

# Multimédia v sítích

11. prosince 2012

- ▶ Proč multimédia a datové sítě?
  - ▶ Dobrý zdroj dat, relativně velké objemy, specifické nároky na samotný přenos
- ▶ Aplikace multimediálních přenosů
  - ▶ Streaming
  - ▶ Videokonference
    - ▶ aplikace požadující zcela konkrétní vlastnosti přenosu multimediálních dat (např. end-to-end zpoždění)
    - ▶ požadavky na přenos zásadně ovlivňují možnosti zpracování multimediálních dat

- ▶ Objem komprimovaných dat (rozlišení  $\times$  reprezentace barevného prostoru  $\times$  framerate) vs. kapacita sítě vs. rychlost kódování multimediálního streamu
  - ▶ Typicky malý bitrate (řádově max. jednotky Mbps), ačkoliv pro kvalitní přenosy se používá bitrate v řádu desítek i stovek Mbps
  - ▶ Lze snížit rozlišení
  - ▶ Lze snížit framerate – u videokonferencí není framerate tolik podstatný
- ▶ Problematické použití VBR
- ▶ Nemá smysl používat B frames, opatrně např. i s délkou GOP

- ▶ Stavový protokol na transportní vrstvě ISO/OSI modelu
- ▶ Vlastnosti významné pro multimediální přenosy
  - ▶ Bezchybný přenos
    - ▶ Retransmise ztracených paketů
    - ▶ Pakety vždy dorazí ve správném pořadí
  - ▶ Kontrola zahlcení linky
  - ▶ Férový protokol
- ▶ Nevýhody TCP pro multimediální přenosy
  - ▶ Bezchybnost přenosu je na úkor nízké latence
  - ▶ Férovost nedovoluje dostatečnou šířku pásma na vytížených linkách

- ▶ Bezstavový protokol na transportní vrstvě ISO/OSI modelu
- ▶ Nespolehlivý protokol
  - ▶ Pakety mohou přicházet mimo původní pořadí
  - ▶ Pakety se mohou ztratit bez jakéhokoliv upozornění
- ▶ Ale odpadá režie s ověřováním, že každý paket dorazil v pořádku a hlavně s retransmisemi
- ▶ V porovnání s TCP minimalistický, efektivnější a rychlejší
- ▶ UDP prakticky nezvyšuje latenci při přenosu multimediálních dat
  
- ▶ Multimediální aplikace využívají v drtivé většině případů protokol UDP pro přenos dat (až na speciální případy)

- ▶ RTP
  - ▶ Real-Time Transport Protocol
  - ▶ Postavený nad protokolem UDP
  - ▶ Klíčové vlastnosti
    - ▶ Identifikace obsahu
    - ▶ Sekvenční číslování paketů
    - ▶ Časové značky pro jednotlivé pakety
  - ▶ Protokol sám od sebe nezaručuje kvalitu přenosu, pouze poskytuje prostředky pro zaručení kvality aplikacím
- ▶ RTCP
  - ▶ RTP Control Protocol (RTCP)
  - ▶ Real time control protocol doplňuje protokol RTP
  - ▶ Poskytuje out-of-band informace pro řízení proudu dat přenášeného pomocí RTP
  - ▶ RTCP poskytuje aplikaci zpětnou vazbu na kvalitu přenosu pomocí protokolu RTP

## ▶ RTSP

- ▶ Real-time Streaming Protocol
- ▶ Stavový protokol založený na HTTP požadavcích (GET apod.)
- ▶ Ovládání streaming serveru (VCR příkazy jako Play, Pause a Stop) a přístup k souborům podle času
- ▶ Pro přenos dat se používá protokol RTP + RTCP případně jeho proprietární obdoba RDT
- ▶

