

Introduzione allo streaming

1

Introduzione

- Streaming=Metodo di accesso ai dati multimediali che permette di riprodurre i contenuti durante il trasferimento
- Trasferimento unidirezionale di dati multimediali
 - solo audio
 - audio e video sincronizzati
- Streaming vs File downloading
 - Nessun file da scaricare in locale (limiti di memoria)
 - Fruizione istantanea
- I contenuti audio e video possono essere
 - live --> compressione in real-time
 - memorizzati --> pre-compressi

2

Sessione di streaming

- **Definizione:**

“Scelgo il brano (audio/video) XYZ da una lista, eseguo il comando PLAY. Durante l'esecuzione posso dare i comandi PAUSE oppure andare avanti/indietro nel brano. Alla fine do il comando STOP”

3

Stato della sessione

- La sessione di streaming è associata allo **allo stato** della trasmissione
 - che brano si sta trasmettendo
 - in che punto temporale del brano ci si trova
 - evoluzione possibile dei comandi:
 - PLAY --> PAUSE --> STOP;
 - PLAY --> PAUSE --> AVANTI --> PLAY --> ...
 - ma non PLAY --> STOP
 - ma non PLAY --> AVANTI --> PLAY

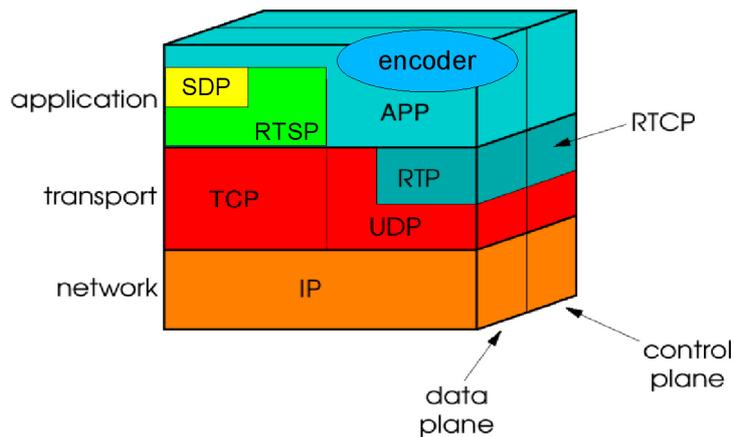
4

Problematiche

- Descrizione del brano per creare una lista all'utente
- Comandare il trasmettitore affinché esegua i comandi PLAY, PAUSE, AVANTI/INDIETRO, STOP
- Trasmissione dei dati multimediali
 - distinzione tra audio e video
 - distinzione tra formati di compressione
 - sincronizzazione tra audio e video
- [opzionale] Trasmissione in senso contrario di statistiche sulla Qualità del Servizio
 - packet loss rate
 - delay
 - jitter

5

Pila dei protocolli



6

Pila dei protocolli

- Distinzione tra
 - **data plane** per la trasmissione dei contenuti
 - **control plane** per il controllo e il monitoraggio della trasmissione dati
- **Livello Rete:**
 - IP si occupa del routing (data plane)
 - ICMP si occupa di comunicare le anomalie (control plane)

7

Pila dei Protocolli (2)

- **Livello Trasporto:**
 - TCP, UDP si occupano dell'assegnazione trasmissioni-processi all'interno di trasmettitore e ricevitore
 - Real-time Transport Protocol (RTP) si appoggia a UDP e trasmette i contenuti multimediali (data plane)
 - RTP Control Protocol (RTCP) fornisce servizi a supporto della trasmissione multimediale (control plane)

8

Pila dei Protocolli (3)

- **Livello Applicazione:**
 - L'encoder audio/video genera i dati da mettere nel payload RTP
 - Real-Time Streaming Protocol (RTSP) si appoggia a TCP e gestisce la sessione di streaming
 - RTSP sta allo streaming come HTTP sta al Web
 - Session Description Protocol (SDP) è usato per descrivere il tipo di contenuto multimediale
 - può essere trasmesso sia su RTSP che su HTTP

9

Funzioni e livelli di rete coinvolti

Operazione	Applicazione	Trasporto
Richiesta	HTTP, RTSP	TCP
Accesso e configurazione	RTSP	TCP
Controllo della riproduzione	RTSP	TCP
Trasporto e riproduzione	RTP	UDP
Controllo della QoS	RTCP	UDP

