

Introdução

Na Primeira Parte deste curso eu apresentei o protocolo TCP/IP e qual o seu papel em uma rede de computadores. Nesta segunda parte apresentarei os princípios básicos do sistema de numeração binário. Também mostrarei como realizar cálculos simples e conversões de Binário para Decimal e vice-versa. Feita a apresentação das operações básicas com números binários, veremos como o TCP/IP através de cálculos binários e, com base na máscara de sub-rede (subnet mask), determina se dois computadores estão na mesma rede ou fazem parte de redes diferentes.

Sistema de Numeração Binário

Vou iniciar falando do sistema de numeração decimal, para depois fazer uma analogia ao apresentar o sistema de numeração binário. Todos nós conhecemos o sistema de numeração decimal, no qual são baseados os números que usamos no nosso dia-a-dia, como por exemplo: 100, 259, 1450 e assim por diante. Você já parou para pensar porque este sistema de numeração é chamado de sistema de numeração decimal? Não? Bem, a resposta é bastante simples: este sistema é baseado em dez dígitos diferentes, por isso é chamado de sistema de numeração decimal. Todos os números do sistema de numeração decimal são escritos usando-se uma combinação dos seguintes dez dígitos:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Dez dígitos -> Sistema de numeração decimal.

Vamos analisar como é determinado o valor de um número do sistema de numeração decimal. Por exemplo, considere o seguinte número:

4538

O valor deste número é formado, multiplicando-se os dígitos do número, de trás para frente, por potências de 10, começando com 10^0 . O último dígito (bem à direita) é multiplicado por 10^0 , o penúltimo por 10^1 , o próximo por 10^2 e assim por diante. O valor real do número é a soma dos resultados destas multiplicações. Observe o esquema a seguir que será bem mais fácil de entender:

	4	5	3	8
Multiplica por:	10^3	10^2	10^1	10^0
ou seja:	1000	100	10	1
Resultado:	4x1000	5x100	3x10	8x1
Igual a:	4000	500	30	8
Somando tudo:	4000+500+30+8			
É igual a:	4538			

Observe que 4538 significa exatamente:

4 milhares (10^3)
 + 5 centenas (10^2)
 + 3 dezenas (10^1)
 + 8 unidades (10^0)

E assim para números maiores, com mais dígitos, teríamos potências de 10^4 , 10^5 e assim por diante. Observe que multiplicando cada dígito por potências de 10, obtemos o número original. Este princípio aplicado ao sistema de numeração decimal é válido para qualquer sistema de numeração. Se for o sistema de numeração Octal (baseado em 8 dígitos), multiplica-se por potências de 8: 8^0 , 8^1 , 8^2 e assim por diante. Se for o sistema Hexadecimal (baseado em 10 dígitos e 6 letras) multiplica-se por potências de 16, só que a letra A equivale a 10, já que não tem sentido multiplicar por uma letra, a letra B equivale a 11 e assim por diante.

Bem, por analogia, se o sistema decimal é baseado em dez dígitos, então o sistema binário deve ser baseado em dois dígitos? Exatamente. Os números no sistema binários são escritos usando-se apenas os dois seguintes dígitos:

0 1

Isso mesmo, números no sistema binário são escritos usando-se apenas zeros e uns, como nos exemplos a seguir:

01011100
11011110
00011111

Também por analogia, se, no sistema decimal, para obter o valor do número, multiplicamos os seus dígitos, de trás para frente, por potências de 10, no sistema binário fizemos esta mesma operação, só que baseada em potências de 2, ou seja: 2^0 , 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^4 e assim por diante.

