

# Fundamentos de Redes de Comunicação

CTESP – Redes e Sistemas Informáticos

3 – Endereços IP

**António Godinho**

Fundamentos de Redes de Comunicação



1

## Nível de Rede do TCP/IP

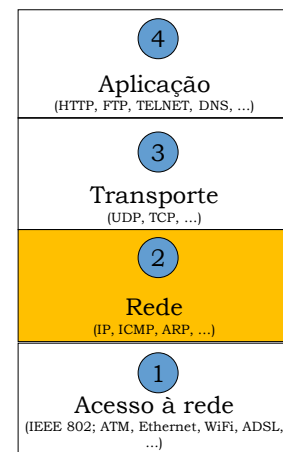
É neste nível que se situa o principal protocolo de redes e da Internet: o **Internet Protocol (IP)**

- Versão 4 (IPv4): ainda dominante, mas limitada
- Versão 6 (IPv6): implementação em curso. Resolve os problemas da versão 4.

### Funções principais:

- Endereçamento
- Encaminhamento: é responsável por encaminhar os pacotes entre redes distintas até ao destino. Função desempenhada pelos **Routers**.

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP



2

2

# Protocolo IP

Protocolo da camada de rede utilizado para encaminhamento de pacotes ao longo das redes.

- Não fiável
- Não garante a entrega dos pacotes IP – não tem qualquer processo de detetar se os pacotes chegaram ao destino.
- Serviço “Melhor esforço” (best effort). Se não for possível transportar todos os pacotes descarta-os.
- Não orientado à conexão. Cada pacote IP é tratado de forma independente Os pacotes podem seguir caminhos diferentes e chegar numa ordem diferente da original
- Os pacotes IP enviados podem ser perdidos, podem chegar fora de ordem, ou mesmo, chegar em duplicado. Assume que os protocolos das camadas superiores resolvam estas anomalias.

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

3

3

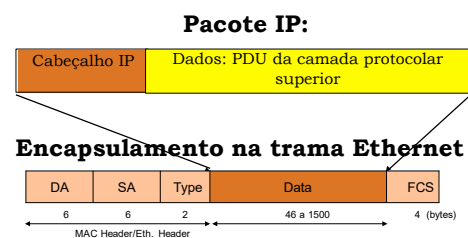
## Pacote IP (Datagrama)

### Formato do pacote/datagrama IP

Um pacote define-se como uma unidade de dados, que é transmitida independentemente de qualquer outra e sem garantia de entrega no destino.

Constituído por um cabeçalho (header) e um bloco de dados (payload) que inclui a informação passada pela camada superior (Transporte);

Numa rede local Ethernet, este datagrama é transmitido encapsulado do campo “Data” da trama Ethernet:



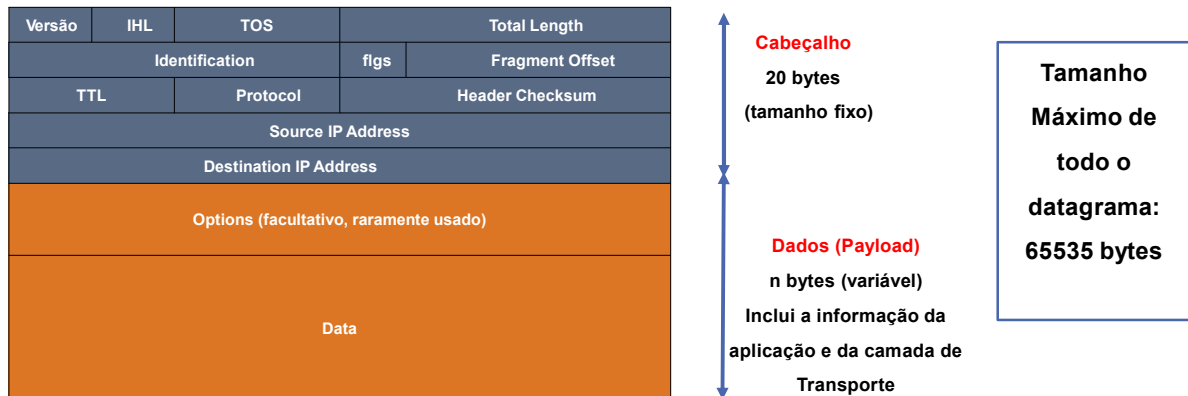
Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

4

4

# Pacote IP (Datagrama)

Formato do pacote/datagrama IP (em detalhe) – Exemplo da Versão 4:



Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

5

5

## Campos do Pacote IPv4

**Principais campos:**

- **Total Length (16b):** N° de bytes de todo o pacote IP. O tamanho máximo do pacote IP é de 65535 bytes.
- **TTL Time-To-Live (8b):** N° máximo de routers que o pacote pode atravessar; Cada router decrementa o valor deste campo em uma unidade; Se atinge 0, o pacote IP é descartado e uma mensagem ICMP é enviada ao remetente. Evita que os pacotes circulem infinitamente na rede.
- **Source IP Address (32b):** Endereço IP do remetente
- **Destination IP Address (32b):** Endereço IP do destinatário
- **Data (Nx32b):** informação a transmitir. Campo de dimensão variável

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

6

6

# Protocolo IP e endereços IP

Para um Sistema se ligar a uma rede, a sua placa de rede tem de ser configurada com um **Endereço IP**.

