

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
VERS	HLEN	SERVICE TYPE	TOTAL LENGTH			
IDENTIFICATION			FLAGS	FRAGMENT OFFSET		
TIME TO LIVE		PROTOCOL	HEADER CHECKSUM			
SOURCE IP ADDRESS						
DESTINATION IP ADDRESS						
IP OPTIONS (IF ANY)					PADDING	
DATA						

Introdução

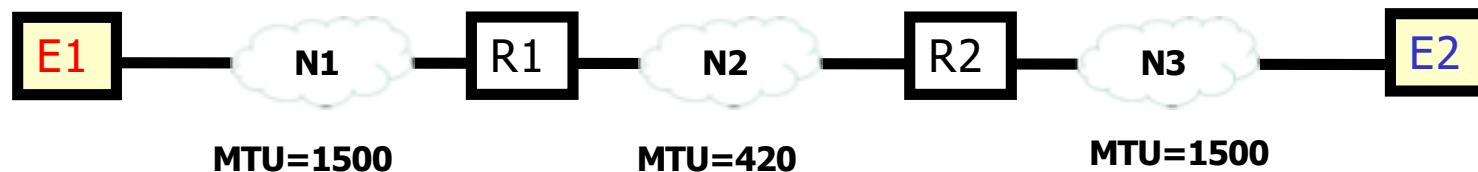
- Cada tecnologia de rede física limita o tamanho máximo do quadro;
- Logo, o tamanho máximo do datagrama IP que é encapsulado no campo dados do quadro é dependente dessa tecnologia da rede física;
- A Unidade de Transferência Máxima é a forma de denominar esse limite – MTU (Maximum Transfer Unit);
- 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;

