

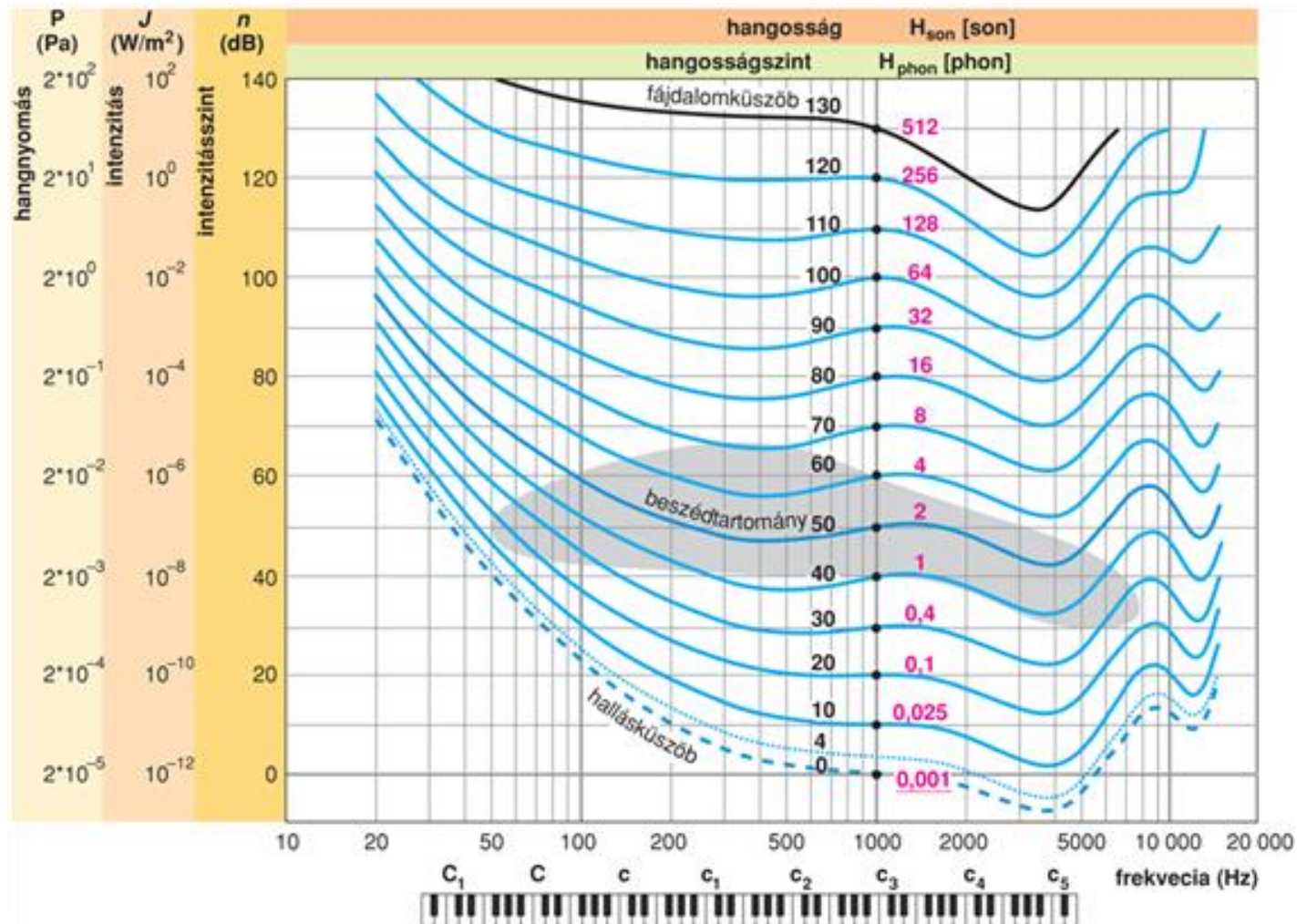
# Voice over IP (VOIP)