- O endereço não é atribuído a uma máquina mas sim a uma interface de rede pelo que a mesma máquina pode ter 2 ou mais endereços IP se tiver mais placas de rede (multihomed)!
- O endereço IP versão 4 (IPv4) é um conjunto de 4 bytes (32 bits) e uma máscara também de 32 bits. Representados na notação decimal, byte a byte separados por um ponto. Exemplo: *192.168.1.1*
- O endereço IP na versão 6 (IPv6) é um conjunto de 16 bytes (128 bits) e uma máscara também de 128 bits. Representados na notação hexadecimal, em 8 conjuntos de 4 bytes cada, separados por dois pontos. Exemplo *2100:00AE:0000:351D:B1D4:0000:0000:042C*

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

7

7

## Endereços IPv4

Os endereços IPv4, tendo 32 bits, variam entre:

**0.0.0.0 (00000000.00000000.00000000.00000000)**

até

**255.255.255.255 (11111111.11111111.11111111.11111111)**

Exemplo de endereço IP válido: 172.17.0.19  
a que corresponde o valor binário  
10101100. 00010001. 00000000. 00010011

Exemplo de endereço IP inválido: 172.317.0.280  
Não é possível representar 317 ou 280 com 8 bits!

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

8

8

# Endereços IPv4

Como converter manualmente um número binário em decimal (Exemplo):

$$10101101 = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$= 1 \cdot 128 + 0 \cdot 64 + 1 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 173$$

Como converter manualmente decimal em binário (Exemplo: converter 173 em binário):

- |   |     |               |   |
|---|-----|---------------|---|
| • 173 é maior ou igual que 128 ( $2^7$ )?       | Sim | Primeiro bit: | 1 |
| • 173-128=45 é maior ou igual que 64 ( $2^6$ )? | Não | Segundo bit:  | 0 |
| • 45 é maior ou igual que 32 ( $2^5$ )?         | Sim | Terceiro bit: | 1 |
| • 45-32=13 é maior ou igual que 16 ( $2^4$ )?   | Não | Quarto bit:   | 0 |
| • 13 é maior ou igual que 8 ( $2^3$ )?          | Sim | Quinto bit:   | 1 |
| • 13-8= 5 é maior ou igual que 4 ( $2^2$ )?     | Sim | Sexto bit:    | 1 |
| • 5-4=1 é maior ou igual que 2 ( $2^1$ )?       | Não | Sétimo bit:   | 0 |
| • 1 é maior ou igual a 1 ( $2^0$ )?             | Sim | Oitavo bit:   | 1 |

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

9

9

# Endereços IPv4 reservados

Nem todos os endereços IPv4 podem ser atribuídos a interfaces de rede. Estes são os “Reservados”:

Tipo	Gama	Observações
Loopback	127.0.0.0 a 127.255.255.255	Para teste da interface de rede. Se ping a 127.0.0.1 nok -> placa não operacional
Link-Local	169.254.0.0 a 169.254.255.255	Endereços que o Sistema Operativo atribui automaticamente se não forem configuradas as interfaces
Test-Net	192.0.2.0 to 192.0.2.255	Reservado para o ensino
Multicast	224.0.0.0 a 239.255.255.255	Reservados para transmissões Multicast, ou seja, para vários PC's simultaneamente
Experimentais	240.0.0.0 a 255.255.255.255	Reservados para experiências e desenvolvimento.

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

10

10

## Endereços Públicos VS Endereços Privados

Em IPv4, os **Endereços Privados** são endereços IP que foram escolhidos para serem utilizados em LAN Privadas:

Gama	Observações
10.0.0.0 a 10.255.255.255	Tipicamente utilizadas em LANs de grande dimensão
172.16.0.0 a 172.31.255.255	Tipicamente utilizadas em LANs de média dimensão
192.168.0.0 a 192.168.255.255	Tipicamente utilizadas em LANs de pequena dimensão, até 254 interfaces

Só dentro destas gamas é que devemos atribuir endereços a máquinas numa LAN.

Estes endereços não circulam na Internet!

Todos os outros endereços (que não sejam reservados ou Privados) são considerados **Endereços Públicos** e são atribuídos para encaminhamento na Internet.