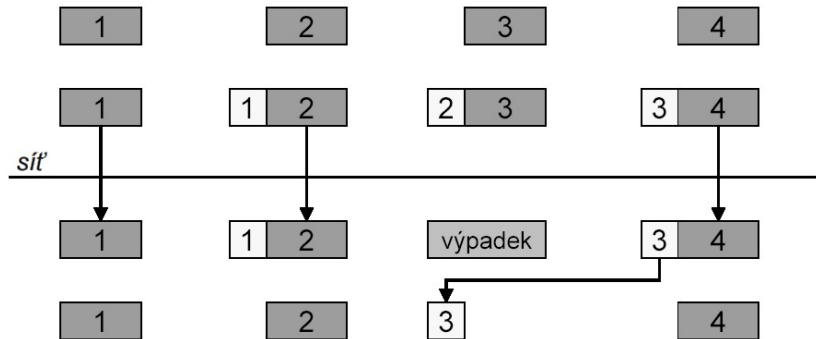
## ▶ MMS

- ▶ Microsoft Media Services nebo také Netshow services
- ▶ Proprietární protokol pro streaming
- ▶ Pro přenos dat se používají protokoly UDP nebo i TCP pokud se nezdaří vyjednat spojení na protokolu UDP
- ▶ Jako poslední z možností je “streaming” pomocí upraveného protokolu HTTP (tedy opět nad protokolem TCP)

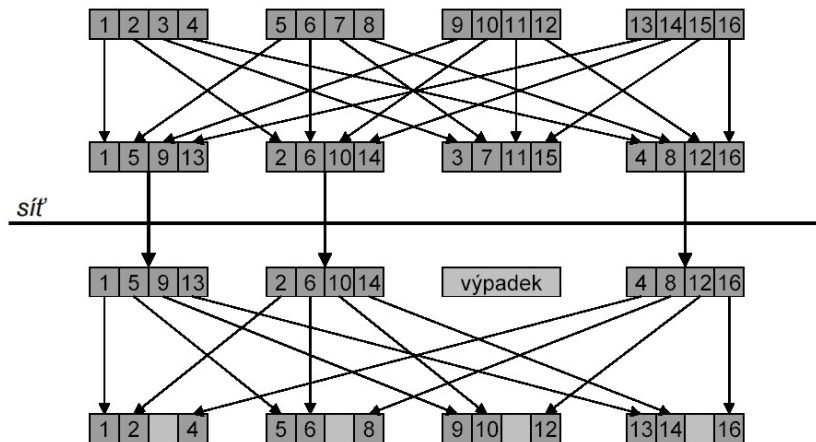
- ▶ Nutnější hlavně u zvuku, používá se samozřejmě i u přenosu obrazu
- ▶ Buffery
- ▶ Forward Error Correction (FEC)
  - ▶ XORování
  - ▶ posílání druhého proudu (v nižší kvalitě)
  - ▶ prokládání (interleaving)
  - ▶ oprava chyb na straně klienta
    - ▶ nahrazení daty z předchozího paketu
    - ▶ interpolace



