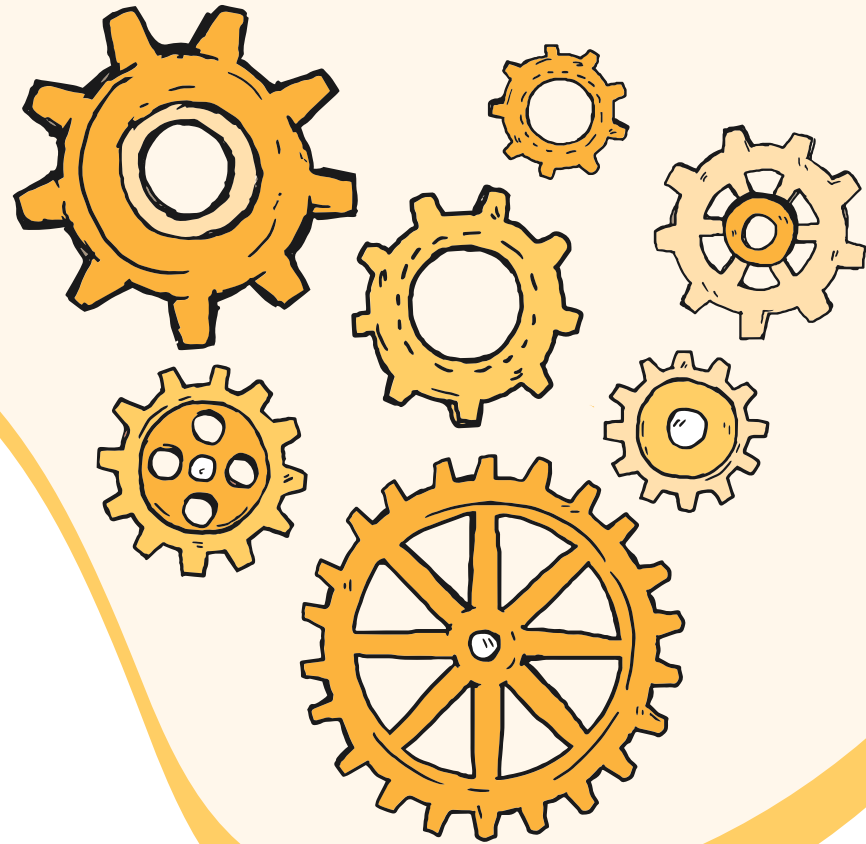
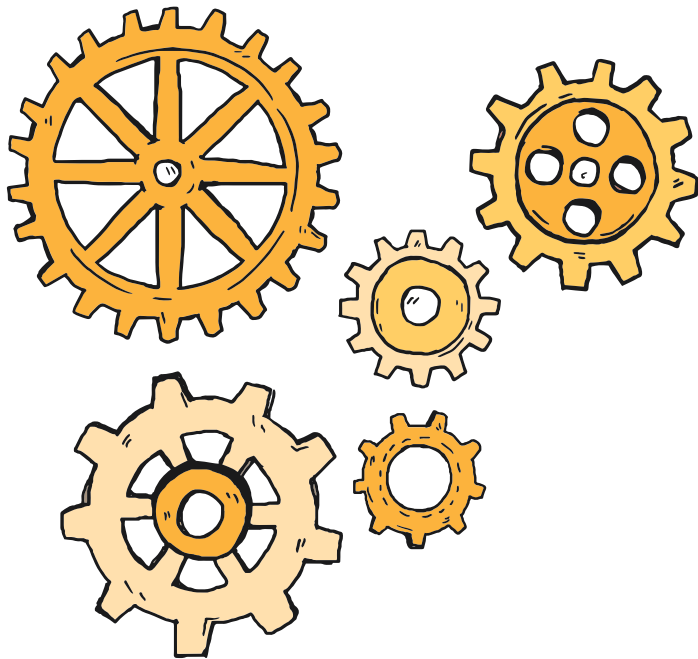


Interconexão de redes WAN

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





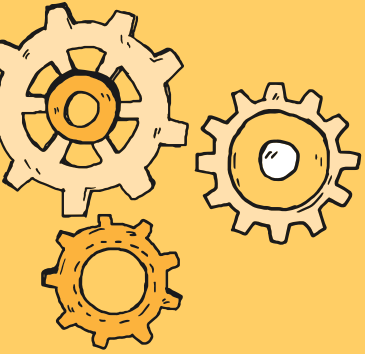
Curso

Curso de Tecnólogo em Redes de Computadores

Interconexão de redes WAN – 105569

Carga horária (h) : 72

Introdução

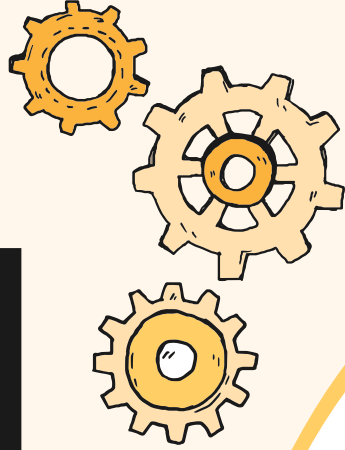


Serão apresentados os principais conceitos relacionados ao Endereçamento IP na sua versão 4.

Abordaremos o processo de resolução e atribuição de endereços

Assim como os cálculos de sub-redes

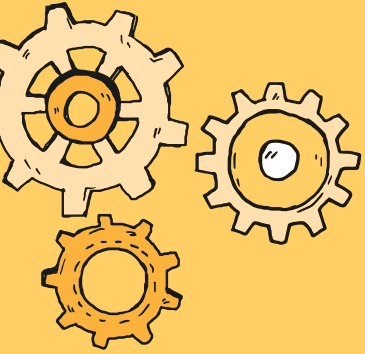
01



Endereçamento IP

Arquiteturas de Endereçamento

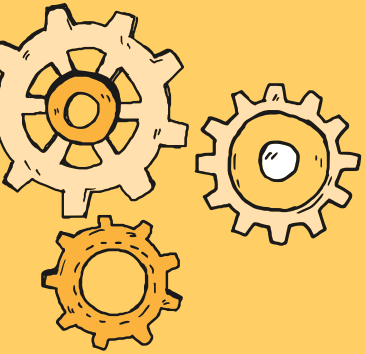
Desperdício de Endereços



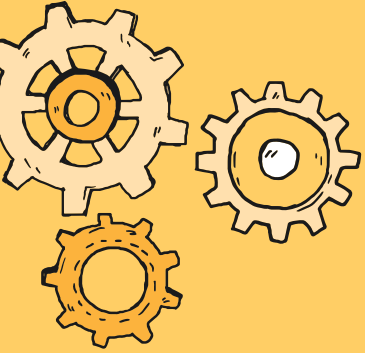
Exemplo Prático

- 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.

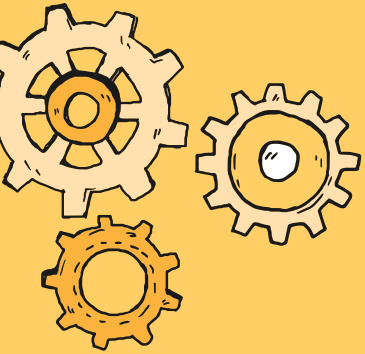


- Caso a quantidade de estações passe de 100 para 300
- Será necessário utilizar um endereço de classe B – 172.16.0.0
- Neste caso o desperdício é ainda maior
- Cada classe B possui 65.434 end ($2^{16}-2$)
- Ou seja, 65.234 endereços não serão usados



- 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

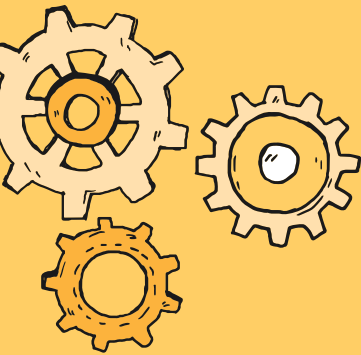
Desperdício de Endereços



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.

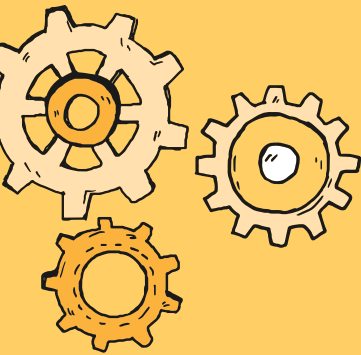
Desperdício de Endereços



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

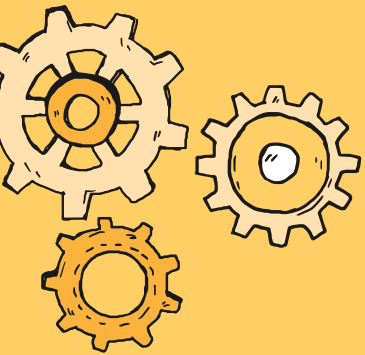
Desperdício de Endereços



Solução – Sub-Redes

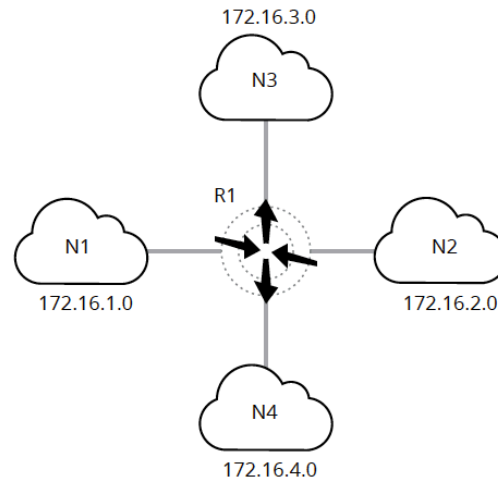
- O conceito de sub-redes não se mostrou completamente eficaz.
- A atribuição de Endereços Classe B, ainda era um problema
- Apenas uma peq. parcela de endereços da sub-rede eram efetivamente utilizados
- Por outro lado os endereços classe C, geram redes pequenas.
- Logo surge o esquema de endereçamento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

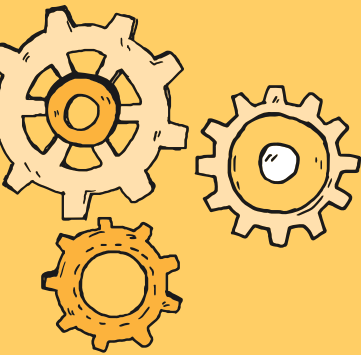
Desperdício de Endereços



Solução – Sub-Redes

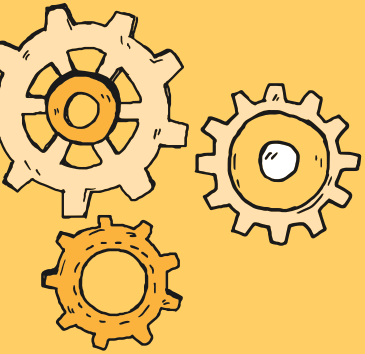
O objetivo do endereçamento de sub-redes é permitir, por exemplo, dividir um endereço de **Classe B** (16 Bits no prefixo de rede e 16 Bits no identificador da estação) em várias redes **Classe C** (24 Bits no prefixo de rede e 8 no identificador da estação)





Podemos criar endereços de sub-redes com:

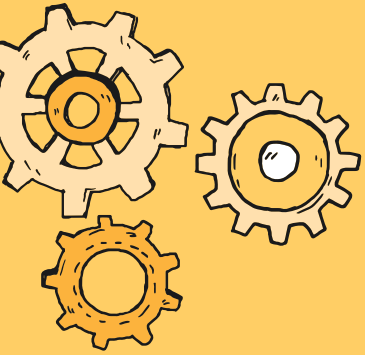
- número variado de bits no prefixo de rede
- O prefixo da sub-rede (**/24**) deve ser maior do que o da rede (**/16**)
- Não são permitidos prefixos de sub-redes (**/12**) menos que a rede (**/16**)



Classificações

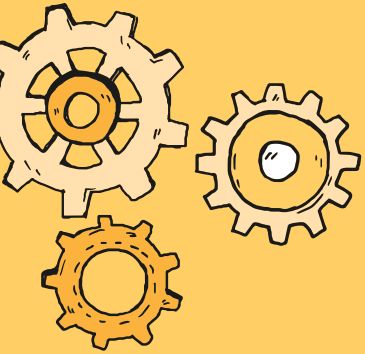
- Arquitetura Default
- Arquitetura Classful
- Arquitetura Classless

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



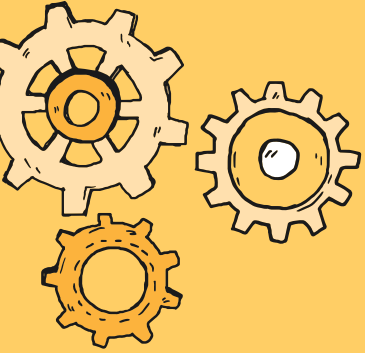
Arquitetura Classful

- 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

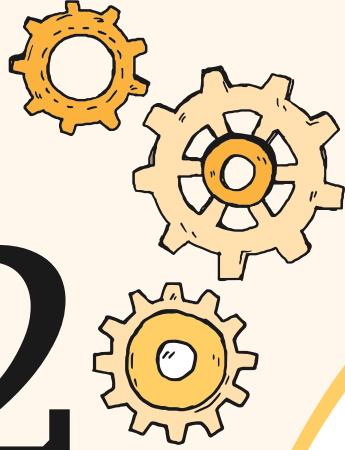
- Não utiliza o conceito de classes de endereço
- Os endereços são vistos como blocos contínuos de endereços IPv4
- Suportam o esquema de endereçamento de:
 - Sub-redes
 - Super-rede
- No roteamento não se utiliza o conceito de classes de endereço.



