

# Fundamentos de Redes de Comunicação

CTESP – Redes e Sistemas Informáticos

3 – Endereços IP (parte 2)

**António Godinho**

Fundamentos de Redes de Comunicação



1

## Binary Number System

### Convert Binary to Decimal

Convert 11000000.10101000.00001011.00001010 to decimal.

Positional Value	128	64	32	16	8	4	2	1
<b>Binary Number (11000000)</b>	1	1	0	0	0	0	0	0
Calculate	1x128	1x64	0x32	0x16	0x8	0x4	0x2	0x1
Add Them Up...	128	+ 64	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0
	→ 192							
<b>Binary Number (10101000)</b>	1	0	1	0	1	0	0	0
Calculate	1x128	0x64	1x32	0x16	1x8	0x4	0x2	0x1
Add Them Up...	128	+ 0	+ 32	+ 0	+ 8	+ 0	+ 0	+ 0
	→ 168							
<b>Binary Number (00001011)</b>	0	0	0	0	1	0	1	1
Calculate	0x128	0x64	0x32	0x16	1x8	0x4	1x2	1x1
Add Them Up...	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 8	+ 0	+ 2	+ 1
	→ 11							
<b>Binary Number (00001010)</b>	0	0	0	0	1	0	1	0
Calculate	0x128	0x64	0x32	0x16	1x8	0x4	1x2	0x1
Add Them Up...	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 8	+ 0	+ 2	+ 0
	→ 10							

192.168.11.10



2

## Binary Number System

### Decimal to Binary Conversion Example

- Convert decimal 168 to binary

Is  $168 > 128$ ?

- Yes, enter 1 in 128 position and subtract 128 ( $168-128=40$ )

Is  $40 > 64$ ?

- No, enter 0 in 64 position and move on

Is  $40 > 32$ ?

- Yes, enter 1 in 32 position and subtract 32 ( $40-32=8$ )

Is  $8 > 16$ ?

- No, enter 0 in 16 position and move on

Is  $8 > 8$ ?

- Equal. Enter 1 in 8 position and subtract 8 ( $8-8=0$ )

No values left. Enter 0 in remaining binary positions

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	0	1	0	0	0

Decimal 168 is written as 10101000 in binary



3

## Binary Number System

### IPv4 Addresses

- Routers and computers only understand binary, while humans work in decimal. It is important for you to gain a thorough understanding of these two numbering systems and how they are used in networking.



4

# 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: **11000000.10101000.00000001.00000001**)
  - 192.168.1.129 (em binário: **11000000.10101000.00000001.10000001**)

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

5

5

# 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).

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

6

6

# Máscara de rede

## Exemplo A de representação de máscara – total de 32 bits – 4 octetos:

- Rede 192.168.15.0/24
  - Endereço: 192.168.15.0      11000000.10101000.00001111.00000000
  - Netmask: 255.255.255.0      11111111.11111111.11111111.10000000
- 
- **CIDR: /24 – número de bits a 1** - (11111111.11111111.11111111.00000000)
    - 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 ( 8 bits disponíveis →  $2^8 = 256$ )

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

7

7

# 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


8

8

# 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.

# 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

# 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
<b>/24</b>	<b>256</b>
/25	128
/26	64
/27	32
/28	16

## Subnet to Meet Requirements

### Minimize Unused Host IPv4 Addresses and Maximize Subnets

There are two considerations when planning subnets:

- The number of host addresses required for each network
- The number of individual subnets needed

Prefix Length	Subnet Mask	Subnet Mask in Binary (n = network, h = host)	# of subnets	# of hosts
/25	255.255.255.128	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.10000000	2	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnhhhhh 11111111.11111111.11111111.11000000	4	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnhhhhh 11111111.11111111.11111111.11100000	8	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnhhhh 11111111.11111111.11111111.11110000	16	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnhhh 11111111.11111111.11111111.11111000	32	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnhh 11111111.11111111.11111111.11111100	64	2



