Sumário

- Endereçamento no TCP/IP.
- Endereço físico e endereço IP.
- Tradução entre o endereço físico e endereço IP.
- Formato dos pacotes
- Pacotes de erro.

Genesis

- DARPA: *Defense Advanced Research Projects Agency.*
- NSF: *National Science Foundation.*
- DOE: *Department of Energy.*
- DOD: *Department of Defense.*

Aplicações

- Correio electrónico.
- Transferência de ficheiros.
- Login remoto.
- News.

Serviços

- Transferência de pacotes sem ligação.
- Serviço de Transporte Fiável.

Caracteristicas

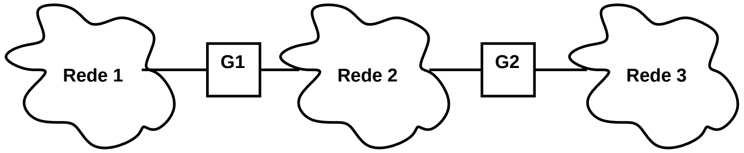
- Independência da tecnologia da rede.
- Interconexão universal.
- Confirmações end-to-end.
- Protocolos de aplicação normalizados.

Historial

- 1970: *DARPA inicia a concepção da arquitectura.*
- 1977-79: *Definição dos protocolos e arquitectura.*
- 1980: *Inicio de funcionamento.*
- 1983-85: *UNIX Berkeley inclui TCP/IP.*
- 1990: *200.000 máquinas.*
- 1995: *2.206.360 máquinas.*

Arquitectura

- Redes interligadas por encaminhadores (designadas *gateways*).
- Os encaminhadores encaminham os pacotes baseados na sua rede de destino, e não no seu nó de destino.



Redes

- Todas as redes são tratadas do mesmo modo.
- Uma rede local (como uma Ethernet), uma rede de grande escala, ou uma ligação ponto-a-ponto entre duas máquinas, todas são tratadas como uma rede IP.

Endereços

- Cada nó numa rede TCP/IP possui um endereço *internet* único, constituido por 32 bits, que é usado em toda a comunicação com esse nó.

  No futuro, os endereços terão mais dígitos.

  Fornecidos pelo "Network Information Center".

- Cada endereço é um par (nó/rede).

  Notação decimal: 128.10.2.30. Tudo zeros significa rede/nó local. Tudo uns significa difusão. 127.xx.xx.xx: loopback.

Endereços: estrutura

0 1 2 3 4 8 16 24 31

0	id-rede	id-no				Classe A
1	0	id-rede	id-no			Classe B
1	1	0	id-rede	id-no		Classe C
1	1	1	0	multicast (difusao)		Classe D
1	1	1	1	0	reservado para uso futuro	Classe E

Endereços

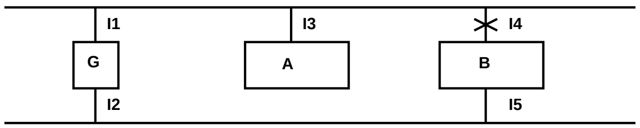
- Identifica uma ligação à rede.
- Se o nó possuir ligação a mais que uma rede, possui vários endereços.
- O encaminhamento usa a porção do endereço que especifica a rede.

  Um nó com mais que uma ligação pode receber pacotes por caminhos diferentes.

  Pode estar estar inacessível para uns nós/endereços e não para outros.
- Se um nó mudar de rede, deve também mudar de endereço.

Endereços: ilustração

- Nó B não está acessível usando o endereço I4, mas está acessível usando o endereço I5, através do encaminhador G.



Tradução de Endereços

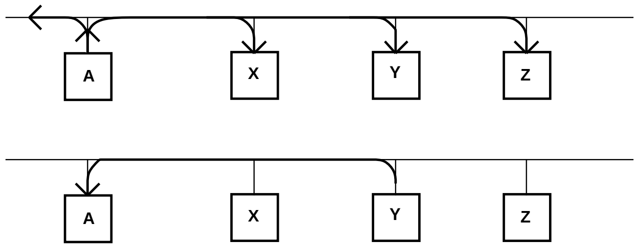
- Traduzir endereços Internet em endereços físicos.

