

IP feletti hangátvitel

oktatási segédanyag az „IP alapú távközlés” c. tárgyhöz

Készült:

Mészáros Gergő:

VoIP megoldások összehasonlító vizsgálata

című szakdolgozatának felhasználásával.

Szerkesztette: Lencse Gábor

Az anyag témaköre:

VoIP megoldások: H.323 és SIP. A rendszerek elemei, legfontosabb protokolljai, a kapcsolat-felépítés és bontás megoldása.

Audió és videó kodekek.

Az ENUM rendszer.

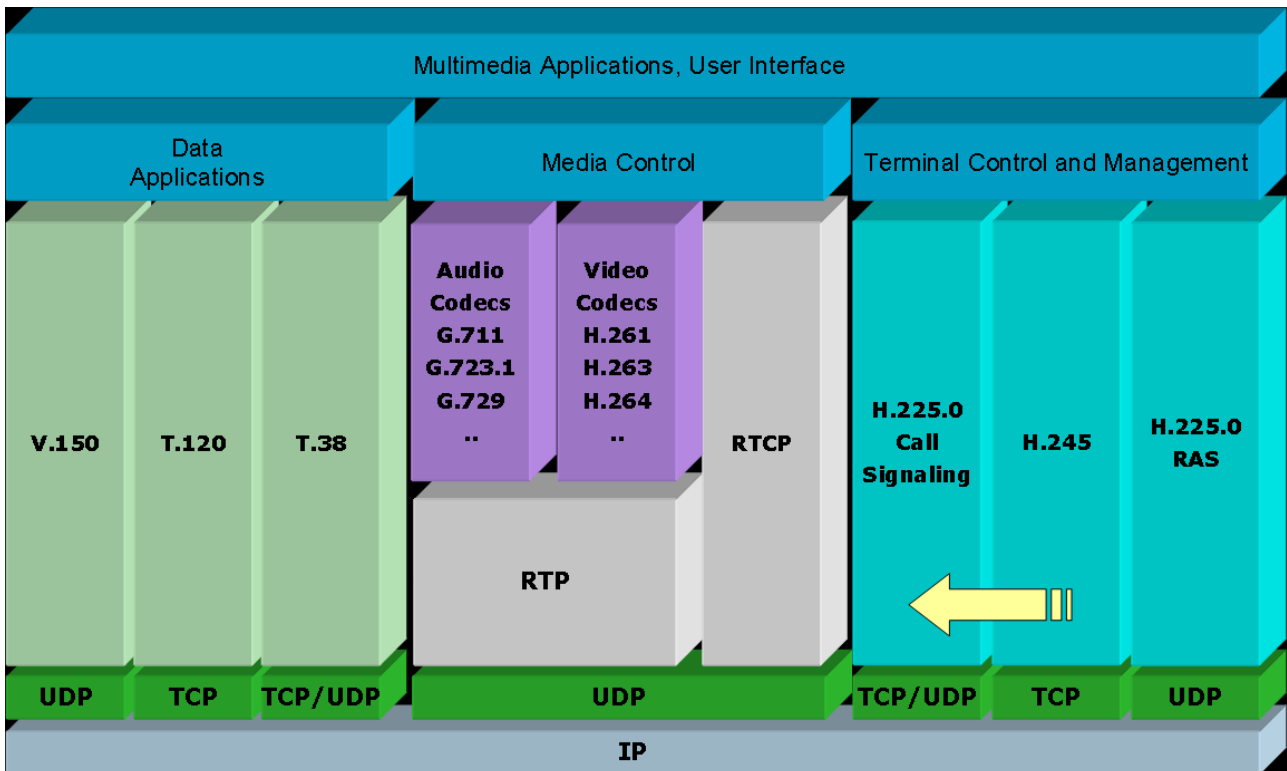
2010. 10. 07.

Tartalomjegyzék

1	H.323 protokollcsalád [4]	3
1.1	H.323 rendszer elemei és felépítése [4].....	3
1.2	Hívásjelzés és hívásvezérlő protokollok [5, 6].....	5
1.3	Adatátviteli protokoll [7].....	6
1.4	Médiaszállítási protokollok [8, 9]	6
1.5	Biztonsági protokoll [10].....	8
1.6	Kiegészítő szolgáltatási protokollok [4].....	9
1.7	H.323 rendszer hívásfelépítése, kommunikációja, kapcsolatbontása.....	9
1.7.1	H.323 rendszer hívásfelépítése [11]	10
1.7.2	H.323 rendszer kommunikációjának működése [11]	11
1.7.3	H.323 rendszer hívás lebontása [11]	11
1.8	H.323 rendszer összekapcsolása PSTN rendszerrel [12]	12
2	SIP protokoll [13]	13
2.1	SIP rendszer elemei és felépítése [14].....	13
2.2	SIP rendszer hívás felépítése [14]	14
2.3	SIP rendszer kommunikációjának működése [15]	16
2.4	SIP rendszer hívás lebontása	16
2.5	Session Description Protocol (SDP).....	17
2.6	SIP rendszer összekapcsolása PSTN rendszerrel	17
3	Kodekek.....	18
3.1	Audio kodekek [16].....	18
3.2	Kodekek hangminőségi osztályozása (MOS) [17].....	19
3.3	Videó kodekek [18, 19, 20].....	20
4	ENUM rendszer (DNS, E.164) [12]	21
4.1	ENUM rendszer elemei és felépítése [22].....	23
4.2	ENUM alkalmazások működése [22].....	24
5	Irodalomjegyzék	26

1 H.323 protokollcsalád [4]

A H.323 protokollcsalád az ITU-T (International Telecommunication Union) szabványa. Eredetileg LAN-okra fejlesztették ki multimédiás konferenciákra, de később kiterjesztették bármilyen IP alapú hálózatra. A szabvány magába foglalja mind a pont és pont közti, mind a többpont kommunikációt. A hangalkalmazásokon felül a H.323 az ITU-T T.120 szabványsorozattal együttműködve video-, ill. adatkommunikációt tesz lehetővé. A H.323 protokollszabvány jelenleg a 6-os verzióánál tart, melyet 2006 júniusában fogadtak el.



2. ábra. a H.323 protokollcsalád rétegződése, egymásra épülése

(Forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Typical_H.323_Stack.png)

1.1 H.323 rendszer elemei és felépítése [4]

A H.323 szabvány négy logikai összetevőt definiál: terminál (terminal), átjáró (gateway), kapuőr (gatekeeper) és többpont vezérlőegységek (Multipoint Control Units – MCUs). Ezek közül a kapuőr kivételével mindegyik lehet végpont.

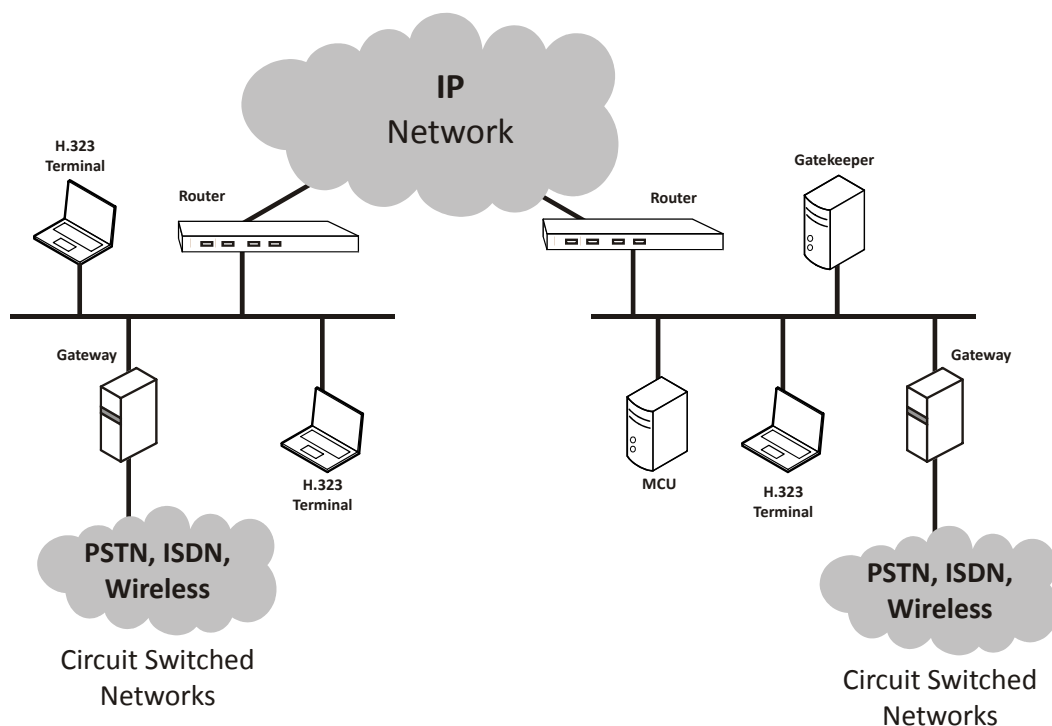
A **terminálok** minden kapcsolat végeszközei. Valósídejű kétirányú kommunikációt biztosítanak másik H.323 terminállal, átjáróval vagy MCU-val. Ez kommunikáció állhat beszédből, beszéd és adatból, beszéd és videóból vagy beszéd, video és adat kombinációjából.

