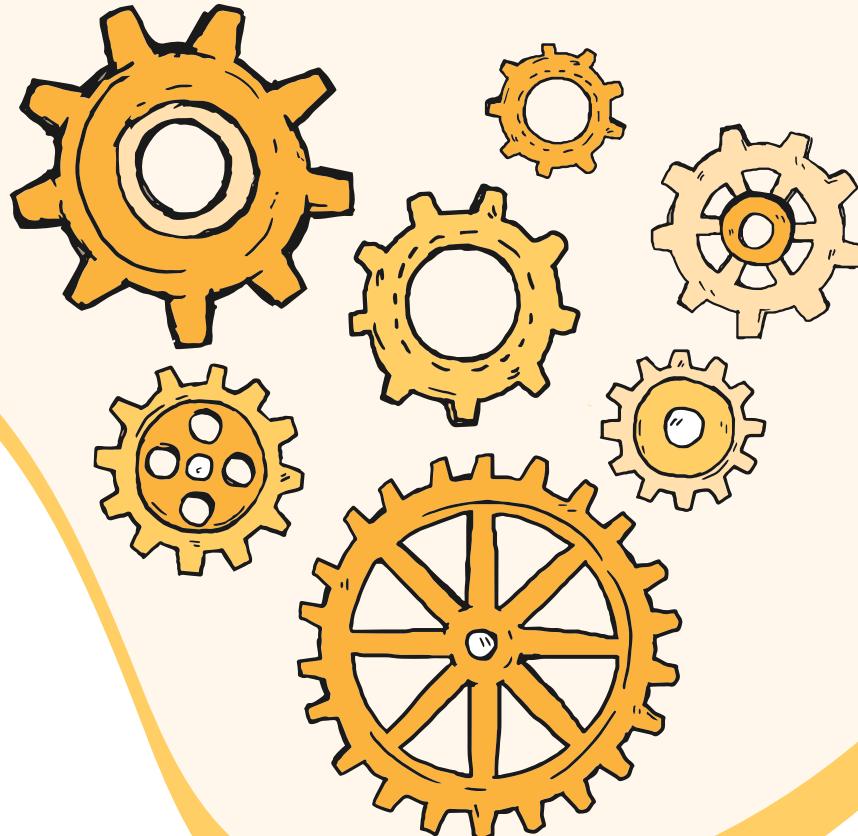
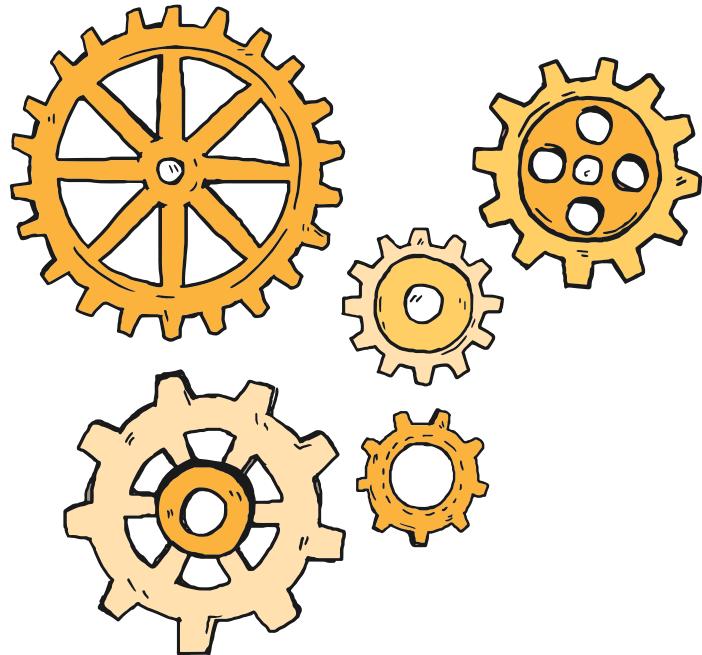


# Interconexão de redes WAN

Aula 3 – Endereçamento IP – Parte II

Luís Rodrigo – luis.goncalves@ucp.br





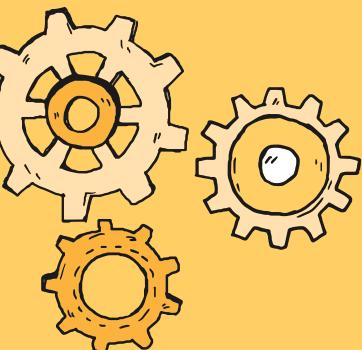
# Curso

Curso de Tecnólogo em Redes de Computadores

**Interconexão de redes WAN – 105569**

Carga horária (h) : 72

## Introdução

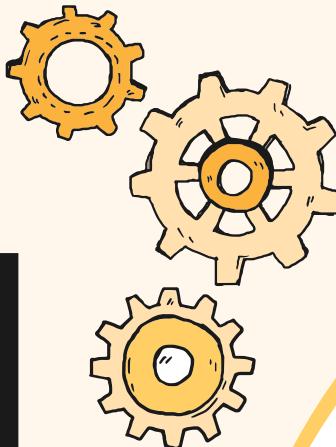


Serão apresentados os principais conceitos relacionados ao Endereçamento IP na sua versão 4.

Abordaremos o processo de resolução e atribuição de endereços

Assim como os cálculos de sub-redes

01

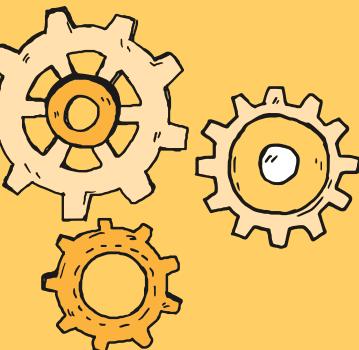


# Endereçamento IP

Arquiteturas de Endereçamento

## Desperdício de Endereços

## Exemplo Prático

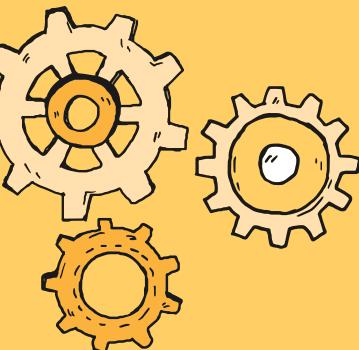


- Seja a rede classe C – 192.168.10.0
- Atribuída a uma rede com 100 Estações
- Apenas 100 dos 254 end serão utilizados
- Logo 154 end serão desperdiçados

Este desperdício ocorre pois os endereços de rede somente podem ser atribuídos a uma única rede física.

## Desperdício de Endereços

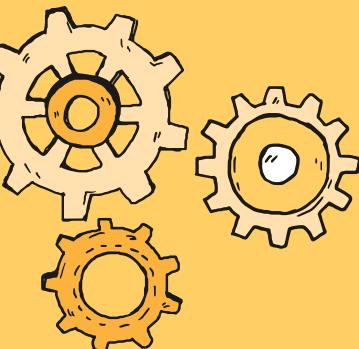
## Exemplo Prático



- Caso a quantidade de estações passe de 100 para 300
- Será necessário utilizar um endereço de classe B – 172.16.0.0
- Neste caso o desperdício é ainda maior
- Cada classe B possui 65.434 end ( $2^{16}-2$ )
- Ou seja, 65.234 endereços não serão usados

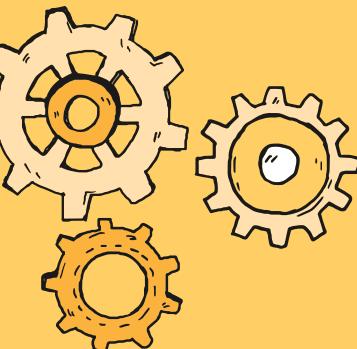
## Desperdício de Endereços

## Exemplo Prático



- Com este exemplo prático, podemos entender por que este tipo de desperdício e o rápido crescimento da Internet deixou evidente que o esquema de endereçamento original é insatisfatório.
- Soluções foram apresentadas para:
  - Minimizar o desperdício de endereços
  - Maximizar o tempo de vida do endereçamento baseado em 32 bits

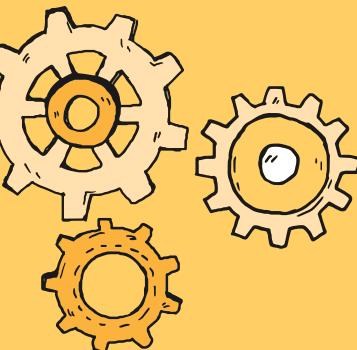
## Desperdício de Endereços



## Solução – Sub-Rede

- Observou-se que o principal problema era a associação de um prefixo de rede a uma única rede física.
- A solução foi compartilhar um único endereço de rede entre múltiplas redes físicas.
- Padronizou-se o esquema de endereçamento de sub-redes.
  - Um único endereço de rede, classe A, B ou C, poderia ser compartilhado entre várias redes físicas.

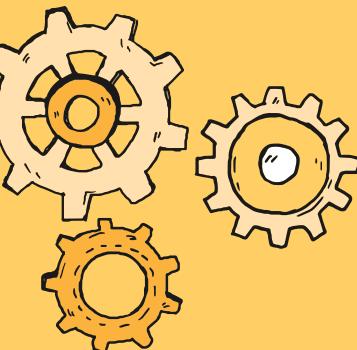
## Desperdício de Endereços



## Solução – Sub-Redes

- O conceito de sub-redes não se mostrou completamente eficaz.
- A atribuição de Endereços Classe B, ainda era um problema
- Apenas uma peq. parcela de endereços da sub-rede eram efetivamente utilizados
- Por outro lado os endereços classe C, geram redes pequenas.
- Logo surge o esquema de endereçamento de super-redes

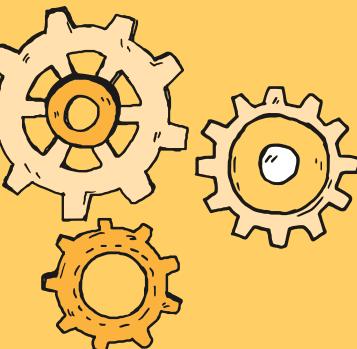
## Desperdício de Endereços



## Solução – Sub-Redes

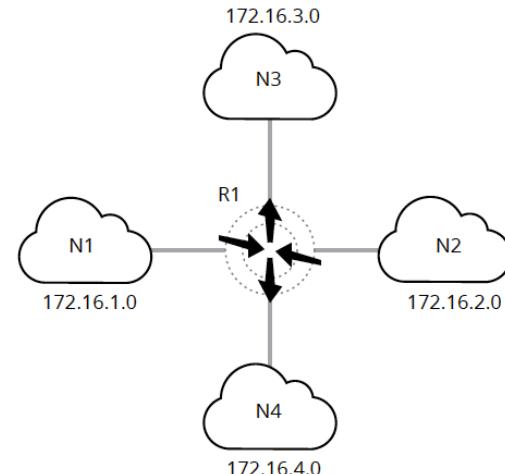
- O conceito de sub-redes não se mostrou completamente eficaz.
- A atribuição de Endereços Classe B, ainda era um problema
- Apenas uma peq. parcela de endereços da sub-rede eram efetivamente utilizados
- Por outro lado os endereços classe C, geram redes pequenas.
- Logo surge o esquema de endereçamento de super-redes

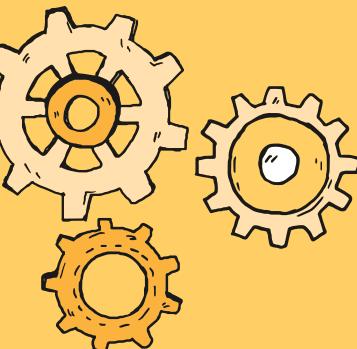
## Desperdício de Endereços



## Solução – Sub-Redes

O objetivo do endereçamento de sub-redes é permitir, por exemplo, dividir um endereço de **Classe B** (16 Bits no prefixo de rede e 16 Bits no identificador da estação) em várias redes **Classe C** (24 Bits no prefixo de rede e 8 no identificador da estação)

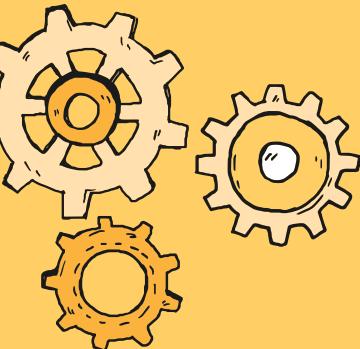




Podemos criar endereços de sub-redes com:

- número variado de bits no prefixo de rede
- O prefixo da sub-rede (**/24**) deve ser maior do que o da rede (**/16**)
- Não são permitidos prefixos de sub-redes (**/12**) menos que a rede (**/16**)

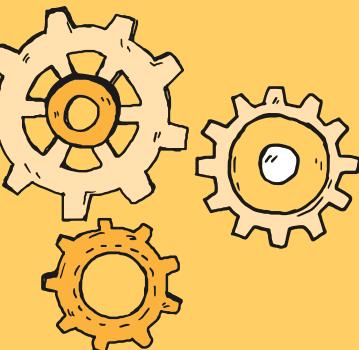
# Classificações



- Arquitetura Default
- Arquitetura Classful
- Arquitetura Classless

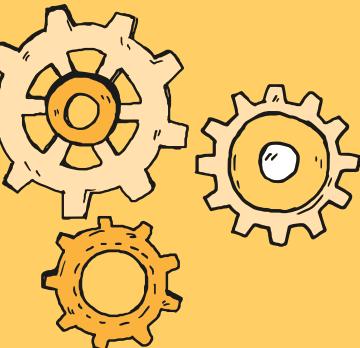
“Os esquemas de end. de sub-rede e super-redes proveem facilidades diferentes”

## Arquitetura Classful

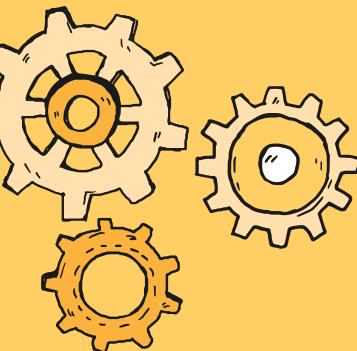


- Utiliza o conceito de classes A, B e C
- Permitem a adoção do esquema de end. de sub-redes
- Mas não permite o uso de super-redes
- Não permite a aplicação recursiva do conceito de sub-redes
- Na implementação do roteamento utiliza-se o conceito de classes para selecionar as rotas.

# Arquitetura Classless



- Não utiliza o conceito de classes de endereço
- Os endereços são vistos como blocos contínuos de endereços IPv4
- Suportam o esquema de endereçamento de:
  - Sub-redes
  - Super-rede
- No roteamento não se utiliza o conceito de classes de endereço.