Dr. Répás Sándor

# Analóg jel digitalizálása

- Mintavételezés
  - Időben diszkrét, amplitúdóban folyamatos jel előállítása
  - Shannon–Nyquist-féle mintavételezési tétel
    - A mintavételezés frekvenciája legalább a jelben szereplő maximális frekvencia kétszerese kell, hogy legyen
    - Sávkorlátozás
    - Aliasing jelenség
- Kvantálás
  - Amplitúdóban diszkrét jel előállítása
  - Kvantálási zaj
- Kvantálási zaj csökkentése (előtorzítás)
- Sávszélesség csökkentése
  - Kevesebb átviendő adat, alacsony minőségromlással
  - Tömörítés
    - Veszteségnélküli
    - Veszteséges
  - Csend elnyomás (Silence Suppression), hang/beszéd detektálás (VAD, SAD); (Comfort noise)

# Szinuszos hangok azonos hangosság szint görbéi



# Problémák

- Késleltetés
  - Két irányú kommunikációhoz
    - Ajánlott: max. 150ms (ITU-T\_G.114, egy irányú)
    - Elfogadható: max. 400ms
  - Streaminghez
    - Jóval nagyobb
    - Ajánlott 10s alatt (ITU-T\_G.1010)
  - Kodek
  - Átviteli út
  - Jitter buffer
- Késleltetés változás (jitter)
  - Csomagok darabolása
  - Csomagok prioritizálása
- Visszhang

# Kodekek

- CODEC: COder DECoder
- Mean Opinion Score (MOS)
  - A telefonos kapcsolatok hangminőségének osztályozási rendszere
  - 1-5 skála
- Multiple Stimuli with Hidden Reference and Anchor (MUSHRA)
  - Veszteséges audiókodekek minőségének osztályozására
  - ITU-R BS.1534-3 ajánlás
  - 1-100 skála
- Transzkódolás

# Kodekek

- Hullámforma kódolás
  - Analóg jel alakjának megőrzése
  - Nagy átviteli kapacitást igényel
- Vokóder
  - Beszédre jellemző paraméterek kiválasztása, továbbítása
  - Beszéd szintetizálása (robot szerű hangzás)
  - Alacsony átviteli kapacitást igényel
- Hibrid kódolók
  - Előző kettő ötvözése (lehetőleg előnyös tulajdonságok)

# Hangátvitel

Elnevezés	Mintavétel	Használható sávszélesség
Keskenysáv (narrowband)	8kHz	300-3.400Hz (telefon)
Széles sáv (wideband)	16kHz	50-7.000Hz (AM rádió)
Szuperszéles sáv (super wideband)	32kHz	50-14.000Hz (FM rádió)
Teljes sáv (fullband)	44.1kHz-től	20-20.000Hz (CD)

# MOS

Pontszám	Minőség	Minőségromlás
5	Kiváló	Nem észlelhető
4	Jó	Észrevehető, de nem bosszantó
3	Elfogadható	Enyhén bosszantó
2	Gyenge	Idegesítő
1	Rossz	Nagyon idegesítő



# Néhány kodek

CODEC	Bitráta (kbps)	Mintavétel mérete (Byte)	Mintavétel ideje (ms)	MOS	Igényelt sávszél. Ethernet (kbps)	Szabad	
G.711 (u/a)	64	80	10	4,1	87,2	Igen	1988 (1972)
G.726 ADPCM	32	20	5	3,9	55,2	Igen	1990
G.728 LD-CELP	16	10	5	3,6	31,5	Igen	1992 1994
G.722	64	80	10	4,1	87,2	Igen	1988
GSM-EFR	12,2		20/30	4		Nem	1996
GSM-FR	13		20	3,7		Igen	1987
GSM-HR	5,6		20	3,5		Nem	1994
iLBC	15,2 13,33	38/50	20/30	4,1	38,4/28,8	Igen	2004
Speex	2,15- 44,2					Igen	2003 2016

