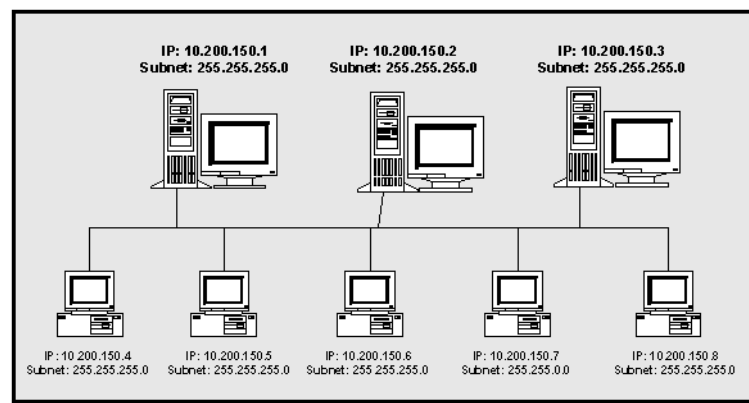


.: Endereçamento IP

O uso de computadores em rede e, é claro, a Internet, requer que cada máquina tenha um identificador que a diferencie das demais. Para isso é necessário que cada computador tenha um endereço, alguma forma de ser encontrado na rede. É nesse ponto que entra em cena o endereço IP, cujo conceito é explicado nas próximas linhas.

.: Configurações do protocolo TCP/IP para um computador em rede

Quando utilizamos o TCP/IP como protocolo de comunicação em uma rede de computadores, temos alguns parâmetros que devem ser configurados em todos os equipamentos que fazem parte da rede (computadores, servidores, hubs, switches, impressoras de rede, etc). Na Figura a seguir temos uma visão geral de uma pequena rede baseada no protocolo TCP/IP:



Uma rede baseada no protocolo TCP/IP.

No exemplo da Figura, temos uma rede local para uma pequena empresa. Esta rede local está isolada, ou seja, não está conectada a outras redes ou à Internet. Neste caso, cada computador da rede precisa de, pelo menos, dois parâmetros configurados:

Número IP Máscara de rede

A arquitetura TCP/IP propõe esquema de endereçamento universal – endereçamento IP – que deve identificar unicamente uma rede na internet e identificar unicamente cada máquina de uma rede.

Devemos notar que um endereço IP não identifica uma máquina individual, mas uma conexão à inter-rede. Assim, um gateway conectando a **n** redes tem **n** endereços IP diferentes, um para cada conexão. Os endereços IP podem ser usados para nos referirmos a redes quanto a um host individual.

*Existem duas versões do protocolo IP: o **IPV4** é a versão atual, que utilizamos na grande maioria das situações, enquanto o **IPV6** é a versão atualizada, que prevê um número brutalmente maior de endereços e deve se popularizar a partir de 2012 ou 2014, quando os endereços IPV4 começarem a se esgotar.*

O Número IP é um número no seguinte formato: **x.y.z.w**, ou seja, são quatro números separados por ponto. No IPV4, os endereços IP são compostos por 4 blocos de 8 bits (32 bits no total), que são representados através de números de 0 a 255 (cobrindo as 256 possibilidades permitidas por 8 bits), como "200.156.23.43" ou "64.245.32.11". Os grupos de 8 bits que formam o endereço são chamados de "**octetos**", o que dá origem a expressões como "o primeiro octeto do endereço". De qualquer forma, a divisão dos endereços em octetos, e o uso de números decimais, servem apenas para facilitar a configuração para nós, seres humanos. Quando processados, os endereços são transformados em binários, como "11001000100110010001011100101011".

As faixas de endereços iniciadas com "**10**", "**192.168**", ou de "**172.16**" até "**172.31**" são reservadas para uso em **redes locais**, e por isso **não** são usadas na Internet. Os roteadores que compõem a grande rede são configurados para ignorar pacotes provenientes destas faixas de endereços, de forma que as inúmeras redes locais que utilizam endereços na faixa "**192.168.0.x**" (por exemplo) podem conviver pacificamente, sem entrar em conflito.

No caso dos endereços válidos na Internet, as regras são mais restritas. A entidade global responsável pelo registro e atribuição dos endereços é a IANA (<http://www.iana.org/>), que delega faixas de endereços às RIRs (Regional Internet Registries), entidades menores, que ficam responsáveis por delegar os endereços regionalmente. Nos EUA, por exemplo, a entidade responsável é a ARIN (<http://www.arin.net/>) e no Brasil é a LACNIC (<http://www.lacnic.net/pt/>). Estas entidades são diferentes das responsáveis pelo registro de domínios, como o Registro.br.

As operadoras, carriers e provedores de acesso pagam uma taxa anual à RIR responsável, que varia de US\$ 1.250 a US\$ 18.000 (de acordo com o volume de endereços requisitados) e embutem o custo nos links revendidos aos clientes. Note que estes valores são apenas as taxas pelo uso dos endereços, não incluem o custo dos links, naturalmente.

Ao conectar via ADSL ou outra modalidade de acesso doméstico, você recebe um único IP válido. Ao alugar um servidor dedicado você recebe uma faixa com 5 ou mais endereços e, ao alugar um link empresarial você pode conseguir uma faixa de classe C inteira. Mas, de qualquer forma, os endereços são definidos "de cima para baixo" de acordo com o plano ou serviço contratado e você não pode escolher quais endereços utilizar.

Embora aparentem ser uma coisa só, os endereços IP incluem duas informações: o **endereço da rede** e o **endereço do host** dentro da rede. Em uma rede doméstica, por exemplo, você poderia utilizar os endereços "192.168.1.1", "192.168.1.2" e "192.168.1.3", classe C, onde o "192.168.1." é o endereço da rede (e por isso não muda) e o último número (1, 2 e 3) identifica os três micros que fazem parte dela.

Não podem existir duas máquinas, com o mesmo número IP, dentro da mesma rede. Caso se configure um novo equipamento com o mesmo número IP de uma máquina já existente, será gerado um conflito de Número IP, e um dos equipamentos, muito provavelmente o novo que está sendo configurado, não conseguirá se comunicar com a rede. O valor máximo para cada um dos números (x, y, z ou w) é 255. O número de IP tem 4 bytes de tamanho e tem um formato específico, xxx.xxx.xxx.xxx (por exemplo: 200.241.216.20). Isso significa que cada agrupamento xxxx só pode ir de 0 à 255 (pois essa é a capacidade de 1 byte).

Uma parte do Número IP (1, 2 ou 3 dos 4 números) é a identificação da rede, a outra parte é a identificação da máquina dentro da rede. O que define quantos dos quatro números fazem parte da identificação da rede, e quantos fazem parte da identificação da máquina, é a máscara de rede. Vamos considerar o exemplo de um dos computadores da rede da Figura:

Número IP: 10.200.150.1
Máscara de rede: 255.255.255.0

As três primeiras partes da máscara de sub-rede iguais a 255 indicam que os três primeiros números representam a identificação da rede e o último número é a identificação do equipamento dentro da rede. Para o nosso exemplo teríamos a rede: **10.200.150**, ou seja, todos os equipamentos do nosso exemplo fazem parte da rede **10.200.150** ou, em outras palavras, o número IP de todos os equipamentos da rede começam com **10.200.150**.