# Posílání druhého proudu



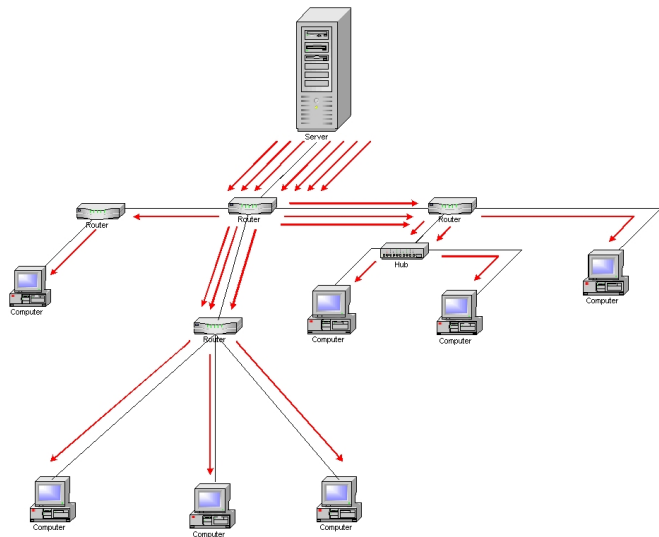
# Interleaving



# Point-to-point vs. multipoint

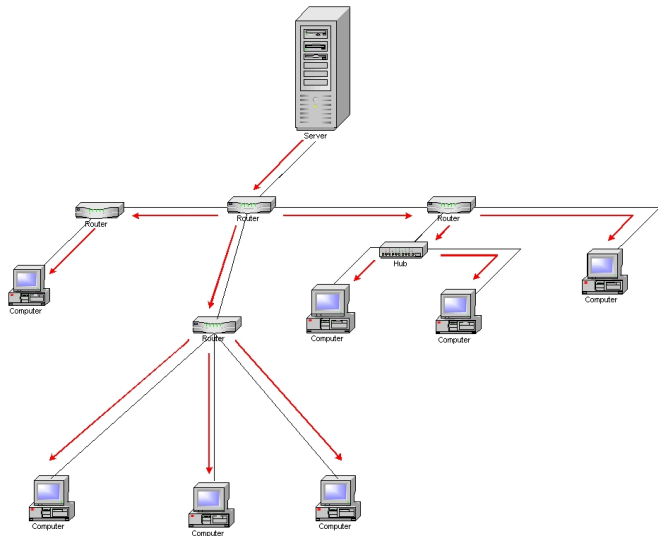
- ▶ Point-to-point
- ▶ Multipoint
  - ▶ 1:N
    - ▶ Rozšíření point-to-point schématu
    - ▶ Streaming – VOD
    - ▶ Streaming – push schéma
    - ▶ Multimediální stream se může šířit sítí v mnoha kopiích a zahlcovat ji
  - ▶ M:N
    - ▶ Typicky videokonference
- ▶ Problémy šíření multimediálních streamů
  - ▶ Firewally
  - ▶ Nat

# Unicast



- ▶ Efektivní schéma pro posílání multimediálních dat
- ▶ Routery vytvářejí optimální strom cest po kterých se šíří multimediální data
- ▶ Postavený na protokolu UDP (nad TCP nemá smysl, TCP vytváří spojení mezi dvěma konkrétními uzly)
- ▶ Relativně nespolehlivé schéma
  - ▶ Multicast se v nešíří napříč všemi sítěmi
  - ▶ Bezpečnostní rizika

# Multicast



- ▶ SW který přijímá multimediální streamy od jednotlivých klientů a přeposílá je ostatním připojeným klientům
- ▶ Vytváří překryvovou síť, která emuluje multicast v síti, kde se multicast nešíří
  - ▶ Neřeší problém redundance multimediálních streamů na jednotlivých linkách
- ▶ Možná schémata použití – 1:N, M:N

- ▶ Streaming
  - ▶ Způsob doručení multimediálního obsahu klientům prostřednictvím sítě
  - ▶ Přidaná hodnota porovnání s prostým stažením multimediálního obsahu
  - ▶ Live streaming
    - ▶ Doručování multimediálního obsahu, který vzniká živě během streamování
  - ▶ Video on Demand vs. pasivní příjem
    - ▶ Pasivní příjem se obvykle používá pro příjem živých streamů
    - ▶ Je samozřejmě možné streamovat i multimediální archivy
  - ▶ Video a audio nelze kódovat libovolně.
- ▶ Videokonference
  - ▶ Jednoznačný požadavek na interaktivitu
  - ▶ V porovnání se streamingem přináší další omezující požadavky na zpracování videa a audia.



