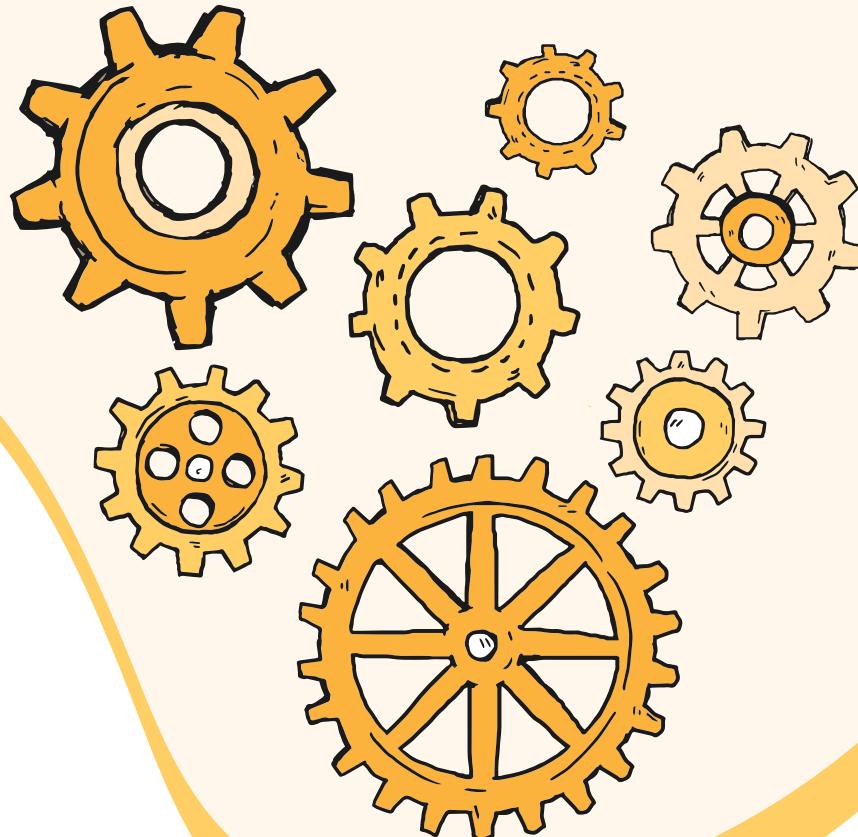
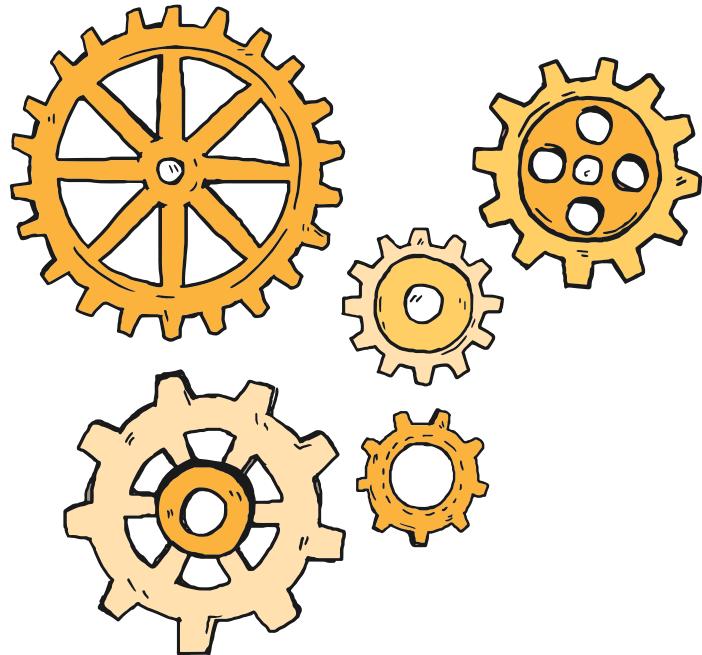


# Interconexão de redes WAN

Aula 2 – Endereçamento IP  
Luís Rodrigo – luis.goncalves@ucp.br





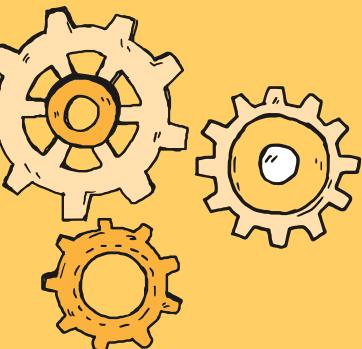
# Curso

Curso de Tecnólogo em Redes de Computadores

**Interconexão de redes WAN – 105569**

Carga horária (h) : 72

## Introdução

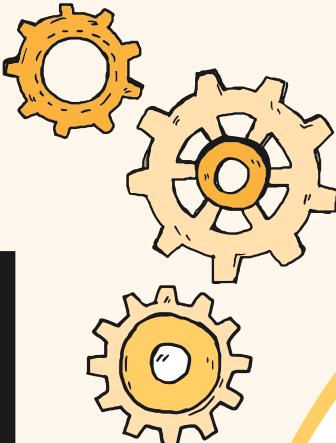


Serão apresentados os principais conceitos relacionados ao Endereçamento IP na sua versão 4.

Abordaremos o processo de resolução e atribuição de endereços

Assim como os cálculos de sub-redes

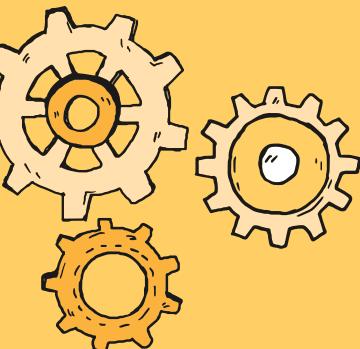
0 1



# Endereçamento IP

Endereço IPv4 - Introdução

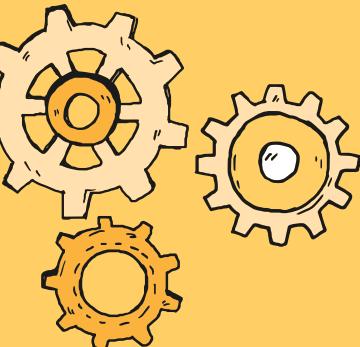
## Endereço IPv4



# Introdução

- Para seus usuários a Internet é uma rede virtual única
- Ela utiliza um mecanismo de endereçamento universal
- Ele identifica de forma única e individual cada **hosts** da rede
- Há dois tipos de endereços: IPv4 e IPv6
- IPv4
  - Ele é um número de 32 bits
  - Que permite  $2^{32}$  endereços

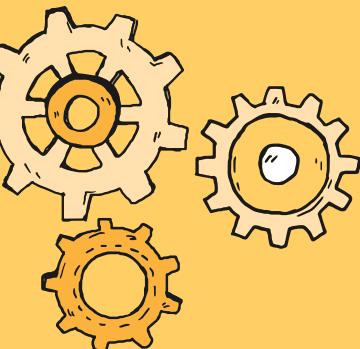
## Endereço IPv4



# Introdução

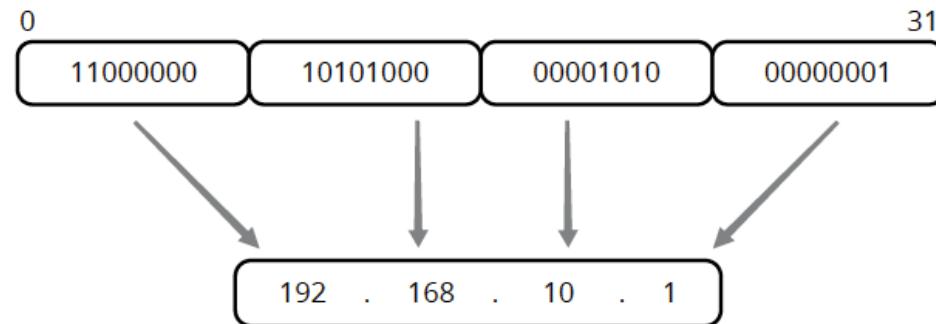
- IPv4
  - Ele é um número de 32 bits
  - Que permite  $2^{32}$  endereços → 4.294.967.296