Neste exemplo, onde estamos utilizando os três primeiros números para identificar a rede e somente o quarto número para identificar o equipamento, temos um limite de 254 equipamentos que podem ser ligados nesta rede. Observe que são **254** e não 256, pois o primeiro número (10.200.150.**0**) e o último número (10.200.250.**255**) não podem ser utilizados como números IP de equipamentos de rede. Pois o primeiro é o próprio número da rede, e o último é o endereço de Broadcast. Ao enviar uma mensagem para o endereço de Broadcast, todas as máquinas da rede receberão a mensagem.

Com base no exposto, podemos apresentar a seguinte definição:

Para se comunicar em uma rede baseada no protocolo TCP/IP, todo equipamento deve ter, pelo menos, um número IP e uma máscara de rede, sendo que todos os equipamentos da rede devem ter a mesma máscara de rede.

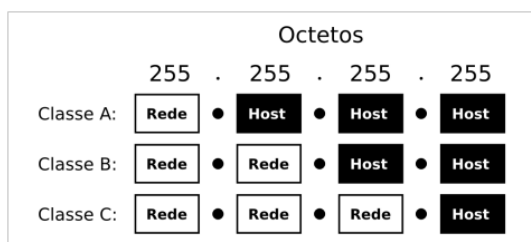
No exemplo da figura anterior observe que o computador com o IP 10.200.150.7 está com uma máscara de rede diferente da máscara de rede dos demais computadores da rede. Este computador está com a máscara: 255.255.0.0 e os demais computadores da rede estão com a máscara de rede 255.255.255.0. Neste caso, é como se o computador com o IP 10.200.150.7 pertencesse à outra rede (10.200). Na prática o que irá acontecer é que este computador não conseguirá se comunicar com os demais computadores da rede, por ter uma máscara de rede diferente dos demais. Este é um dos erros de configuração mais comuns. Se a máscara de rede estiver incorreta, ou seja, diferente da máscara dos demais computadores da rede, o computador com a máscara de rede incorreta não conseguirá comunicar-se na rede.

Na Tabela a seguir temos alguns exemplos de máscaras de rede e do número máximo de equipamentos em cada uma das respectivas redes.

.: Classes Padrões de IPs

Inicialmente, os endereços IP foram divididos em classes, denominadas A, B, C, D e E. Destas, apenas as classes A, B e C são realmente usadas, já que as classes D e E são reservadas para recursos experimentais e expansões futuras. Cada classe reserva um número diferente de octetos para o endereçamento da rede. Na classe A, apenas o primeiro octeto identifica a rede, na classe B são usados os dois primeiros octetos e na classe C temos os três primeiros octetos reservados para a rede e apenas o último reservado para a identificação dos hosts dentro dela.

O que diferencia uma classe de endereços da outra é o valor do primeiro octeto. Se for um número entre 1 e 126 temos um endereço de classe A. Se o valor do primeiro octeto for um número entre 128 e 191, então temos um endereço de classe B e, finalmente, caso o primeiro octeto seja um número entre 192 e 223, temos um endereço de classe C.



Classe	Máscara em binário	Decimal
A	11111111.00000000.00000000.00000000	255.0.0.0
B	11111111.11111111.00000000.00000000	255.255.0.0
C	11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0

Tabela: Exemplos de máscara de rede.

Classe	Máscara	Número de redes	Número de equipamentos na rede
A	255.0.0.0	126	16.777.214
B	255.255.0.0	16.384	65.534
C	255.255.255.0	2.097.150	254

.: Endereços para Redes internas

A tabela abaixo resume os endereços usados pelas redes classes A, B e C, bem como as respectivas faixas reservadas para redes internas (redes locais):

Classe	Faixas de IPs (Internet)	Para Redes Internas (Locais)
A	1.0.0.0 a 126.255.255.255	10.0.0.0 a 10.255.255.255
B	128.1.0.0 a 191.254.255.255	172.16.0.0 a 172.31.255.255 e 169.254.0.0 a 169.254.255.255
C	192.0.1.0 a 223.255.254.255	192.168.0.0 a 192.168.255.255

Se você não pretende conectar sua rede à Internet, você pode utilizar qualquer faixa de endereços IP válidos e tudo irá funcionar sem problemas. Mas, a partir do momento em que você resolver conectá-los à Web, os endereços da sua rede poderão entrar em conflito com endereços já usados na Web.

Para resolver este problema, basta utilizar uma das faixas de endereços reservados (para redes internas, tabela anterior). Estas faixas são reservadas justamente ao uso em redes internas, por isso não são roteadas na Internet.

Classe A 105.216.56.185 45.210.173.98 124.186.45.190 89.42.140.202 34.76.104.205 98.65.108.46

Classe B 134.65.108.207 189.218.34.100 156.23.219.45 167.45.208.99 131.22.209.198 190.22.107.34

Classe C 222.45.198.205 196.45.32.145 218.23.108.45 212.23.187.98 220.209.198.56 198.54.89.3

Ao montar uma rede de micros, você pode escolher livremente redes classe A, B e C, usando as faixas de endereços usadas para redes internas. Se a sua rede é muito pequena e não tem perspectivas de ultrapassar os 256 micros, pode escolher classe C. Por exemplo, 192.168.0.1 a 192.168.0.255.

Se sua rede tem chance de chegar a algumas centenas de máquinas, é recomendável não começar com classe C. Escolha então uma rede de classes A ou B. Em qualquer caso, você sempre poderá escolher a rede interna classe A (10.0.0.0 a 10.255.255.255). Apesar de comportar até 16 milhões de máquinas, funcionará igualmente se o número de máquinas for pequeno. Podemos chegar ao cúmulo de ter uma rede com apenas dois micros, usando os endereços 10.0.0.1 e 10.0.0.2.

A vantagem em super dimensionar a classe é que não será preciso mudar endereços caso a rede um dia venha a crescer.

NOTA: As classes apenas definem quantas redes e hosts um número de IP tem. O IETF (Internet Engenniering Task Force, ou Força Tarefa de Engenharia da Internet) está estudando a expansão desses números (IPv6), pois estão quase que todos alocados (IPv4).

