



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO
TEC2/TEC4: REDES MULTIMÍDIA (RMM)

Unidade 8

Real-Time Transport Protocol (RTP)
Real-Time Control Protocol (RTCP)

Prof. Guilherme Corrêa
gcorrea@inf.ufpel.edu.br

Sumário

- ❖ Aplicações de Tempo Real
- ❖ Arquitetura do RTP
- ❖ Fundamentos do RTP
- ❖ Protocolo RTP
- ❖ Protocolo RTCP

Sumário

- ❖ **Aplicações de Tempo Real**
- ❖ Arquitetura do RTP
- ❖ Fundamentos do RTP
- ❖ Protocolo RTP
- ❖ Protocolo RTCP

Aplicações de Tempo Real

- ❖ TCP é o protocolo de transporte mais usado
- ❖ Muito útil em vários tipos de aplicações
- ❖ Não serve bem para aplicações distribuídas de tempo real

Aplicações distribuídas de tempo real:

- ❖ Uma origem gera fluxo de dados em taxa constante
- ❖ Um ou mais destinos devem receber os dados e entregar à aplicação na mesma taxa constante

Exemplos:

- ❖ áudio e videoconferência
- ❖ transmissão de vídeo ao vivo
- ❖ área de trabalho compartilhada
- ❖ diagnóstico médico
- ❖ telefonia
- ❖ sistemas de comando remoto
- ❖ simulações interativas distribuídas
- ❖ jogos
- ❖ monitoramento em tempo real
- ❖ etc.

Aplicações de Tempo Real

Por que o TCP não serve?

- **TCP é ponto-a-ponto** 😞
Não serve para distribuição *multicast* (um-para-muitos)
- **TCP faz retransmissão** 😞
Segmentos perdidos são retransmitidos e recebidos fora de ordem (sem utilidade para aplicações de tempo real)
- **TCP não faz sincronização** 😞
Não inclui mecanismo para associar informação de sincronização aos segmentos

Aplicações de Tempo Real

Por que o UDP não serve?

- UDP não é ponto-a-ponto 😊
- TCP não faz retransmissão 😊

Mas...

- UDP não faz sincronização 😞
Não inclui mecanismo para associar informação de sincronização aos segmentos

Aplicações de Tempo Real

A Camada de Aplicação não pode implementar o tratamento de sincronização?

- **Sim!**
- Mas como todas aplicações de tempo real precisam de sincronização (e outras funcionalidades em comum), um protocolo de transporte que faça isso seria útil!
- Permitiria possível compatibilidade entre aplicações de tempo real diferentes!

Aplicações de Tempo Real

A Camada de Aplicação não pode implementar o tratamento de sincronização?

- **Sim!**
- Mas como todas aplicações de tempo real precisam de sincronização (e outras funcionalidades em comum), um protocolo de transporte que faça isso seria útil!
- Permitiria possível compatibilidade entre aplicações de tempo real diferentes!

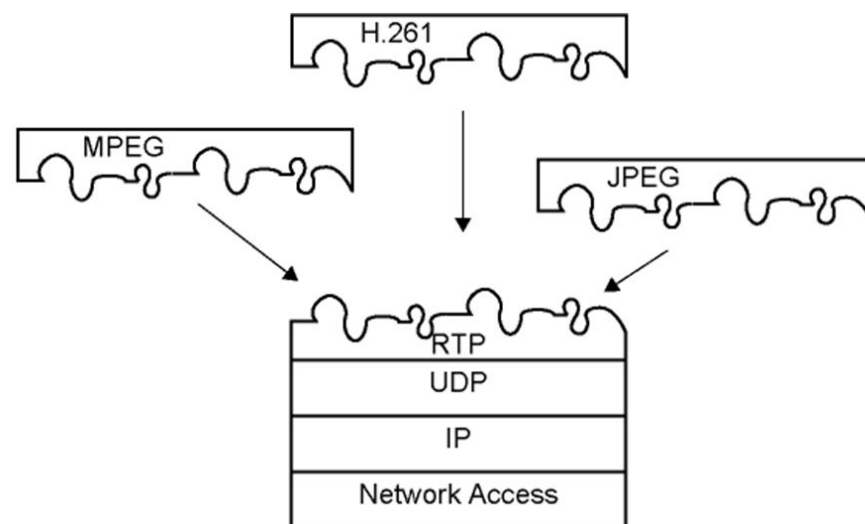
Real-Time Transport Protocol

Sumário

- ❖ Aplicações de Tempo Real
- ❖ **Arquitetura do RTP**
- ❖ Fundamentos do RTP
- ❖ Protocolo RTP
- ❖ Protocolo RTCP