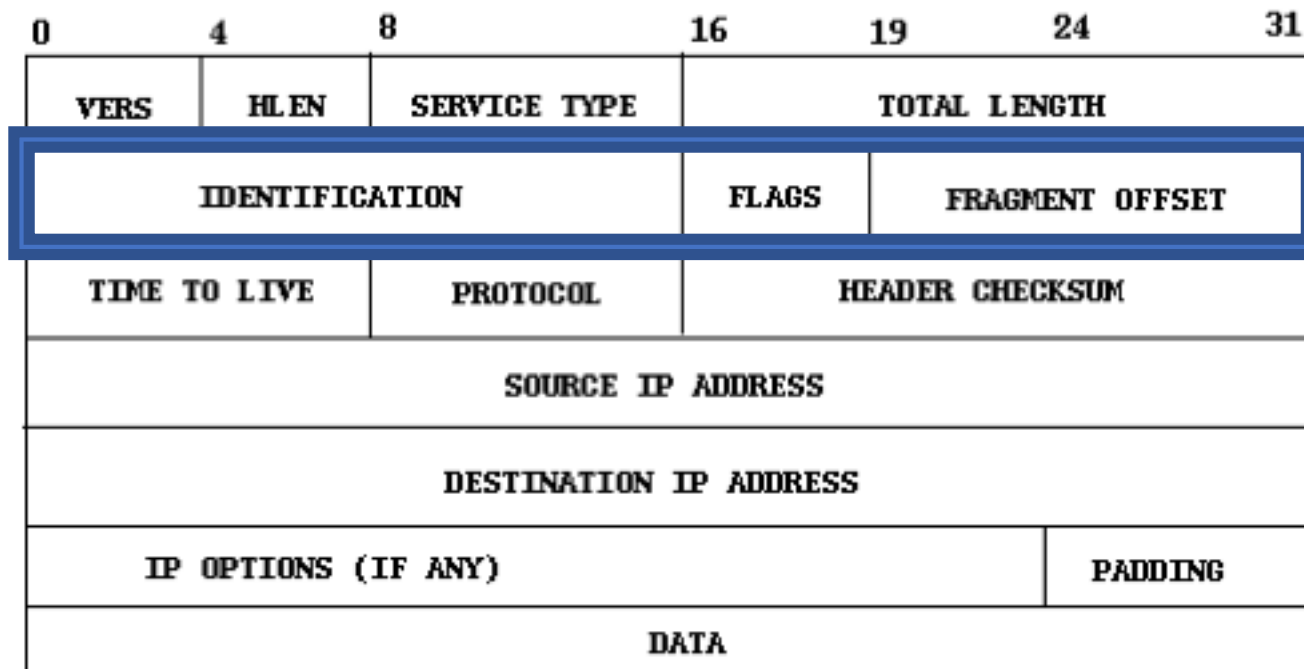


Remontagem

- 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;

