchronized streams of continuous audio or video between media servers and their clients.
- RTSP supports the following operations:
  - **Media retrieval.** The client can request a presentation description and ask the server to set up a session to send the requested media data (SDP).
  - **Adding media to an existing session.** The server or the client can notify each other about any additional media becoming available to the established session.





# **SESSION ANNOUNCEMENT AND DESCRIPTION**

# Session description needs

- Due to strong heterogeneity of the Internet terminals
  - When initiating multimedia teleconferences, voice-over-IP calls, streaming video, or other sessions, there is a requirement to convey media details, transport addresses, and other session description metadata to the participants
- IETF Session Description Protocol
  - SDP provides a standard representation for such information, irrespective of how that information is transported.
  - SDP is purely a format for session description
    - it does not incorporate a transport protocol

# Popis médií – Session Description Protocol (SDP)

<code>v=0</code>	v= Verzia SDP protokolu, teraz 0
<code>o=peter 0 0 IN IP4 192.168.1.101</code>	o=meno vlastníka, id relácie (NTP), verzia (NTP), typ siete (IN), typ adresy (IPv4 or IPv6) a samotná IP adresa
<code>s=-</code>	s= Meno relácie
<code>c=IN IP4 192.168.1.101</code>	c= informácia o spojení, typ siete (IN), typ adresy (IPv4), samotná IP adresa pre tok médií
<code>t=0 0</code>	
<code>m=audio 5000 RTP/AVP 0 8 96</code>	m= typ média, port, transport, Typy média: „audio“, „video“, „text“, „application“, a „message“
<code>a=rtpmap:0 PCMU/8000</code>	
<code>a=rtpmap:8 PCMA/8000</code>	
<code>a=rtpmap:96 iLBC/8000</code>	
<code>m=video 5002 RTP/AVP 97</code>	
<code>a=rtpmap:97 H264/90000</code>	
<code>m=message 4535 TCP/MSRP *</code>	Mapuje m= parameter na kódovaciu schému



# **IP/PSTN INTERWORKING**

## **- ADDRESSING**

# ENUM

- **Problem statements**

- For a call that starts out as VoIP, how do you know to keep the call on the IP-plane (as opposed to the PSTN) for a dialed number or route it to PSTN?
  - Is the service on the Internet (IP only service)?
  - Is the service on the PSTN?
- How do IP network elements (gateways, SIP servers, etc) find services if you only have a telephone (E.164) number
- How do you address an IP-based voice terminal from the PSTN?

- **Solutions - ENUM or Enum (TElephone NUmber Mapping)**

- ENUM [RFC 3761](#) is a protocol that uses the Internet DNS system to translate [E.164](#) (i.e. ordinary) telephone numbers into IP addressing schemes (like SIP, H323 or Email) **with** Naming Authority Pointer (NAPTR) records
  - Make association between real telephone numbers (E.164 addresses) in addition to addressing used in IP
    - SIP addresses, IP addresses

# ENUM in a nutshell

1) Take a dialed phone number

++421 41 5134 323

2) Turn it into FQDN domain name

3.2.3.4.3.1.5.1.4.1.2.4.e164.arpa.

3) Ask the DNS

4) DNS return list of URI's

- 1) sip:palo@sip.fri.uniza.sk
- 2) <mailto:palo@fri.uniza.sk>
- 3) tel:00421903123456
- 4) <http://www.kis.fri.uniza.sk>



# PODPORA MULTIMÉDIÍ

# Multimedia communication characteristics

- Real-time multimedia session communication characteristics
  - How to compensate for IP limitations?
    - Packet losses, out of order delivery, packet duplication
    - UDP?, TCP?
  - How to identify content type of delivered media stream
    - How to deal with different content coding
  - How to notify source about received traffic characteristics
  - How to deal with conferencing
    - Many to many communication
  - How to identify participants
  - etc...



