

Távközlési informatika

VoIP – Voice over Internet/IP

Dr. Beinschróth József

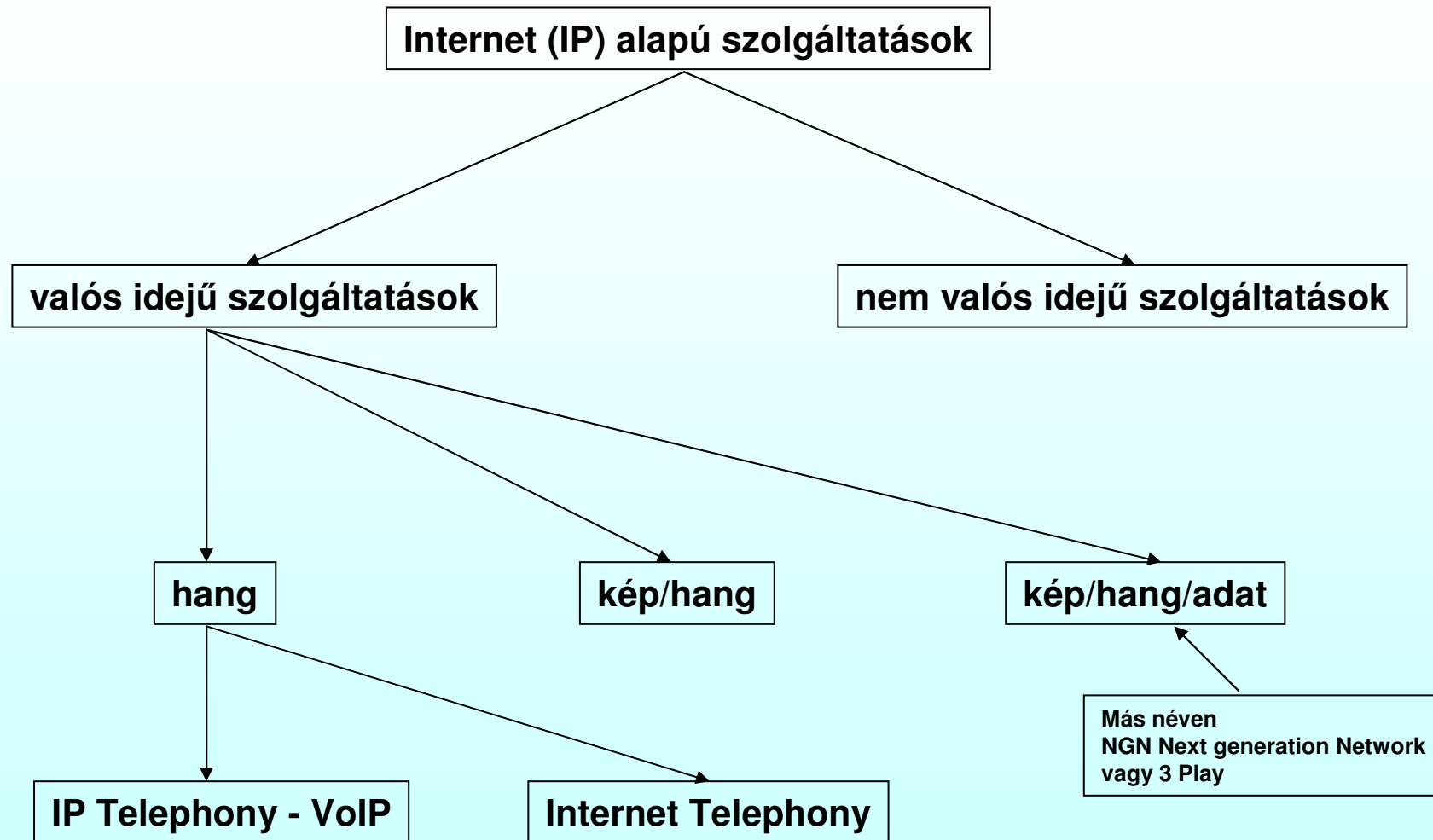
Klasszikus telefon - VoIP

- **A klasszikus telefon infrastruktúra**
 - PSTN – telefonközpontok, PBX
- **A IP alapú átvitelből származó előnyök**
 - Beszédminőség növelés lehetősége (Pl.: G.722 kodek->7kHz)
 - Jobb hozzáférhetőség
 - Nagyobb lefedettség
 - Mobilitás növekedés
 - Média integráció
 - Új szolgáltatások

Összevetés

- A hagyományos hangátvitel
 - Hívásfelépítéskor mindkét irányban létrejön egy-egy 64kbps sebességű csatorna, ugyanakkor általában max. az egyik fél beszél – rossz hatásfokú erőforrás kihasználtság
 - A csatorna lefoglalása biztosítja a minimális késleltetést és az információ teljes átvitelét – kedvező
- IP alapú átvitel
 - Store and forward elv – a csomagok akár független úton is haladhatnak, megelőzhetik egymást!!!
- Az IP alapú átvitel nyújtotta előnyök
 - Nincsenek külön kiépített csatornák, csomag küldés csak tényleges beszéd esetén van
 - Irányonként <10kbps sávszélesség szükséges (tömörítés alkalmazásával)
- Az IP alapú átvitel miatti problémák
 - A hagyományoshoz képest nagyobb késleltetés (csomagolás, sorban állások a routerekben...)
 - Csomagvesztések lehetségesek

IP alapú szolgáltatások csoportosítása



Internet Telephony - VOIP

- Különbségek (Lényeges különbség nincs)
 - Minőségi paraméterek
 - A VoIP-ért fizetni kell
 - A vonalkapcsolt hálózatba áthívás csak VoIP esetén lehetséges
- Az Internet Telephony változatai
 - Sok változata van, pl. Netmeeting, Teamspeak stb.
 - A telepített szoftver tartalmazza azt a szerver listát, amikre fel lehet jelentkezni
- Az Internet Telephony használata
 - A hívás más csatornán történik
 - Pl. telefonon jelzik a hívási szándékot
 - Előre megbeszélt időpontban

VoIP

- Előny (a hagyományos hangátvitelhez képest)
 - A csomagkapcsolt hálózatok lényegesen olcsóbbak, mint a vonalkapcsoltak
- Probléma a QoS!
 - Késleltetés
 - Nincs idő hibajavításra, újraküldésre, mert real-time kell, hogy legyen
 - Ami túl sokat késik, az olyan, mintha meg sem érkezett volna
 - Késleltetési idő ingadozás
 - Csomagvesztés
- Probléma az Internet egészére nem oldható meg!
 - A szolgáltatók saját IP alapú hálózatot hoznak létre és azt saját maguk menedzselik (ennek a hálózatnak egy része akár egybeeshet az Internet egy részével is) és ezen biztosítják a szükséges paramétereket
 - Ez a VoIP (IP Telephony)

VoIP – IP Telephony

- Érdekesség
 - A 90-es években kezdetek elterjedni a VoIP szolgáltatások. A MATÁV-nak monopóliuma volt a a helyközi és a nemzetközi szolgáltatás jogára 2001-ig. VoIP esetén nem lehetett megmondani, hogy helyi, helyközi vagy távolsági átvitelről van szó. Emiatt a VoIP szolgáltatók csak úgy kaptak jogot a szolgáltatásra, ha vállalták, hogy a szolgáltatás minősége rosszabb lesz, mint a hagyományos telefoné. Előírtak késletetési időt, csomagvesztést, stb. De ki tudta ezeket megmérni? A MATÁV monopóliuma 2001-ben megszűnt.
 - Ma már bárki bármilyen átvitelre kap szolgáltatási engedélyt, ha megfelel bizonyos feltételeknek

VoIP – IP Telephony

- Megoldandó feladatok – funkciók
 - Kódolás/dekódolás
 - Jelzési feladatok
 - Szállítási funkciók
 - Gateway feladatok: biztosítani kell az együttműködést más VoIP és nem VoIP hálózatokkal

Az VoIP infrastruktúrájának elemei (protokoll független jellemzők)

– Terminál

- Hardver-, szoftver telefon, videotelefon, számítógép (hangkártya) adatátviteli képességekkel. A terminál legalább egy IP címmel rendelkezik.