10

Transmission Control Protocol (TCP)

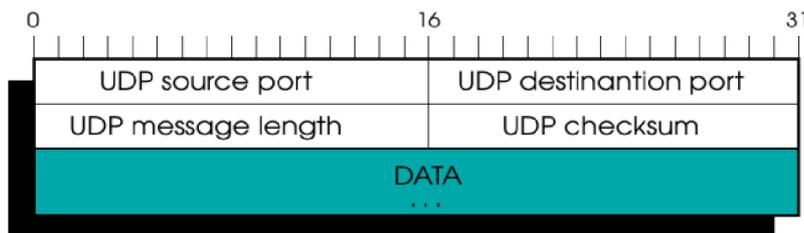
- Multiplexing degli indirizzi e delle porte
- Connesso
- Byte-oriented Stream
- Affidabile mediante ritrasmissione
- Controllo di flusso per la Qualita' del Servizio
- Mantiene il concetto di stato

**Non ci interessa
per la parte dati delle comunicazioni
multimediali ma per la gestione della
sessione di streaming**

11

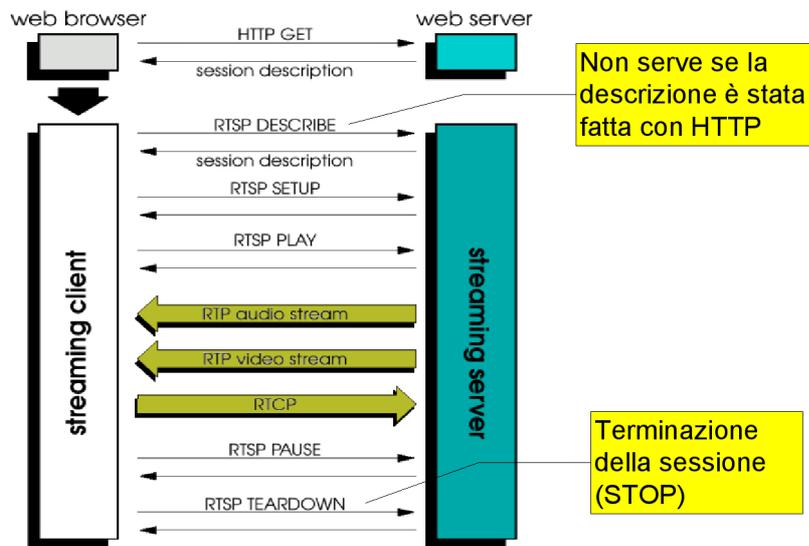
User Datagram Protocol (UDP)

- Datagram (come il sottostante IP)
- Inaffidabile e senza connessione
- Multiplexing degli indirizzi e delle porte



12

Ciclo di vita di una sessione



13

Real Time Streaming Protocol (RTSP)

- RFC 2326, Henning Schulzrinne et al. , Aprile 1998
- Un protocollo di **livello applicazione** per controllare la consegna dei dati con caratteristiche real-time
- Un protocollo **estendibile** in grado di aprire e gestire una sessione di streaming

14

RTSP: caratteristiche

- In teoria dipendente dal protocollo di trasporto
 - RTSP su UDP
 - RTSP su TCP
- In pratica usato solo su TCP
- Protocollo testuale (come HTTP)
- Supporto nativo per RTP
- Mantiene lo stato della sessione
- Gestione della riproduzione del brano multimediale (funzioni “telecomando”)