Vamos considerar alguns exemplos práticos. Como faço para saber o valor decimal do seguinte número binário: **11001110**

Vamos utilizar a tabelinha a seguir para facilitar os nossos cálculos:

	1	1	0	0	1	1	1	0
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	0×16	1×8	1×4	1×2	0×1
Resulta em:	128	64	0	0	8	4	2	0
Somando tudo:	$128+64+0+0+8+4+2+0$							
Resulta em:	206							

Ou seja, o número binário 11001110 equivale ao decimal 206. Observe que onde temos um a respectiva potência de 2 é somada e onde temos o zero a respectiva potência de 2 é anulada por ser multiplicada por zero. Apenas para fixar um pouco mais este conceito, vamos fazer mais um exemplo de conversão de binário para decimal. Converter o número **11100010** para decimal:

	1	1	1	0	0	0	1	0
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	1×32	0×16	0×8	0×4	1×2	0×1
Resulta em:	128	64	32	0	0	0	2	0
Somando tudo:	$128+64+32+0+0+0+2+0$							
Resulta em:	226							

Como Converter de Decimal para Binário

Bem, e se tivéssemos que fazer o contrário, converter o número 234 de decimal para binário, qual seria o binário equivalente??

Nota: Nos exemplos deste tutorial vou trabalhar com valores decimais de, no máximo, 255, que são valores que podem ser representados por 8 dígitos binários, ou na linguagem do computador 8 bits, o que equivale exatamente a um byte. Por isso que cada um dos quatro números que fazem parte do número IP, somente podem ter um valor máximo de 255, que é um valor que cabe em um byte, ou seja, 8 bits.

Existem muitas regras para fazer esta conversão, eu prefiro utilizar uma bem simples, que descreverei a seguir e que serve perfeitamente para o propósito deste tutorial.

Vamos voltar ao nosso exemplo, como converter 234 para um binário de 8 dígitos?

Eu começo o raciocínio assim. Primeiro vamos lembrar o valor decimal correspondente a cada um dos oito dígitos binários:

128 64 32 16 8 4 2 1

Lembrando que estes números representam potências de 2, começando, de trás para frente, com 2^0 , 2^1 , 2^2 e assim por diante, conforme indicado logo a seguir:

128 64 32 16 8 4 2 1
 $2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$

Pergunto: 128 cabe em 234? Sim, então o primeiro dígito é 1. Somando 64 a 128 passa de 234? Não, dá 192, então o segundo dígito também é 1. Somando 32 a 192 passa de 234? Não, dá 224, então o terceiro dígito também é 1. Somando 16 a 224 passa de 234? Passa, então o quarto dígito é zero. Somando 8 a 224 passa de 234? Não, dá 232, então o quinto dígito é 1. Somando 4 a 232 passa de 234? Passa, então o sexto dígito é zero. Somando 2 a 232 passa de 234? Não, dá exatamente 234, então o sétimo dígito é 1. Já cheguei ao valor desejado, então todos os demais dígitos são zero. Com isso, o valor 234 em binário é igual a:

11101010

Para exercitar vamos converter mais um número de decimal para binário. Vamos converter o número 144 para binário.

Pergunto: 128 cabe em 144? Sim, então o primeiro dígito é 1. Somando 64 a 128 passa de 144? Sim, dá 192, então o segundo dígito é 0. Somando 32 a 128 passa de 144? Sim, dá 160, então o terceiro dígito também é 0. Somando 16 a 128 passa de 144? Não, dá exatamente 144, então o quarto dígito é 1. Já cheguei ao valor desejado, então todos os demais dígitos são zero. Com isso, o valor 144 em binário é igual a:

10010000

Bem, agora que você já sabe como converter de decimal para binário, está em condições de aprender sobre o operador "E" e como o TCP/IP usa a máscara de sub-rede (subnet mask) e uma operação "E", para verificar se duas máquinas estão na mesma rede ou em redes diferentes.

