

Introdução às redes



Módulo XI –
Endereçamento IPv6

Índice

12 - Endereçamento IPv6

12.0 - Introdução

12.0.1 - Por que devo cursar este módulo?

12.0.2 - O que vou aprender neste módulo?

12.1 - Problemas do IPv4

12.1.1 - Necessidade de IPv6

12.1.2 - Coexistência do IPv4 com o IPv6

12.1.3 - Verifique sua compreensão - Problemas de IPv4

12.2 - Representação do Endereço IPv6

12.2.1 - Formatos de Endereço IPv6

12.2.2 - Regra 1 - omitir zeros à esquerda

12.2.3 - Regra 2 - dois pontos duplos

12.2.4 - Verifique sua compreensão - Representação de endereço IPv6

12.3 - Tipos de Endereço IPv6

12.3.1 - unicast, multicast, anycast

12.3.2 - Comprimento do Prefixo IPv6

12.3.3 - Outros Tipos de Endereços IPv6 Unicast

12.3.4 - Uma observação sobre o endereço local exclusivo

12.3.5 - GUA IPv6

12.3.6 - Estrutura IPv6 GUA

12.3.7 - IPv6 LLA

12.3.8 - Verifique sua compreensão - Tipos de endereços IPv6

12.4 - Configuração Estática do GUA e do LLA

12.4.1 - Configuração de GUA estática em um roteador

12.4.2 - Configuração de GUA estática em um Host Windows

12.4.3 - Configuração estática de um endereço Unicast local de link

12.4.4 - Verificador de Sintaxe - Configuração Estática GUA e LLA

12.5 - Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6

12.5.1 - Mensagens RS e RA

12.5.2 - Método 1: SLAAC

12.5.3 - Opção 2 de RA: SLAAC e DHCPv6 stateless

12.5.4 - Método 3: DHCPv6 com estado

12.5.5 - Processo EUI-64 ou Gerado Aleatoriamente

12.5.6 - Processo EUI-64

12.5.7 - IDs da Interface Geradas Aleatoriamente

12.5.8 - Verifique o seu entendimento - Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6

12.6 - Endereçamento Dinâmico para LLAs IPv6

12.6.1 - LLAs dinâmicos

12.6.2 - LLAs dinâmicos no Windows

12.6.3 - LLAs dinâmicos em Cisco Routers

12.6.4 - Verificar a Configuração de Endereço IPv6

12.6.5 - Verificador de sintaxe - Verifique a configuração do endereço IPv6

12.6.6 - Packet Tracer - Configure IPv6 Addressing

12.7 - Endereços IPv6 Multicast

12.7.1 - Endereços IPv6 Multicast Atribuídos

12.7.2 - Endereços Multicast IPv6 bem conhecidos

12.7.3 - Endereços IPv6 Multicast Solicited-Node

- 12.7.4 - Laboratório – Identificando Endereços IPv6
- 12.8 - Sub-rede de uma rede IPv6
 - 12.8.1 - Sub-rede usando o ID de sub-rede
 - 12.8.2 - Exemplo de sub-rede IPv6
 - 12.8.3 - Alocação de Sub-Redes IPv6
 - 12.8.4 - Roteador configurado com sub-redes IPv6
 - 12.8.5 - Verifique sua compreensão - Sub-rede de uma rede IPv6
- 12.9 - Módulo Prática e Quiz
 - 12.9.1 - Packet Tracer – Implementando um Esquema de Endereçamento IPv6 com Sub-Redes
 - 12.9.2 - Laboratório - Configurar endereços IPv6 em dispositivos de rede
 - 12.9.3 - O que eu aprendi neste módulo?
 - 12.9.4 - Questionário do Módulo - Endereçamento IPv6

12. Introdução

12.0.1 Por que devo cursar este módulo?

Bem-vindo ao endereçamento IPv6!

É um ótimo momento para ser (ou se tornar) um administrador de rede! Por quê? Porque em muitas redes, você encontrará IPv4 e IPv6 trabalhando juntos. Após o trabalho árduo de aprender a sub-rede de uma rede IPv4, você pode achar que a sub-rede de uma rede IPv6 é muito mais fácil. Você provavelmente não esperava isso, não é? Um Packet Tracer no final deste módulo dará a você a oportunidade de criar uma sub-rede em uma rede IPv6. Vá em frente, salte!

12.0.2 O que vou aprender neste módulo?

Título do módulo: Endereçamento IPv6

Objetivo do módulo: Implementar um esquema de endereçamento IPv6.

Título do Tópico	Objetivo do Tópico
Problemas do IPv4	Explicar a necessidade do endereçamento IPv6.
Representação do Endereço IPv6	Explicar como os endereços IPv6 são representados.
Tipos de Endereço IPv6	Comparar os tipos de endereços de rede IPv6.
Configuração Estática do GUA e do LLA	Explicar como configurar o unicast global estático e o IPv6 link-local Endereços de Rede
Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6	Explicar como configurar endereços unicast globais de forma dinâmica.
Endereçamento dinâmico para LLAs IPv6	Configurar endereços link-local dinamicamente.
Endereços multicast IPv6	Identificando Endereços IPv6
Sub-rede de uma rede IPv6	Implementando um Esquema de Endereçamento IPv6 com Sub-Redes

12.1 Problemas do IPv4

12.1.1 Necessidade de IPv6

Você já sabe que o IPv4 está ficando sem endereços. É por isso que você precisa aprender sobre IPv6.

Projetado para ser o sucessor do IPv4, o IPv6 tem um maior espaço de endereços de 128 bits, fornecendo 340 undecilhões de endereços (340 seguido por 36 zeros). No entanto, o IPv6 é mais do que apenas endereços maiores.

Quando a IETF começou o desenvolvimento de um sucessor para o IPv4, aproveitou para corrigir as limitações do IPv4 e incluir aprimoramentos. Um exemplo é o ICMPv6 (Internet Control Message Protocol versão 6), que inclui a resolução de endereços e a configuração automática de endereços, não encontradas no ICMP para IPv4 (ICMPv4).

A redução do espaço de endereços IPv4 tem sido o principal fator para migrar para o IPv6. À medida que África, Ásia e outras áreas do mundo ficarem mais conectadas à Internet, não haverá endereços IPv4 suficientes para acomodar esse crescimento. Conforme mostra a figura, quatro dos cinco RIRs estão com endereços IPv4 esgotados.

O gráfico mostra um mapa global dos cinco registros regionais da internet e há datas de exaustão IPv4. A data de exaustão do ARINs IPv4 é julho de 2015, os dados de exaustão do RIPE NCCs são setembro de 2012, a data de exaustão das APNICs é junho de 2014, a data de exaustão de LACNICs é abril de 2011 e a data de exaustão projetada pela AFRINICs é 2020.

RIR IPv4 Exhaustion Dates



O IPv4 tem um máximo teórico de 4,3 bilhões de endereços. Combinados à NAT (tradução de endereços de rede), os endereços privados foram imprescindíveis para retardar a redução do espaço de endereços IPv4. No entanto, o NAT é problemático para muitos aplicativos, cria latência e possui limitações que impedem severamente as comunicações ponto a ponto.

Com o número cada vez maior de dispositivos móveis, os provedores móveis têm liderado o caminho com a transição para o IPv6. Os dois principais provedores de telefonia móvel nos Estados Unidos relatam que mais de 90% de seu tráfego usa IPv6.

A maioria dos principais ISPs e provedores de conteúdo, como YouTube, Facebook e Netflix, também fizeram a transição. Muitas empresas como Microsoft, Facebook e LinkedIn estão fazendo transição para IPv6 somente internamente. Em 2018, a ISP Comcast de banda larga relatou uma implantação de mais de 65% e a British Sky Broadcasting mais de 86%.

Internet das Coisas

A internet de hoje é significativamente diferente da internet das últimas décadas. A internet de hoje é mais do que e-mail, páginas da web e transferências de arquivos entre computadores. A Internet em evolução está se tornando uma Internet das Coisas (IoT). Os únicos dispositivos que acessam a Internet não serão mais computadores, tablets e smartphones. Os dispositivos equipados com sensor e prontos para a Internet de amanhã incluirão tudo, desde automóveis e dispositivos biomédicos, até eletrodomésticos e ecossistemas naturais.

Com uma população cada vez maior na Internet, espaço de endereços IPv4 limitado, problemas com NAT e uma Internet das Coisas, chegou o momento de iniciar a transição para o IPv6.

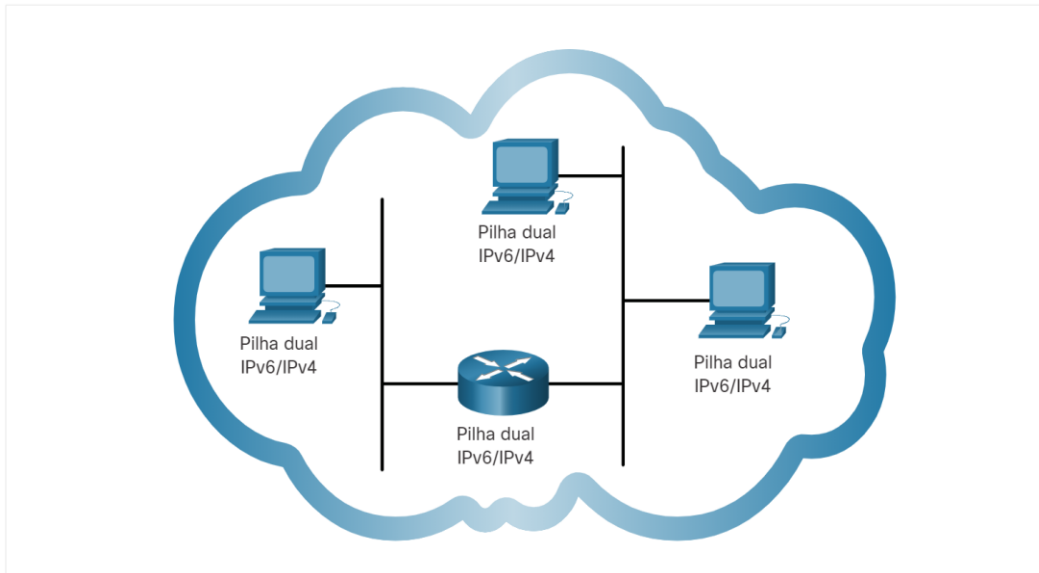
12.1.2 Coexistência do IPv4 com o IPv6

Não há uma data exata para migrar para o IPv6. Tanto o IPv4 como o IPv6 coexistirão no futuro próximo e a transição levará vários anos. A IETF criou vários protocolos e ferramentas para ajudar os administradores de rede a migrarem as redes para IPv6. As técnicas de migração podem ser divididas em três categorias:

Pilha Dupla

A pilha dupla permite que IPv4 e IPv6 coexistam no mesmo segmento de rede. Os dispositivos de pilha dupla executam os protocolos IPv4 e IPv6 simultaneamente. Conhecido como IPv6 nativo, isso significa que a rede do cliente tem uma conexão IPv6 com seu ISP e é capaz de acessar o conteúdo encontrado na internet através de IPv6.