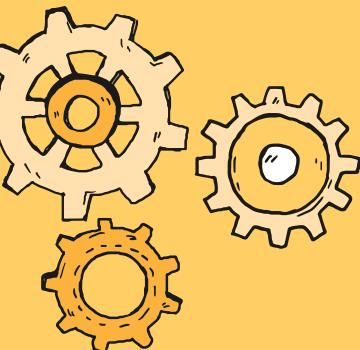


### Notação Decimal – Dotted-Decima Notation

- O endereço IPv4 pode ser representado na forma de 4 números decimais separados por ponto;
- Cada valor associado a um dos octetos do endereço;
- Seu valor varia de 0 até 255



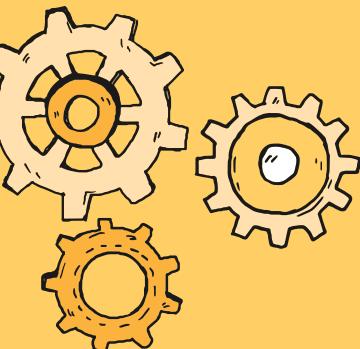
## Endereço IPv4



## Atribuição de endereços

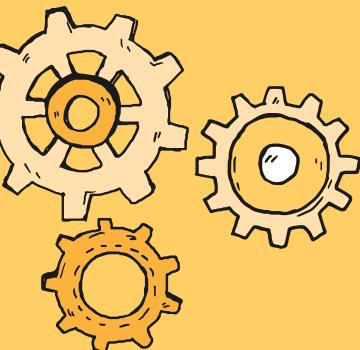
- Eles não são atribuídos diretamente aos equipamentos
- Mas sim as interfaces
- Cada interface deve possuir seu próprio endereço
- Estações multihomed são aquelas que possuem mais de um endereço, logo mais de uma interface

## Endereço IPv4



## Hierarquia de Endereçamento

- Adotam uma estrutura hierárquica para identificar as redes físicas e as estações
- Permitindo realizar o roteamento baseado em redes
- Reduz a quantidade informações de roteamento
- Roteamento torna-se mais eficiente
- Ainda é permitido rotas para hosts

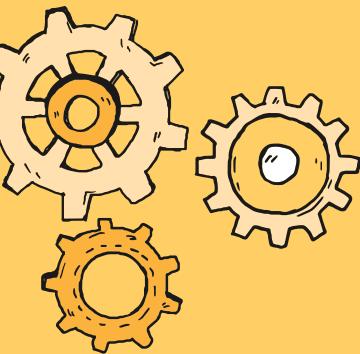


# Hierarquia de Endereçamento

- O endereço é dividido em duas partes:
  - Identificador de Rede
  - Identificador de Host

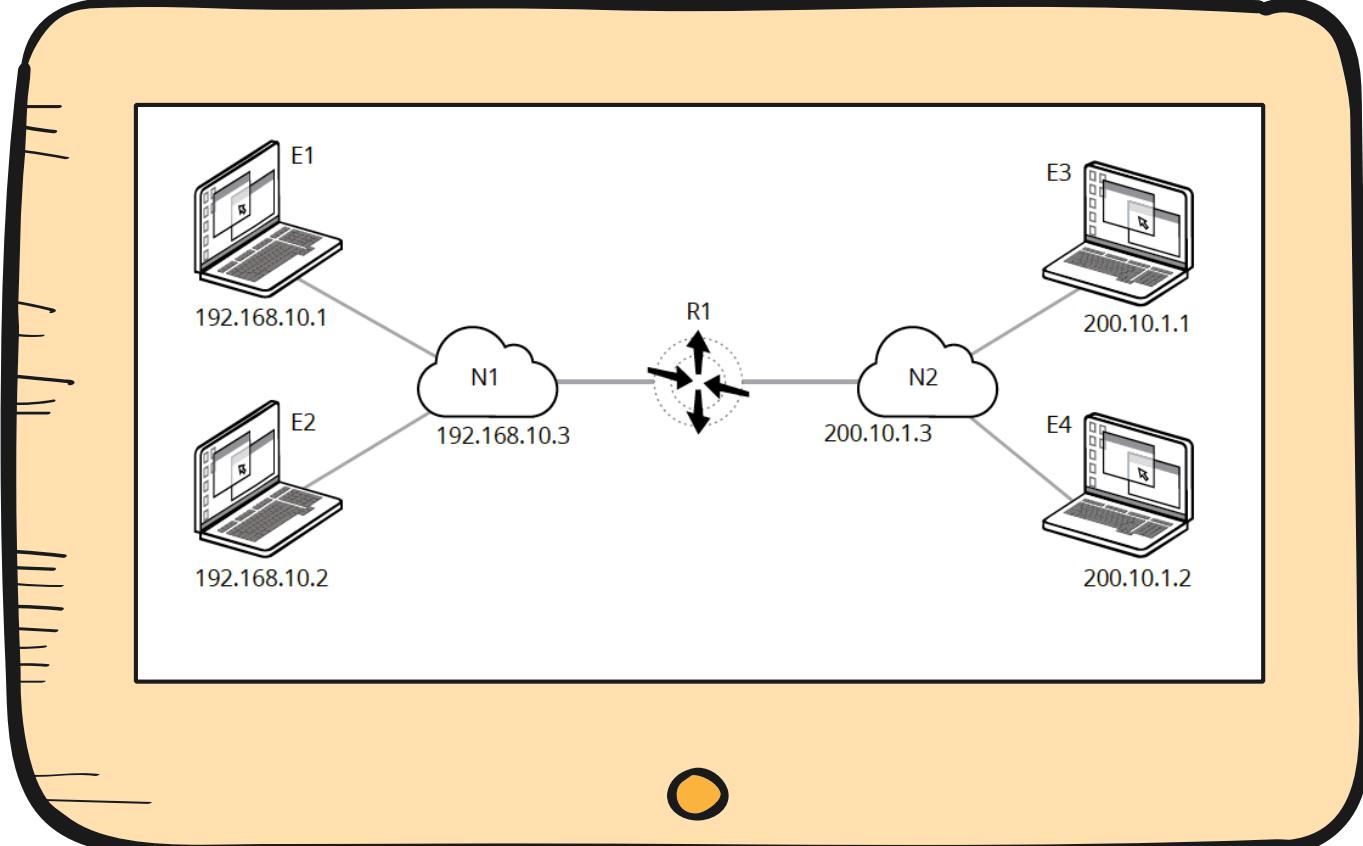
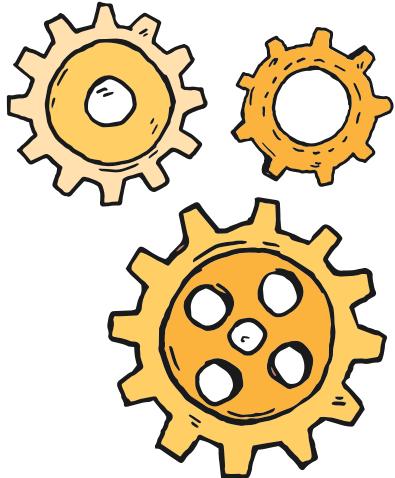


## Endereço IPv4



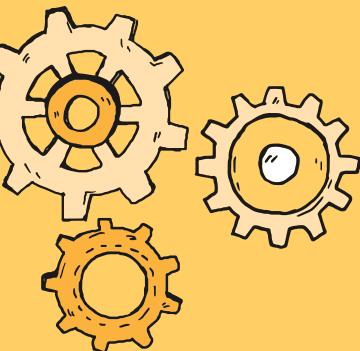
## Regras de Atribuição

- Redes distintas usam prefixos de rede distintos;
- Cada interface deve adotar apenas um prefixo de rede;
- Um único prefixo deve ser compartilhado pelas interfaces conectadas em uma rede física
- Cada interface deve possuir um identificador de estação único;



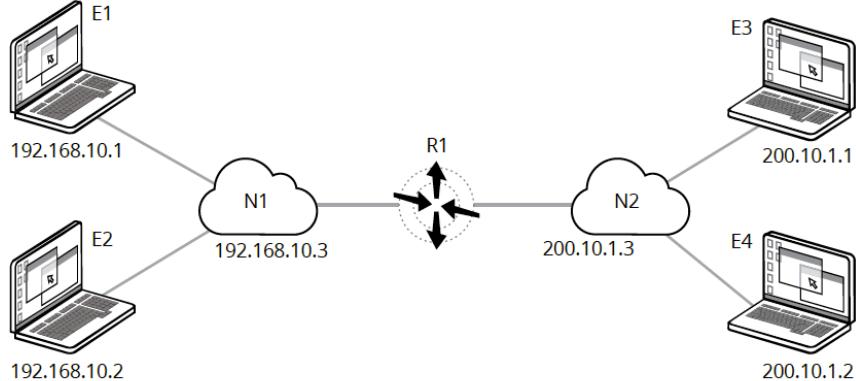
# Regras de Atribuição

## Endereço IPv4



# Regras de Atribuição

- As redes utilizam uma mascara /24
- Todas as interfaces conectadas às rede N1 e N2 compartilham prefixos – indicando as redes físicas
  - Os Hosts E1, E2 e R1 possuem o mesmo prefixo de rede;
  - Os Hosts E3, E4 e R2 possuem o mesmo prefixo de rede



