

IMD0043

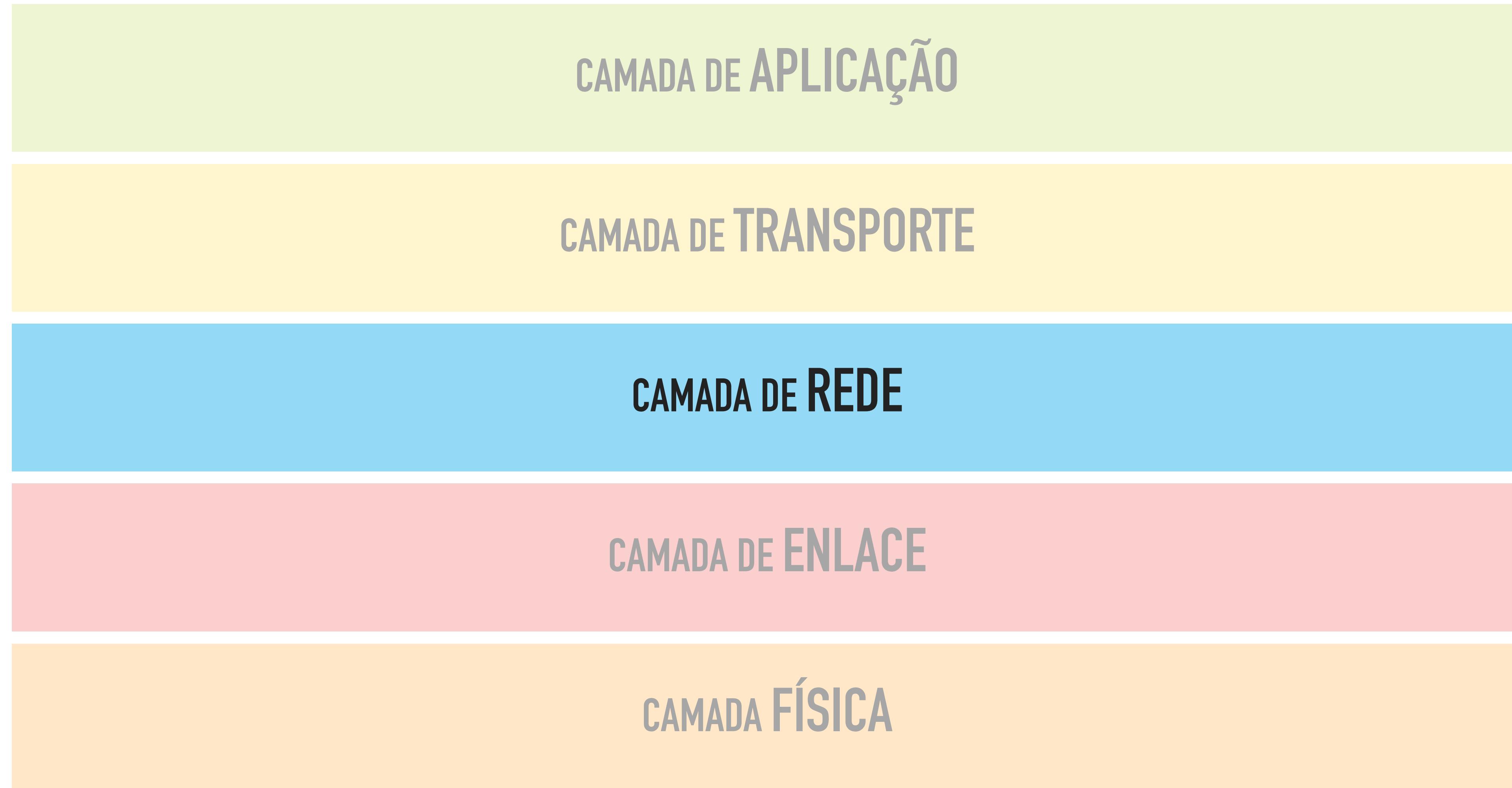
ENDEREÇAMENTO

MR. H. POTTER.
The Cupboard under the Stairs.
4, Privet Drive,
Little Whinging,
SURREY

POTTER...
d Under the Stairs,
rive,
nging,

POTTER...

ed to inform you that you have been accepted at
Witchcraft and Wizardry.
to report to the Chamber of Reception
which shall be duly advised.
part of the new



ENDEREÇAMENTO ATÉ ENTÃO...