Az **átjárók** létrehozzák a kapcsolatot a H.323 termináljai és a különböző protokollkészletet használó hálózatok, mint a hagyományos PSTN hálózat vagy SIP végpontok között.

A **kapuőrök** felelősek a telefonszámok és az IP címek közötti fordításért, menedzselik a sávszélességet, és a terminálok regisztrációját és autentikációját végzik. Szintén a kapuőrök biztosítják például az alábbi szolgáltatásokat is: hívásátadás, hívásátirányítás.

Az **MCU**-k felügyelik a többpont konferenciák létrehozását. Ez a kötelező Többpont Vezérlőből (Multipoint Control), ami a hívásjelzésért és a konferencia vezérlésért felel és egy választható Többpont Processzorból (Multipoint Processor), ami médiafolyam kapcsolásáért és multiplexálásáért, néhány esetben pedig a fogadott valós idejű audio/video folyamatok átkódolásáért is felel.

A H.323 szerkezetében az információcsere öt típusa engedélyezett: digitalizált hang, digitalizált video, adatok, kommunikációvezérlés (pl. információcsere a végpontok képességeiről, logikai csatornák vezérlése), kapcsolatok felügyelete (felépítés/bontás).



5. ábra. H.323 rendszer felépítése

1.2 Hívásjelzés és hívásvezérlő protokollok [5, 6]

Most röviden bemutatjuk a hívásjelzésre és vezérlésre használt protokollokat. Ezek működését illusztráljuk majd a H.323 rendszer hívásfelépítésének és bontásának bemutatásakor.

A **H.225.0** protokollnak két fő része van: a hívásjelzés és a RAS (Registration Admission Status).

A **H.225.0 hívásjelzés** protokollja a H.323 végpontok közötti kapcsolatok beállítására használatos. Ez a hívásjelzés csatornán a H.225.0 protokoll üzenetváltásokkal valósul meg. A hívásjelzés csatorna csak két H.323 végpont, vagy egy végpont és a kapuőr között nyitható. Az ITU H.225.0 ajánlása részletezi a Q.931 jelzés üzenetek használatát és támogatását. Egy megbízható (TCP) hívásvezérlő csatornát nyit egy IP hálózaton keresztül a 1720-as TCP porton. Ez a protokoll kezdeményezi a Q.931 hívásvezérlő üzenetekkel a hívások felépítést, azok fenntartását és a hívások lebontását. Ha kapuőr van a hálózatban, akkor a H.225.0 protokoll a hívás beállító üzeneteket közvetlen hívásjelzésen vagy kapuőr által irányított hívásjelzésen keresztül váltja. A kapuőr eldönti a RAS belépés üzenetcsere alatt, hogy milyen módszert választ. Ha nincs kapuőr, akkor a H.225 üzenetek közvetlen a végpontok között cserélődnek.

A **H.225.0/RAS** (Registration Admission Status) a regisztráció, belépés és státusz egy protokoll a végpontok (terminálok és átjárók) és a kapuőrök között. A RAS végzi a regisztráció, belépésvezérlés, sávszélesség változások és szétkapcsolás folyamatait a végpontok és a kapuőrök között. Egy RAS csatornát RAS üzenetek váltására használnak. Ezt a jelzés csatornát bármilyen másik csatorna létesítése előtt megnyitják egy végpont és egy kapuőr között.

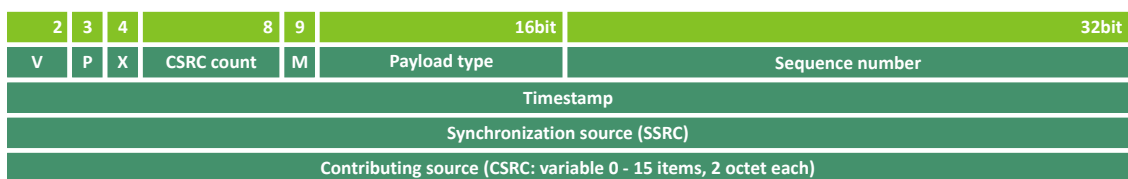
A **H.245** egy vezérlés jelző protokoll, ami üzeneteket vált kommunikáló H.323 végpontok vagy terminálok között. A H.245 vezérlés üzeneteket a H.245 vezérlés csatornán szállítják. A H.245 vezérlés csatorna állandóan nyitott a média csatornáktól eltérően. Az átvitt üzenetek magukban foglalják a terminálok képességeire (capability) és a logikai csatornák megnyitására és zárására vonatkozó üzenetváltásokat is. Miután a kapcsolat felépült a hívásjelzési folyamaton keresztül, a H.245 hívásvezérlő protokoll a hívástípusát feloldja és létrehozza a médiafolyamot, mielőtt a hívás létrejön. Ez vezérli a hívást is miután az létrejött. Meghatározza a mester-szolga viszonyt, a végpontok közötti képességeket, elvégzi a logikai csatornavezérlést, figyeli a kérés parancsokat konferenciahívások közben, folyamavezérlő parancsokat használ, a konferenciakérés- és válaszüzeneteket továbbítja, kapcsolat vége parancsot adja ki. A H.245 üzenetek az ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) kódolás szintaktikáját használják.

1.3 Adatátviteli protokoll [7]

A T.120 protokoll az ITU-T szabvány, ami kommunikációs és alkalmazási protokollból áll. Ezen protokollok egy készletét alkotja, melyeket többpont adatkonferenciákhoz és valós idejű kommunikáció létrehozásához terveztek, beleértve a többretegű protokollokat, amelyek számottevően növelik a multimédiás, MCU és kodek vezérlési képességeket. A T.120 implementáció típusától függően, lehetőségünk van olyan kapcsolatokat létrehozni, melyek során küldhetünk-fogadhatunk, ill. kompatibilis adatokat megoszthatunk egymással, mint például program megosztás vagy fájl átvitel. A T.120 kulcsfontosságú funkciói: a konferenciák létrehozása és fenntartása platformfüggettségek nélkül, több program és konferencia résztvevő kezelése, az adatok pontos és biztonságos küldése és fogadása különböző hálózati kapcsolaton keresztül. A T.120 protokoll TCP fölött szállít.

1.4 Médiaszállítási protokollok [8, 9]

A valós idejű átviteli protokollt (**RTP** – Real-Time Transport Protocol) az RFC 3550 és 3551 ajánlás definiálja. A valós idejű karakterisztikával rendelkező adatoknak biztosít végpont-végpont közti kézbesítési szolgáltatást, mint az interaktív hang, videó vagy bármilyen adat multicast vagy unicast hálózatok szolgáltatásai fölött. RTP-t az alkalmazások tipikusan az UDP-n küldik, hogy kihasználják multiplexáló és ellenőrző összeg szolgáltatásait. Az RTP maga semmilyen mechanizmussal sem szolgál, ami biztosítaná a csomagok időbeni kézbesítését, sem más minőségi követelményre vonatkozó garanciát nem ad, de megbízza az alatta levő réteg szolgáltatásait, hogy tegyék meg.



3. ábra. RTP fejléc

V - Version. 2 bit. Azonosítja az RTP verzióját.

P - Padding. 1 bit. Helykitöltés. Amikor be van állítva, a csomag tartalmaz egy vagy több hozzáadott kitöltési oktettet a csomag végén, ami nem része a szállítandó hasznos adatoknak.

X – Extension bit. 1 bit. Kiterjesztés bit. Amikor be van állítva, az állandó fejlécet pontosan egy fejléc kiterjesztés követi egy definiált formátumban.

CSRC Count – CSRC számláló. 4 bit. Az állandó fejléccet követő CSRC azonosítók számát tartalmazza.

M – Marker. Jelző bit. 1 bit. Fontos eseményeket jelez a csomagfolyamban, mint például a kerethatárokat.

Payload type – Hasznos adat típusa. 7 bit. Azonosítja az RTP átvendő adat formátumát és meghatározza az alkalmazásban való értelmezését. (Például: ITU-T G.711 formátumú hang.)

Sequence number – Sorszám. 16 bit. Eggyel növekszik minden elküldött RTP adatsomag után, és a fogadó oldalon csomagvesztés észlelésére használják, hogy visszaállítsák a csomagok sorrendjét.

Timestamp – Időbélyeg. 32 bit. Megjelöli az RTP adatsomban az első oktet mintavétel időpontját.

SSRC - Synchronization source. Szinkronizációs forrás. 32 bit. Ezt az azonosítót véletlenszerűen választják, hogy ne legyen ugyanabban az RTP kapcsolatban két szinkronizációs forrásnak ugyanaz az SSRC azonosítója.