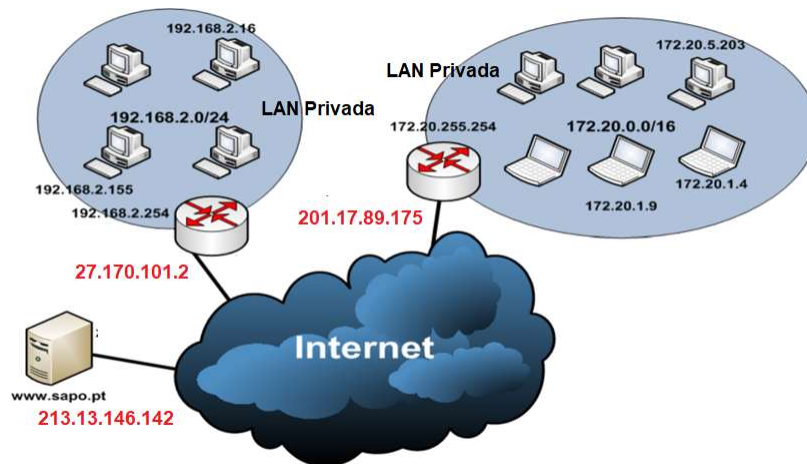
Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

11

11

## Endereços Públicos VS Endereços Privados

Exemplo de utilização de endereços Privados vs endereços Públicos:



Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

12

12

## Divisão em redes / subredes

Por questões de desempenho e segurança, devemos limitar a quantidade de endereços IP numa rede de computadores.

- Quando temos redes demasiado grandes a sua gestão torna-se impraticável
- O tráfego gerado por uma rede de grandes dimensões pode ser elevado e torná-la lenta
- Pode haver grupos de sistemas que não devam poder comunicar com outros ou terem acesso a determinados serviços.

Assim, temos de agrupar as máquinas em conjuntos mais pequenos e criar **Redes**. Uma **REDE** é um conjunto de hosts que podem comunicar entre si sem necessidade de encaminhadores (Routers). A criação de Redes ou de divisões dentro de uma rede (subredes) é feita com recurso às Máscaras de Rede em conjunto com os endereços IP.

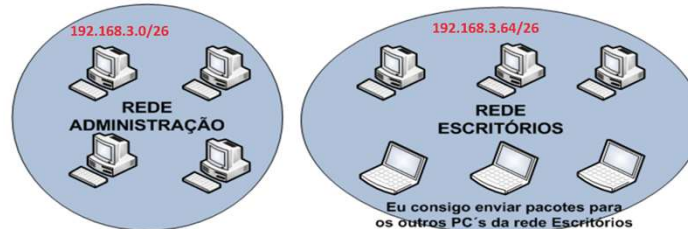
Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

13

13

## Divisão em redes / subredes

Quando criamos uma rede (ou subredes) e configuramos o endereço IP e máscara em cada interface, os dispositivos ficam de imediato habilitados a trocar informações dentro dessa rede:



No entanto, não é possível a comunicação direta com sistemas de outras redes. Para comunicar com endereços IP que não pertençam à sua rede, existir na rede um equipamento de ligação entre redes: o **Router** (encaminhador).

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

14

14

# Classes de Endereços

Esquema original para a gestão dos endereços IPv4 e criação de redes:

Classe da rede:	A (0.....)	B (10.....)	C (110....)
Valores para o primeiro byte	1 a 126	128 a 191	192 a 223
Máscara de rede	255.00.00.00	255.255.00.00	255.255.255.00
Número de bits para rede	7	14	21
Primeira rede	1.x.x.x	128.1.x.x	192.0.1.xxx
Última rede	126.x.x.x	191.254.x.x	223.255.254.xxx
Número de redes possíveis	126	16382	2097150
Número de bits para host	24	16	8
Primeiro host de cada rede	net.0.0.1	net.net.0.1	net.net.net.1
Último host de cada rede	net.255.255.254	net.net.255.254	net.net.net.254
Número de hosts por rede	16777214	65534	254

Exemplo: o endereço IP 172.16.18.11 é classe C (primeiro byte entre 128 e 191) e está numa rede com 65536 endereços IP (desde o 172.16.0.0 e o 172.16.255.255).