– Szerver

- Egy telefon híváshoz legalább két terminálra és azok IP címére valamint port számára van szükség. A szerver regisztrálja a terminálok címeit. A címek különféle típusúak lehetnek, a címkonverzió szerver feladat.
- Feladata
 - autentikáció (hitelesítés)
 - regisztráció
 - jogosultság vizsgálat
 - díjazás

– Gateway (kapu)

- Együttműködésre nem képes hálózatokon lévő terminálok összekapcsolása (Pl.:ISDN/H.323)

Az VoIP infrastruktúrájának elemei (protokoll független jellemzők)

- Conference Bridge (konferencia híd)
 - Három vagy több terminál médiafolyamainak kezelése. (audió-, videokonferencia)
- Addressing (címezés)
 - Cím: végpont azonosítás
 - Cím típusok:
 - szokásos telefon cím pl.: 003611234567
 - IP cím: nem végpont független (privát IP cím)
 - E-mail cím
 - SIP cím
 - H.323 cím
 - stb.
- Protokollok

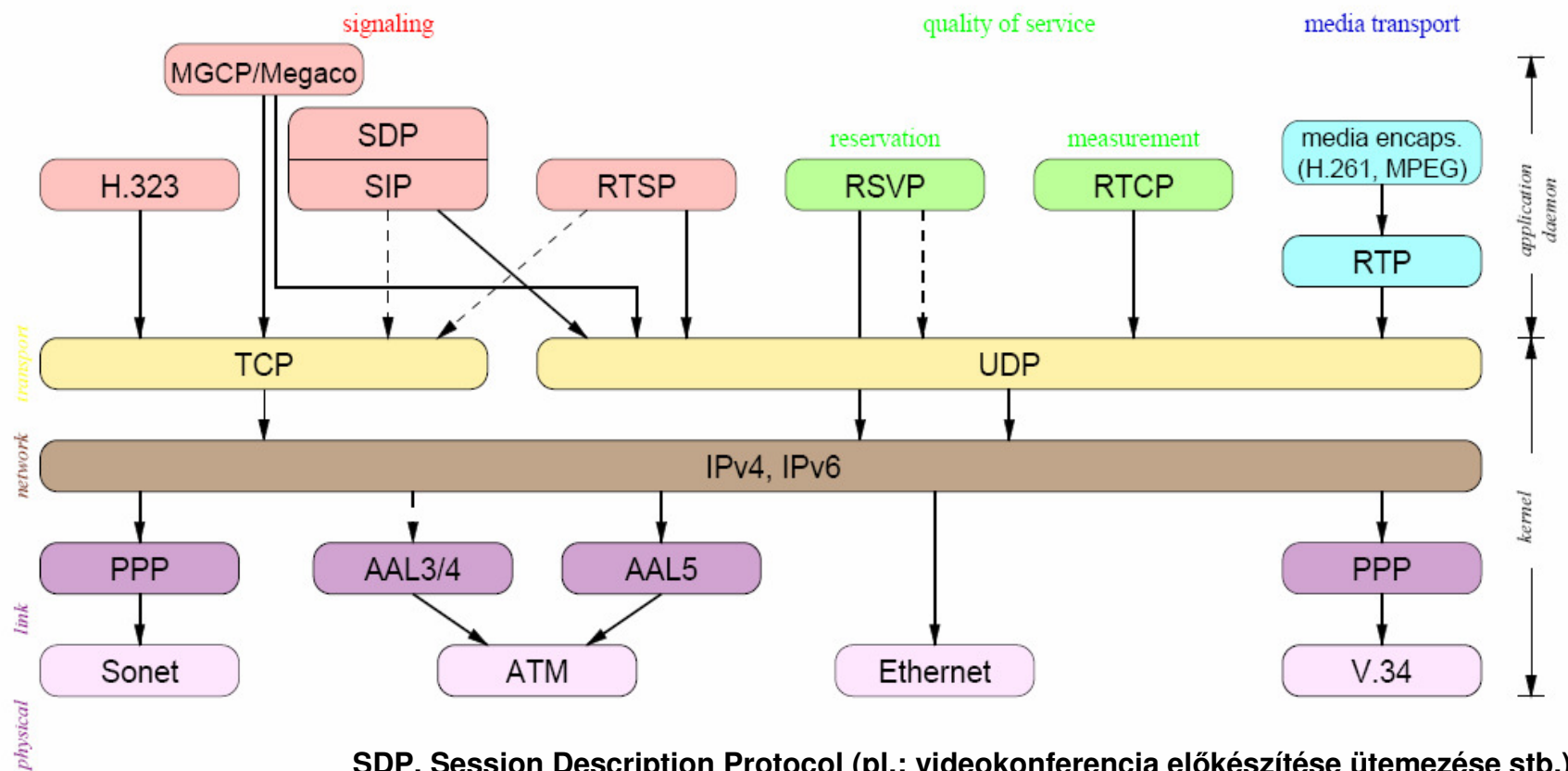
A hívásfelépítésben és menedzselésben meghatározó protokollok

 - H.323 (ITU) – teljes protokollkészlet
 - SIP, Session Initialization Protocol (IETF) – egyetlen protokoll!
 - MEGACO (IETF)

VoIP protokollok

RSVP: Resource Reservation Protocol

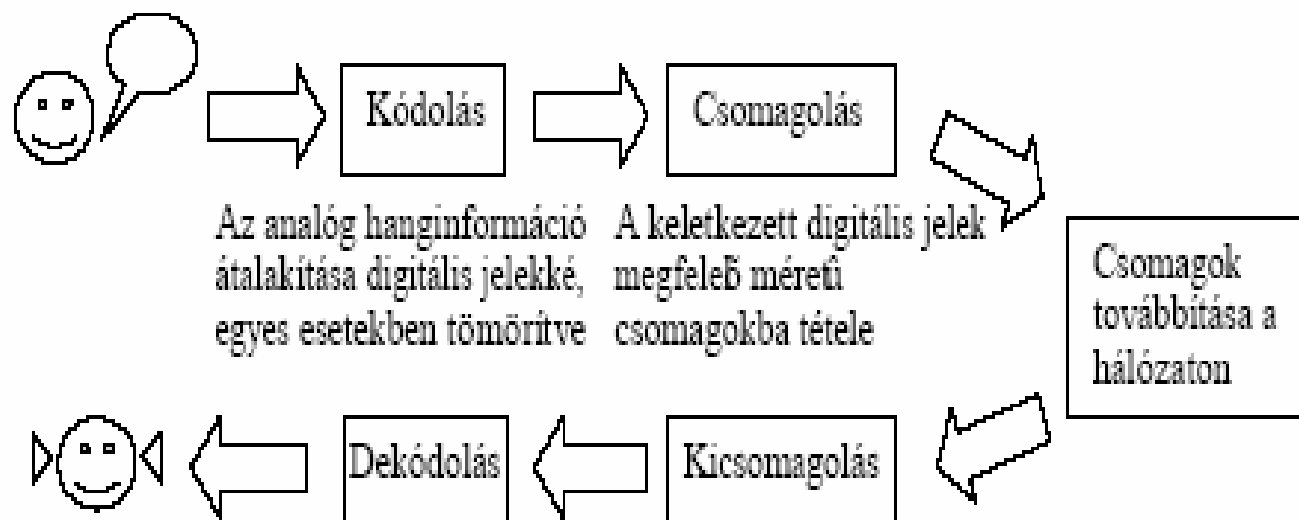
Multimedia protocol stack



SDP, Session Description Protocol (pl.: videokonferencia előkészítése ütemezése stb.)