CSRC - Contributing source. Közreműködő forrás. 32 bit. RTP mixernek hívják az olyan RTP forrást, mely több RTP forrás adatfolyamait fogja össze. A mixer a csomagba beilleszt egy listát az adatfolyamok eredeti küldőiről (SSRC azonosítók alapján), melyektől érkező csomagok alapján készíti a mixelt csomagot. Ez a CSRC lista. Példa: audio konferencia esetén a mixer így jelezheti, hogy mely forrástól érkeznek az adatsomagok. Így lehetséges, hogy bár az SSRC azonosító mindig ugyanaz (a mixer ID-ja), mégis a fogadónál megjeleníthető, hogy ki beszél.

A valós idejű szállítási vezérlő protokoll az **RTCP** – RTP Control Protocol. A vezérlő csomagok időszakosan a kapcsolat minden résztvevőjének információt adnak az átvitel minőségéről, vagyis végpont-végpont közti QoS monitorozást nyújt. Az alatta levő protokollnak szolgáltatnia kell az adat- és vezérlőcsomagok multiplexálását, például: külön UDP portszámot használ.

Az RTCP három vagy négy funkciót lát el:

1. a forrás felé visszajelzést ad az adatok elosztásának (szállításának) minőségéről, például: csomagvesztés, érkezési időköz változása (jitter).
2. a kapcsolat alatt változatlan szállítási szintű azonosítót nyújt egy RTP forrásnak, amit kanonikus névnek vagy CNAME-nek hívnak
3. az RTCP visszajelzések sávszélességének ésszerű korlátozása (ez különösen multicastnál fontos)
4. opcionális funkció, vagyis kapcsolatvezérlés információk küldhetők, mint pl.: userid



4. ábra. RTCP fejléc

V - Version. 2 bit. Azonosítja az RTCP verzióját.

P - Padding. 1 bit. Helykitöltés. Amikor be van állítva, a csomag tartalmaz egy vagy több hozzáadott kitöltési oktettet a csomag végén, ami nem része a szállítandó hasznos adatoknak.

X – Extension bit. 1 bit. Kiterjesztés bit. Amikor be van állítva, az állandó fejlécet pontosan egy fejléc kiterjesztés követi egy definiált formátumban.

RC – Report count. 5 bit. A report blokkok száma a csomagban.

Packet type – Csomag típus. 8 bit. Ez jelzi, hogy adó vagy vevő oldali a csomag.

Length – Csomaghossz. 16 bit. Az RTCP csomag hosszát mutatja.

SSRC – Az RTP csomag küldőjének véletlenszerűen választott, az adatfolyam azonosítására szolgáló szám.

Az RTCP szolgál a kapcsolat minőségének ellenőrzésére és az adók azonosítására. Minden RTP kapcsolat mellé kiépül egy RTCP kapcsolat is egy másik portra. Több RTP kapcsolat esetén (hang és kép) mindegyikhez külön RTCP kapcsolat szükséges.

1.5 Biztonsági protokoll [10]

A **H.235** a H.3xx sorozatú rendszerek biztonsági ajánlása, mely jelenleg a 4-es verzióánál tart, melyet 2005 szeptemberében fogadott el az ITU és szétbontották **H.235.0-tól H.235.9-ig**. Főleg a

H.323-, H.225.0-, H.245-, és H.460-alapú rendszerekhez szolgálat biztonsági műveleteket. H.235 alkalmazható mind az egyszerű pont-pont és többpont konferenciákhoz bármely terminálnál, ami a H.245-öt használja, mint vezérlő protokollt.

A H.235 protokollok hitelesítést, titkosítást és sértetlenséget biztosítanak a H.323 alapú rendszereknek. A H.235 inkább egy személy azonosítására használható, mint egy eszköze. A biztonsági profilok tartalmazzak: egy egyszerű jelszó alapú biztonsági profilt, egy profilt, ami digitális tanúsítványokat használ és PKI (Public Key Infrastructure) kulcscserére van utalva, valamint ezek kombinációját. Ezen biztonsági profilok használata opcionális.

A H.235 magában foglalja a szolgáltatások és a felhasznált kriptográfiai algoritmusok, valamint paramétereik (pl. kulcshossz) letárgyalásának képességét.

1.6 Kiegészítő szolgáltatási protokollok [4]

H.450.1: H.323 protokoll általános funkciói a kiegészítő szolgáltatások vezérlésére

H.450.2: Hívás átadás

H.450.3: Hívásátirányítás

H.450.4: Hívástartás

H.450.5: Hívásparkolás

H.450.6: Várakozó hívás jelzése

H.450.7: Üzenet várakozásának jelzése

H.450.8: Névazonosító szolgáltatások

H.450.9: H.323 hálózatok hívás befejezés (call completion) szolgáltatásai

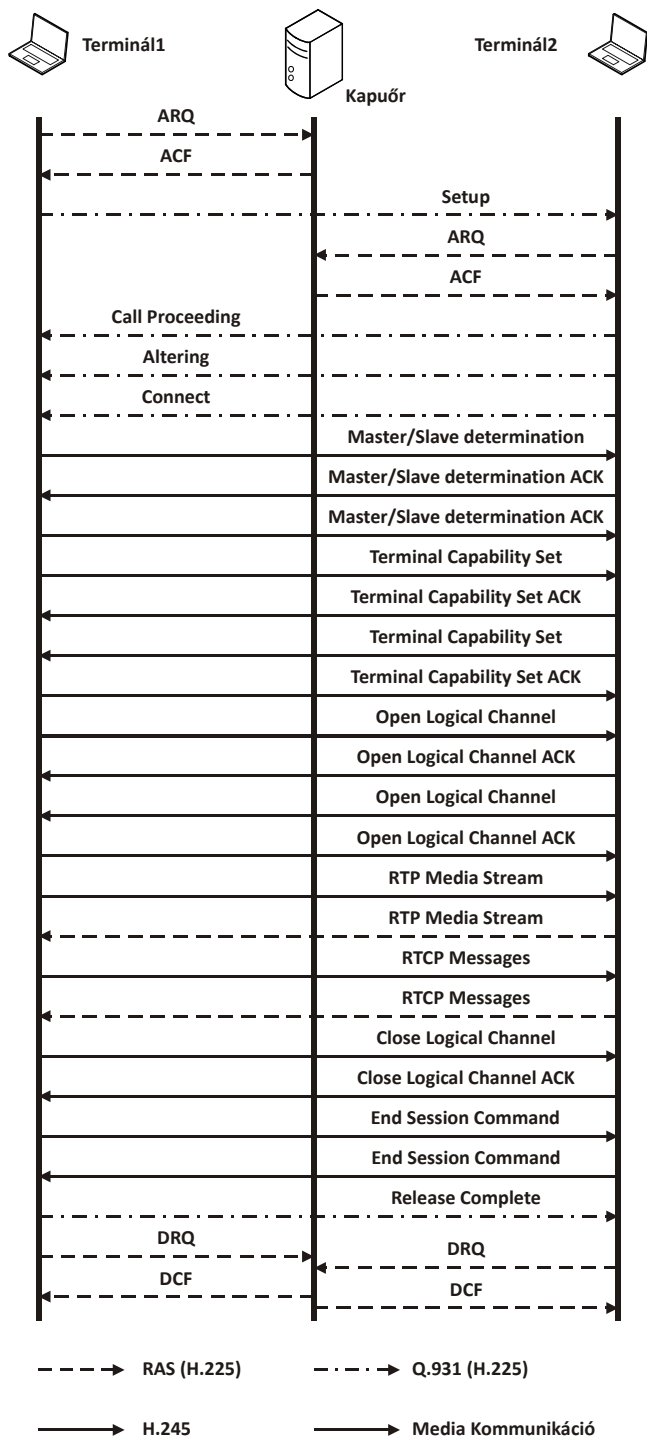
1.7 H.323 rendszer hívásfelépítése, kommunikációja, kapcsolatbontása

Itt megadunk egy vázlatos leírást, melynek célja, hogy képet adjunk a folyamatról, különös tekintettel annak bonyolultságára. A folyamat egy része ennél pontosabban, mélyebben követhető az alábbi helyen található ábrán:

http://www.eventhelix.com/realtime mantra/telecom/h323_call_flow.pdf

1.7.1 H.323 rendszer hívásfelépítése [11]

A hívásfelépítés illusztrációja a 6-os ábrán látható; mely két H.323-as terminál közötti kapcsolat felépítését (valamint a kommunikációt és a bontást) mutatja.