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

15

15

# Classes de Endereços

Exemplos de utilização de classes:

- O endereço IP 10.0.68.204 é classe A (primeiro byte entre 1 e 126) e está numa rede com 16777216 endereços (desde o 10.0.0.0 e o 10.255.255.255).
- O endereço IP 12.0.68.204 é classe A (primeiro byte entre 1 e 126) e está numa rede com 16777216 endereços (desde o 12.0.0.0 e o 12.255.255.255).
- O endereço IP 172.16.18.11 é classe B (primeiro byte entre 128 e 191) e está numa rede com 65536 endereços IP (desde o 172.16.0.0 e o 172.16.255.255).
- O endereço IP 160.30.18.11 é classe B (primeiro byte entre 128 e 191) e está numa rede com 65536 endereços IP (desde o 160.30.0.0 e o 160.30.255.255).
- O endereço IP 192.168.1.76 é classe C (primeiro byte entre 192 e 223) e está numa rede com 256 endereços (desde o 192.168.1.0 e o 192.168.1.255).
- O endereço IP 192.168.2.76 é classe C (primeiro byte entre 192 e 223) e está numa rede com 256 endereços (desde o 192.168.2.0 e o 192.168.2.255).

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

16

16



# CIDR

## Classless Interdomain Routing

Evolução posterior ao sistema de Classes:

- Utiliza o conceito de **Máscara** e redes de comprimento variável (**VLSM**)
- Uso generalizado na rede pública (Internet) e redes privadas (Intranets)
- Abandono da organização em classes:
  - Deixamos de estar limitados aos tamanhos de redes das classes
  - Podemos ter vários tamanhos de rede nos endereços que antes eram das classes
- Permite melhor gestão e aproveitamento do espaço de endereçamento

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

17

17

## Máscara de rede

Conjunto de 32 bits que permite identificar a rede em que o endereço IP está.

A máscara é constituída por um conjunto de bits iniciais a “1” (parte de rede) e os restantes bits a “0” (parte sistemas/hosts). Pertencem à mesma rede, todos os sistemas cujo endereço IP tenha os bits iguais nas posições dos “1” da máscara.

Pode ser expresso em dois formatos ou notações:

- **Decimal** – Exemplo: **255.255.255.0** (máscara com 24 bits a “1”)
- **CIDR** – Exemplo: **/24** – nesta notação, o número indica a quantidade de bits que são de rede.

Em ambos os casos, temos 24 bits de rede e 8 bits de sistemas. Com 8 bits para sistemas podemos ter  $2^8=256$  endereços IP diferentes para atribuir a sistemas.

Uma rede /24 é maior que uma rede /26 pois tem muito mais bits para máquinas.

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

18

18

# Máscara de rede

Exemplo para dois sistemas configurados com os seguintes endereços IPv4:

- 192.168.1.1 ( em binário: 11000000.10101000.00000001.00000001)
- 192.168.1.129 (em binário: 11000000.10101000.00000001.10000001)
- Se a máscara for 255.255.255.0 (/24) (11111111.11111111.11111111.00000000), estão na mesma rede pois os endereços IP são iguais nos 24 primeiros bits (192.168.1);
  - 192.168.1.1 ( em binário: **11000000.10101000.00000001**.00000001)
  - 192.168.1.129 (em binário: **11000000.10101000.00000001**.10000001)
- Se a máscara for 255.255.255.128 (/25) (11111111.11111111.11111111.10000000), os sistemas já não estão na mesma rede pois o 25º bit é diferente e esta máscara exige os primeiros 25 bits iguais:
  - 192.168.1.1 ( em binário: **11000000.10101000.00000001**.**0**0000001)
  - 192.168.1.129 (em binário: **11000000.10101000.00000001**.**1**0000001)

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

19

19

# Máscara de rede

A máscara é representada logo a seguir a um endereço IP:

- Formato Decimal : Exemplo: 192.168.15.16 **255.255.255.0**
- Formato CIDR: Exemplo: 192.168.15.16/**24**

Importante: quando se configura um endereço IP sem indicação da máscara, a interface assume que estamos a utilizar Classes (ver slide 15 e 16).

## Exemplo A de representação de máscara:

- Máscara 255.255.255.0 (11111111.11111111.11111111.00000000) ou CIDR: /24
  - 24 bits (os três primeiros bytes) são a parte de rede da máscara;
  - Todos os endereços IP desta rede terão de ter os primeiros 24 bits idênticos: 192.168.3.1; 192.168.3.69; 192.168.3.223 por exemplo.
  - Temos assim 256 endereços na mesma rede

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

20

20

# Máscara de rede

## Exemplo B

Máscara 255.255.255.128 (11111111.11111111.11111111.10000000) ou CIDR: /25

- Os três primeiros bytes e o primeiro bit do quarto byte são a parte de rede.
- Todos os hosts cujos primeiros 25 bits sejam iguais, estão na mesma rede:
  - Exemplo: 192.168.3.0 a 192.168.3.127 estão numa rede.
  - Os endereços 192.168.3.128 a 192.168.3.255 estão noutra rede diferente.
- Neste caso só temos 128 endereços em cada rede!