O Operador E

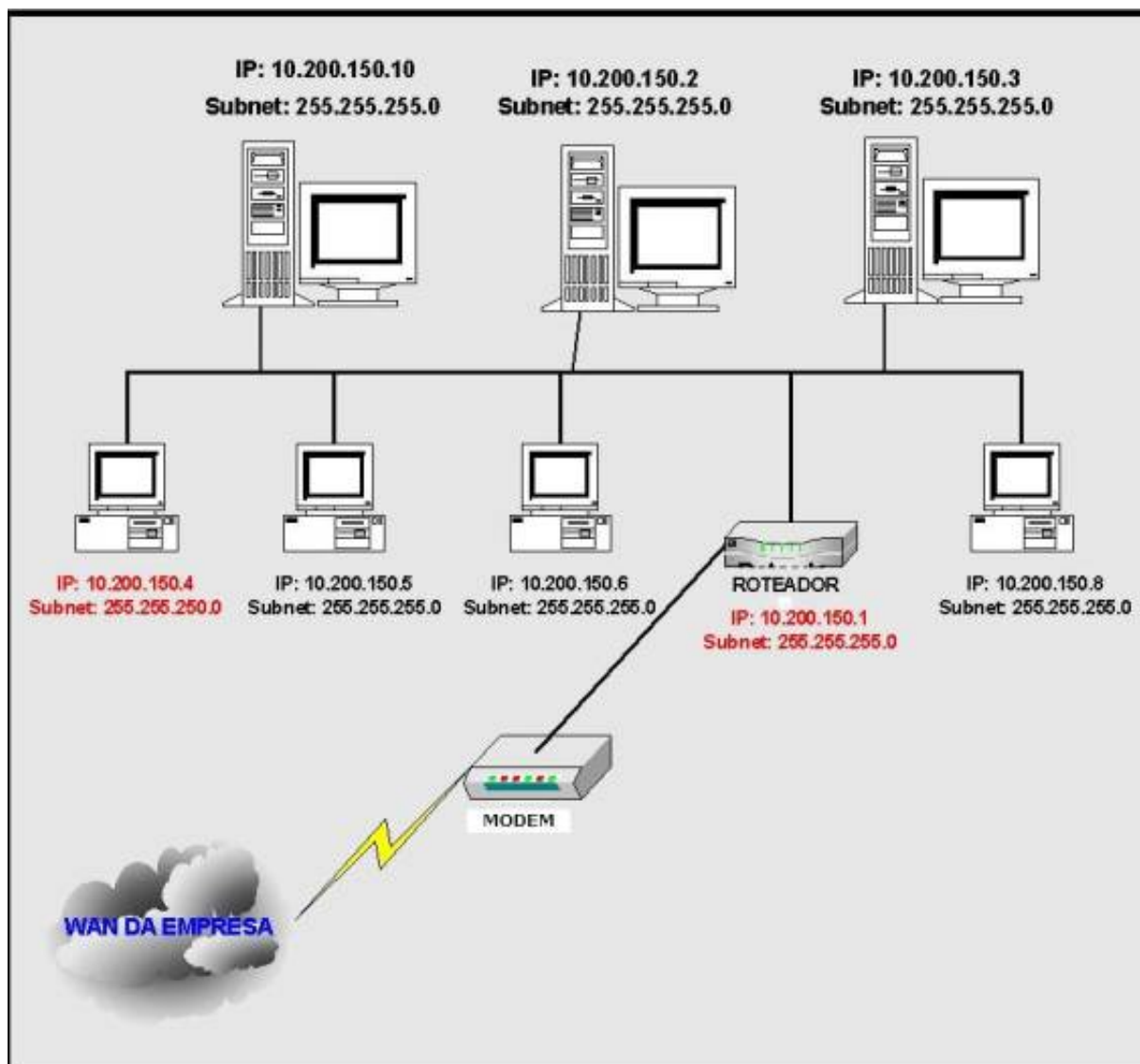
Existem diversas operações lógicas que podem ser feitas entre dois dígitos binários, sendo as mais conhecidas as seguintes: "E", "OU", "XOR" e "NOT".

Para o nosso estudo interessa o operador E. 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

Como o TCP/IP usa a máscara de sub-rede:

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, mas ainda não abordamos as classes de redes, o que será feito na Parte 3 deste curso). A rede é a 10.200.150.0, ou seja, todos os equipamentos da rede tem os três primeiras partes do número IP como sendo: 10.200.150. Veja que existe uma relação direta entre a máscara de sub-rede a quantas das partes do número IP são fixas, ou

seja, que definem a rede, conforme foi descrito na Parte 1 deste curso.