Diferenças entre as Arquiteturas

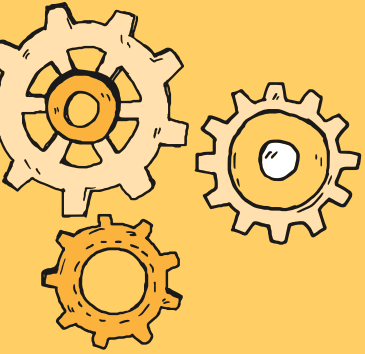
- Arquitetura Classful.
 - Sub-rede é a divisão de um endereço classe A, B, ou C em endereços de sub-rede
 - Não permite o uso de todos os endereços
 - Não permite subdivisões recursivas
- Arquitetura Classless
 - Sub-rede é a divisão de um bloco de endereços em blocos menores
 - Permite o uso de todos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

02

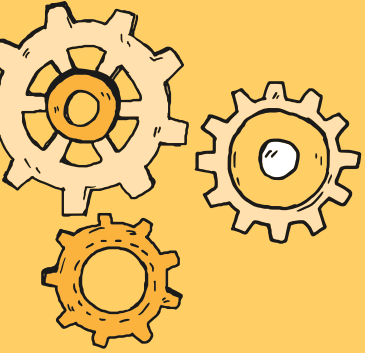


Endereçamento IP

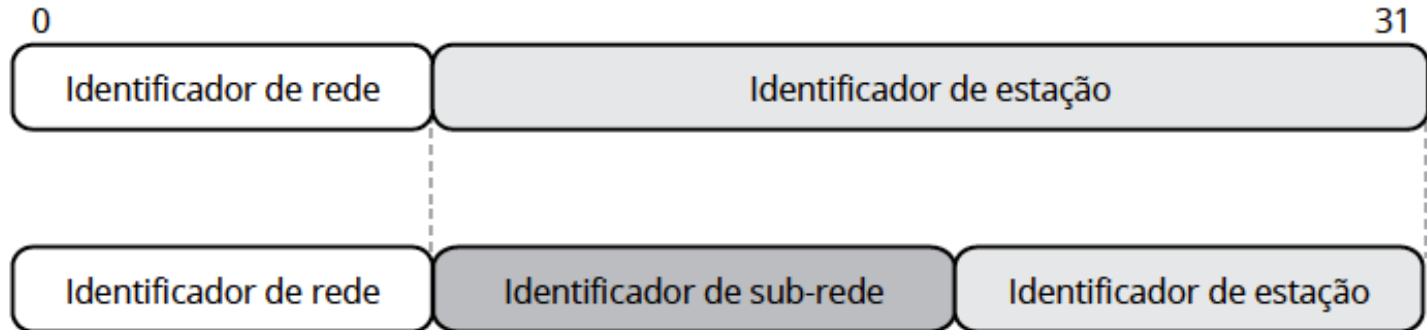
Endereçamento de Sub-Redes

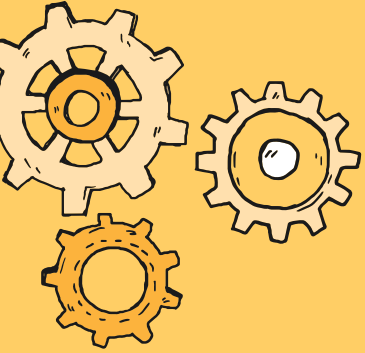


- Permite que um único endereço de rede classe A, B ou C seja compartilhado entre diversas redes físicas
- Divide o identificador de estação para representar as sub-redes
- Modificando a estrutura hierárquica definida pelo identificador de rede e pelo identificador de estação.

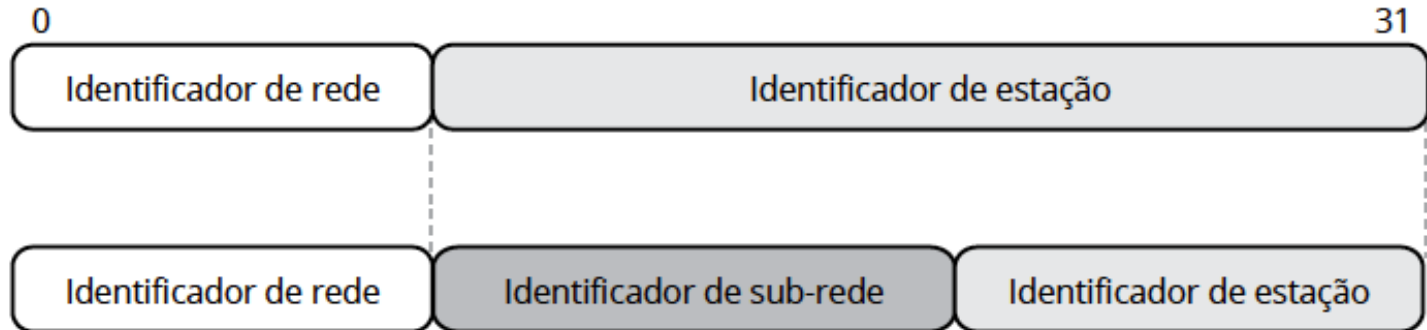


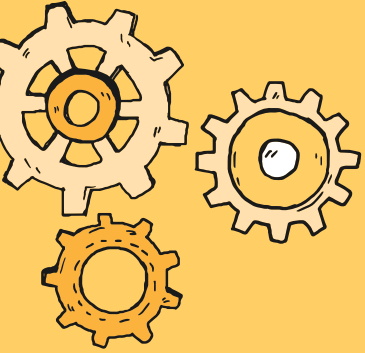
- Os bits utilizados na criação da sub-rede são extraídos do identificador de estação
- O identificador de estação, original, é dividido em :
 - Identificador de sub-rede – combinado ao identificador de rede determina a rede física de forma única
 - Novo identificador de estação





- 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

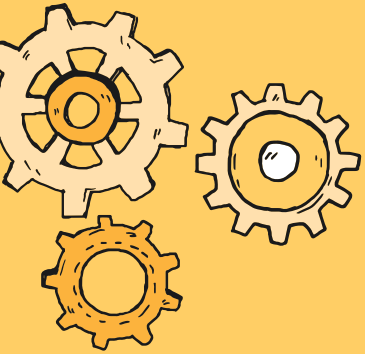




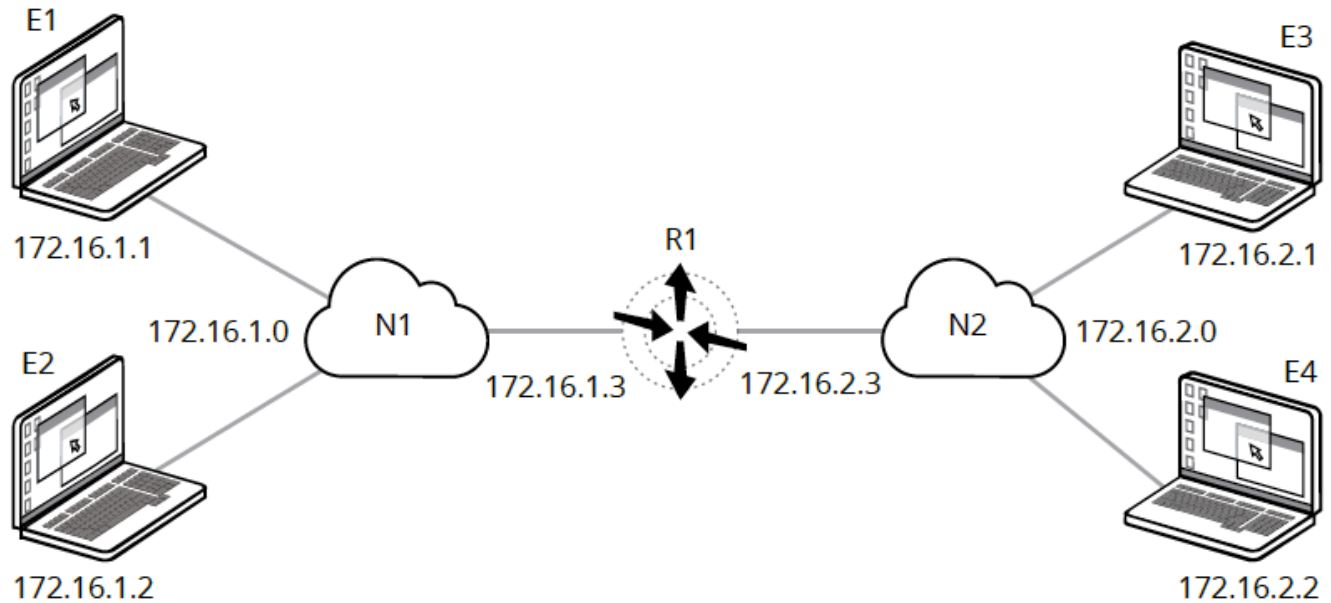
Regras de Distribuição de Endereços

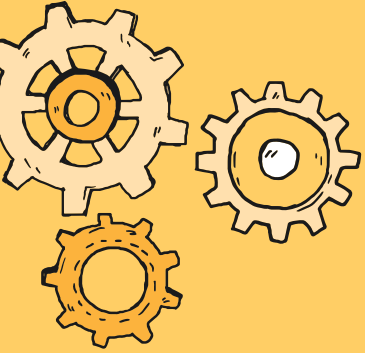
- Segue as mesmas regras do esquema de endereçamento IPv4 original
- **Ou seja:**
 - Diferentes prefixos de sub-rede para redes físicas distintas
 - Único prefixo de sub-rede para todas as interfaces conectadas a uma mesma rede física
 - Um único identificador de estação por interface
 - Não pode haver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

Endereçamento de Sub-Redes



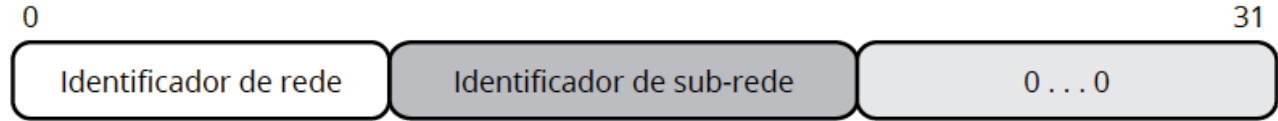
Regras de Distribuição de Endereços



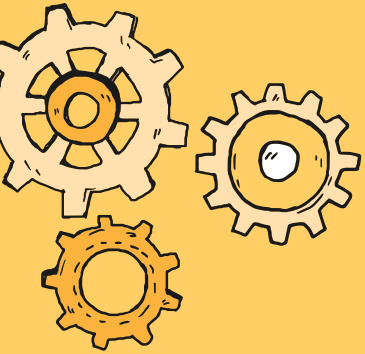


Endereço de sub-rede e broadcast direto

- End. de sub-rede

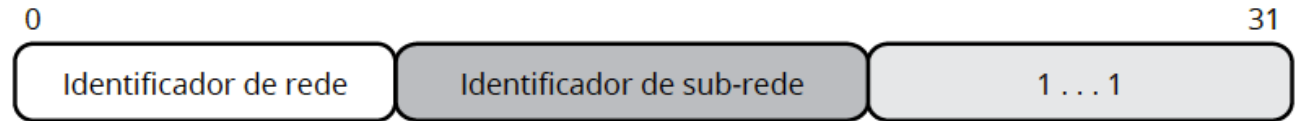


- Representado pelo prefixo de sub-rede que é a combinação do identificador de rede e do identificador de sub-rede
- Utilizados para referenciar a rede física