02

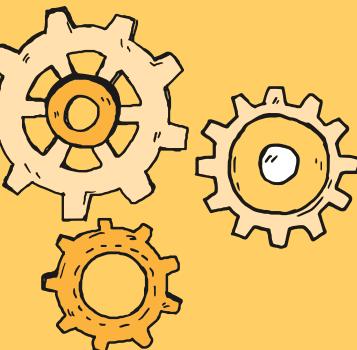


## Endereçamento IP

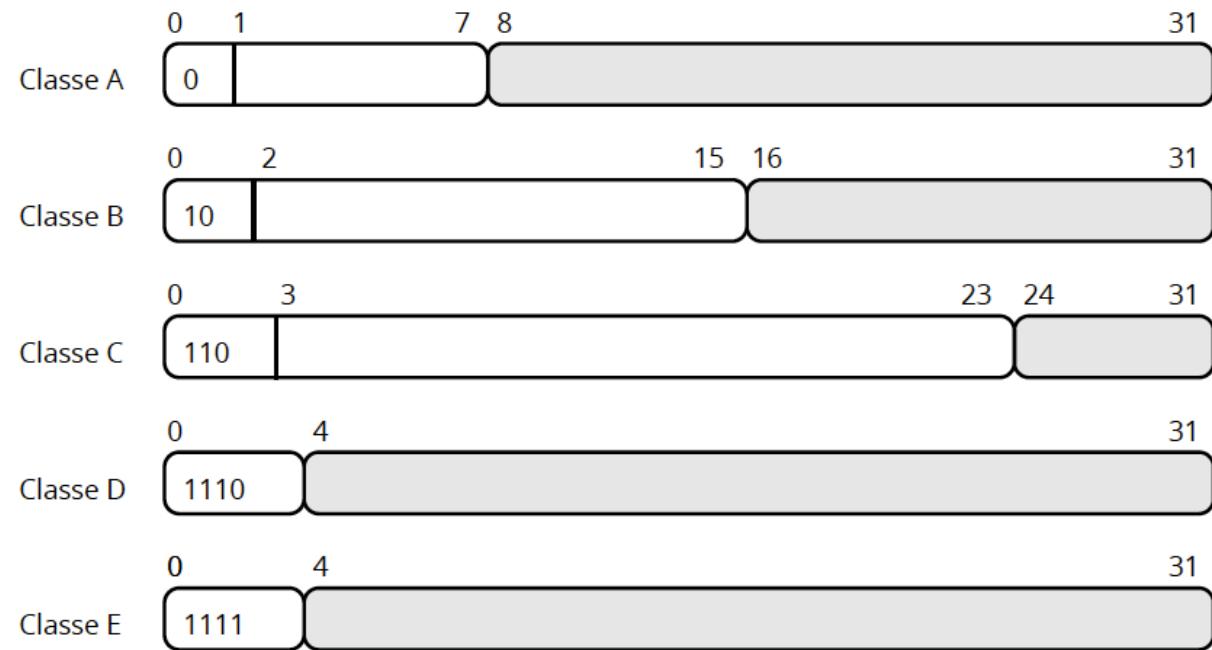
Classes de Endereços

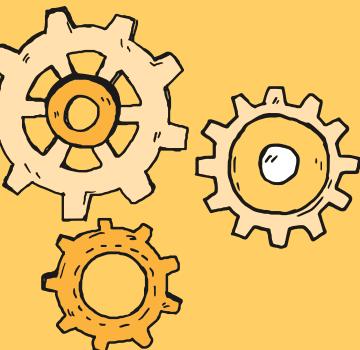
## Classes de Endereços

## Classes



- O espaço de endereçamento IPv4 é dividido em cinco classes

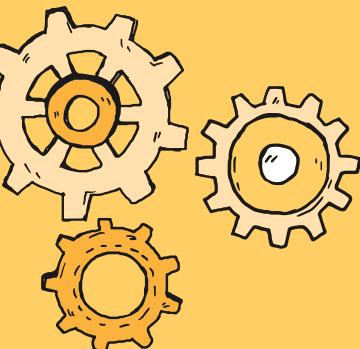




# As 5 Classes

A distinção das classes é realizada observando os primeiros bits do octeto mais significativos.

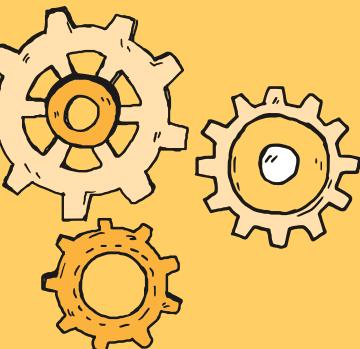
- Classe A :
  - O primeiro bit do prefixo de rede é igual a 0;
  - Os 8 primeiros bits identificam a rede –  $2^7$  redes
  - Os 24 bits seguintes identificam a estação –  $2^{24}$  estações
  - Suporta poucas redes, que são “gigantescas”



# As 5 Classes

A distinção das classes é realizada observando os primeiros bits do octeto mais significativos.

- Classe B :
  - Os dois primeiros bits do prefixo de rede são iguais a **10**;
  - Os 16 primeiros bits identificam a rede –  $2^{14}$  redes
  - Os 16 bits seguintes identificam a estação –  $2^{16}$  estações
  - Suporta um número mediano de redes, relativamente grandes

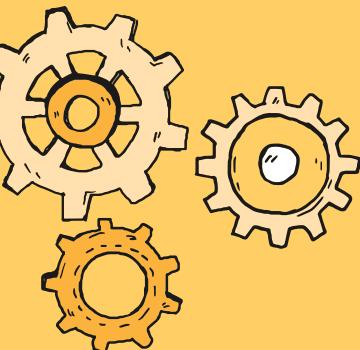


# As 5 Classes

A distinção das classes é realizada observando os primeiros bits do octeto mais significativos.

- Classe C :

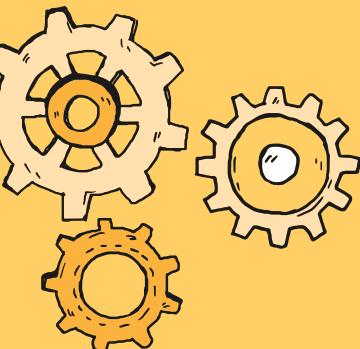
- Os três primeiros bits do prefixo de rede são iguais a **110**;
- Os 24 primeiros bits identificam a rede –  $2^{21}$  redes
- Os 8 bits seguintes identificam a estação –  $2^8$  estações
- Suportam um grande número de redes com poucos hosts



# As 5 Classes

A distinção das classes é realizada observando os primeiros bits do octeto mais significativos.

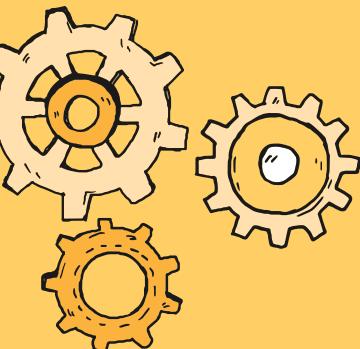
- Classe D :
  - Os quatro primeiros bits do prefixo de rede são iguais a **1110**;
  - Utilizados para comunicação multicast
  - Cada endereço é associado a um grupo de estações
  - Os 28 bits do endereço é denominado indicador de grupo multicast
  - Não possuem qualquer hierarquia



# As 5 Classes

A distinção das classes é realizada observando os primeiros bits do octeto mais significativos.