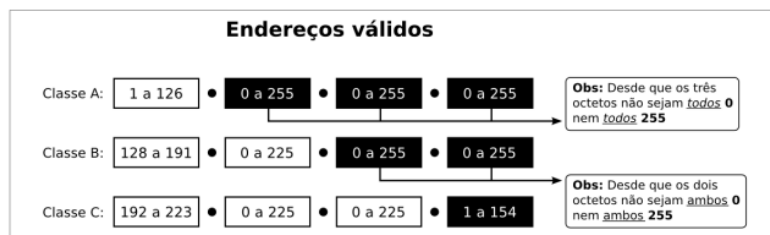
As máscaras de rede identificam a classe do número de IP. À primeira vista, isso parece desnecessário, pois basta olhar o primeiro número do número do IP para determinar sua classe. Mas acontece que um número de IP classe A pode funcionar como classe B, ou classe C, dependendo da estrutura interna de sua rede. Um exemplo: Imagine uma empresa com 200 filiais no Brasil, conectadas por uma rede própria. A matriz tem um número de IP classe A, digamos 100 e distribui suas sub-redes da seguinte forma:

100.1.0.0	Matriz
100.2.0.0	Filial 1
100.3.0.0	Filial 2
100.201.0.0	Filial 200

Para as filiais, o número de IP (ex: 100.201.0.0) é de classe B, pois só tem 16.384 sub-redes disponíveis, embora comece com 100. Dentro das filiais ainda é possível se distribuir sub-redes, as quais teriam número de IP classe C.

.: Endereços Válidos e Inválidos

Na ilustração abaixo temos um resumo das regras para endereços TCP/IP válidos:



Como você pode notar no diagrama, nem todas as combinações de endereços são permitidas, pois o primeiro endereço (0) é reservado à identificação da rede, enquanto o último (255) é reservado ao endereço de broadcast, que é usado quando alguma estação precisa enviar um pacote simultaneamente para todos os micros dentro do segmento de rede.

Os pacotes de broadcast são usados para, por exemplo, configurar a rede via DHCP e localizar os compartilhamentos de arquivos dentro de uma rede Windows (usando o antigo protocolo NetBIOS). Mesmo os switches e hub-switches detectam os pacotes de broadcast e os transmitem simultaneamente para todas as portas. A desvantagem é que, se usados extensivamente, eles prejudicam o desempenho da rede.

.: Lista de endereços inválidos

Endereço inválido	Por que?
0.xxx.xxx.xxx	Nenhum endereço IP pode começar com zero, pois ele é usado para o endereço da rede. A única situação em que um endereço começado com zero é usado, é quando um servidor DHCP responde à requisição da estação. Como ela ainda não possui um endereço definido, o pacote do servidor é endereçado ao endereço MAC da estação e ao endereço IP "0.0.0.0", o que faz com que o switch o envie para todos os micros da rede.
127.xxx.xxx.xxx	Nenhum endereço IP pode começar com o número 127, pois essa faixa de endereços é reservada para testes e para a interface de loopback. Se por exemplo você tiver um servidor de SMTP e configurar seu programa de e-mail para usar o servidor 127.0.0.1, ele acabará usando o servidor instalado na sua própria máquina. O mesmo acontece ao tentar acessar o endereço 127.0.0.1 no navegador: você vai cair em um servidor web habilitado na sua máquina. Além de testes em geral, a interface de loopback é usada para comunicação entre diversos programas, sobretudo no Linux e outros sistemas Unix.
255.255.255.255 xxx.255.255.255 xxx.xxx.255.255 xxx.xxx.xxx.255	Nenhum identificador de rede pode ser todo 255 e nenhum identificador de host pode ser composto apenas de endereços 255, seja qual for a classe do endereço. Outras combinações são permitidas, como em 65.34.255.197 (num endereço de classe A) ou em 165.32.255.78 (num endereço de classe B).
xxx.0.0.0 xxx.xxx.0.0 xxx.xxx.xxx.0	Nenhum identificador de host pode ser composto apenas de zeros, seja qual for a classe do endereço. Como no exemplo anterior, são permitidas outras combinações como 69.89.0.129 (classe A) ou 149.34.0.95 (classe B).
xxx.xxx.xxx.255 xxx.xxx.xxx.0	Nenhum endereço de classe C pode terminar com 0 ou com 255, pois como já vimos, um host não pode ser representado apenas por valores 0 ou 255. Os endereços xxx.255.255.255, xxx.xxx.255.255 e xxx.xxx.xxx.255 são sinais de broadcast que são destinados simultaneamente à todos os computadores da rede. Estes endereços são usados, por exemplo, numa rede onde existe um servidor DHCP, para que as estações possam receber seus endereços IP cada vez que se conectam à rede.

Nota: Os endereços acima de 224 (inclusive) são reservados para protocolos especiais.

.: Endereço de Loopback

- O endereço **127. 0 . 0 . 0** da classe A é reservado para testes de conectividade do TCP/IP. O endereço **127.0.0.1** aponta para a própria máquina (localhost);
- É usado para testes do TCP / IP e para comunicação interprocessos em uma máquina local;
- Quando uma aplicação usa o endereço de "loopback" como destino, o software do protocolo TCP/IP devolve os dados sem gerar tráfego na rede;
- É a forma simples de fazer com que um cliente local fale com o servidor local correspondente, sem que se tenha de alterar o programa cliente e/ou o programa servidor;
- Do ponto de vista do programador de aplicações, seu software funciona sempre do mesmo jeito, não importando se está ou não usando a rede de comunicação.

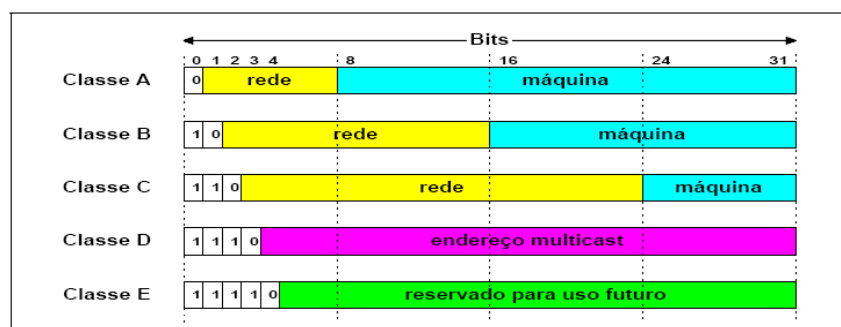
Como os endereços IP usados em redes locais são semelhantes aos IPs da internet, usa-se um padrão conhecido como IANA (Internet Assigned Numbers Authority) para a distribuição de endereços nestas redes. Assim, determinadas faixas de IP são usadas para redes locais, enquanto que outras são usadas na internet. Como uma rede local em um prédio não se comunica a uma rede local em outro lugar (a não ser que ambas sejam interconectadas) não há problemas de um mesmo endereço IP ser utilizado nas duas redes. Já na internet, isso não pode acontecer. Nela, cada computador precisa de um IP exclusivo.

Dentro de redes locais, é possível usar máscaras diferentes para utilizar os endereços IP disponíveis de formas diferentes das padrão. O importante neste caso é que todos os micros da rede sejam configurados com a mesma máscara, caso contrário você terá problemas de conectividade, já que tecnicamente os micros estarão em redes diferentes.

Um exemplo comum é o uso da faixa de endereços 192.168.0.x para redes locais. Originalmente, esta é uma faixa de endereços classe C e por isso a máscara padrão é 255.255.255.0. Mesmo assim, muita gente prefere usar a máscara 255.255.0.0, o que permite mudar os dois últimos octetos (192.168.x.x). Neste caso, você poderia ter dois micros, um com o IP "192.168.2.45" e o outro com o IP "192.168.34.65" e ambos se enxergariam perfeitamente, pois entenderiam que fazem parte da mesma rede. Não existe problema em fazer isso, desde que você use a mesma máscara em todos os micros da rede.