# Real-Time Transport Protocol (RTP)

- RFC 3550
- Specially designed for end to end real time traffic transmission
  - Video, audio
- Provides
  - **Payload identification**
    - Allows identify type of delivered multimedia content, i.e. media stream encoding
    - Simplified identification and processing, end nodes, net nodes
  - **Sequence numbering**
    - Packet losses, out of order delivery, packet duplication
  - **Time-stamping**
    - RTP headers contains timing information. Audio data can be played out as they are produced by the source
  - **Delivery monitoring (RTCP)**
    - Packet loss ratio, delay jitter and other status info can be monitored and delivered between transmitters
  - **Participants identification**
    - CNAME, NAME, EMAIL ..
- RTP consist of two parts:
  - Main RTP
    - carry real-time data
  - RTP control protocol (RTCP)
    - monitor the quality of service and to convey information about the participants
- Used for SIP, H.323, MGCP sessions
- Works with queuing to prioritize voice traffic over other traffic



# **QUALITY OF SERVICE (QoS)**

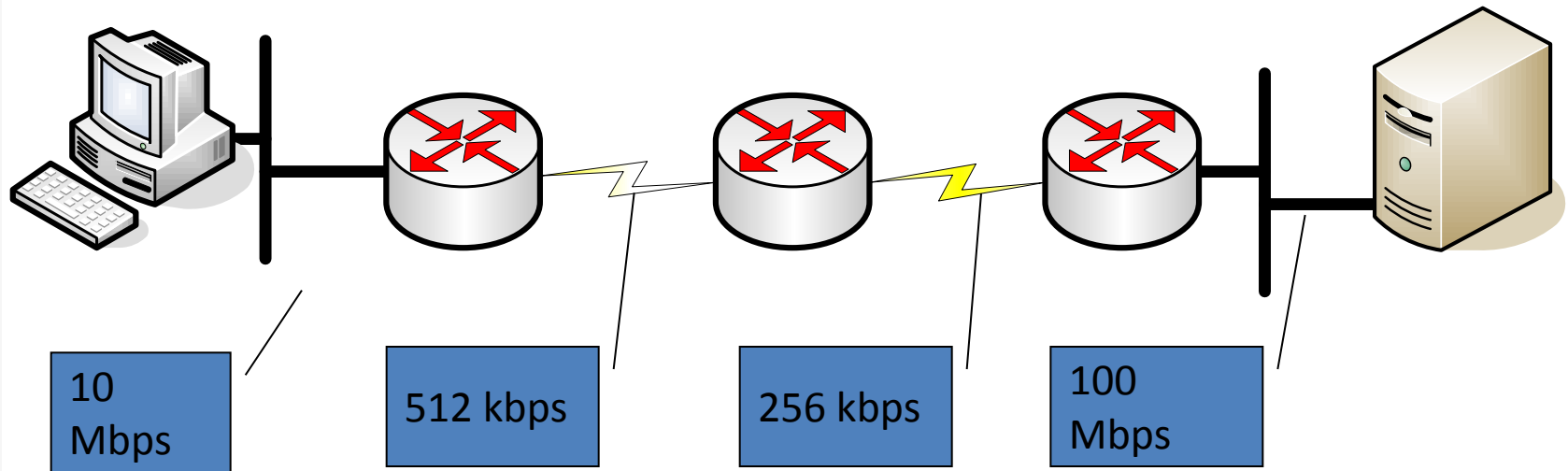
# Multimedia transport characteristics

- Real-time multimedia data transport characteristics
  - Data generated “real time” and need to be delivered **on time**
    - They are unusable if delivered with delay
  - High, strict requirements on delay and jitter
  - Relatively losses intolerant
    - Depend on codec used and losses ratio
  - Different bandwidth requirements
    - Video, audio, text ...
  - Different session types and parameters