- Classe E :
  - Os endereços desta classe não são utilizados
  - O range foi reservado para uso futuro/experimental



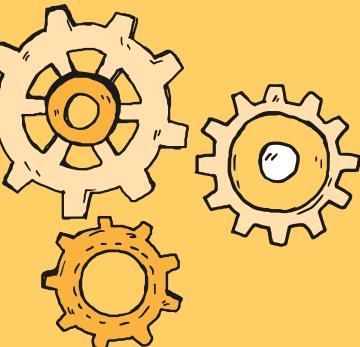
# As 5 Classes

## Resumindo

Classe	Número de redes	Número de estações
A	$2^7$	$2^{24}$
B	$2^{14}$	$2^{16}$
C	$2^{21}$	$2^8$

## Classes de Endereçamento

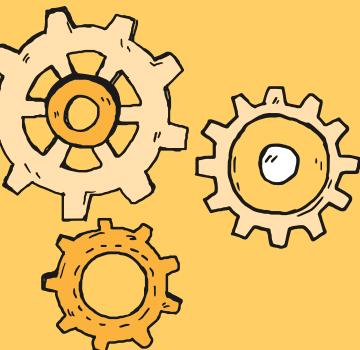
# As 5 Classes



## Faixas de endereço

Classe	Intervalos de endereços
A	0.0.0.0 - 127.255.255.255
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255
D	224.0.0.0 - 239.255.255.255
E	240.0.0.0 - 255.255.255.255

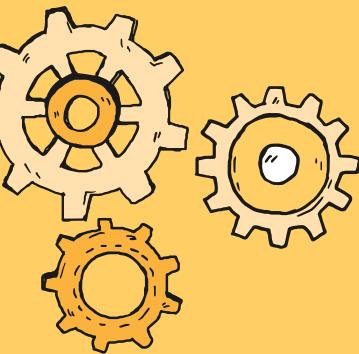
## Classes de Endereçamento



## Endereços Especiais

Estes endereços geralmente não podem ser atribuídos as interfaces dos equipamentos.

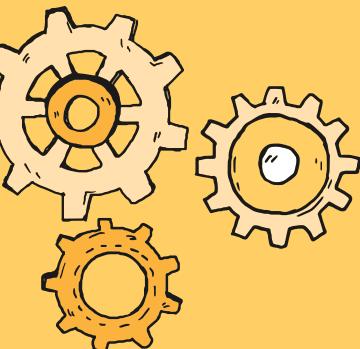
Eles possuem significados e usos especiais.



# Endereços Especiais

Tipos de endereços especiais:

- End. de Rede
- End. de Broadcast Direto
- End. de Broadcast Limitado
- Rota Default
- Loopback



# Endereços Especiais

Tipos de endereços especiais:

Endereço de rede

Prefixo de rede

0...0

Broadcast direto

Prefixo de rede

1...1

Broadcast limitado

1...1

1...1

Rota default

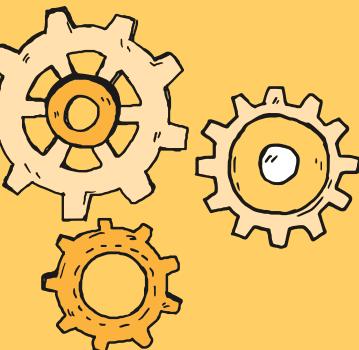
0...0

0...0

Loopback

127

X...X

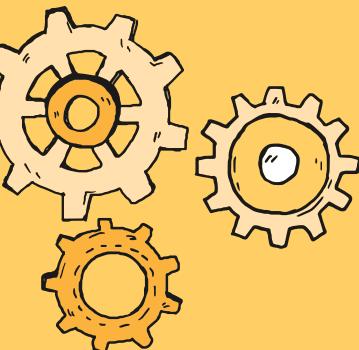


# Endereços Especiais

## Endereços de Rede

- Qualquer endereço cujos bits o identificador de estação é igual a Zero (0);
- Não pode ser atribuído à uma interface
- Servem para identificar uma rede ou subrede;
- São utilizados nas tabelas de roteamento

Classe	Prefixo de rede	Endereço de rede
A	10	10.0.0.0
B	172.16	172.16.0.0
C	192.168.10	192.168.10.0

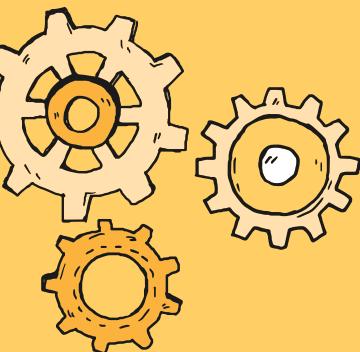


# Endereços Especiais

## Endereços de Broadcast Direto

- Qualquer endereço cujos bits o identificador de estação é igual a Um (1);
- Não pode ser atribuído à uma interface
- Pode ser utilizado em datagramas (end dst)
- Permite o envio de para todas as estações da “INTER-REDE”

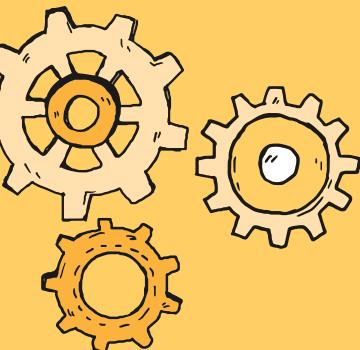
Classe	Endereço de rede	Endereço de broadcast direto
A	10.0.0.0	10.255.255.255
B	172.16.0.0	172.16.255.255
C	192.168.10.0	192.168.10.255



# Endereços Especiais

## Endereços de Broadcast Limitado

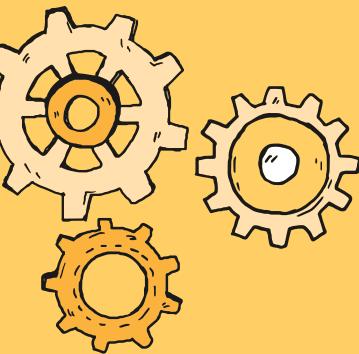
- Todos os bits do endereço estão ligados (255.255.255.255)
- Não pode ser atribuído à uma interface
- Pode ser utilizado em datagramas (end dst)
- Permite o envio de pacotes para todas as estações da “REDE” física.
- Utilizado para identificação de serviços em uma rede.



# Endereços Especiais

## Rota Default

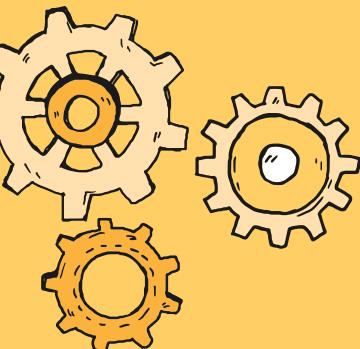
- Todos os bits do endereço estão desligados (0.0.0.0)
- Não pode ser atribuído à uma interface
- Utilizado para indicar a rota a ser adotada quando não há uma mais específica na tabela de roteamento
- Permite reduzir a quantidade de linhas na tabela de roteamento



# Endereços Especiais

## Interface e Endereço de Loopback

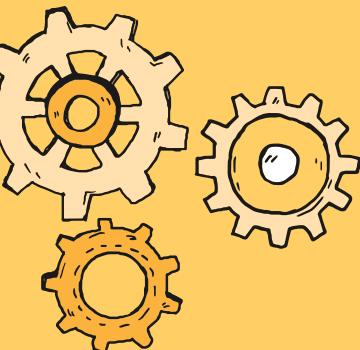
- Endereço Local → 127.0.0.1 → Iface Loopback
- Rede → 127.0.0.0/8
- Utilizado para testes de serviços e protocolos
- Datagramas destinados ao loopback não são enviados para a camada de rede;
- Descem até a camada de “inter-rede” e retornam.