6. ábra. H.323 hívásfelépítés- és lebontás

Az 1-es terminál egy **RAS ARQ** (Admission Request) engedély kérése üzenetet indít a RAS csatornán keresztül a kapuőrnek, hogy ott beregisztrálja magát. A kapuőr **ACF** (Admission Confirm) engedély megadva üzenettel jelzi az 1-es terminálnak, hogy van számára szabad csatorna és regisztrálásra került. Ekkor az 1-es terminál **SETUP** üzenettel jelzi 2-es terminálnak a hívási szándékát. A 2-es terminál regisztrálja magát a kapuőrnél (RAS ARQ kérést küld, mely tartalmazza az igényelt sávszélességet is, majd RAS ACF választ kap). A 2-es terminál ezek után jelzi, hogy a hívásfelépítés folyamatban van **CALL PROCEEDING** (hívás eljárás), majd elkezd csengetni a felhasználót, és egy H.225-ös **ALERTING** (csengetés) üzenettel jelzi ezt az 1-es terminálnak, amely csengőhanggal jelzi ezt a hívó félnek. Amikor a hívott felhasználó válaszol, a 2-es terminál visszaigazolja a kapcsolat létrejöttét: Q.931 **CONNECT** (csatlakozás) üzenettel jóváhagyja a hívást, most már csak meg kell nyitni a H. 245 csatornákat és elkezdődhet a kommunikáció. A vezérlési csatornában megtörténik a mester/szolga viszony eldöntése **MASTER/SLAVE DETERMINATION** üzenettel, melyet mindkét terminál nyugtáz **MASTER SLAVE DETERMINATION ACK** üzenettel. Először az 1-es terminál küldi el a tulajdonságait **TERMINAL CAPABILITY SET** (terminál képességek) üzenettel a 2-es terminálnak, melyet a 2-es terminál nyugtáz a **TERMINAL CAPABILITY SET ACK** üzenettel, majd a 2-es küld, és az 1-es nyugtáz. Az 1-es terminál **OPEN LOGICAL CHANNEL** (logikai csatornanyitás) üzenetére a 2-es terminál **OPEN LOGICAL CHANNEL ACK** nyugtázással válaszol.

1.7.2 H.323 rendszer kommunikációjának működése [11]

Az **OPEN LOGICAL CHANNEL REQUEST / OPEN LOGICAL CHANNEL ACK** üzenetekkel a terminálok már kicserélték mind az RTCP, mind az RTP portszámokat és a socketeket is megnyitották a saját üzenetük elküldése előtt! Most már csak kommunikálni kell az RTP csatornákon keresztül... Az RTCP statisztikai adatokat szállít, amik alapján a felek hangolhatják a kódolásukat (pl. pufferméret állításával).

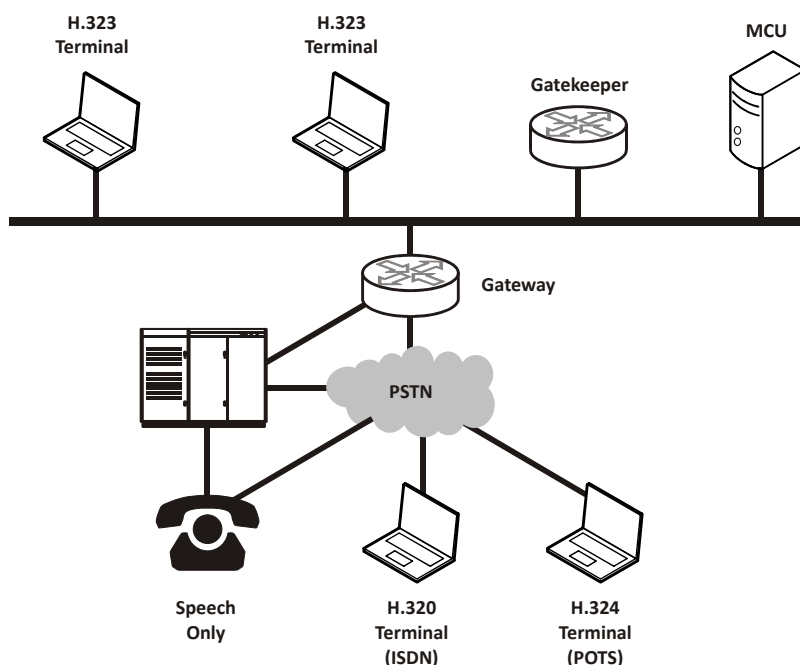
1.7.3 H.323 rendszer hívás lebontása [11]

Bármelyik terminál kezdeményezheti a hívás befejezését. A 6-os ábrán az 1-es terminál kezdeményez, így az kerül levezetésre. Az 1-es terminál **CLOSE LOGICAL CHANNEL** (logikai csatorna zárása) üzenetet küld a 2-es terminál felé. A 2-es terminál egy **CLOSE LOGICAL CHANNEL ACK** (logikai csatorna bezárása nyugta) üzenetet küld. A vezérlőcsatorna lezárására **END SESSION COMMAND** (viszony vége) parancsot ad ki mindkét terminál. Az 1-es terminál befejezi a hívás megszüntetését **RELEASE COMPLETE** (felszabadítás kész) üzenettel, amit a 2-

es terminálnak küld. Végezetül a terminálok tájékoztatják a kapuórt a sávszélesség felszabadulásáról **RAS DRQ** (disengage request, felszabadítás kérés) üzenettel, amire a terminálok megkapják a nyugtázó **DCF** (disengage confirm) üzenetet.

1.8 H.323 rendszer összekapcsolása PSTN rendszerrel [12]

Attól még, hogy a VoIP egy jól működő, viszonylag biztonságos rendszer, szükségünk lehet a már meglévő PSTN hálózat elérhetőségére is. Erre külön vásárolnunk kell egy VoIP PSTN gateway-t, mellyel a H.323 telefonunkkal képesek vagyunk analóg készüléket hívni. A VoIP PSTN gateway kicsomagolja az IP telefon által küldött adatot, majd ezt az analóg készülék számára értelmezhető formára alakítja. Ennek egy lehetséges megvalósítása a 7. ábrán látható.



7. ábra. H.323 rendszer összekapcsolása PSTN rendszerrel

2 SIP protokoll [13]

A Session Initiation Protocol (SIP) az IETF (Internet Engineering Task Force) szabványa VoIP kapcsolatok létrehozására, melyet az RFC 3261 definiál. A SIP egy alkalmazási rétegbeli protokoll, amellyel létrehozhatunk, módosíthatunk vagy befejezhetünk egy vagy több résztvevő között kapcsolatot. A SIP felépítése hasonlít a HTTP szöveg alapú kliens-szerver protokolljára. A kéréseket a kliens generálja, amiket a szervernek küld, majd a szerver feldolgozza és válaszol a kliensnek. Egy kérés és az arra adott válaszok alkotnak egy tranzakciót.

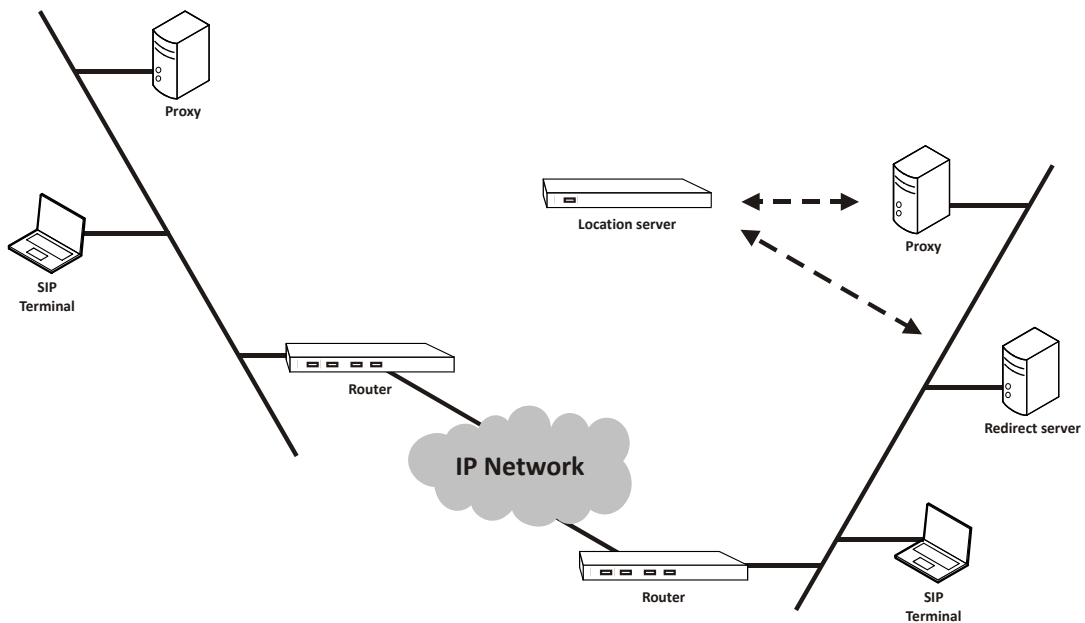
2.1 SIP rendszer elemei és felépítése [14]

Hasonlóan a H.323-as hálózati felépítéshez, a SIP hálózat is különböző alap építőelemekből tevődik össze. A felhasználói ügyfél (**user agent client** - UAC) az a logikai egység, amely SIP kéréseket állít össze és küld. Ez a szerep egyetlen tranzakcióra vonatkozik. A felhasználói kiszolgáló ügynök (**user agent server** - UAS) az a logikai egység, mely fogadja és válaszol a SIP kérésekre. A SIP kérésekre tipikusan három válasz érkezik: elfogadás, visszautasítás vagy átirányítás. Ez a szerep szintén egy tranzakció idejére korlátozódik. Egy felhasználói ügynök (**user agent** - UA) tipikusan magában foglalja mind az UAC-t, mind pedig az UAS-t. A SIP végpont mindig tartalmaz egy felhasználói ügynököt (UA), és ezen felül támogatnia kell valós idejű kétirányú kommunikációt más SIP terminállal.