# Quality of Service – “Classical IP”

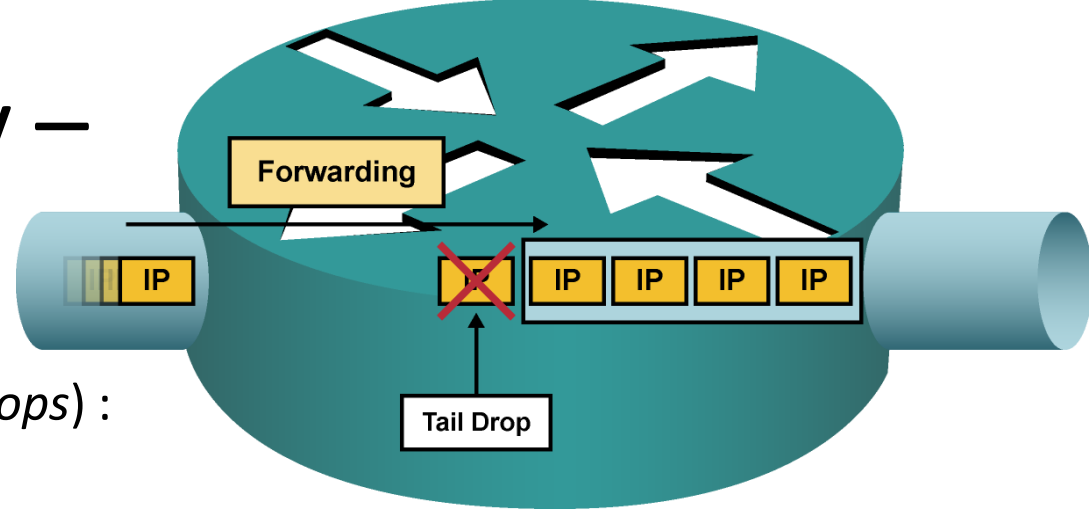
- Packets between end's are routed following “best” routing path
  - Each path: different characteristic, parameters, performance
    - Different nodes, link types, traffic conditions, etc.
- Factors influences packet delivery
  - **Throughput**
  - **Packet losses**
    - Congestion, errors
  - **Packet delay**
    - Propagation and serialization delay + Processing and queuing delay
  - **Jitter (Delay variation)**
- Parameters known as QoS matrix
  - Parameters hardly predictable

# Priepustnosť - Throughput



- $BW_{MAX} = \min(10M, 512k, 256k, 100M)$
- $BW_{AVAIL} = BW_{MAX} / \text{Flows}$
- Maximálna priepustnosť pre tok je obmedzená najpomalšou linkou v ceste
- O túto prenosovú kapacitu sa uchádzajú mnohé toky, čím môžu znížiť jej dostupnosť pre ktorúkoľvek individuálnu aplikáciu
- Nedostatok prenosovej kapacity má negatívny vplyv na aplikácie
- **Riešenie:**
  - Upgrade kapacity linky (nie vždy sa dá, ekonomické faktory)
  - Kompresia dát a hlavičiek protokolov
  - Prioritizácia paketov

# Straty paketov – Packet losses



- **Výstupné straty** (*output drops*) :
  - Tail drops
    - Zahľtenie (**congestion**) vyrovnávacích pamätí (*buffers*) - výstupných front, daného sieťového rozhrania smerovača
- **Vstupné straty** (*input drops*)
  - Zahľtenie CPU:
    - Smerovač nemôže prijať paket na vstupnom rozhraní
    - Smerovač nemôže prepnúť paket na výstupné rozhranie
  - Chyba rámcov:
    - CRC error, runt, giant
- **Riešenie:**
  - Zrýchliť linku (najlepšie, ale aj najdrahšie riešenie)
  - Garantovať dostatočné pásmo pre citlivé pakety
  - Predchádzať zahľteniu náhodným zahadzovaním menej dôležitých paketov ešte skôr, než dôjde k zahľteniu