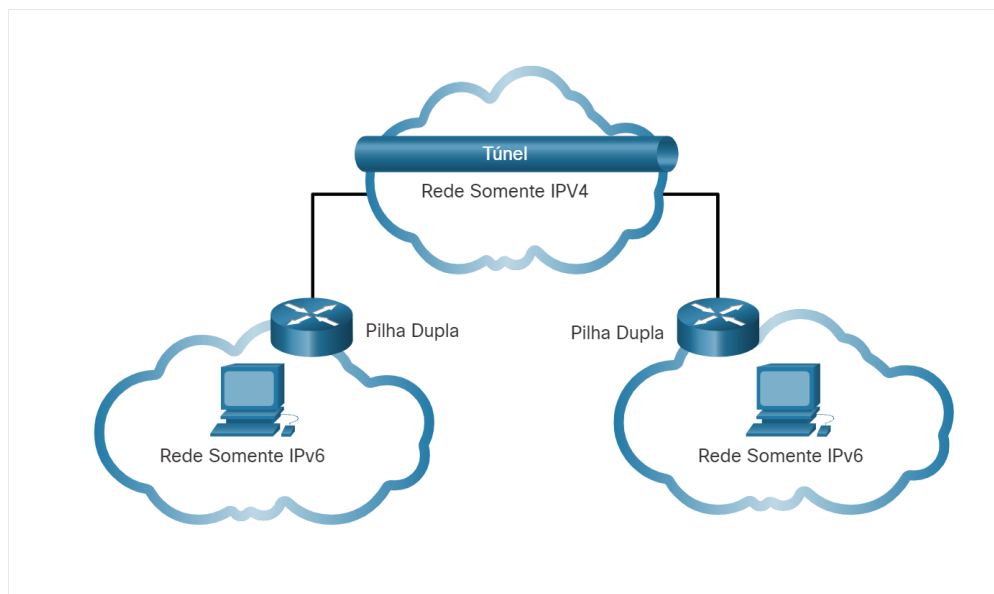
Topologia física mostrando três PCs de pilha dupla e um roteador de pilha dupla



Note: O tunelamento e a tradução são para transição para o IPv6 nativo e só devem ser usados quando necessário. O objetivo deve ser as comunicações IPv6 nativas da origem até o destino.

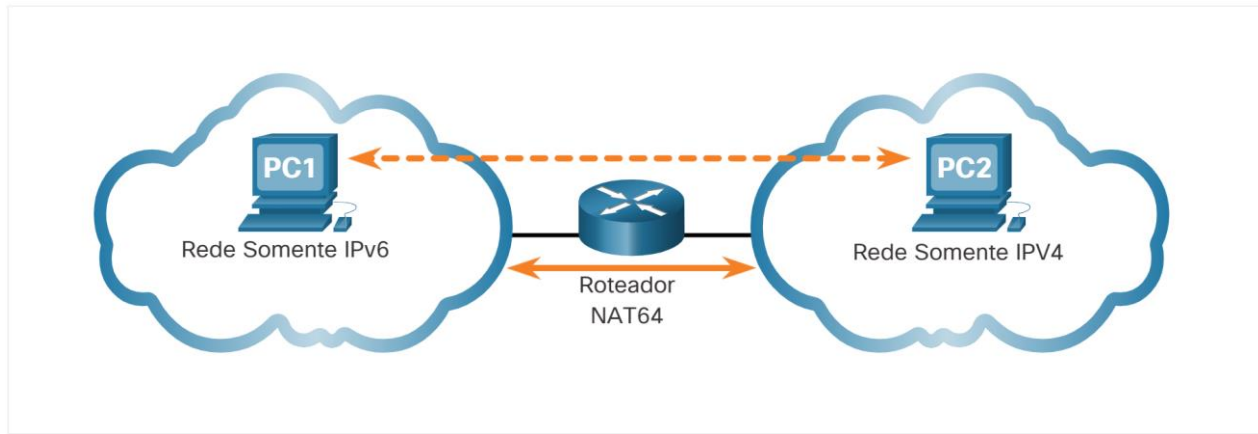
Tunelamento

Tunelamento é um método de transporte de pacote IPv6 através de uma rede IPv4. O pacote IPv6 é encapsulado dentro de um pacote IPv4, de forma semelhante a outros tipos de dados.



Conversão

A NAT64 (Network Address Translation 64) permite que os dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com os dispositivos habilitados para IPv4 usando uma técnica de conversão semelhante à NAT IPv4. Um pacote IPv6 é traduzido para um pacote IPv4 e um pacote IPv4 é traduzido para um pacote IPv6.



12.1.3 Verifique sua compreensão - Problemas de IPv4

Verifique sua compreensão do IPsec escolhendo a melhor resposta para as seguintes perguntas.

1. Qual é o fator motivador mais importante para mudar para o IPv6?
 - ☐ Melhor desempenho
 - ☐ Endereços IPv6 que são mais fáceis de trabalhar com
 - ☐ melhor segurança com IPv6
 - ☐ Esgotamento do espaço de endereço IPv4
2. Verdadeiro ou Falso: 4 em cada 5 RIRs não têm mais endereços IPv4 suficientes para alocar regularmente aos clientes.
 - ☐ Verdadeiro
 - ☐ Falso
3. Quais das seguintes técnicas usam conectividade IPv6 nativa?
 - ☐ pilha dupla
 - ☐ tunelamento
 - ☐ tradução
 - ☐ todos os itens acima

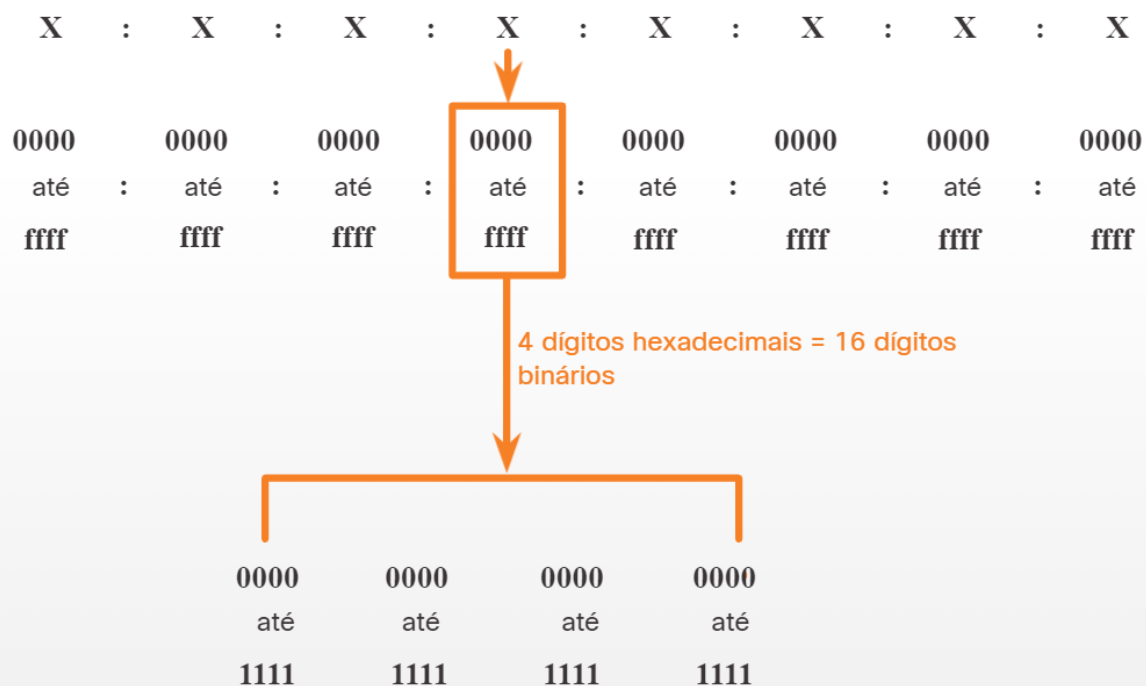
16.2 Representação do Endereço IPv6

12.2.1 Formatos de Endereço IPv6

O primeiro passo para aprender sobre IPv6 em redes é entender a forma como um endereço IPv6 é escrito e formatado. Os endereços IPv6 são muito maiores do que os endereços IPv4, razão pela qual é improvável que fiquemos sem eles.

Os endereços IPv6 têm 128 bits e são escritos como uma sequência de valores hexadecimais. Cada 4 bits são representados por um único dígito hexadecimal, totalizando 32 valores hexadecimais, como mostra a Figura 1. Os endereços IPv6 não diferenciam maiúsculas e minúsculas e podem ser escritos tanto em minúsculas como em maiúsculas.

Segmentos ou Hextets de 16 bits



Formato preferido

Como mostrado na Figura 1, o formato preferencial para escrever um endereço IPv6 é x: x: x: x: x: x: x: x, com cada “x” consistindo de quatro valores hexadecimais. O termo octeto refere-se aos oito bits de um endereço IPv4. No IPv6, um hexteto é o termo não oficial usado para se referir a um segmento de 16 bits ou quatro valores hexadecimais. Cada “x” equivale a um único hexteto, 16 bits ou quatro dígitos hexadecimais.

Formato preferencial significa que o endereço IPv6 é gravado usando todos os 32 dígitos hexadecimais. Isso não significa necessariamente que é o método ideal para representar o endereço IPv6. Existem duas regras que ajudam a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6.

A Figura 3 tem exemplos de endereços IPv6 no formato preferencial.

```
2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200
2001 : 0db8 : 0000 : 00a3 : abcd : 0000 : 0000 : 1234
2001 : 0db8 : 000a : 0001 : c012 : 9aff : fe9a : 19ac
2001 : 0db8 : aaaa : 0001 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab : cdef
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : c012 : 9aff : fe9a : 19ac
fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab : cdef
0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
```

12.2.2 Regra 1 - omitir zeros à esquerda

A primeira regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é omitir os 0s (zeros) à esquerda de qualquer seção de 16 bits ou hexteto. Aqui estão quatro exemplos de maneiras de omitir zeros à esquerda:

- 01AB pode ser representado como 1AB
- 09f0 pode ser representado como 9f0
- 0a00 pode ser representado como a00
- 00ab pode ser representado como ab

Essa regra se aplica somente aos 0s à esquerda, e NÃO aos 0s à direita. Caso contrário, o endereço ficaria ambíguo. Por exemplo, o hexteto “abc” poderia ser “0abc” ou “abc0”, mas essas duas representações não se referem ao mesmo valor.

Omitir zeros (0) à Esquerda

Tipo	Formato
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200
Nenhum 0 à esquerda	2001 : db8 : 0 : 1111 : 0 : 0 : 0 : 200
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 00a3 : ab00 : 0ab0 : 00ab : 1234
Nenhum 0 à esquerda	2001 : db8 : 0 : a3 : ab00 : ab0 : ab : 1234
Preferencial	2001 : 0db8 : 000a : 0001 : c012 : 90ff : fe90 : 0001
Nenhum 0 à esquerda	2001 : db8 : a : 1 : c012 : 90ff : fe90 : 1
Preferencial	2001 : 0db8 : aaaa : 0001 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
Nenhum 0 à esquerda	2001 : db8 : aaaa : 1 : 0 : 0 : 0 : 0
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab : cdef
Nenhum 0 à esquerda	fe80 : 0 : 0 : 0 : 123 : 4567 : 89ab : cdef
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Nenhum 0 à esquerda	fe80 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 1
Preferencial	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Nenhum 0 à esquerda	0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 1
Preferencial	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
Nenhum 0 à esquerda	0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0

12.2.3 Regra 2 - dois pontos duplos

A segunda regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é que o uso de dois-pontos duplo (::) pode substituir uma única sequência contígua de um ou mais segmentos de 16 bits (hextetos) compostos

exclusivamente por 0s. Por exemplo, 2001:db8:cafe: 1:0:0:0:1 (0s iniciais omitidos) poderia ser representado como 2001:db8:cafe:1::1. O dois-pontos duplos (::) é usado no lugar dos três hextets all-0 (0:0:0).

Os dois-pontos em dobro (::) só podem ser usados uma vez em um endereço; caso contrário, haveria mais de um endereço resultante possível. Quando associada à técnica de omissão dos 0s à esquerda, a notação de endereço IPv6 pode ser bastante reduzida. É o chamado formato compactado.

Aqui está um exemplo do uso incorreto de dois pontos: 2001:db8::abcd::1234.

O dois-pontos duplo é usado duas vezes no exemplo acima. Aqui estão as possíveis expansões deste endereço de formato compactado incorreto:

- 2001:db8::abcd:0000:0000:1234
- 2001:db8::abcd:0000:0000:0000:1234
- 2001:db8:0000:abcd::1234
- 2001:db8:0000:0000:abcd::1234

Se um endereço tiver mais de uma cadeia contígua de todos os hextets 0, a prática recomendada é usar dois pontos duplos (::) na cadeia mais longa. Se as strings forem iguais, a primeira string deve usar dois pontos duplos (::).