# Diferenças entre as Arquiteturas

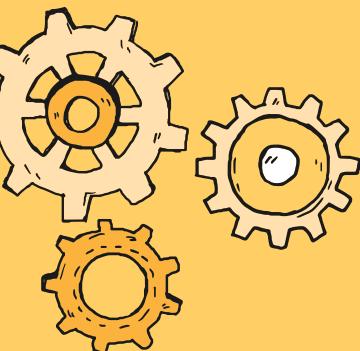
- Arquitetura Classful.
  - Sub-rede é a divisão de um endereço classe A, B, ou C em endereços de sub-rede
  - Não permite o uso de todos os endereços
  - Não permite subdivisões recursivas
- Arquiterura Classless
  - Sub-rede é a divisão de um bloco de endereços em blocos menores
  - Permite o uso de todos os endereços
  - Permite subdivisões recursivas

02

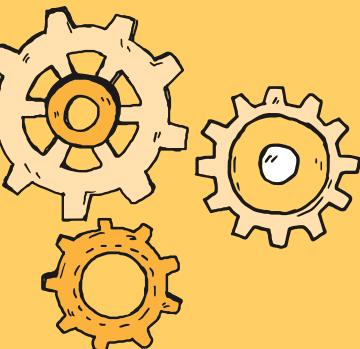


## Endereçamento IP

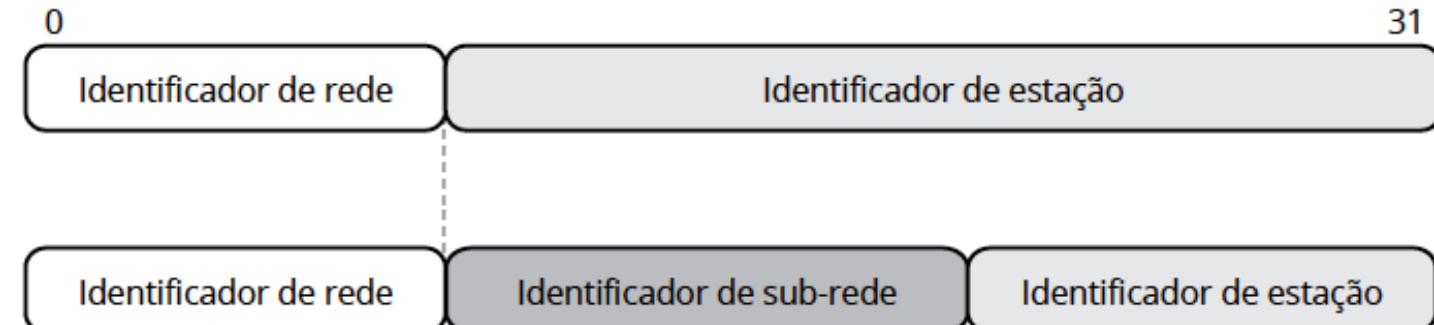
Endereçamento de Sub-Redes

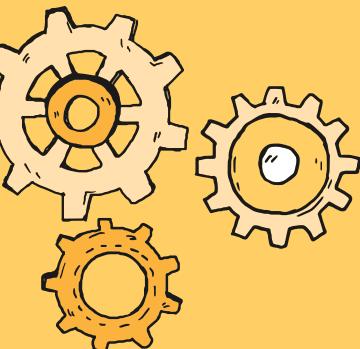


- Permite que um único endereço de rede classe A, B ou C seja compartilhado entre diversas redes físicas
- Divide o identificador de estação para representar as sub-redes
- Modificando a estrutura hierárquica definida pelo identificador de rede e pelo identificador de estação.

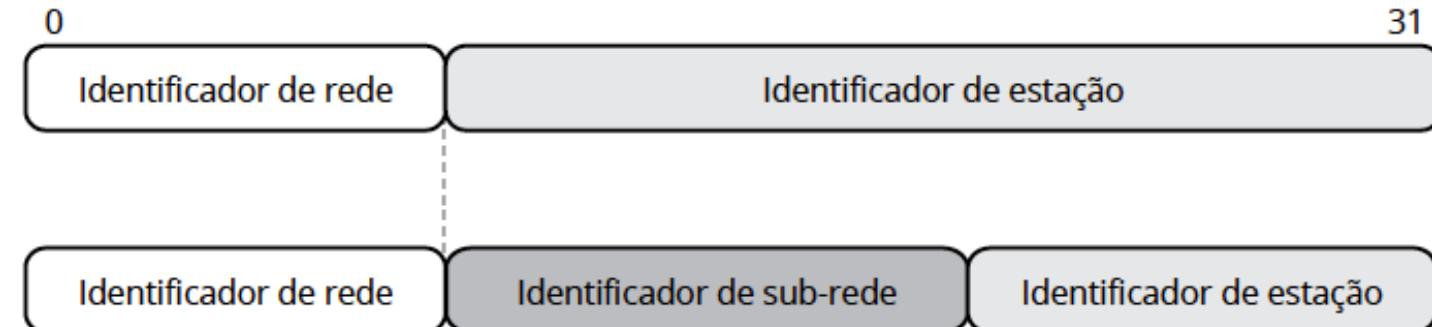


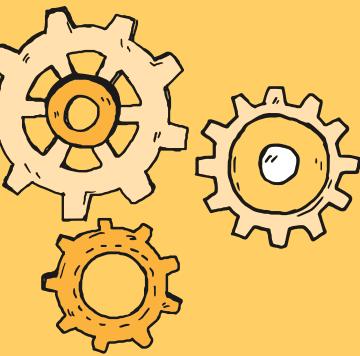
- Os bits utilizados na criação da sub-rede são extraídos do identificador de estação
- O identificador de estação, original, é dividido em :
  - Identificador de sub-rede – combinado ao identificador de rede determina a rede física de forma única
  - Novo identificador de estação





- A concatenação dos identificadores de rede e de sub-redes damos o nome de prefixo de sub-rede
- Os bits do prefixo de rede não podem ser utilizados, senão estaríamos alterando o prefixo da rede original
- Este prefixos são atribuídos pela IANA

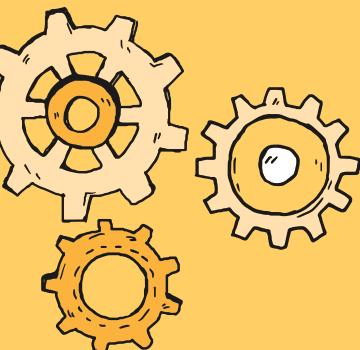




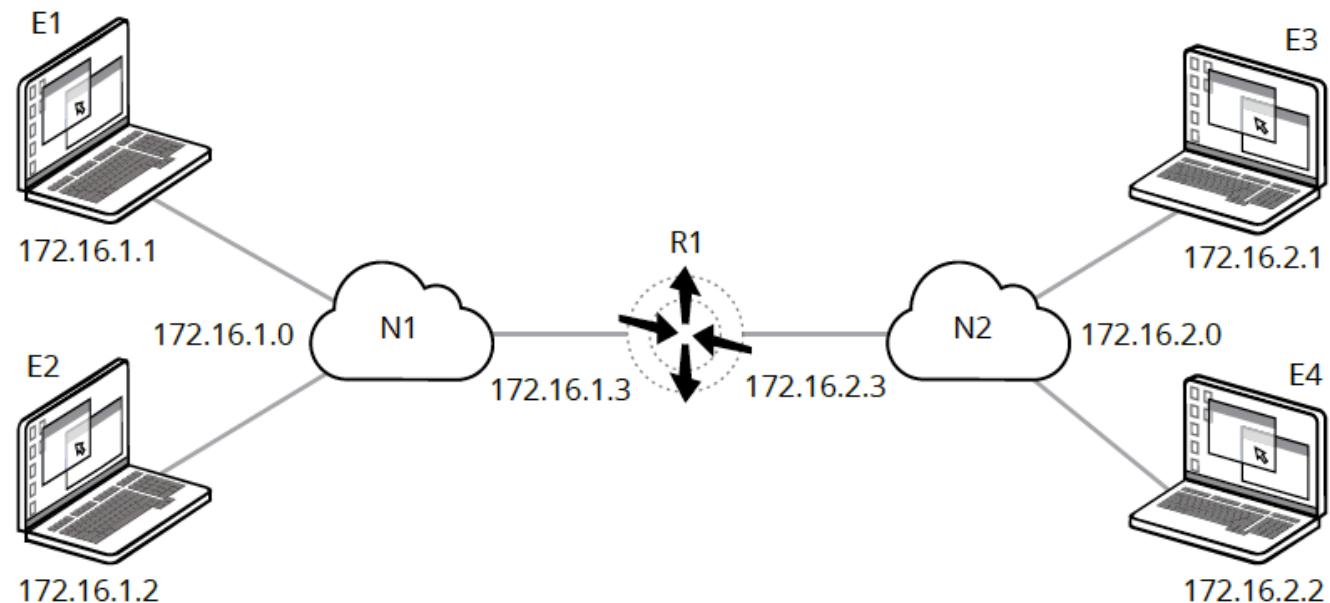
# Regras de Distribuição de Endereços

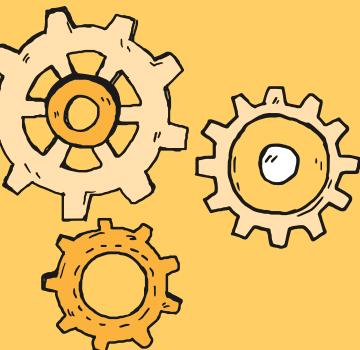
- Segue as mesmas regras do esquema de endereçamento IPv4 original
- Ou seja:
  - Diferentes prefixos de sub-rede para redes físicas distintas
  - Único prefixo de sub-rede para todas as interfaces conectadas a uma mesma rede física
  - Um único identificador de estação por interface
  - Não pode haver identificadores de estações duplicados na mesma rede física

## Endereçamento de Sub-Redes



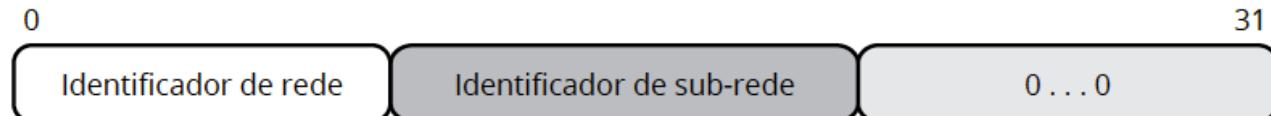
# Regras de Distribuição de Endereços



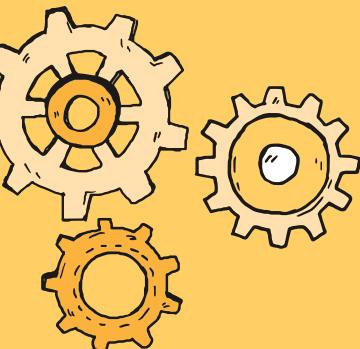


# Endereço de sub-rede e broadcast direto

- End. de sub-rede

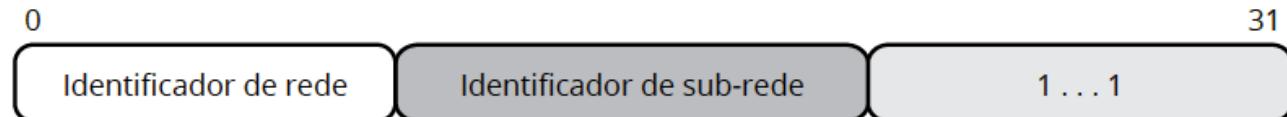


- Representado pelo prefixo de sub-rede que é a combinação do identificador de rede e do identificador de sub-rede
- Utilizados para referenciar a rede física

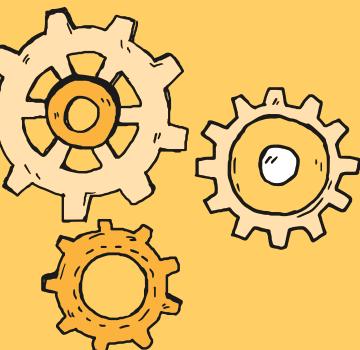


# Endereço de sub-rede e broaccast direto

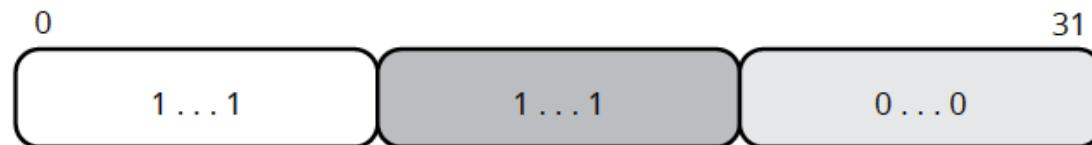
- End. de broadcast direto



- Permite o envio de datagramas para todas as estações da subrede



- Delimita a posição do prefixo de sub-rede e do identificador de rede
  - Porção de bits 1 no prefixo de sub-rede
  - Porção de bits 0 no identificador de estação



Decimal

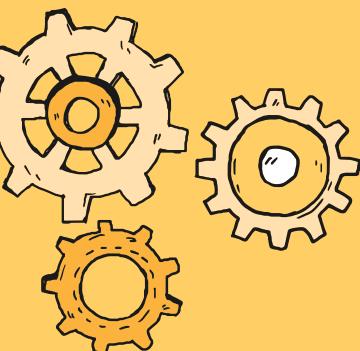
172.16.1.1 255.255.255.0

Contagem de Bits

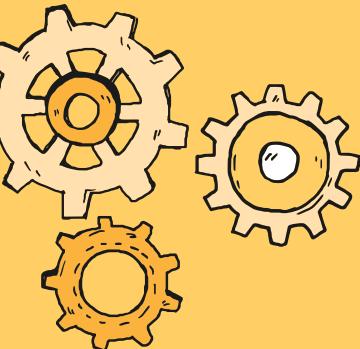
172.16.1.1/24

## Endereçamento de Sub-Redes

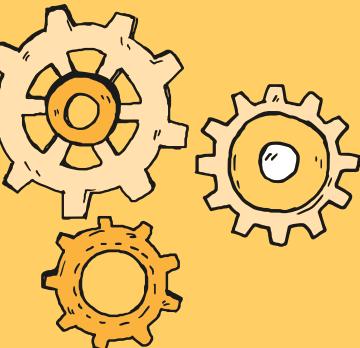
## Mascara de Sub-rede



- Dado o seguinte prefixo de sub-rede **172.16.1**:
  - Sua mascara de rede possui **24 bits (/24)**
  - Seu endereço de sub-rede é: **172.16.1.0**
  - Seu endereço de broadcast direto é: **172.16.1.255**
  - Intervalo de endereços utilizáveis é: **172.16.1[1-254]**



- Na arquitetura "classful" não são permitidos os endereços de sub-rede com todos os bits do identificador de sub-redes iguais a 0 e a 1.
- Esta regra se chama "all bits 0 or 1" (todos os bits 0 ou 1)