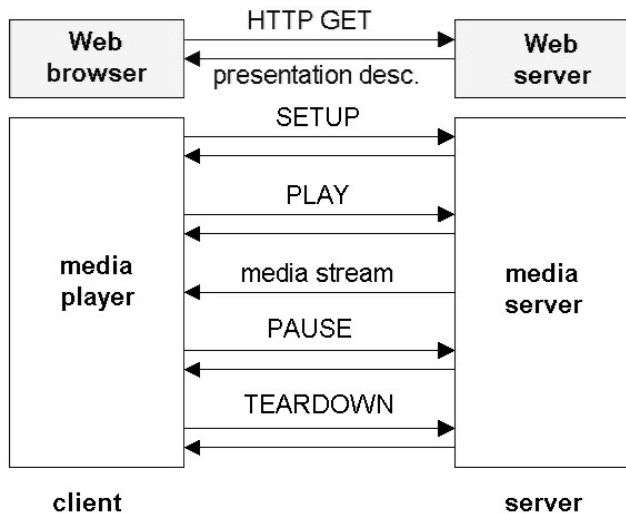
## ▶ Videokonference

- ▶ Při přenosu nelze používat buffery ani na straně odesílajícího ani na straně příjemce - vyžadujeme interaktivitu a tedy nízké latence
- ▶ Potřeba využívat kodeky s nízkou latencí
- ▶ Latence a její rozptyl při přenosu sítí je také velmi problematická

## ▶ Streaming

- ▶ Díky jednosměrnosti provozu můžeme data bufferovat
- ▶ Latence při přenosu vznikající při kompresi videa není problém
- ▶ Latence vznikající přenosem v síti a její rozptyl také není podstatná - lze řešit bufferem

# Streaming



- ▶ Kompresní mechanismy
  - ▶ Nejsme limitováni nutností udržet nízkou end-to-end latenci → z tohoto hlediska lze použít prakticky libovolný kodek
  - ▶ Kompresi musí být realtime což diskvalifikuje zejména vaveletovou kompresi ale i některé pokročilé MPEG profily
  - ▶ Obvykle pouze CBR kódování - u VBR nejsme dobře schopni předvídat, zda nepřekročíme bitrate daný dostupným pásmem
- ▶ Obálkové formáty
  - ▶ Zapouzdření více proudů videa a audia
  - ▶ Metadata
  - ▶ Podpora pro zotavení z chyb způsobených přenosem
  - ▶ Adaptace na změny parametrů přenosových linek

- ▶ Proprietární kompresní formát od RealNetworks
- ▶ Zaměřený na streamované video
- ▶ Celkem 4 různé kodeky.
  - ▶ Počáteční verze postavené na H.263 (RV10, RV20).
  - ▶ Dnes proprietární kodek údajně postavený na silně modifikovaném H.263 resp. MPEG-4 AVC (RV30, RV40).
- ▶ Podpora pro CBR i VBR kódování
- ▶ Použití ve spojení s obálkovým formátem Real Media, Real Time Streaming protokolem (RTSP), Real streaming serverem a technologií SureStream

- ▶ Proprietární množina kompresních mechanismů původně vyvinutých pro streaming na nízkých bitratech
- ▶ Kompresa založená na nestandardních verzích MPEG-4 ASP, dnes téměř výhradně VC-1
- ▶ Obvykle ve spojení s obálkovým formátem ASF (pro streaming)
  - ▶ Jako podmnožina možností obálkového formátu ASF existuje obálkový formát nazvaný Windows Media Video (neplést s kodekem a už vůbec ne s kompresními mechanismy)

## ▶ MPEG-TS

- ▶ Definuje způsob synchronizace a přenosu MPEG audia a videa
- ▶ Součást rodiny standardů MPEG-2, ale neomezuje se pouze na MPEG-2 video nebo audio
- ▶ Přenos po nespolehlivých linkách → error correction
- ▶ Lze multiplexovat i další data (např.: televizní program)
- ▶ Použití: streaming MPEG videa, DVB