# Síkok

- Adat
- Vezérlés/Jelzés
- Menedzsment

# Jelzésrendszerek

- DTMF?
- ISDN
- SS7
- H.323
- SIP

# SIP protokoll

- Session Initiation Protocol (SIP)
  - RFC-3261, és több kapcsolódó RFC
  - Kliens-Szerver felépítés
  - hasonlít a HTTP-ez, hasonló fejlécstruktúra, szöveges protokoll
  - A felhasználók címzése URI formátumban
- Rendszer szerepkörök
  - User Agent Client (UAC)
    - SIP kéréseket állít össze és küld egy szervernek
    - Egy tranzakcióra vonatkozik ez a szerep
  - User Agent Server (UAS)
    - SIP kéréseket fogad és válaszol azokra
      - PI: Elfogad, visszautasít, átirányít
    - Egy tranzakcióra vonatkozik ez a szerep

# SIP rendszer elemei

- User Agent (UA)
  - Általában tartalmazza az UAC-t és UAS-t
- SIP végpont
  - Mindig tartalmazza az UA-t
  - Támogatja a valós idejű, kétirányú kommunikációt
- SIP proxy
  - Tipikus elemei a SIP hálózatnak
  - Állapotinformációt nem tároló
  - Kizárólag üzenetek továbbítását végzik
  - Állapotinformációt tároló
  - Üzenetek feldolgozásában is részt vehetnek
- Átirányító kiszolgáló (redirect server)
  - SIP kérések cílcíme alapján új címet küld az ügyfélnek
  - Kizárólag SIP kérésekre válaszol
- Helymeghatározó szolgáltatás (location service)
  - Információt ad a végfelhasználó helyzetéről
  - Általában egybeépül a „proxy”-val vagy a „redirect server”-rel