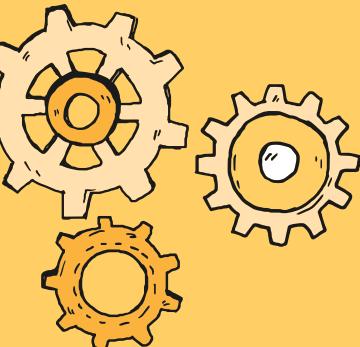


- O número de sub-redes é definido pelo número de bits do identificados de sub-rede

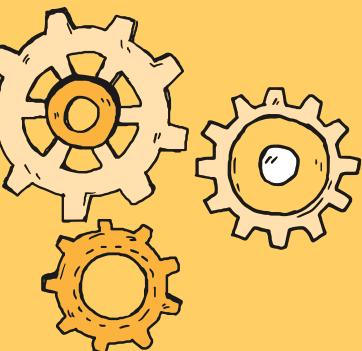


- Na arquitetura classful não são permitidos o uso do primeiro (0) e do ultimo (1) identificador





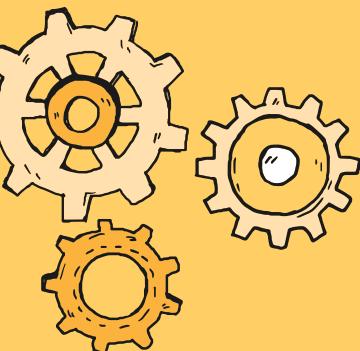
- Para se alocar as sub-redes, primeiro devemos **determinar a quantidade de bits** que serão utilizados no **identificador de sub-rede**;
- Caso seja utilizado um identificador de **sub-rede** de " $n$ " bits teremos um total de " $2^n$ " **endereços** de sub-redes



# Calculo de Sub-rede

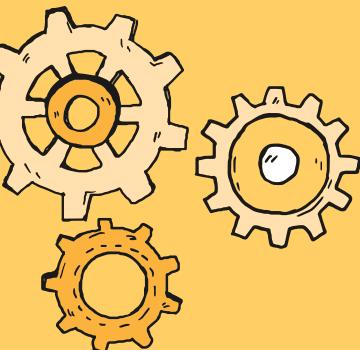
- Considere o endereço classe C **192.168.1.0**;
- Utilizando-se 3 bits no identificador de sub-rede.
- A **mascara** de rede tem **27 Bits**
  - 24 deles são do identificados de rede
  - 3 deles são do identificador de su-brede
- Nesse caso, podemos criar **8 ( $2^3$ ) sub-redes**
- Em cada sub-rede temos \_\_\_\_\_ **endereços**
- Destes, um é reservado para o endereço de rede e o outro para o endereço de broadcast restando um total de \_\_\_\_\_ **endereços disponíveis**.

## Endereçamento de Sub-Redes

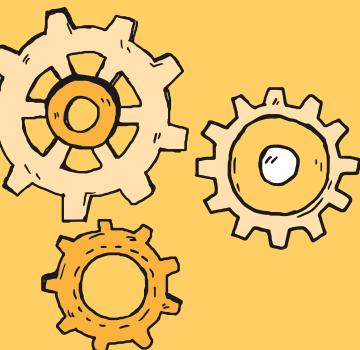


## Calculo de Sub-rede

0	23	27	31	
11000000 10101000 00000001	000	00000		192.168.1.0/27
11000000 10101000 00000001	001	00000		192.168.1.32/27
11000000 10101000 00000001	010	00000		192.168.1.64/27
11000000 10101000 00000001	011	00000		192.168.1.96/27
11000000 10101000 00000001	100	00000		192.168.1.128/27
11000000 10101000 00000001	101	00000		192.168.1.160/27
11000000 10101000 00000001	110	00000		192.168.1.192/27
11000000 10101000 00000001	111	00000		192.168.1.224/27



- A arquitetura **classful** não permite usar os endereços de sub-rede com **todos os bits** do identificador de sub-rede iguais a **0** ou **1**.
- Logo, os endereços de sub-rede **192.168.1.0/27** e **192.168.1.224/27** não podem ser usados.
- Essa restrição evita que os roteadores confundam o endereço da rede (192.168.1.0) com o endereço da primeira sub-rede, e o endereço de broadcast na rede com o endereço de broadcast da última sub-rede (192.168.1.255/27).

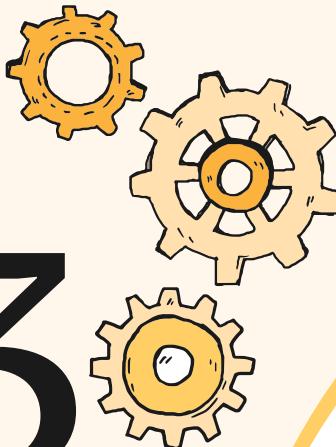


## Calculo de Sub-rede

- Logo, quando o identificador de sub-rede possui “n” bits, então teremos somente “ $2^n - 2$ ” sub-redes.
- Assim, endereços de rede classes A, B e C não podem usar sub-redes com máscaras de **9, 17 e 25 bits**, respectivamente.



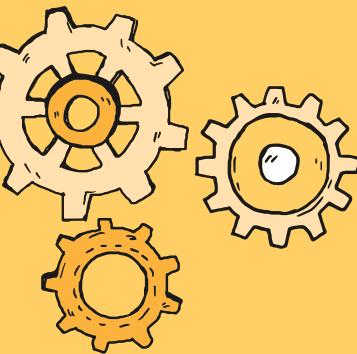
# 03



## Endereçamento IP

Métodos para calculo de Sub-Redes

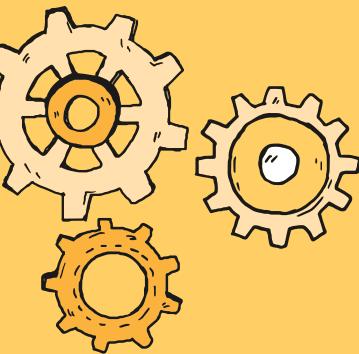
Métodos para calculo de sub-rede



# Principais Métodos

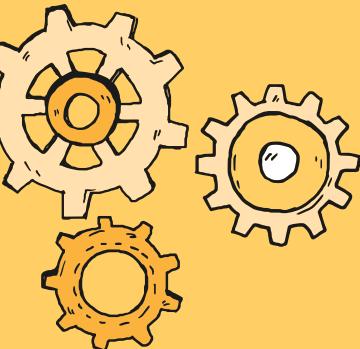
- BOX
- Binário
- Decimal

# Método BOX



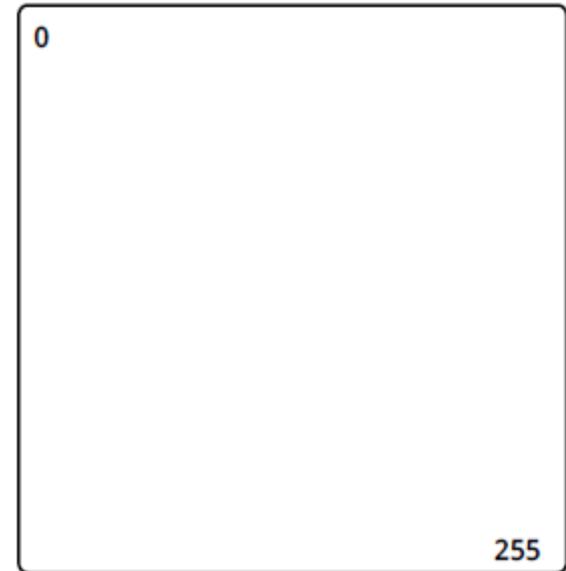
- Baseia-se na **divisão de um octeto**
- Não podendo ser utilizado quando o calculo extrapolam os limites de um octeto
- **Considere:**
  - Uma sub-rede – 256 endereços.
  - Máscara: **255.255.255.0 ou /24.**
  - Endereço de sub-rede: **200.130.26.0/24.**
  - Endereço de broadcast direto: **200.130.26.255/24**

# Método BOX

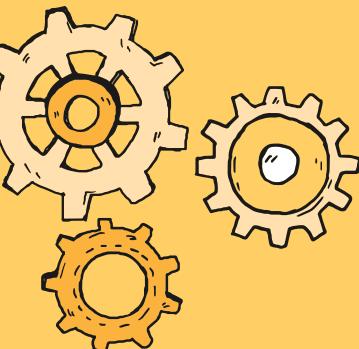


Inicialmente teremos uma Caixa/Box

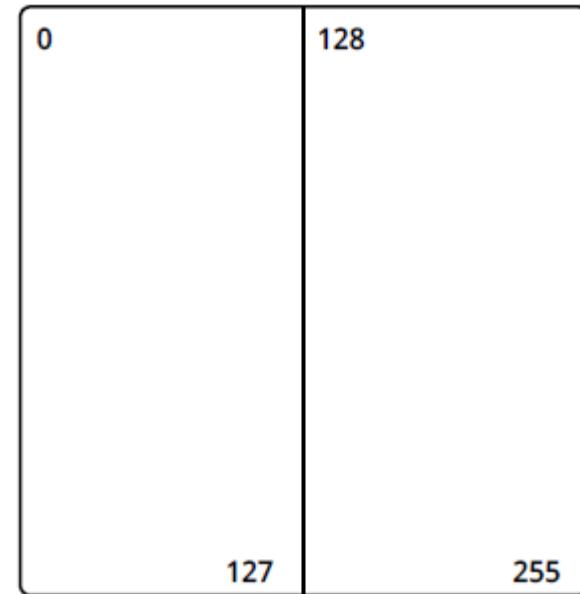
- Primeiro valor 0 → 200.130.26.0
- Ultimo Valor 255 → 200.130.26.255

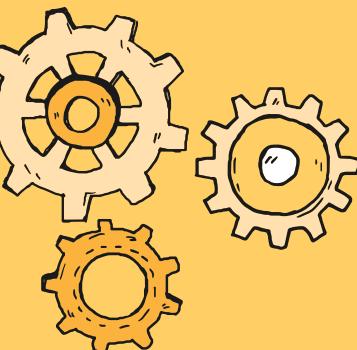


# Método BOX



- Segmentando em duas redes de 128 endereços
  - Mascara → 255.255.255.128 → /25



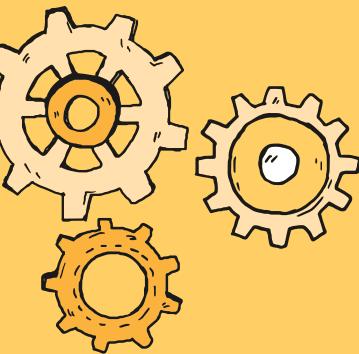


# Método BOX

- Segmentando em quatro sub-redes de 64 endereços
  - Mascara → 255.255.255.192 → /26

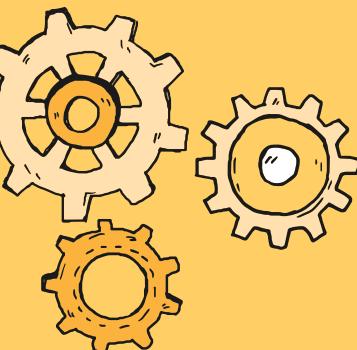
0	128
63	191
64	192
127	255

# Método BOX



- Segmentando em oito sub-redes de 32 endereços
  - Mascara → 255.255.255.224 → /27

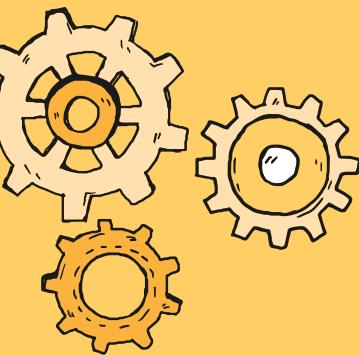
0	32	128	160
31	63	159	191
64	96	192	224
95	127	223	255



# Método BOX

- Segmentando em dezesseis sub-redes de 16 endereços
  - Mascara → 255.255.255.240 → /28

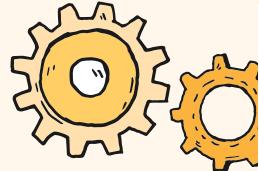
0	32	128	160
15	47	143	175
16	48	144	176
31	63	159	191
64	96	192	224
79	111	207	239
80	112	208	240
95	127	223	255



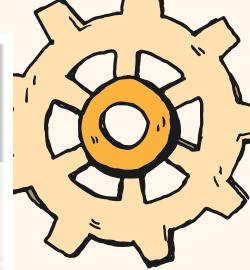
# Método Binário

- O método binário baseia-se na **tabela de máscaras** de sub-rede em binário
  - Na **1<sup>a</sup>**. coluna temos a **mascara** no formato binários
  - Da **2<sup>a</sup>.** a **9<sup>a</sup>**. coluna temos os **8 bits do octeto**, iniciando no mais significativo e terminando no menos significativo
  - A **10<sup>a</sup>**. coluna é o **valor decimal** da mascara
  - A **11<sup>a</sup>**. coluna é a **quantidade de sub-redes**
  - A **12<sup>a</sup>**. colune é a **quantidade de hosts** por sub-redes
  - A **ultima** coluna contem o valor dos **endereços de rede**.
- O resultado da **multiplicação** das colunas com as informações sobre a **quantidade de sub-redes** e a **quantidade de hosts** em cada uma delas deve ser **sempre igual a 256**.

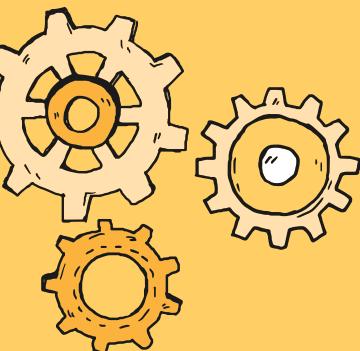
# MÉTODO BINÁRIO



# MÉTODO BINÁRIO

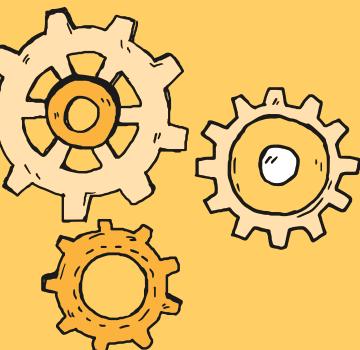


Bits	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	Decimal	# Sub-rede	# hosts / sub-rede	ID sub-redes
Pesos	128	64	32	16	8	4	2	1				
Máscara												
0000 0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	256	0
1000 0000	1	0	0	0	0	0	0	0	128	2	128	0, 128
1100 0000	1	1	0	0	0	0	0	0	192	4	64	0, 64, 128, 192
1110 0000	1	1	1	0	0	0	0	0	224	8	32	0, 32, 64, 96, 128, 160...
1111 0000	1	1	1	1	0	0	0	0	240	16	16	0, 16, 32, 48, 63, 80, 96...
1111 1000	1	1	1	1	1	0	0	0	248	32	8	0, 8, 16, 24, 32, 40, 48....
1111 1100	1	1	1	1	1	1	0	0	252	64	4	0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28...
1111 1110	1	1	1	1	1	1	1	0	254	128	2	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16...
1111 1111	1	1	1	1	1	1	1	1	255	256	1	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10...