## ▶ MPEG-PS

- ▶ Prostý kontejner pro video a audio ve formátu MPEG

- ▶ Obálkový formát podporující formáty RealAudio resp. RealVideo
- ▶ Proprietární formát
- ▶ Dva obálkové formáty
  - ▶ rm – přenos CBR kódovaného videa
  - ▶ rmvb – přenos VBR kódovaného videa
- ▶ Podpora pro streaming
  - ▶ Podpora pro SureStream – v obálce je uložený tentýž stream vícekrát s různými parametry kódování a zejména bitrate
  - ▶ Dále definuje maximální a průměrný bitrate uloženého videa, doporučenou velikost bufferu přehrávače apod.
- ▶ Široká podpora metadat
  - ▶ Včetně například hodnocení závadnosti obsahu

- ▶ Advanced Systems Format, dříve Advanced Streaming Format
- ▶ Proprietární obálkový formát Microsoftu, podpora streamování
- ▶ Podpora pro přehrávání obsahu ze streaming serveru, HTTP serveru nebo z lokálního disku
- ▶ Specifikuje strukturu pro ukládání audia a videa a přístup k jednotlivým multimediálním proudům
- ▶ Nespecifikuje konkrétní formáty pro kódování audia nebo videa, ale obvykle se používá spolu s Windows Media Video resp. Windows Media Audio
- ▶ Implementuje techniky pro korekci chyb vzniklých během přenosu
- ▶ Podpora DRM (pouze ve spojení s WMV nebo WMA)



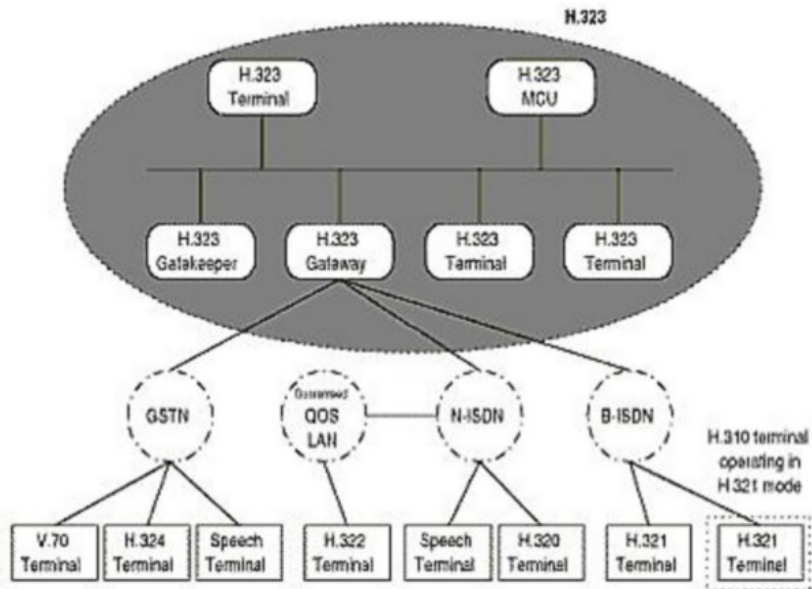
- ▶ Obvykle varianta H.263, případně MJPEG, MPEG4 AVC
- ▶ Audio ve formátu PCM, ADPCM nebo MP3, AAC
- ▶ Široká podpora v přehrávačích napříč platformami (ne jen Macromedia Flash player)
- ▶ Streaming pomocí proprietárního Real Time Messaging Protocol (RTMP) protokolu od Adobe a Flash Media serveru
- ▶ Progressive download
  - ▶ Přenos protokolem HTTP → neblokované firewally
  - ▶ Libovolný přístup k videu ← není nutné přehrávat sekvenčně
  - ▶ Buffer na straně klienta
  - ▶ Neporadí si s kolísající šířkou pásma a s nižší šířkou pásma než je bitrate videa

- ▶ H.323 a SIP (Session Initiation Protocol)
  - ▶ často komerční řešení s HW podporou
  - ▶ Polycom ViewStation FX, Tandberg 880
  - ▶ MS Netmeeting, GnomeMeeting, Ekiga, OHphoneX, CUSeeMe, OpenH323, OpenWengo
- ▶ Voice over IP