- ▶ Cada nó tem um “nome”
 - ▶ Até então trabalhamos com nomes...
 - ▶ Assumimos que o encaminhamento/roteamento funciona com nomes
- ▶ Por que precisamos de endereços?
- ▶ Por que atribuímos endereços do jeito que atribuímos endereços?

TRÊS REQUISITOS PARA ENDEREÇAMENTO

Roteamento escalável

- ▶ Qual estado precisa ser armazenado para encaminhar pacotes?
- ▶ Qual estado precisa ser atualizado quando um novo host aparece ou sai da rede?

Encaminhamento eficiente

- ▶ Quão rápido um nó pode localizar itens em uma tabela de roteamento?

Host deve ser capaz de reconhecer pacotes destinados a ele

CAMADA DE ENLACE: ENDEREÇAMENTO HORIZONTAL

Utiliza endereços MAC

- ▶ Identificadores únicos *hard-coded* no *hardware*
- ▶ Sem informação de localização

Redes locais encaminham baseado nesses endereços horizontais

- ▶ Protocolo *spanning tree* é executado em *switches*
- ▶ Cada *switch* armazena uma entrada de encaminhamento para cada *host* conectado
- ▶ *Hosts* finais não armazenam nada

Switches encaminham o quadro ao longo das arestas da *spanning tree*

Destino é capaz de reconhecer se o quadro é destinado a ele pelo endereço

ENDERECAMENTO L2 ATENDE NOSSOS REQUISITOS?

Roteamento escalável

- ▶ Qual estado precisa ser armazenado para encaminhar pacotes?
 - ▶ Uma entrada por host por switch
- ▶ Qual estado precisa ser atualizado quando um novo host aparece ou sai da rede?
 - ▶ Uma entrada por host por switch

Encaminhamento eficiente

- ▶ Quão rápido um nó pode localizar itens em uma tabela de roteamento?
 - ▶ Busca exata pelo endereço horizontal

Host deve ser capaz de reconhecer pacotes destinados a ele

- ▶ Fácil!

CONCLUSÃO: Endereçamento L2 não permite roteamento escalável

ENDEREÇAMENTO L2 ATENDE NOSSOS REQUISITOS?

Mas como permitir roteamento escalável?

- ▶ Pequenas entradas de roteamento (menos de uma entrada por *host* por *router*)
- ▶ Pequenas atualizações (menos de uma atualização por *router* por mudança no *host*)

CAMADA 3: ENDEREÇAMENTO HIERÁRQUICO

- ▶ Define uma coleção de switches/routers para ser uma "rede"
- ▶ Usa endereços no formato: *rede* . *host*
- ▶ Roteadores sabem alcançar todas as redes do mundo
 - ▶ Algoritmos de roteamento anunciam a parte "*rede*" dos endereços
 - ▶ Tabelas de roteamento agora armazenam o *next-hop* para cada "*rede*"
- ▶ Encaminhamento:
 - ▶ Roteadores ignoram a parte "*host*" dos endereços
 - ▶ Quando um pacote chega na rede correta
 - ▶ O pacote é encaminhado usando a parte "*host*" do endereço
 - ▶ Usando camada 2 (enlace)

ESTRUTURA HIERÁRQUICA

A Internet é uma "inter-rede"

- ▶ Usada para conectar redes, e não hosts

Forma uma hierarquia natural de duas vias:

- ▶ Wide Area Network (WAN) entrega para rede certa
- ▶ Local Area Network (LAN) entrega para o host certo

ENDERECAMENTO HIERÁRQUICO

Vamos pensar em um exemplo?