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

21

21

# Máscara de rede

## Exemplo C

Máscara 255.255.255.240 (11111111.11111111.11111111.11110000) ou CIDR: /28

- Os três primeiros bytes e os quatro primeiros bits do último byte são a parte de rede.
- Todos os hosts que tenham os primeiros 28 bits iguais estão na mesma rede
- Neste caso só temos 16 endereços em cada rede! Ou seja, 192.168.1.1/28 está na mesma rede do 192.168.1.14/28 mas o 192.168.1.17 já pertence a outra rede.

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

22

22

# Máscara de rede

## Dica Prática 1

Para saber de imediato tamanho de uma rede a partir da máscara em formato decimal se esta tiver 24 ou mais bits de rede, subtrair 256 ao valor do último byte da máscara. Exemplos:

Máscara 255.255.255.0 – Último byte igual a zero:

Regra:  $256 - 0 = 256$  Endereços

Máscara 255.255.255.128 – primeiro bit do último byte igual a 1:

Regra:  $256 - 128 = 128$  Endereços

Máscara 255.255.255.192 – primeiros 2 bits do último byte igual a 1:

Regra:  $256 - 192 = 64$  Endereços

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

23

23

# Máscara de rede

## Dica Prática 2

Para sabermos o tamanho de uma rede a partir do formato CIDR, basta sabermos um dos tamanhos. Por exemplo, decoramos que /24 equivale a 256 endereços.

Quando o valor CIDR diminui duplicamos o tamanho da rede (quantidade de endereços para sistemas). Se o valor CIDR aumentar, dividimos para metade.

Máscara (CIDR)	Quantidade de endereços para sistemas
/22	1024
/23	512
/24	256
/25	128
/26	64
/27	32
/28	16

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

24

24

# Tamanhos de redes

**Tamanhos Possíveis (quantidade de endereços IP) de uma rede de computadores (incompleto, há ainda /7, /6,...):**

Máscara CIDR	Máscara Decimal	Qtd IP	Qtd. Sistemas	Máscara CIDR	Máscara Decimal	Qtd IP	Qtd. Sistemas	Máscara CIDR	Máscara Decimal	Qtd IP	Qtd. Sistemas
/31	255.255.255.254	2	0	/23	255.255.254.0	512	510	/15	255.254.0.0	131072	131070
/30	255.255.255.252	4	2	/22	255.255.252.0	1024	1022	/14	255.252.0.0	262144	262142
/29	255.255.255.248	8	6	/21	255.255.248.0	2048	2046	/13	255.248.0.0	524288	524286
/28	255.255.255.240	16	14	/20	255.255.240.0	4096	4094	/12	255.240.0.0	1048576	1048574
/27	255.255.255.224	32	30	/19	255.255.224.0	8192	8190	/11	255.224.0.0	2097152	2097150
/26	255.255.255.192	64	62	/18	255.255.196.0	16384	16382	/10	255.196.0.0	4194304	4194302
/25	255.255.255.128	128	126	/17	255.255.128.0	32768	32766	/9	255.128.0.0	8388608	8388606
/24	255.255.255.0	256	254	/16	255.255.0.0	65536	65534	/8	255.0.0.0	16777216	16777214

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

25

25

## ID Rede e Broadcast

Em cada rede há sempre dois endereços que não podem ser utilizados para atribuir a sistemas (PC, Routers, impressoras, etc.):

- O primeiro endereço da rede: **Identificador de rede** ou **ID de Rede**, serve para identificar a rede
- O último endereço da rede: **Broadcast**, utilizado para enviar informação para todos os endereços da rede.

### Exemplo 1: Na rede 192.168.3.0/24

- Identificador de rede (primeiro endereço) – 192.168.3.0
- Endereço de broadcast (último endereço) – 192.168.3.255
- Primeiro endereço para máquinas – 192.168.3.1
- Último endereço para máquinas – 192.168.3.254
- Quantidade máxima de máquinas nesta rede: 254 (256-2)

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

26

26

## ID Rede e Broadcast

### Exemplo 2: na rede 192.168.1.0/25:

- Endereço 192.168.1.0 – identifica a rede (ID de rede)
- Primeiro endereço para máquinas – 192.168.1.1
- Último endereço para máquinas – 192.168.1.126
- Endereço 192.168.1.127 – endereço de Broadcast
- Quantidade máxima de máquinas nesta rede: 126

### Exemplo 3: na rede 192.168.1.0/26:

Endereço 192.168.1.0 – identifica a rede (ID de rede)  
 Primeiro endereço para máquinas – 192.168.1.1  
 Último endereço para máquinas – 192.168.1.62  
 Endereço 192.168.1.63 – endereço de Broadcast  
 Quantidade máxima de máquinas nesta rede: 62

Reparem que o ID de rede é sempre um endereço par e que o Broadcast é sempre ímpar!