A rede da figura anterior é uma rede das mais comumente encontradas hoje em dia, onde existe um roteador ligado à rede e o 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). Nas próximas partes lições vou detalhar a função do roteador e mostrarei como funciona o roteamento entre redes.

Como o TCP/IP usa a máscara de sub-rede e o roteador

Quando dois computadores tentam trocar informações em uma rede, o TCP/IP precisa, primeiro, determinar se os dois computadores pertencem a mesma rede ou a redes diferentes. Neste caso podemos ter duas situações distintas:

Situação 1: Os dois computadores pertencem a mesma rede: Neste caso o TCP/IP envia o pacote para o barramento local da rede. Todos os computadores recebem o pacote, mas somente o computador que é o destinatário do pacote é que o captura e passa para processamento pelo Windows e pelo programa de destino. Como é que o computador sabe se ele é ou não o destinatário do pacote? Muito simples, no pacote de informações está contido o endereço IP do computador destinatário. Em cada computador, o TCP/IP compara o IP de destinatário do pacote com o IP do computador, para saber se o pacote é ou não para o respectivo computador.

Situação 2: Os dois computadores não pertencem a mesma rede: Neste caso o TCP/IP envia o pacote para o Roteador (endereço do Default Gateway configurado nas propriedades do TCP/IP) e o Roteador se encarrega de fazer o pacote chegar ao seu destino. Em uma das partes deste tutorial veremos detalhes sobre como o Roteador é capaz de rotear pacotes de informações até redes distantes.

Agora a pergunta que tem a ver com este tópico:

“Como é que o TCP/IP faz para saber se o computador de origem e o computador de destino pertencem a mesma rede?”

Vamos usar alguns exemplos práticos para explicar como o TCP/IP faz isso:

Exemplo 1: Com base na figura anterior, suponha que o computador cujo IP é 10.200.150.5 (origem) queira enviar um pacote de informações para o computador cujo IP é 10.200.150.8 (destino), ambos com máscara de sub-rede igual a 255.255.255.0.

O primeiro passo é converter o número IP das duas máquinas e da máscara de sub-rede para binário. Com base nas regras que vimos anteriormente, teríamos a seguinte conversão:

Computador de origem:

10	200	150	5
00001010	11001000	10010110	00000101

Computador de destino:

10	200	150	8
00001010	11001000	10010110	00001000

Máscara de sub-rede:

255	255	255	0
11111111	11111111	11111111	00000000

Feitas as conversões para binário, vamos ver que tipo de cálculos o TCP/IP faz, para determinar se o computador de origem e o computador de destino estão na mesma rede.

Em primeiro lugar é feita uma operação "E", bit a bit, entre o Número IP e a máscara de Sub-rede do computador de origem, conforme indicado na tabela a seguir:

10.200.150.5	00001010	11001000	10010110	00000101	E
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000	
10.200.150.0	00001010	11001000	10010110	00000000	Resultado

Agora é feita uma operação "E", bit a bit, entre o Número IP e a máscara de sub-rede do computador de destino, conforme indicado na tabela a seguir:

10.200.150.8	00001010	11001000	10010110	00001000	E
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000	
10.200.150.0	00001010	11001000	10010110	00000000	Resultado

Agora o TCP/IP compara os resultados das duas operações. Se os dois resultados forem iguais, aos dois computadores, origem e destino, pertencem a mesma rede local. Neste caso o TCP/IP envia o pacote para o barramento da rede local. Todos os computadores recebem o pacote, mas somente o destinatário do pacote é que o captura e passa para processamento pelo Windows e pelo programa de destino. Como é que o computador sabe se ele é ou não o destinatário do pacote? Muito simples, no pacote de informações está contido o endereço IP do destinatário. Em cada computador, o TCP/IP compara o IP de destinatário do pacote com o IP do computador, para saber se o pacote é ou não para o respectivo computador.