  Descobrir o endereço físico da máquina correspondente a um endereço IP.
- Tradução directa.

  Quando o endereço físico cabe na porção correspondente ao nó.

ARP: Address Resolution Protocol

- Mantém uma "cache".
- Usa difusão quando não está na cache.



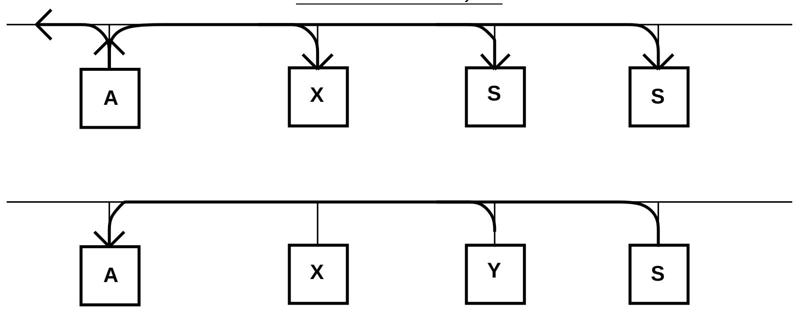
Descobrir o endereço IP

- Quando a máquina inicia o funcionamento.
- Se têm disco: *lê de um ficheiro.*
- Se não têm disco: *RARP (Reverse Address Resolution Protocol).*

RARP: Reverse Address Resolution Protocol

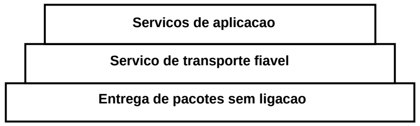
- Baseado em servidor de nomes.
- Difusão com endereço físico (usando um tipo de trama pré-determinado).
- Endereço IP obtido através do endereço físico.
- Simétrico ao ARP.

RARP: ilustração

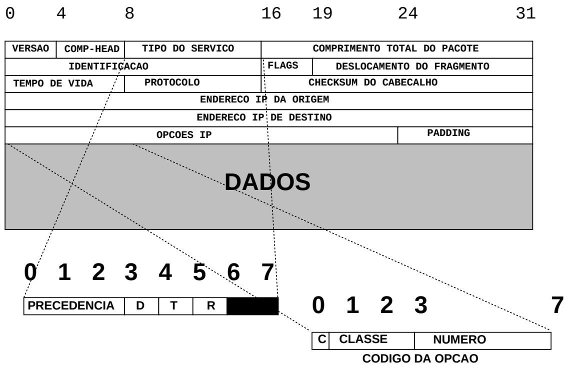


Arquitectura hierarquica

- Entrega de pacotes sem ligação e não fiável (IP).
- Serviço de ligação fiável.
- Serviços de gestão.
- Serviços de aplicação.



Datagrama Internet



Datagrama Internet

- Versão: *para suportar diferentes versões dos protocolos.*
- Comprimento do cabeçalho: *em palavras de 32 dígitos, por causa das opções.*
- Comprimento total: *do pacote, medido em octetos.*
- Tipo de serviço: *precedência (0-7); D-Baixo atraso; T-Elevado ritmo; R- Fiabilidade.*

Datagrama Internet

- Identificação: *identificador único do fragmento original.*
- Flags: *controlo da fragmentação.*
- Deslocamento: *deslocamento do fragmento.*
- Tempo de vida: *em segundos.*

  Geralmente aproximado: decrementado em cada encaminhador.
- Protocolo: *para uso pelos protocolos superiores.*
- Checksum: *só do cabeçalho IP.*

Opções IP

- Dígito 'C': *copiar caso haja fragmentação.*
- Classe: *0- datagrama ou controlo; 1- reservado; 2- debugging e medição, 3- reservado.*
- Opções:

  Memorizar a rota (segue-se lista de endereços).