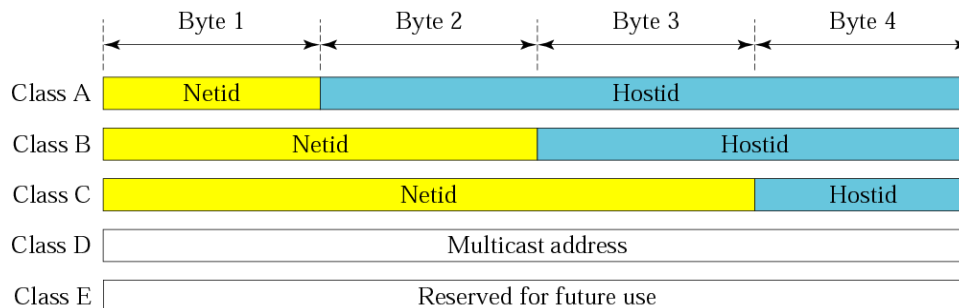
.: Endereçamento IP - Classes Padrões de Endereços

Inicialmente foram definidas cinco classes de endereços, identificadas pelas letras: A, B, C, D e E.



Esta classificação fornece os seguintes limites de endereçamento, lembrando que alguns endereços são reservados:

Classe	Menor Endereço	Maior Endereço
A	1 . 0 . 0 . 0	126 . 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	247 . 255 . 255 . 255



As Classes A, B e C são divididas em 2 partes: Netid (Id da Rede) e Hostid (Id do Host).

No roteamento baseado em classes, as mesmas são fixas:

Classe A: Prefixo de 8 bits

Classe B: Prefixo de 16 bits

Classe C: Prefixo de 24 bits

∴ Redes Classe A

Esta classe foi definida como tendo o primeiro bit do número IP como sendo igual a zero. Com isso o primeiro número IP somente poderá variar de 1 até 126 (na prática até 127, mas o número 127 é um número reservado). Observe no esquema a seguir, que o primeiro bit sendo 0, o valor máximo (quando todos os demais bits são iguais a 1) a que se chega é de 127.

Os endereços IP da classe A são usados em locais onde é necessário poucas redes, mas uma grande quantidade de máquinas nelas. Para isso, o primeiro byte é usado como identificador da rede e os demais servem como identificador dos computadores:

	0	1	1	1	1	1	1	1
Multiplica por:	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
equivale a:	128	64	32	16	8	4	2	1
Multiplicação:	0x128	1x64	1x32	1x16	1x8	1x4	1x2	1x1
Resulta em:	0	64	32	16	8	4	2	1
Somando tudo:	0+64+32+16+8+4+2+1							
Resulta em:	127							

O número 127 não é utilizado como rede Classe A, pois é um número especial, reservado para fazer referência ao próprio computador. O número 127.0.0.1 é um número especial, conhecido como localhost. Ou seja, sempre que um programa fizer referência a localhost ou ao número 127.0.0.1, estará fazendo referência ao computador onde o programa está sendo executado.

Por padrão, para a Classe A, foi definida a seguinte máscara de sub-rede: 255.0.0.0. Com esta máscara de sub-rede observe que temos 8 bits para o endereço da rede e 24 bits para o endereço da máquina dentro da rede. Com base no número de bits para a rede e para as máquinas, podemos determinar quantas redes Classe A podem existir e qual o número máximo de máquinas por rede. Para isso utilizamos a fórmula a seguir:

$2^n - 2$, onde “n” representa o número de bits utilizado para a rede ou para a identificação da máquina dentro da rede.

Número de redes Classe A

Número de bits para a rede: 7. Como o primeiro bit sempre é zero, este não varia. Por isso sobram 7 bits (8-1) para formar diferentes redes:

$2^7 - 2 \rightarrow 128 - 2 \rightarrow 126$ redes Classe A

Número de máquinas (hosts) em uma rede Classe A

Número de bits para identificar a máquina: 24

$2^{24} - 2 \rightarrow 16777216 - 2 \rightarrow 16.777.214$ máquinas em cada rede classe A.

Na Classe A temos apenas um pequeno número de redes disponíveis, porém um grande número de máquinas em cada rede.

Já podemos concluir que este número de máquinas, na prática, jamais será instalado em uma única rede. Com isso observe que, com este esquema de endereçamento, teríamos poucas redes Classe A (apenas 126) e com um número muito grande de máquinas em cada rede. Isso causaria desperdício de endereços IP, pois se o endereço de uma rede Classe A fosse disponibilizado para um empresa, esta utilizaria apenas uma pequena parcela dos endereços disponíveis e todos os demais endereços ficariam sem uso. Para resolver esta questão é que passou-se a utilizar a divisão em sub-redes.

.: Redes Classe B

Esta classe foi definida como tendo os dois primeiros bits do número IP como sendo sempre iguais a 1 e 0. Com isso o primeiro número do endereço IP somente poderá variar de 128 até 191. Como o segundo bit é sempre 0, o valor do segundo bit que é 64 nunca é somado para o primeiro número IP, com isso o valor máximo fica em: 255-64, que é o 191. Observe, no esquema a seguir, que o primeiro bit sendo 1 e o segundo sendo 0, o valor máximo (quando todos os demais bits são iguais a 1) a que se chega é de 191.

Os endereços IP da classe B são usados nos casos onde a quantidade de redes é equivalente ou semelhante à quantidade de computadores. Para isso, usa-se os dois primeiros bytes do endereço IP para identificar a rede e os restantes para identificar os computadores:

	1	0	1	1	1	1	1	1
Multiplica por:	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
equivale a:	128	64	32	16	8	4	2	1
Multiplicação:	1x128	0x64	1x32	1x16	1x8	1x4	1x2	1x1
Resulta em:	128	0	32	16	8	4	2	1
Somando tudo:	128+0+32+16+8+4+2+1							
Resulta em:	191							

Por padrão, para a Classe B, foi definida a seguinte máscara de sub-rede: **255.255.0.0**. Com esta máscara de rede observe que temos 16 bits para o endereço da rede e 16 bits para o endereço da máquina dentro da rede. Com base no número de bits para a rede e para as máquinas, podemos determinar quantas redes Classe B podem existir e qual o número máximo de máquinas por rede. Para isso utilizamos a fórmula a seguir:

$2^n - 2$, onde "n" representa o número de bits utilizado para a rede ou para a identificação da máquina dentro da rede.

Número de redes Classe B

Número de bits para a rede: 14. Como o primeiro e o segundo bit são sempre 10, fixos, não variam, sobram 14 bits (16-2) para formar diferentes redes:

$2^{14} - 2 \rightarrow 16.384 - 2 \rightarrow 16.382$ redes Classe B

Número de máquinas (hosts) em uma rede Classe B

Número de bits para identificar a máquina: 16

$2^{16} - 2 \rightarrow 65.536 - 2 \rightarrow 65.534$ máquinas em cada rede classe B

Na Classe B temos um número razoável de redes Classe B, com um bom número de máquinas em cada rede.