Omitindo (0) zeros principais e todos os zeros (0) segmentos

Tipo	Formato
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 1111 : 0000 : 0000 : 0000 : 0200
Compressados/espacos	2001 : db8 : 0 : 1111 : : 200
Compactado	2001:db8:0:1111::200
Preferencial	2001 : 0db8 : 0000 : 0000 : ab00 : 0000 : 0000 : 0000
Compressados/espacos	2001 : db8 : 0 : 0 : ab00 ::
Compactado	2001:db8:0:0:ab00::
Preferencial	2001 : 0db8 : aaaa : 0001 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
Compressados/espacos	2001 : db8 : aaaa : 1 ::
Compactado	2001:db8:aaaa:1::
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89ab : cdef
Compressados/espacos	fe80 : : 123 : 4567 : 89ab : cdef
Compactado	fe80::123:4567:89ab:cdef
Preferencial	fe80 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Compressados/espacos	fe80 : : : 1
Compactado	fe80::1
Preferencial	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0001
Compressados/espacos	:: : 1
Compactado	:::1
Preferencial	0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000 : 0000
Compressados/espacos	::
Compactado	::

12.2.4 Verifique sua compreensão - Representação de endereço IPv6

Instruções:

Converta os endereços IPv6 em formatos curtos e compactos (omite os zeros à esquerda). Insira letras em minúsculas. Clique em Avançar para avançar a atividade para o próximo endereço.

Formato preferencial	1031	1976	0001	0002	0003	0004	0000	0101
Zeros à esquerda omitidos								
Formato compactado								

Formato preferencial	1031	1976	0001	0002	0003	0004	0000	0101
Zeros à esquerda omitidos	1031	1976	1	2	3	4	0	101
Formato compactado	1031:1976:1:2:3:4::101							

Formato preferencial	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001
Zeros à esquerda omitidos	0	0	0	0	0	0	0	1
Formato compactado	::1							

[illegible]

Formato preferencial	2001	0db8	ef01	2345	0678	0910	aaaa	bbbb
Zeros à esquerda omitidos	2001	db8	ef01	2345	678	910	aaaa	bbbb
Formato compactado	2001:db8:ef01:2345:678:910:aaaa:bbbb							

Formato preferencial	fe80	0000	0000	0000	0000	0000	0101	1111
Zeros à esquerda omitidos	fe80	0	0	0	0	0	101	1111
Formato compactado	fe80::101:1111							

Formato preferencial	2001	0000	0db8	1111	0000	0000	0000	0200
Zeros à esquerda omitidos	2001	0	db8	1111	0	0	0	200
Formato compactado	2001:0:db8:1111::200							

Formato preferencial	2001	0db8	0000	1234	5678	9101	1112	1113
Zeros à esquerda omitidos	2001	db8	0	1234	5678	9101	1112	1113
Formato compactado	2001:db8::1234:5678:9101:1112:1113							

12.3 Tipos de Endereço IPv6

12.3.1 unicast, multicast, anycast

Tal como acontece com o IPv4, existem diferentes tipos de endereços IPv6. Na verdade, existem três grandes categorias de endereços IPv6:

- **Unicast** – Um endereço IPv6 unicast identifica exclusivamente uma interface em um dispositivo habilitado para IPv6.
- **Multicast** – Um endereço IPv6 multicast é usado para enviar um único pacote IPv6 para vários destinos.
- **Anycast** – Um endereço IPv6 anycast é qualquer endereço IPv6 unicast que possa ser atribuído a vários dispositivos. Um pacote enviado a um endereço de anycast é roteado para o dispositivo mais próximo que tenha esse endereço. Os endereços anycast estão fora do escopo deste curso.

Ao contrário do IPv4, o IPv6 não possui um endereço de broadcast. No entanto, há um endereço multicast para todos os nós IPv6 que fornece basicamente o mesmo resultado.

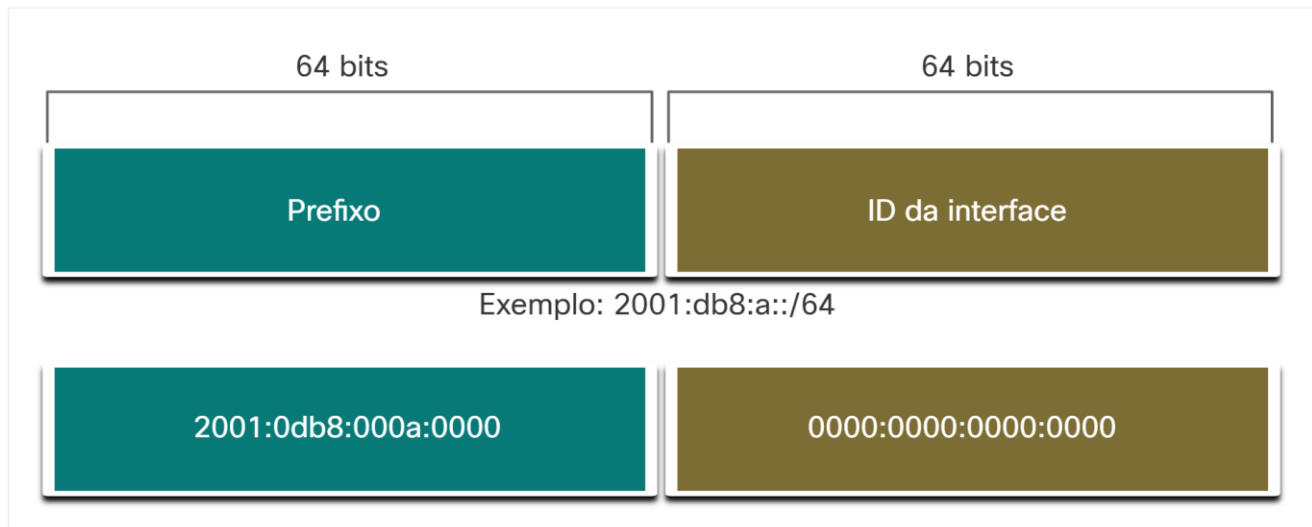
12.3.2 Comprimento do Prefixo IPv6

Lembre-se de que o prefixo (a parte de rede) de um endereço IPv4 pode ser identificado pelo comprimento do prefixo (notação em barra) ou por uma máscara de sub-rede decimal com pontos. Por exemplo, o endereço IPv4 192.168.1.10 com máscara de sub-rede decimal com pontos 255.255.255.0 é equivalente a 192.168.1.10/24.

No IPv4 o /24 é chamado de prefixo. No IPv6 é chamado de comprimento do prefixo. O IPv6 não usa a notação decimal com pontos da máscara de sub-rede. Como o IPv4, o comprimento do prefixo é representado na notação de barra e é usado para indicar a parte da rede de um endereço IPv6.

O comprimento do prefixo pode variar de 0 a 128. O comprimento do prefixo IPv6 recomendado para LANs e a maioria dos outros tipos de redes é /64, conforme mostrado na figura.

O gráfico mostra um endereço IPv6 dividido em um prefixo de 64 bits e um ID de interface de 64 bits. O prefixo de 64 bits é 2001:0db8:000a:0000. O ID da interface de 64 bits é 0000:0000:0000:0000.



Isso significa que o prefixo ou a parte de rede do endereço é de 64 bits, restando outros 64 bits para a ID da interface (parte de host) do endereço.

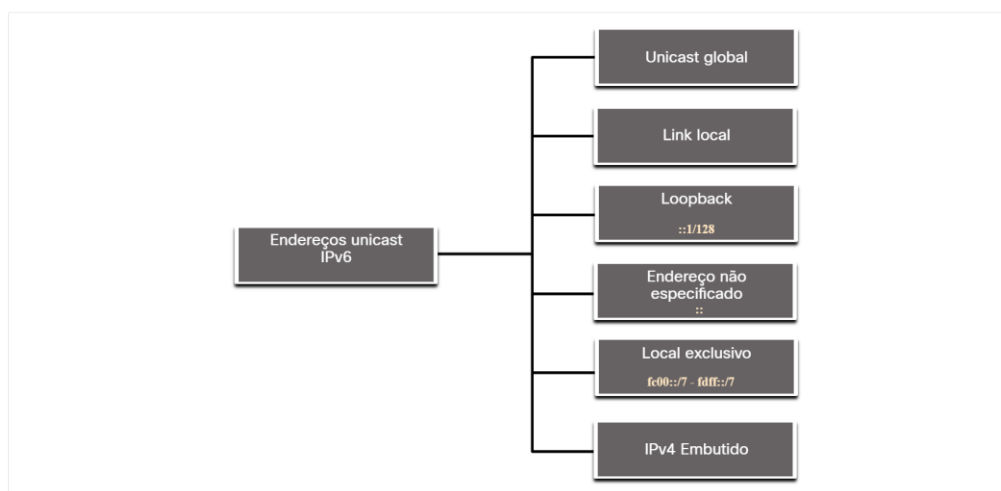
É altamente recomendável usar um ID de interface de 64 bits para a maioria das redes. Isso ocorre porque a configuração automática de endereço sem estado (SLAAC) usa 64 bits para o ID de interface. Também facilita a criação e o gerenciamento de sub-redes.

12.3.3 Outros Tipos de Endereços IPv6 Unicast

Um endereço IPv6 unicast identifica exclusivamente uma interface em um dispositivo habilitado para IPv6. Um pacote enviado a um endereço unicast é recebido pela interface à qual foi atribuído esse endereço. Semelhante ao IPv4, o endereço IPv6 origem deve ser um endereço unicast. O endereço IPv6 destino pode ser um endereço unicast ou multicast. A figura mostra os diferentes tipos de endereços unicast IPv6.

O gráfico mostra um gráfico de seis tipos de endereços unicast IPv6. De cima para baixo, os tipos de endereços Ipv6 no gráfico são: Global Unicast, Link-local, Loopback::1/128, Não especificado::, Local exclusivo fc00::/7 - fdff::/7 e IPv4 incorporado.

Endereços unicast IPv6



Ao contrário dos dispositivos IPv4 que têm apenas um único endereço, os endereços IPv6 normalmente têm dois endereços unicast:

- **Um endereço unicast global(GUA)** é semelhante a um endereço IPv4 público. São endereços de Internet roteáveis e globalmente exclusivos. GUAs podem ser configurados estaticamente ou dinamicamente distribuídos

- **Endereço LLA (Link-Local Address)** - Isso é necessário para cada dispositivo habilitado para IPv6. Os LLAs são usados para se comunicar com outros dispositivos no mesmo link local. No IPv6, o termo link se refere a uma sub-rede. Limitados a um único link. Sua exclusividade só deve ser confirmada nesse link, porque eles não são roteáveis além do link. Em outras palavras, os roteadores não encaminham pacotes com um endereço de link local origem ou destino.

12.3.4 Uma observação sobre o endereço local exclusivo

Endereços locais exclusivos (intervalo fc00::/7 a fdff::/7) ainda não são comumente implementados. Portanto, este módulo abrange apenas a configuração GUA e LLA. No entanto, endereços locais exclusivos podem eventualmente ser usados para endereçar dispositivos que não devem ser acessíveis de fora, como servidores internos e impressoras.

Os endereços IPv6 unique local têm alguma semelhança com endereços privados do RFC 1918 para o IPv4, mas há diferenças significativas:

- Os endereços unique local são utilizados para endereçamento local dentro de um site ou entre um número limitado de sites.
- Os endereços unique local podem ser usados para dispositivos que nunca precisarão ou terão acesso por outra rede. Endereços locais * exclusivos não são globalmente roteados ou traduzidos para um endereço IPv6 global.