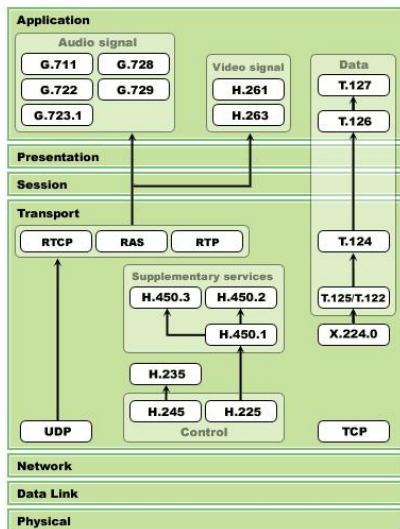
- ▶ HW a SW klienti (SW klienti nejsou většinou příliš kompatibilní se zbytkem světa)
- ▶ Brány (gateways)
  - ▶ přechody mezi sítěmi
  - ▶ konverze dat pro různé sítě
- ▶ Gatekeepery
  - ▶ překlady adres, management šířky pásma
  - ▶ autentizace, autorizace, accounting (AAA)
- ▶ Multipoint Connection Units (MCU)
  - ▶ H.323 je v podstatě point-to-point protokol
  - ▶ MCU přidává možnost spojení point-to-multipoint

- ▶ Multipoint Control Unit
- ▶ Obdoba zrcadel pro videokonference
- ▶ Používá se ve spojení s H.323 videokonferencemi a H.260 telekonferencemi nad ISDN (viz příští přednáška)
- ▶ Vyjednává parametry komunikace s jednotlivými klienty (kodeky, šířku pásma apod.)
- ▶ Na rozdíl od zrcadla MCU řeší mixování audia a videa od jednotlivých účastníků
- ▶ Typicky drahé zařízení implementované v HW

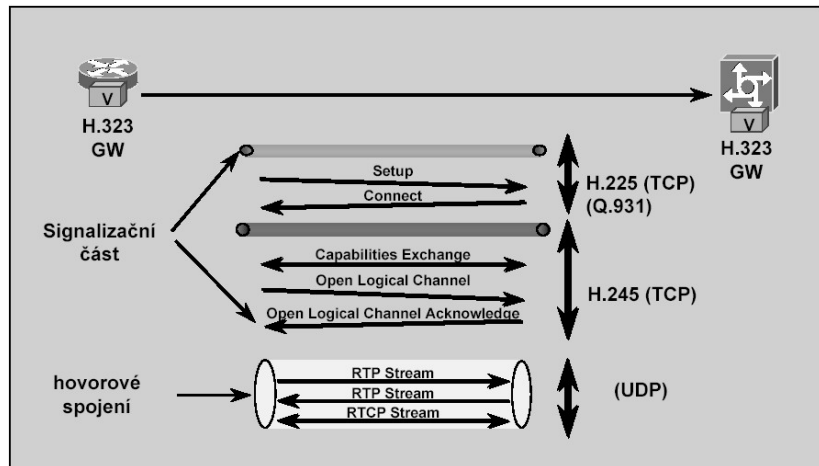
# Architektura H.323



# H.323 stack



# Komunikace v H.323



# Ukázka H.323 videokonference





- ▶ Session Initiation Protocol
- ▶ RFC 3261 (starší RFC 2543) a řada dalších navazujících RFC
- ▶ Čistě textový protokol
- ▶ Entity
  - ▶ klient (UAC) i server (UAS) současně
  - ▶ proxy server
  - ▶ redirect server
    - ▶ na rozdíl od proxy serverů jen překládá adresy, ale nejedná za klienty
  - ▶ Registrar
    - ▶ přebírá registrační funkci gatekeeperu v H.323