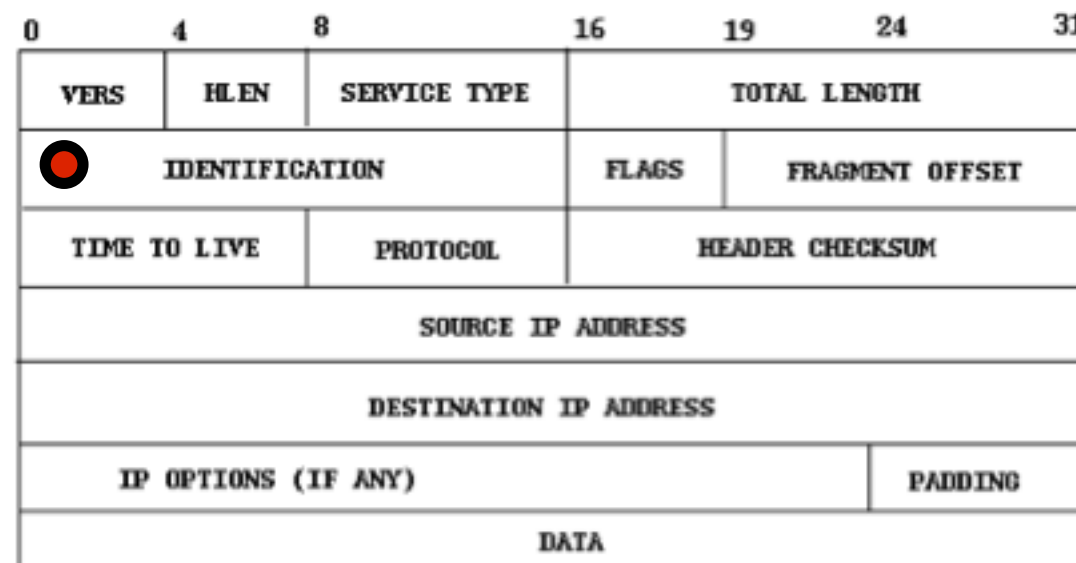
Controle da Fragmentação

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



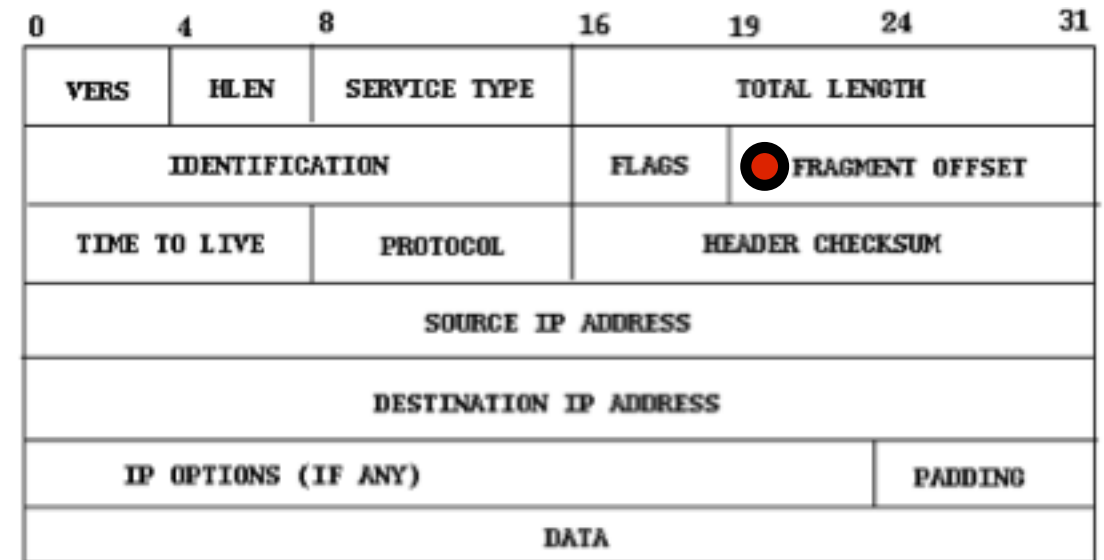
Controle da Fragmentação

- 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;



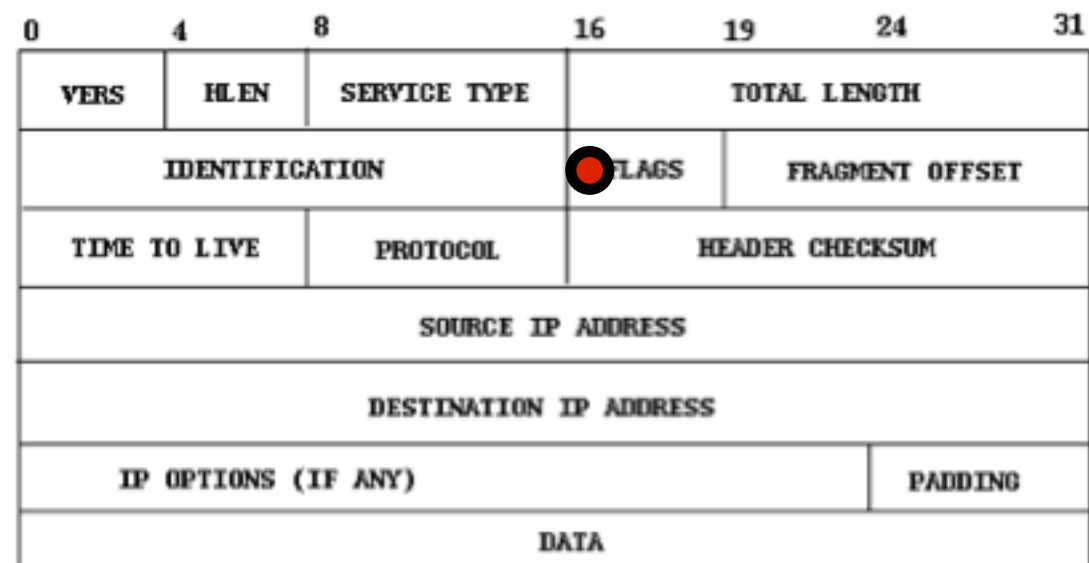
Controle da Fragmentação

- 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;