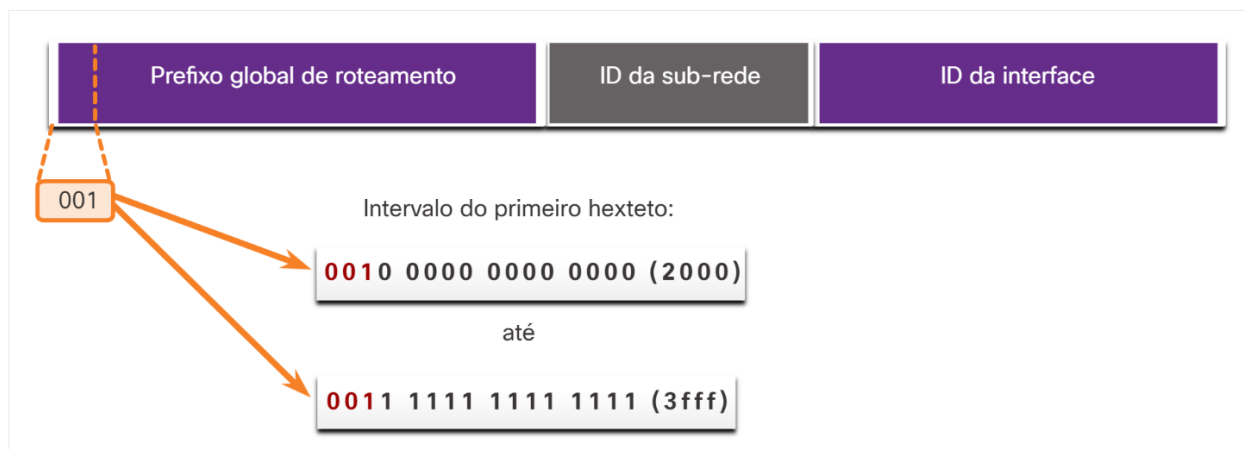
Observação: Muitos locais usam a natureza privada de endereços da RFC 1918 para proteger sua rede contra possíveis riscos à segurança ou ocultá-la. No entanto, essa nunca foi a finalidade dessas tecnologias. A IETF sempre recomendou que os sites tomassem as devidas precauções de segurança em seu roteador de Internet.

12.3.5 GUA IPv6

O endereço IPv6 unicast global (GUA) é globalmente exclusivo e roteável na Internet IPv6. Esses endereços são equivalentes aos endereços públicos do IPv4. O Internet Committee for Assigned Names and Numbers (ICANN), operador da Internet Assigned Numbers Authority (IANA), aloca blocos de endereço IPv6 para os cinco RIRs. No momento, somente endereços unicast globais com os primeiros três bits de 001 ou 2000::/3 estão sendo atribuídos

A figura mostra o intervalo de valores para o primeiro hextet onde o primeiro dígito hexadecimal para GUAs atualmente disponíveis começa com um 2 ou um 3. Isso é apenas um oitavo do espaço de endereço IPv6 total disponível, excluindo uma parte muito pequena de outros tipos de endereços unicast e multicast.

Observação: O endereço 2001:db8::/32 foi reservado para fins de documentação, incluindo o uso em exemplos.

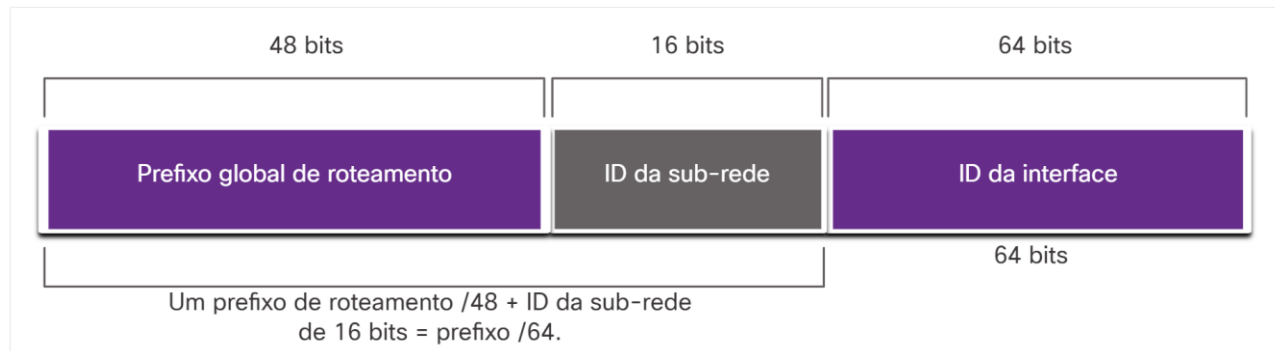


O gráfico mostra as três partes de um GUA: Primeiro é o prefixo de roteamento global, depois o ID de sub-rede e, finalmente, o ID de interface. Os três primeiros bits do prefixo de roteamento global são 001. O intervalo do primeiro hexteto é mostrado para ser de 0010 0000 0000 0000 (2000) a 0011 1111 1111 1111 (3fff)

A figura seguinte mostra a estrutura e o alcance de um GUA.

Endereço IPv6 com prefixo de roteamento global /48 e prefixo /64

O gráfico mostra as três partes de um GUA: Primeiro é o prefixo de roteamento global que tem 48 bits de comprimento, em seguida, o ID de sub-rede, que tem 16 bits de comprimento, em seguida, finalmente o ID de interface que tem 64 bits de comprimento. Texto sob os gráficos indicam Prefixo de roteamento A / 48 + ID de sub-rede de 16 bits = / prefixo 64.



A GUA tem três partes:

- Prefixo global de roteamento
- ID da Sub-Rede
- ID da Interface

12.3.6 Estrutura IPv6 GUA

Prefixo de roteamento global

O prefixo global de roteamento é o prefixo (parte de rede) do endereço que é atribuído pelo provedor (como um ISP) a um cliente ou um site. Por exemplo, é comum que os ISPs atribuam um prefixo de roteamento global /48 a seus clientes. O prefixo de roteamento global geralmente varia dependendo das políticas do ISP.

A figura anterior mostra um GUA usando um prefixo de roteamento global /48. Os prefixos /48 são os prefixos de roteamento global mais comuns atribuídos e serão usados na maioria dos casos ao longo deste curso.

Por exemplo, o endereço IPv6 2001:db8:acad::/48 possui um prefixo de roteamento global que indica que os primeiros 48 bits (3 hextets) (2001:db8:acad) são como o ISP conhece esse prefixo (rede). Dois-pontos duplo (::) antes do comprimento de prefixo /48 significa que o restante do endereço contém apenas 0s. O tamanho do prefixo de roteamento global determina o tamanho da ID da sub-rede.

ID da sub-rede

O campo ID de sub-rede é a área entre o Prefixo de roteamento global e o ID da interface. Ao contrário do IPv4, onde você deve pedir bits emprestados da parte do host para criar sub-redes, o IPv6 foi projetado tendo em mente a sub-rede. A ID da sub-rede é usada por uma empresa para identificar sub-redes localmente. Quanto maior a ID da sub-rede, mais sub-redes disponíveis.

Observação: Muitas organizações estão recebendo um prefixo de roteamento global /32. Usar o prefixo /64 recomendado para criar um ID de interface de 64 bits, deixa um ID de sub-rede de 32 bits. Isso significa que uma organização com um prefixo de roteamento global /32 e um ID de sub-rede de 32 bits terá 4,3 bilhões de sub-redes, cada uma com 18 quintilhões de dispositivos por sub-rede. Isso é tantas sub-redes quanto há endereços IPv4 públicos!

O endereço IPv6 na figura anterior tem um prefixo de roteamento global /48, que é comum entre muitas redes corporativas. Isso torna especialmente fácil examinar as diferentes partes do endereço. Usando um tamanho típico de prefixo / 64, os quatro primeiros hextets são para a parte da rede do endereço, com o quarto hextet indicando o ID da sub-rede. Os quatro hextetos restantes são para a ID da interface.

ID da interface

A ID da interface IPv6 equivale à parte de host de um endereço IPv4. O termo ID da interface é usado porque um único host pode ter várias interfaces, cada uma com um ou mais endereços IPv6. A figura mostra um exemplo da estrutura de um GUA IPv6. É altamente recomendável que as sub-redes /64 sejam usadas na maioria dos casos. Um ID de interface de 64 bits permite 18 quintilhões de dispositivos ou hosts por sub-rede.

Uma sub-rede /64 ou prefixo (Prefixo de roteamento global + ID da sub-rede) deixa 64 bits para o ID da interface. Isso é recomendado para permitir que dispositivos habilitados para SLAAC criem seu próprio ID de interface de 64 bits. Também torna o desenvolvimento de um plano de endereçamento IPv6 simples e eficaz.

Observação: Ao contrário do IPv4, no IPv6 todos os endereços de host apenas com 0s ou apenas com 1s podem ser atribuídos a um dispositivo. O endereço todos-1s pode ser usado porque os endereços de broadcast não são usados dentro do IPv6. O endereço apenas de 0s também pode ser usado, mas é reservado como endereço anycast de roteadores de sub-redes e só deve ser atribuído a roteadores.

12.3.7 IPv6 LLA

Um endereço IPv6 de link-local permite que um dispositivo se comunique com outros dispositivos habilitados para IPv6 no mesmo link e somente nesse link (sub-rede). Os pacotes com endereço de link local origem ou destino não podem ser roteados além do link de onde o pacote foi originado.

O GUA não é um requisito. No entanto, cada interface de rede habilitada para IPv6 deve ter um LLA.

Se um LLA não estiver configurado manualmente em uma interface, o dispositivo criará automaticamente um próprio, sem se comunicar com um servidor DHCP. Os hosts habilitados para LLA IPv6 criarão um endereço IPv6 mesmo que não tenha sido atribuído um endereço IPv6 unicast global ao dispositivo. Isso permite que dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem com outros dispositivos semelhantes na mesma sub-rede. Isso inclui a comunicação com o gateway padrão (roteador).

Os LLAs IPv6 estão no intervalo fe80::/10. O /10 indica que os primeiros 10 bits são 1111 1110 10xx xxxx. O primeiro hexteto tem um intervalo de 1111 1110 1000 000000 000000 0000 (fe80) a 1111 1110 1011 111111 111111 1111 (febf).

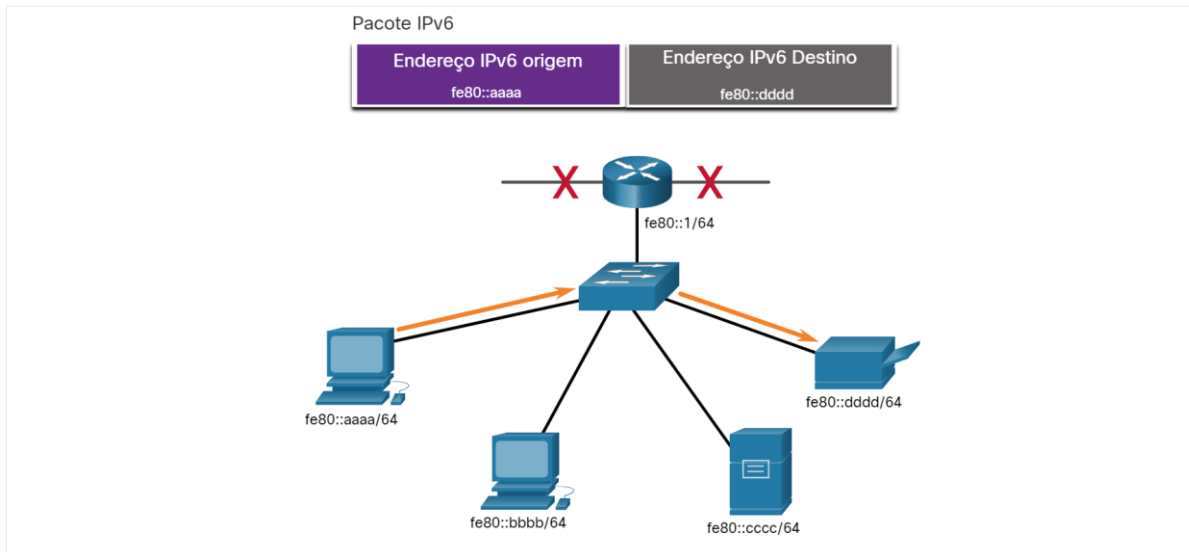
A Figura mostra um exemplo de comunicação usando endereços LLA IPv6. O PC é capaz de se comunicar diretamente com a impressora usando os LLAs.