RTSP Real Time Streaming Protocol

Az IP alapú hangátvitel működése



VOIP - beszédkódolás

- **Beszédcsatorna kódolási módszerek összehasonlítása**

- Bitsebesség
- Késleltetés
- Algoritmus bonyolultsága
- Beszédérthetőség

Ezen szempontok
alapján vethetők össze
a kódolási módszerek

- **Kódolási eljárások**

- Hullámalak (jelalak) kódolás
 - A jelet időtartománybeli jellemzőivel írják le
 - PCM (Pulse Code Modulation)
 - ADPCM (Adaptive Differential PCM) - differencia
 - SB-ADPCM (Sub-Band ADPCM)- 2 sáv, különböző bites ADPCM
- Prediktív kódolás (az emberi hangképzés matematikai modellezésének felhasználása)
 - A leírás frekvenciatartományban történik
 - Lineáris predikción alapuló módszerek (LPC)
 - CELP (Code Excited Linear Prediction)
 - ACELP (Algebraic CELP)
 - LPAS (Linear Prediction Analysis-by-Synthesis)
- Egyéb hangkódolási módszerek
 - Joint stereo-IS
 - Joint stereo-MS
 - MP3
 - ATRAC
 - Dolby kódolási eljárások
 - LZ (Lempel-Ziv)77, LZ78

Először a hangképzési
paraméterek átvitele és
beszédszintetizátor



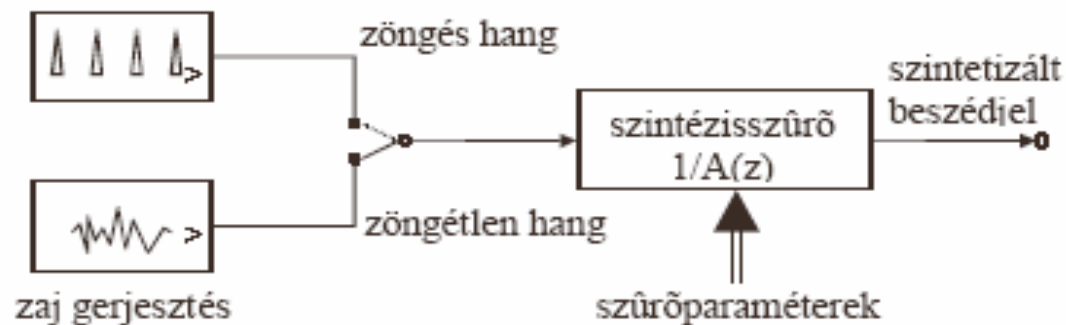
VOIP - beszédkódolás

A fix távbeszélőhálózatban alkalmazott hangkódolási módszerek

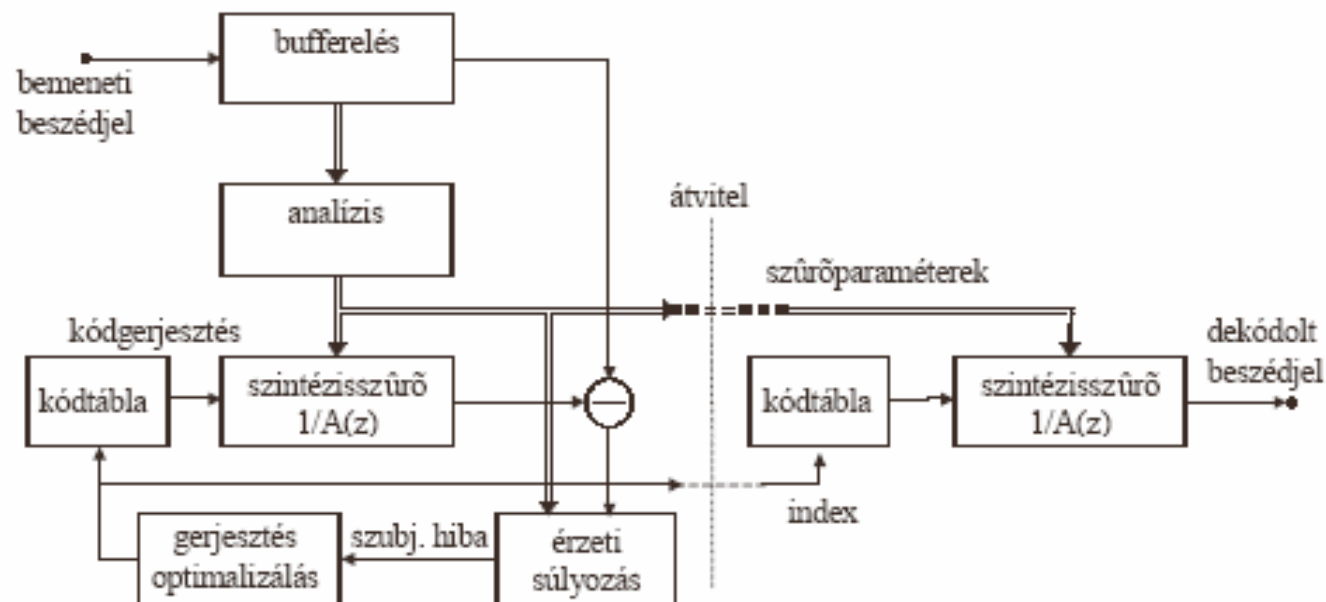
Toll: telefon minőség
 MOS: Mean Operation Source (Szubjektív értékelés)
 MIPS: számítási igény – milyen gyors számítógép kell
 RAM: mennyi bufferelés van
 Keretidő (akkumulációs késleltetés): mennyi információt kezelnek együtt

Szervezet	ITU	ITU	ITU	ITU	ITU	ITU	ITU
Ajánlás	G.711	G.722	G.726	G.728 (3)	G.729	G.729A	G.723.1
Kodek típus	Companded PCM	SB-ADPCM	ADPCM	LD-CELP	CS-ACELP	CS-ACELP	MPC-MLQ & ACELP
Megjelenés éve	1972	1988	1990	1992/4	1995	1996	1995
Sebességigény [kbit/s]	56, 64	56, 64	16-40	16	8	8	6.3 ; 5.3
Minőség	Toll	Broadcast	≤Toll	Toll	Toll	Toll	≤Toll
MOS érték	4.1	5	3.85	3.61	3.92	3.7	3.9 ; 3.65
Komplexitás (2) [MIPS]	0.34	10	14	33	20	10.5	16
RAM	1 byte	1 kbytes	<50 bytes	2 kbytes	<2.5 kbytes	2 kbytes	2.2 kbytes
Keretidő [ms]	0.125	1.5	0.125	0.625	10	10	30
Look Ahead	0		0	0	5 ms	5 ms	7.5 ms
Algoritmikus késleltetés	0.25 ms	1	0.25 ms	2.5 ms	25 ms	25 ms	67.5 ms

VOIP – beszédkódolás - prediktív



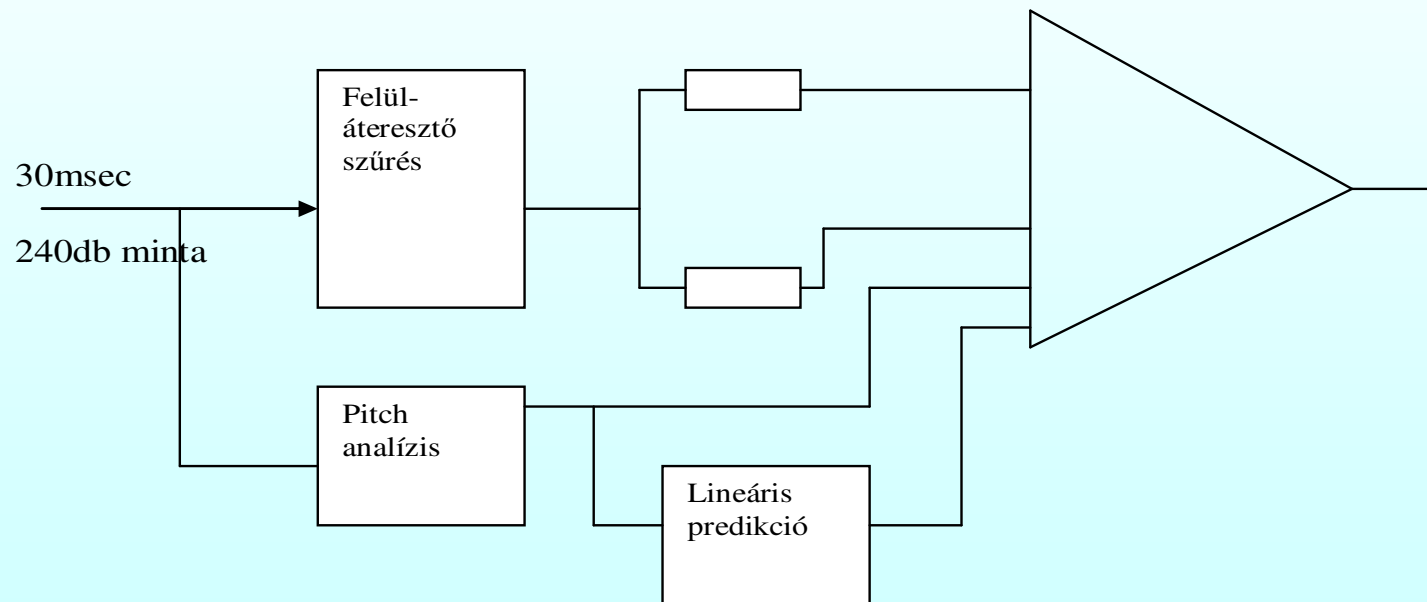
A beszédkeltés egyszerűsített modellje



Zárt hurkú, kódgerjesztésű lineáris predikciós (CELP) beszédkódoló és dekódoló

VOIP – beszédkódolás - prediktív

G.723 vocoder:



Vocoder:

Férfi: 2,5ms-20ms Pitch

Nő: 5ms-15ms Pitch

20-40 Pitch alkot egy szót

Pitch: A beszédhang átlagos hangmagasságát határozza meg (frekvenciában). A hang átlagos magassága a hangcsaládtól függ. Például; egy átlagos férfihang magassága kb. 120Hz, egy női hangé pedig kb. 210Hz.