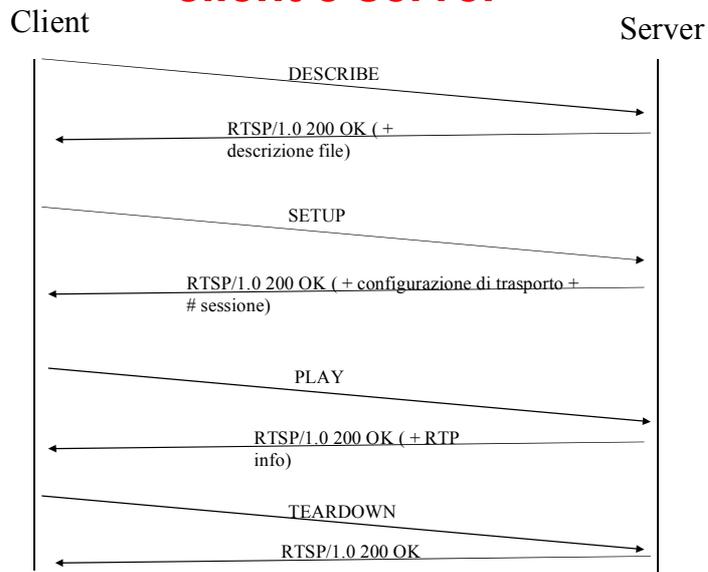
15

Stati, metodi, sintassi

- Possibili stati della sessione
 - Init, Ready, Play, Record
- Metodi (operazioni) possibili
 - Describe, Pause, Play, Record, Setup, Teardown
- Sintassi delle informazioni
 - Session Description Protocol (SDP)
 - RFC 2327, RFC 3266

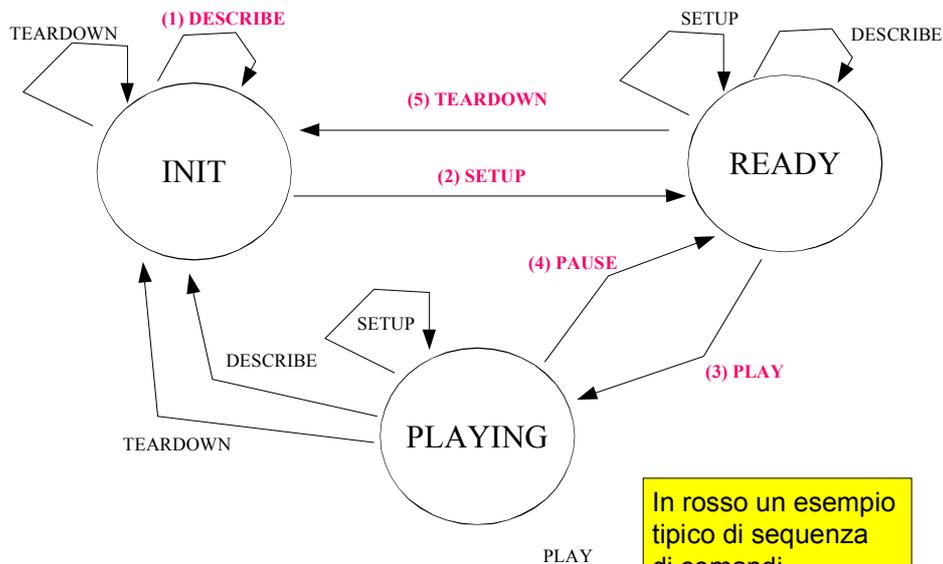
16

Esempio di scambio di messaggi tra client e server



17

Macchina a stati del server



In rosso un esempio tipico di sequenza di comandi

18

DESCRIBE

```
DESCRIBE rtsp://bart/extra/Server_RTSP/file/prova.wav RTSP/1.0
CSeq: 1
Accept: application/sdp
Bandwidth: 14000
Accept-Language: en-US
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 1
Server: RTSP-Reference/0.4alpha
Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:50 GMT
Content-Type: application/sdp
Content-Base: rtsp://bart/usr/rtsp_ref/file/rtsp.wav
Content-Length: 270
```

```
v=0
c=IN IP4 10.0.0.2
s=RTSP Session
i=An Example of RTSP Session Usage
u=rtsp://bart/usr/rtsp_ref/file/
m=audio 0 RTP/AVP 96
a=rtpmap:96 L8/22048/1
a=control:TrackID=1
a=MaxBitRate:176400
a=MaxPktSize:1024
a=range:npt=0-262.243000
a=TypeSpecificData:"AAEAAQAaviIACAAB"
```

Formato SDP

Server

19

SETUP

```
SETUP rtsp://bart/usr/rtsp_ref/file/TrackID=1 RTSP/1.0
CSeq: 2
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6970-6971
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
Accept-Language: en-US
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 2
Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:51 GMT
Server: RTSP-Reference/0.4alpha
Session: 46068
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6970-6971;server_port=6970-6971
```