A topologia mostra dois computadores, um switch, um servidor, um roteador e uma nuvem. Ele mostra que as comunicações de link local não são roteadas fora da rede.

Comunicações IPv6 de Link Local

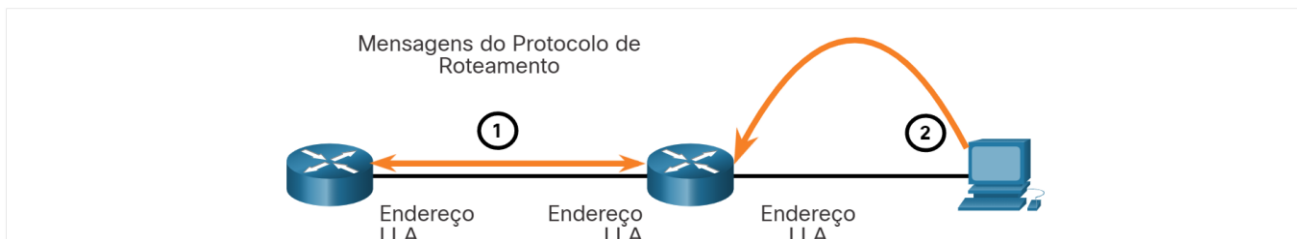
fe80::bbbb/64fe80::cccc/64fe80::dddd/64fe80::1/64fe80::aaaafe80::dddddfe80::aaaa/64

Endereço IPv6 origemEndereço IPv6 DestinoPacote IPv6



A figura seguinte mostra alguns dos usos para IPv6 LLAs.

O gráfico mostra dois roteadores conectados por um link com seus endereços LLA. O número 1 com uma seta bidirecional apontando para cada roteador está sobre o link junto com o texto Routing Protocol Messages. Um PC está conectado ao roteador à esquerda com um número 2 uma seta apontando do PC para o roteador. Texto sob o gráfico lê 1. Os roteadores usam o LLA de roteadores vizinhos para enviar atualizações de roteamento. 2. Os hosts usam o LLA de um roteador local como gateway padrão.



1. Os roteadores usam o LLA de roteadores vizinhos para enviar atualizações de roteamento.
2. Os hosts usam o LLA de um roteador local como gateway padrão.

Observação: Normalmente, é o LLA do roteador, e não a GUA, que é usado como o gateway padrão para outros dispositivos no link.

Há duas maneiras pelas quais um dispositivo pode obter um LLA:

- **Estaticamente** - Isso significa que o dispositivo foi configurado manualmente.
- **Dinamicamente** - Isso significa que o dispositivo cria seu próprio ID de interface usando valores gerados aleatoriamente ou usando o método de Identificador Único Extended (EUI), que usa o endereço MAC do cliente juntamente com bits adicionais.

12.3.8 Verifique sua compreensão - Tipos de endereços IPv6

Verifique sua compreensão dos tipos de endereços IPv6 escolhendo a melhor resposta para as seguintes perguntas.

1. Qual é o comprimento do prefixo recomendado para a maioria das sub-redes IPv6?
 - /32
 - /48
 - /64
 - 128
2. Qual parte de um GUA é atribuída pelo ISP?
 - Prefixo global de roteamento

- Prefixo de roteamento global e ID de sub-rede
 - Prefixo
 - Prefixo RIR
3. Que tipo de endereço unicast IPv6 não é roteável entre redes?
- Endereço local exclusivo
 - GUA
 - endereço IPv4 incorporado
 - LLA
4. Verdadeiro ou Falso: O campo ID de sub-rede em um GUA deve usar bits emprestados do ID da interface.
- Verdadeiro
 - Falso
5. Que tipo de endereço IPv6 começa com fe80?
- GUA
 - LLA
 - endereço de multicast
 - Nenhum. Um endereço IPv6 deve começar com 2001

12.5 Configuração Estática do GUA e do LLA

12.4.1 Configuração de GUA estática em um roteador

Como você aprendeu no tópico anterior, as GUAs IPv6 são iguais aos endereços IPv4 públicos. O endereço IPv6 unicast global (GUA) é globalmente exclusivo e roteável na Internet IPv6. Um LLA IPv6 permite que dois dispositivos habilitados para IPv6 se comuniquem uns com os outros no mesmo link (sub-rede). É fácil configurar estaticamente GUAs e LLAs IPv6 em roteadores para ajudá-lo a criar uma rede IPv6. Este tópico ensina como fazer exatamente isso!

A maioria dos comandos de configuração e verificação do IPv6 no Cisco IOS são semelhantes aos seus equivalentes no IPv4. Em muitos casos, a única diferença é o uso de **ipv6** no lugar de **ip** dentro dos comandos.

Por exemplo, o comando Cisco IOS para configurar um endereço IPv4 em uma interface é **ip address ip-address subnet-mask**. Em contraste, o comando para configurar um GUA IPv6 em uma interface é **ipv6 address ipv6-address/prefix-length**.

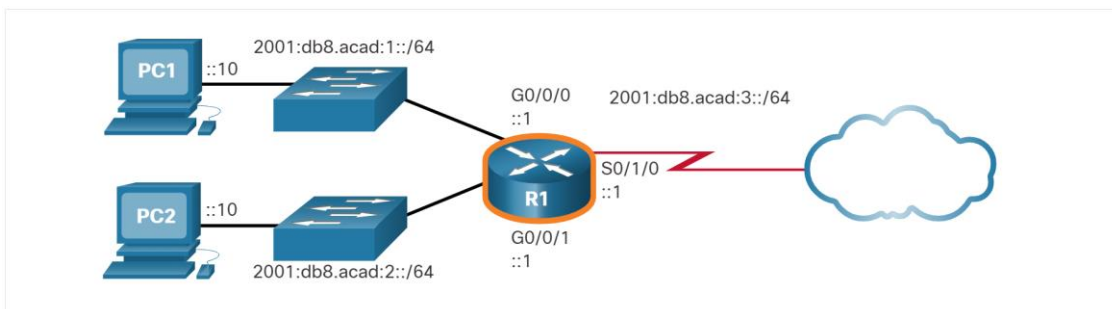
Observe que não há espaço entre *ipv6-address* e *prefix-length*.

O exemplo de configuração usa a topologia mostrada na Figura e as seguintes sub-redes IPv6:

- 2001:db8:acad:1:/64
- 2001:db8:acad:2:/64
- 2001:db8:acad:3:/64

O gráfico mostra dois PCs, PC1 e PC2. PC1 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::10/64. PC2 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:2::10/64. Os dois switches estão conectados a um roteador, R1. PC1 é conectado através do switch para R1s G0/0/0 interface que tem endereço IPv6 2001:db8:acad:1::1/64. PC2 é conectado através do switch para R1s G0/0/1 interface que tem endereço IPv6 2001:db8:acad:2::1/64. R1 se conecta à nuvem através de sua interface S0/1/0 que tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:3::1/64.

Exemplo de Topologia



O exemplo mostra os comandos necessários para configurar o IPv6 GUA no GigabitEthernet 0/0/0, GigabitEthernet 0/0/1 e na interface Serial 0/1/0 do R1.

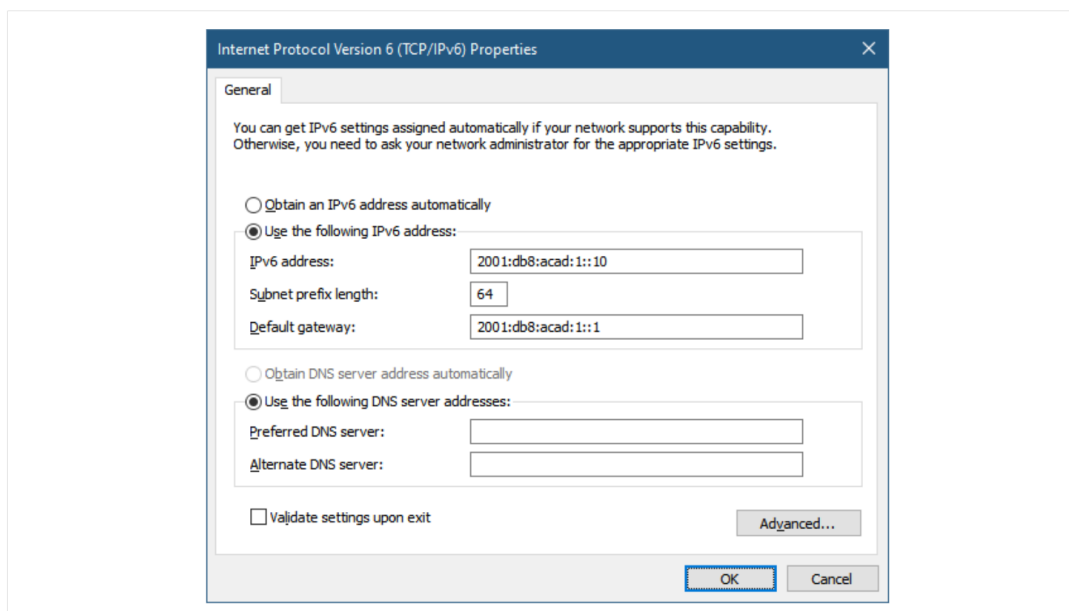
Configuração IPv6 GUA no Roteador R1

```
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface serial 0/1/0
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:3::1/64
R1(config-if)# no shutdown
```

12.4.2 Configuração de GUA estática em um Host Windows

Configurar manualmente o endereço IPv6 em um host é semelhante a configurar um endereço IPv4.

Conforme mostrado na figura, o endereço de gateway padrão configurado para PC1 é 2001:db8:acad: 1::1. Essa é a GUA da interface R1 GigabitEthernet na mesma rede. Como alternativa, o endereço de gateway padrão pode ser configurado para corresponder ao endereço LLA da interface Gigabit Ethernet. O uso do LLA do roteador como endereço de gateway padrão é considerado prática recomendada. Qualquer uma das configurações funcionará.



O gráfico mostra a janela propriedades do Protocolo de Internet do Windows Versão 6 (TCP/IPv6). O botão Usar o seguinte endereço IPv6 está selecionado. O endereço IPv6 é 2001:db8:acad:1::1. O comprimento do

prefixo da sub-rede é 64. O gateway padrão é 2001:db8:acad:1::1. O botão Usar o seguinte endereço de servidor DNS está selecionado.

Assim como ocorre no IPv4, a configuração de endereços estáticos em clientes não escala para ambientes maiores. Por esse motivo, a maioria dos administradores de redes IPv6 permite a atribuição dinâmica de endereços IPv6.

Há duas maneiras de um dispositivo obter um endereço IPv6 unicast global automaticamente:

- Configuração automática de endereço stateless (SLAAC)
- Com estado DHCPv6

O SLAAC e o DHCPv6 são abordados no tópico seguinte.

Observação: Quando o DHCPv6 ou o SLAAC é usado, o LLA do roteador será especificado automaticamente como o endereço de gateway padrão.