# Oneskorenie v IP sieťach

- **Propagation delay (fixné)**
  - Čas prenesenia paketu linkou
  - Závisí na šírke pásma (priepustnosti) linky
- **Serialization delay (fixné)**
  - Čas, ktorý je potrebný na odoslanie paketu rozhraním danej prenosovej rýchlosti
- **Processing (forwarding) delay (variabilné)**
  - Čas potrebný smerovačom na prenesenie paketu zo vstupného rozhrania do výstupnej fronty výstupného rozhrania (zahŕňa aj spracovanie paketu)
  - Ovplyvňujú viaceré faktory:
    - Rýchlosť a vyťaženosť CPU, architektúra smerovača a pod.
- **Queuing delay (variabilné)**
  - Čas, ktorý strávi paket vo výstupnej fronte smerovača
  - Závisí od:
    - Veľkosti a počtu paketov vo fronte pred ním
    - Na priepustnosti rozhrania (rýchlosti) - serializácia
- **Ťažko predpovedateľné!!!**
  - Podľa zaťaženia, počtu paketov, veľkosti paketov a pod.

# Jitter (Delay variation)

- **Variabilné oneskorenie (priemerné oneskorenie)**
  - Pakety do siete vstupujú v pravidelných intervaloch
  - K príjemcovi však môžu doraziť v inom poradí a v nepravidelných rozstupoch
  - Kolísanie oneskorenia (jitter) je miera nerovnomernosti oneskorenia, viditeľná ako premenlivá veľkosť intervalu medzi prichádzajúcimi paketmi
- Dôvod:
  - Preťaženie uzla spôsobuje zachytávanie paketov vo výstupných frontách sieťových uzlov a spôsobuje odosielanie paketov toho istého toku v nepravidelných intervaloch
  - Serializácia na pomalých linkách
- Koncové zariadenie musí byť schopné
  - Usporiadať pakety do pôvodného poradia
  - Vyrovnáť kolísanie v oneskorení



# Quality of Service – “Classical IP”

- Internet today
  - Provides “best effort” data delivery
    - Flat system, without packet categorization
  - Complexity stays in the end-hosts
  - Network core remains simple
  - As demands exceeds capacity, service degrades gracefully (increased jitter etc.)
- The goal of QoS:
  - Provide some level of predictability and control beyond the current IP “best-effort” service

# How to achieve QoS

- Requirements for new mechanisms
  - There is a need for mechanisms, to allow **distinguish different data flows**
    - and process it a special, required way
    - No flat anymore!!
  - There is a need for **advanced resource management mechanisms**
    - Which allows manage net resources
      - bandwidth, delay, loss, jitter
    - With focus on different data flows requirements

# QoS tools (mechanisms)

- **Classification and marking**
  - Allows define classification criteria
    - How to find traffic which required special processing
- **Scheduling and policing enforcement**
  - Allows create special processing mechanisms for classified flows and control traffic compliance
- **Policy Control**
  - Who may requires a special handling for their data
- **Admission Control**
  - Has network enough to provide required resources?

# Present QoS models

## 1. Best-Effort (BE) model

- Current public internet model

## 2. Relative priority marking model

- Layer 2
  - IEEE 802.1p Class of Service
- Layer 3
  - Type of Service / IP precedence
    - „Historical“ model

## 3. Label switching model

- MPLS, ATM, FR

## 4. Two new QoS models:

### – Resource reservation (IntServ)

- Required resources are signaled by user/application

### – Prioritization (DiffServ)

- Flows are classified into different groups with similar processing



# **NEW TRANSPORT LAYER PROTOCOL**

# Transport layer - SCTP

- Stream Control Transmission Protocol (SCTP)
  - RFC 2960 – main SCTP specification
- SCTP features set
  - Connection oriented
  - Message (stream) oriented
  - Provide reliable, acknowledged transmission
  - Flow control
  - Multistreaming
  - Multihoming
- Designed:
  - to transport PSTN signaling messages (SS7) over IP networks
    - IP / PSTN interworking
- Present usage:
  - Signaling transport of MTP2, MTP3, SIP
  - Reliable Server Pooling
  - DIAMETER communication