VOIP – H323

- A H323 ajánlás – keretrendszer
 - Az IP alapú átvitel legelterjedtebb szabványa („Nem garantált szolgáltatásminőség nyújtására szolgáló vizuális telefonrendszerek és helyi hálózati eszközök”)
 - Az internet-telefonía architekturális áttekintése (nem egy konkrét protokoll)
 - Sok más protokollra hivatkozik
 - Fő tulajdonságai
 - Pont-pont és pont-multipont kommunikáció támogatása
 - Hálózati együttműködés
 - Heterogén kliensek támogatása
 - Audió és video kódolók és dekódolók támogatása
 - Menedzsment és számlázási funkciók
 - Biztonság
 - Többlet szolgáltatások

VOIP – H323

– Architektúrális modell

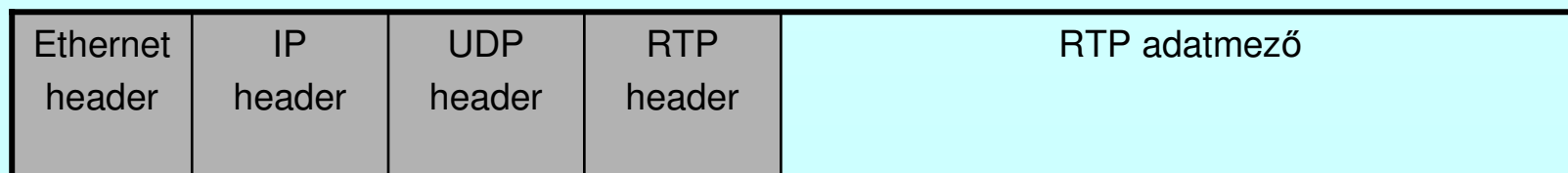
- Terminál (végberendezés): valósidejű, kétirányú kommunikációt képes létesíteni egy másik terminállal, gateway-jel vagy MCU-val. (a kommunikáció egyaránt lehet vezérlési, jelzési, audio, video, adat...) Szingulus vagy független készülék.
- Gateway (átjáró): Az Internet és a telefonhálózat közötti tolmács – ha H323-as hálózat nem H323-as hálózathoz kapcsolódik (PSTN, ISDN...)
- Gatekeeper (zónavezérlő): Címfeldolgozást végez (a terminál és a gateway megtalálása) és vezérli a hatáskörébe tartozó végpontok(terminál) hálózat hozzáférését (sávszélesség menedzsment)
- MC (Multipoint Controller): 3-nál több terminál közötti hívás kezelése
- MP (Multipoint Processor): Konferenciabeszélgetés esetén. A média folyamata kezelése (keverés/kapcsolás)
- MCU (Multipoint Control Unit): konferencia vezérlő (NC és MP egy eszközzel megvalósítva)

VOIP – H323 - protokollkészlet

Beszéd	Vezérlés			
G.7xx	RTCP	H.225 (RAS)	Q.931 (Hívásjelzés)	H.245 (Hívás- vezérlés)
RTP				
UDP			TCP	
IP				
Adatkapcsolati protokoll				
Fizikai rétegi protokoll				

VOIP – H323 - protokollkészlet

- G.7xx: beszéd kódolás és dekódolás ill. tömörítés – több konkrét megvalósítás lehetséges
 - G.711: Egy hangcsatornában 8000 mintavétel/másodperc, mintánként 8 bites kódolás → 64kbps tömörítetlen beszéd (PCM – minden H323-as rendszer támogatja)
 - G.723.1: Egy hangcsatornában 30ms-onként 240 mintavétel, prediktív kódolás, tömörítés 20 ill. 24 byte-ra → 6,4 ill. 5,3 kbps sebesség
 - G.729: 80 bit/10ms → 8kbps sebesség
- RTP (Real-time Transport protocol - rfc 1889)
 - End to end protocol multicast - unicast hálózatokban
 - Az adatfolyamokat (audio, video, szimulációs adatok) multiplexeli és blokkokba tördeli – szállítási protokoll jellegű, de az alkalmazási rétegben valósul meg (**több valós idejű adatfolyamot multiplexel egyetlen UDP folyamba**)



VOIP – H323 – protokollkészlet

- Az RTP blokkokat az UDP csomagok tartalmazzák
- Ezek az UDP csomagok az - IP szolgáltatásminőségi tulajdonságok engedélyezésének hiányában - a hálózati rétegben a **többi csomaghoz hasonló módon** lesznek kezelve (nincsenek garanciák a kézbesítésre, a sebességingadozásra)
- Az RTP nem használ forgalomszabályozást, hibakezelést, nyugtázást, újraküldési eljárást
- Minden RTP blokk (header) sorszámozott (a sorszámok inkrementálással állnak elő), a címzett a sorszámok vizsgálata alapján képes eldönteni, hogy minden blokk megérkezett-e
- Hiányzó blokkok esetén a címzett interpolációval pótol (az újraküldés nem lenne megoldás)

VOIP – H323 – protokollkészlet

- Minden RTP blokk tartalmaz információt a kódolás típusáról és tartalmaz **időbélyeget** (a címzett ez alapján pl. pufferelhet)
- Feladata
 - adatcsomag azonosítás (payload identification)
 - adatcsomag sorszámozás (sequence numbering)
 - időzítés (time stamping)
- Nem feladata
 - adott időn belül történő kézbesítés (egyáltalán a csomag kézbesítése)
 - minőség garancia (nincs "out -of-order control")

VOIP – H323 - protokollkészlet

•Az RTP header

0-1	2	3	4-7	8	9-15	16-31
V	P	x	CC	M	PT	SN
Time Stamp						
Synchronisation Source (SSRC) Identifier						
Contribution Source (CSRC) Identifier						
RTP Payload						

V: Verzió

P: Padding (kitöltő oktett van az info végén, ez esetben az utolsó oktett tartalmazza a kitöltő oktettek számát – kitöltő oktett akkor van, ha a csomag mérete nem 4 Byte egész számú többszöröse.)

X: Fejléc kiterjesztés van

CC: CSRC count (a CSRC azonosítók száma, hány db CSRC azonosító van – a források darabszáma szerepel ebben a mezőben, maximum 15 lehet.)

M: Marker bit (különböző eseményeket jelölhet – alkalmazásfüggő jelölőbit)

PT: Payload type (forrás típusok – milyen kódolást alkalmazunk – csomagonként változhat, más lehet – pl. minőség vagy sávszélesség változás miatt.)

SN: Sequence number: RTP adatcsomag számláló – pl detektálhatók az elveszett ketetek, inkrementálással áll elő.

Timestamp: Az adatcsomagban lévő információhoz tartozó óraimpulzus (mintavétel) száma.

SSRC (Synchronization Source): Adatforrás szinkronizáló azonosító, 32 biten generált véletlen szám amely független a hálózati címtől. Az időzítő- és sorszámmezők egy folyamathoz tartozását azonosítják. Megadja, hogy a keret melyik csomaghoz tartozik. Ennek segítségével lehet a különböző adatforrásokat egyetlen folyamba rendezni.

CSRC: (Contributing Source): Az RTP csomagok forráshelyének listája, amit a mixer állít elő a mixerbe érkező csomagok SSRC jéből . A különböző forrás azonosítókra keverők használata esetén van szükség.