# Método Binário

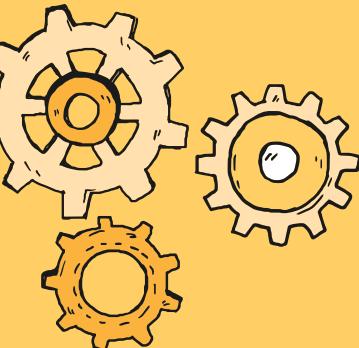
- Dada uma rede classe C: 200.130.26.0/24.
- Deseja-se 30 endereços por sub-rede.
- Determine:
  - QT Bits por host:
  - QT Bits por sub-rede:
  - Máscara de sub-rede :
  - ID sub-redes:



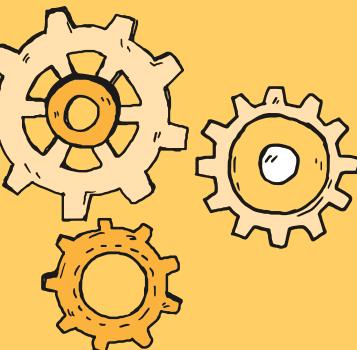
# Método Binário

- Dada uma rede classe C: 200.130.26.0/24.
- Deseja-se 30 endereços por sub-rede.
- Determine:
  - QT Bits por host: 5 bits →  $2^5 = 32$  endereços/sub-rede.
  - QT Bits por sub-rede: 3 bits →  $8 - 5 = 3$ .
  - Máscara de sub-rede : 255.255.255.224 ou /27.
  - ID sub-redes: 0, 32, 64, 96, ..., 224.

# Método Decimal



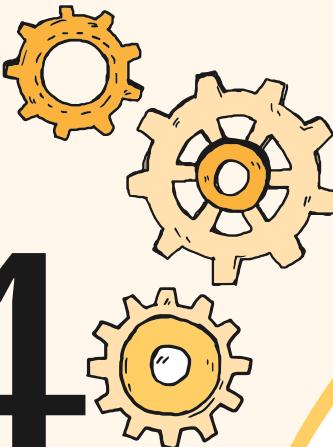
- Exemplo:
  - Dada uma rede classe C: 200.130.26.0/24.
  - Deseja-se 30 endereços por sub-rede.
- Passos:
  - 1º. Determinar a **qt de bits** destinados os hosts  $\rightarrow 5\text{Bits}$
  - 2º. Calcular **qtos end** podemos utilizar  $\rightarrow 25=32$
  - 3º. Calcular a **mascara** em decimal  $\rightarrow 256-32=224$
  - 4º. Calcular a **qt de bits** de sub-redes  $\rightarrow 8-5=3$
  - 5º. Calcular a **mascara** de sub-redes em bits  $\rightarrow 24+3 = 27$
  - 6º. Calcular a **ident.** das **sub-redes**:
    - $0; 0+32=32; 32+32=64; 64+32=96$ , etc...
  - 7º. Calcular end. de **broadcast**  $\rightarrow$  igual o endereço da próxima sub-rede menos um ( $32-1=31$ )



# Método Decimal

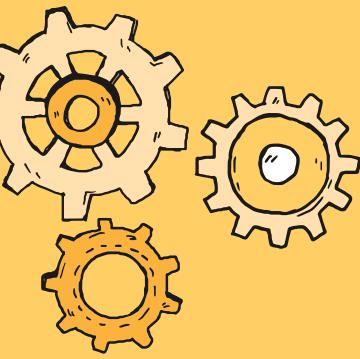
- Exemplo:
  - Dada uma rede classe C: 200.130.26.0/24.
  - Deseja-se 30 endereços por sub-rede.
- Passos:
  - 1º. Determinar a **qt de bits** destinados os hosts  $\rightarrow$
  - 2º. Calcular **qtos end** podemos utilizar  $\rightarrow$
  - 3º. Calcular a **mascara em decimal**  $\rightarrow$  **25**
  - 4º. Calcular a **qt de bits** de sub-redes  $\rightarrow$
  - 5º. Calcular a **mascara** de sub-redes em bits  $\rightarrow$
  - 6º. Calcular a **ident.** das **sub-redes**:
    - **?????**
  - 7º. Calcular end. de **broadcast**  $\rightarrow$

# 04

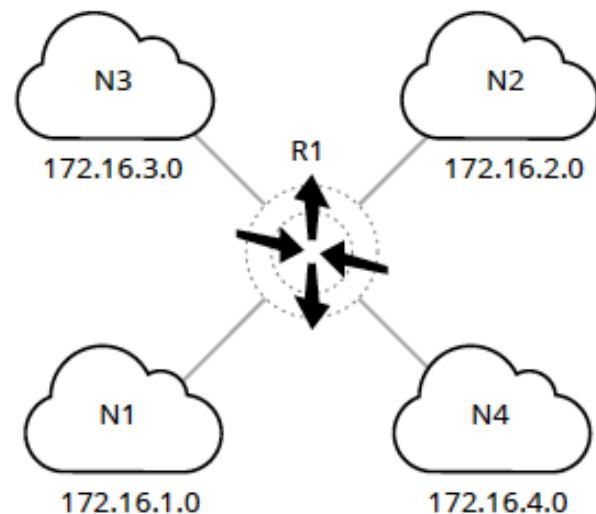


## Endereçamento IP

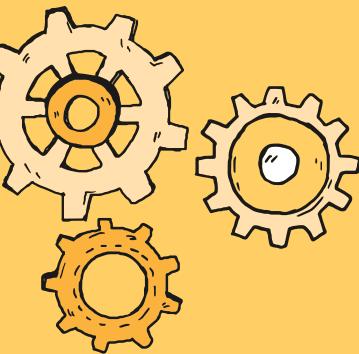
Super-redes



- Mesmo com o conceito de sub-redes, percebeu-se que a atribuição de endereços classe B ainda representava um enorme desperdício de endereços.
- Observe a imagem abaixo:

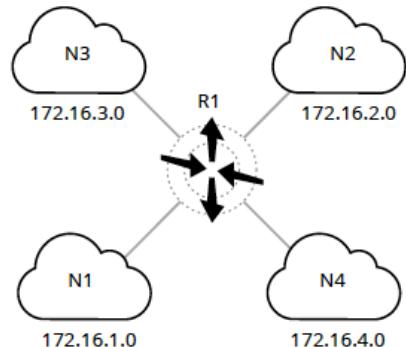


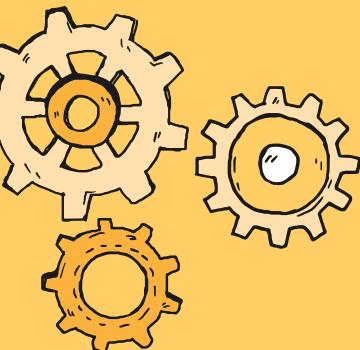
## Super-Redes



## Introdução

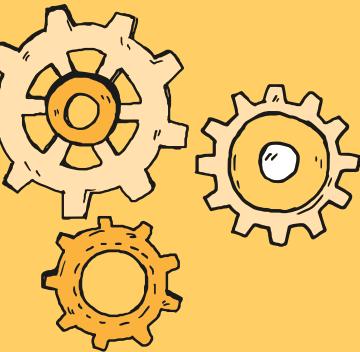
- Dada a rede **172.16.0.0/16**
- Apenas 4 sub-redes foram utilizadas
- Mas as outras redes de **172.16.5.0/24** até **146.134.254.0/24** ainda podem ser utilizadas em outras redes físicas da instituição.





# Endereçamento de super-redes

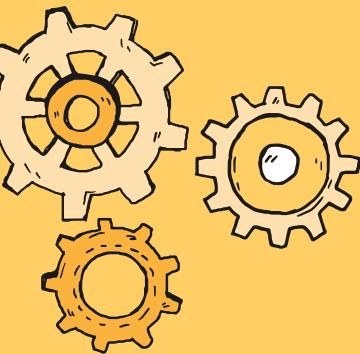
- Atribuem **blocos de endereço**
- **Evita-se** a atribuição de endereços classe B
- Blocos devem **comportar** o número de estações da instituição
- Blocos de endereços é um **conjunto contíguo de endereços**
- Tamanho do bloco deve ser **uma potência de 2**
- Endereços são formados por um **prefixo de bloco** e um **identificador de estação**
- **Não utiliza** o conceito de classes A, B e C
- O **identificador de estação** define o **tamanho** do bloco de endereços.



# Endereçamento de super-redes

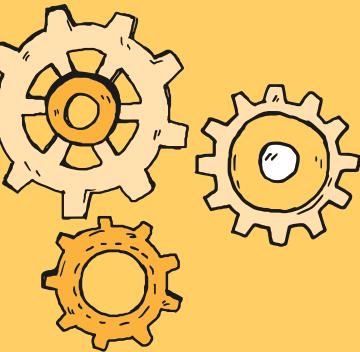
- Permite o uso de **diversos endereços de rede** nas **várias redes** de uma instituição.
- Em vez de atribuir um endereço **classe B**, pode ser atribuído um bloco de endereços **classe C**
- Desta forma este tipo de endereçamento **conserva** os endereços **classe B**, que são mais escassos que os endereços classes C.

## Super-Redes

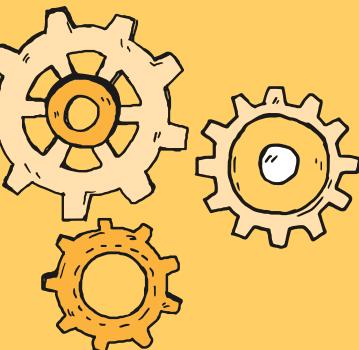


## Tamanho dos Blocos

- O Tamanho é função do número de bits do identificador de estação;
- Um bloco pode ser qualquer conjunto de endereços contíguos, cujo tamanho deve ser potência de 2.
- O prefixo de bloco (prefixo de rede) pode possuir um número variado de bits
- Não possui relação com o número de bits do prefixo de rede de endereços classes A, B e C.
- As classes A, B e C deixam de existir (**classless**)



- **Classless Inter-Domain Routing (CIDR)**
- Permite que um esquema de **endereçamento e roteamento** que adota **blocos contínuos** de endereços
- A atribuição de blocos e o tamanho dos mesmos pode ser mais **adequado as necessidade** da instituição.
- Bloco **pode conter diversos** endereços de classe A, B ou C
- Pode **conter uma fração** de um endereço classes A, B ou C



# Hierarquia de Endereçamento

- A representação dessa hierarquia é realizada com a divisão dos endereços IP em duas partes:
  - **Identificador de bloco** – denominado prefixo do bloco, prefixo de rede ou prefixo IP, serve para identificar a rede física à qual o bloco está alocado, de forma única e individual.
  - **Identificador de estação** – identifica a estação (interface) dentro da rede (bloco) de forma única e individual.

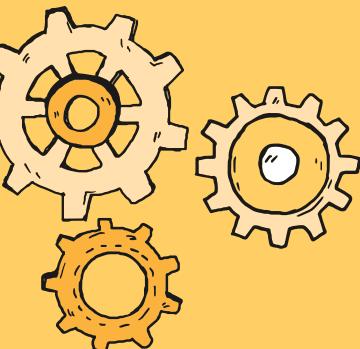
0

Identificador de bloco

31

Identificador de estação

# Hierarquia de Endereçamento



## Tamanho do bloco

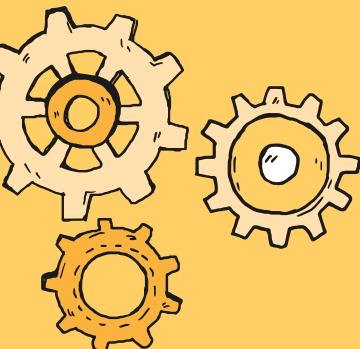
- É dado em função do número de bits do identificador de estação

Identificador  
de estação



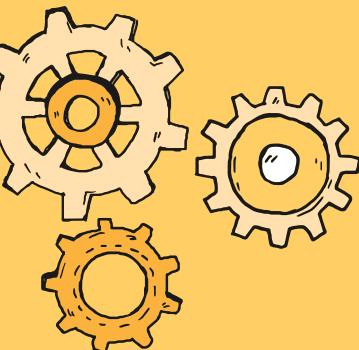
Endereços  
do bloco

# Hierarquia de Endereçamento

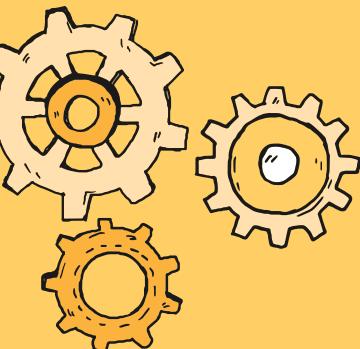


## Tamanho do bloco

- Supondo um bloco de **4096** endereço
  - São utilizados **12 bits** no identificador de estação
  - E **20 bits** no prefixo de bloco



- Mascara
  - Utilizar a contagem de bits
  - Representação Decimal
  - Contagem de Bits
- Os blocos abaixo são válidos
  - 20.0.0.0/24
  - 150.0.0.0/8
  - 200.10.0.0/20
  - 192.100.1.0/27



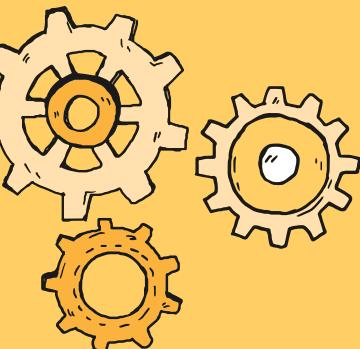
## Endereço de Bloco



## Endereço de broadcast direto



# Super-Redes



# Endereçamento

## Espaço de Endereçamento

Identificador  
de estação

$n$



$2^n$

Espaço de  
endereçamento

## Endereços permitidos

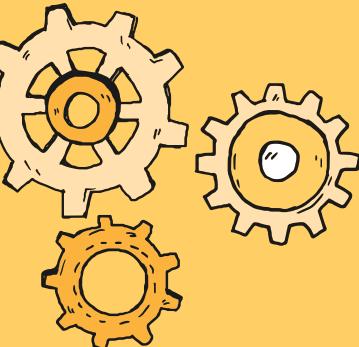
Identificador  
de estação

$n$

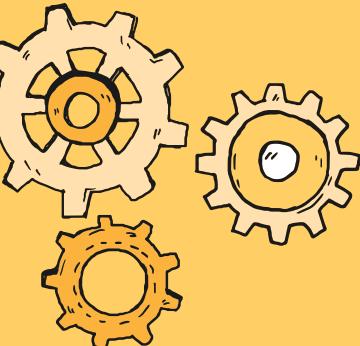


$2^n - 2$

Endereços  
usáveis

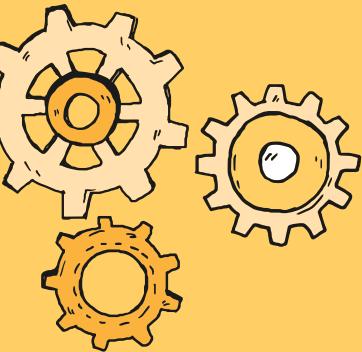


- Considere o Bloco → 200.10.16.0/20
- Temos:
  - \_\_\_ bits no prefixo de bloco
  - \_\_\_ bits no identificador de estação
  - \_\_\_ (2-) endereços
  - \_\_\_ (\_\_\_-2) endereços permitidos
  - End. de Rede: 200.10.\_\_\_\_/20
  - End. de Broadcast: 200.10.\_\_\_\_/20
  - Intervalo
    - 200.10.16.\_
    - 200.10.\_\_\_\_.