A **SIP proxy** tipikus közbenső elemei a SIP hálózatnak, melyek feladata, hogy kéréseket és válaszokat továbbítsanak. Két fő típusát különböztethetjük meg: állapotinformációt tároló és nem tároló egységeket. Az állapotinformációt nem tároló proxyk kizárólag üzenetek továbbítását végzik, míg a másik típus az üzenetek feldolgozását is elvégezheti. Egy másik elem a SIP hálózatban az átirányító kiszolgáló (**redirect server**), mely SIP kérések cílcíme alapján meghatároz néhány új (lehet nulla is) lehetséges címet és ezeket visszaküldi az ügyfél számára. Ezek az átirányító kiszolgálók a proxy kiszolgálókkal ellentétben kizárólag SIP kérésekre képesek válaszolni, önmaguk nem kezdeményeznek kéréseket. A SIP hálózatokban helymeghatározás támogatására alkalmazhatnak helymeghatározó szolgáltatást (**location service**) is. Ez a logikai egység nyújt információt mind a proxy, mind pedig az átirányító kiszolgálóknak a végfelhasználó helyzetét illetően. Tipikus megvalósításában egybeépítik valamely más SIP szolgálattal (proxy vagy átirányító kiszolgáló).

A rendszer elemeiről ennél jobb leírás van az alábbi dokumentum 3. oldalának alján:

http://www.tilb.sze.hu/tilb/targyak/NGB_TA027_1/SIP_H323_elmelet.pdf



8. ábra. SIP rendszer felépítése

2.2 SIP rendszer hívás felépítése [14]

A SIP hívásfelépítéshez először tisztáznunk kell az üzenetek fajtáit.

SIP kliensek hat fajta kérdéstípust küldhetnek a szerverek felé:

- INVITE - Híváskezdeményezési üzenet, melyben a hívó fél közli preferenciáit: kommunikációs médium, port számok, stb.
- ACK - Híváskezdeményezés megerősítése (elfogadása); szintén tartalmazza a fogadó fél preferenciáit (lásd INVITE)
- OPTIONS - Kiszolgáló által nyújtott szolgáltatások lekérdezése
- REGISTER - A felhasználói elérhetőség bejegyzése szerverekbe
- BYE - Hívásbontás
- CANCEL - Egy sikertelen felhasználó felderítés lezárása

A fenti kérésekre szintén hat fajta válaszüzenet érkezik:

- 1xx – Információközlésre (information)

- 2xx - Kérés elfogadva (successful)
- 3xx - Átirányítás (redirection)
- 4xx - Kérés elutasítva (request failure)
- 5xx - Szerver hiba (server failure)
- 6xx - Globális hiba (global failure)

Ezek közül néhány a teljesség igénye nélkül:

100 – Trying (informational)

180 – Ringing (informational)

200 – OK (success)

305 – Use proxy (redirection)

400 – Bad request (client error)

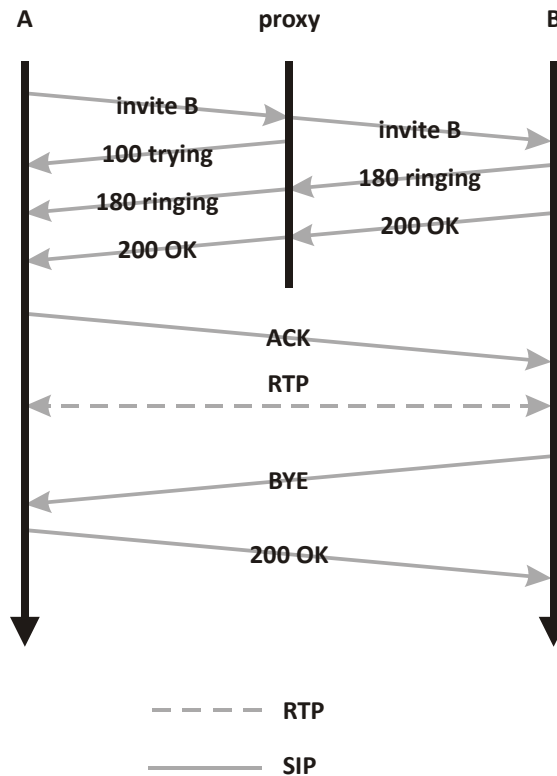
502 – Bad gateway (server error)

606 – Not acceptable (global failures)

Az alábbiakban az egy domainen belüli hívásfelépítés folyamatát mutatom be, mivel a későbbiekben bemutatásra kerülő méréseim során is egy domainen belül dolgoztam. Ez látható a 9. ábrán.

Az **A** SIP kliens az **INVITE B** üzenettel megkezdi a kapcsolat felépítést egy SIP proxy szerver felé. Ez a proxy szerver egy új **INVITE B** üzenetet küld a **B** SIP kliens felé, valamint az **A** kliensnek küld egy **100 TRYING** válaszüzenetet visszajelezve, hogy a kapcsolatépítés folyamatban van. Ezután **B** kliens egy **180 RINGING** válaszüzenettel jelez vissza a proxy felé, hogy a hívás kicseng, majd ezt az üzenetet a proxy is elküldi az **A** kliensnek. Miután a **B** kliens egy **200 OK** üzenettel jelzi a proxy felé, hogy minden rendben ezt a proxy is jelzi az **A** kliens felé. Végül az **A** kliens egy közvetlenül **B** kliensnek küldött ACK üzenettel nyugtázza a kapcsolatot. Az ACK üzenet megérkezésével tekinthetjük a hívást kiépültnek.

Ennél általánosabb esetet mutat be [14] 69. oldalán levő 3.5.4. ábra (leírás a 70. oldalon)! Még érthetőbb: http://www.tilb.sze.hu/tilb/targyak/NGB_TA027_1/SIP_H323_elmelet.pdf (4. o.)



9. ábra. SIP hívásfelépítés és híváslebontás

2.3 SIP rendszer kommunikációjának működése [15]

Miután a hívás felépült, az audio és videó beviteli eszközökről mintavételezést és konvertálást kell végrehajtanunk digitális formátumra. A mintavételezett adatokat RTP protokollkeretbe csomagoljuk. Az RTP egy speciálisan csomagkapcsolt környezetre tervezett adatátviteli forma, ami UDP átviteli közegben utazik. Az RTP csomagok átvitele során az RTCP protokollt használjuk az átvitel minőségének megfigyelésére. A SIP alapértelmezetten az 5060-as porton kommunikál, de beállíthatunk más portszámot is.

2.4 SIP rendszer hívás lebontása

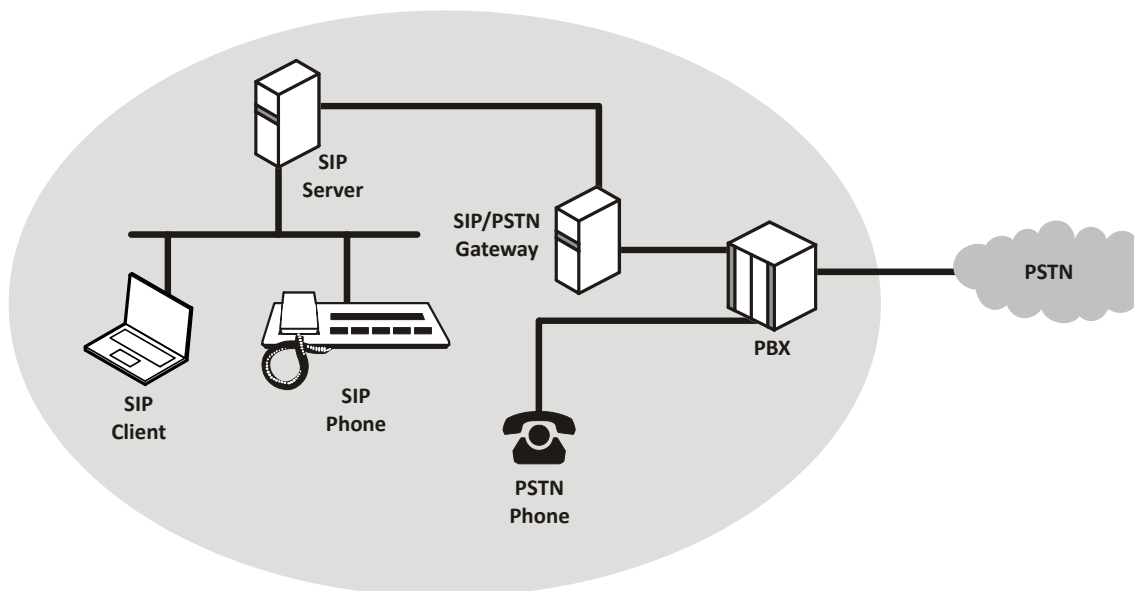
A SIP híváslebontása a 9. ábrán látható módon zajlik, ami nagyon egyszerűvé és ezzel gyorsá is teszi ezt a műveletet is. Mindössze két üzenetből áll. B kliens egy BYE üzenetet küld az A kliensnek, aki 200 OK üzenettel jelzi, hogy vette és minden rendben.