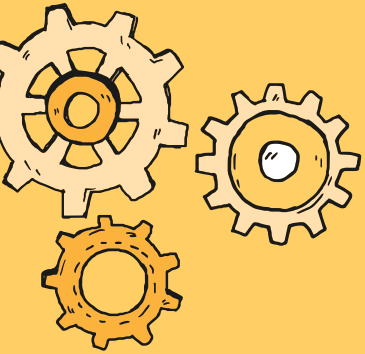


Endereço de sub-rede e broadcast direto

- End. de broadcast direto

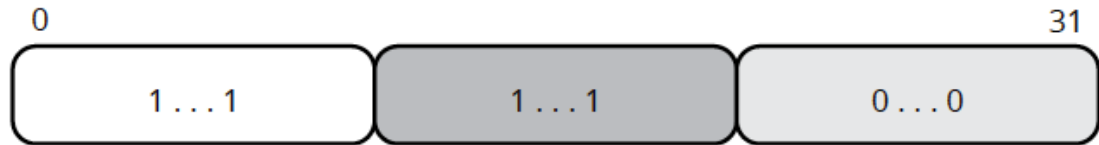


- Permite o envio de datagramas para todas as estações da subrede



Mascara de Sub-rede

- 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

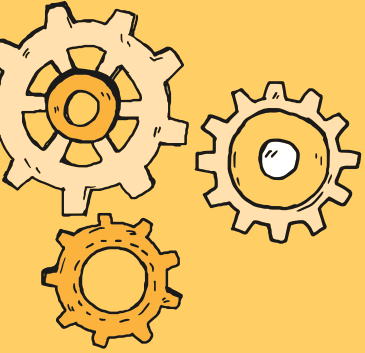


Decimal

172.16.1.1 255.255.255.0

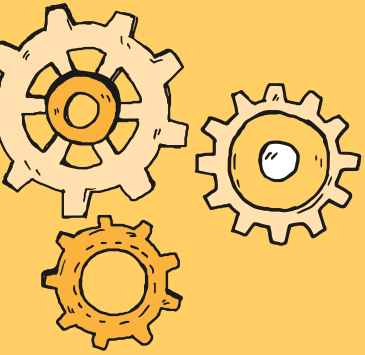
Contagem de Bits

172.16.1.1/24



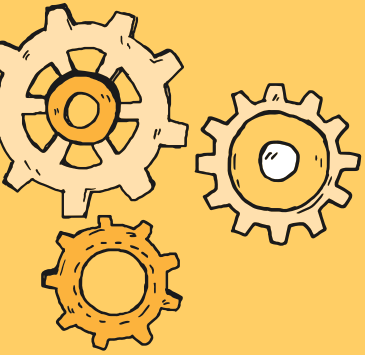
Mascara de Sub-rede

- 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]**



Calculo de Sub-rede

- 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)



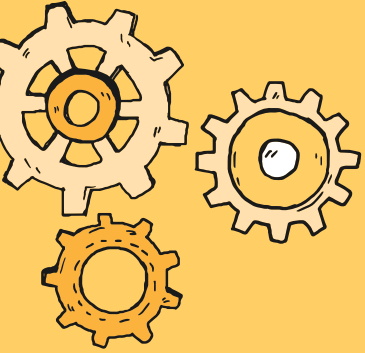
Calculo de Sub-rede

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



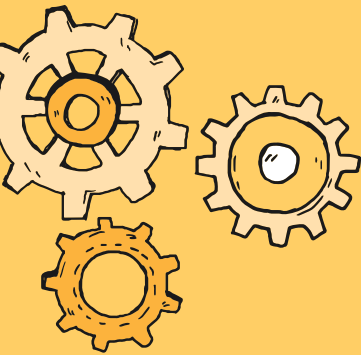
- Na arquitetura classful não são permitidos o uso do primeiro (0) e do ultimo (1) identificador





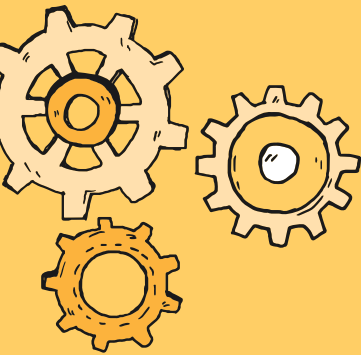
Calculo de Sub-rede

- 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 **"2ⁿ" endereços** de sub-redes



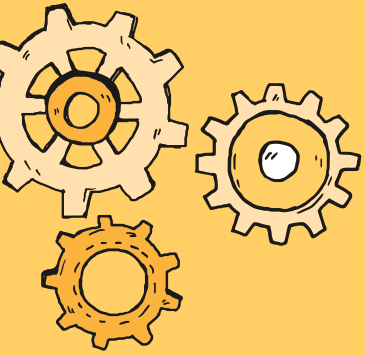
- Considere o endereço classe C **192.168.1.0**;
- Utilizando-se **3 bits** no identificador de sub-rede.
- A **mascara** de rede tem **27 Bits**
 - 24 deles são do identificados de rede
 - 3 deles são do identificador de su-brede
- Nesse caso, podemos criar **8 (2^3) sub-redes**
- Em cada sub-rede temos **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



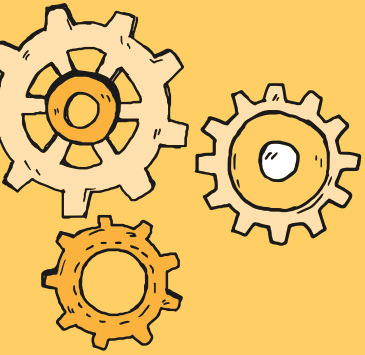
Calculo de Sub-rede

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



Calculo de Sub-rede

- 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).

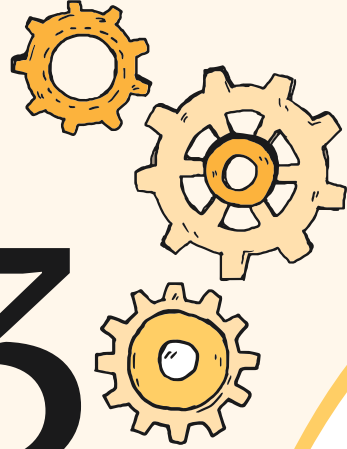


Calculo de Sub-rede

- 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.



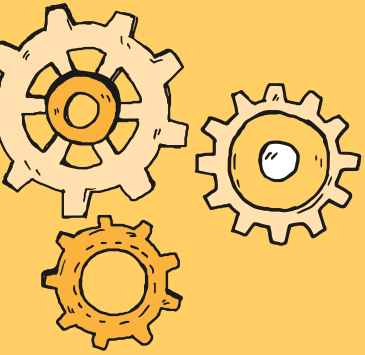
03



Endereçamento IP

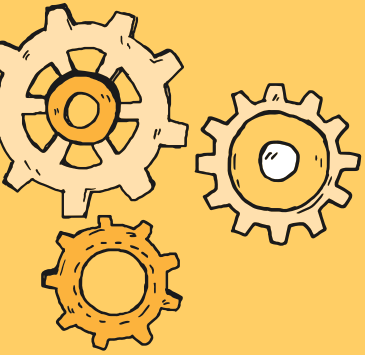
Métodos para calculo de Sub-Redes

Métodos para calculo de sub-rede



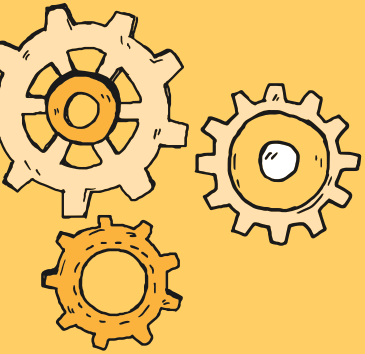
- BOX
- Binário
- Decinal

Principais Métodos



Método BOX

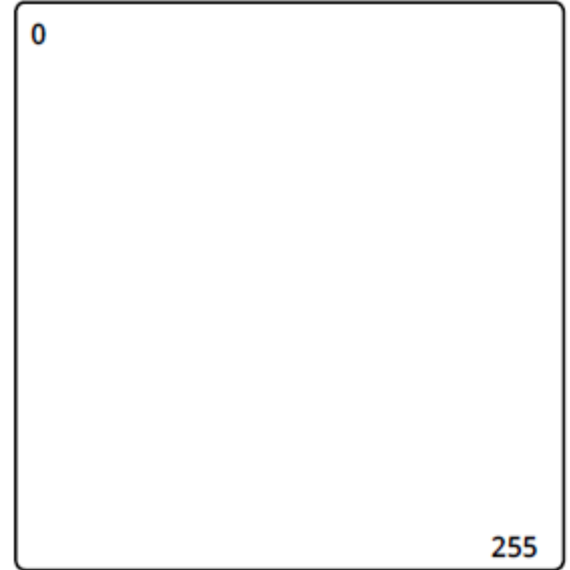
- Baseia-se na **divisão de um octeto**
- Não podendo ser utilizado quando o cálculo extrapolam os limites de um octeto
- **Considere:**
 - Uma sub-rede – **256 endereços.**
 - Máscara: **255.255.255.0** ou **/24.**
 - Endereço de sub-rede: **200.130.26.0/24.**
 - Endereço de broadcast direto: **200.130.26.255/24**

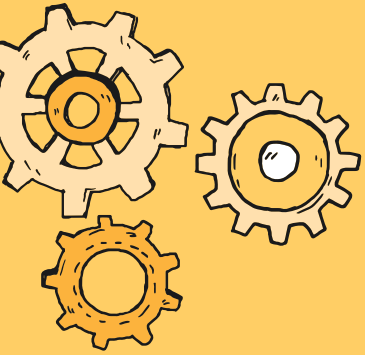


Inicialmente teremos **uma Caixa/Box**

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

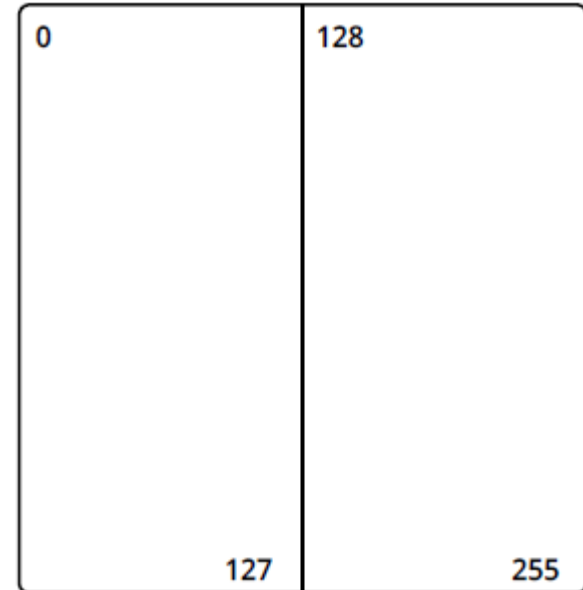
Método BOX

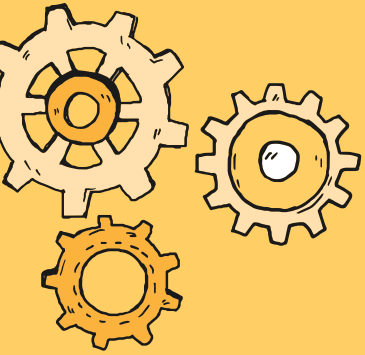




Método BOX

- Segmentando em duas redes de 128 endereços
 - Mascara $\rightarrow 255.255.255.128 \rightarrow /25$

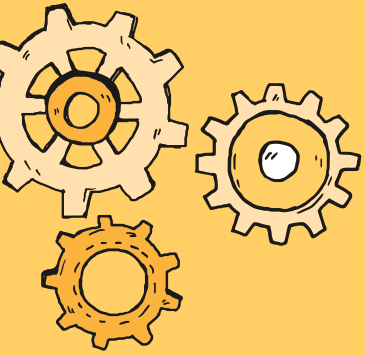




Método BOX

- Segmentando em quatro sub-redes de 64 endereços
 - Mascara $\rightarrow 255.255.255.192 \rightarrow /26$

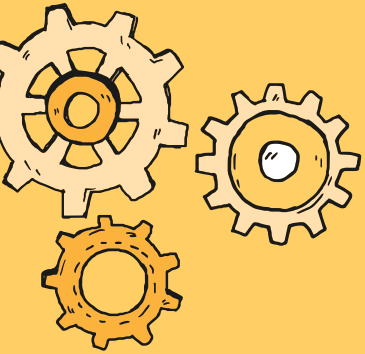
0	128
63	191
64	192
127	255



Método BOX

- Segmentando em oito sub-redes de 32 endereços
 - Mascara $\rightarrow 255.255.255.224 \rightarrow /27$

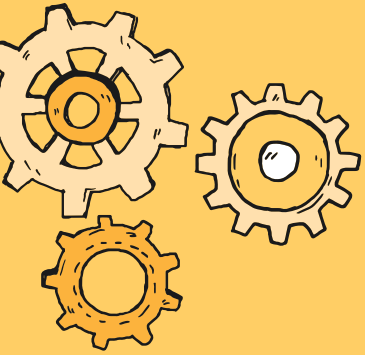
0	32	128	160
31	63	159	191
64	96	192	224
95	127	223	255



Método BOX

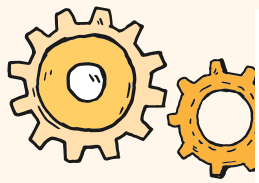
- Segmentando em dezesseis sub-redes de 16 endereços
 - Mascara $\rightarrow 255.255.255.240 \rightarrow /28$

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



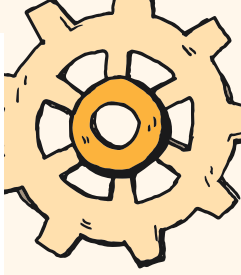
Método Binário

- O método binário baseia-se na **tabela de máscaras** de sub-rede em binário
 - Na **1ª.** coluna temos a **mascara** no formato binários
 - Da **2ª. a 9ª.** coluna temos os **8 bits do octeto**, iniciando no mais significativo e terminando no menos significativo
 - A **10ª.** coluna é o **valor decimal** da mascara
 - A **11ª.** coluna é a **quantidade de sub-redes**
 - A **12ª.** 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**.