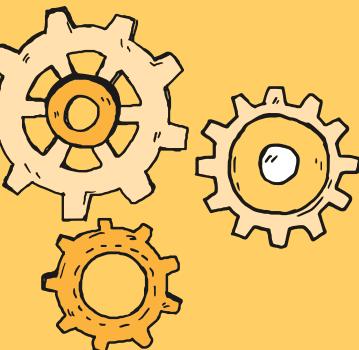
- Considere o Bloco → 200.10.16.0/20
- Temos:
  - 20 bits no prefixo de bloco
  - 12 bits no identificador de estação
  - 4096 ( $2^{12}$ ) endereços
  - 4094 (4096-2) endereços permitidos
  - End. de Rede: 200.10.16.0/20
  - End. de Broadcast: 200.10.31.255/20
  - Intervalo
    - 200.10.16.1
    - 200.10.31.254

## Super-Redes



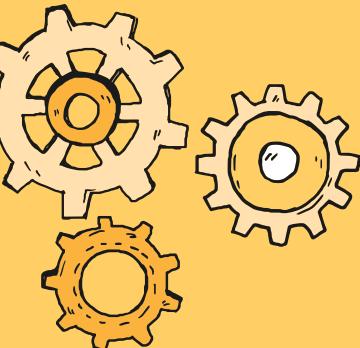
## Subdivisão de Blocos

- Arquitetura **Classless** permite:
  - Super-Redes → Deslocamento para esquerda
  - Sub-Redes → Deslocamento para a direita
- Cada sub-bloco deve ser atribuído a uma rede física
- Sub-blocos corresponde a sub-redes



# Subdivisão de Blocos

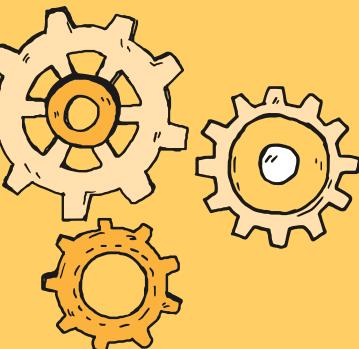
- Seja o bloco 200.10.16.0/20
  - Contendo 4096 ( $2^{12}$ ) endereços
- Pode ser dividido em **8 sub-blocos**
  - Qt bits no prefixo de sub-bloco → \_\_\_\_\_
  - Qt bits para identificar os hosts → \_\_\_\_\_
  - Qt de host → \_\_\_\_\_



# Subdivisão de Blocos

- Seja o bloco 200.10.16.0/20
  - Contendo \_\_\_\_ (2-) endereços
- Pode ser dividido em **8 sub-blocos**
  - Qt bits no prefixo de sub-bloco → 3 ( $2^3=8$ )
  - Qt bits para identificar os hosts →  $12-2=9$
  - Qt de host →  $2^9=512$

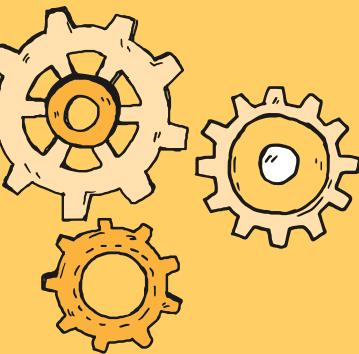
# Super-Redes



## Subdivisão de Blocos

- Pode ser dividido em **8 sub-blocos**

0	20	31	
11001000 00001010 0001	0000 00000000		200.10.16.0/20
		23	
11001000 00001010 0001	000 0 00000000		200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	001 0 00000000		200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	010 0 00000000		200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	011 0 00000000		200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	100 0 00000000		200.10.24.0/23
11001000 00001010 0001	101 0 00000000		200.10.26.0/23
11001000 00001010 0001	110 0 00000000		200.10.28.0/23
11001000 00001010 0001	111 0 00000000		200.10.30.0/23

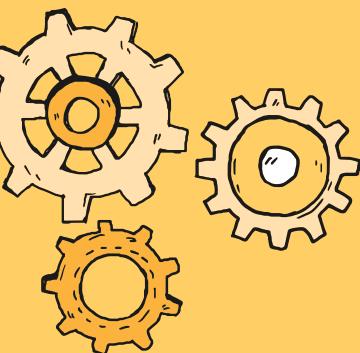


# Subdivisão de Blocos

Criando sub-blocos

- Deve-se manipular a **máscara** do bloco original, **deslocando-se para direita**
- O número de **bits deslocados** determina o **número de blocos criados**
- Os **endereços** dos sub-blocos é definido pela **valor correspondente** dos **bits** usados no deslocamento
- O tamanho da **nova mascara (23)** é igual o valor da **mascara original (20)**, mais o número de **bits deslocados (3)**
- Após a subdivisão, cada bloco é tratado com um bloco normal
- Sub-blocos podem ser **divididos de forma recursiva**

## Super-Redes

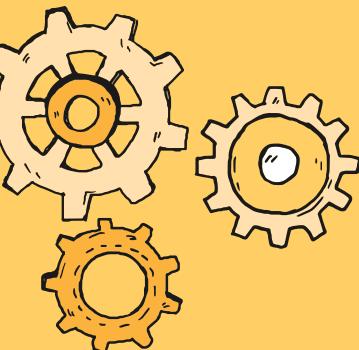


# Subdivisão de Blocos

Criando sub-blocos

Sub-bloco	Espaço de endereçamento	Endereços usáveis
200.10.16.0/23	200.10.16.0 - 200.10.17.255	200.10.16.1 - 200.10.17.254
200.10.18.0/23	200.10.18.0 - 200.10.19.255	200.10.18.1 - 200.19.23.254
200.10.20.0/23	200.10.20.0 - 200.10.21.255	200.10.20.1 - 200.10.21.254
200.10.22.0/23	200.10.22.0 - 200.10.23.255	200.10.22.1 - 200.10.23.254
200.10.24.0/23	200.10.24.0 - 200.10.25.255	200.10.24.1 - 200.10.25.254
200.10.26.0/23	200.10.26.0 - 200.10.27.255	200.10.26.1 - 200.10.27.254
200.10.28.0/23	200.10.28.0 - 200.10.29.255	200.10.28.1 - 200.10.29.254
200.10.30.0/23	200.10.30.0 - 200.10.31.255	200.10.30.1 - 200.10.31.254

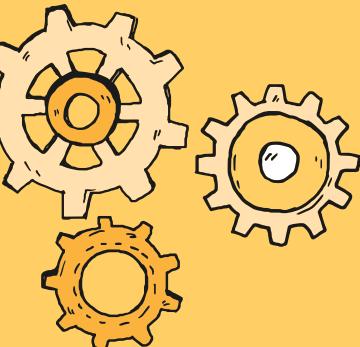
## Super-Redes



# Agregando Blocos

- A partir de **blocos menores** compor um bloco maior
- A **masca** original deve ser **deslocada para a esquerda**
- **Deve-se:**
  - Selecionar **blocos** menores que adotem a mesma mascara
  - Qt Total de blocos deve ser um **potência de 2**
  - Todos os **bits do identificador** de rede devem ser **iguais**, a não ser pelos bits deslocados
  - Havendo  $2^n$  **blocos** disponíveis, então estes devem **divergir** em apenas  $n$  bits
- O **endereço do bloco agregado** será igual o **endereço do bloco** disponível que possuir o **menor valor**

# Super-Redes

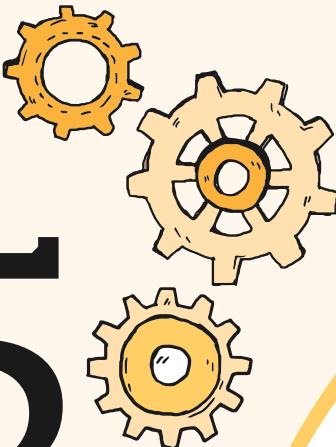


# Agregando Blocos

Sejam 8 blocos de 23 bits idênticos e 3 contíguos

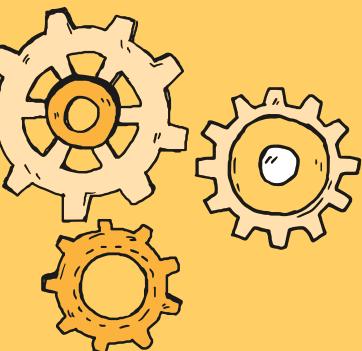
0	20	23	31	
11001000 00001010 0001	000	0	00000000	200.10.16.0/23
11001000 00001010 0001	001	0	00000000	200.10.18.0/23
11001000 00001010 0001	010	0	00000000	200.10.20.0/23
11001000 00001010 0001	011	0	00000000	200.10.22.0/23
11001000 00001010 0001	100	0	00000000	200.10.24.0/23
11001000 00001010 0001	101	0	00000000	200.10.26.0/23
11001000 00001010 0001	110	0	00000000	200.10.28.0/23
11001000 00001010 0001	111	0	00000000	200.10.30.0/23
	20			
11001000 00001010 0001	0000	00000000	00000000	200.10.16.0/20

# 05



## Endereçamento IP

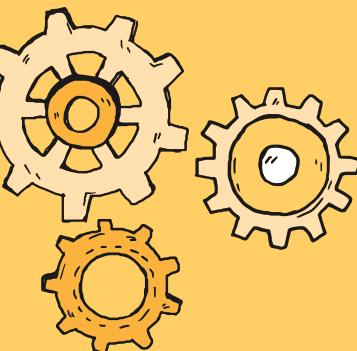
Mascaras



# Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

- Todas as **sub-redes** adotam a **mesma mascara**
- **Roteamento** assume que as **mascaras** das sub-redes de um determinado endereço **são idênticas**
- Deve-se escolher o **maior mascara possível**
- A mascara deve **comportar** a qt de hosts da maior rede
- Qt de sub-redes depende a quantidade de hosts da maior rede
- **Não permite** a divisão recursiva

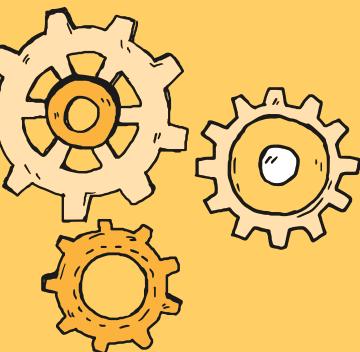
## Mascaras



# Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

0	23	27	31	
11000000	10101000	00000001	000	00000 192.168.1.0/27
11000000	10101000	00000001	001	00000 192.168.1.32/27
11000000	10101000	00000001	010	00000 192.168.1.64/27
11000000	10101000	00000001	011	00000 192.168.1.96/27
11000000	10101000	00000001	100	00000 192.168.1.128/27
11000000	10101000	00000001	101	00000 192.168.1.160/27
11000000	10101000	00000001	110	00000 192.168.1.192/27
11000000	10101000	00000001	111	00000 192.168.1.224/27

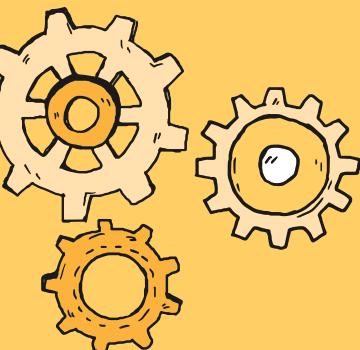
## Mascaras



# Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

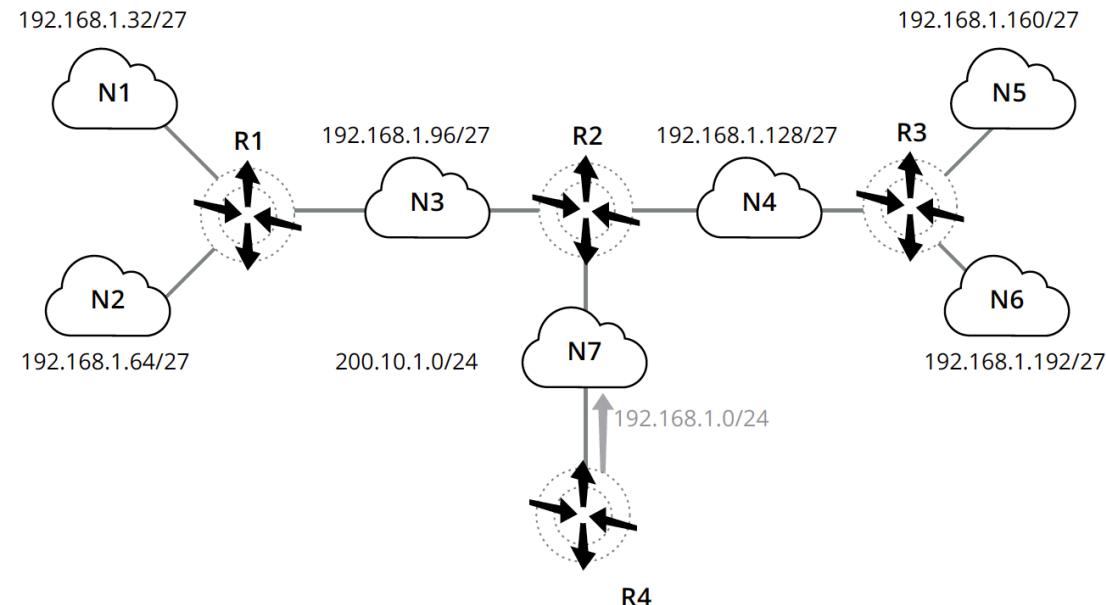
- O endereçamento de sub-redes esconde os detalhes da inter-rede da instituição
- Roteadores externos não precisam conhecer as rotas para cada sub-rede
- Roteadores externos precisam conhecer apenas o endereço de rede a partir do qual as sub-redes foram geradas

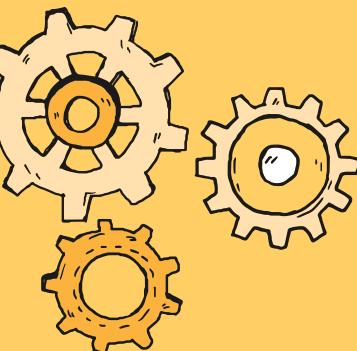
## Mascaras



# Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

R4 desconhece a forma como a rede **192.168.1.0/24** foi subdividida

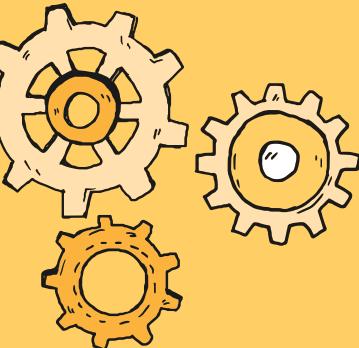




# Mascara de Tamanho variável (Arq. Classless)

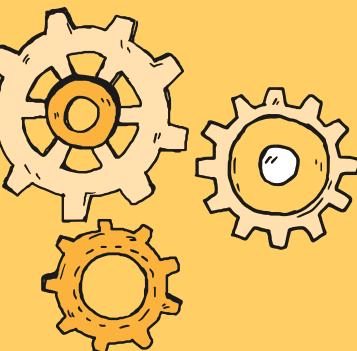
- Sub-blocos adotam mascaras de tamanho diferentes (VLSM)
- VLSM – Variable-Lenght Subnet Mask
- Sub-blocos podem ser divididos recursivamente
- Roteamento assume que as máscaras dos diversos sub-blocos podem ser diferentes
- O tamanho da máscara depende do:
  - número de sub-redes
  - número de hosts da sub-rede
- Minimiza o desperdício de endereços

## Mascaras



# Algoritmo de atribuição de blocos

- Permite a atribuição do menor qt de máscaras diferentes
- Evita a sobreposição de endereços;
- O número de redes físicas deve ser conhecido;
- O número de estações em cada rede também deve ser conhecido.