Arquitetura do RTP

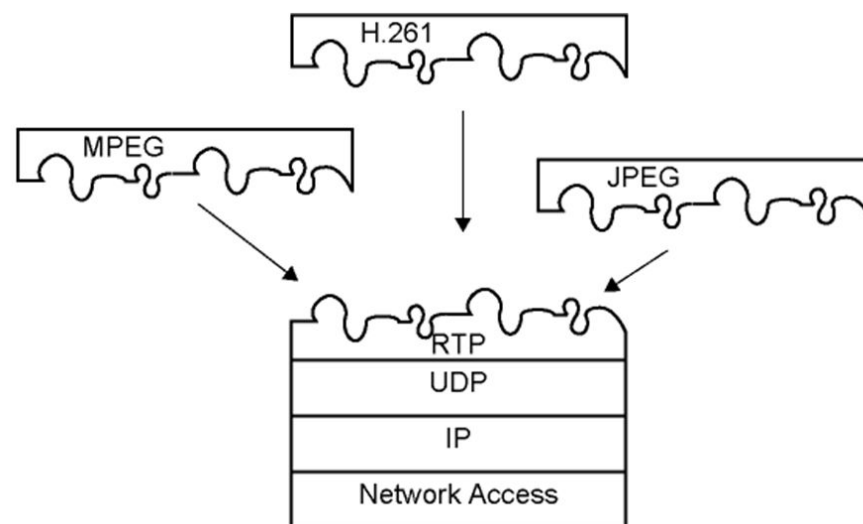
- ❖ RTP geralmente roda sobre o UDP
- ❖ É visto como uma **sub-camada da Camada de Transporte**
- ❖ Ou ainda: uma **camada intermediária** entre a Camada de Transporte e a Camada de Aplicação
- ❖ Ou ainda: RTP é um **framework** que pode ser usado pra criar um protocolo específico para a aplicação



- ❖ **Sem informações específicas da aplicação, o RTP não está completo!**

Arquitetura do RTP

- ❖ **UDP** provê a funcionalidade básica de **multiplexação** pela identificação de porta no segmento
- ❖ **RTP** provê outras funcionalidades de transporte, como **sequenciamento** de pacotes
- ❖ **RTP é completado** por modificações/inclusões em seu cabeçalho, para incluir funcionalidades da aplicação



- ❖ **Diferentes padrões de codificação de áudio/vídeo podem ser usados para completar o RTP**

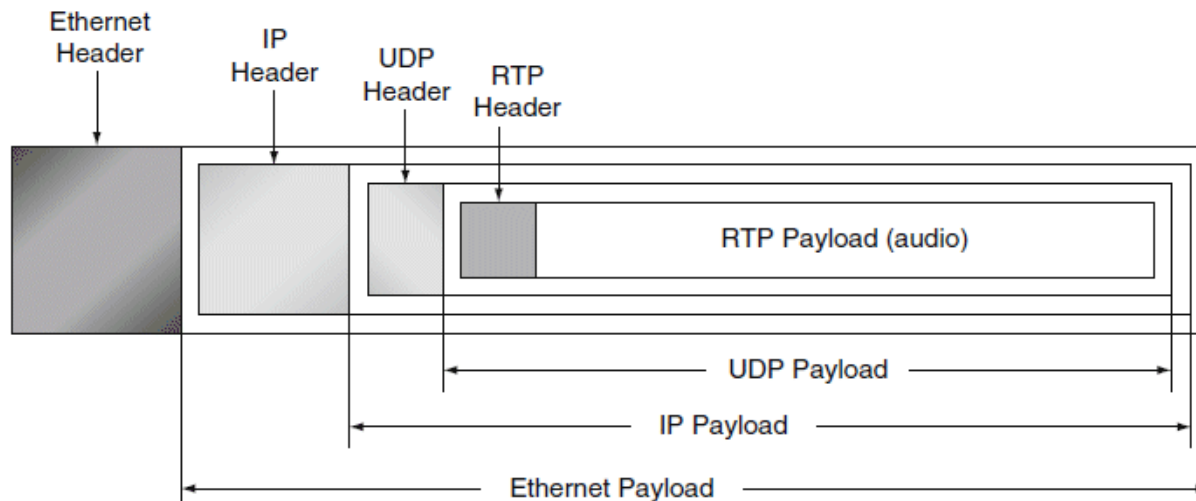
Arquitetura do RTP

❖ Remetente:

- Codifica mídia
- Encapsula a mídia em um pacote RTP
- Encapsula o pacote RTP em um segmento UDP
- Encapsula do segmento UDP em um datagrama IP
- ...

❖ Receptor:

- ...
- Extrai o segmento UDP do datagrama IP
- Extrai o pacote RTP do segmento UDP
- Extrai a mídia do pacote RTP
- Decodifica mídia



Sumário

- ❖ Aplicações de Tempo Real
- ❖ Arquitetura do RTP
- ❖ **Fundamentos do RTP**
- ❖ Protocolo RTP
- ❖ Protocolo RTCP

Fundamentos do RTP

- ❖ RTP suporta vários participantes em uma mesma sessão
- ❖ **Sessão**: conexão lógica mantida entre dois ou mais entidades RTP durante a transferência de dados
- ❖ Sessão é definida por:
 - Número de porta RTP
 - Usado por todos participantes para transferências de dados
 - Se UDP usado, é o número de Porta de Destino do cabeçalho UDP
 - Número de porta RTCP
 - Usado por todos participantes para transferências RTCP
 - Endereços IP dos participantes
 - Pode ser endereço IP *multicast* ou um conjunto de endereços IP

Fundamentos do RTP

❖ RTP não garante:

- Entrega de dados a tempo
- Garantias de qualidade de serviço (QoS)
- Entrega de pacotes em ordem

❖ RTP garante:

- Encapsulamento
- Possível compatibilidade entre aplicações diferentes
- Atribuir fluxo independente (sequenciamento) de pacotes RTP para fontes diferentes (ex.: câmera e microfone)

Sumário

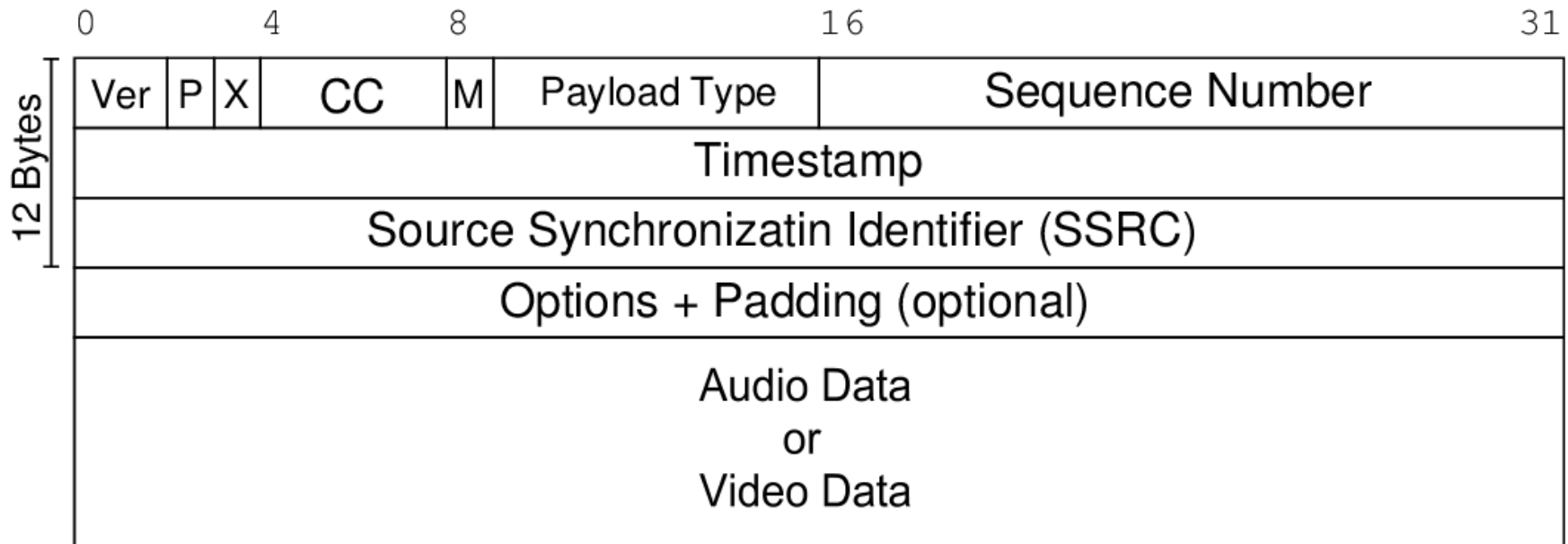
- ❖ Aplicações de Tempo Real
- ❖ Arquitetura do RTP
- ❖ Fundamentos do RTP
- ❖ **Protocolo RTP**
- ❖ Protocolo RTCP