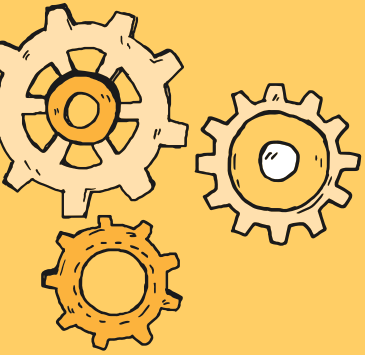


MÉTODO BINÁRIO

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...

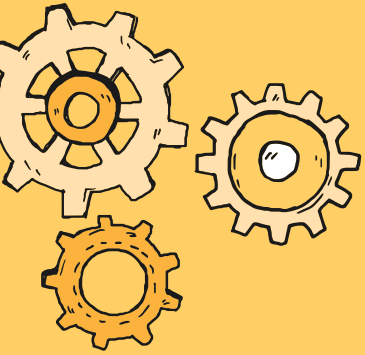


MÉTODO BINÁRIO



Método Binário

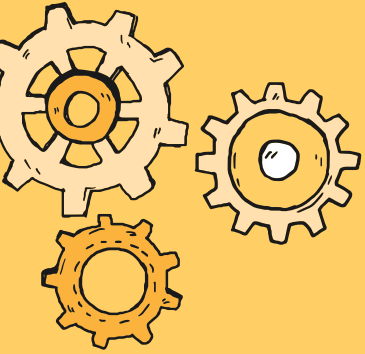
- Dada uma rede classe C: 200.130.26.0/24.
- Deseja-se 30 endereços por sub-rede.
- Determine:
 - QT Bits por host:
 - QT Bits por sub-rede:
 - Marcara de sub-rede :
 - ID sub-redes:



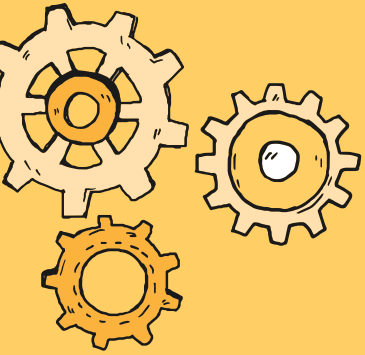
Método Binário

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

Método Decimal



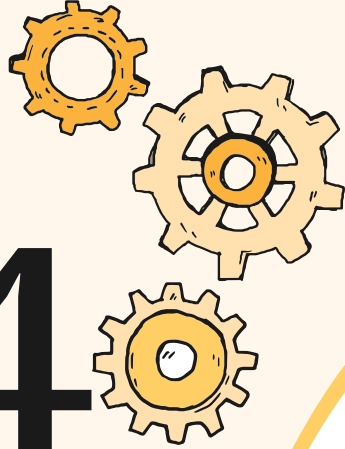
- **Exemplo:**
 - Dada uma rede classe C: **200.130.26.0/24**.
 - Deseja-se **30** endereços por sub-rede.
- **Passos:**
 - 1º. Determinar a **qt de bits** destinados os hosts \rightarrow **5Bits**
 - 2º. Calcular **qtos end** podemos utilizar \rightarrow **25=32**
 - 3º. Calcular a **mascara** em **decimal** \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 **boradcast** \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 →
 - 2º. Calcular **qtos end** podemos utilizar →
 - 3º. Calcular a **mascara** em **decimal** → **25**
 - 4º. Calcular a **qt de bits** de sub-redes →
 - 5º. Calcular a **mascara** de sub-redes em **bits** →
 - 6º. Calcular a **ident.** das **sub-redes**:
 - **?????**
 - 7º. Calcular end. de **boradcast** →

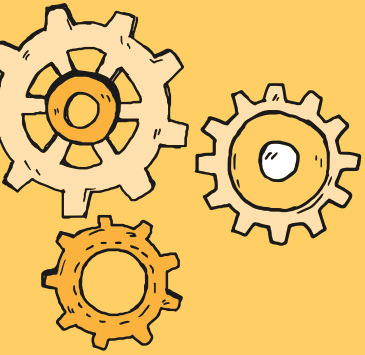
04



Endereçamento IP

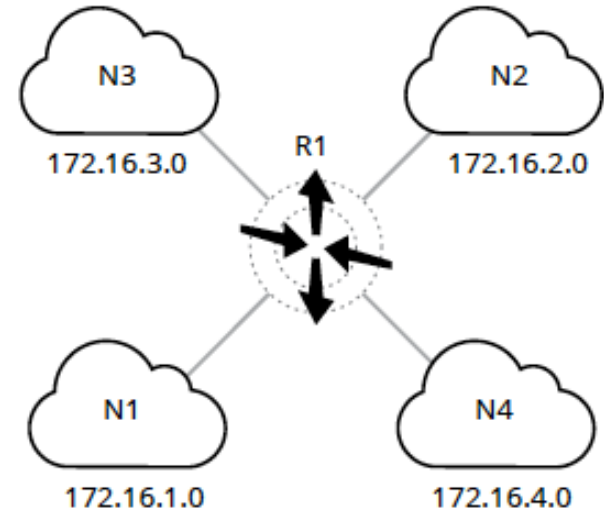
Super-redes

Super-Redes

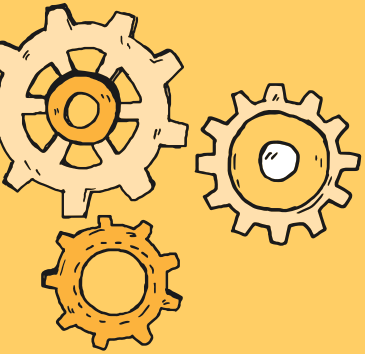


Introdução

- 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:

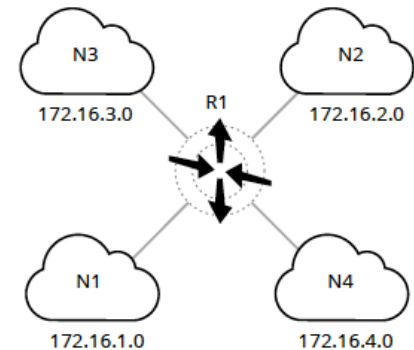


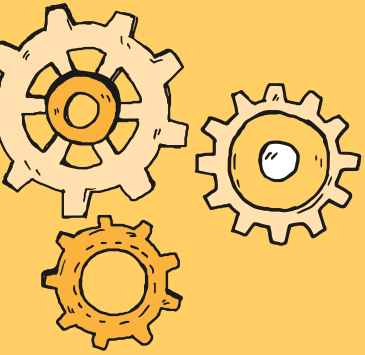
Super-Redes



Introdução

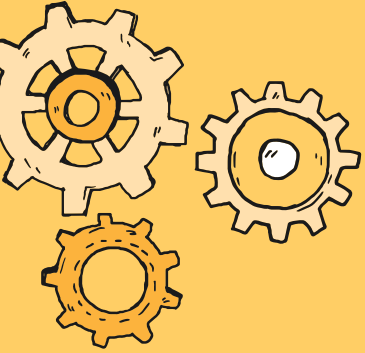
- Dada a rede **172.16.0.0/16**
- Apenas **4 sub-redes** foram utilizadas
- Mas as outras redes de **172.16.5.0/24** até **146.134.254.0/24** ainda podem ser utilizadas em outras redes físicas da instituição.





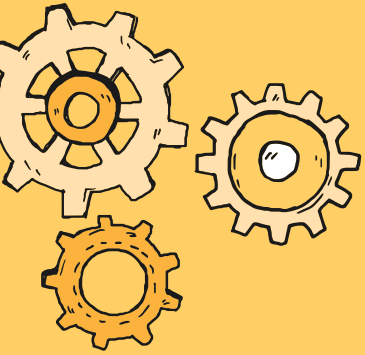
Endereçamento de super-redes

- 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.



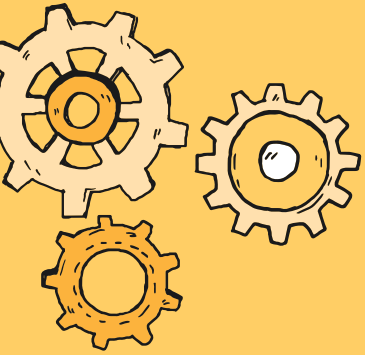
Endereçamento de super-redes

- 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**.

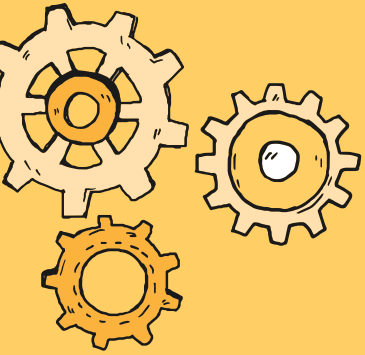


Tamanho dos Blocos

- 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**)



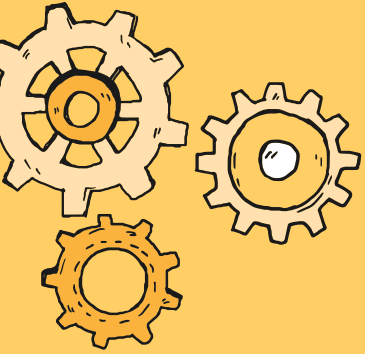
- **Classless Inter-Domain Routing (CIDR)**
- Permite que um esquema de **endereçamento e roteamento** que adota **blocos contínuos** de endereços
- A atribuição de blocos e o tamanho dos mesmos pode ser mais **adequado as necessidade** da instituição.
- Bloco **pode conter diversos** endereços de classe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



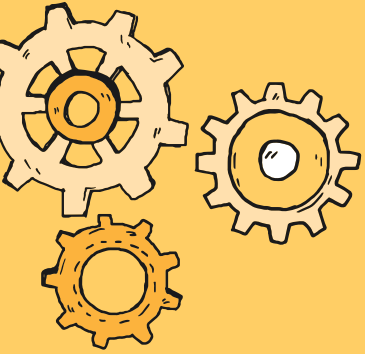


Hierarquia de Endereçamento

Tamanho do bloco

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



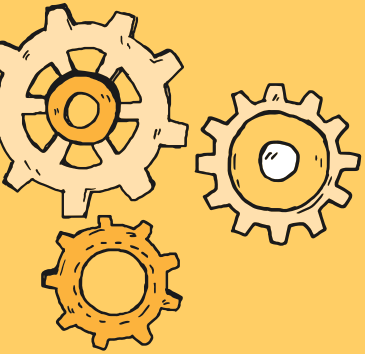


Hierarquia de Endereçamento

Tamanho do bloco

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

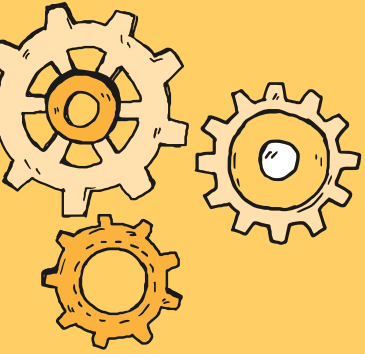
Super-Redes



Endereçamento

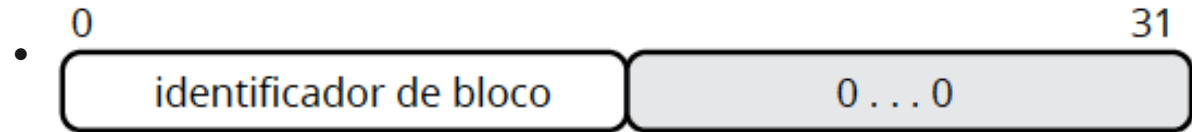
- **Mascara**
 - Utilizar a contagem de bits
 - Representação Decimal
 - Contagem de Bits
- Os blocos abaixo são válidos
 - 20.0.0.0/24
 - 150.0.0.0/8
 - 200.10.0.0/20
 - 192.100.1.0/27