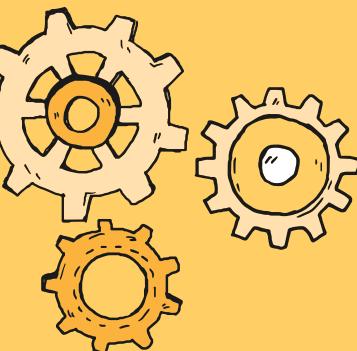


# Algoritmo de atribuição de blocos

## Etapas:

1. Para cada rede física encontrar o menor bloco que a suporte
2. Determinar o número de sub-redes para cada tamanho de bloco
3. Ordenar as redes pelo tamanho do bloco
4. Da maior para o menor bloco execute
  1. Identificar a mascara
  2. Subdividir o bloco em sub-blocos utilizando a mascara identificada
  3. Atribuir os primeiros sub-blocos à rede que requerem este tamanho
  4. Iniciar um nova interação com um bloco menor;

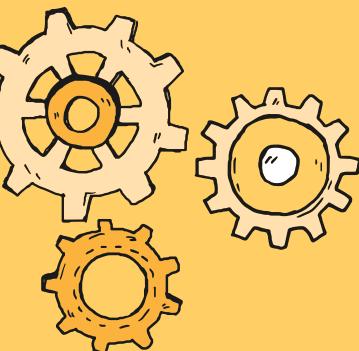
## Mascaras



# Algoritmo de atribuição de blocos

Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20 e as seguintes sub-redes:

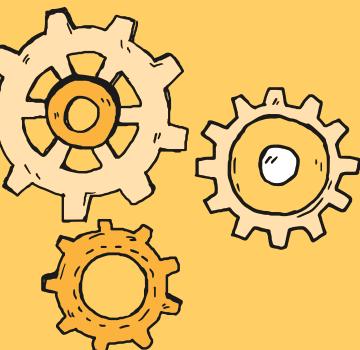
Sub redes	Estações	Tamanho de bloco	Sub-redes	Tamanho de bloco
1	400	512	2	512
1	300	512	6	129
4	100	128	7	64
2	90	128	10	4
5	50	64		
2	40	64		
10	2	4		



# Algoritmo de atribuição de blocos

Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

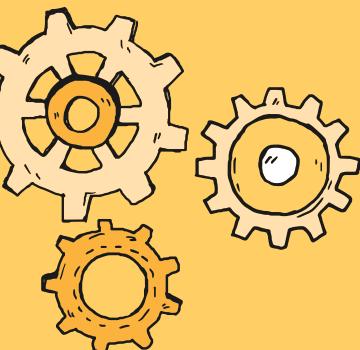
- Os blocos de 512 endereços requerem máscaras de 23 bits
  - 9 bits são necessários para identificar os hosts  $\rightarrow 2^9=512$
  - 3 bits são deslocados
  - 8 ( $2^3$ ) sub-redes são criadas
  - São selecionados os dois primeiros sub-blocos
    - 200.10.16.0/23
    - 200.10.18.0/23



# Algoritmo de atribuição de blocos

Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

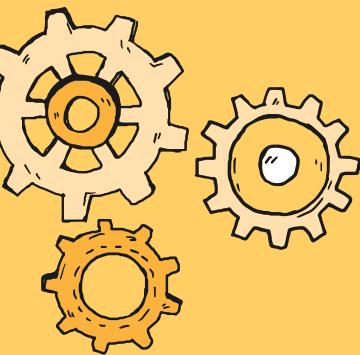
- Os blocos de 128 endereços requerem máscara de **25 bits**
  - 2 bits são deslocados das máscaras dos blocos de 512 endereços
  - $2^2=4$  sub-blocos são criados
  - Para alocar 6 blocos de 128 end. serão necessários 2 blocos de 512 end.
  - São alocados os blocos:
    - 200.10.20.0/23 e 200.10.22.0/23
  - São alocados os sub-blocos:
    - 200.10.20.0/25, 200.10.20.128/25, 200.10.21.0/25
    - 200.10.21.128/25, 200.10.22.0/25 e 200.10.22.128/25



# Algoritmo de atribuição de blocos

Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

- Os blocos de 64 endereços usam máscaras de 26 bits
  - 3 bits são deslocados dos blocos de 512 end (23bits)
  - 8 ( $2^3$ ) sub-blocos são gerados em cada bloco de 512 end.
  - É alocado o bloco:
    - 200.10.24.0/23
  - Os sub-blocos são alocados:
    - 200.10.24.0/26, 200.10.24.64/26, 200.10.24.128/26
    - 200.10.24.192/26, 200.10.25.0/26, 200.10.25.64/26
    - 200.10.25.128/26
  - Ficando livres os blocos:
    - 200.10.23.0/25 e 200.10.23.128/25

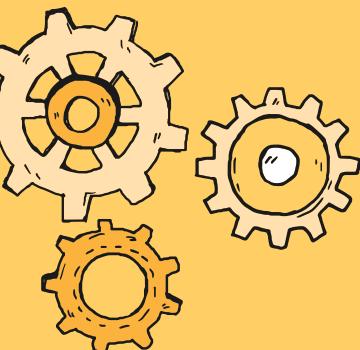


# Algoritmo de atribuição de blocos

Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

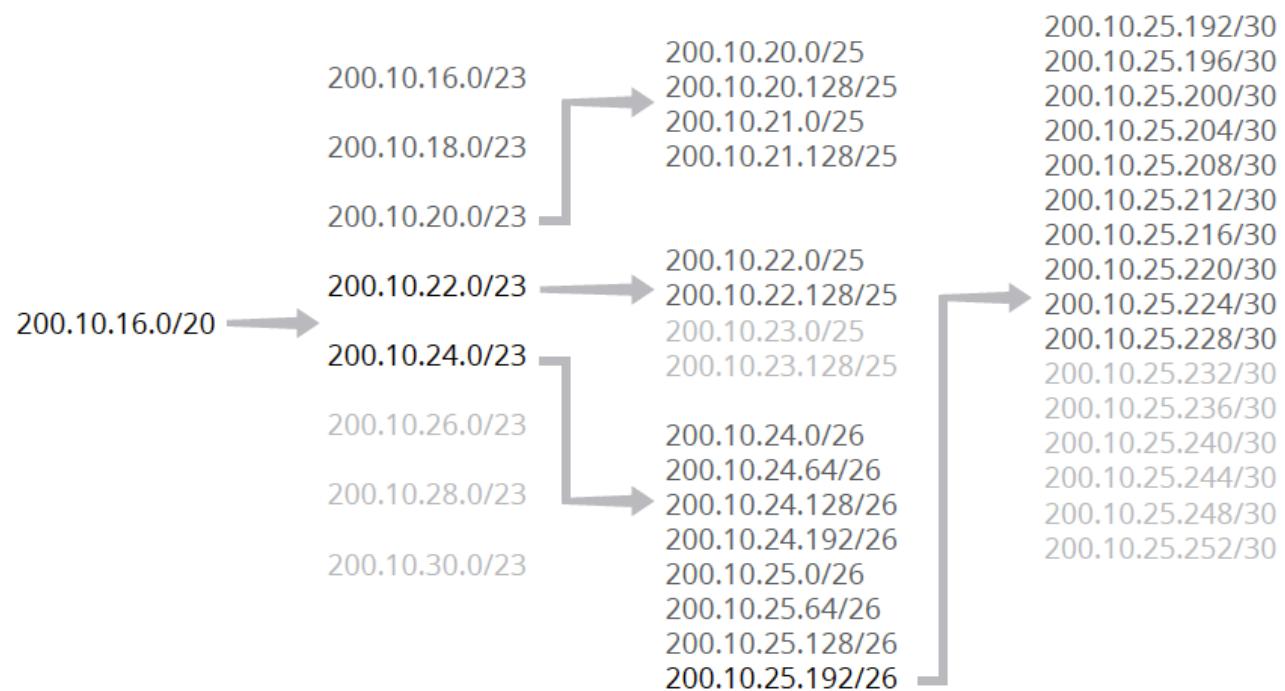
- Os blocos de 4 endereços adotam máscaras de 30 bits
  - Utilizando-se os blocos de 64 bits com 26 bits de máscara
  - 4 bits são deslocados
  - $16 (2^4)$  sub-redes são criadas
  - Foi alocado o bloco de 26 Bits
    - 200.10.25.192/26
  - Foram alocados os blocos de 30 bits
    - 200.10.25.192/30, 200.10.25.196/30, 200.10.25.200/30
    - 200.10.25.204/30, 200.10.25.208/30, 200.10.25.212/30,
    - 200.10.25.216/30, 200.10.25.220/30, 200.10.25.224/30
    - 200.10.25.228/30

## Mascaras

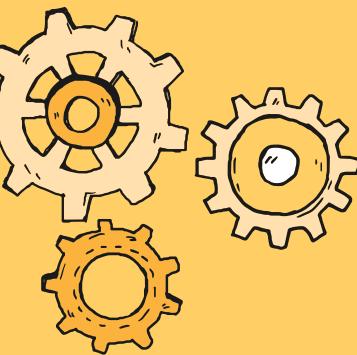


# Algoritmo de atribuição de blocos

Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

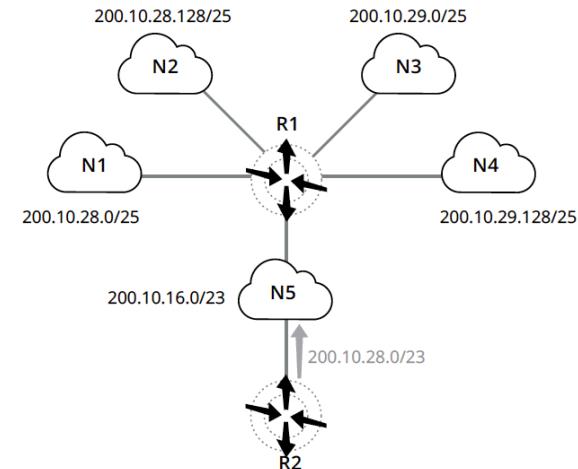


## Mascaras

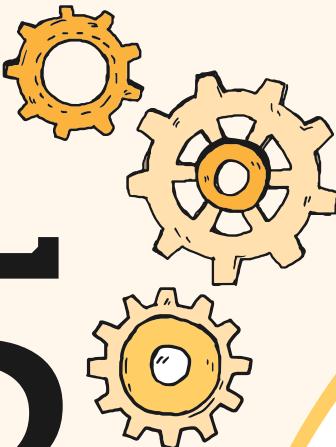


# Agregação de Rotas

- Utiliza o conceito de agregação de blocos
- Reduz o tamanho das tabelas de roteamento
- Roteadores externos não conhecem as rotas para os sub-blocos, mas sim para o bloco agregado
- Suportado pela arquitetura Classless



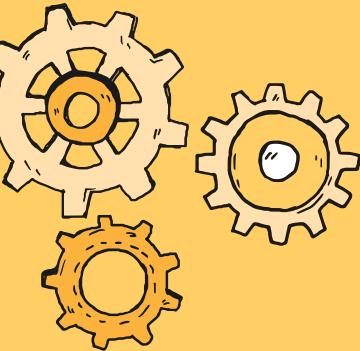
# 05



## Endereçamento IP

Endereços Privados

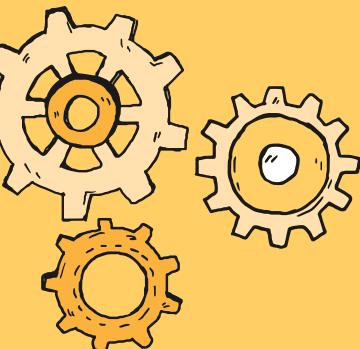
## Endereços Privados



# Tipos de Endereços

- Do ponto de vista do uso, há dois tipos de endereços
  - Endereços Privados
    - Podem ser utilizados livremente
    - Permitem aproveitar melhor o espaço de endereçamento global
    - Definido na **RFC 1918**
    - Redes Privadas não são visíveis a partir da Internet
  - Endereços Públicos
    - Oficialmente Distribuídos (IANA)
    - Unicidade Global

# Endereços Privados



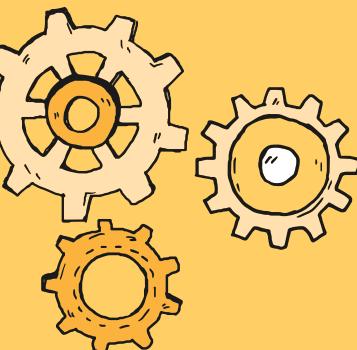
# Endereços Privados

RFC 1918.

- Endereços Distribuídos pelas Classes:

Classe	Endereços privados
A	10.0.0.0 – 10.255.255.255
B	172.16.0.0 – 172.31.255.255
C	192.168.0.0 – 192.168.255.255

# Endereços Privados



# Endereços Privados

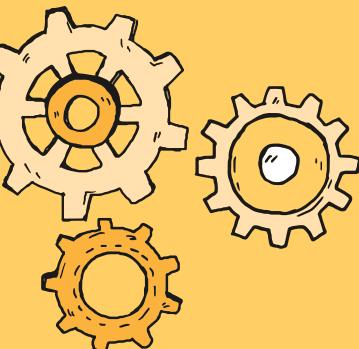
RFC 1918.