Protocolo RTP

Real-Time Transport Protocol

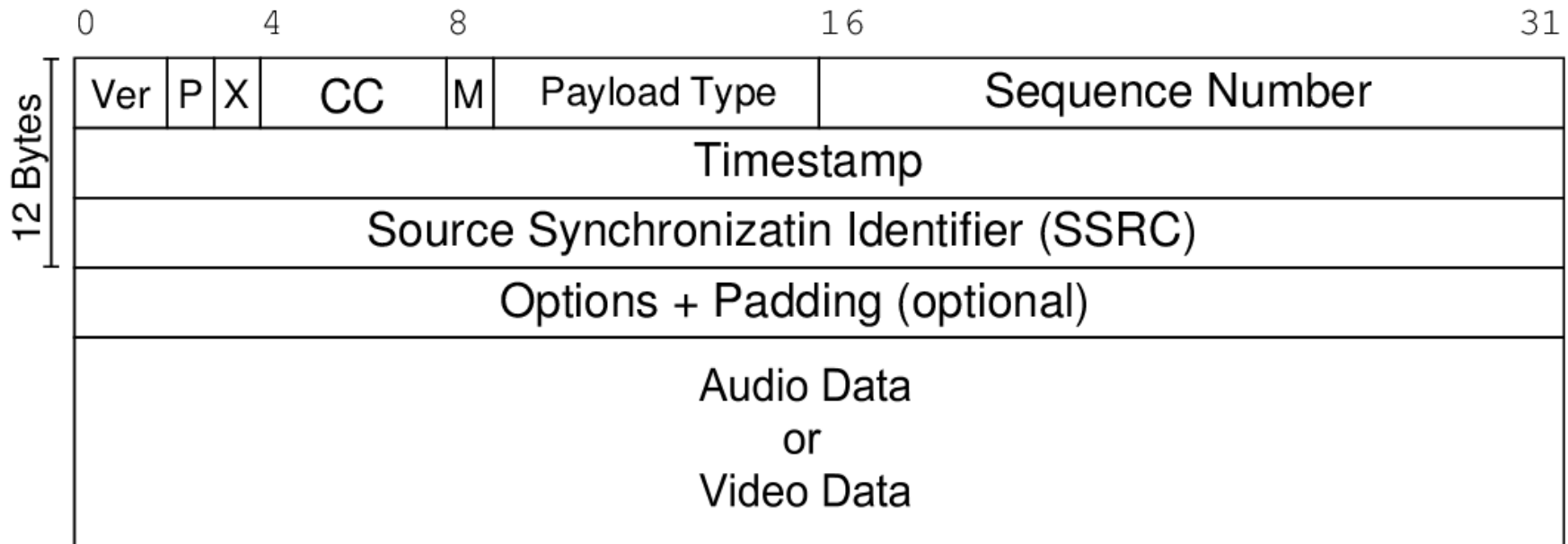
- ❖ Cada pacote RTP é composto por:
 - Campos de cabeçalho RTP fixos
 - Campos de cabeçalho específicos da aplicação
 - Dados da aplicação

