

Camada de Rede

# Fragmentação IP

# Objetivos

- Entender o funcionamento da fragmentação do datagrama IP;
- Ver quais campos atuam nesse processo;

# Revisando

0	4	8	16	19	24	31
<b>VERS</b>	<b>HLEN</b>	<b>SERVICE TYPE</b>	<b>TOTAL LENGTH</b>			
<b>IDENTIFICATION</b>			<b>FLAGS</b>	<b>FRAGMENT OFFSET</b>		
<b>TIME TO LIVE</b>		<b>PROTOCOL</b>	<b>HEADER CHECKSUM</b>			
<b>SOURCE IP ADDRESS</b>						
<b>DESTINATION IP ADDRESS</b>						
<b>IP OPTIONS (IF ANY)</b>					<b>PADDING</b>	
<b>DATA</b>						

# Introdução

- Cada tecnologia de rede física limita o tamanho máximo do quadro;
- Logo, o tamanho máximo do datagrama IP que é encapsulado no campo dados do quadro é dependente dessa tecnologia da rede física;
- A Unidade de Transferência Máxima é a forma de denominar esse limite – MTU (Maximum Transfer Unit);
- A estação de origem seleciona o tamanho máximo de um datagrama IP com base na MTU da rede física diretamente conectada que será usada para transmissão;

# Introdução

- Como um datagrama pode ser encaminhado por diversas rede físicas, com MTUs diferentes, o tamanho inicial pode não ser adequado nas demais redes intermediárias;
- Isso requer algum mecanismo que adapte o datagrama a rede;
  - Divisão do datagrama em fragmentos;
  - O processo é chamado de fragmentação

# Fragmentação

- Processo de divisão de datagramas em pequenas partes, chamadas fragmentos;
- Fragmentos e datagramas possuem formatos idênticos;
- Datagrama original e seus respectivos fragmentos possuem cabeçalhos similares;
- É possível um fragmento ser diversas vezes fragmentado por roteadores ao longo do seu percurso até o destino;