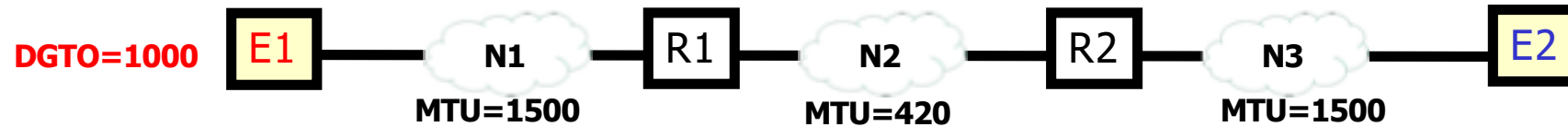
Algoritmo da fragmentação

- 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



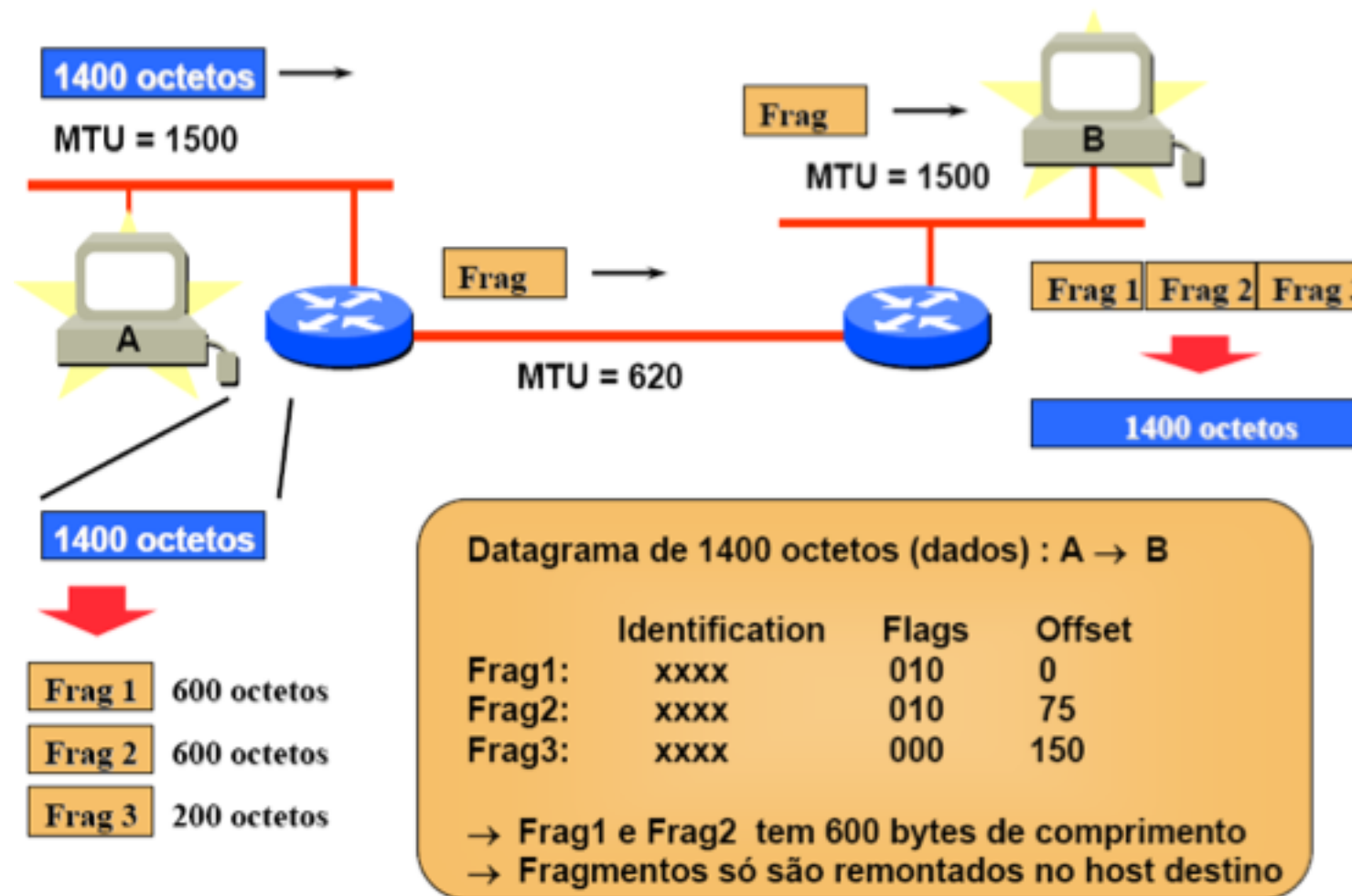
Identification	More Fragments	Fragment OffSet	HLen	Total Len	Data	
555	0	0	5	1000	980	Datagrama original (DTGO)

- $QTDF = (DGTO - HLen * 4) / (MTU - HLen * 4) = 980 / 400 \rightarrow 2,45$, 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



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