Protocolo RTP



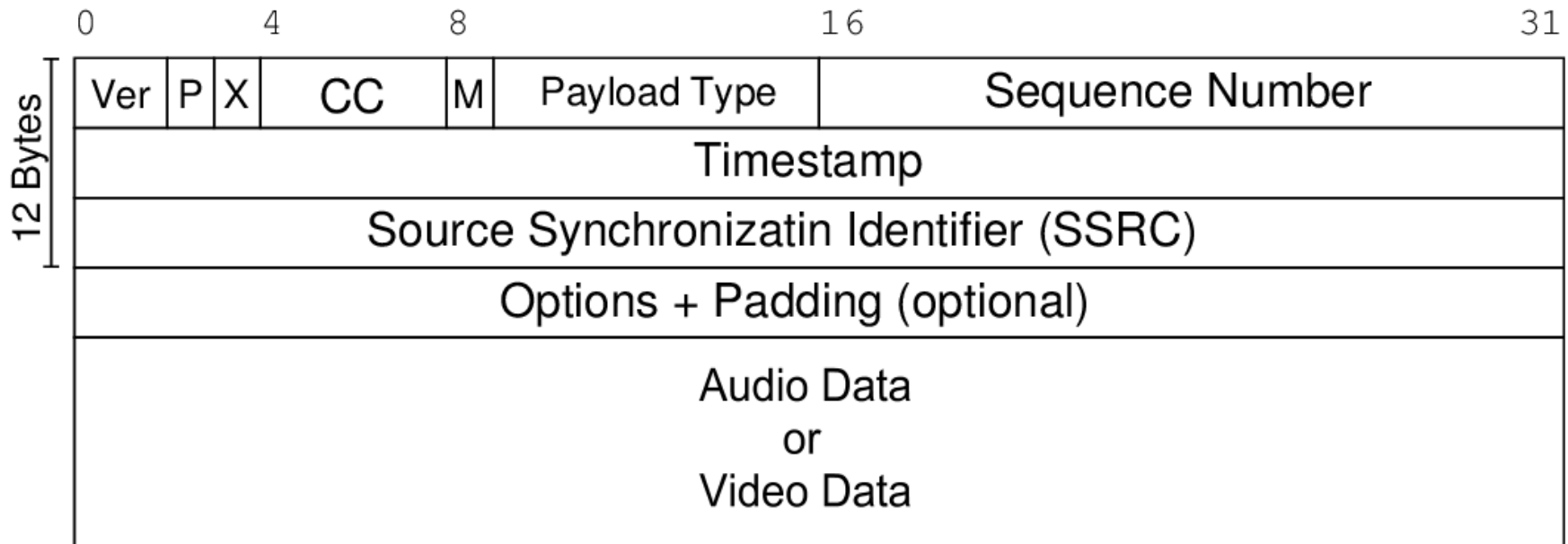
- ❖ **Ver** (2 bits): versão do RTP (2 bits)
- ❖ **Padding** (1 bit): indica se bits de preenchimento aparecem no final dos dados. Se sim, o último byte dos dados contém o número de bytes de preenchimento. Útil quando a aplicação requer que o tamanho dos dados seja múltiplo de algum comprimento (ex.: 32).