12.4.3 Configuração estática de um endereço Unicast local de link

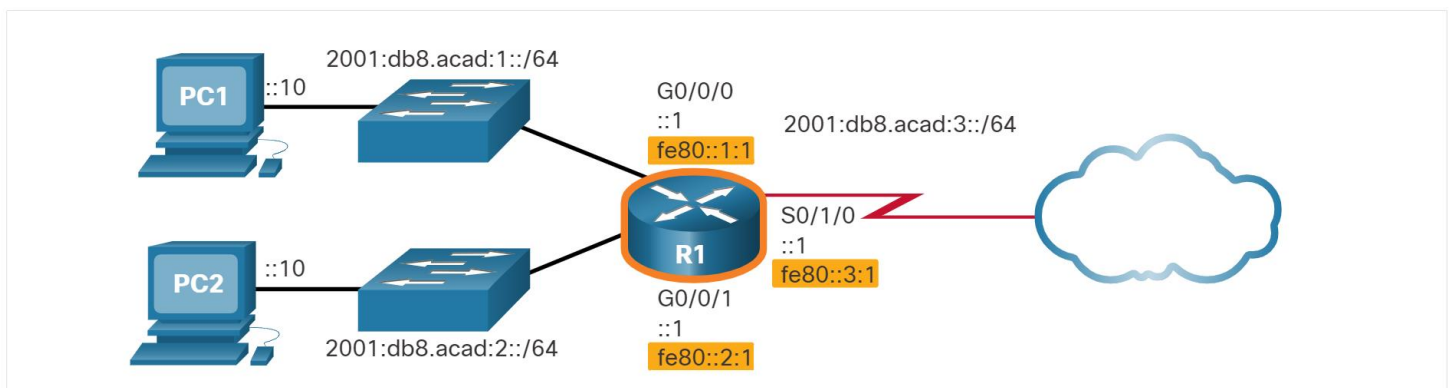
A configuração manual do LLA permite criar um endereço reconhecível e fácil de lembrar. Geralmente, só é necessário criar endereços de link local reconhecíveis nos roteadores. Isso é benéfico porque os LLAs do roteador são usados como endereços de gateway padrão e no roteamento de mensagens de anúncio.

Os LLAs podem ser configurados manualmente usando o comando **ipv6 address link-local ipv6-link-local-address**. Quando um endereço começa com esse hexteto dentro do intervalo de fe80 a febf, o **link-local** parâmetro deve seguir o endereço.

A figura mostra um exemplo de topologia com LLAs em cada interface.

O gráfico mostra dois PCs, PC1 e PC2. PC1 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::10/64. PC2 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:2::10/64. Os dois switches estão conectados a um roteador, R1. PC1 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/0 que tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::1/64 e o endereço LLA de fe80::1:1. PC2 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/1 que tem endereço IPv6 2001:db8:acad:2::1/64 e o endereço LLA de fe80::2:1. R1 se conecta à nuvem através de sua interface S0/1/0 que tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:3::1/64 e o endereço LLA de fe80::3:1.

Exemplo de Topologia com LLAs



O exemplo mostra a configuração de um LLA no roteador R1.

```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 address fe80::1:1 link-local
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/1
R1(config-if)# ipv6 address fe80::2:1 link-local
```

```
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface serial 0/1/0
R1(config-if)# ipv6 address fe80::3:1 link-local
R1(config-if)# exit
```

Os LLAs configurados estaticamente são usados para torná-los mais facilmente reconhecíveis como pertencentes ao roteador R1. Neste exemplo, todas as interfaces do roteador R1 foram configuradas com um LLA que começa com **fe80::1:n** e um dígito exclusivo à direita “n”. O “1” representa o roteador R1.

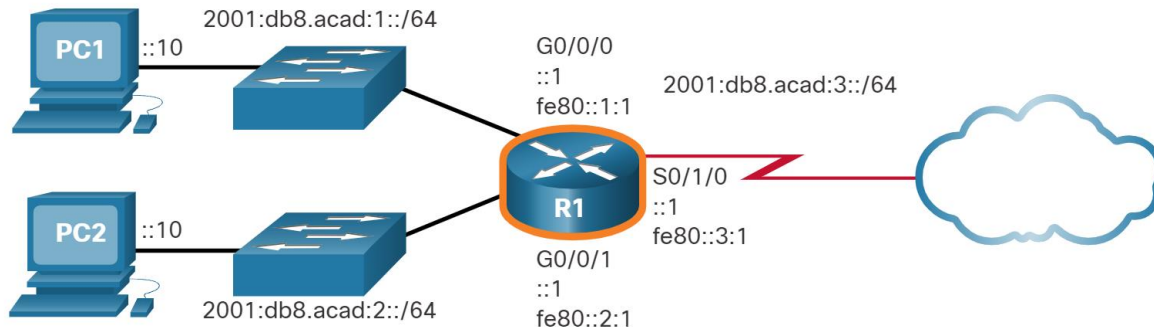
Seguindo a mesma sintaxe do roteador R1, se a topologia incluísse o roteador R2, ele teria suas três interfaces configuradas com os LLAs fe80::2:1, fe80::2:2 e fe80::2:3.

Observação: O mesmo LLA pode ser configurado em cada link, desde que seja exclusivo nesse link. Isso é possível porque as interfaces de link local só precisam ser exclusivas nesse link. No entanto, a prática comum é criar um LLA diferente em cada interface do roteador para facilitar a identificação do roteador e da interface específica.

12.4.4 Verificador de Sintaxe - Configuração Estática GUA e LLA

Atribua GUAs e LLAs IPv6 às interfaces especificadas no roteador R1.

O gráfico mostra dois PCs, PC1 e PC2. PC1 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::10/64. PC2 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:2::10/64. Os dois switches estão conectados a um roteador, R1. PC1 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/0 que tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::1/64 e o endereço LLA de fe80::1:1. PC2 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/1 que tem endereço IPv6 2001:db8:acad:2::1/64 e o endereço LLA de fe80::2:1. R1 se conecta à nuvem através de sua interface S0/1/0 que possui endereço IPv6 2001:db8:acad:3::1/64 e o endereço LLA de fe80::3:1.



Configure e ative o IPv6 na interface Gigabit Ethernet 0/0/0 com os seguintes endereços:

- Use **g0/0/0** como o nome da interface
- LLA - fe80::1:1
- GUA - 2001:db8:acad:1::1/64
- Ative a interface
- Saia do modo de configuração de interface.

```
R1(config)#
```

Resposta

```
R1(config)#interface g0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address fe80::1:1 link-local
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)#no shutdown
%LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0/0, changed state to up
R1(config-if)#exit
```

Configure e ative o IPv6 na interface Gigabit Ethernet 0/0/1 com os seguintes endereços:

- Use **g0/0/1** como o nome da interface
- LLA - fe80::2:1
- GUA - 2001:db8:acad:2::1/64
- Ative a interface
- Saia do modo de configuração de interface.

```
R1(config)#interface g0/0/1
R1(config-if)#ipv6 address fe80::2:1 link-local
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64
R1(config-if)#no shutdown
%LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0/1, changed state to up
R1(config-if)#exit
```

Configure e ative o IPv6 na interface serial 0/1/0 com os seguintes endereços:

- Use **s0/1/0** como o nome da interface
- GUA - 2001:db8:acad:3::1/64
- LLA - fe80::1:3
- Ative a interface
- Saia do modo de configuração de interface.

```
R1(config)#interface s0/1/0
R1(config-if)#ipv6 address fe80::3:1 link-local
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:acad:3::1/64
R1(config-if)#no shutdown
%LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/1/0, changed state to up
R1(config-if)#exit
R1(config)#
```

Você configurou com êxito as GUAs IPv6 nas interfaces do roteador R1.

12.5 Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6

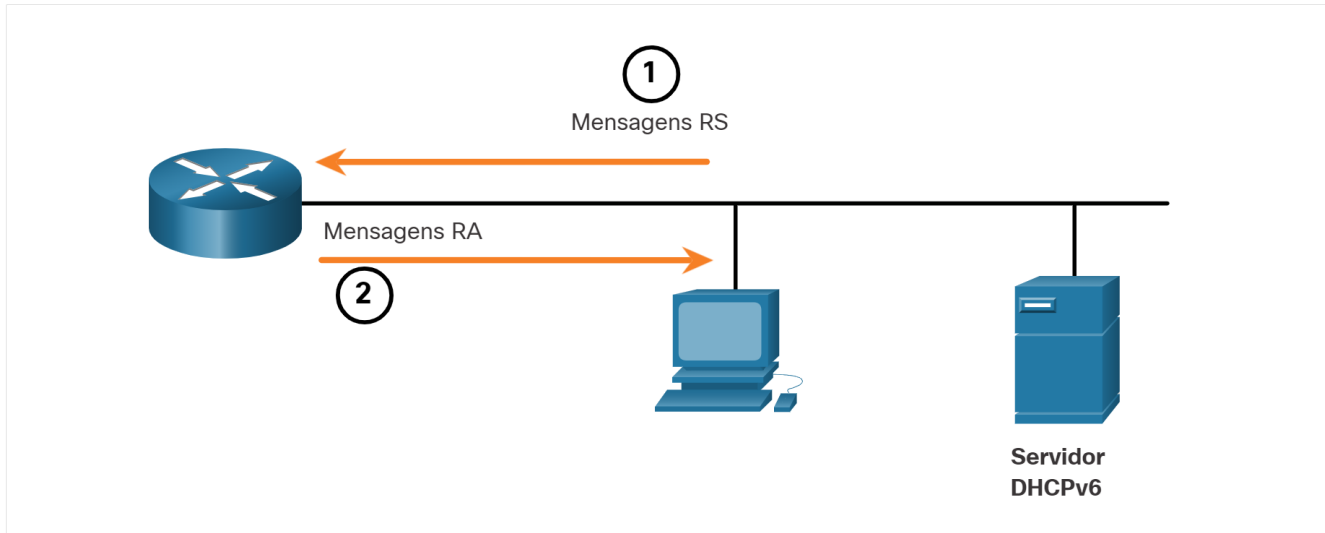
12.5.1 Mensagens RS e RA

Se você não quiser configurar as GUAs IPv6 estaticamente, não precisa se preocupar. A maioria dos dispositivos obtém suas GUAs IPv6 dinamicamente. Este tópico explica como esse processo funciona usando mensagens de anúncio de roteador (RA) e solicitação de roteador (RS). Este tópico fica bastante técnico, mas quando você entende a diferença entre os três métodos que um anúncio de roteador pode usar, bem como o processo EUI-64 para criar um ID de interface difere de um processo gerado aleatoriamente, você terá dado um grande salto em sua experiência IPv6!

Para o GUA, um dispositivo obtém o endereço dinamicamente através de mensagens ICMPv6 (Internet Control Message Protocol versão 6). Os roteadores IPv6 enviam mensagens ICMPv6 de RA a cada 200 segundos para todos os dispositivos habilitados para IPv6 na rede. Uma mensagem de RA também é enviada em resposta a um host que envie uma mensagem ICMPv6 de RS (Solicitação de Roteador). Ambas as mensagens são mostradas na figura.

O gráfico mostra LAN com um host enviando uma mensagem RS para o roteador e o roteador enviando uma mensagem RA em retorno para o PC. Também na LAN está um servidor DHCPv6. Texto sob o gráfico lê 1. As mensagens RS são enviadas para todas as rotas IPv6 por hosts solicitando informações de endereçamento. 2.

Mensagens RA são enviadas para todos os nós IPv6. Se o Método 1 (somente SLAAC) for usado, o RA incluirá as informações de prefixo, refix-lenght e gateway padrão. **DHCPv6**



1. As mensagens RS são enviadas a todos os roteadores IPv6 por hosts solicitando informações de endereçamento.
2. Mensagens RA são enviadas para todos os nós IPv6. Se o Método 1 (somente SLAAC) for usado, o RA incluirá informações de prefixo de rede, prefixo e gateway padrão.

As mensagens de RA estão em interfaces Ethernet de roteador IPv6. O roteador deve estar habilitado para roteamento IPv6, que não está habilitado por padrão. Para ativar um roteador como roteador IPv6, deve ser usado o comando de **ipv6 unicast-routing** configuração global `ipv6 unicast-routing`.

A mensagem ICMPv6 de RA é uma sugestão para um dispositivo sobre como obter um endereço IPv6 unicast global. A decisão final é do sistema operacional do dispositivo. A mensagem ICMPv6 de RA inclui:

- **Prefixo de rede e comprimento do prefixo** – Informa ao dispositivo a que rede ele pertence.
- **Endereço do gateway padrão** – É um endereço LLA IPv6, o endereço IPv6 origem da mensagem de RA.
- **Endereços DNS e nome de domínio** – Endereços de servidores DNS e um nome de domínio.