O número máximo de máquinas, por rede Classe B já está mais próximo da realidade para as redes de algumas grandes empresas tais como Microsoft, IBM, HP, GM, etc. Mesmo assim, para muitas empresas menores, a utilização de um endereço Classe B, representa um grande desperdício de números IP. É possível usar um número diferente de bits para a máscara de sub-rede, ao invés dos 16 bits definidos por padrão para a Classe B (o que também é possível com Classe A e Classe C). Com isso posso dividir uma rede classe B em várias sub-redes menores, com um número menor de máquinas em cada sub-rede.

∴ Redes Classe C

Esta classe foi definida como tendo os três primeiros bits do número IP como sendo sempre iguais a 1, 1 e 0. Com isso o primeiro número do endereço IP somente poderá variar de 192 até 223. Como o terceiro bit é sempre 0, o valor do terceiro bit que é 32 nunca é somado para o primeiro número IP, com isso o valor máximo fica em: $255 - 32$, que é 223. Observe, no esquema a seguir, que o primeiro bit sendo 1, o segundo bit sendo 1 e o terceiro bit sendo 0, o valor máximo (quando todos os demais bits são iguais a 1) a que se chega é de 223.

Os endereços IP da classe C são usados em locais que requerem grande quantidade de redes, mas com poucas máquinas em cada uma. Assim, os três primeiros bytes são usados para identificar a rede e o último é utilizado para identificar as máquinas:

	1	1	0	1	1	1	1	1
Multiplica por:	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
equivale a:	128	64	32	16	8	4	2	1
Multiplicação:	1×128	1×64	0×32	1×16	1×8	1×4	1×2	1×1
Resulta em:	128	64	0	16	8	4	2	1
Somando tudo:	$128+64+0+16+8+4+2+1$							
Resulta em:	223							

Por padrão, para a Classe C, foi definida a seguinte máscara de sub-rede: **255.255.255.0**. Com esta máscara de sub-rede observe que temos 24 bits para o endereço da rede e apenas 8 bits para o endereço da máquina dentro da rede. Com base no número de bits para a rede e para as máquinas, podemos determinar quantas redes Classe C podem existir e qual o número máximo de máquinas por rede. Para isso utilizamos a fórmula a seguir:

$2^n - 2$, onde “n” representa o número de bits utilizado para a rede ou para a identificação da máquina dentro da rede.

Número de redes Classe C

Número de bits para a rede: 24. Como o primeiro, o segundo e o terceiro bit são sempre 110, ou seja: fixos, não variam, sobram 21 bits ($24-3$) para formar diferentes redes:

$2^{21}-2 \rightarrow 2.097.152-2 \rightarrow 2.097.150$ redes Classe C

Número de máquinas (hosts) em uma rede Classe C:

Número de bits para identificar a máquina: 8

$2^8-2 \rightarrow 256-2 \rightarrow 254$ máquinas em cada rede classe C

Observe que na Classe C temos um grande número de redes disponíveis, com, no máximo, 254 máquinas em cada rede. É o ideal para empresas de pequeno porte. Mesmo com a Classe C, existe um grande desperdício de endereços. Imagine uma pequena empresa com apenas 20 máquinas em rede. Usando um endereço Classe C, estariam sendo desperdiçados 234 endereços. Conforme já descrito anteriormente, esta questão do desperdício de endereços IP pode ser resolvida através da utilização de sub-redes.

∴ Redes Classe D

Esta classe foi definida com tendo os quatro primeiros bits do número IP como sendo sempre iguais a 1, 1, 1 e 0. A classe D é uma classe especial, reservada para os chamados endereços de Multicast.

.: Redes Classe E

Esta classe foi definida com tendo os quatro primeiros bits do número IP como sendo sempre iguais a 1, 1, 1 e 1. A classe E é uma classe especial, e está reservada para uso futuro.

Quadro resumo das Classes de Endereço IP

Classe	Primeiros bits	Núm. de redes	Número de hosts	Máscara padrão
A	0	126	16.777.214	255.0.0.0
B	10	16.382	65.534	255.255.0.0
C	110	2.097.150	254	255.255.255.0
D	1110	Utilizado para tráfego Multicast		
E	1111	Reservado para uso futuro		

.: Endereços Especiais

Existem alguns endereços IP especiais, reservados para funções específicas e que não podem ser utilizados como endereços de uma máquina da rede. A seguir descrevo estes endereços.

- **Endereços da rede 127.0.0.0:** São utilizados como um aliás (apelido), para fazer referência a própria máquina. Normalmente é utilizado o endereço 127.0.0.1, o qual é associado ao nome localhost. Esta associação é feita através do arquivo hosts. No Windows 95/98/Me o arquivo hosts está na pasta onde o Windows foi instalado e no Windows 2000/XP/Vista/2003, o arquivo hosts está no seguinte caminho: system32/drivers/etc, sendo que este caminho fica dentro da pasta onde o Windows foi instalado.
- **Endereço com todos os bits destinados à identificação da máquina iguais a 0:** Um endereço com zeros em todos os bits de identificação da máquina representa o endereço da rede. Por exemplo, vamos supor que você tenha uma rede Classe C. A máquina a seguir é uma máquina desta rede: 200.220.150.3. Neste caso o endereço da rede é: 200.220.150.0, ou seja, zero na parte destinada a identificação da máquina. Sendo uma rede classe C, a máscara de sub-rede é 255.255.255.0.
- **Endereço com todos os bits destinados à identificação da máquina iguais a 1:** Um endereço com valor 1 em todos os bits de identificação da máquina, representa o endereço de broadcast. Por exemplo, vamos supor que você tenha uma rede Classe C. A máquina a seguir é uma máquina desta rede: 200.220.150.3. Neste caso o endereço de broadcast desta rede é o seguinte: 200.220.150.255, ou seja, todos os bits da parte destinada à identificação da máquina, iguais a 1. Sendo uma rede classe C, a máscara de sub-rede é 255.255.255.0. Ao enviar uma mensagem para o endereço do broadcast, a mensagem é endereçada para todas as máquinas da rede.

As classes D e E, elas existem por motivos especiais: a primeira é usada para a propagação de pacotes especiais para a comunicação entre os computadores, enquanto que a segunda está reservada para aplicações futuras ou experimentais.

Vale frisar que há vários outros blocos de endereços reservados para fins especiais. Por exemplo, o endereço 127.0.0.1 sempre se refere à própria máquina, isto é, ao próprio host, razão esta que o leva a ser chamado de *localhost*.