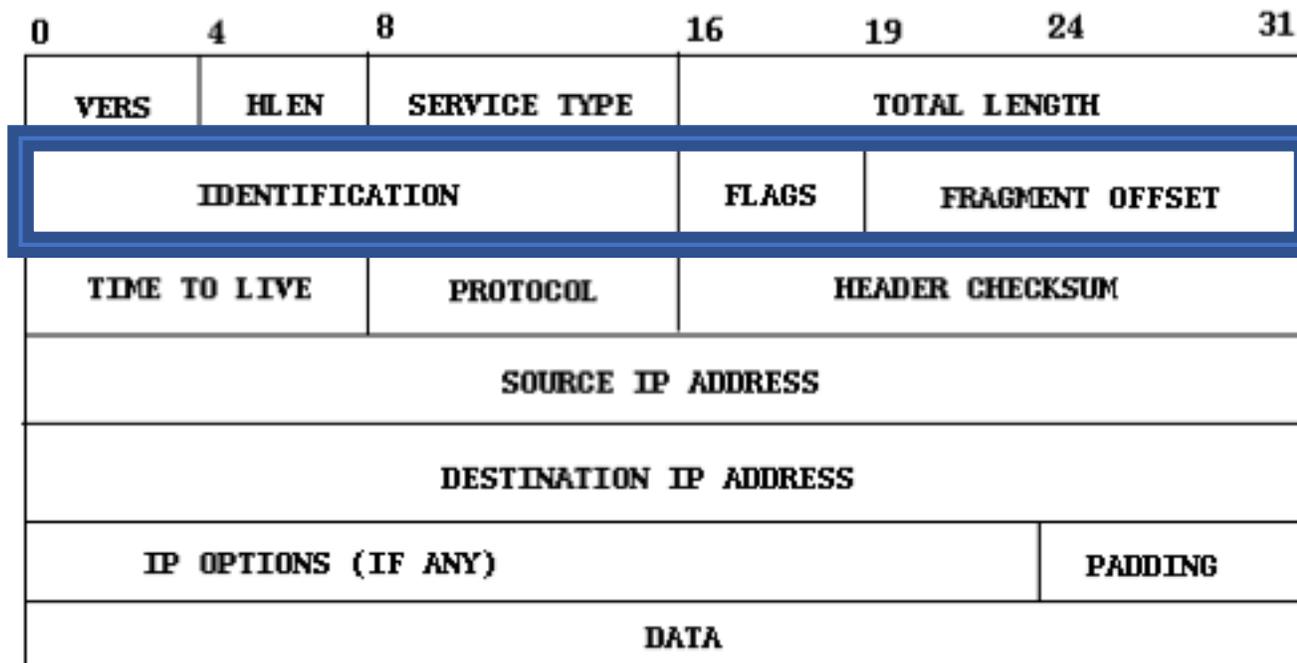


# Remontagem

- Processo de recuperação do datagrama original a partir dos seus fragmentos;
- As informações do cabeçalho de cada fragmento permitem a reconstrução do datagrama original;
  - Independe do número de fragmentações ocorridas;
- É realizada apenas no destino final dos fragmentos;
- O datagrama original não pode ser remontado quando algum fragmento é perdido ou atrasa;
  - O destino final ativa um temporizador após a chegada de um fragmento;
  - Fragmentos recebidos após a expiração do temporizador são descartados;

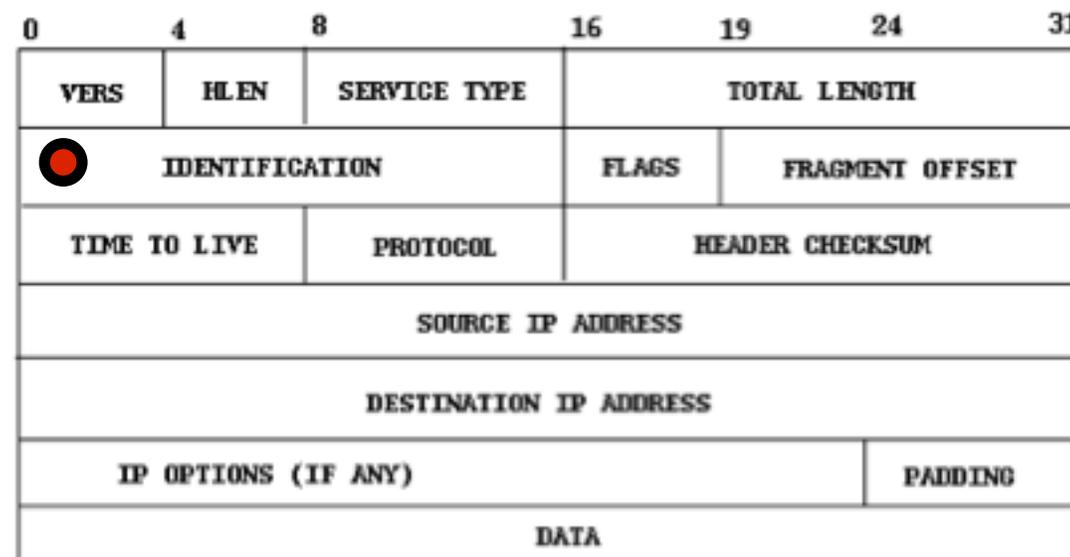
# Controle da Fragmentação

- Para controlar os processo de fragmentação e remontagem, o IP faz uso dos seguinte campos;
  - Identification;
  - Flags;
  - Fragment offset;



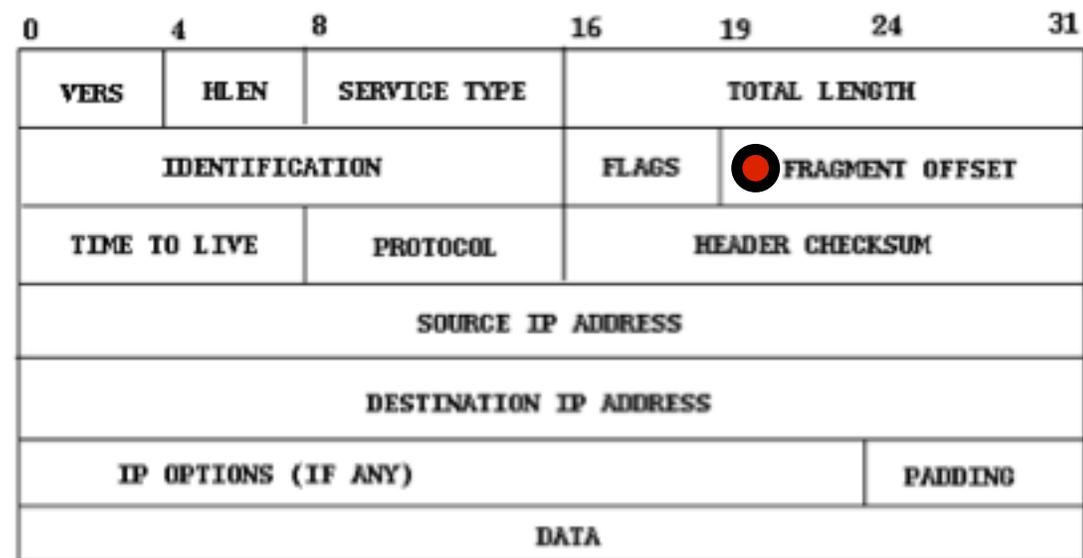
# Controle da Fragmentação

- Campo Identification (16 bits)
  - Contém um número inteiro que representa o datagrama original;
  - Quando ocorre fragmentação esse campo é apenas copiado para cada fragmento;
  - Baseado no source ip address e no identification a estação destino identifica todos os fragmentos de um datagrama;