2.5 Session Description Protocol (SDP)

Az SDP-t több célra is lehet használni, itt most egyik célja az, hogy a kommunikáló felek megegyezzenek a kapcsolat paramétereiben (pl. média típus, formátum, stb.). A részletekkel most nem foglalkozunk.

2.6 SIP rendszer összekapcsolása PSTN rendszerrel

Amennyiben SIP rendszerből szeretnénk PSTN rendszerbe hívást kezdeményezni, ez a következő eszközökön keresztül történik. SIP klientsől, SIP szerveren át, egy SIP/PSTN hálózati átjárón keresztül, egy PBX (telefonközpont) továbbítja a hívást az analóg telefonnak, illetve a PSTN hálózaton keresztül bármely vezetékes vagy mobil telefonszám hívható. Ezt a 10. ábra szemlélteti.



10. ábra. SIP rendszer összekapcsolása PSTN rendszerrel

Ebben az esetben a SIP server (más néven proxy) fogja a SIP hívó IP címét E.164-es formátumra (szabványos nemzetközi PSTN telefonszámok) konvertálni.

3 Kodekek

A kodek (kódoló/dekódoló) az analóg jeleket digitális bitfolyammá alakítja és egy másik azonos kodek a kommunikációs csatorna másik oldalán a digitális bitfolyamot visszaalakítja analóg jellé. A VoIP világában a kodekeket hang vagy videó tömörítésére használják IP hálózat fölötti átvitelhez, amellyel sávszélességet tudunk spórolni. Némelyik kodek támogatja a csenddetektálást, ahol beszéd közben a csend nem kerül kódolásra vagy átvitelre, ezzel is további sávszélességet takarítva meg.

3.1 Audio kodekek [16]

A **G.711** audió kodek az ITU-T szabványa beszédkódolásra, dinamika kompresszióval. A G.711 logaritmusos Pulzuskód Modulációval (PCM – Pulse Code Modulation) 8000 minta/mp mintavételezési frekvenciával hangmintákat vesz, mely dinamika kompresszió után végül 64 kbps sávszélességet igényel. Két fő tömörítési algoritmust határoztak meg a szabványban, az egyik a „ μ -law” algoritmus, amelyiket Észak-Amerikában és Japánban használnak, valamint az „A-law” algoritmust, melyet Európában és a világ többi részében használnak. Mindkettő logaritmusos, de az „A-law”-t számítógépek számára az egyszerűbb feldolgozhatóság miatt tervezték. A „ μ -law” algoritmus 14, míg az „A-law” algoritmus 13 bites előjeles lineáris PCM mintákat, 8 bites logaritmusos mintákba tömörítik. Mindkét kodek nagyon hasonló egymáshoz, de szubjektív tesztek azt mutatták, hogy az „A-law” algoritmus kissé jobbnak hangzott nem optimális teljesítmény mellett (csomagvesztés, késések), így válasszuk ezt, amennyiben van rá lehetőségünk.

A **G.723** is az ITU-T által kifejlesztett beszéd kodek. A G.721 ajánlás kiterjesztése, ami Alkalmazkodó Differenciális Pulzuskód Modulációt (ADPCM - Adaptive Differential Pulse Code Modulation) használ, amely 24 és 40 kbps sávszélesség igényű adatfolyamot hoz létre az alkalmazások számára.

A **G.723.1** egy beszéd kodek, ami a tömörített hangokat 30 ms-os keretekben továbbítja. A teljes algoritmikus késleltetés 37,5 ms, amiből 7,5 ms előzetes mintavétel. Kétféle bitrátával dolgozik: 6.3 kbps, ami 24 bájtos keretet és MP-MLQ (Multi-Pulse Maximum Likelihood Quantization) algoritmust használ vagy 5.3 kbps, ami 20 bájtos keretet és ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction) algoritmust használ.

A **G.726** az ITU-T által szabványosított ADPCM kódolást használó beszédkodek, ami a következő bitrátákat használhatja: 16, 24, 32, 40 kbps. A leggyakrabban használt bitráta a 32 kbps,

ami a G.711 bitebességének pont a fele, vagyis egy hálózat kapacitása duplájára növelhető ennek használatával.

A **G.728** az ITU-T beszédkódoló szabványa, amely 16 kbps-os bitebességgel működik 8 KHz-es mintavételi frekvencián. LD-CELP (Low-Delay Code Excited Linear Prediction) technológiát használ, ami más néven az alacsony késleltetésű kód gerjesztett lineáris jóslás. A kodek késleltetése csupán 5 minta (0.625 ms). A G.728 népszerűsége videó, mobil és műholdas alkalmazások terén nő, mióta kb. hasonló hangminőséget biztosít a G.726 32 kbps bitrátájával szemben, feleakkora sáv szélesség használat mellett.

A **G.729** beszéd kodek 8 kbps-os bitebességű, az ITU-T által szabványosított (CS-ACELP - Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear Prediction) Konjugált-Struktúrájú Algebrai Kód Gerjesztett Lineáris Jóslás beszédtömörítő algoritmust használ. A G.729 magas minőséget, robusztus beszédteljesítményt a bonyolultsága árán kínál. Bemenetére 10ms-os keretek szükségesek, amiből 80 bit hosszúságú kereteket generál. 10 ms tartamú keretekkel dolgozik és ezen felül 5ms előzetes mintavétellel, így a teljes algoritmikus késleltetés 15 ms. Ennek az algoritmusnak a ki/bemenete 16 bites lineáris PCM mintákat konvertál 8 kbps-os tömörített adatfolyammá.

A G.729 ANNEX-A részletezi a **G.729A** kódolót több egyszerűsítéssel és a dekódoló által végzett utószűrést. Ezek a módosítások kicsivel rosszabb hangminőséget eredményezhetnek.

A G.729 ANNEX-B a **G.729B** kódolót definiálja, ami a nem folyamatos átvitel (DTX – Discontinuous Transmission), hang aktivitás detektor (VAD – **Voice Activity Detection**) és kényelmi zaj generálás (CNG – **Comfort Noise Generation**) által csökkenti a sáv szélesség használatot úgy, hogy a beszédmentes időszakokban nem visz át adatokat.

3.2 Kodekek hangminőségi osztályozása (MOS) [17]

Mindegyik kodek bizonyos minőségű beszédérthetőséget nyújt. A közvetített beszéd minősége a hallgató szubjektív véleménye. Egy közös etalont használnak a jellegzetes kodekek által tömörített hang minőségének meghatározására, ez a vélemények átlagpontszáma (MOS – Mean Opinion Score). A használók széles köre ítéli meg egy hangminta minőségét (akik bizonyos kodeket használnak) egy 1-től (rossz) 5-ig (kiváló) terjedő skálán. A pontszámokat átlagolják, így kapják meg az ehhez a mintához tartozó MOS értéket. Az 1-től 5-ig terjedő MOS értékhez tartozó szöveges

értékelés megtalálható: http://en.wikipedia.org/wiki/Mean_opinion_score. Az 1. táblázat mutatja a korábban részletezett kodekek MOS pontszámait.

Tömörítési eljárás	Bitráta (kbps)	MOS pontszám	Tömörítési késés (ms)
G.711 PCM	64	4,1	0,75
G.726 ADPCM	32	3,85	1
G.728 LD-CELP	16	3,61	3-5
G.729 CS-ACELP	8	3,92	10
G.729a CS-ACELP	8	3,7	10
G.723.1 MP-MLQ	6,3	3,9	30
G.723.1 ACELP	5,3	3,65	30

1. táblázat. Kodekek MOS osztályozása

3.3 Videó kodekek [18, 19, 20]

A H.261 az ITU által szabványosított videó kódoló eljárás videó hívásokhoz és videó konferenciákhoz. A 64 kbps ill. $p \times 64$ kbps (ahol p 1 és 30 közötti egész szám) adatsebességű hálózatokra tervezték. Ezek az adatsebességek az ISDN (Integrated Services Digital Network) vonalakhoz illenek, amire ezt a videó kodeket eredetileg tervezték. A H.261 a videó folyamat az RTP protokollt használva szállítja.

A H.263 a H.261 protokollon alapuló továbbfejlesztett kodek, ami azonos videó minőséget biztosít, mint a H.261, de csak fele akkora sáv szélesség lefoglalásával. Tény, hogy a H.263 nagyjából leváltotta a H.261-et és mindkettő az RTP-t használja a videó folyamatok szállítására.