Server

20

PLAY

```
PLAY rtsp://bart/extra/Server_RTSP/file/prova.wav RTSP/1.0
CSeq: 3
Range: npt=0.000000-262.243333
Session: 46068
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 3.Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:51 GMT
Server: RTSP-Reference/0.4alpha
Session: 46068
RTP-Info: url=trackID=1;seq=29953;rtptime=5475
```

Server

21

TEARDOWN

```
TEARDOWN rtsp://bart/extra/Server_RTSP/file/prova.wav RTSP/1.0
CSeq: 4
Session: 46068
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 4
Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:57 GMT
```

Server

22

Real-time Transport Protocol (RTP)

- Pacchetti contenenti nel payload lo stream (audio o video) compresso
- RFC 3550, AVT Group, Luglio 2003
 - RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications
 - Descrizione dei protocolli RTP e RTCP
- RFC 3551, AVT Group, Luglio 2003
 - RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control
 - Descrizione del profilo base per le trasmissioni

23

Application Level Framing - Integrated Layer Processing

- Raccomandazione concettuale per le applicazioni multimediali (D.D. Clark e D.D. Tennenhouse, 1990)
- Application Level Framing
 - RTP è un protocollo di trasporto ma non è racchiuso nel sistema operativo (come TCP e UDP) perché troppo legato all'applicazione da realizzare
- Integrated Layer Processing
 - Sopra UDP non si lavora a livelli per aumentare l'efficienza (RTP ed encoder stanno nella stessa applicazione)

24

RTP: filosofia di progetto

- Supporto alla trasmissione di dati con caratteristiche real-time

MA

- Non permette di riservare risorse
- Non garantisce Qualita' del Servizio

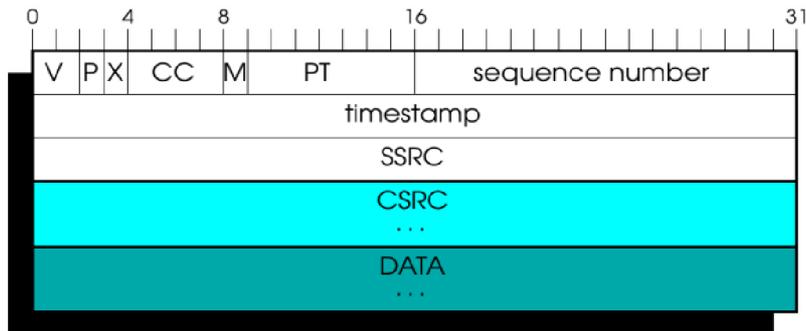
25

RTP: supporto trasmissione real-time

- Numerazione delle sequenze
 - Campo `sequence number`
- Timestamping
 - Campo `timestamp`
- Identificazione delle sorgenti
 - Campo Synchronization Source (SSRC)
 - Campo Contributing Sources (CSRC)
- Tipo di codifica
 - Campo Payload Type (PT)

26

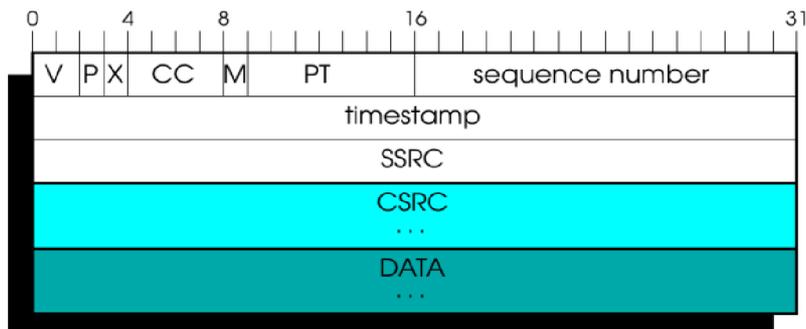
RTP: formato del pacchetto



- V: versione del protocollo (di solito =2)
- P: bit di PAD – indica se dopo il payload sono presenti dei byte di padding
- X: extension bit – indica se l'header ha campi non standard
- CC: numero di sezioni CSRC (vedi dopo)
- M: marker bit – indica un payload speciale (ad esempio inizio di un nuovo frame nel caso del video)
- PT: payload type – indica il formato di compressione usato nel payload