Existem três métodos para mensagens RA:

- **Method 1: SLAAC** - “Eu tenho tudo o que você precisa, incluindo o prefixo, comprimento do prefixo e endereço de gateway padrão.”
- **Method 2: SLAAC com um servidor DHCPv6 sem estado** - "Aqui estão as minhas informações, mas você precisa obter outras informações, como endereços DNS, de um servidor DHCPv6 sem estado".
- **Method 3: DHCPv6 com estado (sem SLAAC)** - “Posso dar-lhe o seu endereço de gateway padrão. Você precisa pedir a um servidor DHCPv6 com estado para todas as suas outras informações.”

12.5.2 Método 1: SLAAC

SLAAC é um método que permite que um dispositivo crie seu próprio GUA sem os serviços do DHCPv6. Com SLAAC, os dispositivos dependem das mensagens ICMPv6 de RA (Anúncio de Roteador) do roteador local para obter as informações necessárias.

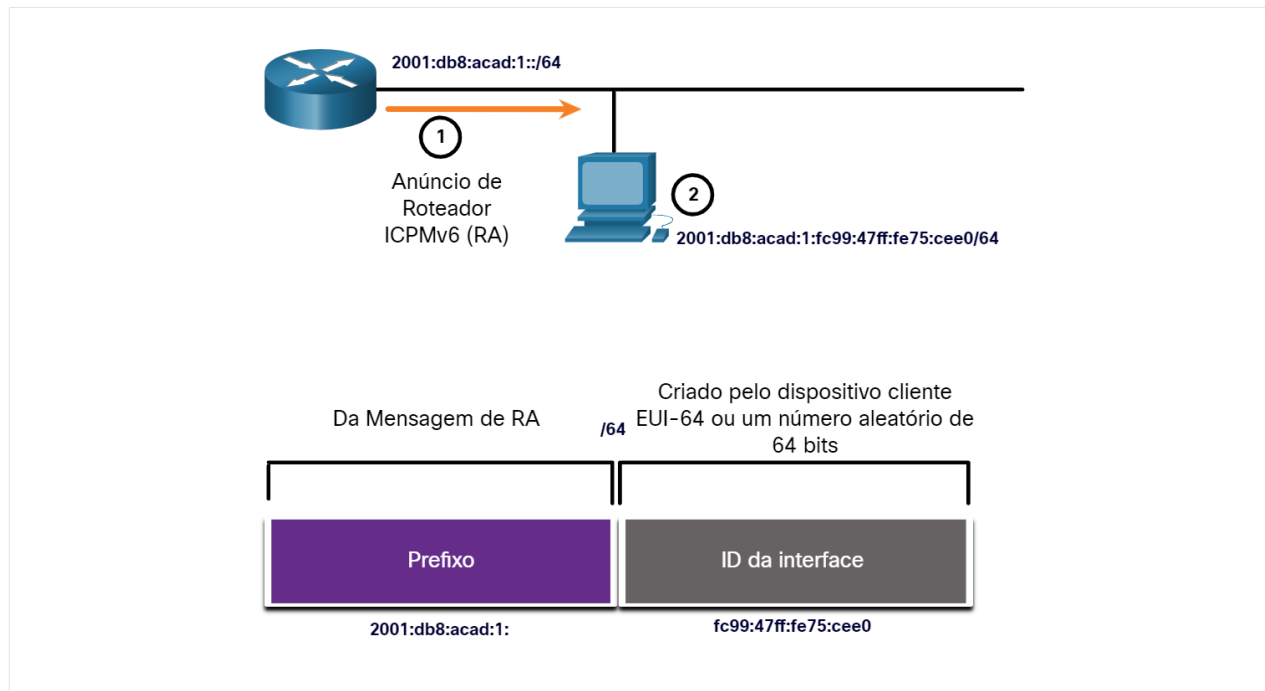
Por padrão, a mensagem de RA sugere que o dispositivo de recebimento use as informações dessa mensagem para criar seu próprio endereço IPv6 unicast global e para todas as demais informações. Os serviços de um servidor DHCPv6 não são obrigatórios.

SLAAC é stateless, o que significa que não existe servidor central (por exemplo, um servidor DHCPv6 stateful) alocando endereços unicast globais e mantendo uma lista de dispositivos e seus endereços. Com SLAAC, o dispositivo

cliente usa as informações da mensagem de RA para criar seu próprio endereço unicast global. Como mostrado na Figura , as duas partes do endereço são criadas da seguinte forma:

- **Prefixo** - Isso é anunciado na mensagem RA.
- **ID da Interface** - Isso usa o processo EUI-64 ou gera um número aleatório de 64 bits, dependendo do sistema operacional do dispositivo.

O gráfico mostra a LAN com um roteador enviando uma mensagem de anúncio do roteador ICMPv6 para um PC. O PC tem o endereço IPv6 de 2001:db8:acad:1:fc99:47ff:fe75:cee0/64. O gráfico indicando que o prefixo de rede recebido na mensagem RA é 2001:db8:acad:1: e o ID de interface que foi criado pelo dispositivo cliente EUI-64 ou número aleatório de 64 bits é fc99:47ff:fe75:cee0. Texto sob o gráfico lê 1. O roteador envia uma mensagem RA com o prefixo do link local. 2. O PC usa SLAAC para obter um prefixo da mensagem RA e cria seu próprio ID de interface.



1. O roteador envia uma mensagem RA com o prefixo do link local.
2. O PC usa SLAAC para obter um prefixo da mensagem RA e cria seu próprio ID de interface.

12.5.3 Opção 2 de RA: SLAAC e DHCPv6 stateless

Uma interface de roteador pode ser configurada para enviar um anúncio de roteador usando SLAAC e DHCPv6 sem estado.

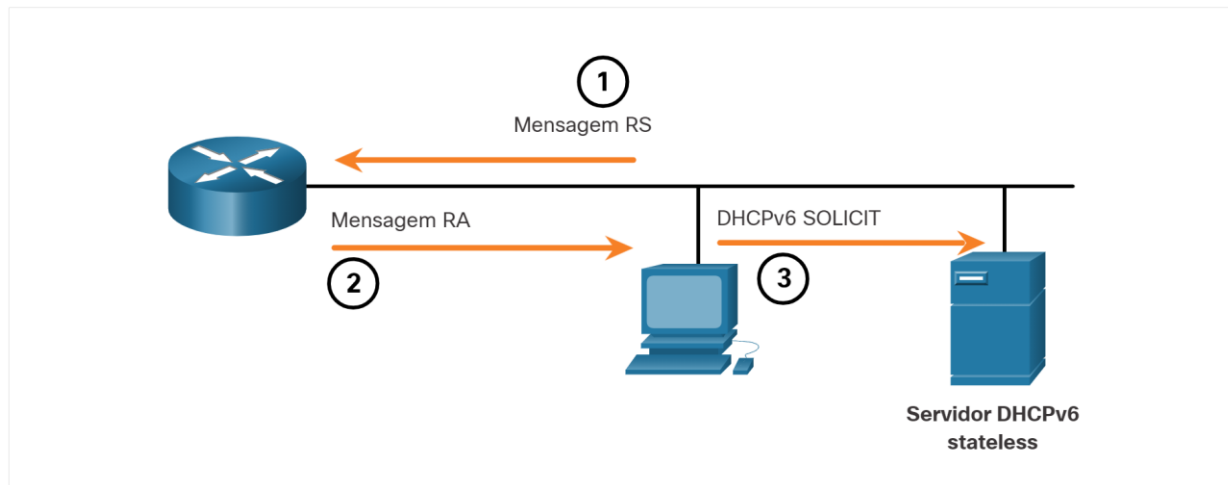
Como mostrado na figura, com esse método, a mensagem RA sugere que os dispositivos usem o seguinte:

- SLAAC para criar seu próprio IPv6 GUA;;
- O LLA do roteador, que é o endereço IPv6 de origem RA, como o endereço de gateway padrão;
- Um servidor DHCPv6 stateless para obter outras informações como o endereço de um servidor DNS e um nome de domínio.

Observação: Um servidor DHCPv6 stateless distribui endereços do servidor DNS e nomes de domínio. Não atribui GUAs.

O gráfico mostra a LAN com um PC que está enviando mensagens RS (rotuladas #1) para o roteador. O roteador está enviando em retorno uma mensagem RA (rotulada #2). O PC também está enviando uma mensagem de solicitação DHCPv6 (chamada #3) para um servidor DHCPv6 sem estado. Texto sob o gráfico lê 1. O PC envia

um RS para todos os roteadores IPv6, eu preciso de informações de endereçamento. 2. O roteador envia uma mensagem RA para todos os nós IPv6 com o método 2 (SLAAC e DHCPv6) especificado. Aqui está o seu prefixo, comprimento do prefixo e informações padrão do gateway. mas você precisará obter informações de DNS de um servidor DHCPv6. 3. O PC envia uma mensagem de solicitação DHCPv6 para todos os servidores DHCPv6. Usei o SLAAC para criar o meu endereço IPv6 e obter o meu endereço de gateway padrão, mas preciso de outras informações de um servidor DHCPv6 sem estado.



1. O PC envia um RS para todos os roteadores IPv6, “Preciso de informações de endereçamento”.
2. O roteador envia uma mensagem RA para todos os nós IPv6 com o método 2 (SLAAC e DHCPv6) especificado. Aqui estão as informações de Prefixo, Comprimento do prefixo e Gateway padrão. Mas você precisará obter informações de DNS de um servidor DHCPv6.”
3. O PC envia uma mensagem de solicitação DHCPv6 para todos os servidores DHCPv6. “Usei o SLAAC para criar meu endereço IPv6 e obter meu endereço de gateway padrão, mas preciso de outras informações de um servidor DHCPv6 sem estado. “

12.5.4 Método 3: DHCPv6 com estado

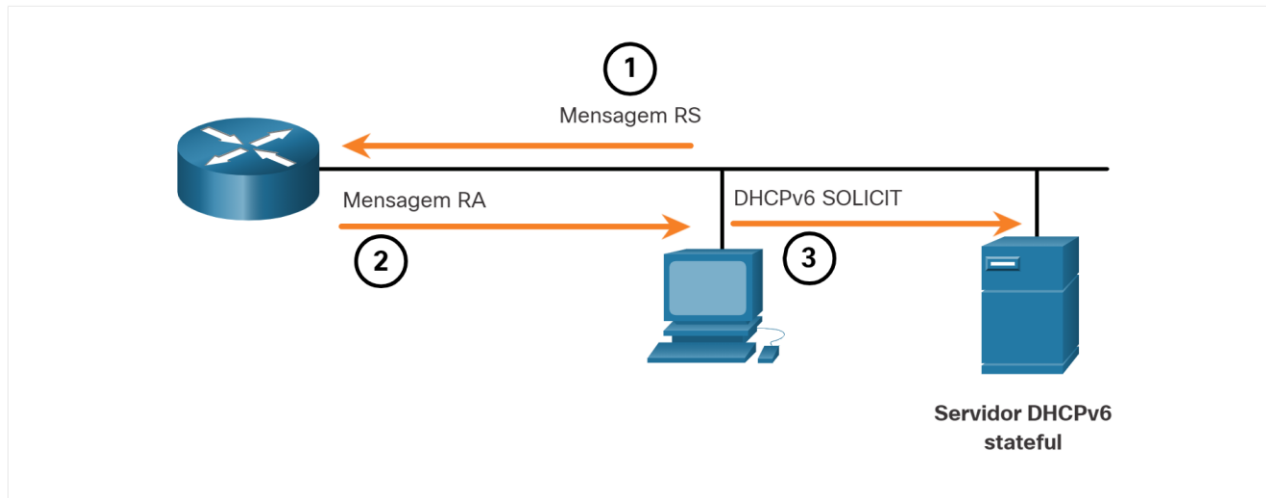
Uma interface de roteador pode ser configurada para enviar um RA usando apenas DHCPv6 com estado.

O DHCPv6 stateful é semelhante ao DHCP para IPv4. Um dispositivo pode receber automaticamente suas informações de endereçamento, incluindo uma GUA, tamanho do prefixo e os endereços dos servidores DNS de um servidor DHCPv6 com monitoração de estado.