A H.264/MPEG-4 másneven AVC (Advanced Video Coding), amely az ITU és az ISO (International Organization for Standardization) közös fejlesztése. A H.264 videó kodeknek széles felhasználhatósága lefedi a digitális tömörített videókat, kezdve az alacsony sebességet használó internetes alkalmazásoktól egészen a HDTV (High-Definition Television) műsorszóráson át a Digitális Mozi alkalmazások közel veszteségmentes kódolásáig. A H.264-et egyszerű videó kódolásként tervezték, növelt tömörítési teljesítménnyel, hogy hálózatbarát videó megjelenítést szolgáltatson. A szállítási protokollja szintén az RTP.

4 ENUM rendszer (DNS, E.164) [12]

Ahhoz, hogy elérjük a SIP, H.323 hálózatokban lévő VoIP készülékekről a PSTN hálózatokban lévőket, szükségünk van DNS (Domain Name System) használatára. A PSTN telefonok telefonszámát az ITU-T E.164 írja le (legalábbis az ország hívó kódokat, Magyarorszáé a +36). Az RFC 3761 leírja, hogyan lehet egy ENUM (tElephone NUmber Mapping) (e.164) számot DNS segítségével feloldani. Az RFC a következő példával mutatja be: A e.164-nek megfelelő +442079460148 telefonszám elől eltávolítjuk a „+”-t, az így kapott 442079460148 szám számjegyei közé pontokat teszünk és „megfordítjuk”, 8.4.1.0.6.4.9.7.0.2.4.4 ezt kiegészítjük az .e164.arpa domainnel, ezzel a PTR rekordokat is tartalmazó arpa. TLD (Top Level Domain) része lesz. Ezután DNS szerverben NAPTR (Naming Authority Pointer) rekordként bejegyezhetjük a következőképp:

```
$ORIGIN 8.4.1.0.6.4.9.7.0.2.4.4.e164.arpa.
```

```
NAPTR 10 100 "u" "E2U+sip" "!^.*$!sip:info@example.com!" .
```

```
NAPTR 10 101 "u" "E2U+h323" "!^.*$!h323:info@example.com!" .
```

```
NAPTR 10 102 "u" "E2U+msg" "!^.*$!mailto:info@example.com!" .
```

A NAPTR egy újabb DNS rekord, ezzel adhatunk meg egy telefonszámhoz URN-t (Uniform Resource Name). Példánkban először SIP, majd H.323 legvégül SMTP URN-t ad vissza a DNS szerver – ez NEM a leírt sorrendtől függ, lásd: szintaktika! Elvileg bármennyi NAPTR bejegyzés tartozhat egy rekordhoz.

Szintaktika (RFC 3761):

NAPTR Preference Order Flag ServiceParameters Services

Order (100, 101, 102): sorrendet határoz meg: a kisebb értéket kell először választani (a kliens köteles ezt tenni).

Preference (10): azonos sorrend érték (pl. 2db 100-as) esetén preferencia érték lenne, de a kliens nem köteles ennek alapján dönteni.

Flag ("u"): az átírásban terminális szabály: amit kaptunk az végeredmény!

ServiceParameters (pl. "E2U+sip",): Itt a sip, h323 és msg az IANA-nál regisztrált típusok.

Ha pl. sip van, akkor elvileg nem kötelező, de igen-igen tanácsos "sip:.." URI-t megadni.

Services (pl. "!^.*\$!sip:info@example.com!") A "!" határoló karakter. Reguláris kifejezéssel

adjuk meg, hogy mit mire kell átírni. Jelen esetben: sor elejétől a sor végéig cserélünk mindent a megadott URN-re.

Példaként a magyar E.164 tartomány (+36) névszerverei (és lekérdezésük módja):

```
lencse@dev:~$ host -t ns 6.3.e164.arpa
```

```
6.3.e164.arpa name server ns.nic.hu.
```

```
6.3.e164.arpa name server ns1.nic.hu.
```

Mivel a DNS nem biztonságos protokoll, egy hívás közben, ha PSTN telefont hívunk, a névfeloldás nyílt szöveg alapú volta miatt egyszerűen megszerezhetik a hívott számát.

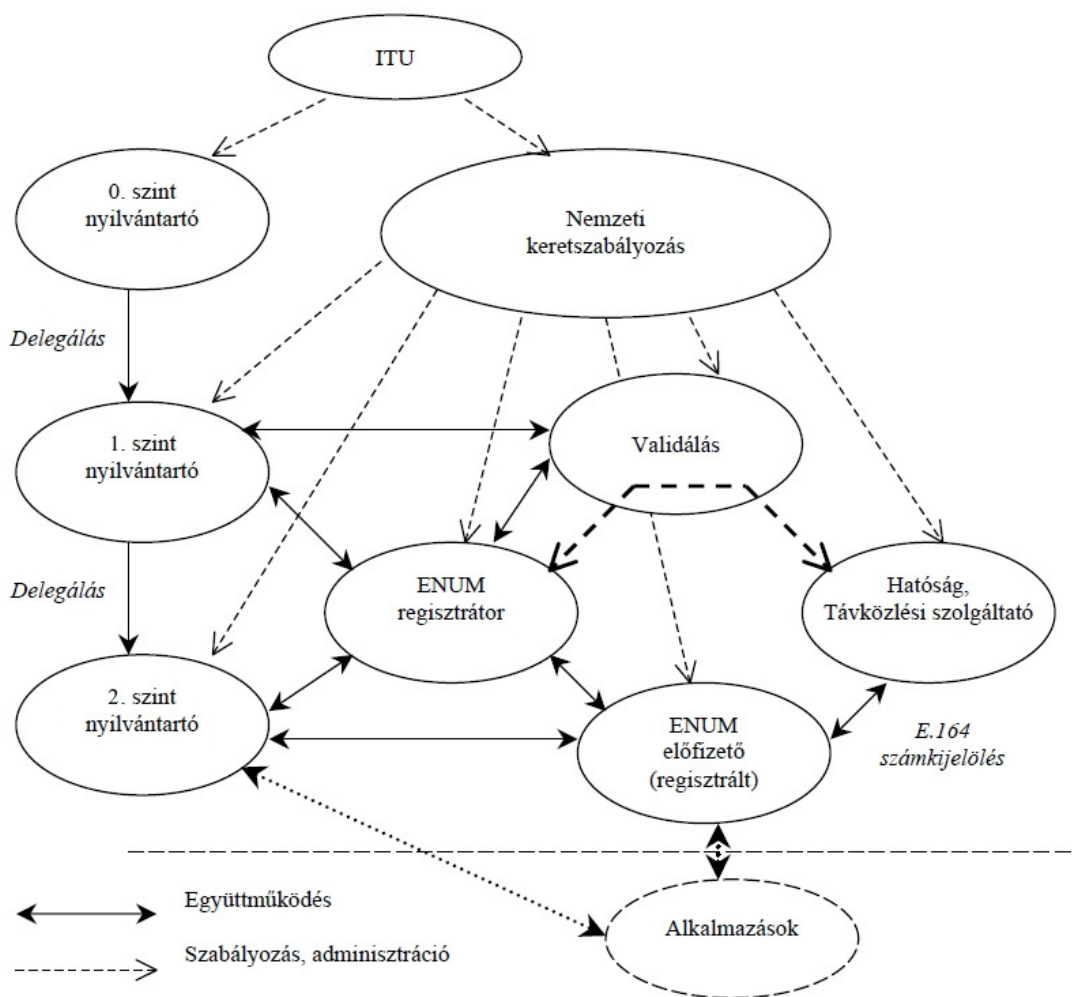
A jelenlegi problémák a DNS-sel és ez nem csak az ENUM feloldásra érvényes:

- Csomag elfogás (lehallgatás)
- ID becslés, jóslás (hamisításhoz)
- Név alapú
- Védett szerver elhagyása
- Szolgáltatás megtagadás
- Erőforrás rekord hiánya

A fenti hibák majd mindegyike ellen védekezhetünk a DNSSEC-el, – ez jelenleg még nem elfogadott technológia és állandóan változik – egyedül a DoS (Denial of Service - szolgáltatás megtagadás), mely ellen a DNSSEC nem fog védeni.

4.1 ENUM rendszer elemei és felépítése [22]

Az ENUM gyökér (.e164.arpa) két részből, az e164 domainből és az arpa domainből áll. Az internetes szervezetek (ICANN - Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, IANA - Internet Assigned Numbers Authority, IETF - Internet Engineering Task Force, ISOC - Internet Society és IAB - Internet Architecture Board) és az ITU közötti egyeztetés eredményeképpen az e164.arpa domaint a RIPE NCC (Réseaux IP Européens Network Control Center) kezelésébe adták azzal, hogy a RIPE NCC pedig az ITU-val egyeztetve, annak hozzájárulásával végzi a .e164.arpa alá a domainek delegálását.