# **CHARAKTERISTIKA ZDROJOV VOIP**

# Charakteristika zdrojov – voice over IP

- **Požiadavky transportu hlasu (VoIP) na QoS**

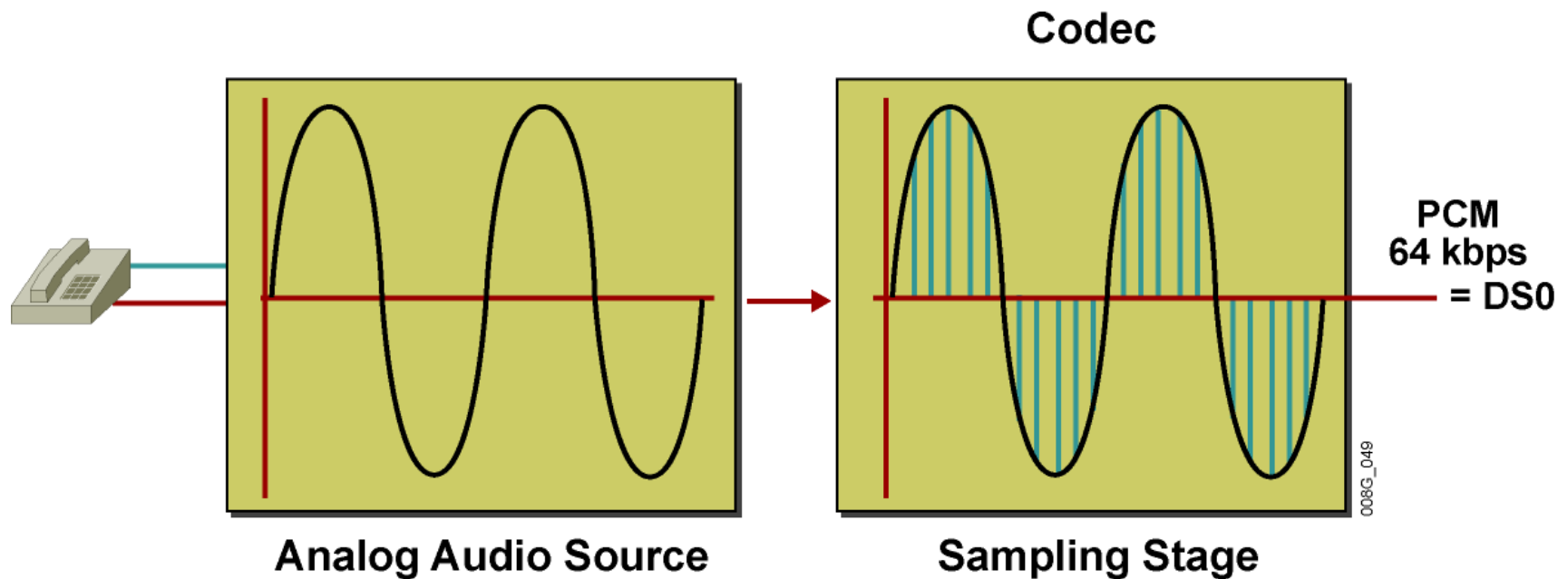
- Pravidelný priebeh
- Nenáročný na šírku pásma
- Vyžaduje garanciu prenosového pásma
  - 8kbps do 64kbps podľa kodeku
  - + réžia siete (12kbps – 80kbps)
- Necitlivý na straty
  - Podľa typu kodeku
    - 0,1% - 5%
- Citlivý na oneskorenie (one way latency)
  - < 150 ms
  - > 200ms = degradácia kvality
- Jitter
  - < 30ms



# Digitizing Analog Signals

1. Sample the analog signal regularly.
2. Quantize the sample.
3. Encode the value into a binary expression.
4. Compress the samples to reduce bandwidth, optional step.