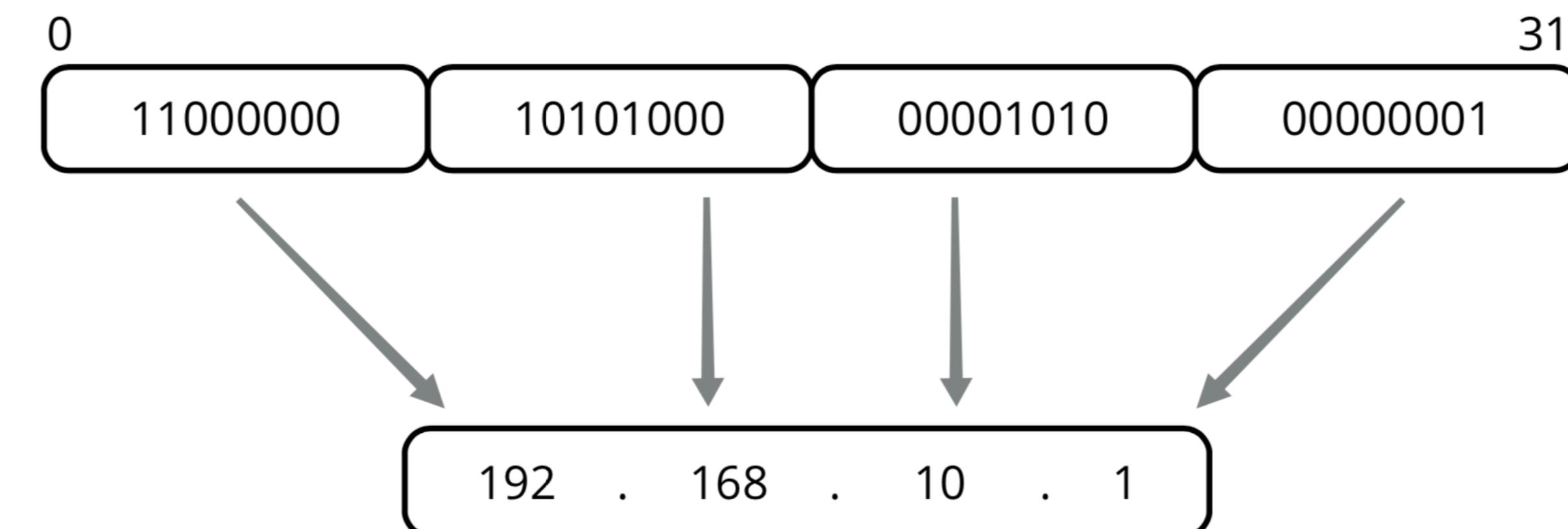
Endereçamento usando os Correios:



- ▶ País
- ▶ Cidade, CEP
- ▶ Logradouro
- ▶ Número
- ▶ Nome do destinatário

ENDERECOS IP

- ▶ Números único de 32 bits associado a um host (IPv4)
- ▶ Utiliza notação decimal-ponto