## Espaço de Endereçamento x End. Permitidos

Espaço de endereçamento é formado por todos os endereços que compartilham o mesmo prefixo de rede

Endereços permitidos é o conjunto de endereços que podem ser atribuídos às interfaces

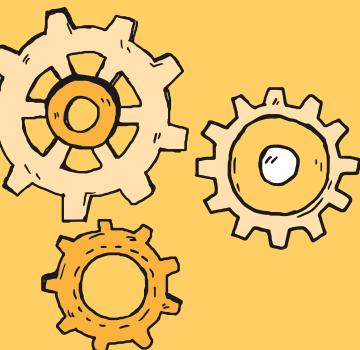


## Espaço de Endereçamento x End. Permitidos

Endereços permitidos são todos aqueles que fazem parte do espaço de endereçamento excluindo:

- O primeiro → End. de Rede
- E o Ultimo → End. de Broadcast Direto

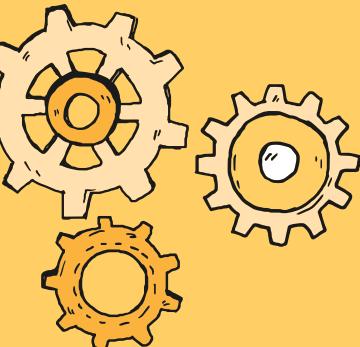
## Classes de Endereçamento



# Espaço de Endereçamento x End. Permitidos

Classe	Prefixo de rede	Espaço de endereçamento	Endereços permitidos
A	10	10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.1 - 10.255.255.254
B	172.16	172.16.0.0 - 172.16.255.255	172.16.0.1 - 172.16.255.254
C	192.168.10	192.168.10.0 - 192.168.10.255	192.168.10.1 - 192.168.10.254

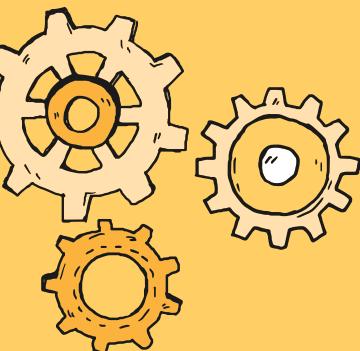
## Classes de Endereçamento



## Mascara de Rede

Delimita a posição do prefixo de rede e do identificador da estação

## Classes de Endereçamento

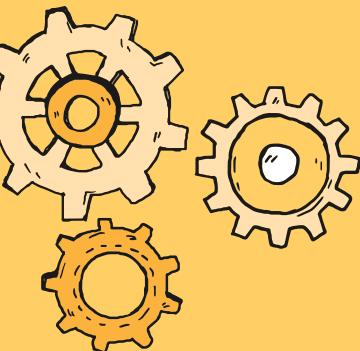


## Mascara de Rede

Endereço de 32 bits

Representação:

- Bits do prefixo de rede marcado com 1
- Bits o identificador de estação marcados com 0



## Mascara de Rede

### Notação Decimal (Dotted-Decimal Notarion):

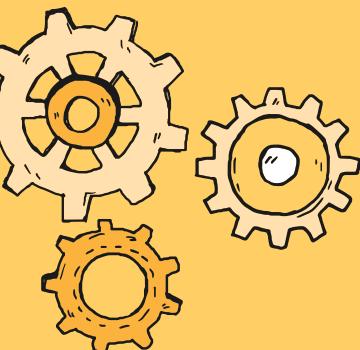
- 4 números decimais separados por ponto
- cada número associado a um dos octetos

255.255.255.0

### Notação de contagem de bit (bit count) :

- Número inteiro
- Indica a quantidade de bits 1 da mascara

## Classes de Endereçamento



## Mascara de Rede

11000000 10101000 00001010

00000001

Endereço IP

11111111 11111111 11111111

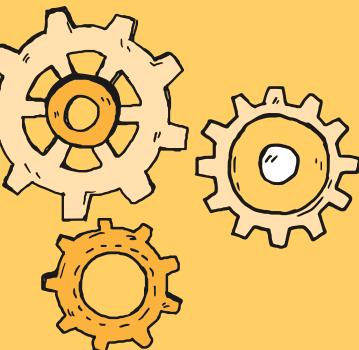
00000000

Máscara de rede

**192.168.10.1 255.255.255.0**

**192.168.10.1/24**

## Classes de Endereçamento



## Mascara de Rede (Default)

### Classe A

-  $255.0.0.0 \rightarrow /8$

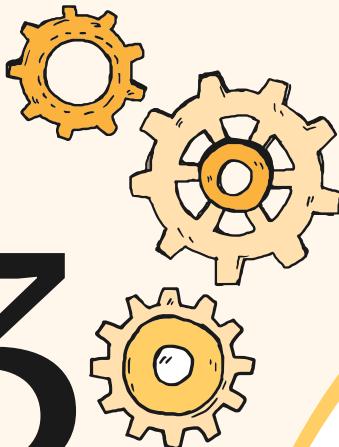
### Classe B

-  $255.255.0.0 \rightarrow /16$

### Classe C

-  $255.255.255.0 \rightarrow /24$

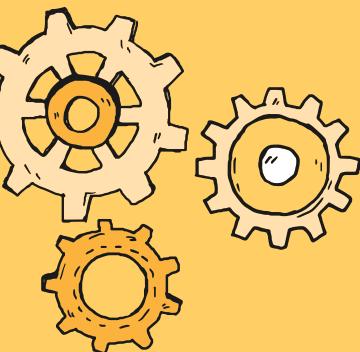
# 03



## Endereçamento IP

Tradução de Endereços

## Tradução de Endereços

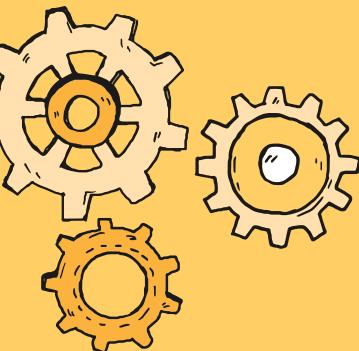


## Resolução/Tradução de Endereços

O TCP/IP (Inter-rede) possui uma estrutura de endereçamento Universal, conhecido como endereço IP

Cada tecnologia de redes locais (Rede) pode possuir sua própria estrutura de endereçamento.

Redes baseadas no Ethernet adotam endereços de 48Bits (MAC Address)

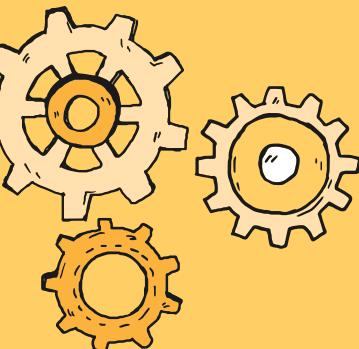


# Resolução/Tradução de Endereços

Cada interface deve possuir dois endereços:

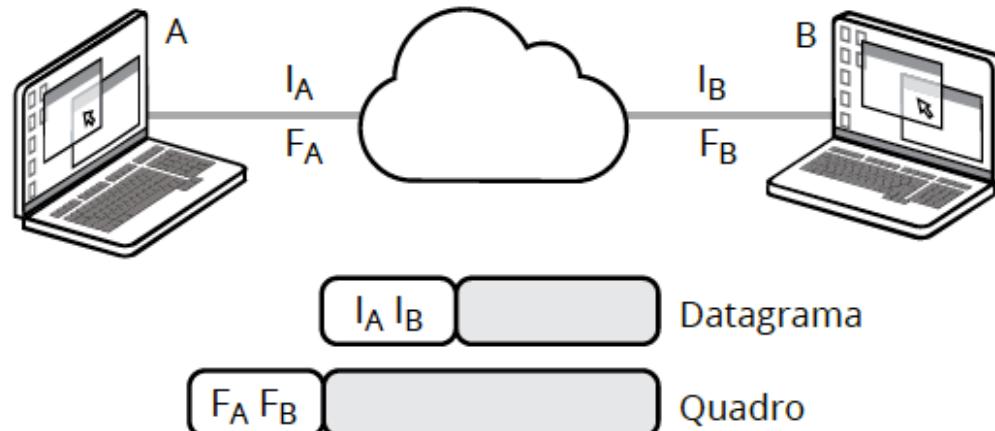
- Endereço Físico:
  - Adotado na camada de enlace
  - Geralmente gravado na própria placa de rede
  - Mas pode ser alterado temporariamente após a carga do S.O.
- Endereço Lógico:
  - Atribuído localmente pelo administrador
  - Na pilha TCP/IP é o end IPv4 ou IPv6
  - Pode ser estruturado de forma hierárquica

## Tradução de Endereços

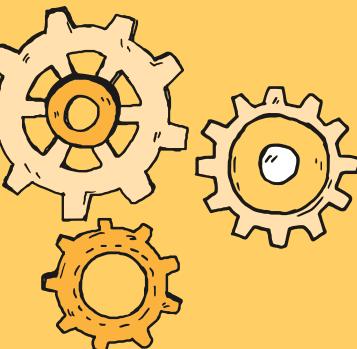


# Resolução/Tradução de Endereços

Cada interface deve possuir dois endereços:



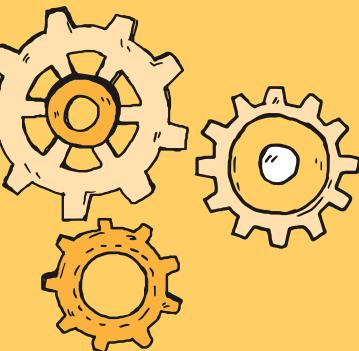
## Tradução de Endereços



# Resolução/Tradução de Endereços

Quando uma estação se comunica, troca “pacotes”, com outra utilizado seus endereços IP, os “quadros” da camada devem ser preenchidos com os respectivos endereços Físicos.