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

27

27

## Subnetting e CIDR

Utilizando máscaras e o conceito CIDR deixamos de estar limitados pelas classes e temos liberdade total para criar redes de tamanhos diferentes desde que não utilizemos os endereços reservados ou públicos.

### Exemplos:

- 10.12.0.0/16 – Rede com 65536 endereços (65534 hosts)
- 10.12.0.0/24 – Rede com 256 endereços (254 hosts)
- 10.12.0.0/25 – Rede com 128 endereços (126 hosts)
- 172.16.0.0/16 – Rede com 65536 endereços (65534 hosts)
- 172.16.0.0/29 – Rede com 8 endereços (6 hosts)

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

28

28

# Variable length subnet masks (VLSM)

**VLSM** - Divisão de uma rede em subredes com máscaras de comprimento variável (baseado em CIDR):

- Número variável de bits para as sub redes – podemos dividir uma rede de 256 endereços em, por exemplo, uma subrede com 16 endereços (/28), outra com 128 (/25) e outra com 32 endereços (/27).
- Melhor gestão e aproveitamento do espaço de endereçamento
- Problemas:
  - Se for mal feita, pode existir sobreposição do espaço de endereçamento
  - Maiores dificuldades na implementação e manutenção

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

29

29

# Variable length subnet masks (VLSM)

## Exemplo de Variable length subnetting

**Considere-se o seguinte cenário: a partir de uma rede Classe C 192.214.32.0 criar:**

- Sub rede 1: 50 sistemas; -> necessita de uma rede de 64 endereços (/26)
- Sub rede 2: 50 sistemas; -> necessita de uma rede de 64 endereços (/26)
- Sub rede 3: 50 sistemas; -> necessita de uma rede de 64 endereços (/26)
- Sub rede 4: 30 sistemas; -> necessita de uma rede de 32 endereços (/27)
- Sub rede 5: 30 sistemas; -> necessita de uma rede de 32 endereços (/27)

Com subredes de tamanho igual (**static subnetting**) não há uma máscara que se ajuste ao cenário (máscara 255.255.255.192 => 4 redes com 62 sistemas; máscara 255.255.255.224 => 8 redes com 30 sistemas).

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

30

30

# Variable length subnet masks (VLSM)

A solução passa pelo uso de Variable length subnetting:

Máscara 255.255.255.192 => redes com 62 sistemas;

Sub rede 1 - 192.214.32.0 a 192.214.32.63

Sub rede 2 - 192.214.32.64 a 192.214.32.127

Sub rede 3 - 192.214.32.128 a 192.214.32.191

O espaço restante rede pode ser dividido com a máscara 255.255.255.224, obtendo-se duas sub redes de 30 sistemas para as sub redes 4 e 5

Sub rede 4 - 192.214.32.192 a 192.214.32.223

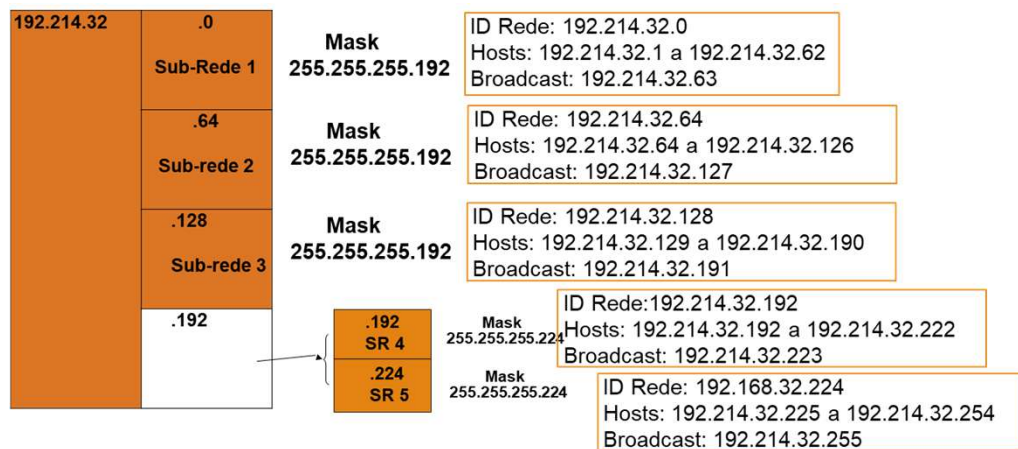
Sub rede 5 - 192.214.32.224 a 192.214.32.255

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

31

31

# Variable length subnet masks (VLSM)



Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

32

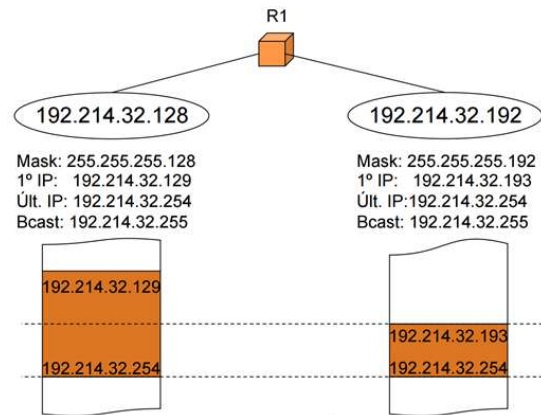
32



## Variable length subnet masks (VLSM)

Com Variable length subnetting (VLSM) temos de ter cuidado para evitar a sobreposição de espaços de endereçamento de subredes.