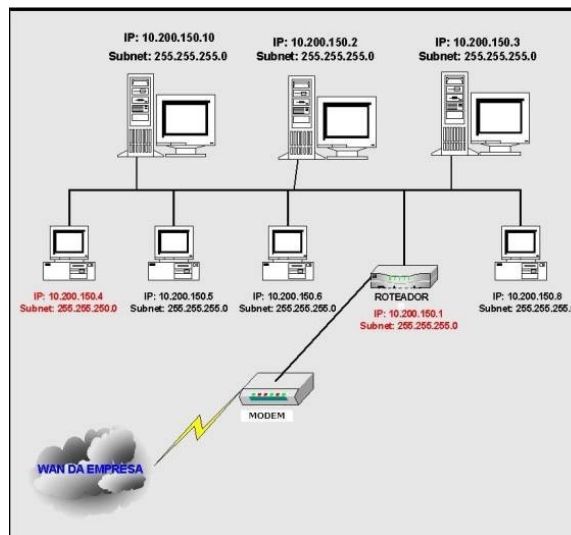
∴ Máscaras de rede padrão

O TCP/IP usa a máscara de rede (net mask) em uma operação “E”, para verificar se duas máquinas estão na mesma rede ou em redes diferentes. A máscara de rede serve para “extrair” a identificação de rede de um IP através de uma operação AND (E) binária.

Quando realizamos um “E” entre dois bits, o resultado somente será 1, se os dois bits forem iguais a 1. Se pelo menos um dos bits for igual a zero, o resultado será zero. Na tabela a seguir temos todos os valores possíveis da operação E entre dois bits:

Bit-1	bit-2	(bit-1) E (bit-2)
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Considere a figura a seguir, onde temos a representação de uma rede local, ligada a outras redes da empresa, através de um roteador.



Temos uma rede que usa como máscara de sub-rede 255.255.255.0 (uma rede classe C). A rede é a **10.200.150.0**, ou seja, todos os equipamentos da rede têm as três primeiras partes do número IP como sendo: **10.200.150**. Veja que existe uma relação direta entre a máscara de sub-rede e a quantas das partes do número IP são fixas, ou seja, que definem a rede.

A rede da figura anterior é uma rede das mais comumente encontradas hoje em dia, onde existe um roteador ligado à rede, e este roteador está conectado a um Modem, através do qual é feita a conexão da rede local com a rede WAN da empresa, através de uma linha de dados (também conhecido como link de comunicação).

Ao configurar o protocolo TCP/IP, seja qual for o sistema operacional usado, além do endereço IP é preciso informar também o parâmetro da máscara de rede. Ao contrário do endereço IP, que é formado por valores entre 0 e 255, a máscara de rede é formada por apenas dois valores: 0 e 255, como em 255.255.0.0 ou 255.0.0.0., **onde um valor 255 indica a parte endereço IP referente à rede, e um valor 0 indica a parte endereço IP referente ao host.**

A máscara de rede padrão acompanha a classe do endereço IP: num endereço de classe A, a máscara será 255.0.0.0, indicando que o primeiro octeto se refere à rede e os três últimos ao host. Num endereço classe B, a máscara padrão será 255.255.0.0, onde os dois primeiros octetos referem-se à rede e os dois últimos ao host, e num endereço classe C, a máscara padrão será 255.255.255.0 onde apenas o último octeto refere-se ao host.

Como vimos na divisão original (em Classes de IPs), os endereços das três faixas eram diferenciados pelo número usado no primeiro octeto. Os endereços de classe A começavam com números de 1 a 126 (como, por exemplo, "62.34.32.1"), com máscara 255.0.0.0. Cada faixa de endereços classe A era composta de mais de 16 milhões de endereços, mas como existiam apenas 126 delas, elas eram reservadas para o uso de grandes empresas e órgãos governamentais.

Em seguida tínhamos os endereços de classe B, que englobavam os endereços iniciados com de 128 a 191, com máscara 255.255.0.0 (criando faixas compostas por 65 mil endereços) e o "terceiro mundo", que eram as faixas de endereços classe C. Elas abrangiam os endereços que começam com números de 192 a 223. As faixas de endereços de classe C eram mais numerosas, pois utilizavam máscara 255.255.255.0, mas, em compensação, cada faixa de classe C era composta por apenas 254 endereços. Veja alguns exemplos:

Endereço IP	Classe do Endereço	Parte referente à rede	Parte referente ao host	Máscara de rede padrão
98.158.201.128	Classe A	98.	158.201.128	255.0.0.0 (rede.host.host.host)
158.208.189.45	Classe B	158.208.	189.45	255.255.0.0 (rede.rede.host.host)
208.183.34.89	Classe C	208.183.34.	89	255.255.255.0 (rede.rede.rede.host)

Mas, afinal, para que servem as máscaras de rede então? Apesar das máscaras padrão acompanharem a classe do endereço IP, é possível "mascarar" um endereço IP, mudando as faixas do endereço que serão usadas para endereçar a rede e o host. O termo "máscara de rede" é muito apropriado neste caso, pois a "máscara" é usada apenas dentro da rede. Veja por exemplo o endereço 208.137.106.103. Por ser um endereço de classe C, sua máscara padrão seria 255.255.255.0, indicando que o último octeto refere-se ao host, e os demais à rede. Porém, se mantivéssemos o mesmo endereço, mas alterássemos a máscara para 255.255.0.0 apenas os dois primeiros octetos (208.137) continuariam representando a rede, enquanto o host passaria a ser representado pelos dois últimos (e não apenas pelo último).

Ex. de endereço IP	Máscara de sub-rede	Parte referente à rede	Parte referente ao host
208.137.106.103	255.255.255.0	208.137.106.	103
208.137.106.103	255.255.0.0	208.137.	106.103
208.137.106.103	255.0.0.0	208.	137.106.103

Veja que 208.137.106.103 com máscara 255.255.255.0 é diferente de 208.137.106.103 com máscara 255.255.0.0: enquanto no primeiro caso temos o host 103 dentro da rede 208.137.106, no segundo caso temos o host 106.103 dentro da rede 208.137. Dentro de uma mesma rede todos os hosts deverão ser configurados com a mesma máscara, caso contrário, não poderão comunicar-se, pois pensarão estar conectados a redes diferentes. Se, por exemplo, houver dois micros dentro de uma mesma rede, configurados com os endereços 200.133.103.1 e 200.133.103.2, mas com máscaras diferentes, 255.255.255.0 para o primeiro e 255.255.0.0 para o segundo, teremos um erro de configuração.

Exemplos:

Endereço IP: 10 . 200 . 150 . 21
Máscara de rede 255 . 0 . 0 . 0 AND
10 . 0 . 0 . 0 -> Endereço da rede -> CLASSE A

Endereço IP: 10 . 200 . 150 . 21
Máscara de rede 255 . 255 . 255 . 0 AND
10 . 200 . 150 . 0 -> Endereço da rede -> CLASSE C

Note que o endereço IP é o mesmo, mas a classe altera conforme a máscara. É possível utilizarmos IPs na prática em desacordo com os padrões teóricos.