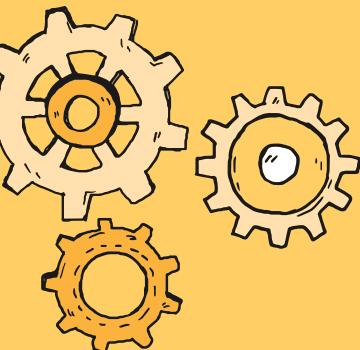
Logo duas estações só se comunicam quando elas conhecem os seus endereços Físicos



## Mapeamento dos Endereços

Formas de Mapeamento dos endereços:

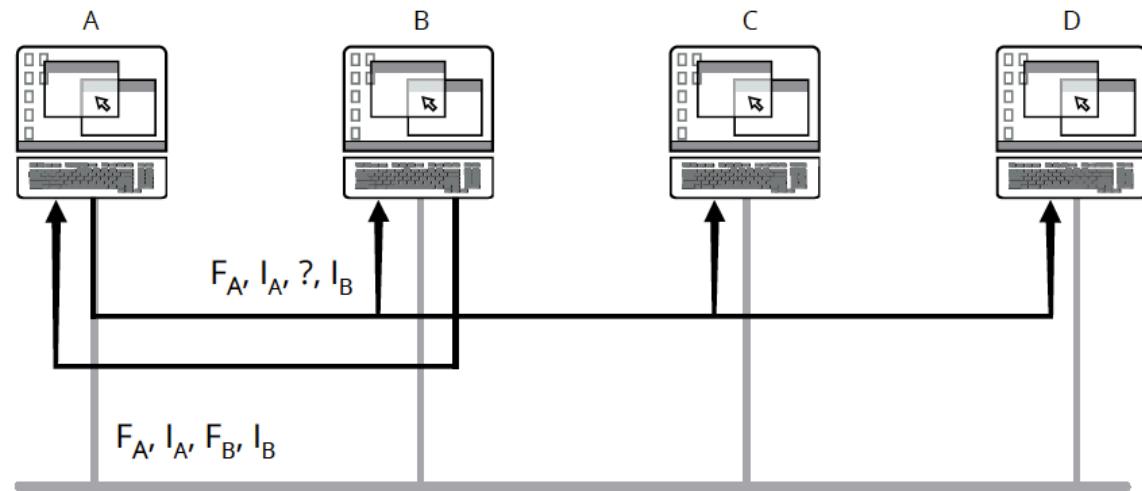
- Direto
  - End. Físicos podem ser definidos pelo Administrador
  - End. Físico possui o mesmo valor do identificador de estação utilizado no endereço Lógico (IP)
- Dinâmico
  - End. Físico pode ser definido pelo Administrador ou Fabricante
  - Protocolo auxilia no processo
  - Protocolo deve ser transparente para o usuário
  - Rede física deve suportar “broadcast”
  - TCP/IP → Address Resolution Protocol (ARP)
  - End. Lógicos independentes dos Físicos

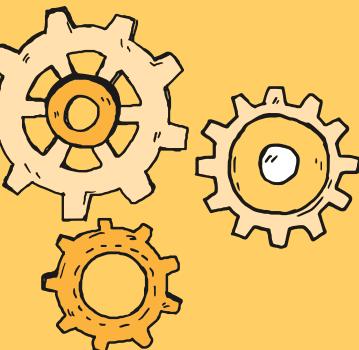


# Mapeamento dos Endereços

## Protocolo ARP

- Baseado no endereço Lógico obtém o Físico
- Envia quadros via broadcast

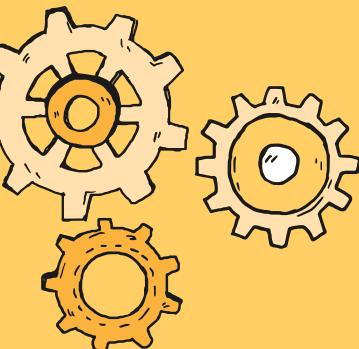




# Mapeamento dos Endereços

## Protocolo ARP

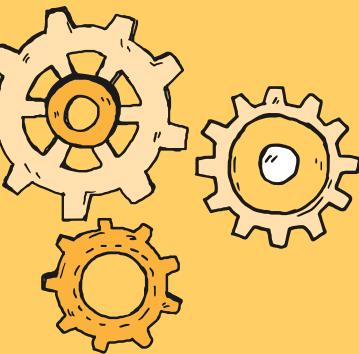
- Para descobrir o endereço físico ( $F_b$ ) de uma estação "B", a estação "A" envia um pacote de requisição ARP, com o endereço lógico ( $L_b$ ) da estação B em broadcast;
  - A requisição transporta:
    - End Físico ( $F_a$ ) e Lógico ( $L_a$ ) de A
    - End. de Broadcastt e Lógico ( $L_b$ ) de B
- A estação "B" envia um pacote de resposta ARP para a estação "A"
  - A resposta transporta:
    - End Físico ( $F_b$ ) e Lógico ( $L_b$ ) de B
    - End Físico ( $F_a$ ) e Lógico ( $L_a$ ) de A
- A partir deste ponto as estações "A" e "B" podem se comunicar diretamente.



# Mapeamento dos Endereços

## Protocolo ARP

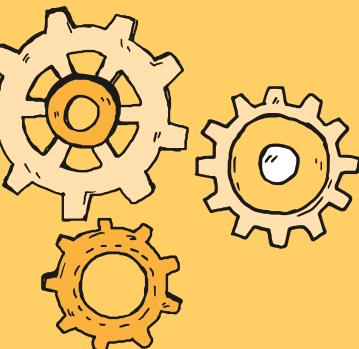
- Para identificar que tipo de datagrama está sendo encapsulado em um quadro o protocolo Ethernet utiliza um campo denominado "Frame Type":
  - 0x0800 → Datagrama IP
  - 0x0806 → Mensagem ARP



## Mapeamento dos Endereços

### Tabela ARP

- Esta tabela armazena os mapeamentos mais recentes (End Físico ↔ End Lógico)
- Opcionalmente, as requisições ARP podem ser utilizadas para atualizar a tabelas de todas as estações
- As respostas ARP podem ser utilizadas para atualizar a tabela da estação requisitante
- Tabela é consultada antes de realizar uma nova solicitação



# Mapeamento dos Endereços

## Tabela ARP

```
$ arp -a -l
```

Neighbor

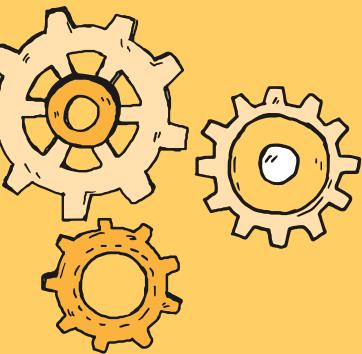
192.168.1.71

192.168.1.254

224.0.0.251

Linklayer Address	Expire(0)	Expire(I)	Netif	Refs	Prbs
a0:99:9b:dd:1e:62	expired	expired	en0	1	
50:1b:32:a0:e4:d4	1m17s	1m17s	en0	1	
1:0:5e:0:0:fb	(none)	(none)	en0		

## Tradução de Endereços

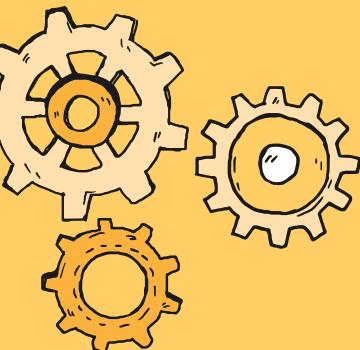


## Configuração Automática

Endereços podem ser atribuídos de forma manual pelos administradores

A configuração automática tem por objetivo permitir a atribuição de endereços IP sem a intervenção dos administradores.