VOIP – H323

•Payload típusok (forrás)

PT	Encoding name	A/V Audio/video	Clock Rate (Hz)	Channels (audio)	RFC
0	PCMU	A	8000	1	RFC3551
...					
3	GSM	A	8000	1	RFC3551
4	G723	A	8000	1	RFC
...					
7	LPC	A	8000	1	RFC3551
8	PCMA	A	8000	1	RFC3551
9	G722	A	8000	1	RFC3551
10	L16	A	44100	1	RFC3551
11	L16	A	44100	2	RFC3551
12	QCELP	A	8000	1	RFC3551

VOIP – H323

- RTCP (Real-time Transport Control Protocol)
 - Az RTP-hez tartozó vezérlő protokoll
 - Feladata: visszacsatolás, szinkronizáció, felhasználói interfész kezelés
 - Visszacsatolás
 - A forrás **információt kap** a késleltetésről, a sebességingadozásról, a sávszélességről, a torlódásokról stb.
 - A kódoló folyamat **ez alapján pl. növeli** az adatsebességet (javítja a minőséget) ha jól működik a hálózat és gond esetén **esetleg csökkenti** (így a hálózati jellemzők által adott lehetőségekhez képest optimális lesz a minőség)
 - Pl. váltás az MP3 és a 8 bites delta kódolás között (az RTP headerben van egy mező (PT), ami megadja, hogy az adott blokk hogyan lett kódolva)
 - az adat kézbesítés monitorozása
 - minimális kontroll funkció

VOIP – H323

- Szinkronizáció
 - Az egyetlen UDP folyamba kerülő adatfolyamokat szinkronizálni kell egymáshoz (pl. órajelek elcsúszása)
- A felhasználói interfész kezelés
 - résztvevők azonosítása, pl. konferenciabeszélgetés esetén annak azonosítása, hogy éppen ki beszél.
- Nem feladata
 - Adatok szállítása

VOIP – H323

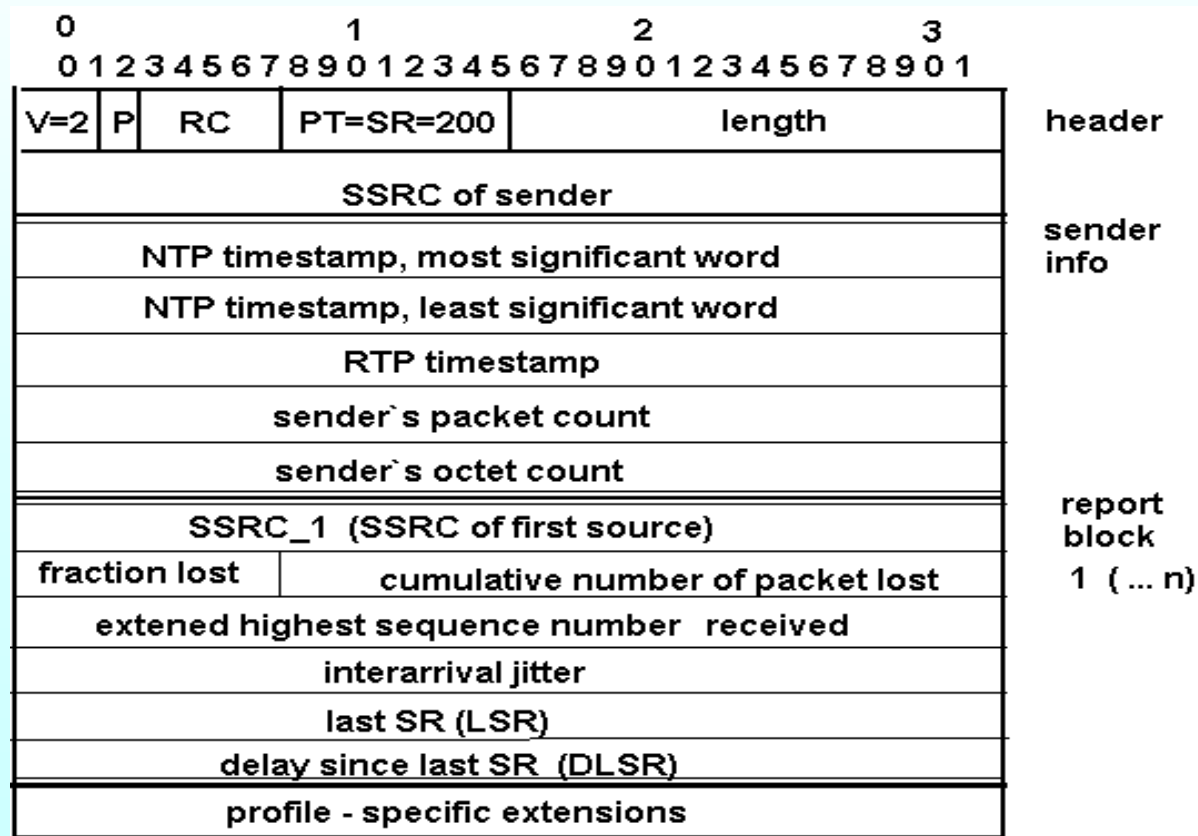
- RTCP csomag típusok (többféle típus van)

SR - Sender Report	Aktív résztvevők (küldő) által küldött statisztikai adatok küldésére szolgál
RR Receiver Report	Nem aktív résztvevők (fogadó) által küldött statisztikai adatok küldésére
SDES Source Description	A küldő információ leírására szolgál, pl. CNAME
BYE	A részvétel befejezését indikálja
APP	Applikáció specifikus funkció

VOIP – H323

•RTCP csomag (SR – Sender Report Típus)

- Statisztikai adatok küldésre szolgál,
- Az aktív résztvevő küldi



NTP timestamp: abszolút idő

RTP timestamp: az NTP-hez hányadik mintavétel tartozik.

Fraction: %-os veszteség

Last SR: az előző SR küldésének ideje

Delay since last SR: időtartam az utolsó SR óta.

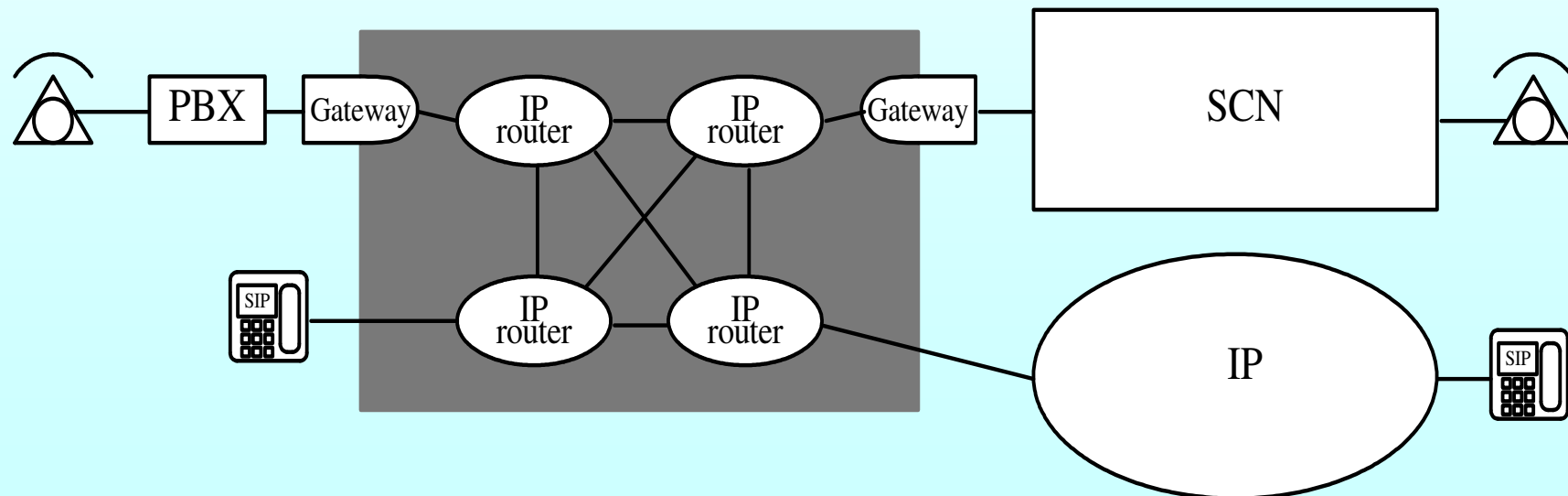
VOIP – H323

- RAS (Registration/Administration/Status)
 - H225 szabvány írja le
 - Lehetővé teszi, hogy egy terminál csatlakozzon a csatornához, kilépjen onnan, sáv szélességet kérjen vagy adjon vissza, frissítse státuszát stb.
- Q.931 - Hívásjelzés
 - Kapcsolatok kiépítése, bontása, tárcsahangok és csengetési hangok biztosítása stb.
- H.245 – Hívásvezérlés
 - Tömörítési algoritmus, bitsebesség stb. egyeztetése