Neste exemplo, temos duas redes que partilham alguns endereços IP. Se tentássemos que houvesse comunicação entre elas, utilizando um router, haveria problemas:



Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

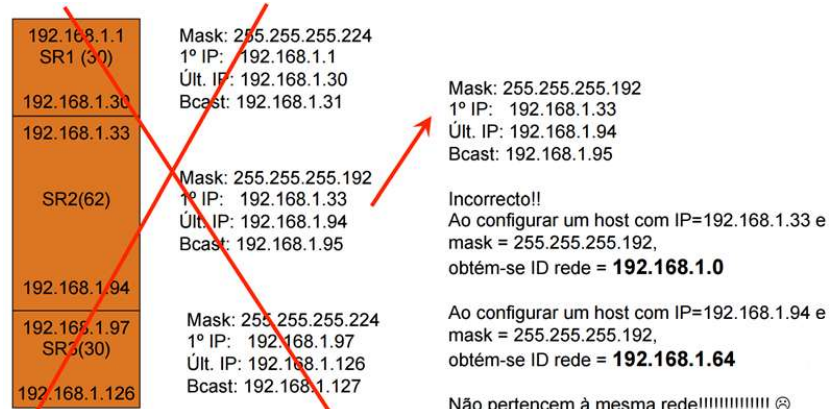
33

33

## Variable length subnet masks (VLSM)

Também temos de ter cuidado no ordenamento das subredes.

Por exemplo, não é possível termos uma rede /26 cujo ID seja o endereço 32 ou uma /25 com ID em 64.



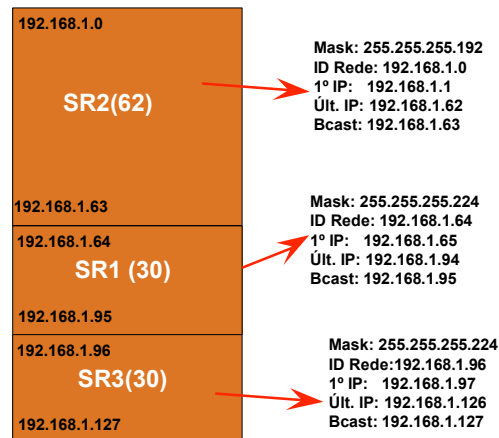
Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

34

34

# Variable length subnet masks (VLSM)

Numa situação de VLSM comecem sempre a distribuir os endereços da subrede maior para a mais pequena:



Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

35

35

## IPv6 - Necessidade

### Motivação para o IPv6

- O IPv4 - criado nos anos 198x – tem espaço de endereçamento limitado
  - Já estaria esgotado se não fosse o NAT
  - Exige sempre uma configuração do administrador do sistema
- Necessidade de maior segurança e qualidade de serviço

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

36

36

# IPv6 – Conceitos Básicos

Normalizado em 1998

Endereços com 128 bits – cerca de  $3,4 \times 10^{38}$  endereços

Deixa de ser necessário NAT

Configuração simplificada – não é necessária intervenção manual (mas continua a ser possível DHCP)

Maior segurança – IPSec está incluído como uma extensão

Melhor mecanismo de Qualidade de Serviço

Está cada mais a ser uma realidade. Os operadores de Internet já fornecem um IPv6 público no router de vossas casas

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

37

37

# IPv6 – Representação

- Os 128 bits são representados em 32 números hexadecimais representados em 8 grupos de 4 separados por “:” como no exemplo:

2100:00AE:0000:351D:B1D4:0000:0000:042C

- O endereço é dividido em duas partes:
  - Prefixo (que pode incluir subredes) com 64 bits
  - Utilizador, ou Interface ID, com 64 bits (não há vlsn)
- Regras de **simplificação**:
  - Podem omitir-se os zeros iniciais de um grupo
  - Pode representar-se uma sequência de grupos de zeros com “::” (cuidado, só uma por endereço!)
  - No exemplo de cima, ficaria:

2100:AE:0:351D:B1D4::42C

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

38

38

# IPv6 – Tipos de endereços

## 1. Unicast:

Os endereços unicast identificam de forma unívoca a interface de uma máquina. Há diferentes tipos de endereços Unicast:

- **Endereços Globais** – equivalentes aos endereços IPv4 públicos, são atribuídos a operadores de Internet e geridos por estes;
  - Os três primeiros bits são 001, ou seja são todos os que começam por 2 ou 3 em hexadecimal. Na Europa, estão maioritariamente em uso os 2001::/3
  - Os 45 bits seguintes distinguem as redes, ou seja, os continentes (RIR), os países (LIR) e os operadores
  - Os 16 bits seguintes são para sub-redes que os operadores podem ou não passar para os clientes finais.
  - Cada cliente final recebe uma rede onde pode utilizar os restantes 64 bits para identificar utilizadores internos!

# IPv6 – Tipos de endereços

## 1. Unicast (continuação)

- **Endereços Locais Únicos** – equivalentes aos endereços IP privados, pretende-se que não transitem para a Internet;
  - Identificados com o prefixo FC00::/7 ao qual se segue um bit 1 se for para uma rede local (passa a ser FD00::/8); A utilização desse bit a“0” ficou por definir;
  - Os 40 bits seguintes permitem às organizações ter 240 possibilidades diferentes para identificar, por exemplo, edifícios, direções ou departamentos!
  - Os restantes 16 bits do prefixo servem para criar subredes
  - Um dispositivo pode ter simultaneamente um endereço Global (para aceder à Internet) e um endereço Local Único para comunicar dentro da sua rede!

# IPv6 – Tipos de endereços

## 1. Unicast (continuação)

- **Endereços de Ligação Local (Link Local)** – para comunicações dentro da mesma subrede com endereços configurados automaticamente. Por exemplo, ligação direta entre dois PCs;
  - Prefixo FE80::/10, ou seja, todos os começados por FE80, FE90, FEAO e FEB0 com os 54 bits seguintes a zero;
  - Nunca é encaminhado por um Router pois não pode sair da sua sub-rede!
  - É atribuído automaticamente a uma interface.

# IPV6 – Tipos de endereços

## Endereços Especiais

Tipo de Endereço	Prefixo em binário	Prefixo em Hexadecimal
Unspecified	000...0 (128 bits)	::/128
Loopback	000...01 (128 bits)	::1/128
Link-local unicast – quando a interface não obtém endereço	1111 1110 10	FE80::/10
Multicast	1111 1111	FF00::/8
Endereços universais	Todos os restantes	

Importante: no IPv6 não existe o conceito de broadcast – substituído por um multicast destinado ao endereço FF02::1.

## IPv6 – Configuração

1. Por **configuração estática** do administrador do sistema, tal como no IPv4
  - Configuração completa manual (prefixo e identificação do utilizador)
  - Configuração manual apenas do prefixo /64, sendo a componente de utilizador gerada automaticamente com base no MAC Address
2. Por **autoconfiguração (dinâmica)**
  - *Stateful* – utiliza o DHCP, como já acontecia no IPv4, mas numa versão melhorada
  - *Stateless* – não utiliza DHCP e é baseada no endereço físico (MAC) do interface e em informação difundida pelos Routers da rede
- Continua a ser necessária a configuração de Default Gateway e do servidor de DNS mas que pode ser difundida pelos Routers ou servidores DHCP.
- Para os Routers não é permitida a configuração dinâmica!

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

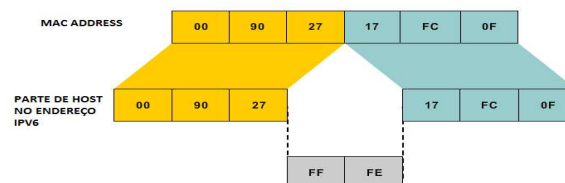
43

43

## IPv6 – Configuração

Nas configurações stateless (dinâmica sem servidor de DHCP) ou estática com indicação apenas do prefixo, o MAC Address é utilizado para ajudar a gerar o endereço IPv6:

- O prefixo é anunciado pelos routers a toda a rede
- A parte do utilizador é obtida a partir dos 48 bits do MAC Address adicionando 16 bits “FFFE” a meio do MAC. Exemplo:
  - Se o MAC Address for 00:90:27:17:FC:0F
  - O Endereço IPV6 será: prefixo (64 bits) + 00:90:27:FF:FE:17:FC:0F
  - Este método é denominado EUI-64



Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

44

44

# IPv6 – Transição

A mudança de IPv4 para IPv6 não pode ser feita de um momento para o outro!

Estamos na fase de transição em que os dois mundos coexistem. Foram definidas formas de coabitação entre os dois tipos de endereços para evitar conflitos de comunicação.

Há gamas de endereços IPv6 que ficaram reservadas para este processo (Endereços de Transição).