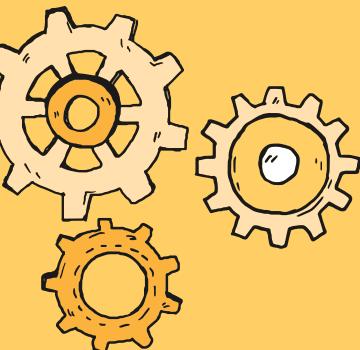
Protocolos: ARP – BOOTP – DHCP



## Configuração Automática

### Protocolos suportados:

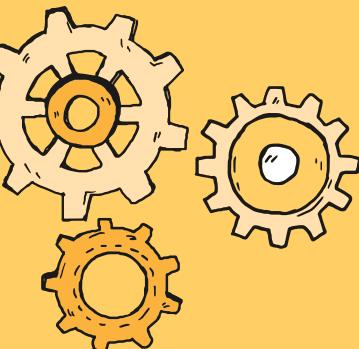
- RARP:
  - similar o ARP
  - utiliza os quadro (camada de enlace)
- Bootp e DHCP
  - Baseados em datagramas UDP
  - Usa o broadcast limitado



## Configuração Automática

### Protocolos suportados:

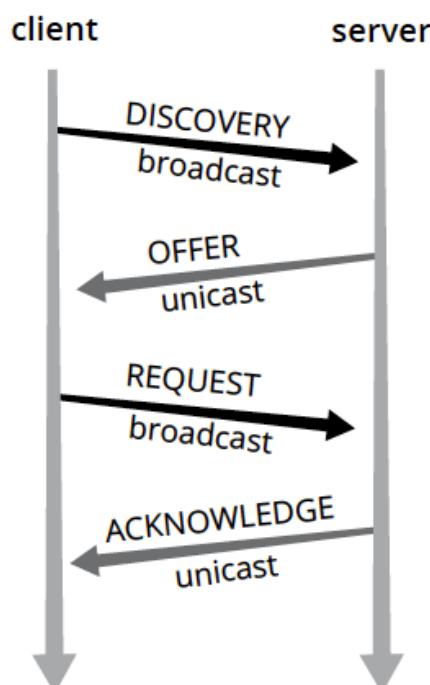
- RARP:
  - realiza a operação inversa do ARP
  - a partir do endereço físico obtém um endereço lógico
  - mesmo formato das mensagens usadas pelo ARP
  - Servidor ARP recebe a solicitação e encaminha as informações sobre o endereçamento



## Configuração Automática

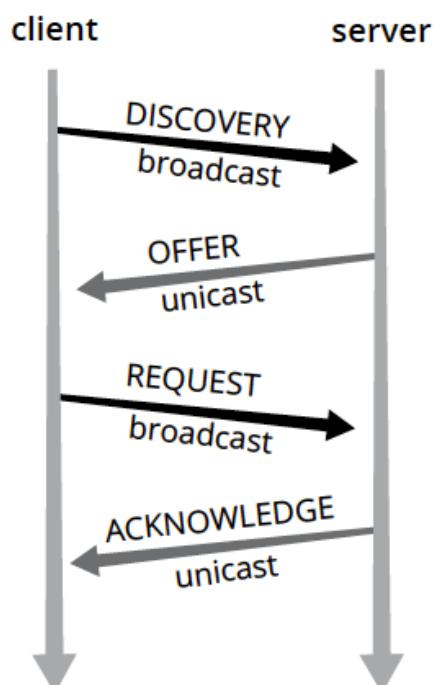
### Protocolos suportados:

- BOOTP e DHCP:
  - realizam operações semelhantes
  - DHCP é mais recente e “substituiu” BOOTP(BOOTstrap)
  - O DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) usa os protocolos UDP e IP
  - Permite o fornecimento de mais dados:
    - End. IP e Mascara
    - End. do Gateway
    - End do DNS
    - End do NTP
    - End do WINS
    - etc.



## DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

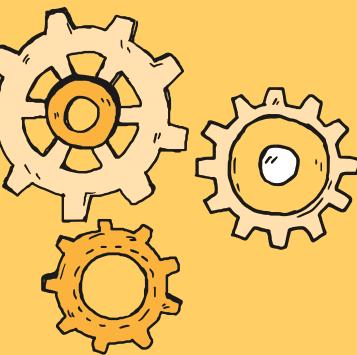
1. Cliente envia uma mensagem DHCP Discovery
  - End. de Origem – 0.0.0.0
  - End. de Destino – 255.255.255.255 (Broadcast Limitado)
2. Servidor DHCP responde com DHCP OFFER
  - Contendo endereço a ser utilizado
  - Envia a mensagem direto para o cliente
  - Não utiliza o Broadcast



## DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

3. Cliente envia uma mensagem DHCP REQUEST
  - End. de Origem – 0.0.0.0
  - End. de Destino – 255.255.255.255 (Broadcast Limitado)
4. Servidor DHCP responde com DHCP ACK
  - Confirmando a designação do Endereço

## Mecanismos de Entrega

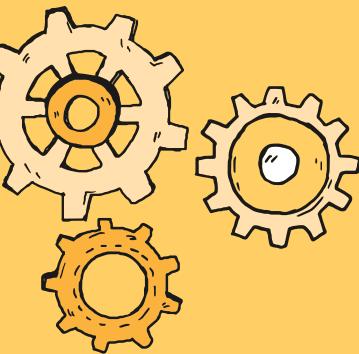


- Entrega Direta
- Entrega Indireta

## Tipos de Entrega

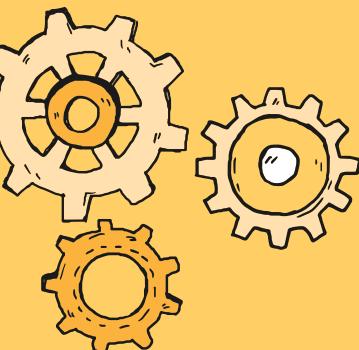
## Mecanismos de Entrega

### Entrega Direta

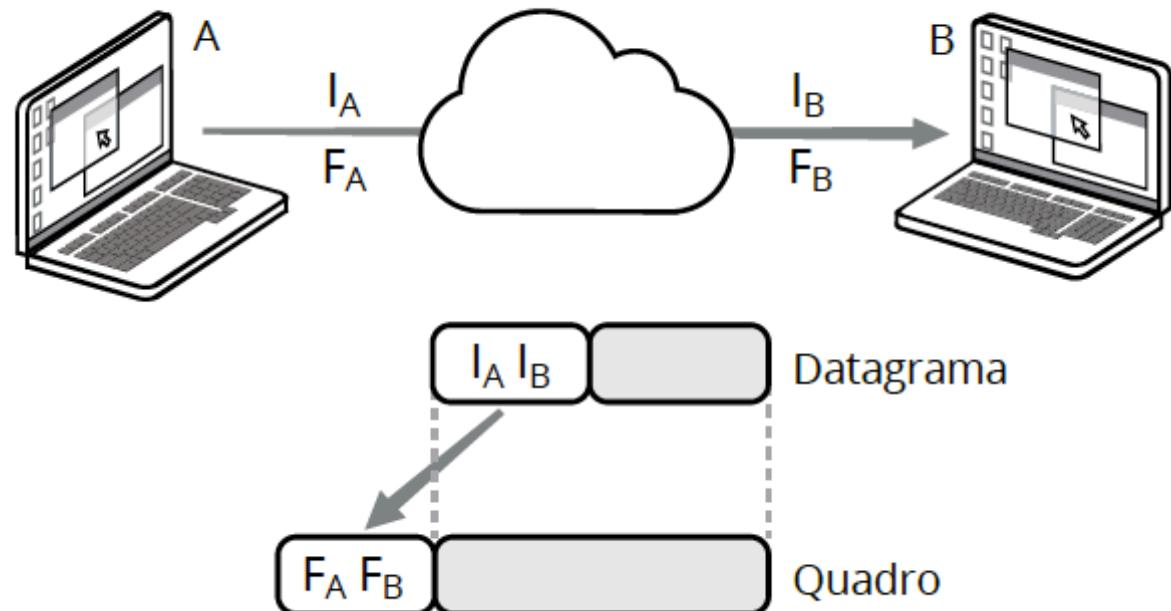


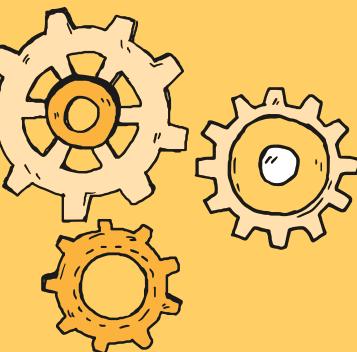
- As estações de Origem e Destino estão na mesma rede física;
- A estação de origem deve possuir o endereço Lógico e Físico da estação de Destino
- Se não possuir o endereço físico ativa o protocolo ARP
- Encapsula o datagrama no quadro da camada da rede física
- Quadro transporta os End. Lógicos e Físicos