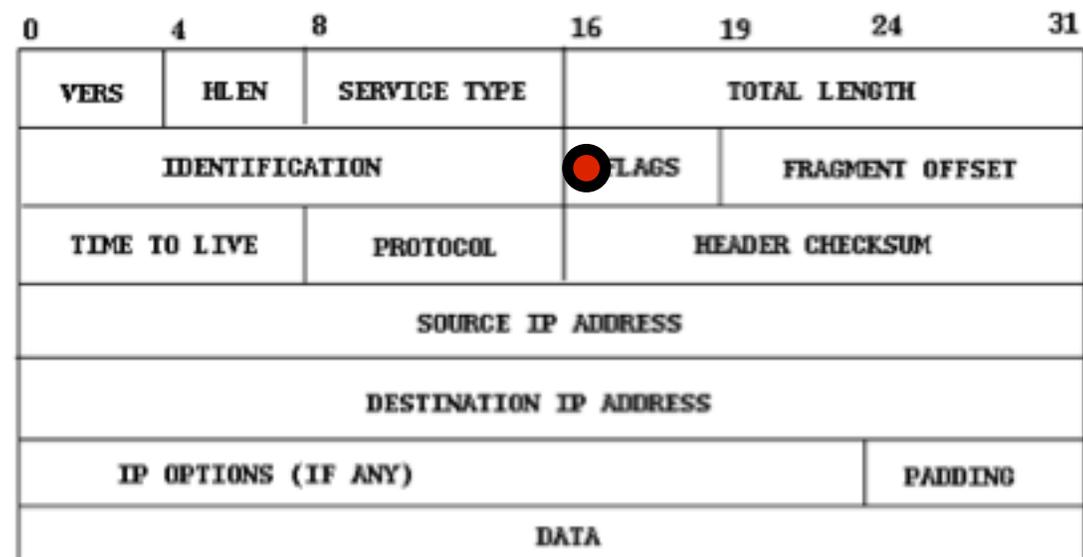
# Controle da Fragmentação

- Campo fragment offset (13 bits)
  - Identifica o deslocamento dos dados transportados, em cada fragmento, em relação ao datagrama original;
  - Ele é medido em unidades de 8 bytes, sendo assim a quantidade de dados transportada deve ser múltipla de 8;
  - O valor inicial é zero, e a estação posiciona cada fragmento em sua posição (de acordo com o fragment offset) na remontagem;



# Controle da Fragmentação

- Campo Flags (3 bits)
  - Apenas 2 bits são usados no controle de fragmentação
  - Do not fragment: Sinaliza se o datagrama pode(0) ou não pode(1) ser fragmentado;
  - More fragments: indica se o fragmento contém dados do início/meio (1) ou do final (0) do datagrama original;



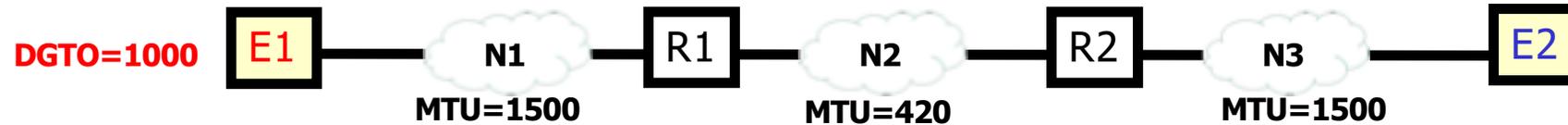
# Algoritmo da fragmentação

- O cálculo do tamanho do fragmento é função do MTU
- Passos:
  - Passo 1: Definir a quantidade de fragmentos;
  - Passo 2: Definir a Variação do OffSet (Tamanho Máximo do Fragmento) em conjunto de 8 bytes;
  - Passo 3: Definir o tamanho da carga útil (tamanho área de dados);
  - Passo 4: Montar os fragmentos com os dados dos passos 1, 2 e 3 e configurar os Flags Don't fragment e More fragments;