  Encaminhamento na origem (segue-se lista de endereços).

Outras opções IP

- End of option: *se não for múltiplo de 32 dígitos.*
- No operation: *para alinhar as paravras.*
- Loose source routing: *"sugestões" de nós intermédios.*

  Tem um campo que aponta para a posição actual na lista.
- Internet timestamp: *para ir marcando o tempo pelo caminho.*

  Marcar só o tempo ou o tempo mais o endereço dos encaminhadores.

Encaminhamento directo

- Transmissão de um datagrama entre duas máquinas na mesma rede não envolve encaminhadores.

  O emissor encapsula o datagrama num pacote da rede em causa, descobre o endereço físico do nó de destino, e envia o pacote directamente para o destino.

  Como todas as máquinas na mesma rede possuem o mesmo identificador de rede, testar se um endereço está na rede local é extremamente eficiente.

Encaminhamento indirecto

- Os encaminhadores formam uma estrutura interligada e co-operante.

  Datagramas passam de encaminhador em encaminhador até chegarem à rede onde se encontra o nó de destino.
- Encaminhamento baseado em tabelas de encaminhamento.

  Para manter as tabelas pequenas e o seu manuseamento simples, geralmente consideram-se apenas redes e não nós individualmente (embota também suporte entradas individuais).
- Entrada por omissão: *se não emparelhar com outra opção, segue-se este caminho.*

Processamento no pacote

- Nos nós terminais:

  Se o endereço estiver certo, entregar ao protocolo especificado; caso contrário descartar.

  Endereço certo: um dos endereços da máquina ou difusão.

- Nos encaminhadores:

  Ou processa (como anteriormente) ou re-encaminha.

ICMP: Internet Control Message Protocol

- Usado para reportar erros.
- Como um encaminhador (no caso geral) não sabe qual o percurso do pacote, estes são reportados ao emissor.
- Não é usado para informar outros encaminhadores de problemas.
- Um pacote ICMP é propagado num pacote IP.

  Não são gerados ICMPs como resposta a ICMPs.

Pacote ICMP

Tipo	*Código*	*Checksum*
Identificador		*Número de Sequência*
Dados Opcionais		
...		

Tipos de mensagem ICMP

- Echo Request e Echo Reply.

  Disponível através do comando "ping".

  Devolve os dados enviados no pedido (para testar a ligação).

- Destination Unreachable.

  Devolve também o cabeçalho IP e os primeiros octetos do datagrama.

ICMP: Destination Unreachable

Nota: estes erros nem sempre são detectados.

- Network Unreachable.
- Host Unreachable.
- Protocol Unreachable.
- Port Unreachable.
- Fragmentation Needed and DF set.
- Source Route Failed.
- Destination network unknown.
- Sorce host isolated.
- Communication administratively prohibited.
- Network unreachable for type of service.
- Host unreachable for type of service.

Tipos de mensagem ICMP

- Source Quench.

  Pedido à fonte para diminuir a taxa de transmissão.

- Redirect (change a route).

  Os nós vão adquirindo informação de encaminhamento a partir dos encaminhadores.

  Um nó pode ser iniciado apenas com o endereço do encaminhador local.

  Não resolve o problema de um encaminhador com encaminhamento errado (é enviada ao emissor).

Tipos de mensagem ICMP

- Time Exceeded for a Datagram.

  Time-to-live excedido.

  Tempo para recompactar o pacote excedido (falta um ou mais fragmentos).

- Timestamp Request e Timestamp Reply.

  Transporta o instante de transmissão do pedido, o instante de recepção do pedido e de envio de uma resposta.

- Address Mask Request e Address Mask Reply.

  Descobrir que tipo de endereço é usado por um dado encaminhador.

Resumo

- Génese do TCP/IP.
- Endereços TCP/IP.
- ARP e RARP.
- Datagrama.
- ICMP.