Protocolo RTP



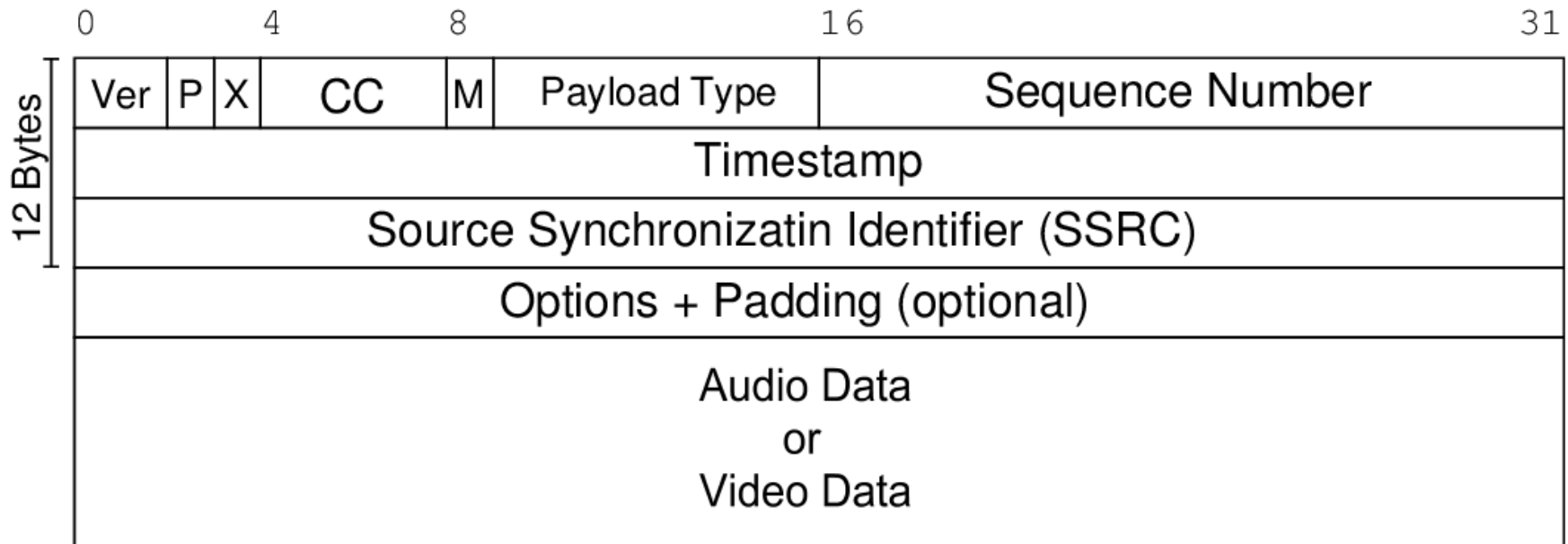
- ❖ **eXtension** (1 bit): Se 1, indica que o cabeçalho é seguido por outro cabeçalho (experimental para futuras extensões do RTP).
- ❖ **CSRC Count** (4 bits): número de fontes que contribuem com os dados neste pacote (geralmente = 1)

Protocolo RTP



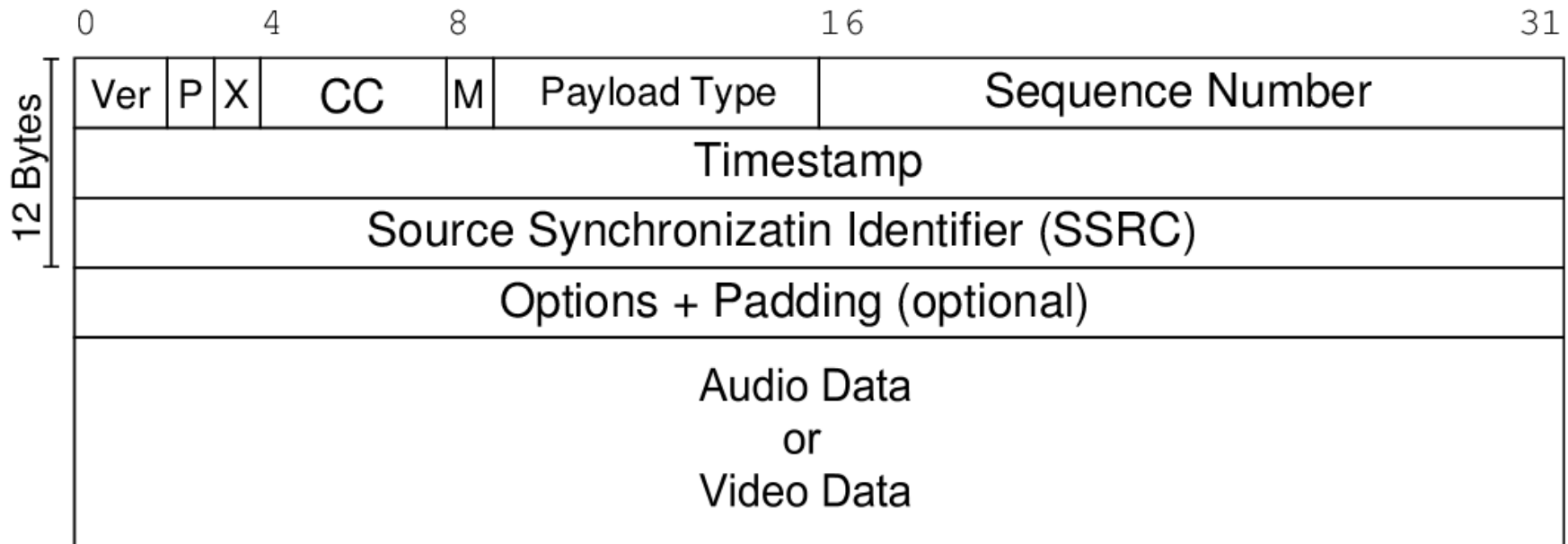
- ❖ **Marker (1 bit):** marcação cuja interpretação depende do tipo de dados. Pode significar “fim de um quadro de vídeo”, ou pode significar “início de uma rajada de som”.
- ❖ **Payload Type (8 bits):** identifica o tipo de dados no campo de dados.