# Algoritmo da fragmentação

- Passo 1:
  - $QTD\_F = (DTG\_O - HLen * 4) / (MTU - HLen * 4)$
  - Divisão inteira do datagrama original pela MTU, ambos sem HLen, do novo enlace;
  - Se o resto da divisão for maior que zero, soma-se 1 a quantidade QTD\_F;
- Passo 2:
  - Variação OffSet = TMF =  $(MTU - HLen * 4) / 8$  (Divisão inteira. Maior fragmento possível em octetos)
- Passo 3:
  - TAD =  $TMF * 8$  (Tamanho da área de dados)
- Passo 4: Montar os fragmentos com os dados de 1, 2 e 3;

# Exemplo de fragmentação



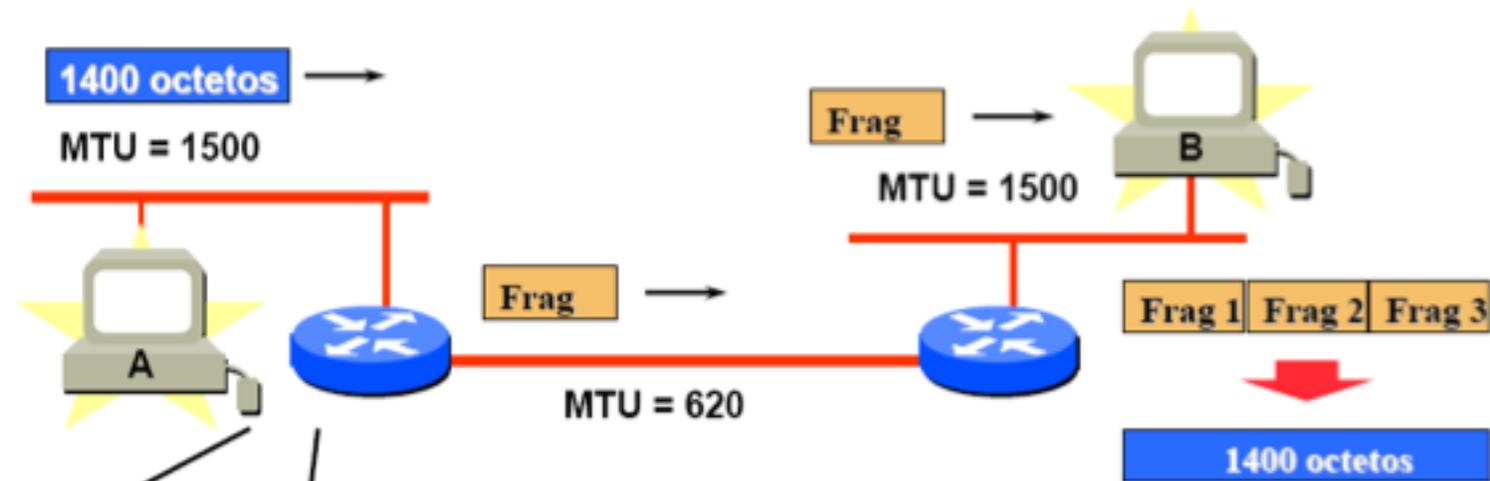
Identification	More Fragments	Fragment OffSet	HLen	Total Len	Data	
555	0	0	5	1000	980	Datagrama original (DTGO)

- $QTDF = (DGTO - HLen * 4) / (MTU - HLen * 4) = 980 / 400 \rightarrow 2,45$ , logo  $QTDF = 3$
- $TAD = (MTU - HLen * 4) = 400$
- $\text{Variação do OffSet} = TAD / 8 = 50$

Identification	More Fragments	Fragment OffSet	HLen	Total Len	Data	
555	1	0	5	420	400	f1
555	1	50	5	420	400	f2
555	0	100	5	200	180	f3

# Exemplo de fragmentação

$QTDF = 1380 / 600 = 2,3 \rightarrow 3$   
TAD = 600  
Variação do OffSet = 75



Datagrama de 1400 octetos (dados) : A → B

	Identification	Flags	Offset
Frag1:	xxxx	010	0
Frag2:	xxxx	010	75
Frag3:	xxxx	000	150

- Frag1 e Frag2 tem 600 bytes de comprimento
- Fragmentos só são remontados no host destino

# Processo de remontagem

- Os campos Identification e Source IP Address identificam os fragmentos de um datagrama;
- O primeiro fragmento é identificado pelo campo Fragment Offset = 0;
- Fragmentos intermediários são posicionados de acordo com o seu Fragment Offset;
- O último fragmento é detectado através do campo More fragments;

# Referências

- Comer, Douglas E., Interligação de Redes Com TCP/IP
- James F. Kurose, Redes de Computadores e a Internet
- Escola Superior de Redes, Arquitetura e Protocolos de Redes TCP/IP