11. ábra. Az ENUM rendszer

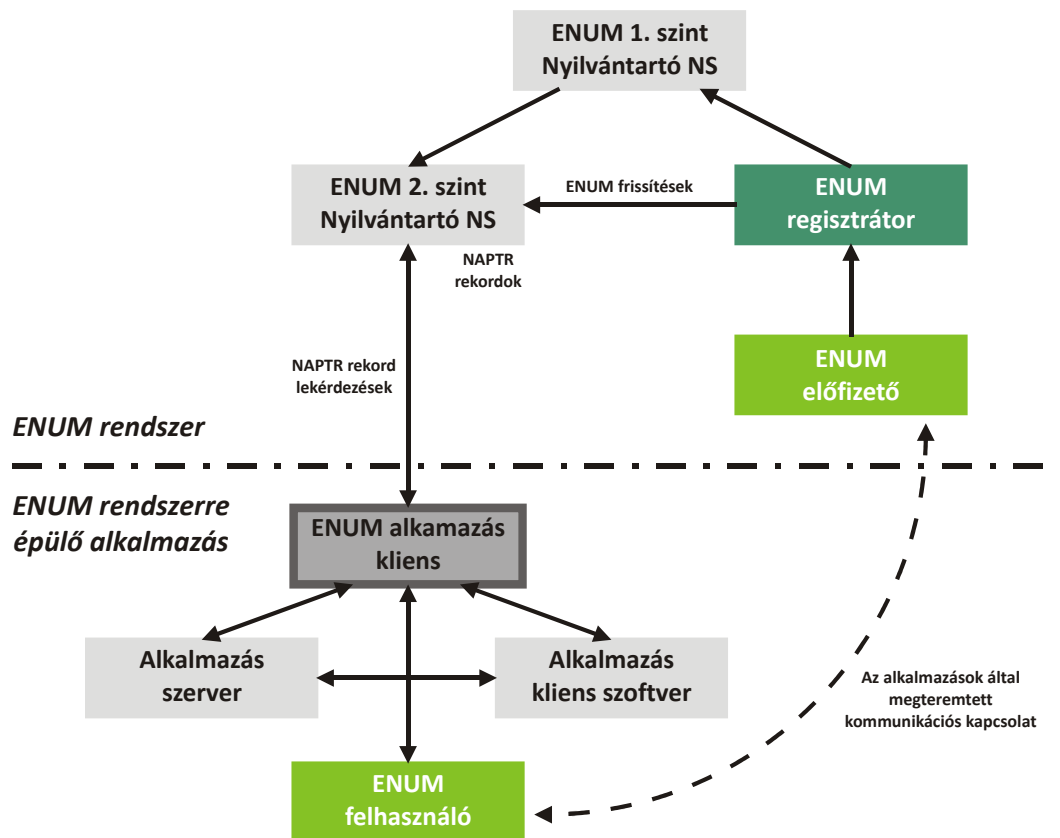
Az ITU minden egyes E.164 szerinti országkód számnak megfelelő tagállam hozzájárulása után engedélyezi az adott számhoz tartozó domain delegálását a tagállam által megjelölt nyilvántartónak a RIPE NCC-n keresztül. A RIPE NCC ellenőrzi és felügyeli a műszaki feltételek meglétét, és amennyiben a nyilvántartó a műszaki feltételeket teljesíti, a delegálást elvégzi.

Különböző szintű nyilvántartók kezelik az ENUM-hoz tartozó domaineiket. A **0. szintű nyilvántartót** az ENUM gyökér megnevezésére vezette be az ITU, amely szint kezelése nincs az ország hatáskörében. Az **1. szintű nyilvántartót** az ország hívószámához tartozó szint megnevezésére vezették be. A nyilvántartó fenntartja az E.164 országkód szintű domainhez tartozó autoritativ névszervereket és zónafájlt. A **2. szintű nyilvántartókat** a regisztrált aldomainek kezelésére vezette be az ITU. Szükség van valamilyen **felügyelő testületre** is. Egy ilyen felügyelő testület tagjai lehetnek a szabályozó és felügyelő intézmények képviselői (minisztérium, hatóság, Internetes önszabályozó szervezetek), a szolgáltatók (internet szolgáltatók, vezetékes és mobil szolgáltatók, nyilvántartó és regisztrátorok) és a felhasználók képviselői, továbbá független műszaki és jogi szakértők is. Az ENUM domain nevet regisztrálni kívánó jogi vagy természetes személyek (a regisztráltak) a **regisztrátorokhoz** fordulhatnak az ügyintézés, a szolgáltatás megrendelése, fenntartása, illetve lemondása érdekében. A **hitelesítő** állapítja meg, hogy valamilyen jogi vagy természetes személy használatában van-e az a telefonszám, amelyhez kapcsolódó ENUM domain regisztrációját igényli. Az **NS szolgáltató** a regisztrált megbízása alapján fenntartja a NAPTR rekordokat szolgáltató névszerver(ek)e)t. A **regisztráltak** azok a jogi vagy természetes személyek, akik úgy döntenek, hogy telefonszámuknak megfelelő ENUM domaint kívánnak regisztráltatni.

4.2 ENUM alkalmazások működése [22]

Nézzük meg az ENUM alkalmazások működési modelljét. Egy tipikus ENUM alkalmazás működése a következő (12. ábra):

1. Az alkalmazás (azaz az ENUM kliens) előállítja az E.164 formátumú számból a domain nevet. Pl.: $+36\ 1\ 234\ 5678 \rightarrow 8.7.6.5.4.3.2.1.6.3.\ e164.arpa$
2. Az ENUM kliens szoftver egy DNS lekérdezést indít az előállított domain névre.
3. A lekérdezésre válaszul az ENUM a helyi névkiszolgálótól, de természetesen az ENUM nyilvántartók névszervereitől származó információból megkapja az adott zónafájltban tárolt, kért domain névhez tartozó erőforrás (NAPTR) rekordokat.
4. Az alkalmazás az NAPTR rekordok közül kikeresi az adott típusú szolgáltatásra vonatkozó bejegyzéseket.
5. A bejegyzések tartalma alapján – amennyiben az adott szolgáltatás megvalósításához szükség van rá – további hagyományos, domain név \rightarrow IP cím feloldó lekérdezéseket kezdeményez.



12. ábra. ENUM alkalmazás általános működési sémája

Fontos kiemelni, hogy az ENUM a szolgáltatások szempontjából teljesen nyílt, mindenki olyan szolgáltatást, ill. hozzá tartozó NAPTR rekordot definiálhat, amit szeretne. Az egyes szolgáltatásokhoz tárolandó információ, ill. a tárolás formátuma jelenleg szabvány által nem szabályozott.

5 Irodalomjegyzék

- [1] OSI modell – Wikipedia - http://en.wikipedia.org/wiki/Osi_model
- [2] QoS – VoIP-Info - <http://www.voip-info.org/wiki/view/QoS>
- [3] VoIP – Javvin - <http://www.javvin.com/protocolVOIP.html>
- [4] H.323: ITU-T VOIP Protocols Overview – Network Dictionary - <http://www.networkdictionary.com/protocols/h323.php>
- [5] H.225 – Javvin - <http://www.javvin.com/protocolH225.html>
- [6] H.245 – Javvin - <http://www.javvin.com/protocolH245.html>
- [7] T.120 – Javvin - <http://www.javvin.com/protocol/T120.html>
- [8] RTP – Javvin - <http://www.javvin.com/protocolRTP.html>
- [9] RTCP – Javvin - <http://www.javvin.com/protocolRTCP.html>
- [10] H.235 – Javvin - <http://www.javvin.com/protocolH235.html>
- [11] Kommunikációs Rendszerek Programozása (oktatási segédlet)– Derka István - https://www.tilb.sze.hu/cgi-bin/tilb.cgi?0=m&1=targyak&2=x&azonosito=NGB_TA024_1&3=kommrend.pdf
- [12] Protokollok és szoftverek - SIP és H.323 elmélet: VoIP jegyzet - www.tilb.sze.hu/tilb/targyak/NGB_TA027_1/SIP_H323_elmelet.pdf
- [13] SIP – Javvin - <http://www.javvin.com/protocol/SIP.html>
- [14] Távközlő Hálózatok és Informatikai Szolgáltatások c. online könyv 2007.- Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület, Dr. Lajtha György - <http://www.hte.hu/hte2007/data/upload/File/online/THIS/3.pdf>
- [15] Valós idejű kommunikációs Protokollok – Animare Software Online szoftverfejlesztői magazin - <http://www.softwareonline.hu/Article/View.aspx?id=3890>
- [16] Audio Kodekek – Wikipedia - http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_codecs
- [17] MOS – Cisco - http://www.cisco.com/en/US/tech/tk1077/technologies_tech_note09186a00800b6710.shtml#mos
- [18] H.261 – Javvin - <http://www.javvin.com/protocol/H261.html>
- [19] H.263 – Javvin - <http://www.javvin.com/protocol/H263.html>
- [20] H.264 – Javvin - <http://www.javvin.com/protocol/H264.html>
- [21] SCCP – Javvin - <http://www.javvin.com/protocolSCCP.html>
- [22] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Informatikai Központ – „Az ENUM hazai megvalósításának előkészítése” (tanulmány) 2004.02.15. - <http://www.nhh.hu/dokumentum.php?cid=8930>