VOIP – H323

SCN: PSTN, ISDN, PLMN hálózatok

- Együttműködési kérdések – gateway feladatok
 - SS7 (Signalling System 7, 7-es jelzésrendszer) jelzésrendszerrel való együttműködés (az SS7 a telefonhálózatok igen fontos jelzésrendszere.)
 - Az IP és a hagyományos vonalkapcsolt (Switched Circuit Network – SCN) hálózatok együttműködni képesek
 - Többféle együttműködési kombináció képzelhető el – scenáriók

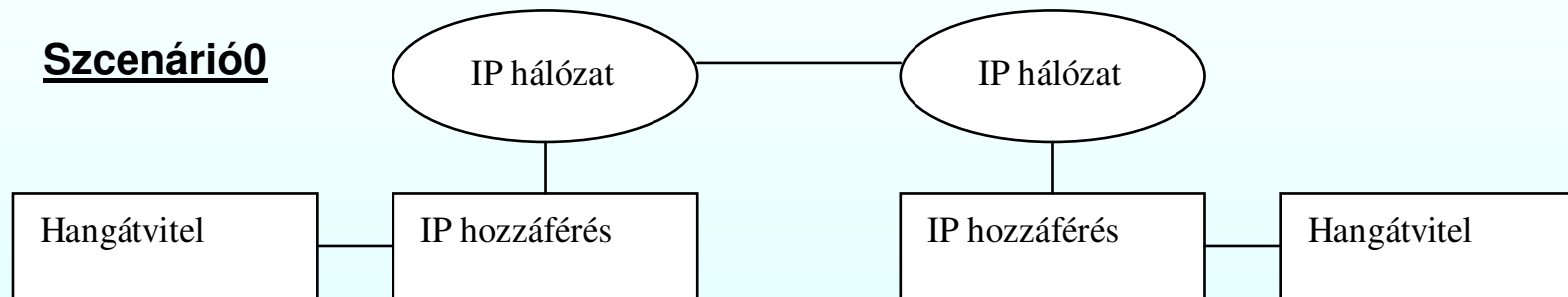


VOIP – H323

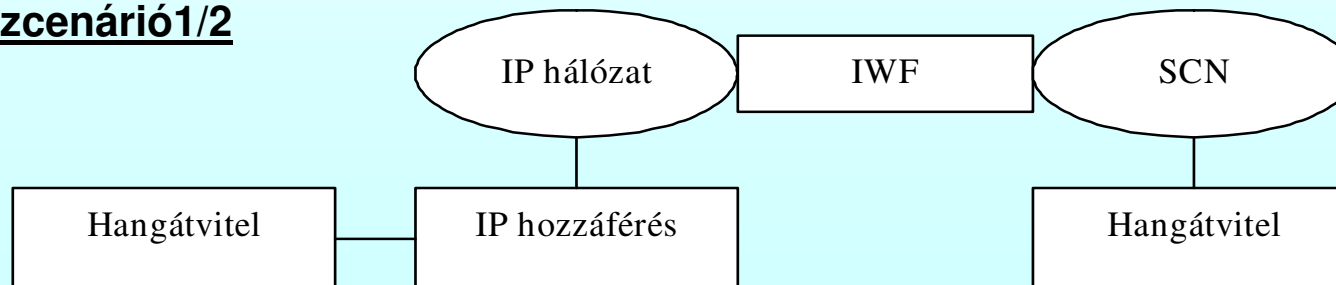
Azonosító (szcenárió)	Induló	Közvetítő	Cél	Leírás
0	IP	-	IP	IP hálózaton belüli kapcsolat. A végberendezés képességeinek függvényében tetszőleges multimédia kommunikációra van lehetőség
1	IP	-	SCN	IP hálózati végberendezésről a vonalkapcsolt hálózat végberendezése kerül felhívásra. Alapértelmezésben csak a beszédkommunikáció értelmezett.
2	SCN	-	IP	A vonalkapcsolt hálózati végberendezésről az IP hálózat végberendezése kerül felhívásra. Alapértelmezésben csak a beszédkommunikáció értelmezett.
3	SCN	IP	SCN	Vonalkapcsolt végberendezések közötti kapcsolat, amely felhasználói szempontból nem különbözik a hagyományos távbeszélő hívástól, tehát csak a beszédkommunikáció értelmezett
4	IP	SCN	IP	IP hálózati végberendezések közötti kapcsolat, tetszőleges multimédia kommunikáció értelmezett, amennyiben ezt a végberendezések és az együttműködő egységek ezt lehetővé teszik.

VOIP – H323

Szenárió0



Szenárió1/2



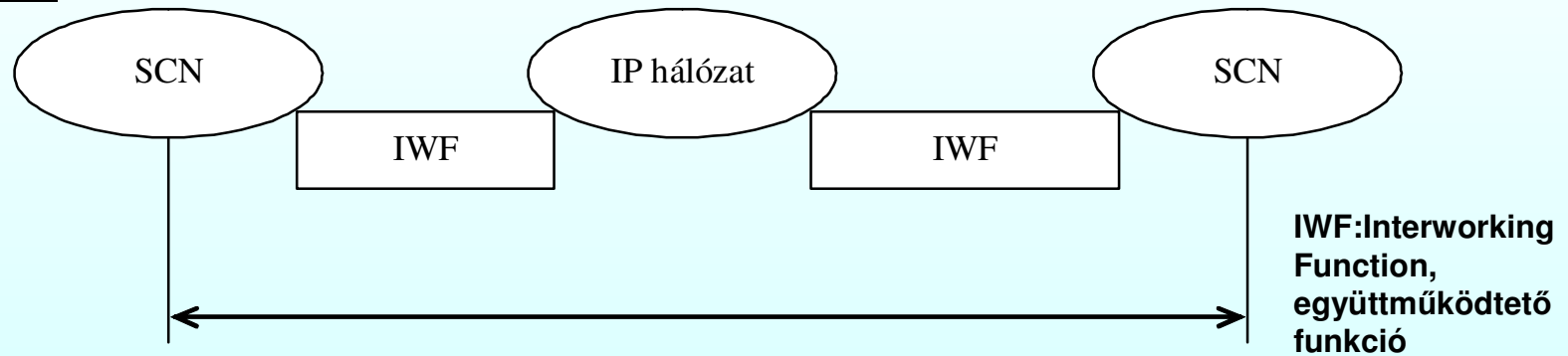
IWF: Interworking
Function,
együttműködő
funkció

SCENARIO #1

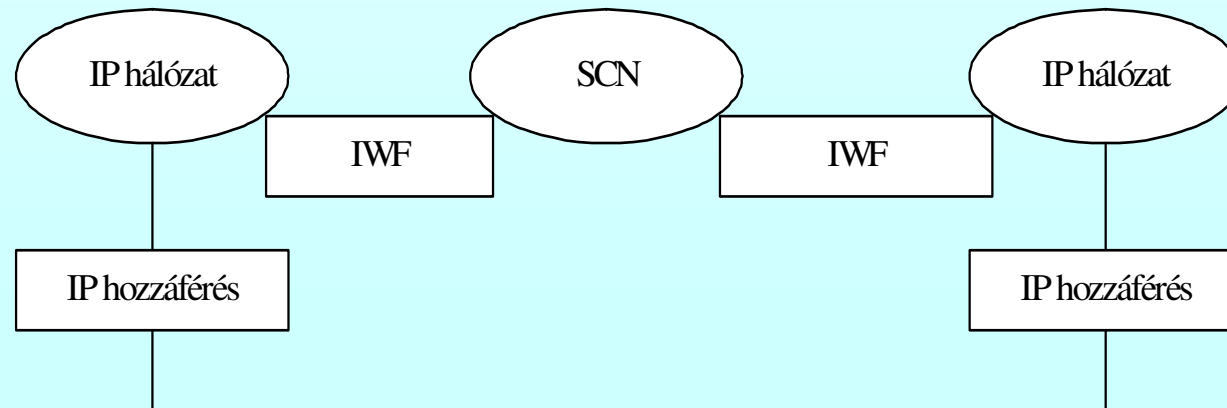
SCENARIO #2

VOIP – H323

Szcenárió3



Szcenárió4



Session Initialization Protocol (SIP)