Protocolo RTP



- ❖ **Sequence Number (16 bits):** cada fonte inicia com um número de sequência aleatório, que é incrementado de um em um a cada pacote RTP enviado. Fluxos de áudio e vídeo distintos têm suas sequências próprias de números de sequência.

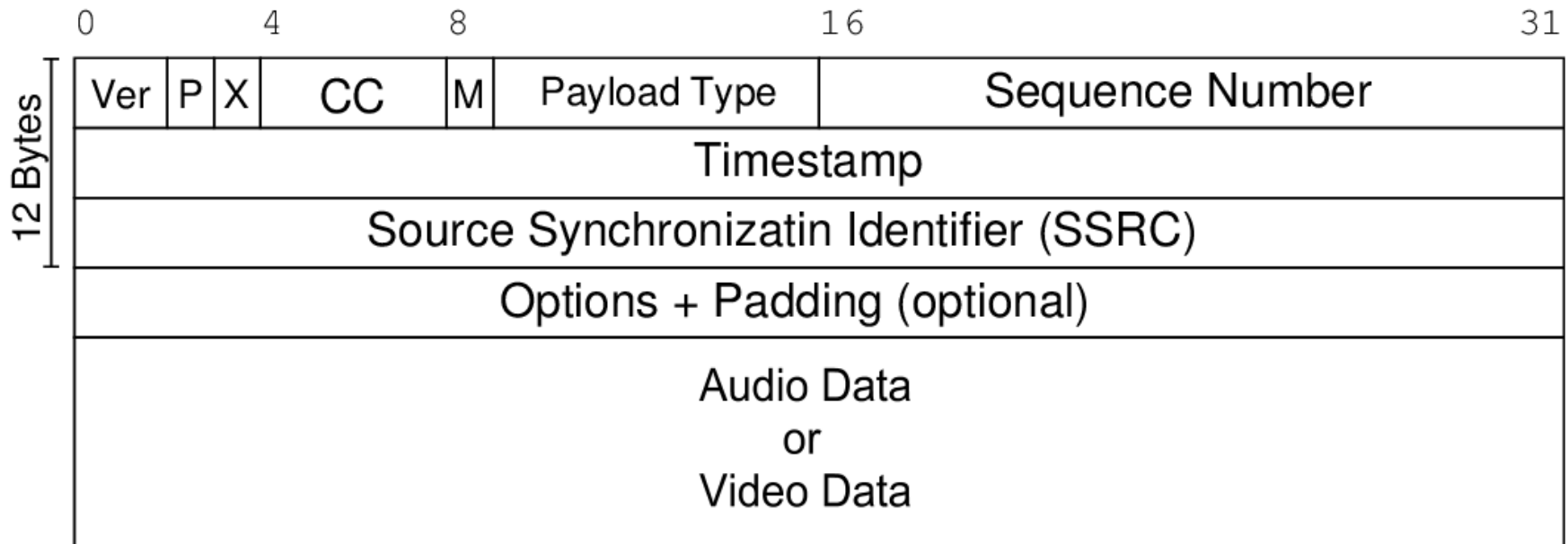
Protocolo RTP



❖ **Timestamp (32 bits):** instante de tempo em que o primeiro byte dos dados foi gerado, de acordo com um relógio local na fonte.