Super-Redes



Endereçamento

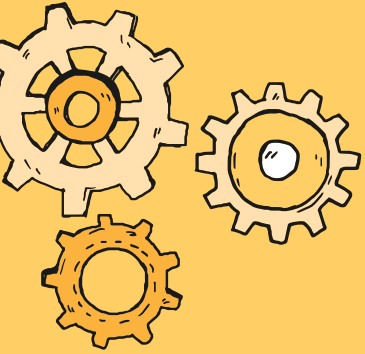
Endereço de Bloco



Endereço de broadcast direto



Super-Redes



Endereçamento

Espaço de Endereçamento

Identificador
de estação

n



2^n

Espaço de
endereçamento

Endereços permitidos

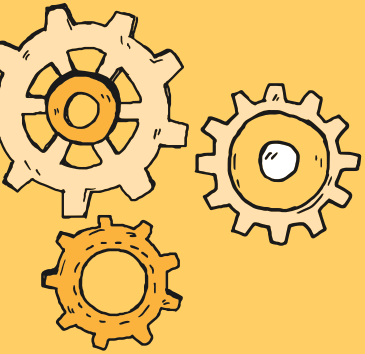
Identificador
de estação

n

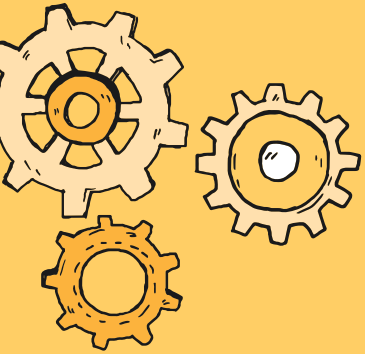


$2^n - 2$

Endereços
usáveis

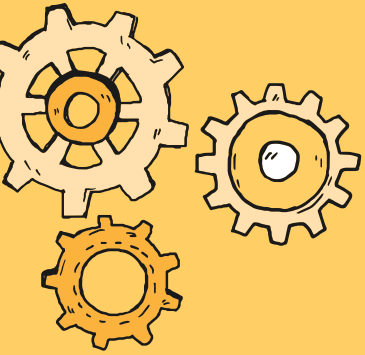


- Considere o Bloco → 200.10.16.0/20
- Temos:
 - ___ bits no prefixo de bloco
 - ___ bits no identificador de estação
 - ___ (2-) endereços
 - ___ (___-2) endereços permitidos
 - End. de Rede: 200.10.___._/20
 - End. de Broadcast: 200.10.___.___/20
 - Intervalo
 - 200.10.16.___
 - 200.10.___.___



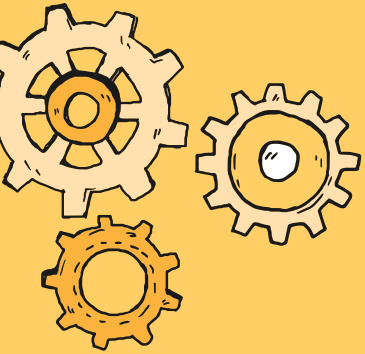
- Considere o Bloco → 200.10.16.0/20
- Temos:
 - 20 bits no prefixo de bloco
 - 12 bits no identificador de estação
 - 4096 (2^{12}) endereços
 - 4094 ($4096-2$) endereços permitidos
 - End. de Rede: 200.10.16.0/20
 - End. de Broadcast: 200.10.31.255/20
 - Intervalo
 - 200.10.16.1
 - 200.10.31.254

Super-Redes



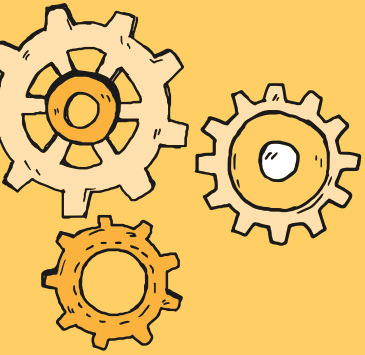
Subdivisão de Blocos

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



Subdivisão de Blocos

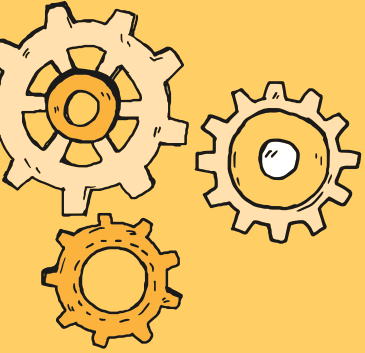
- Seja o bloco **200.10.16.0/20**
 - Contendo **4096** (2^{12}) endereços
- Pode ser dividido em **8 sub-blocos**
 - Qt bits no prefixo de sub-bloco → _____
 - Qt bits para identificar os hosts → _____
 - Qt de host → _____



Subdivisão de Blocos

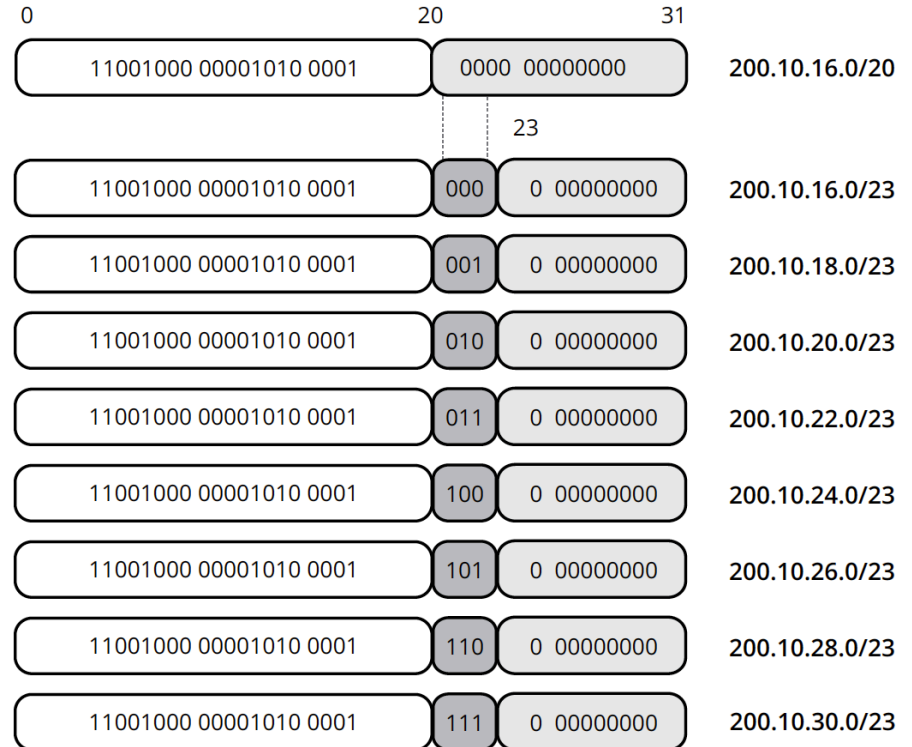
- Seja o bloco **200.10.16.0/20**
 - Contendo ____ (2-) endereços
- Pode ser dividido em **8 sub-blocos**
 - Qt bits no prefixo de sub-bloco → 3 ($2^3=8$)
 - Qt bits para identificar os hosts → $12-2=9$
 - Qt de host → $2^9=512$

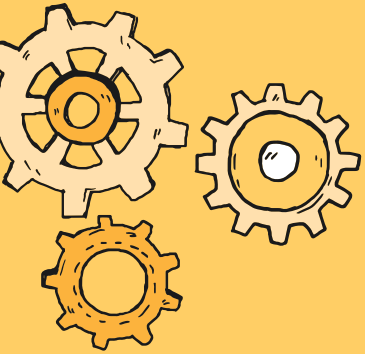
Super-Redes



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

Subdivisão de Blocos



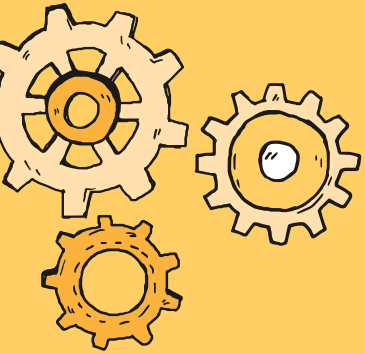


Subdivisão de Blocos

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**

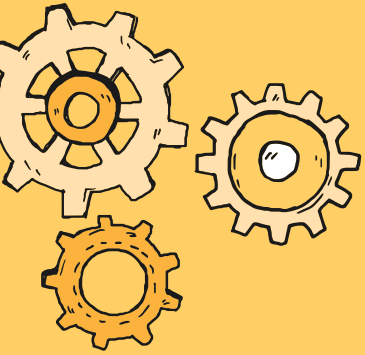
Super-Redes



Subdivisão de Blocos

Criando sub-blocos

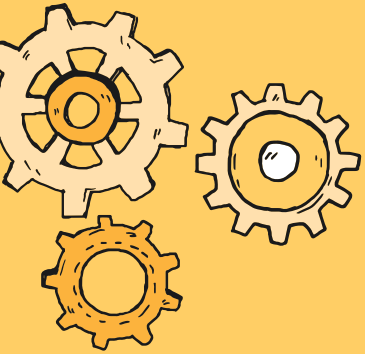
Sub-bloco	Espaço de endereçamento	Endereços usáveis
200.10.16.0/23	200.10.16.0 - 200.10.17.255	200.10.16.1 - 200.10.17.254
200.10.18.0/23	200.10.18.0 - 200.10.19.255	200.10.18.1 - 200.19.23.254
200.10.20.0/23	200.10.20.0 - 200.10.21.255	200.10.20.1 - 200.10.21.254
200.10.22.0/23	200.10.22.0 - 200.10.23.255	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



Agregando Blocos

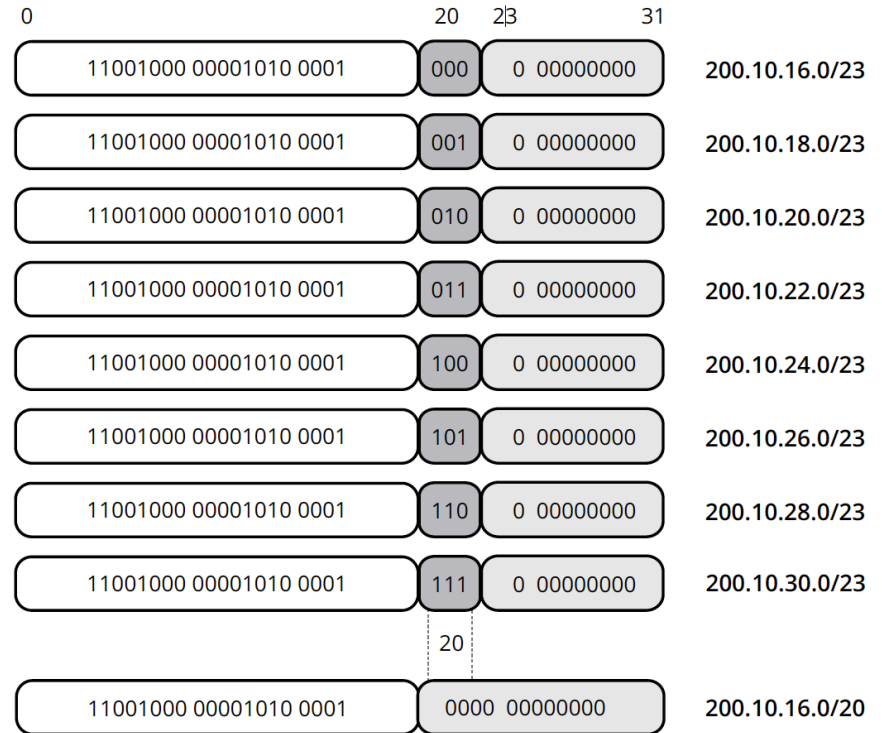
- A partir de **blocos menores** compor um **bloco maior**
- A **masca original** deve ser **deslocada para a esquerda**
- **Deve-se:**
 - **Selecionar blocos** menores que adotem a mesma mascara
 - **Qt Total** de blocos deve ser um **potência de 2**
 - Todos os **bits do identificador** de rede **devem ser iguais**, a não ser pelos **bits deslocados**
 - Havendo **2ⁿ 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