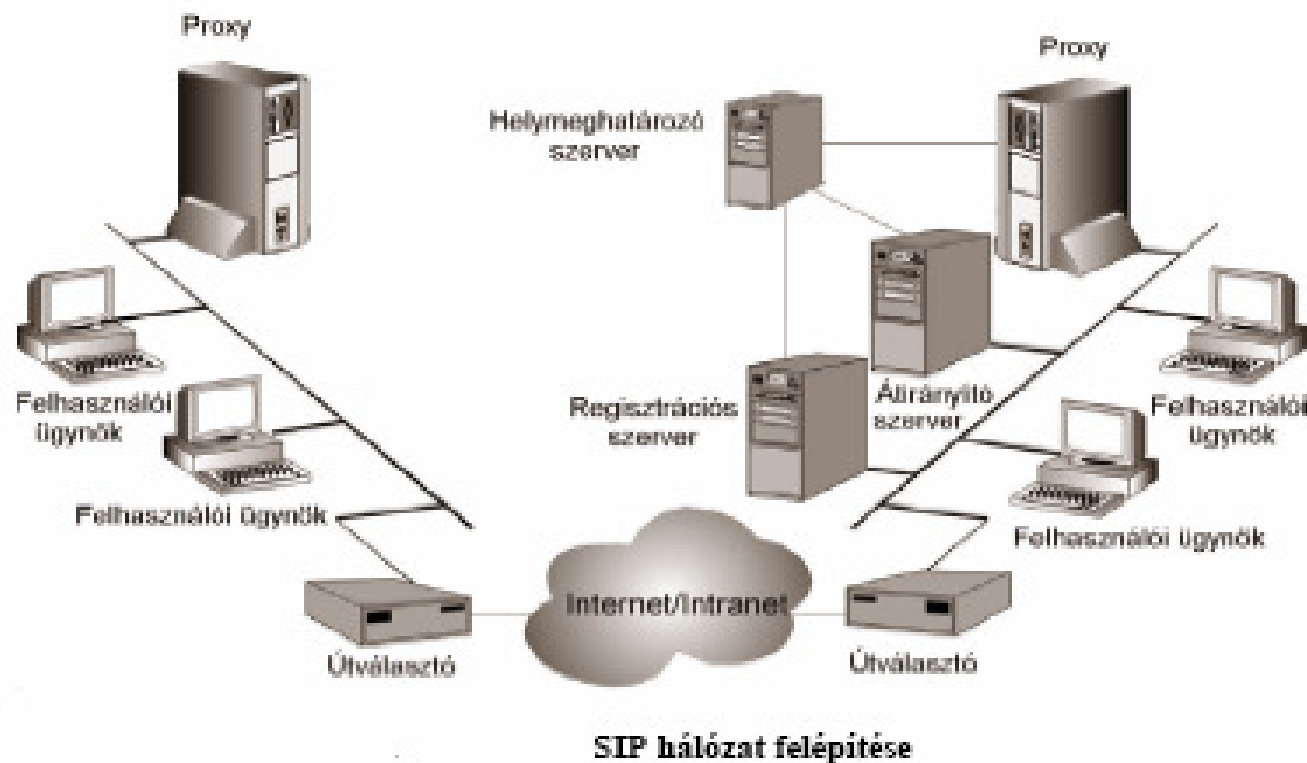
- Alkalmazás rétegi vezérlő protokoll
 - Támogatja a mobilitást, bármely végberendezésen a világ bármely pontján igénybe vehetők a szolgáltatások.
 - Funkciói
 - Multimédiás kapcsolat (telefonhívásokat, videokonferenciák és más multimédiás összeköttetések) létesítése, fenntartása és megszüntetése
 - Felhasználó helyének meghatározása (végberendezés azonosítás, címfeloldás, hívásátirányítás)
 - A telefonszámok URL-ként vannak tárolva, akár weboldalon feltüntethetők (ráklikkelve felhívható) (A telefonszámon túlmenően szerepelhet IPv4 vagy IPv6 cím is.)
 - Felhasználói képességek egyeztetése
 - Felhasználó elérhetősége (sikertelenség okának jelzése)
 - Hívásfelépítés
 - Jellemzői
 - Két és több résztvevős (mindenki beszélhet és mindenki hall mindenkit) összeköttetés és többesküldés (egy adó több vevő) is megvalósítható.
 - Hang, kép, mozgókép és adatfolyam is átvihető, de a SÍP csak a kiépítést kezelést és lebontást végzi (Az átvitelt pl. RTP végzi)
 - A SIP UDP és TCP fölött is működik

Session Initialization Protocol (SIP)

- A SIP szöveg alapú! – karakterorientált (HTTP mintájára készült)
 - A SIP elemei
 - User Agent (pl.:telefon, számítógép, PDA stb.)
 - Proxy szerver
 - Hitelesítés (authentication)
 - Engedélyezés (authorization)
 - Hálózati hozzáférés szabályozás (network access control)
 - Útvonalválasztás (routing)
 - Regisztrációs (Registrar) szerver
 - Válaszol a regisztrációs kérésekre, a személyek aktuális tartózkodási helyét, címeit a helymeghatározó adatbázisban tárolja.
 - Helymeghatározó adatbázis (Location database)
 - Bejelentkezett kliensek címének tárolása
 - Átirányító (Redirect) szerver
 - Egy felhasználó lehetséges címeit adja meg, az információt a Registrar-ból veszi.

Session Initialization Protocol (SIP)

SIP komponensek

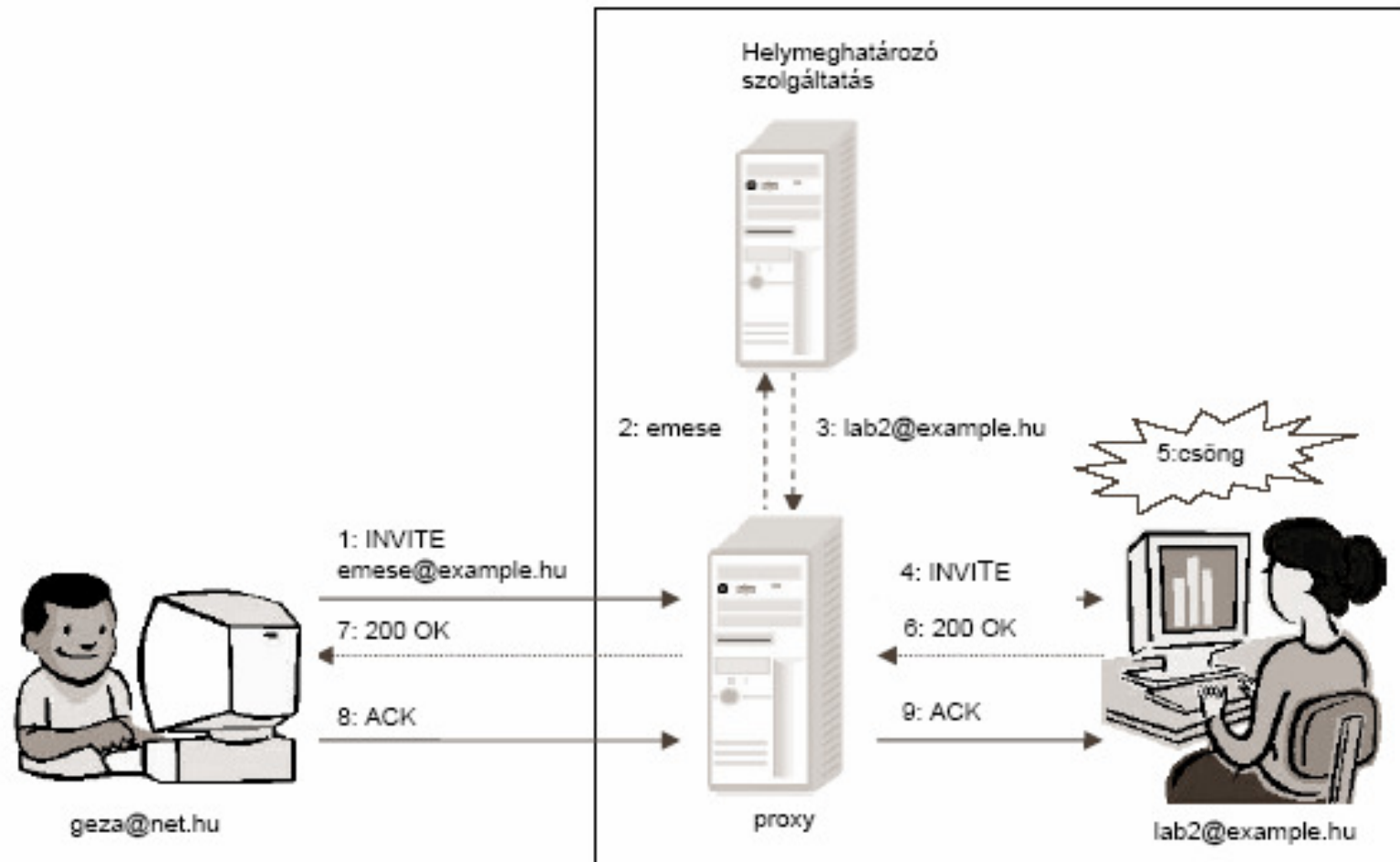


Session Initialization Protocol (SIP)