- Endereços e suas mascaras:

Classe	RFC 1918	CIDR
A	10.0.0.0 – 10.255.255.255	10.0.0.0/8
B	172.16.0.0 – 172.31.255.255	172.16.0.0/12
C	192.168.0.0 – 192.168.255.255	192.168.0.0/16

Por que é utilizada a mascara /12  
no endereço de classe B?

## Endereços Privados

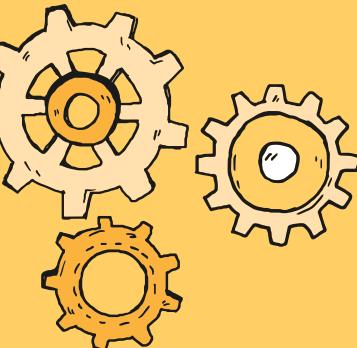


# Endereços Privados

RFC 1918.

- Dado o intervalo de endereços: 172.16.0.0 – 172.31.255.255
- Convertendo para binário temos:
  - 10101100 . 00010000 . 00000000 . 00000000 – 172.16.0.0
  - 10101100 . 00011111 . 11111111 . 11111111 – 172.31.255.255
- Comparando os endereços percebemos que compartilham o mesmo prefixo
  - 10101100 . 00010000 . 00000000 . 00000000
- Contanto a quantidade de bits do prefixo temos:
  - Máscara → /12

# Endereços Privados

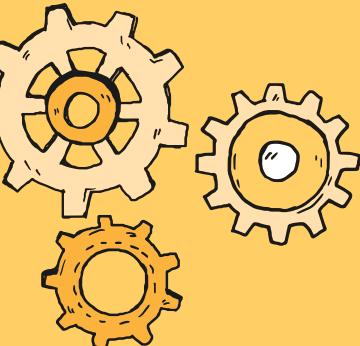


# Endereços Privados

RFC 1918.

- Benefícios
  - Permite um melhor aproveitamento dos endereços IPv4
  - Serve como um mecanismos de segurança
  - Isola da rede interna (privada) da rede externa (publica)
- Limitações:
  - Estações da rede interna não podem ser visíveis externamente
  - Datagramas gerados na rede privada não trafegam na internet
- Solução
  - Utilizar a técnica de NAT (Netword Address Translation)

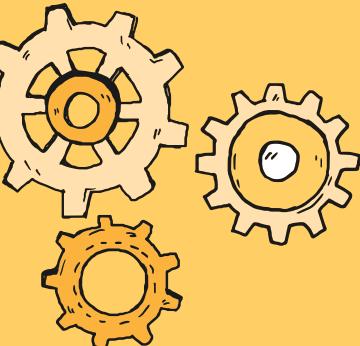
## Endereços Privados



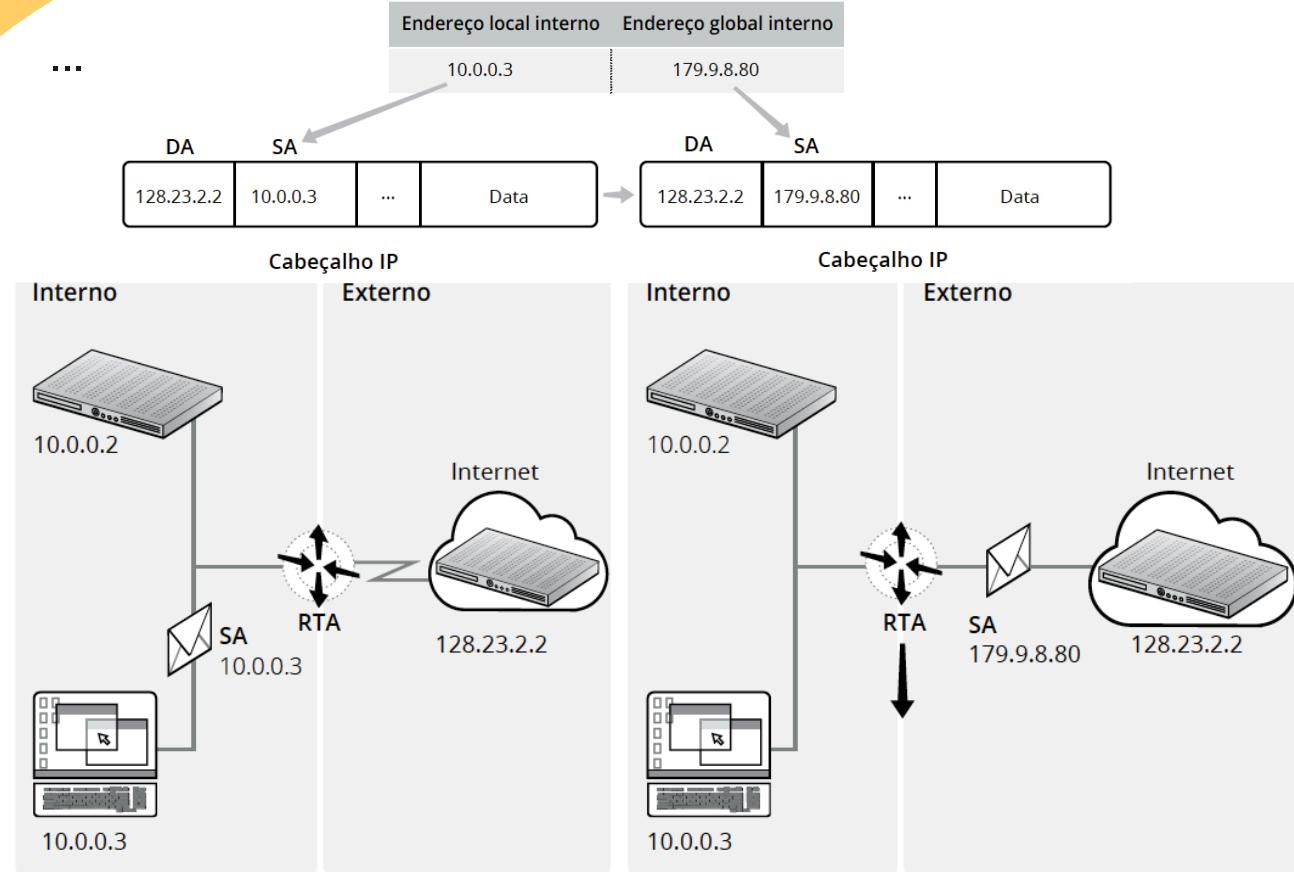
## NAT – Network Address Translation

- Tradutores permitem que estações privadas acessem serviços externos.
- Endereços públicos serão atribuídos apenas quando a unicidade global for necessária;
- Endereços públicos serão atribuídos em uma das interfaces do tradutor

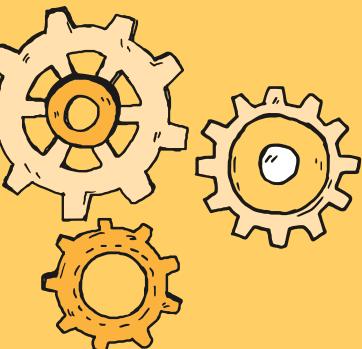
# Endereços Privados



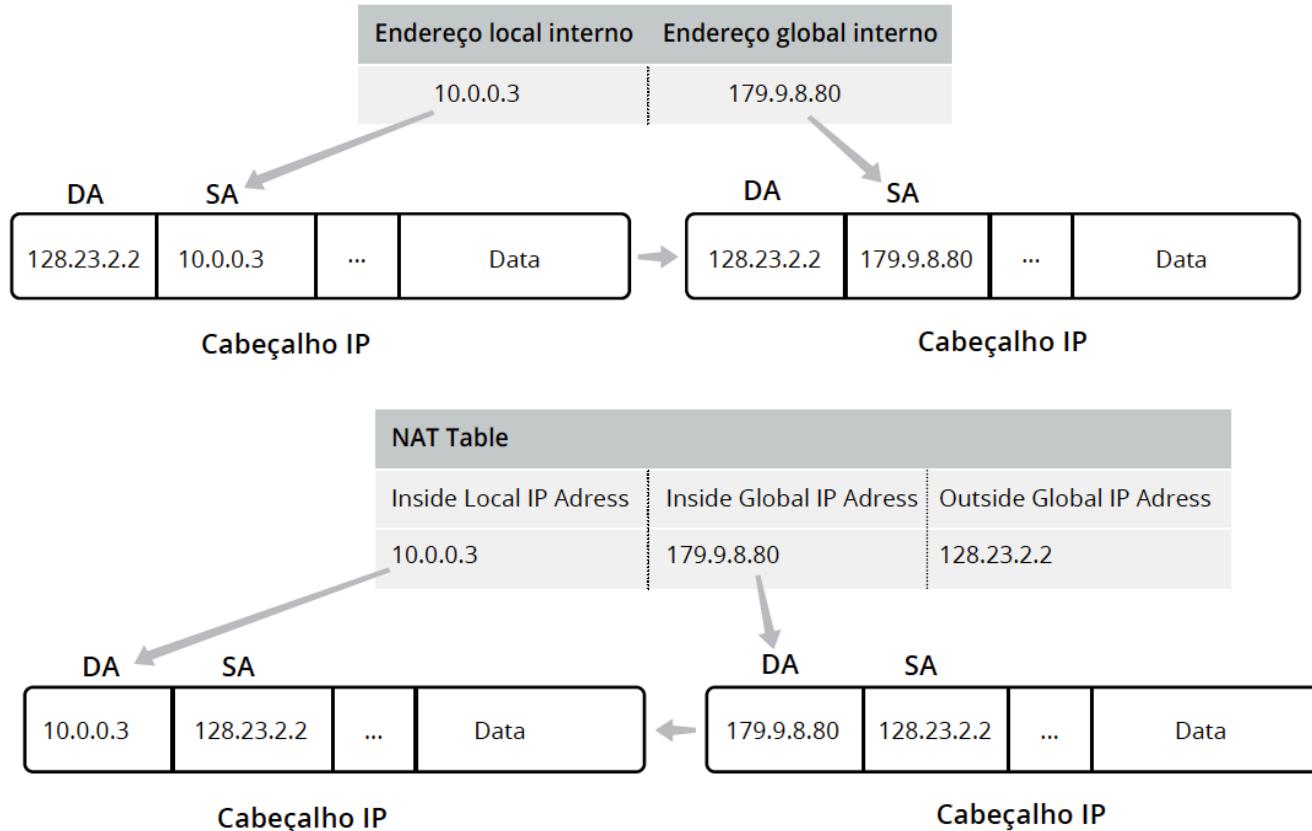
# NAT – Network Address Translation

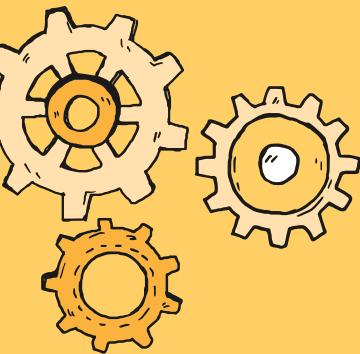


## Endereços Privados



# NAT – Network Address Translation



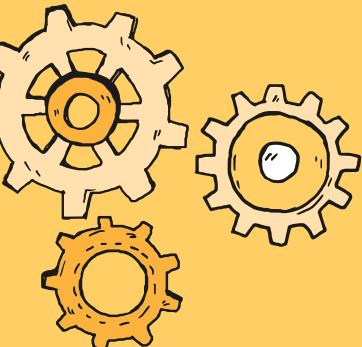


# NAT – Network Address Translation

## Tipos de Nat

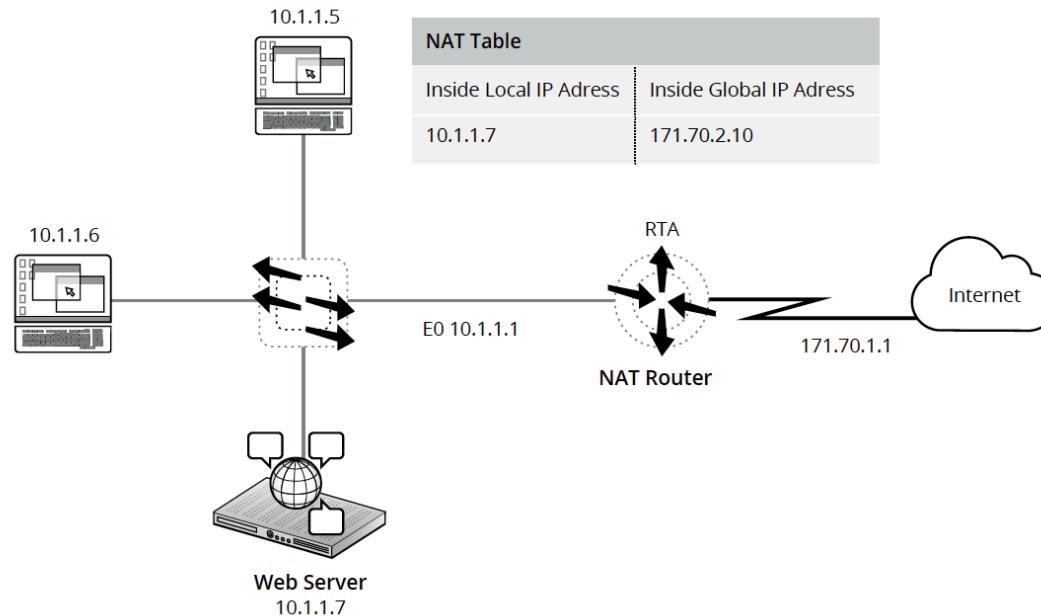
- **Estático** : cada endereço privado é mapeado em um único end. publico; possui relação de um para um (1-1)
- **Dinâmico**: um grupo de endereços privados é mapeado em um grupo de endereços públicos; possui relação de muitos para muitos (n-m)
- **Sobrecarga (Overloading)**: endereços internos são mapeados em um único endereço público; requer tradução de portas – PAT (Port Address Translation); possui relação de um para muitos (1-m)
- **Sobreposição (Overlapping)**: endereços utilizados na rede interna também é utilizado na rede externa; usado quando é necessário interconectar duas redes privadas que usam os mesmos endereços

## Endereços Privados

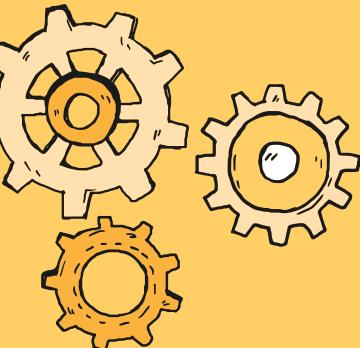


# NAT – Network Address Translation Estático

- Tradução de estática (1-1)
- Inside Local Address é mapeado em um Global Address

