

# REDES DE COMUNICAÇÕES I

internet → rede produzida por milhares de milhões de dispositivos interligados (hosts ou sistemas terminais) que por sua vez estão ligados por vias de comunicação e switches.

switches → equipamentos de redes que permitem distribuir uma ou mais redes segundo uma política estabelecida numa tabela de redirecionamento.

- Sempre que um sistema terminal precisa de enviar informação para outro é feita uma divisão do produto em várias partes, enviando pacotes, adicionando também cabeçalhos de introdução - headers.
- Ao final, depois da transmissão dos pacotes, através da informação que estes contêm (nos cabeçalhos), o sistema terminal deve ser capaz de montar tudo de novo, reavendo o produto inicial.
- A transmissão de pacotes é assegurada por routers.

router → equipamento que visa distribuir pacotes segundo políticas mais rígidas

PROTOCOLO IP → Internet Protocol, responsável por assegurar que os processos de transferência numa rede, nesta camada, se conduzam sempre da mesma forma.

protocolos → definem o formato e a ordem das mensagens enviadas e recebidas entre as entidades da rede, e as ações executadas quando se dá a transmissão e recepção das mensagens.

- O endereçamento, em termos de protocolo, pode ser de 1 de 4 tipos:

unicast → se se identifica um único recetor (host)

broadcast → se todos os hosts presentes são recetores

multicast → se se identificam todos os elementos de um dado grupo como recetores (all-of-many)

any-cast → se se identifica 1 elemento de um grupo como recetor (one-of-many)

## NOTA!

→ endereço = morada

netid → id rede  
prefixo de rede

hostid → id terminal



interface → ligação entre um sistema terminal/router e a rede.

- Cada interface tem de ter, pelo menos, um endereço IP associado, também podendo ter mais do que 1.

Habitualmente → Routers - mais do que 1 interface  
 → hosts - 1 interface

## CLASSES DE IP

	0	7	15	23	31
A	0	netid	hostid		
B	1 0	netid	hostid		
C	1 1 0	netid	hostid		
D	1 1 1 0	endereço multicast			
E	1 1 1 1	RESERVADO para utilização futura			

Classe	menor endereço	maior endereço	bits de prefixo	nº máx. redes	bits de sufixo	nº máx hosts
A	1.0.0.0	126.0.0.0	7	128	24	16 777 216
B	128.0.0.0	191.255.0.0	14	16 384	16	65 536
C	192.0.0.0	223.255.255.0	21	209 7152	8	256
D	224.0.0.0	239.255.255.255	///	///	///	///
E	240.0.0.0	255.255.255.254	///	///	///	///

## Endereços IP especiais

- 0.0.0.0 → "este terminal", apenas válido nalgumas inicializações
- 0's + hostid → "host na própria rede", apenas válido para algumas inicializações
- 127..... → loopback, serve para simular o comportamento de sockets pois tudo o que passa por este endereço não chega a tocar na rede.
- netid + 1's → "broadcast dirigido à rede identificada pelo netid", não pode ser usado como endereço de origem.
- 255.255.255.255 → "broadcast local", transmite tudo o que recebe para todos os dispositivos ligados à rede, não pode ser usado como endereço de origem
- netid + 0's → "identificador da rede netid"



**MÁSCARA** → utilizada para separar a parte de rede da parte de host dos endereços, onde 1 indica que esse bit faz parte do identificador da rede e 0 do identificador do terminal (host)

exemplos:

IP	10		0.0.1
máscara	255		0.0.0
	← rede		→ host

0000 1010		0000 0000 0000 0000 0000 0001
1111 1111		0000 0000 0000 0000 0000 0000
← rede		→ host

## DATAGRAMAS IP

- O protocolo IP envia informação na forma de datagramas

**datagrama IP** { campo de cabeçalho  
                          campo de dados

Nota!

→ O cabeçalho de um datagrama IP tem no mínimo 20 bytes (outros tamanhos são 24, 28, 32, 36...)