- A SIP eljárásai

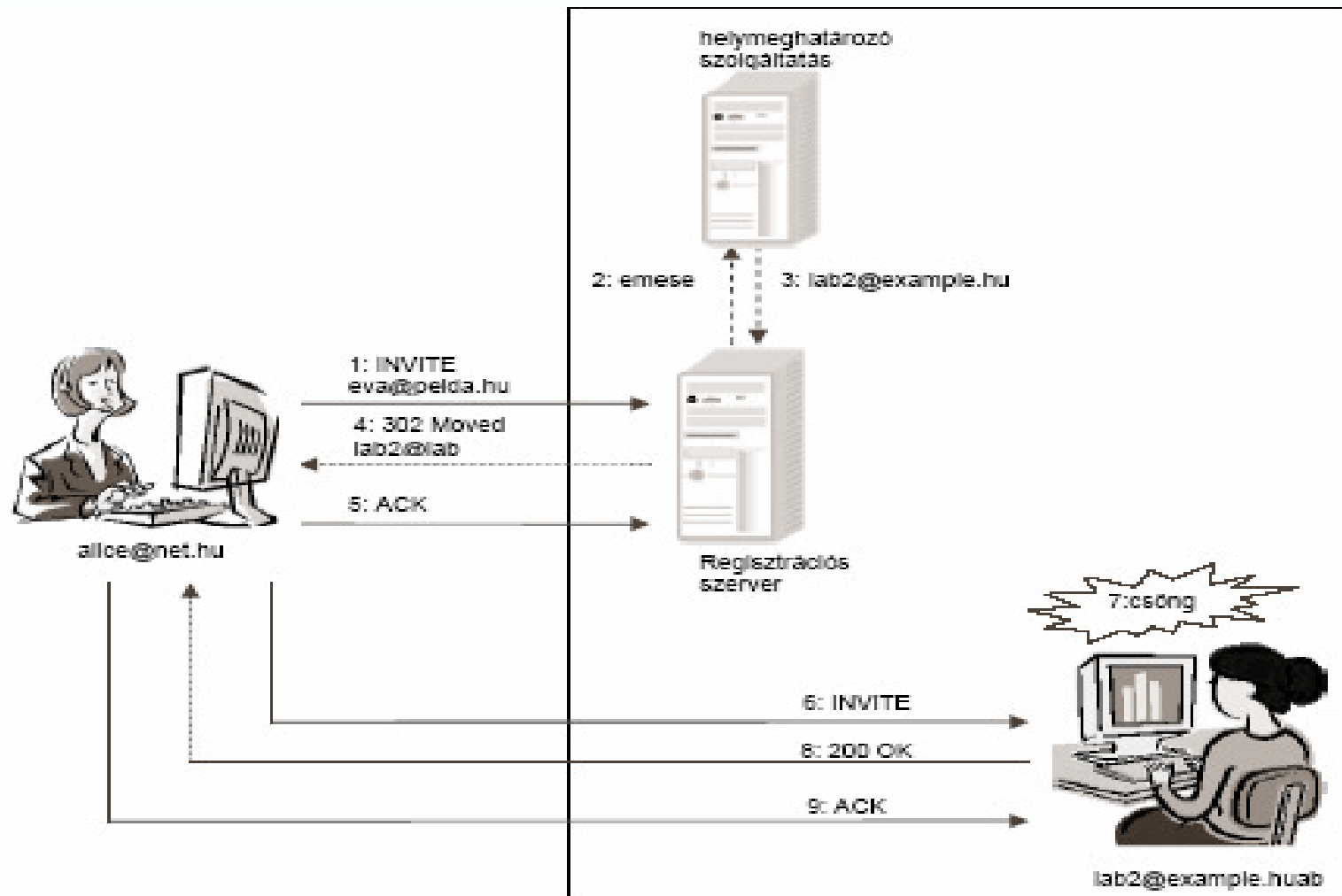
Eljárás	Leírás
INVITE	Kapcsolat létrehozás kérés (hívó képességei, formátumai, médiatípusai) erre a hívott elfogadás esetén a 200 válaszkóddal válaszol.
ACK	Kapcsolat létrejött – nyugta (a hívó nyugtázza vele a hívott fél INVITE-ra adott válaszkódját)
BYE	Kapcsolat lebontás kérés (Bármelyik fél küldheti). Ha a másik fél nyugtázza, akkor a kapcsolat végetér.
OPTIONS	Képességek lekérdezése
CANCEL	Függőben levő kérés visszavonása
REGISTER	Értesíti az átirányító szerveret a felhasználó aktuális helyzetéről

Session Initialization Protocol (SIP)



SIP hívásfelépítés Proxy szerver segítségével

Session Initialization Protocol (SIP)



SIP hívásfelépítés Regisztrációs szerver esetén

Szolgáltatásminőség

A „best effort” VoIP esetén nem megfelelő

Elvárt funkciók a csomópontokban továbbításkor:

- Előre meghatározott sávszélesség támogatása
- Elvesztett csomagok száma és aránya minimális legyen
- Torlódások elkerülése ill. menedzselése
- Megfelelő hálózati forgalom kialakítása
- A hálózaton keresztül haladó csomagok max. prioritást kapjanak

Kritikus probléma: késleltetés

- A végponttól a végpontig történő késleltetés
 - Visszhang: a hangszóróban megjelenő beszéd behallatszik a mikrofo és visszajut a beszélő hangszórójába (az oda-vissza késleltetés (round trip nem lehet nagyobb, mint 50 ms!!) kezelése: visszhangelnyomó – áramköri megoldás
 - A beszéd átlapolódása: A túlzottan nagy késleltetés miatt az egyik fél elkezd beszélni, bár a másik is elkezdte (vagy folytatta), de az még nem jutott el a másik félhez. Ez a probléma kb. 250 ms- késleltetésnek lép fel.

Szolgáltatásminőség

Kritikus probléma a késleltetés

- **Hálózati késleltetés (network delay)**
 - Többnyire a késleltetés domináns része
 - A csomópontokban tárolások, várakozási sorok vannak
- **Akkumulációs késleltetés (accumulation delay)**
 - A kódolás során nem minden mintát kódolunk külön, hanem egyszerre több mintát vizsgálunk, így jobb lesz a tömörítés (van erre egy táblázat – keretidő)
- **Feldolgozási késleltetés (procesing delay)**
 - Időt vesz igénybe, míg a kódoló a hangmintákat kódolja (algoritmikus késleltetés) (van erre egy táblázat – keretidő)

Szolgáltatásminőség

Másik probléma a késletetés ingadozás

Az egyes csomagok különböző késleltetéssel érkeznek meg a vevőhöz. Ha a vevőnél azonos késletetést szeretnénk, akkor ez egy várakozási sorral ez megoldható, de így meg kell várni a leglassabb csomagot – nő a késleltetés – mindenkit késleltetünk egy kicsit. Ha ez a vevő oldalon beiktatott késleltetés csak nagyon kicsi, akkor a késletetés ingadozás nő.

A harmadik probléma a csomagvesztés

Max kb. 10%-os csomagvesztés engedhető meg.

Interpoláció

Redundanciák alkalmazása, ugyanazt a keretet több IP csomagba is beletesszük...