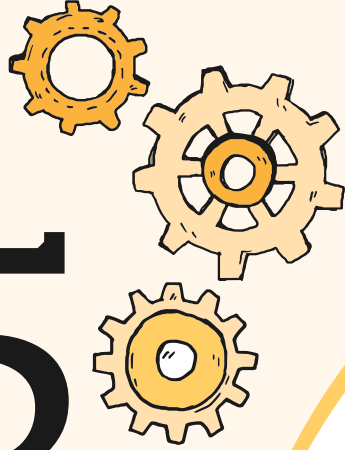


Agregando Blocos

Sejam 8 blocos de 23 bits idênticos e 3 contíguos

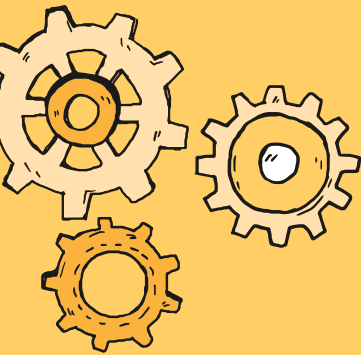


05



Endereçamento IP

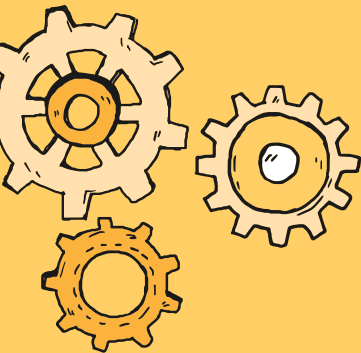
Mascaras



Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

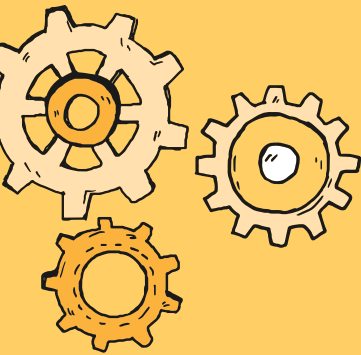
- Todas as **sub-redes** adotam a **mesma mascara**
- **Roteamento** assume que as **mascaras** das sub-redes de um determinado endereço **são idênticas**
- Deve-se escolher o **maior mascara possível**
- A mascara deve **comportar** a qt de **hosts da maior rede**
- **Qt de sub-redes depende** a quantidade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

Mascaras



Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

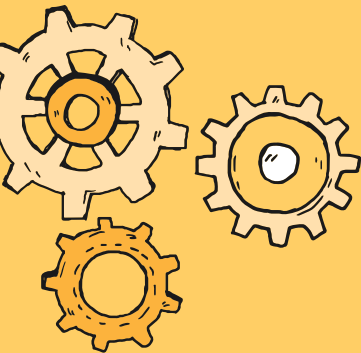
0	23	27	31		
11000000	10101000	00000001	000	00000	192.168.1.0/27
11000000	10101000	00000001	001	00000	192.168.1.32/27
11000000	10101000	00000001	010	00000	192.168.1.64/27
11000000	10101000	00000001	011	00000	192.168.1.96/27
11000000	10101000	00000001	100	00000	192.168.1.128/27
11000000	10101000	00000001	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



Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

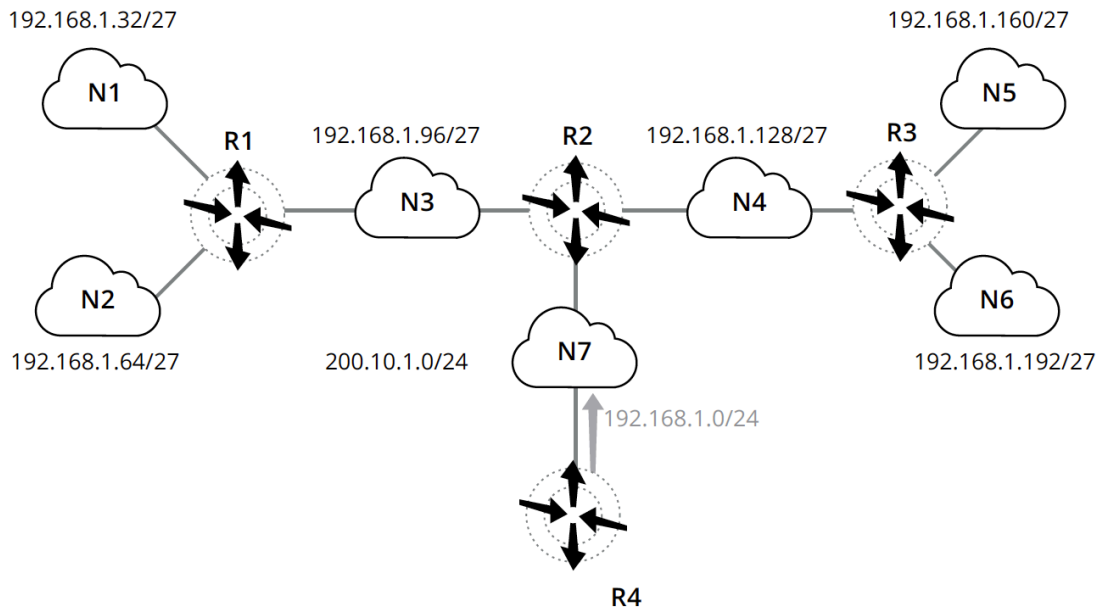
- O **endereçamento** de sub-redes **esconde** os **detalhes** da inter-rede da instituição
- **Roteadores** externos **não precisam conhecer** as rotas para cada sub-rede
- Roteadores externos **precisam conhecer** apenas o **endereço de rede** a partir do qual as sub-redes foram geradas

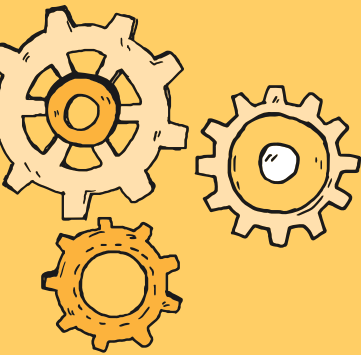
Mascaras



Mascara de Tamanho Fixo (Arq. Classful)

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

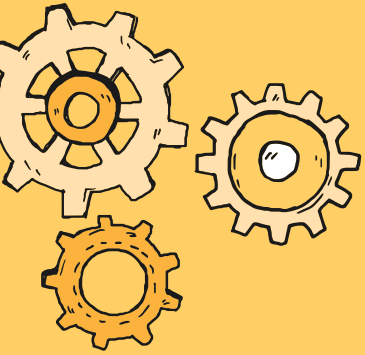




Mascara de Tamanho variável (Arq. Classless)

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

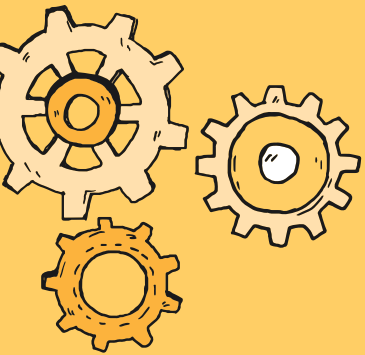
Mascaras



Algoritmo de atribuição de blocos

- Permite a atribuição do menor qt de mascaras 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



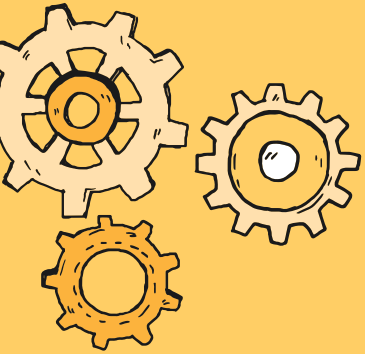
Etapas:

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;

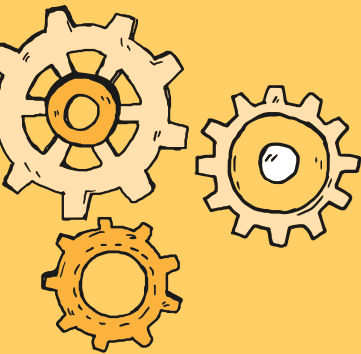
Algoritmo de atribuição de blocos

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		



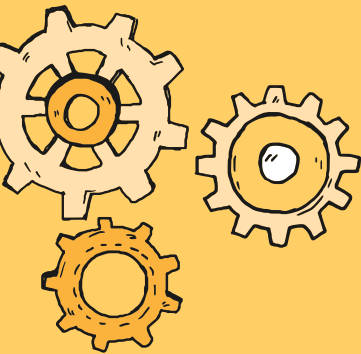
Algoritmo de atribuição de blocos



Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

- Os blocos de 512 endereços requerem mascarar 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

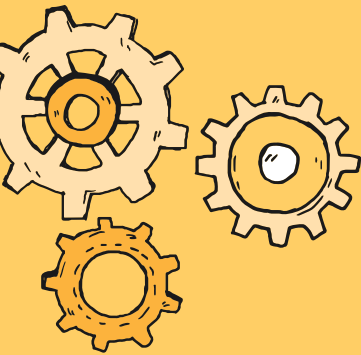
Algoritmo de atribuição de blocos



Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

- Os blocos de 128 endereços requerem mascara de **25 bits**
 - **2 bits** são deslocados das mascaras 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

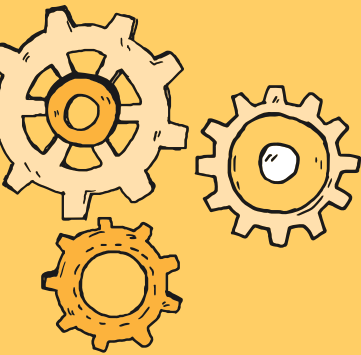
Algoritmo de atribuição de blocos



Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

- Os blocos de 64 endereços usam mascaras 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

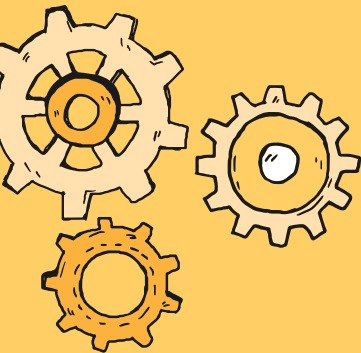


Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

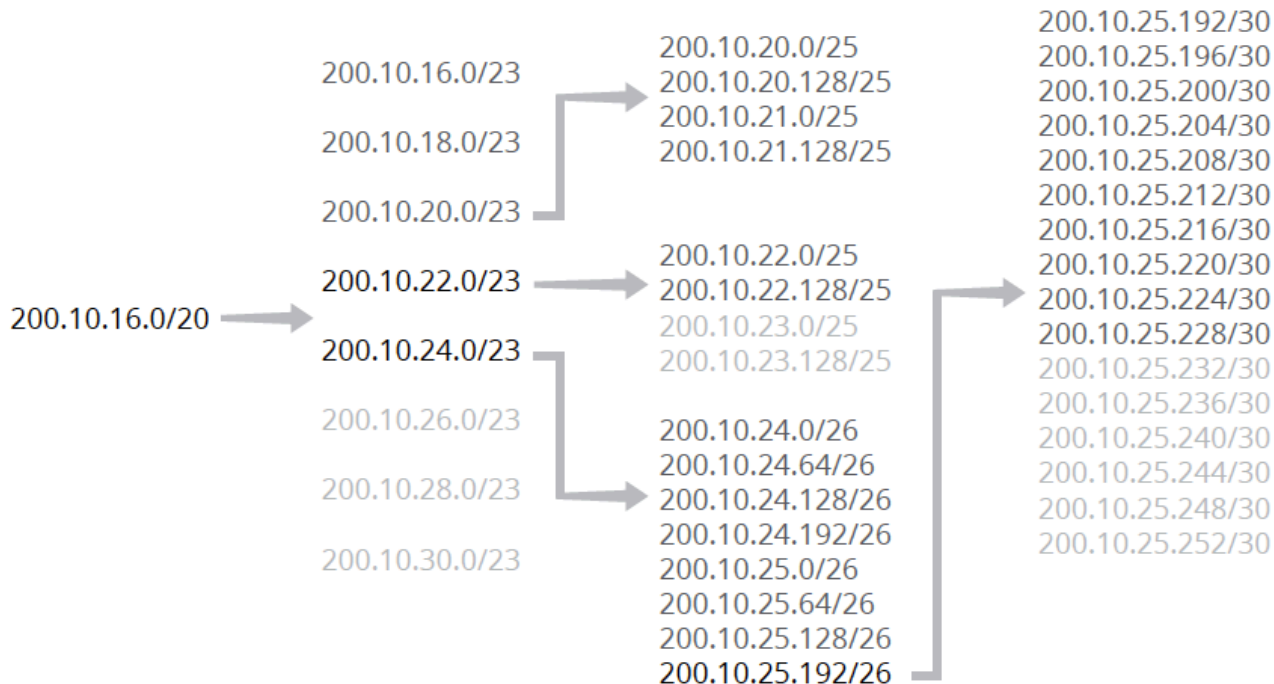
- Os blocos de 4 endereços adotam mascaras de 30 bits
 - Utilizando-se os blocos de 64 bits com 26 bits de mascara
 - 4 bits são deslocados
 - 16 (2^4) sub-redes são criadas
 - Foi alocado o bloco de 26 Bits
 - 200.10.25.192/26
 - Foram alocados os blocos de 30 bits
 - 200.10.25.192/30, 200.10.25.196/30, 200.10.25.200/30
 - 200.10.25.204/30, 200.10.25.208/26, 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