### Campos do Datagrama

**Version (4 bits)** → versão do protocolo IP

**Header Length (4 bits)** → tamanho do cabeçalho em blocos de 4 octetos, quando não tem opções (IP options) o cabeçalho ocupa 5 ~~octetos~~ blocos de 4 octetos, tendo o primeiro octeto do cabeçalho IP o valor 0x45.

**Service Type (1 byte)** → tipo de serviço ao qual o pacote pertence, permite que os roteiros diferenciem o tratamento dos pacotes consoante a qualidade de serviço pretendida.

**Total Length (2 bytes)** → tamanho do datagrama IP em octetos, incluindo o cabeçalho (máx 65535 octetos)

**Identification (2 bytes)** → identificador atribuído pela estação que gerou o datagrama, este campo mantém-se durante a fragmentação, o que permite ao destinatário identificar vários fragmentos do mesmo pacote.

**Flags (3 bits)** → o primeiro bit está reservado para uso futuro (sempre 0), o segundo tem valor 0 se o datagrama poder ser fragmentado e valor 1 caso contrário, e o 3º bit tem valor 0 se for o último fragmento do pacote e 1 caso não seja.

**Fragment Offset (13 bits)** → posição (em múltiplas de 8 bytes) do fragmento no datagrama original (o primeiro fragmento tem o valor 0x00)



Time to Live (1 byte) → o máximo de tempo que o datagrama pode permanecer na rede, e é alterado em cada Router e quando atinge valor 0 o datagrama é eliminado.

Protocol (1 byte) → especifica o protocolo de nível superior  
exemplo: 1-ICMP || 6-TCP || 17-TCP

Header Checksum (2 bytes) → resultado da soma (em palavras de 16 bits) dos outros campos do cabeçalho, visto que o header é alterado em cada Router, este valor também é recalculado, permite detectar erros de transmissão que alterem o cabeçalho do datagrama.

## ADDRESS RESOLUTION PROBLEM (ARP)

↳ exemplo:

- Um pedido surge do computador A para todos os dispositivos inseridos na rede (ARP Request) até aos routers (não passando para além de nenhum router) perguntando quem tem o IP x.x.x.x, que se acuse.
- Para completar todos os procedimentos deste protocolo, o dispositivo que cumpre os requisitos do ARP Request responde afirmativamente fazendo um ARP Response acompanhado do seu endereço MAC.
- Feito o ARP Response, agora o computador A possui o endereço MAC do PC-C, possuindo assim todos os requisitos para enviar um pacote para o PC-C.

ENDEREÇO MAC → Media Access Control é um identificador único designado para uma dada interface numa rede num segmento físico. Endereços físicos das máquinas associadas às redes.

## Comando Ping

- O emissor (host ou router) envia uma mensagem do tipo Echo Request
- O recetor (host ou router) responde com uma mensagem do tipo Echo Reply
- Testa }
  - o software IP e ICMP do emissor
  - a conectividade, incluindo os routers, no percurso até ao recetor e vice-versa
  - o software IP e ICMP do recetor



→ Quando uma estação pretende enviar um pacote IP para uma rede IP que não a sua, o primeiro salto é para o **default gateway**.

→ **Default Gateway** → é configurado pelo utilizador, corresponde ao endereço IP da interface de um dos Routers que pertence à rede da estação

## Fragmentação e Montagem IP

**MTU** (Maximum Transfer Unit) → unidade máxima de transferência, limite máximo de bits de uma transferência de dados

### CONSEQUÊNCIAS DAS VARIAÇÕES DE MTU

→ Tendo o protocolo Ethernet um MTU de 1500, se tivermos um valor mais baixo que este, então teremos uma **velocidade** de ligação mais baixa, isto porque o pacote enviado, com um tamanho superior ao valor do MTU, terá de ser enviado por partes → **FRAGMENTAÇÃO**

**sub-rede** → é um subconjunto de uma rede de classe A, B ou C

**Nota:**  
→ MTU não inclui Ethernet Header!

## LAN - Local Area Network

→ rede de área local, aglomerado de terminais e outros equipamentos numa só rede.