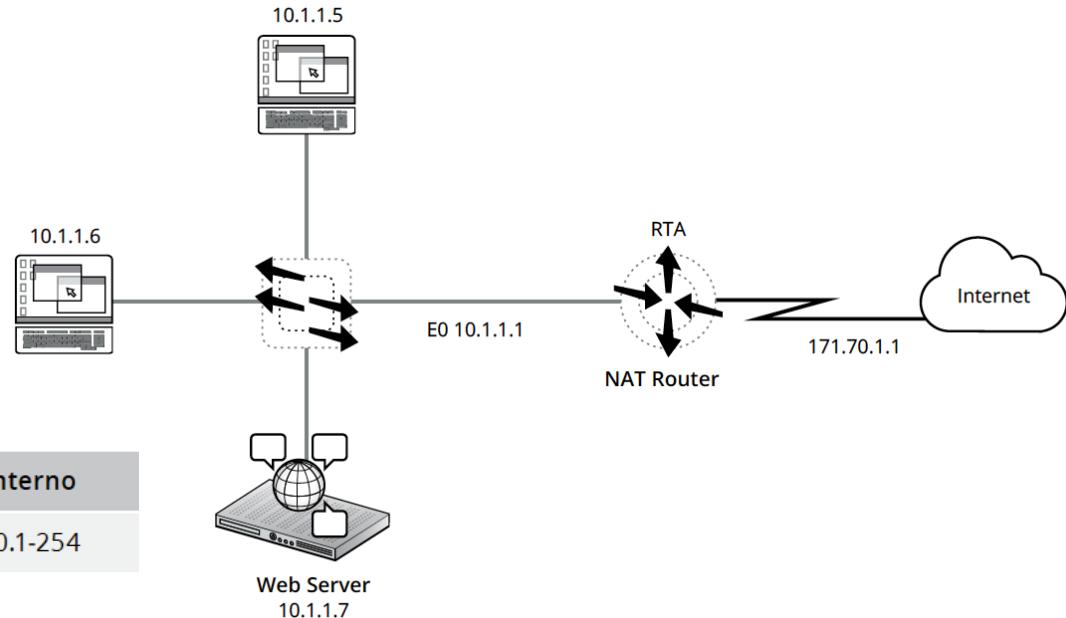


## Endereços Privados



# NAT – Network Address Translation Dinâmico

- Associação Dinâmica de endereços
- Relação de Muitos p/ Muitos



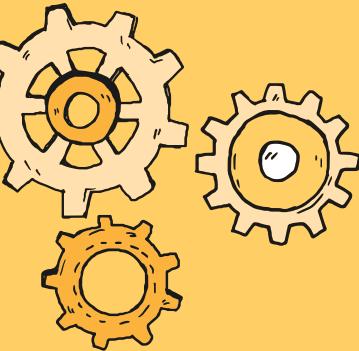
IP Local Interno

10.1.1.0/24

IP Global Interno

200.143.190.1-254

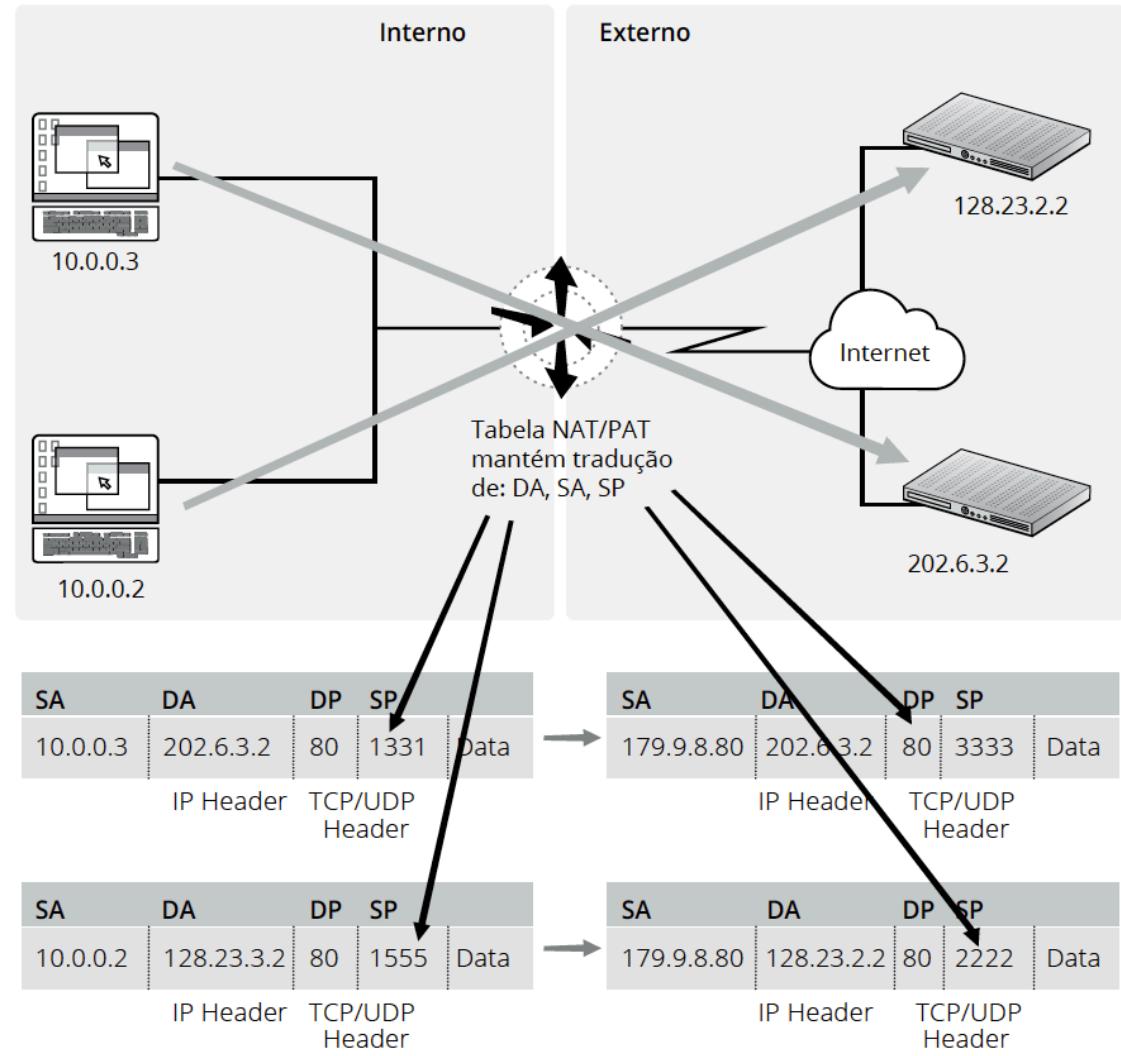
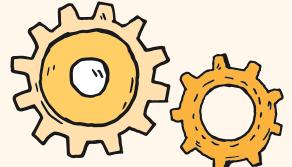
## Endereços Privados



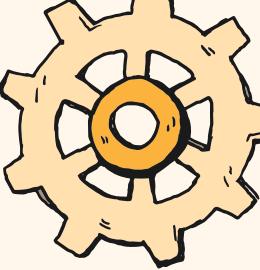
# NAT – Network Address Translation Overload / PAT

- Vários endereços privados podem ser mapeados em um endereço público
- Permite que um único IPV4 consiga mapear até 65.535 endereços privados
- Na prática consegue-se mapear +/- 4K endereços
- Além de modificar o endereço de origem, também modifica a porta de origem
  - AS (Souce Address)  $\longleftrightarrow$  DA (Destination Address)
  - SPI (Souce Port Inside)  $\longleftrightarrow$  SPo (Source Port Outside)

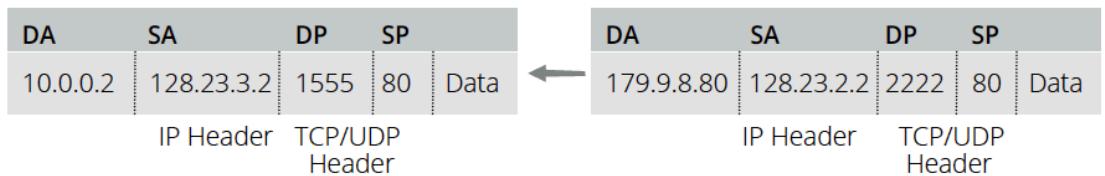
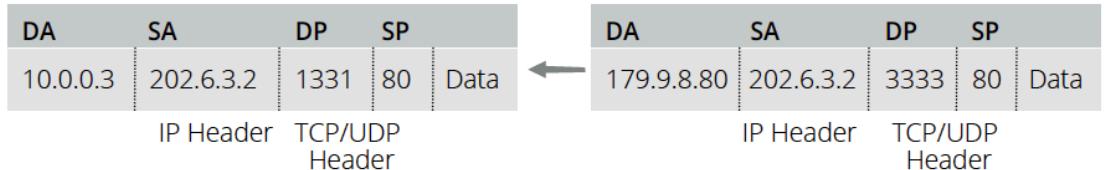
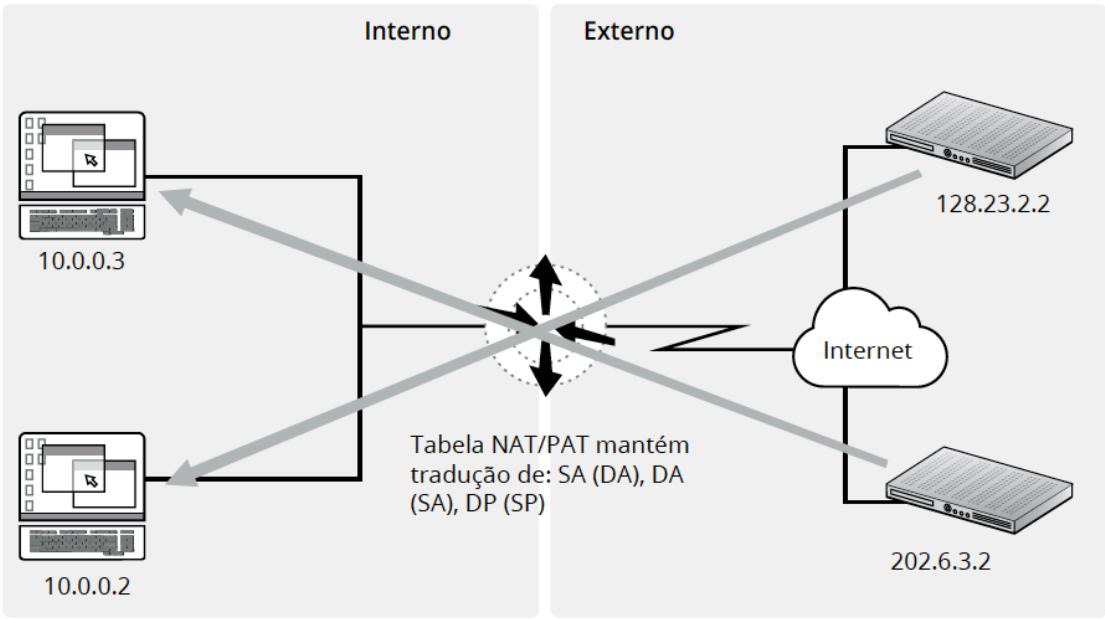
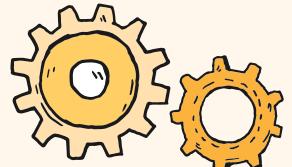
# OVERLOAD / PAT



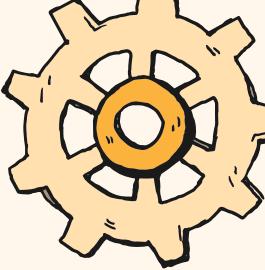
# OVERLOAD / PAT

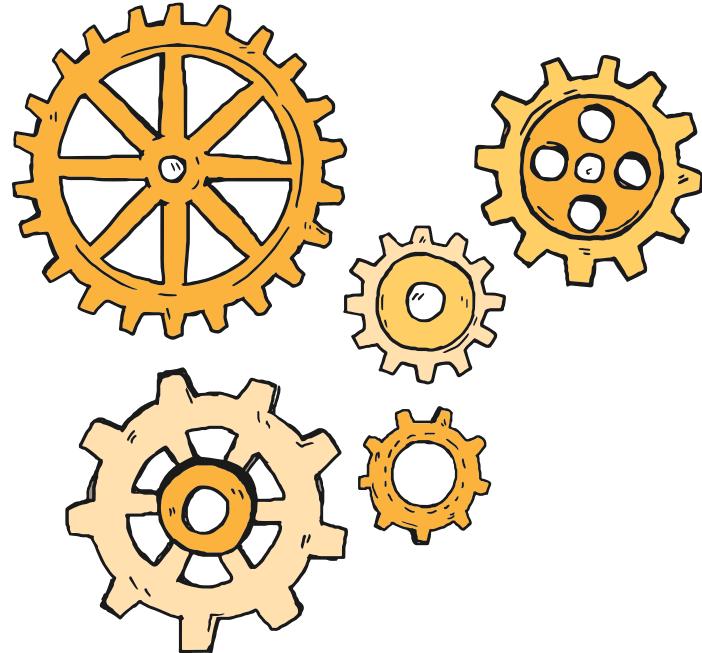


# OVERLOAD / PAT



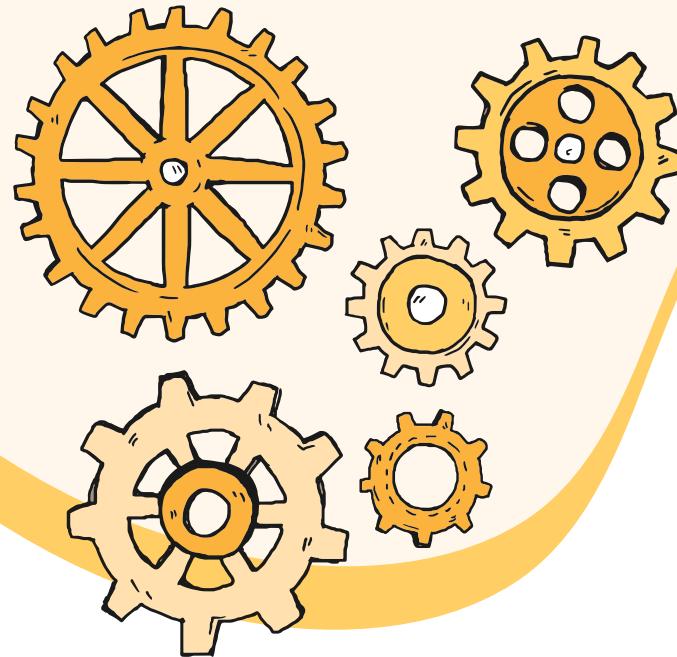
# OVERLOAD / PAT





Perguntas???

# Interconexão de redes WAN



Aula 3 – Endereçamento IP – Parte II  
Luís Rodrigo – luis.goncalves@ucp.br

Material Baseado no Livro:  
Arquitetura e Protocolos de Redes TCP-IP  
de Glêdson Elias e Luis Carlos Lobato