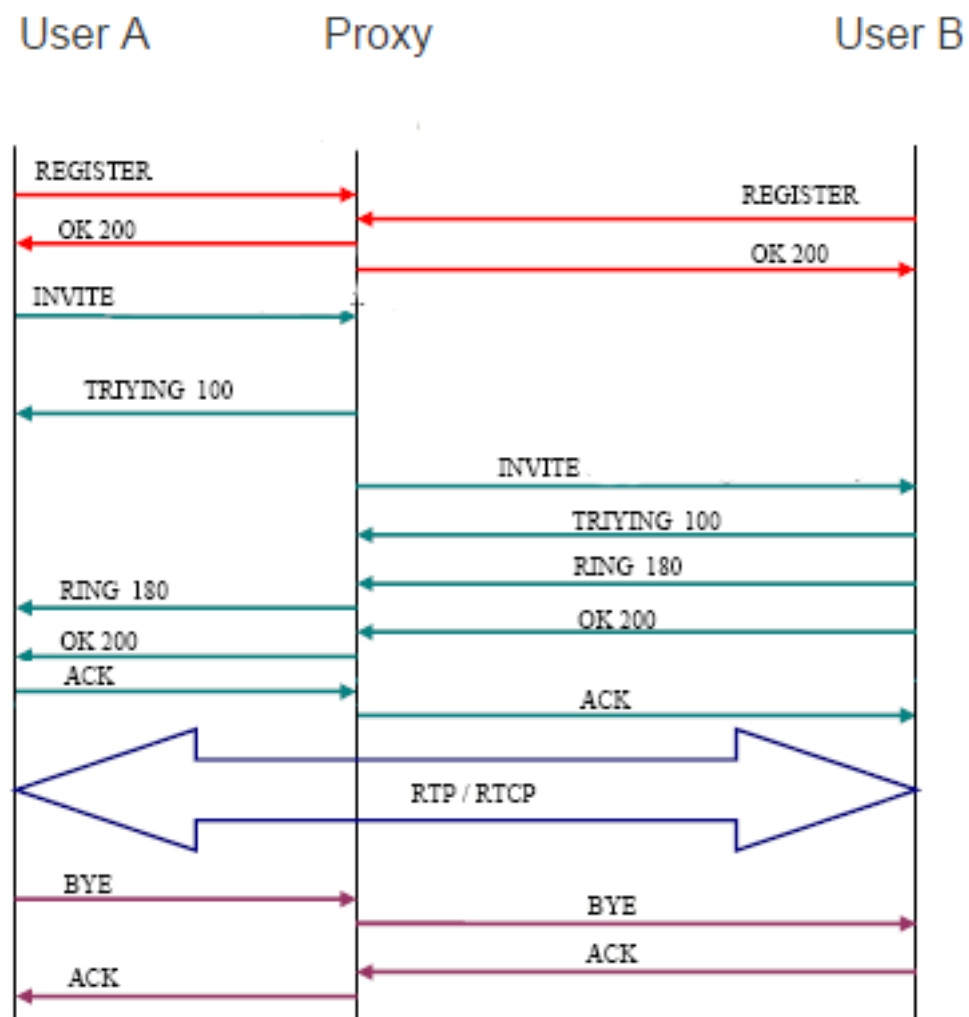
# SIP kérés üzenetek

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

# SIP válaszüzenetek

- 1xx – Információközlés (information)
  - 100: Trying
  - 180: Ringing
- 2xx - Kérés elfogadva (successful)
  - 200: OK
- 3xx - Átirányítás (redirection)
  - 305 – Use proxy
- 4xx - Kérés elutasítva (request failure)
  - 400 – Bad request (client error)
- 5xx - Szerver hiba (server failure)
  - 502 – Bad gateway (server error)
- 6xx - Globális hiba (global failure)
  - 606 – Not acceptable (global failures)

# SIP működése





# Media továbbítása

- Session Description Protocol (SDP, RFC-3407)
  - Támogatott megbeszélése
- Realtime Transport Protocol (RTP, RFC-3550)
  - Médiafolyam továbbítása

# Asterisk

- <https://www.asterisk.org>
- Nyílt forráskódú IP telefonközpont (IP PBX) rendszer
- Kb 2000 óta
- Több, mint 1 millió szerver
- Széles kompatibilitás

# Asterisk VOIP protokollok

- Google Talk
- H.323
- IAX™ (Inter-Asterisk eXchange)
- Jingle/XMPP
- MGCP (Media Gateway Control Protocol)
- SCCP (Cisco® Skinny®)
- SIP (Session Initiation Protocol)
- UNISTim

# Asterisk kodekek

- ADPCM
- CELT (pass through)
- G.711 (A-Law,  $\mu$ -Law)
- G.719 (pass through)
- G.722
- G.722.1
- G.722.1 Annex C
- G.723.1 (pass through)
- G.726
- G.729a
- GSM
- iLBC
- Linear
- LPC-10
- Speex
- SILK

# Asterisk SIP kliens példa

```
/etc/asterisk/sip.conf
```

```
...
```

```
[19333333]
```

```
type=friend
```

```
host=dynamic
```

```
username=19333333
```

```
secret=SzuperTitok
```

```
dtmfmode=inband
```

```
mailbox=1000
```

```
context=BejovoHivas
```

```
canreinvite=no
```

```
callerid="19333333"
```

# Asterisk Dialplan minták

A minták \_ jellel kezdődnek

X tetszőleges számjegy 0-9 között

Z tetszőleges számjegy 1-9 között

N tetszőleges számjegy 2-9 között

[1237-9] a szögletes zárójelben felsoroltak közül bármelyik számjegy (itt: 1, 2, 3, 7, 8, 9)

[a-z] bármely kisbetű

[A-Z] bármely nagybetű

. tetszőleges számú(, de legalább egy darab) karakter

! tetszőleges számú karakter (nulla darab is)

# Asterisk Dialplan példák

/etc/asterisk/extensions.conf

\_61XX Dallas Office

\_7[1-3]XX San Jose Office

\_8[04-9]XX Los Angeles Office

exten => 19333333,1,Dial,SIP/13333333@10.0.0.1

exten => \_061XXXXXXX,1,Dial(SIP/\${EXTEN}@10.0.0.1)

exten => \_0696XXXXXXX,1,Dial(SIP/\${EXTEN}@10.0.0.1)