**NIC** (Network Interface Card) → adaptador que implementa as LAN's a nível físico, este adaptador está ligado aos terminais, Router e contém todos os parâmetros para poder estabelecer comunicações com todos os equipamentos ligados à mesma rede.

• Cada adaptador NIC possui um endereço único (endereço MAC), que é gerido pela IEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) e todas as suas tecnologias têm o mesmo esquema de endereçamento - 48 bits de comprimento, globalmente administrados pelo IEEE

<b>Tipos de Endereços</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>→ <b>Unicast</b> - identifica uma NIC</li><li>→ <b>Multicast</b> - usado para comunicações multicast</li><li>→ <b>Broadcast</b> - endereço especial usado para enviar frames para todos os terminais da sua rede.</li></ul>
---------------------------	---



## ENDEREÇO IEEE

11111111 11111111 11111111 11111111 11111111 11111111

OUI

bit de grupo / individual

bit global / local

3 últimos bytes disponíveis

• NOTA: o endereço acima representado é o endereço broadcast, todo preenchido a 1:

FF-FF-FF-FF-FF-FF

## BIT GLOBAL / LOCAL

↳ sétimo bit do primeiro byte da OUI

↳ '0' se for um endereço globalmente atribuído (IEEE)

↳ '1' se for administrado localmente

## BIT DE GRUPO / INDIVIDUAL

↳ oitavo bit do primeiro byte da OUI

↳ '0' se o endereço for do tipo unicast (IEEE)

↳ '1' se o endereço for do tipo multicast

## Protocolo Ethernet (IEEE 802.3)

→ Inventado em 1973 por Bob Metcalfe e David Boggs

→ limitações da época: se o nº de terminais fosse maior que o nº máximo de equipamentos permitidos por ligação partilhada, então teríamos de recorrer a um repetidor.

## CSMA/CD → carrier sense multiple address with collision detection.....

→ antes de um dado terminal enviar um pacote para a rede:

1º → verifica se a ligação partilhada está a ser utilizada por outro terminal

2º → verifica se os dados que quer partilhar já não se encontram a "navegar" pelo meio.

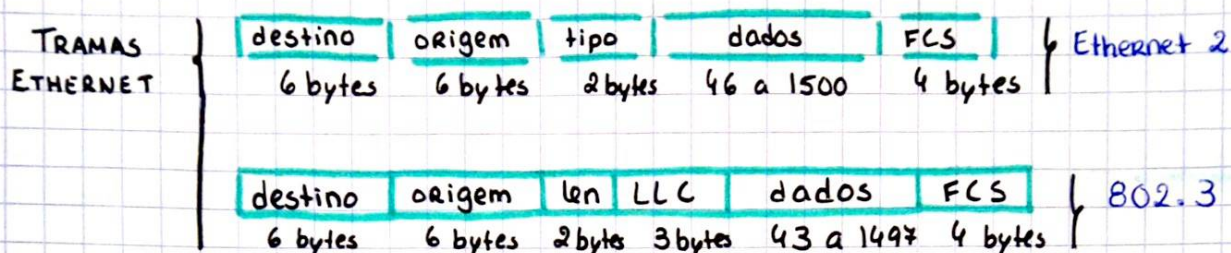
⇒ Um terminal precisa de enviar um frame para a rede

1 Persistente ↳ se não houver mais ninguém a usar o meio partilhado, então o terminal pode enviar!

↳ caso alguém esteja a usar, deve esperar e depois enviar



=> Quando uma estação transmissora detecta uma colisão, esta deve interromper a transmissão da sua trama e enviar um sinal **JAM**.