Obs.: Pacotes com números de sequência consecutivos podem ter o mesmo timestamp se foram gerados no mesmo instante. Por exemplo: vários pacotes (com números de sequência diferentes) pertencentes ao mesmo quadro de vídeo (mesmo timestamp).

Protocolo RTP



- ❖ **SSRC** (32 bits): número identificador (gerado aleatoriamente) para a fonte nesta sessão

Protocolo RTP

❖ O campo **Payload Type** identifica:

- Tipo de mídia
- Formato dos dados
- Tipo de compressão e/ou criptografia

PCM μ -Law

PT	encoding name	audio/video (A/V)	clock rate (Hz)	channels (audio)
0	PCMU	A	8000	1
1	1016	A	8000	1
2	G721	A	8000	1
3	GSM	A	8000	1
4	unassigned	A	8000	1
5	DVI4	A	8000	1
6	DVI4	A	16000	1
7	LPC	A	8000	1
8	PCMA	A	8000	1
9	G722	A	8000	1
10	L16	A	44100	2
11	L16	A	44100	1
12	unassigned	A		
13	unassigned	A		
14	MPA	A	90000	(see text)
15	G728	A	8000	1
16--23	unassigned	A		
24	unassigned	V		
25	CelB	V	90000	
26	JPEG	V	90000	
27	unassigned	V		
28	nv	V	90000	
29	unassigned	V		
30	unassigned	V		
31	H261	V	90000	
32	MPV	V	90000	
33	MP2T	AV	90000	
34--71	unassigned	?		
72--76	reserved	N/A	N/A	N/A
77--95	unassigned	?		
96--127	dynamic	?		

JPEG

vídeo H.261

vídeo MPEG 2

Sumário

- ❖ Aplicações de Tempo Real
- ❖ Arquitetura do RTP
- ❖ Fundamentos do RTP
- ❖ Protocolo RTP
- ❖ **Protocolo RTCP**

Protocolo RTCP

Real-Time Control Protocol

- ❖ Protocolo “irmão” do RTP
- ❖ Não transporta dados da mídia!
- ❖ Transporta feedback sobre a qualidade do serviço (QoS) de distribuição de multimídia
 - Estatísticas sobre a rede
 - Informação de controle
- ❖ Controle “fora da banda” para uma sessão RTP
- ❖ Também roda sobre UDP, mas usa número de porta diferente do RTP

Protocolo RTCP

Funções do RTCP e Tipos de Pacote

- ❖ QoS e controle de congestionamento
 - **Receiver Reports (RR)**: pacotes que indicam problemas encontrados pelos receptores (ex.: pacotes perdidos)
 - **Sender Reports (SR)**: pacotes que permitem aos receptores estimar taxa de dados e qualidade da transmissão
- ❖ Identificação
 - **Source Description (SDES)**: pacotes que carregam descrição textual da fonte RTCP
 - Provê mais informação do que o número aleatório SSRC no RTP
- ❖ Controle de sessão
 - **Goodbye (BYE)**: indica que uma ou mais fontes não está mais ativa

Protocolo RTCP

Funções do RTCP e Tipos de Pacote (continuação)

- ❖ Estimativa de tamanho da sessão e dimensionamento
 - Para as duas funções acima, são trocados pacotes RTCP
 - Quando há muitos participantes numa sessão, a taxa de troca de pacotes RTCP tem que ser reduzida
 - Objetivo: limitar tráfego RTCP a 5% do tráfego da sessão

Protocolo RTCP

- ❖ Tipos de estatísticas transportadas
 - quantos pacotes transferidos
 - quantos bytes transferidos
 - quantos pacotes perdidos
 - variação no atraso da transmissão
 - RTT (*round-trip time*)

- ❖ RTCP não especifica como a aplicação vai usar essas informações. Aplicação pode escolher:
 - limitar o fluxo de dados
 - trocar o padrão de codificação dos dados
 - trocar a taxa de bits alvo na codificação dos dados
 - pular alguma informação (ex.: pular quadros do vídeo)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO
TEC2/TEC4: REDES MULTIMÍDIA (RMM)

Unidade 8

Real-Time Transport Protocol (RTP)
Real-Time Control Protocol (RTCP)

Prof. Guilherme Corrêa
gcorrea@inf.ufpel.edu.br