27

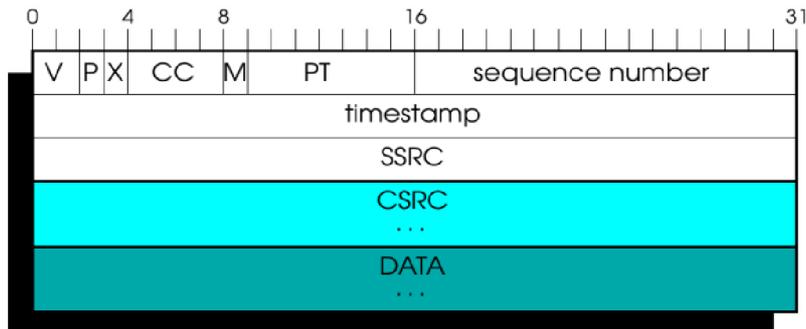
RTP: formato del pacchetto (2)



- sequence number – numero progressivo del pacchetto per riordinamento e rilevamento delle perdite
- timestamp – istante di campionamento del primo campione contenuto nel payload (espresso non in secondi ma in colpi di clock di campionamento)

28

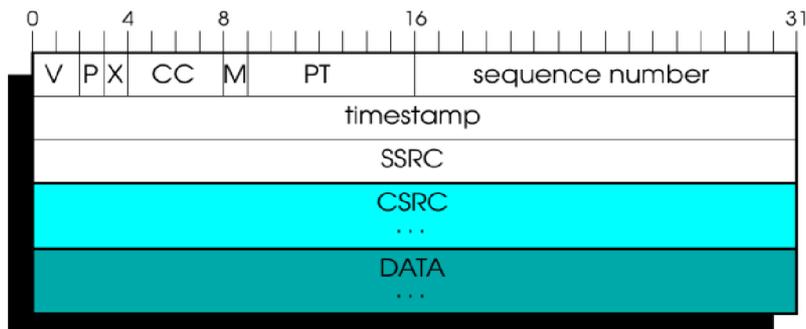
RTP: formato del pacchetto (3)



- SSRC – identificativo univoco della sorgente di campioni (assegnato all'inizio della sessione)
- CSRC – identificativo univoco di una aggregazione di diverse sorgenti di campioni (assegnato all'inizio della sessione)
- DATA – segmento di stream compresso

29

RTP: formato del pacchetto (4)



- i codici dei Payload Type sono riportati in RFC 3551
- il significato di M e la frequenza di campionamento per i timestamp sono riportati in RFC 3551 per i formati di compressione più diffusi e in apposite RFC per i formati nuovi
- la suddivisione dello stream compresso in segmenti per il campo DATA è descritta in apposite RFC per ogni formato di compressione

30

Precisazione

- Nello spirito del protocollo RTP ogni sorgente (audio, video, sottotitoli, ecc) corrisponde ad un flusso RTP a se' stante dotato di suo SSRC.
- Il ricevitore riceve i flussi e si occupa di sincronizzarli (ad es. il flusso audio col flusso video)

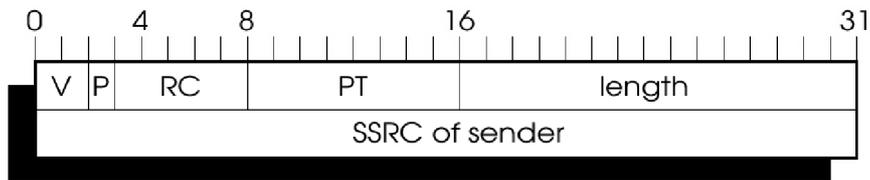
31

RTP Control Protocol (RTCP)

- RFC 3550, AVT Group, Luglio 2003
 - Stesso RFC di RTP
- Messaggi dal ricevitore al trasmettitore
 - Percentuale di perdita dei pacchetti, ritardo medio, variazione del ritardo.
- Messaggi dal trasmettitore al ricevitore
 - Informazioni sul tipo di sorgente, relazione tra valori SSRC e tempo reale (NTP) alla sorgente per la sincronizzazione audio/video