Endereço IP: 200 . 237 . 190 . 21
Máscara de rede 255 . 255 . 255 . 0 AND
200 . 237 . 190 . 0 -> Endereço da rede

Para obter o endereço do host, faz-se uma operação binária AND com o complemento da máscara:

Endereço IP: 200 . 237 . 190 . 21
Máscara de rede 0 . 0 . 0 . 255 AND
0 . 0 . 0 . 21 -> Endereço do host

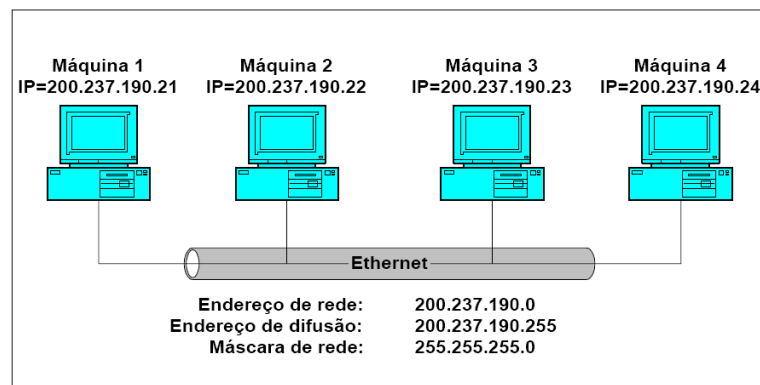
Endereço **Broadcast** (DIFUSÃO)

Os endereços de broadcast servem para endereçar todas as máquinas da rede, valendo para as máquinas de uma mesma rede. É formado colocando-se todos os bits da parte de endereçamento de máquina de um endereço IP com valor 1.

Por exemplo:

Endereço IP	Endereço de difusão
200 . 237 . 190 . 21	200 . 237 . 190 . 255
150 . 165 . 166 . 21	150 . 165 . 255 . 255
26 . 27 . 28 . 21	26 . 255 . 255 . 255

Endereço IP	Máscara de rede	Endereço de rede	Endereço de máquina	Endereço de difusão
200.237.190.21	255.255.255.0	200.237.190.0	0.0.0.21	200.237.190.255
150.165.166.21	255.255.0.0	150.165.0.0	0.0.166.21	150.165.255.255
26.27.28.21	255.0.0.0	26.0.0.0	0.27.28.21	26.255.255.255



Ao configurar um servidor DHCP, é necessário habilitar um endereço de broadcast.

Os endereços de broadcast permitem à aplicação enviar dados para todos os *hosts* de uma rede, e o seu endereço é sempre o último possível na rede. Um caso especial é o endereço 255.255.255.255 cujo significado seria, caso fosse permitido, o endereçamento de *todos os hosts*.

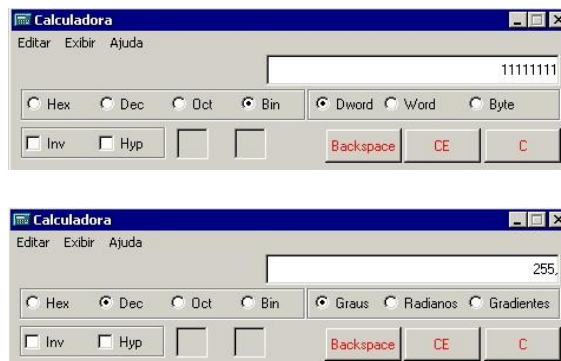
:. Máscaras complexas

Até agora vimos apenas máscaras de rede simples. Porém o recurso mais refinado das máscaras de rede é quebrar um octeto do endereço IP em duas partes, fazendo com que dentro de um mesmo octeto, tenhamos uma parte que representa a rede e outra que representa o host.

Configurando uma máscara complexa, precisaremos configurar o endereço IP usando números binários e não decimais. Para converter um número decimal em um número binário, você pode usar a calculadora do Windows. Configure a calculadora para o modo científico (exibir/científica) e verá que do lado esquerdo aparecerá um menu de seleção permitindo (entre outros) encolher entre decimal (dec) e binário (bin).



Configure a calculadora para binário e digite o número 11111111, mude a opção da calculadora para decimal (dec) e a calculadora mostrará o número 255, que é o seu correspondente em decimal. Tente de novo agora com o binário 00000000 e terá o número decimal 0.



Veja que 0 e 255 são exatamente os números que usamos nas máscaras de sub-rede simples. O número decimal 255 (equivalente a 11111111) indica que todos os 8 números binários do octeto se referem à rede, enquanto o decimal 0 (correspondente a 00000000) indica que todos os 8 binários do octeto se referem ao host.

.: Máscaras de sub-rede

A estrutura de endereçamento IP pode ser alterada localmente pelo administrador da rede, usando-se bits de endereçamento de máquina como um adicional para endereçar uma sub-rede. Para isto, deve-se definir o uso de uma máscara *não padrão*, que permita extrair os endereços de rede e de máquina.

Decimal:	255	255	255	0
Binário:	11111111	11111111	11111111	00000000
	Rede	rede	rede	Host

Imagine que você alugou um backbone para conectar a rede de sua empresa à Internet e recebeu um endereço de classe C, 203.107.171.x onde o 203.107.171 é o endereço de sua rede na Internet e o "x" é a faixa de endereços de que você dispõe para endereçar seus micros. Você pensa: "ótimo, só tenho 15 micros na minha rede mesmo, 254 endereços são mais do que suficientes". Mas logo depois surge um novo problema: "droga, esqueci que a minha rede é composta por dois segmentos ligados por um roteador".

Veja a dimensão do problema: você tem apenas 15 micros, e um endereço de classe C permite endereçar até 254 micros, até aqui tudo bem, o problema é que por usar um roteador, você tem na verdade duas redes distintas. Como endereçar ambas as redes, se você não pode alterar o 203.107.171 que é a parte do seu endereço que se refere à sua rede? Mais uma vez, veja que o "203.107.171" é fixo, você não pode alterá-lo, pode apenas dispor do último octeto do endereço. Este problema poderia ser resolvido usando uma máscara de sub-rede complexa. Veja que dispomos apenas dos últimos 8 bits do endereço IP:

Decimal:	203	107	171	X
Binário:	11001011	11010110	10101011	????????

Usando uma máscara 255.255.255.0 reservaríamos todos os 8 bits de que dispomos para o endereçamento dos hosts, e não sobraria nada para diferenciar as duas redes que temos.

Mas, se por outro lado usássemos uma máscara complexa, poderíamos “quebrar” os 8 bits do octeto em duas partes. Poderíamos então usar a primeira para endereçar as duas redes, e a segunda parte para endereçar os Hosts:

Decimal:	203	107	171	X
Binário:	11001011	11010110	10101011	???? ????
	Rede	rede	rede	rede host

Para tanto, ao invés de usar a máscara de sub-rede 255.255.255.0 (converta para binário usando a calculadora do Windows e terá 11111111.11111111.11111111.00000000) que, como vimos, reservaria todos os 8 bits para o endereçamento do host, usaremos uma máscara 255.255.255.240 (corresponde ao binário 11111111.11111111.11111111.11110000). Veja que numa máscara de sub-rede os números binários “1” referem-se à rede e os números “0” referem-se ao host. Veja que na máscara 255.255.255.240 temos exatamente esta divisão, os 4 primeiros binários do último octeto são positivos e os quatro últimos são negativos.