## Mecanismos de Entrega

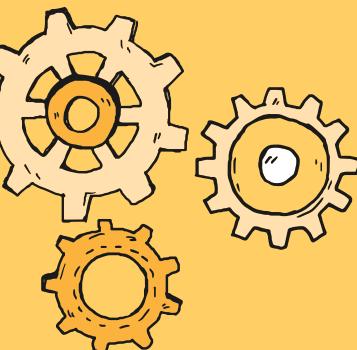


## Entrega Direta





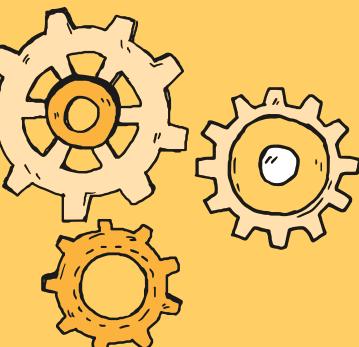
- As estações de Origem e Destino estão em redes físicas distintas.
- A estação de origem entrega o datagrama a um roteador
- Este primeiro roteador realiza a entrega para outro intermediário
- Processo se repete até que o ultimo roteador entrega a estação de destino



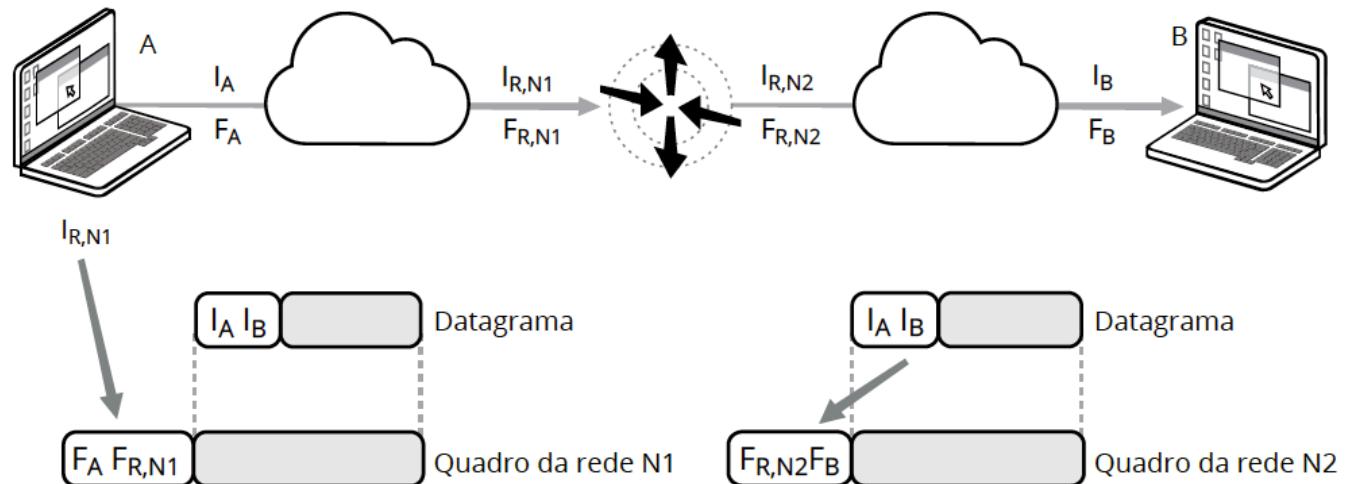
- Para que o “Gateway Padrão” possa enviar o datagrama ao próximo “Roteador” ele pode utilizar mensagens ARP em Broadcast.

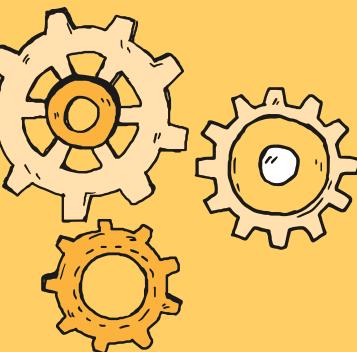
*Porque ?*

## Mecanismos de Entrega



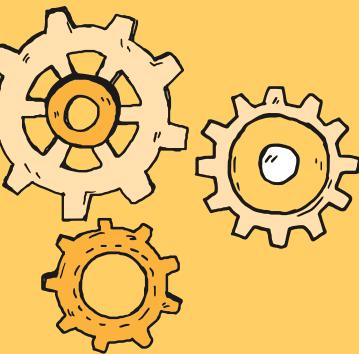
## Entrega Indireta





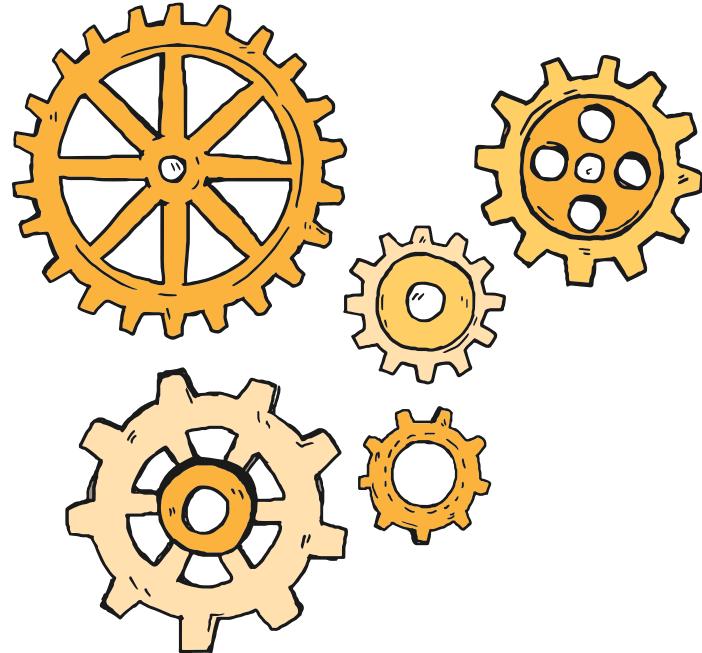
- As máquinas conectadas a uma mesma rede local fazem parte do mesmo “Domínio de Broadcast”
- Switchs e Hubs propagam, por default, quadros em broadcast
- Roteadores não propagam broadcasts

## Mecanismos de Entrega



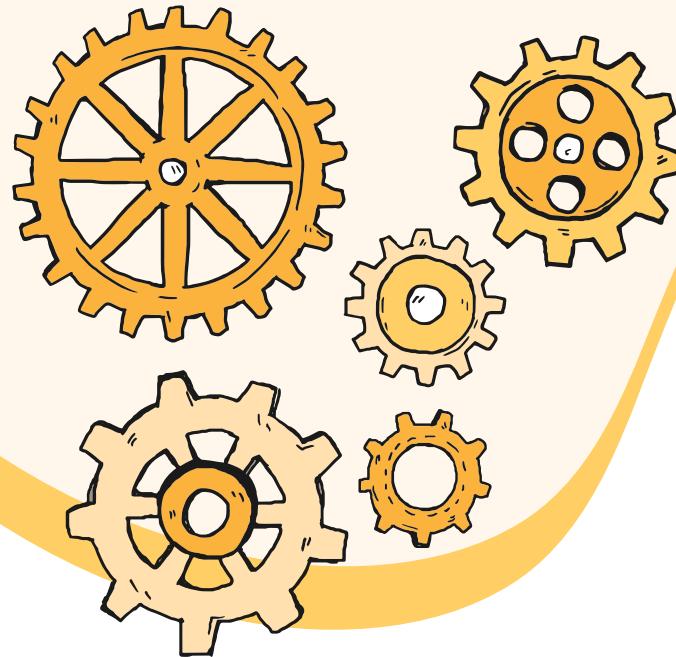
## Quadros de Broadcast

- Caso os quadros de broadcast estejam congestionando o tráfego a rede local pode ser dividida utilizando-se:
  - Vlans e Switchs
  - Sub-redes e Roteadores
- Segmentar em Vlans resolve o problema do “Domínio de colisão” mas não resolve o problema do “Domínio de Broadcast”



Perguntas???

# Interconexão de redes WAN



Aula 2 – Endereçamento IP  
Luís Rodrigo – luis.goncalves@ucp.br

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