32

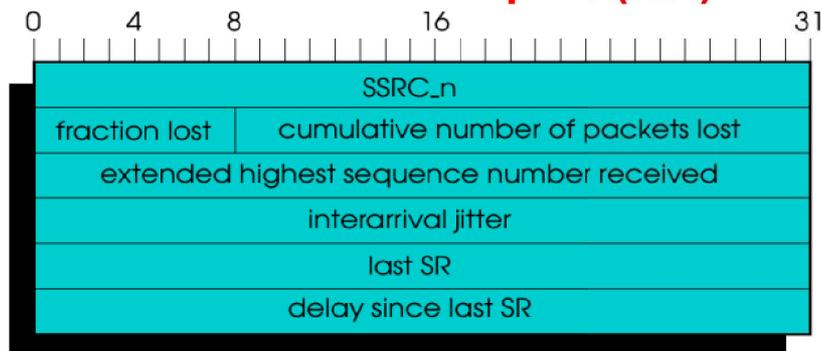
RTCP: header fisso



- V: versione del protocollo (di solito =2)
- P: bit di PAD – indica se dopo il payload sono presenti dei byte di padding
- RC: numero di sezioni successive all'header fisso
- PT: payload type – indica se si tratta di un Sender Report o Receiver Report
- Length: numero di parole di 32 bit contenute nel pacchetto – 1 (compreso header e padding)
- SSRC: identificativo della sorgente che sta trasmettendo tale report

33

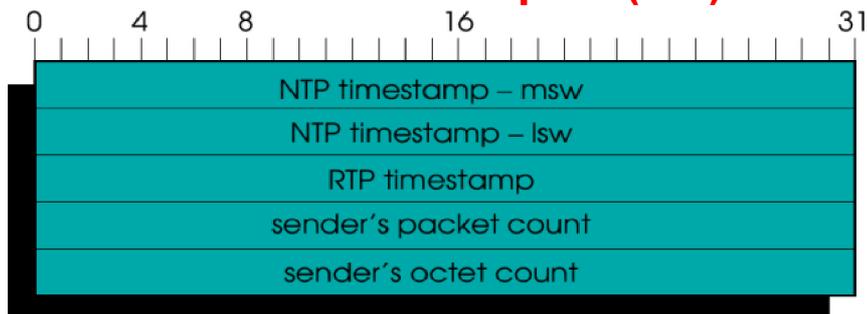
RTCP receiver report (RR)



- SSRC_n: sorgente a cui tali statistiche si riferiscono
- fraction_lost: numero di pck persi dalla trasmissione del precedente report
- cumulative_number: numero di pck persi dall'inizio della sessione
- extended_highest: il piu' alto numero di sequenza finora ricevuto
- interarrival jitter: variazione del tempo di interrarrivo dei pacchetti RTP
- last SR: timestamp del piu' recente Sender Report ricevuto
- delay: tempo trascorso dalla ricezione del piu' recente Sender Report

34

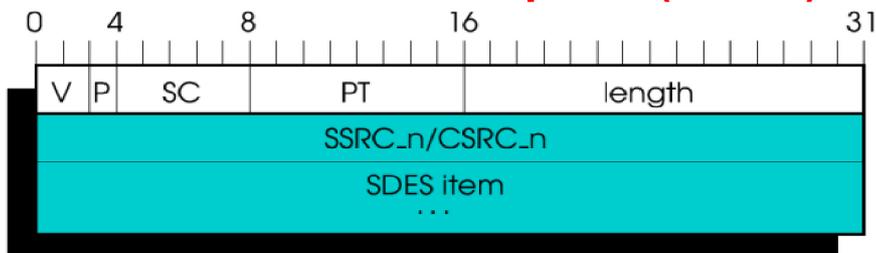
RTCP: sender report (SR)



- NTP timestamp: timestamp nel formato NTP su 64 bit
- RTP timestamp: versione del timestamp in colpi di clock del campionatore (in questo modo il ricevitore puo' stabilire una corrispondenza e sincronizzare audio con video)
- sender's pck count: numero totale di pck RTP spediti dalla sorgente dall'inizio della sessione
- sender's octet count: numero totale di byte di payload spediti dalla sorgente dall'inizio della sessione

35

RTCP: source description (SDES)



- V: versione del protocollo (di solito =2)
- P: bit di PAD – indica se dopo il payload sono presenti dei byte di padding
- SC: numero di sezioni successive all'header fisso
- PT: payload type – indica che si tratta di una Source Description
- Length: numero di parole di 32 bit contenute nel pacchetto – 1 (compreso header e padding)
- SSRC_n/CSRC_n: identificativo della sorgente che sta descrivendo
- SDES item: descrizione

36