Decimal:	255	255	255	240
Binário:	11111111	11111111	11111111	1111 0000
	Rede	rede	rede	rede host

Temos agora o último octeto dividido em dois endereços binários de 4 bits cada. Cada um dos dois grupos, agora representa um endereço distinto, e deve ser configurado independentemente. Como fazer isso? Veja que 4 bits permitem 16 combinações diferentes. Se você converter o número 15 em binário terá “1111” e se converter o decimal 0, terá “0000”. Se converter o decimal 11 terá “1011” e assim por diante.

Use então endereços de 0 a 15 para identificar os hosts, e endereços de 1 a 14 para identificar a rede. Veja que os endereços 0 e 15 não podem ser usados para identificar o host, pois assim como os endereços 0 e 255, eles são reservados.

Endereço IP:

Decimal	203	107	171	12_14
Binário	11111111	11111111	11111111	1100 1110
	Rede	rede	rede	rede host

Estabeleça um endereço de rede para cada uma das duas sub-redes que temos, e em seguida, estabeleça um endereço diferente para cada micro da rede, mantendo a formatação do exemplo anterior. Por enquanto, apenas anote num papel os endereços escolhidos, junto como seu correspondente em binários.

Quando for configurar o endereço IP nas estações, primeiro configure a máscara de sub-rede como 255.255.255.240 e, em seguida, converta os binários dos endereços que você anotou no papel, em decimais, para ter o endereço IP de cada estação. No exemplo da ilustração anterior, havíamos estabelecido o endereço 12 para a rede e o endereço 14 para a estação; 12 corresponde a "1100" e 14 corresponde a "1110". Juntando os dois temos "11001110" que corresponde ao decimal "206". O endereço IP da estação será então 203.107.171.206.

Se você tivesse escolhido o endereço 10 para a rede e o endereço 8 para a estação, teríamos "10101000" que corresponde ao decimal 168. Neste caso, o endereço IP da estação seria 203.107.171.168

Se necessário, você pode reservar mais bits do último endereço para o endereço do host (caso tenha mais de 16 hosts e menos de 6 redes), ou então mais bits para o endereço da rede (caso tenha mais de 14 redes e menos de 8 hosts em cada rede). Veja tabela abaixo:

Prefixo CIDR	Máscara de sub-rede	Bits da Rede	Bits do Host	Número máximo de sub-redes	Número máximo de Hosts em cada rede
/25	128	1	0000000	2 endereços	126
/26	192	11	000000	4 endereços	62
/27	224	111	00000	8 endereços	30
/28	240	1111	0000	16 endereços	14
/29	248	11111	000	32 endereços	6
/30	252	111111	00	64 endereços	2

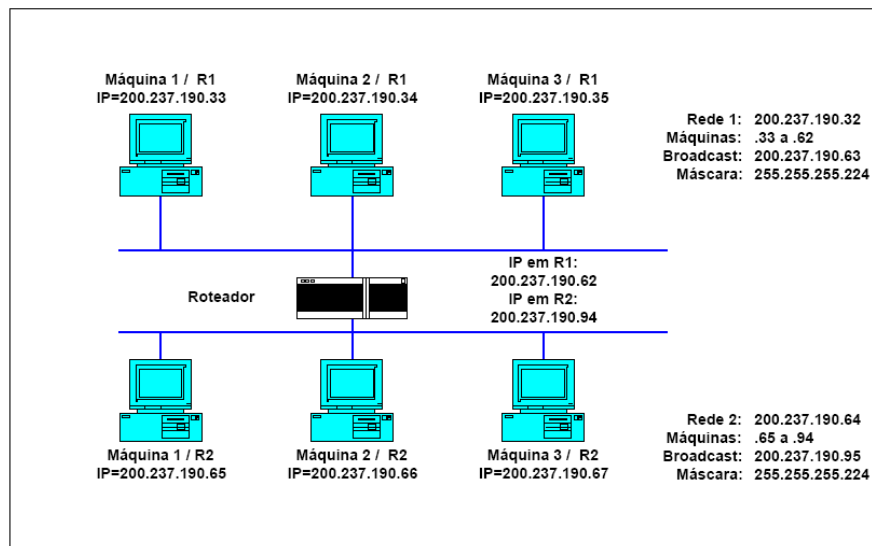
Em qualquer um dos casos, para obter o endereço IP basta converter os dois endereços (rede e estação) para binário, "juntar" os bits e converter o octeto para decimal.

Usando uma máscara de sub-rede 192, por exemplo, e estabelecendo o endereço 2 (ou "10" em binário) para a rede e 47 (ou "101111" em binário) para o host, juntaríamos ambos os binários obtendo o octeto "10101111" que corresponde ao decimal "175".

Se usássemos a máscara de sub-rede 248, estabelecendo o endereço 17 (binário "10001") para a rede e o endereço 5 (binário "101") para o host, obteríamos o octeto "10001101" que corresponde ao decimal "141".

Outro exemplo: Usando uma máscara de rede 255.255.255.224, ou seja, com o último octeto como 11100000, podemos usar os 3 primeiros bits para Sub-Redes e o restante para os Hosts. Veja a tabela:

ENDEREÇO DE REDE	MÁQUINA INICIAL	MÁQUINA FINAL	ENDEREÇO DE DIFUSÃO
200.237.190.0	1	30	200.237.190.31
200.237.190.32	33	62	200.237.190.63
200.237.190.64	65	94	200.237.190.95
200.237.190.96	97	126	200.237.190.127
200.237.190.128	129	158	200.237.190.159
200.237.190.160	161	190	200.237.190.191
200.237.190.192	193	222	200.237.190.223
200.237.190.224	225	254	200.237.190.255



OBS: As máscaras complexas não-padrão são úteis quando for necessário conectar vários micros à Internet, usando uma faixa de endereços IPs externos, válidos na Internet. Caso queira apenas compartilhar a conexão entre vários PCs ligados em uma LAN, você precisará de apenas um endereço IP externo válido na Internet. Neste caso, o PC que está conectado à Web pode ser configurado (usando um Proxy) para servir como portão de acesso para os demais.

IPv4 e IPv6

O esquema de IPs visto acima é conhecido como **IPv4**. Como dito antes, consiste num sistema de 32 bits, cujos endereços IP são divididos em quatro octetos (ou bytes) separados por pontos. Fazendo um cálculo, descobre-se que há disponível 4.294.967.296 de possibilidades para endereços IP. Esse número, apesar de grande, tende a ser cada vez mais limitado, uma vez que o uso de endereços IP aumenta constantemente. Por causa disso, uma nova versão do IP foi desenvolvida e está sendo aprimorada: o **IPv6**. Esse padrão promete expandir bastante o número de IPs disponíveis, já que usa 128 bits. O **IPv6** já é suportado pela maioria dos sistemas operacionais recentes, como o Windows Vista, o Mac OS X e as distribuições atuais do Linux.