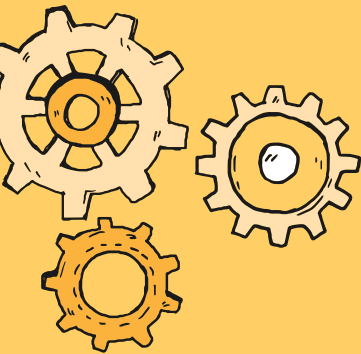
Algoritmo de atribuição de blocos



Exemplo: Uma instituição possui o bloco 200.10.16.0/20

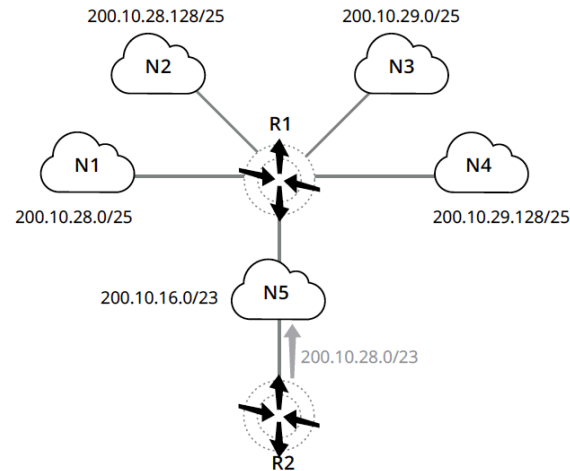


Mascaras

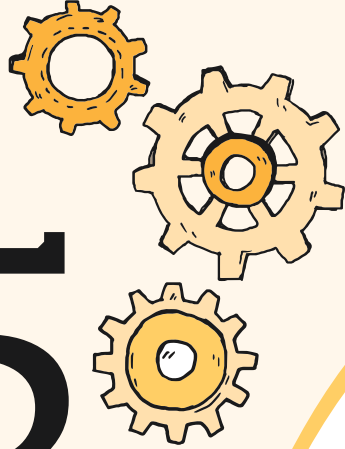


- Utiliza o conceito de agregação de blocos
- Reduz o tamanho das tabelas de roteamento
- Roteadores externos não conhecem as rotas para os sub-blocos, mas sim para o bloco agregado
- Suportado pela arquitetura Classless

Agregação de Rotas

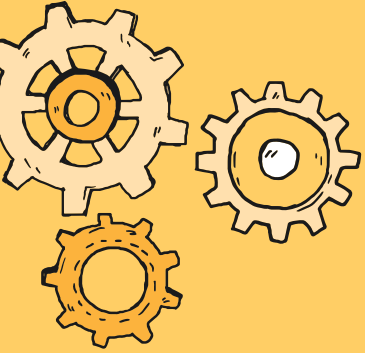


05



Endereçamento IP

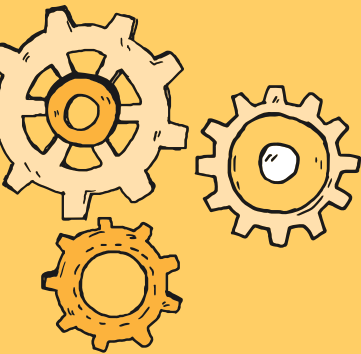
Endereços Privados



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



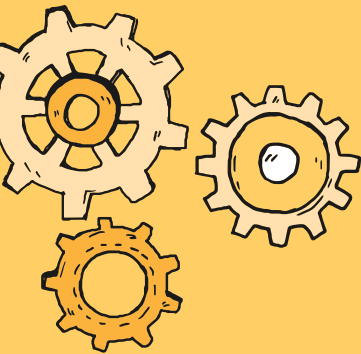
Endereços Privados

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

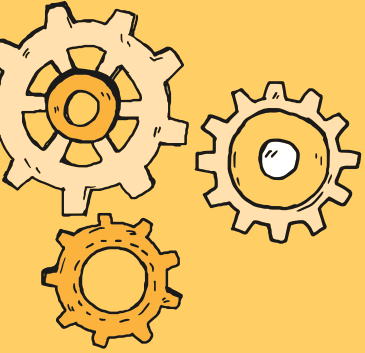
RFC 1918.

- 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?

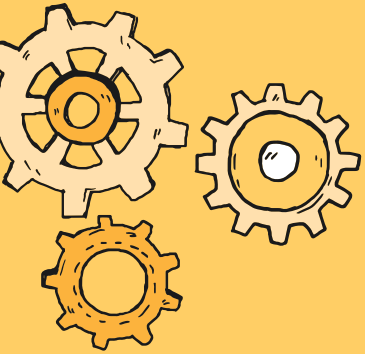
Endereços Privados



Endereços Privados

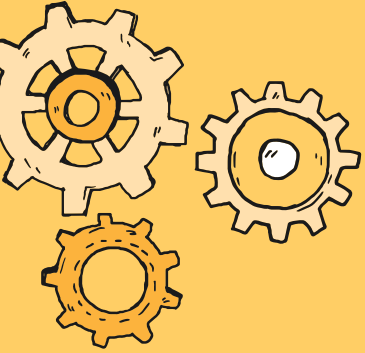
RFC 1918.

- 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
- Contando a quantidade de bits do prefixo temos:
 - Mascara → /12



- 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 (Network Address Translation)

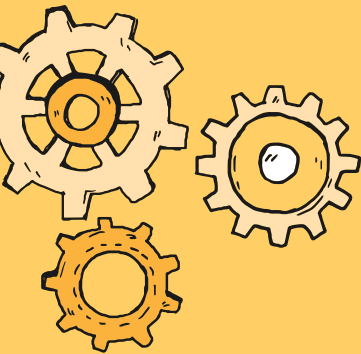
Endereços Privados



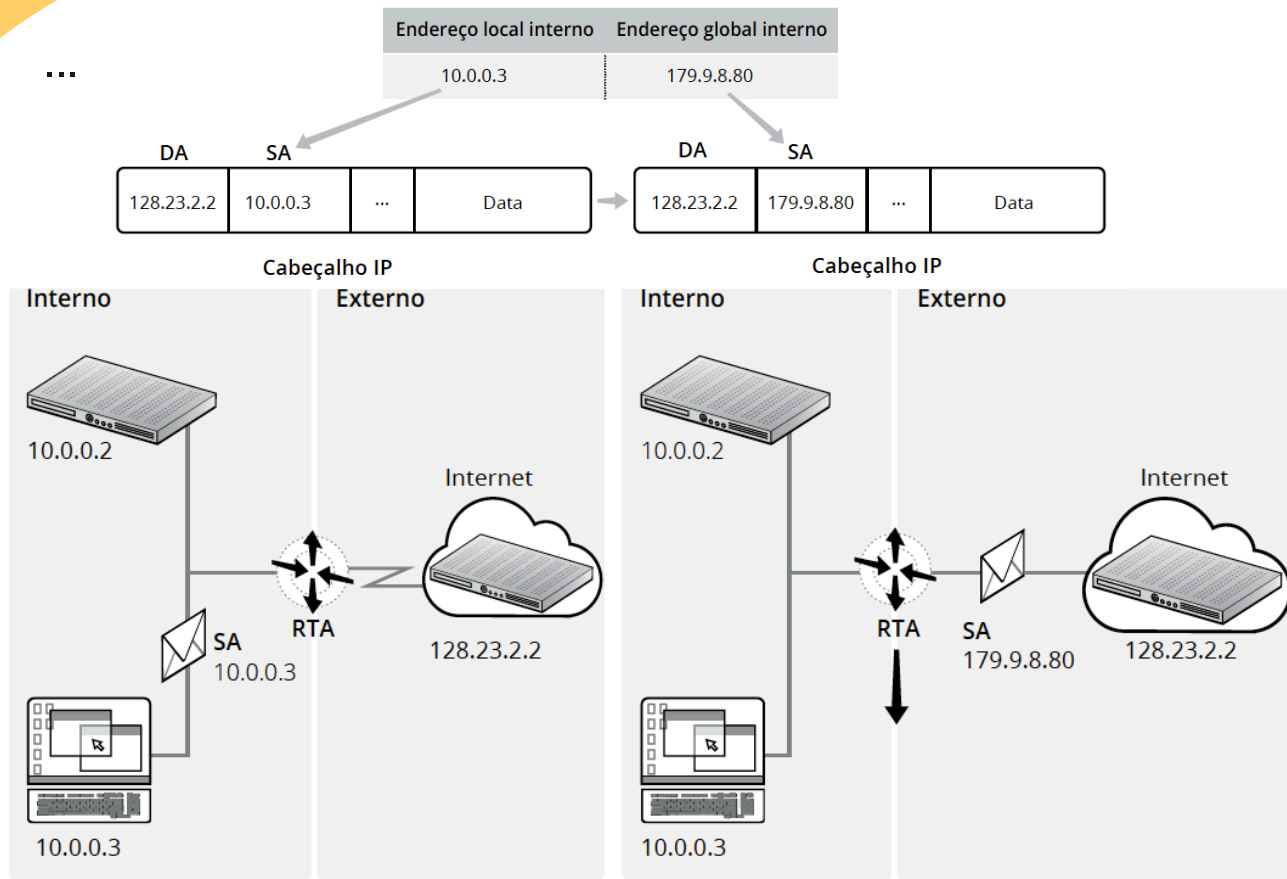
NAT – Network Address Translation

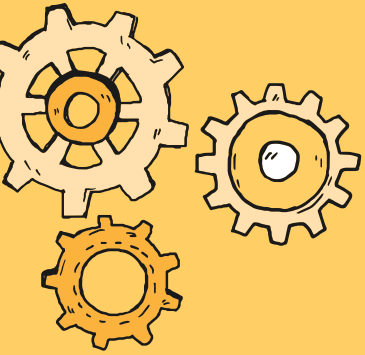
- Tradutores permitem que estações privadas acessem serviços externos.
- Endereços públicos serão atribuídos apenas quando a unicidade global for necessária;
- Endereços públicos serão atribuídos em uma das interfaces do tradutor

Endereços Privados



NAT – Network Address Translation



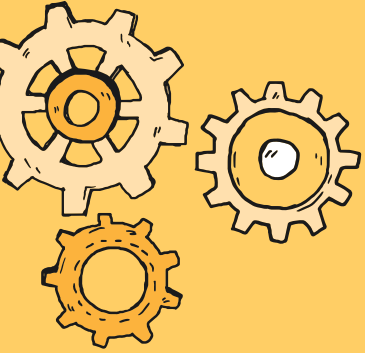


NAT – Network Address Translation

Tipos de Nat

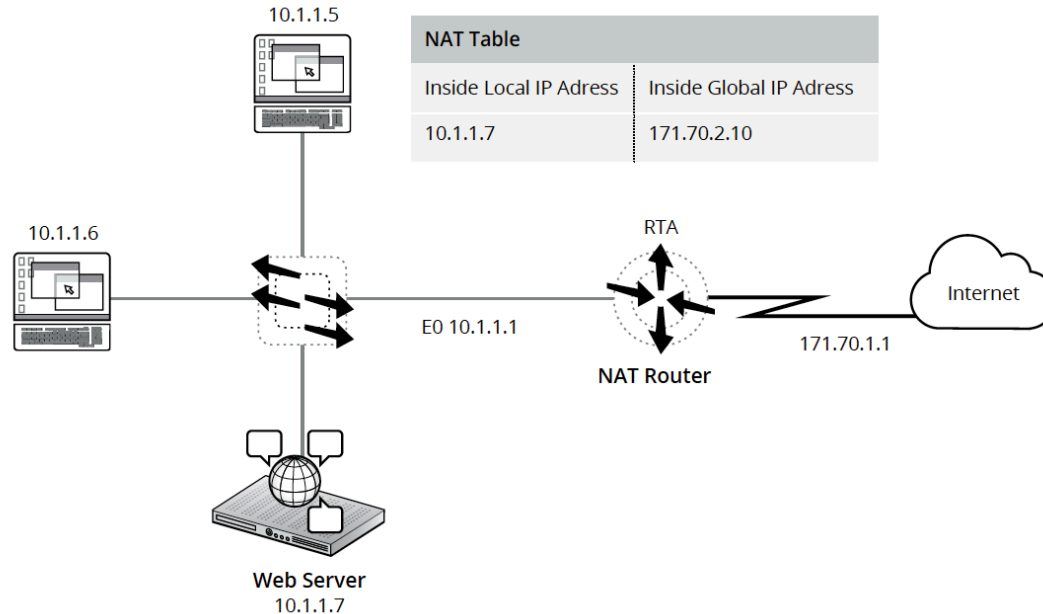
- **Estático** : cada endereço privado é mapeado em um único end. publico; possui relação de um para um (1-1)
- **Dinâmico**: um grupo de endereços privados é mapeado em um grupo de endereços públicos; possui relação de muitos para muitos (n-m)
- **Sobrecarga (Overloading)**: endereços internos são mapeados 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