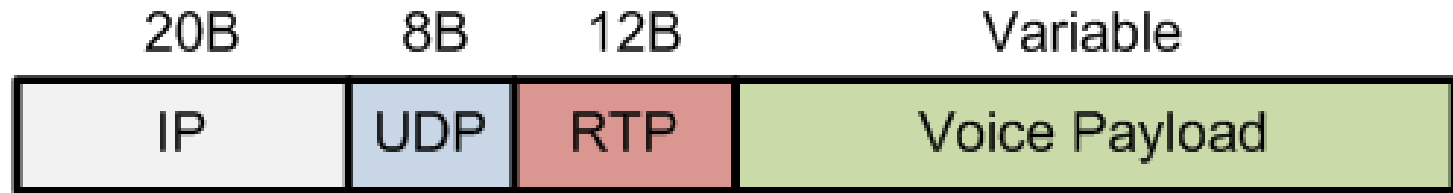
# Nyquist Theorem



# Hlasové kodeky (ITU)

Codec	G.711	G.726 r32	G.726 r24	G.726 r16	G.728	G.729	G.723 r63	G.723 r53
Bandwidth	64 kbps	32 kbps	24 kbps	16 kbps	16 kbps	8 kbps	6.3 kbps	5.3 kbps

# Požiadavky hlasu (VoIP) na šírku pásma



- Digitalizovaný hlas sa postupne zabalí do RTP, UDP a IP
- Obvykle sa do paketu vkladá 20ms úsek reči
- Hlas sa odosiela ako intenzívny tok malých paketov
- Réžia na IP, UDP a RTP hlavičky je **veľmi veľká**
- Vplyv na BW:
  - Kodek, Packet overhead, kompresia (cRTP)

# Odhad šířky pásma

názov kodeku	šířka pásma [kbit/s]	veľkosť vzorky [B]	veľkosť vzorky [ms]	IP bandwidth [kbit/s]	Ethernet bandwidth [kbit/s]	PPP & FR bandwidth [kbit/s]	5% RTCP Ethernet overhead
G.711	64	240	30	74,67	79,47	76,27	83,44
G.711	64	160	20	80	87,2	82,4	91,56
G.722	64	160	20	80	87,2	82,4	91,56
G.726	32	80	20	48	55,2	50,4	57,96
G.726	24	60	20	40	47,2	42,4	49,56
G.728	16	60	30	26,67	31,47	28,27	33,04
G.728	16	40	20	32	39,2	34,4	41,16
G.729	8	40	40	16	19,6	17,2	20,58
G.729	8	20	20	24	31,2	26,4	32,76
G.723.1	6,3	24	30	17,07	21,87	18,67	22,96
G.723.1	5,3	20	30	16	20,8	17,6	21,84
iLBC_mode_30	13,33	50	30	24	28,8	25,6	30,24
iLBC_mode_20	15,2	38	20	31,2	38,4	33,6	40,32

# Požiadavky hlasu (VoIP) na oneskorenie

- K ostatným oneskoreniam v prípade VoIP pribúda:
  - **Packetization delay**
    - Čas kým sa nazbiera 20ms hlasu potrebných na vytvorenie VoIP paketu
  - **Codec delay**
    - „Rýchlosť“ kodeka
      - Do 5ms podľa typu kodeka
  - **De-jitter buffer (playout buffer)**
    - Rieši prehrávanie hlas. vzoriek
      - 30, 40 ms

# Záverom – aká bude budúcnosť?

- Z pohľadu komunikačných sietí
  - Založená na IP protokole
    - SIP alebo XMPP?
  - Naďalej telekomunikačné siete (spoľahlivosť, dostupnosť, garancie)
  - a Internet (služby/aplikácie/obsah)
- Z pohľadu používateľov - dominantný vplyv („*user centric*“)
  - Sami rozhodujú ako a čím komunikovať
  - Skupinová komunikácia a sociálne komunity
  - Budovanie a zdieľanie obsahu
  - Posilnenie konvergenzie - BYOD, WebRTC = posilnenie web technológií
  - Nárast IMP a Peer-to-Peer komunikácie (torrent?)
- Z pohľadu našich študentov
  - Perspektívna



**OTÁZKY?**