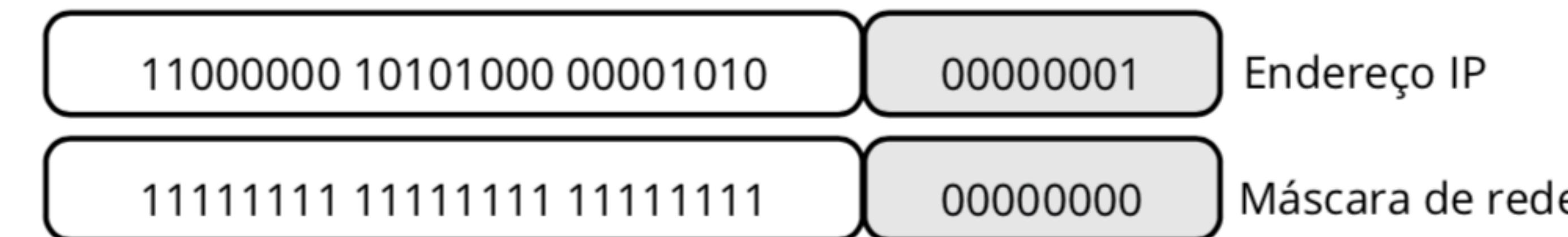


ENDERECOS IP



máscara de rede!

ENDERECOS IP



192.168.10.1 255.255.255.0

192.168.10.1/24

notação com / indica o identificador da rede

MECANISMO ORIGINAL DE ENDEREÇAMENTO

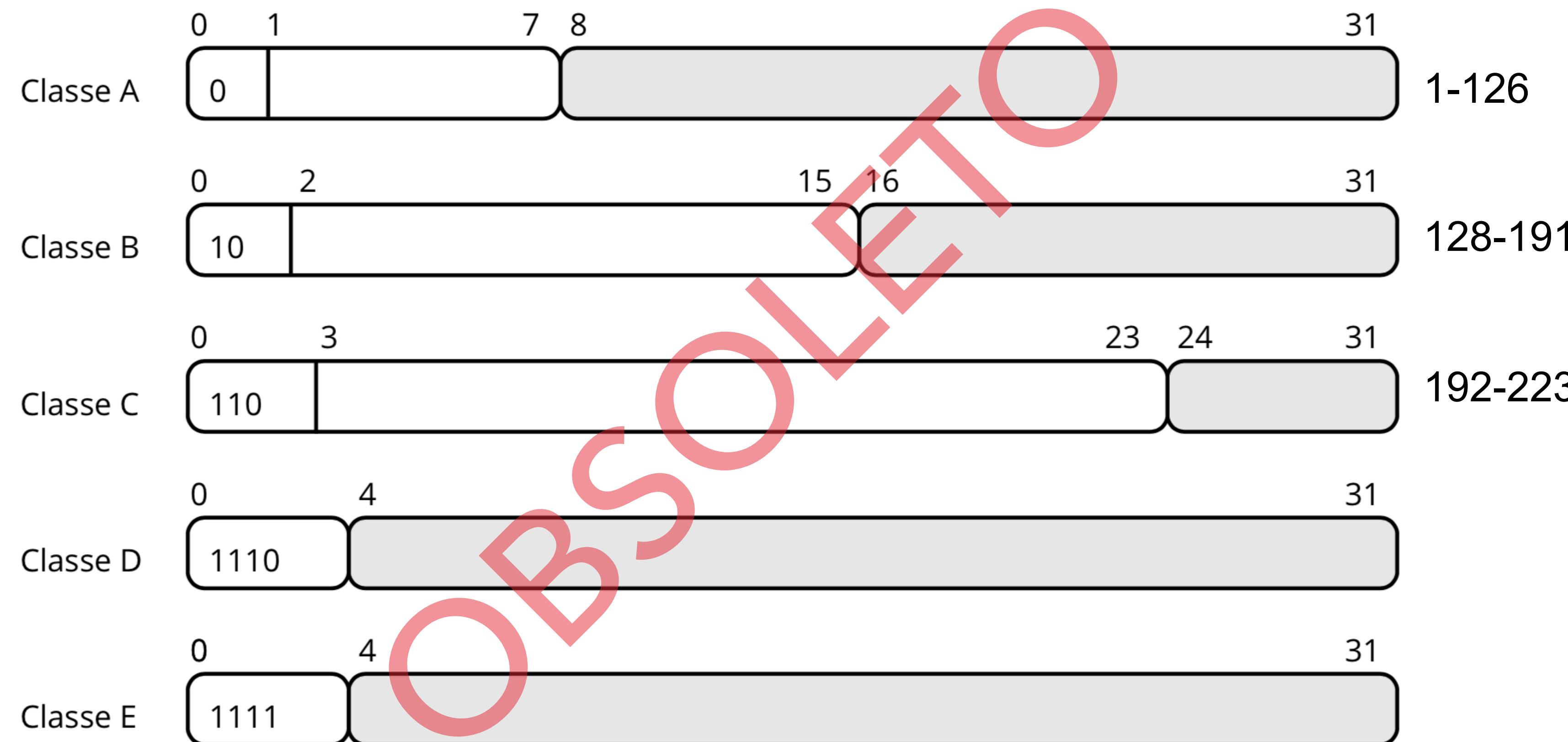
Baseado em classes pré definidas, com partes fixas para rede e para hosts