É o que acontece neste exemplo, pois o resultado das duas operações "E" é igual: 10.200.150.0, ou seja, os dois computadores pertencem a rede: 10.200.150.0

Como você já deve ter adivinhado, agora vamos a um exemplo, onde os dois computadores não pertencem a mesma rede, pelo menos devido às configurações do TCP/IP.

Exemplo 2: Suponha que o computador cujo IP é 10.200.150.5 (origem) queira enviar um pacote de informações para o computador cujo IP é 10.204.150.8 (destino), ambos com máscara de sub-rede igual a 255.255.255.0.

O primeiro passo é converter o número IP das duas máquinas e da máscara de sub-rede para binário. Com base nas regras que vimos anteriormente, teríamos a seguinte conversão:

Computador de origem:

10	200	150	5
00001010	11001000	10010110	00000101

Computador de destino:

10	204	150	8
00001010	11001100	10010110	00001000

Máscara de sub-rede:

255	255	255	0
11111111	11111111	11111111	00000000

Feitas as conversões para binário, vamos ver que tipo de cálculos o TCP/IP faz, para determinar se o computador de origem e o computador de destino estão na mesma rede. Em primeiro lugar é feita uma operação "E", bit a bit, entre o Número IP e a máscara de Sub-rede do computador de origem, conforme indicado na tabela a seguir:

10.200.150.5	00001010	11001000	10010110	00000101	E
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000	
10.200.150.0	00001010	11001000	10010110	00000000	Resultado

Agora é feita uma operação "E", bit a bit, entre o Número IP e a máscara de sub-rede do computador de destino, conforme indicado na tabela a seguir:

10.204.150.8	00001010	11001100	10010110	00001000	E
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000	
10.204.150.0	00001010	11001100	10010110	00000000	Resultado

Agora o TCP/IP compara os resultados das duas operações. Neste exemplo, os dois resultados são diferentes: 10.200.150.0 e 10.204.150.0. Nesta situação o TCP/IP envia o pacote para o Roteador (endereço do Default Gateway configurado nas propriedades do TCP/IP) e o Roteador se encarrega de fazer o pacote chegar a rede do computador de destino. Em outras palavras o Roteador sabe entregar o pacote para a rede 10.204.150.0 ou sabe para quem enviar (um outro roteador), para que este próximo roteador possa encaminhar o pacote. Este processo continua até que o pacote seja entregue na rede de destino ou seja descartado, por não ter sido encontrada uma rota para a rede de destino.

Observe que, na figura anterior, temos dois computadores que, apesar de estarem fisicamente na mesma rede, não conseguirão se comunicar devido a um erro de configuração na máscara de sub-rede de um dos computadores. É o caso do computador 10.200.150.4 (com máscara de sub-rede 255.255.250.0). Como este computador está com uma máscara de sub-rede diferente dos demais computadores da rede (255.255.255.0), ao fazer os cálculos, o TCP/IP chega a conclusão que este computador pertence a uma rede diferente, o que faz com que ele não consiga se comunicar com os demais computadores da rede local.

Conclusão

Neste segunda lição do curso, apresentei aspectos relacionados com números binários e aritmética binária básica. Também mostrei como o protocolo TCP/IP usa os correspondentes binários do Número IP e da máscara de sub-rede, juntamente com uma operação "E", para determinar se dois computadores estão na mesma rede ou não. Com base nestes cálculos, o TCP/IP encaminha os pacotes de informação de maneiras diferentes.

Na parte 3 deste tutorial falarei sobre os aspectos básicos do endereçamento IP, tais como a divisão em classes de endereços e o conceito de roteamento. Aproveite para ir aprimorando os seus conhecimentos sobre TCP/IP, com os links indicados no endereço: <http://www.juliobattisti.com.br/tcpip.asp>, pois estes conhecimentos serão muito importantes para os exames de Certificação do Windows 2000 Server, Windows

Server 2003 e Windows Longhorn Server.