- ▶ INVITE: Přizvání účastníka
- ▶ ACK: Potvrzení přizvání.
- ▶ BYE: Zrušení spojení mezi účastníky
- ▶ CANCEL: Zrušení vyhledávání účastníka nebo zrušení požadavku INVITE
- ▶ OPTIONS: Vyjednání informací o možnostech serveru
- ▶ REGISTER: Registruje uživatelovo aktuální umístění
- ▶ INFO: Signalizace v rámci sezení

## Message Request example

```
INVITE sip:bob@biloxi.example.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/TCP client.atlanta.example.com:5060
;branch=z9hG4bK74bf9
Max-Forwards: 70
From: Alice <sip:alice@atlanta.example.com>
;tag=9fxced76sl
To: Bob <sip:bob@biloxi.example.com>
Call-ID: 3848276298220188511@atlanta.example.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: <sip:alice@client.atlanta.example.com;transport=tcp>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 151

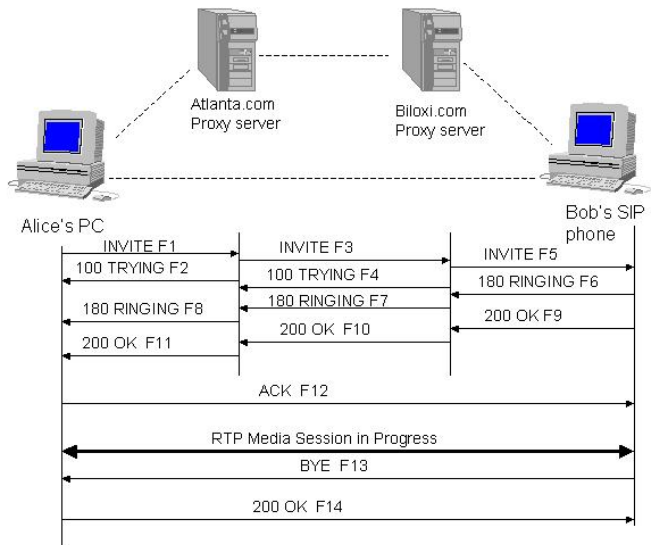
v=0
o=alice 2890844526 2890844526 IN IP4 client.atlanta.example.com
s=-
c=IN IP4 192.0.2.101
t=0 0
m=audio 49172 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

## Message Response example

```
SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/TCP client.atlanta.example.com:5060
;branch=z9hG4bK74bf9
;received=192.0.2.101
From: Alice <sip:alice@atlanta.example.com>
;tag=9fxced76sl
To: Bob <sip:bob@biloxi.example.com>
;tag=8321234356
Call-ID: 3848276298220188511@atlanta.example.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: <sip:bob@client.biloxi.example.com;transport=tcp>
Content-Length: 0
```

- ▶ Informace o sezení (session)
  - ▶ jméno sezení, účel sezení, čas
  - ▶ informace o šířce pásma
  - ▶ kontaktní informace
- ▶ Informace o médiích
  - ▶ typy médií (audio, video)
  - ▶ transportní protokol (RTP, UDP)
  - ▶ formát médií (H.261, H.263, GSM)
  - ▶ v případě použití multicastu adresa a port

# SIP – navázání a ukončení spojení



- ▶ S přesměrováním
  - ▶ UAC zkontaktuje RedirectServer, který pošle informaci o momentálním umístění UAC
  - ▶ UAC zkontaktuje přímo UAS
- ▶ S proxy serverem
  - ▶ proxy server vytvoří za UAC spojení
  - ▶ na závěr utváření spojení přijde klientovi od UAS přes proxy 200/OK s přímou adresou UAS
  - ▶ UAC pošle ACK přímo UAS a další komunikace jde přímo nebo je možno udržovat komunikaci přes proxy

- ▶ Dialup conference bridge (podobné MCU, volá se adresa mostu)
- ▶ Distributed multiparty conference (bez serveru)
- ▶ Multicast (INVITE se posílá do multicastové skupiny, neuplatňuje se full-mesh signalizace)
- ▶ V případě pouze 3 účastníků může jeden UA pozvat třetího účastníka a sám fungovat jako mixer