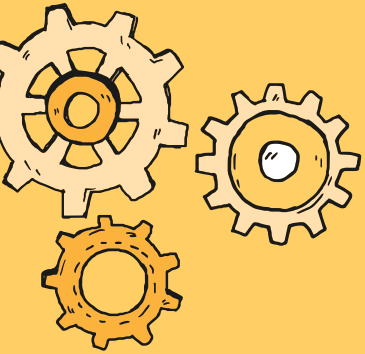


NAT – Network Address Translation Estático

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

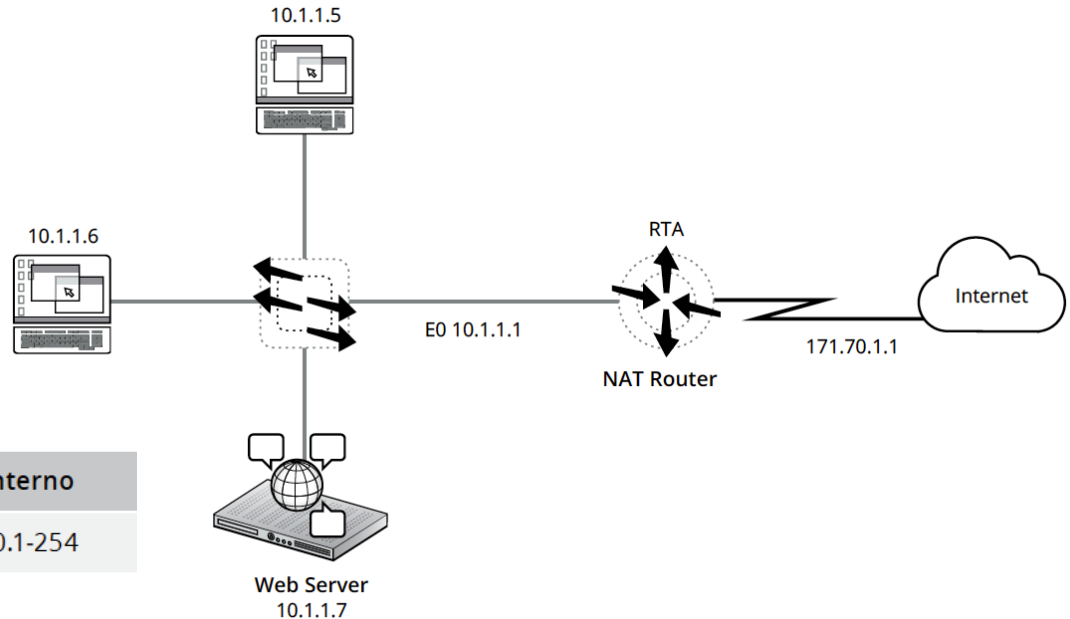


Endereços Privados



NAT – Network Address Translation Dinâmico

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



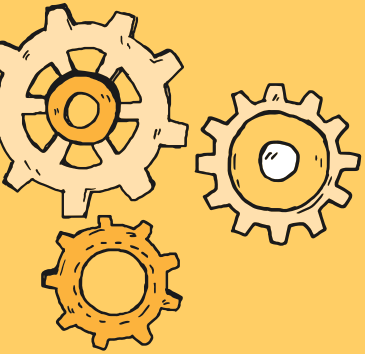
IP Local Interno

10.1.1.0/24

IP Global Interno

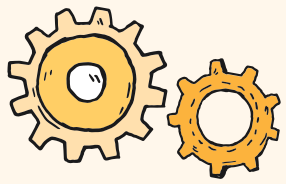
200.143.190.1-254

Endereços Privados

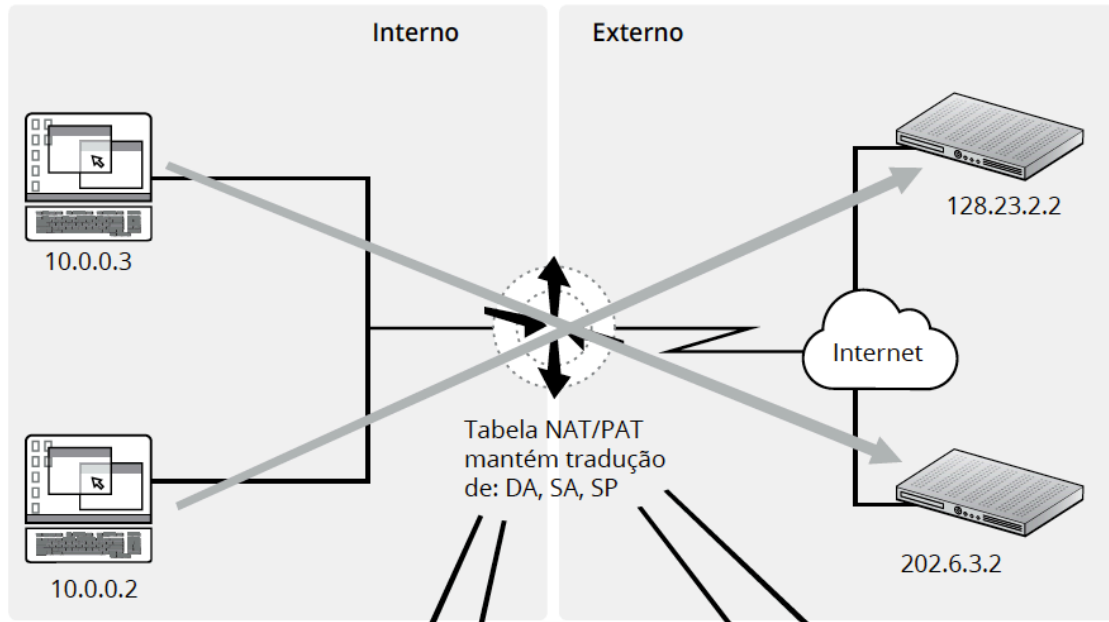


NAT – Network Address Translation Overload / PAT

- 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

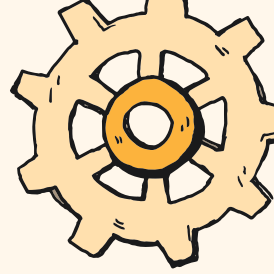


SA	DA	DP	SP	
10.0.0.3	202.6.3.2	80	1331	Data
IP Header		TCP/UDP Header		

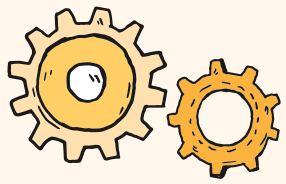
SA	DA	DP	SP	
179.9.8.80	202.6.3.2	80	3333	Data
IP Header		TCP/UDP Header		

SA	DA	DP	SP	
10.0.0.2	128.23.3.2	80	1555	Data
IP Header		TCP/UDP Header		

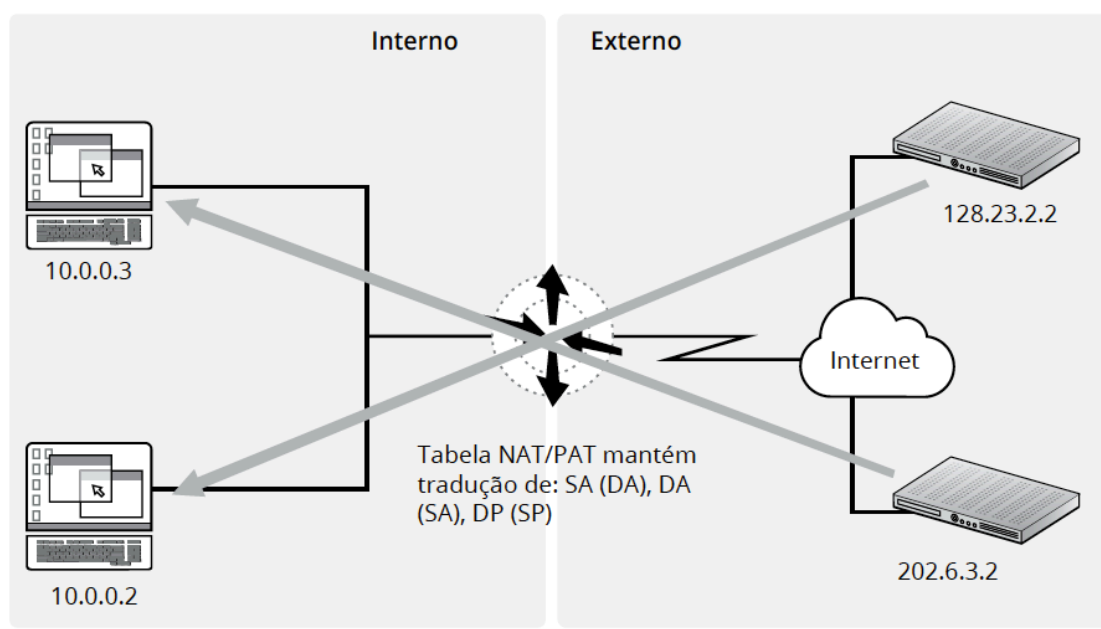
SA	DA	DP	SP	
179.9.8.80	128.23.2.2	80	2222	Data
IP Header		TCP/UDP Header		



OVERLOAD / PAT



OVERLOAD / PAT



DA	SA	DP	SP	
10.0.0.3	202.6.3.2	1331	80	Data

IP Header TCP/UDP Header

DA	SA	DP	SP	
179.9.8.80	202.6.3.2	3333	80	Data

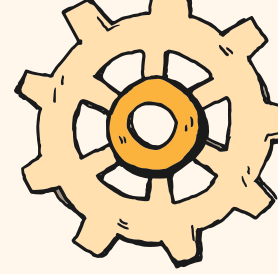
IP Header TCP/UDP Header

DA	SA	DP	SP	
10.0.0.2	128.23.3.2	1555	80	Data

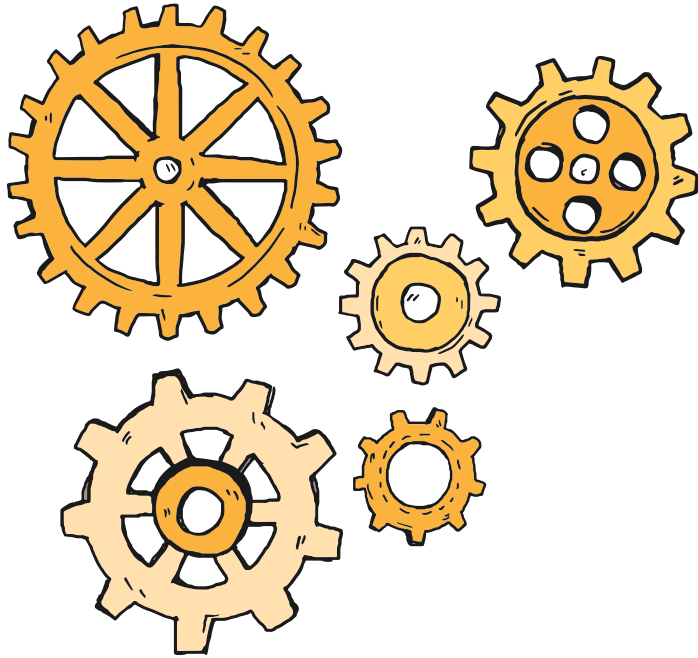
IP Header TCP/UDP Header

DA	SA	DP	SP	
179.9.8.80	128.23.2.2	2222	80	Data

IP Header TCP/UDP Header

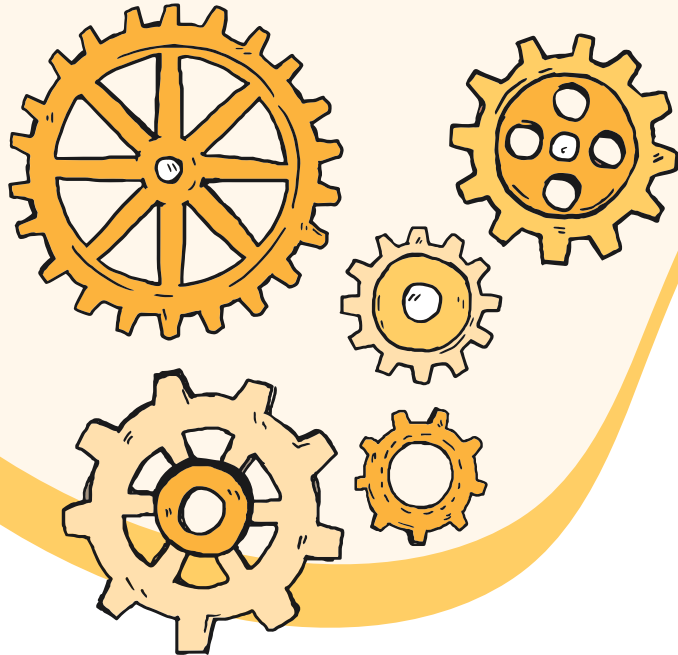


OVERLOAD / PAT



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