Mecanismo substituído, não sendo mais adotado!

Exemplo, com 8 bits para rede (/8):

- ▶ Quantas redes podemos suportar com 8 bits? **256**
- ▶ Assume que 256 redes seriam suficientes!
- ▶ Hoje temos **milhões!**

MECANISMO ORIGINAL DE ENDEREÇAMENTO



ENDERECAMENTO ATUALMENTE: CIDR

CIDR: *Classless Inter-Domain Routing*

- ▶ Flexibilidade na divisão das partes de rede e host em um endereço (*variable-length subnet masking - VLSM*)
- ▶ Prefixo é o endereço de rede
- ▶ Sufixo é o endereço do host
- ▶ Exemplo:
- ▶ 128.84.129.5/23 é um endereço com:
 - ▶ Primeiros 23 bits destinados a identificar a rede
 - ▶ Últimos 9 bits destinados a identificar o host
 - ▶ Terminologia: "barra 23"



ALOCANDO ENDEREÇOS

ICANN: *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*

- ▶ Aloca grandes blocos de endereços para os Registros Regionais da Internet (*Regional Internet Registries - RIR*)
 - ▶ Ex: ARIN, LACNIC, ...
- ▶ Os RIRs alocam blocos de endereços para os Provedores de Serviço de Internet (*Internet Service Providers - ISP*)
- ▶ Os ISPs alocam endereços para usuários e organizações pequenas
- ▶ Exemplo *fake*:
 - ▶ ICANN → LACNIC → Net Claro → UFRN → IMD → Eu

ALOCANDO ENDEREÇOS: EXEMPLO FAKE

- ▶ ICANN entrega a LACNIC vários blocos /8 — 101.*.*.*, 128.*.*.*, ...
- ▶ LACNIC entrega Net Claro um bloco /8 — 128.*.*.*/8 (*pode suportar 2^{24} hosts*)
 - ▶ Prefixo de rede: 10000000
- ▶ Net Claro entrega UFRN um bloco /16 — 128.84.*.*/16 (*pode suportar 2^{16} hosts*)
 - ▶ Prefixo de rede: 10000000 01010100
- ▶ UFRN entrega IMD um bloco /24 — 128.84.139.*/24 (*pode suportar 2^8 hosts*)
 - ▶ Prefixo de rede: 10000000 01010100 10001011
- ▶ IMD entrega para mim um endereço específico 128.84.139.5
 - ▶ Endereço IP: 10000000 01010100 10001011 00000101

Subnetting!

ENDERECOS RESERVADOS

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

ENDERECOS PRIVADOS

Rede	Início da faixa	Fim da faixa	# Hosts
10.0.0.0/8	10.0.0.0	10.255.255.255	2^{24}
172.16.0.0/12	172.16.0.0	172.31.255.255	2^{20}
192.168.0.0/16	192.168.0.0	192.168.255.255	2^{16}

ISSO ATENDE NOSSOS REQUISITOS?

- ▶ Primeiro, precisamos entender o roteamento na Internet
- ▶ E para isso, precisamos entender a Internet!