# 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

13

13

## 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

14

14

## 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

15

15

## 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

16

16



# 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

17

17

# 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

18

18

# 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

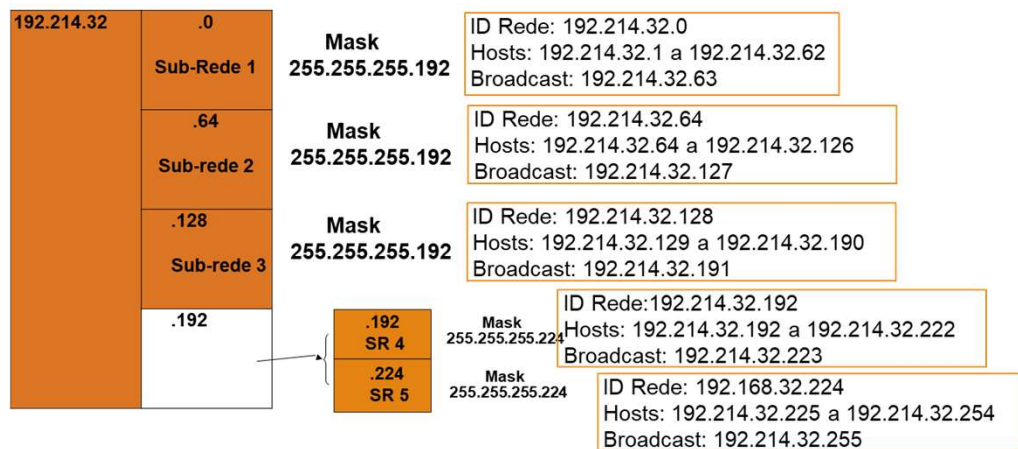
Sub rede 5 - 192.214.32.224 a 192.214.32.255

Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

19

19

# Variable length subnet masks (VLSM)



Fundamentos de Redes de Comunicação - Cap 3 Endereços IP

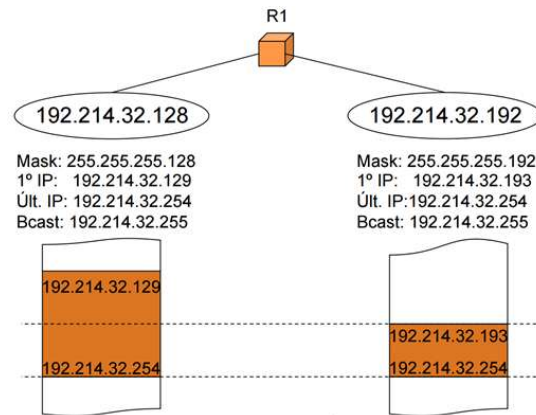
20

20

## 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

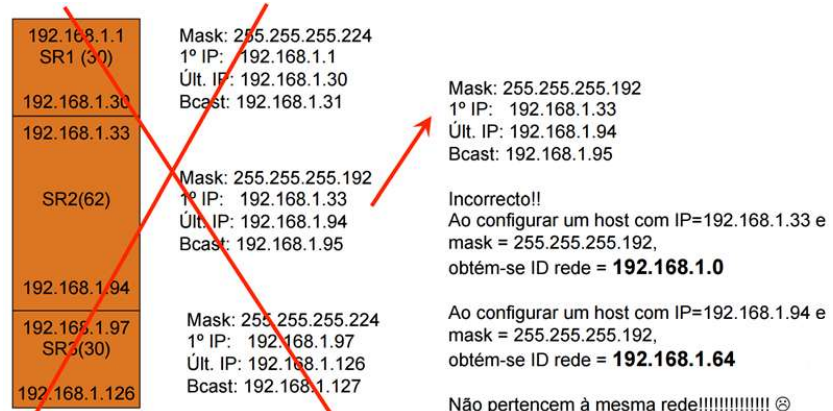
21

21

## 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

22

22

# Variable length subnet masks (VLSM)

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