Para garantir que todas as estações presentes detectam colisões  $\Rightarrow$  tempo de transmissão **maior** > tempo de Round-trip

domínio de colisão  $\rightarrow$  secção de uma rede onde frames transmitidos em simultâneo colidem uns com os outros

bridges  $\rightarrow$  switch de 2 portas

- $\rightarrow$  Repetidores e hubs  $\rightarrow$  interligam segmentos de LANs
- $\rightarrow$  Switches e bridges  $\rightarrow$  interligam diferentes LANs, salvaguardam e reencaminham e filtram

flooding  $\rightarrow$  envia o pacote recebido para todas as interfaces, exceto a de entrada

TTL (tempo de vida)

$\rightarrow$  predefinido cada vez que o switch recebe um pacote da estação terminal de origem, entretanto esta entrada na tabela é eliminada quando passados TTL segundos não forem recebidos quaisquer pacotes de tal origem - TTL expirou

domínios de broadcast  $\rightarrow$  secção de rede onde todas as estações comunicam diretamente

ICMP  $\rightarrow$  internet control message protocol

- $\rightarrow$  Permite a troca de mensagens de controle e diagnóstico
- $\rightarrow$  Os pacotes ICMP são encapsulados nos pacotes IP



## ICMP Redirect

- ↳ sempre que um router detecta que uma estação está a usar uma rota que não é a melhor envia-lhe uma mensagem ICMP Redirect para que ele mude de rota, enviando também o datagrama original para o destino
- ↳ não possibilita mudanças de rotas entre routers!!
- só entre um host e um router ligados à mesma rede.

TRACERT → permite descobrir o percurso utilizado no encaminhamento dos pacotes, recorre ao TTL e às mensagens ICMP Time exceeded.

## Funções Principais

### ↳ REPETIDOR / HUB

- operando no nível físico 1 (camada 1)
- regenera os sinais (hub é um repetidor com portas múltiplas)

### ↳ BRIDGE / SWITCH

- sendo do tipo store & forward opera ao nível da camada da ligação (camada 2)
- interliga 2 ou mais domínios de colisão, pelo que comuta com base nos endereços MAC

### ↳ ROUTER

- sendo do tipo store & forward opera ao nível da rede (camada 3)
- comuta com base nos endereços de nível 3, ex: endereço IP

## endereçoamento privado

- ↳ conjunto de gamas de endereços IPv4 destinados para redes locais, privadas.
- ↳ O facto de serem privadas faz com que todos os pacotes cujos endereços de destino sejam da gama dos privados não possam circular na rede pública.

## NAT - network address translation

- ↳ mecanismo que converte endereços privados em endereços públicos, e vice-versa à entrada / saída da nossa rede



## DHCP... dynamic host configuration protocol...

↳ tem como objetivo permitir que os terminais que se associem a uma rede recebam, dinamicamente, um endereço IP por um servidor, este empréstimo de endereço, enquanto a ligação está feita, deve ser constantemente renovada, de tempo, a tempo.

servidor DHCP → equipamento que se identifica num porto e que distribui endereços num conjunto de endereços (pool de endereços)

lease time → tempo que cada endereço possui, quando se esgotar e não for renovado, o endereço passa a estar disponível para quem precisa, tempo total do empréstimo

Leasing de Endereços

- renewal time
  - $\frac{1}{2}$  do tempo de leasing
  - altura em que o cliente deve tentar renovar o empréstimo
- rebinding time
  - 85% do tempo de leasing
  - caso não tenha conseguido antes, o cliente deve tentar renovar
- leasing time
  - tempo total do empréstimo

## PROJETO FINAL

→ Características da rede de comunicação da empresa:

- A) contém os endereços IPv4 públicos de classe C 200.1x3x4.1x8x9.128/25
- B) contém o endereço global IPv6 2001::2x7::/64
- C) utiliza internamente a gama dos endereços IPv4 privados de classe C
  - ↳ 10.1x4x9.0.0/16 (várias redes de classe C)
- D) toda a rede local possui uma rede IPv4 privada e uma rede global IPv6
- E) a conexão entre os routers R0 e R1 é uma rede privada que utiliza o endereçamento privado já disponível
- F) considerando o endereçamento IPv4 pública, existem diversos equipamentos na rede que precisam de endereçamento: 55 servidores para a rede de Design, 29 servidores na rede de Marketing e o Router 1 precisa de endereços públicos IPv4 para configurar mecanismos NAT/PAT
- G) a internet é simulada com a rede IPv4 203.0.0.0/24 e a rede IPv6 2300::A::A::/64