Como mostrado na figura, com esse método, a mensagem RA sugere que os dispositivos usam o seguinte:

- O LLA do roteador, que é o endereço IPv6 de origem RA, como o endereço de gateway padrão
- Um servidor DHCPv6 stateful para obter o endereço unicast global, o endereço do servidor DNS, o nome do domínio e todas as demais informações.

O gráfico mostra a LAN com um PC que está enviando (rotulado #1) para um roteador. O roteador está enviando uma mensagem (chamada #2) para o PC. O PC também está enviando uma mensagem (chamada #3) para o servidor s. Texto sob o gráfico lê 1. O PC envia um RS para todos os roteadores IPv6, eu preciso de informações de endereçamento. 2. O roteador envia uma mensagem RA para todos os nós IPv6 com o Método 3 (DHCPv6 statefull) especificado Eu sou seu gateway padrão, mas você precisa pedir a um servidor DHCPv6 statefull para suas informações de endereçamento IPv6. 3. O PC envia uma mensagem de solicitação DHCPv6 para todos os servidores DHCPv6, recebi meu endereço de gateway padrão da mensagem RA, mas preciso de um endereço IPv6 e todas as outras informações de endereçamento de um servidor DHCPv6 com estado.



1. O PC envia um RS para todos os roteadores IPv6, "Preciso de informações de endereçamento".
2. O roteador envia uma mensagem RA para todos os nós IPv6 com o Método 3 (DHCPv6 Stateful) especificado, "Eu sou seu gateway padrão, mas você precisa pedir a um servidor DHCPv6 com estado para seu endereço IPv6 e outras informações de endereçamento. "
3. O PC envia uma mensagem de solicitação DHCPv6 para todos os servidores DHCPv6, "Recebi meu endereço de gateway padrão da mensagem RA, mas preciso de um endereço IPv6 e todas as outras informações de endereçamento de um servidor DHCPv6 com estado. "

Um servidor DHCPv6 stateful aloca e mantém uma lista dos dispositivos que recebem endereços IPv6. O DHCP para IPv4 é stateful.

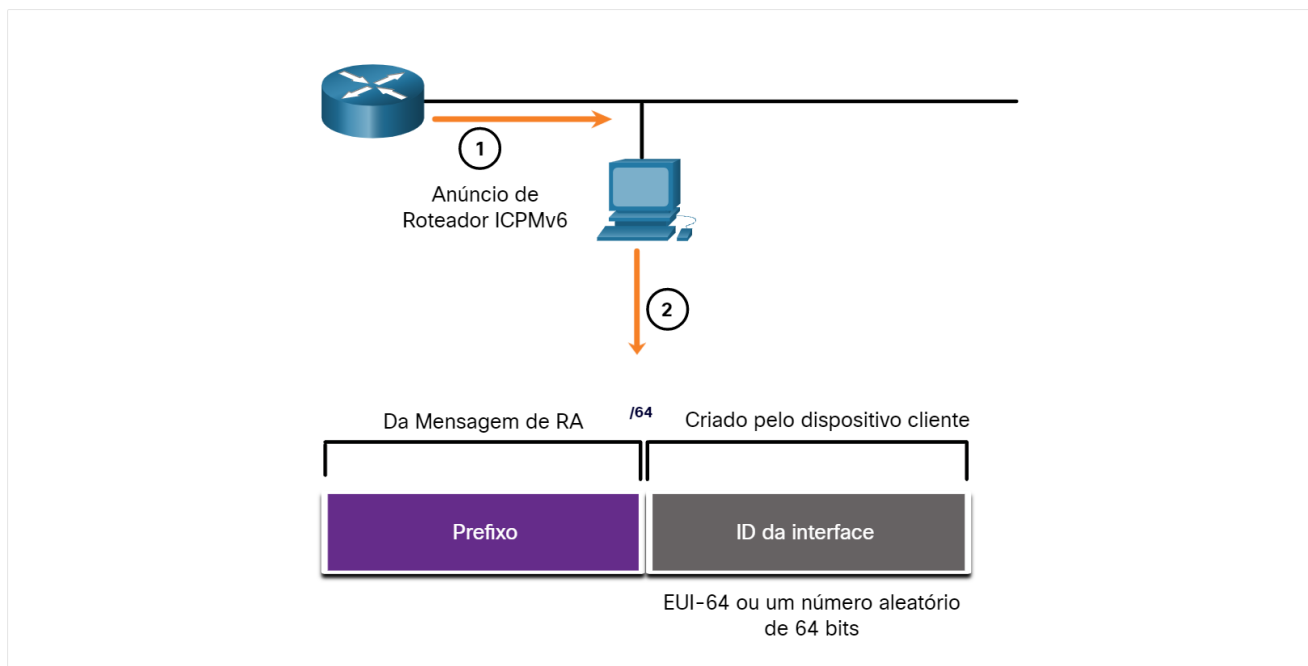
Observação: O endereço de gateway padrão só pode ser obtido dinamicamente a partir da mensagem RA. O servidor DHCPv6 stateless ou stateful não fornece o endereço de gateway padrão.

12.5.5 Processo EUI-64 ou Gerado Aleatoriamente

Quando a mensagem de RA é SLAAC ou SLAAC com DHCPv6 stateless, o cliente deve gerar sua própria ID da interface. O cliente conhece a parte de prefixo do endereço da mensagem de RA, mas deve criar sua própria ID da interface. A ID da interface pode ser criada por meio do processo EUI-64 ou de um número de 64 bits gerado aleatoriamente, como mostrado na Figura 1.

O gráfico mostra um roteador enviando uma mensagem de anúncio do roteador ICMPv6 (chamada #1) para um PC. O PC é mostrado em uma etapa chamada #2 criando seu prefixo /64 a partir da mensagem RA e criando seu ID de interface usando EUI-64 ou número de 64 bits aleatório. Texto sob o gráfico lê 1. O roteador envia a mensagem do RA. 2. O PC usa o prefixo na mensagem RA e usa EUI-64 ou um número de 64 bits aleatório para gerar um ID de interface

Criando dinamicamente um ID de interface



1. O roteador envia a mensagem do RA
2. O PC usa o prefixo na mensagem RA e usa EUI-64 ou um número de 64 bits aleatório para gerar um ID de interface.

12.5.6 Processo EUI-64

A IEEE definiu o identificador exclusivo estendido (EUI) ou processo EUI-64 modificado. Esse processo usa o endereço MAC Ethernet de 48 bits de um cliente e insere outros 16 bits no meio do endereço MAC de 48 bits para criar uma ID da interface de 64 bits.

Geralmente representados em hexadecimal, os endereços MAC de Ethernet são compostos de duas partes:

- **Identificador Organizacional Exclusivo (OUI)** – O OUI é um código de 24 bits do fornecedor (6 dígitos hexadecimais) atribuído pela IEEE.
- **Identificador de dispositivo** – O identificador de dispositivo é um valor exclusivo de 24 bits (6 dígitos hexadecimais) com um OUI em comum.

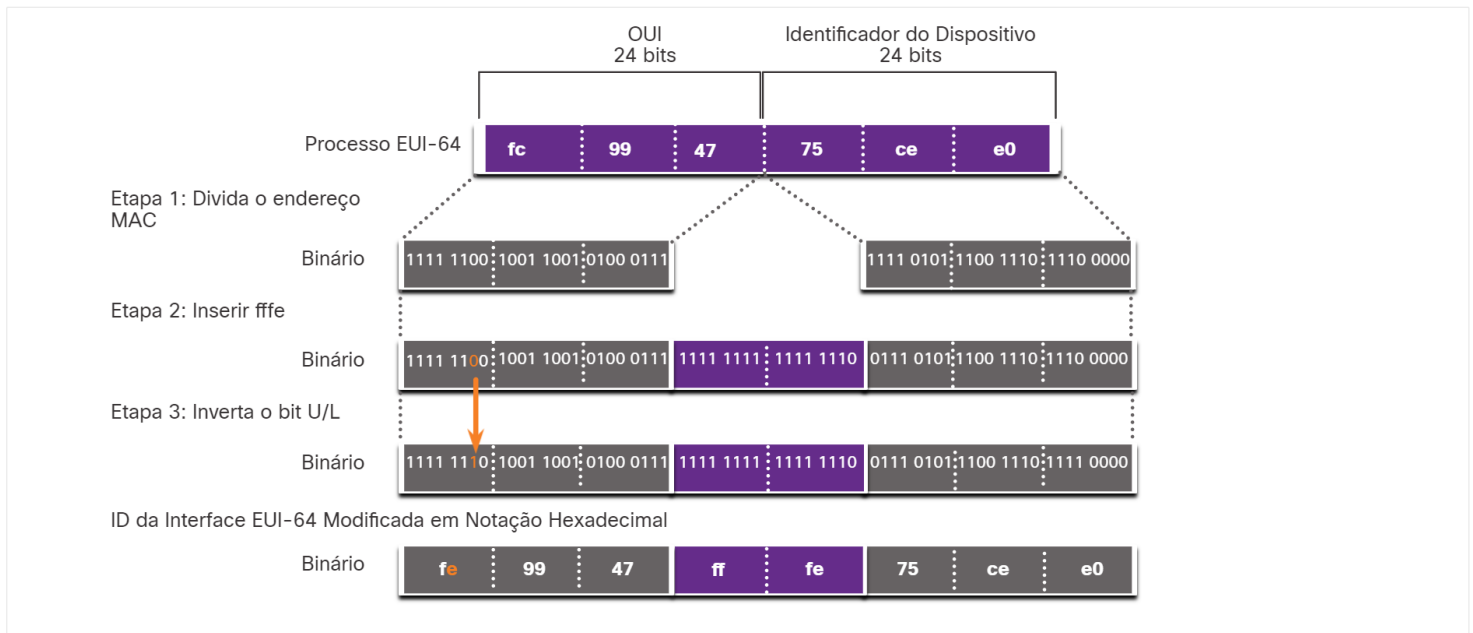
Uma ID da interface EUI-64 é representada em binário e composta por três partes:

- OUI de 24 bits do endereço MAC do cliente, mas o sétimo bit (o bit universal/local (U/L)) é invertido. Isso significa que, se o sétimo bit for 0, ele se tornará 1, e vice-versa.
- O valor de 16 bits fffe (em hexadecimal) inserido.
- Identificador de dispositivo de 24 bits do endereço MAC do cliente.

O processo EUI-64 está ilustrado na Figura 2, usando o endereço MAC Gigabit Ethernet de R1 fc99:4775:cee0.

O gráfico mostra as etapas do processo EUI-64. Na parte superior do gráfico está o endereço MAC fc: 99:47:75:ce:e0. Na etapa 1: Dividir o endereço MAC, os primeiros 24-bits do OUI fc: 99:47 em binário é 1111 1100 1001 1001 0100 0111. Os 24-bits finais do dispositivo identificare 75:ce:e0 em binário é 1111 0101 1100 1110 0000. Indep 2: Inserir ffee a representação binária torna-se 1111 1100 1001 1001 0100 0111 1111 1111 1111 1110 1111 0101 1100 1110 1110 0000. No passo três Vire o bit u/l. O 7º bit da esquerda é alterado de um 0 para um 1. O endereço em binário agora é 1111 1110 1001 1001 0100 0111 1111 1111 1111 1110 1111 0101 1100 1110 1110 0000. ID da Interface EUI-64 Modificada em Notação Hexadecimal Teste sob a leitura gráfica: Etapa 1: Divida o endereço MAC entre a OUI e o identificador do dispositivo. Etapa 2: insira o valor hexadecimal

fffe, que em binário é: 1111 1111 1111 1110. Etapa 3. Converta os 2 primeiros valores hexadecimais da OUI em binários e inverta o bit U / L (bit 7). Neste exemplo, o 0 do bit 7 é alterado para 1. O resultado é um ID de interface gerado pela EUI-64 de fe99: 47ff: fe75: cee0. Nota: O uso do bit U / L e os motivos para reverter seu valor são discutidos na RFC 5342.



Etapa 1: Divida o endereço MAC entre a OUI e o identificador do dispositivo.

Etapa 2: Insira o valor hexadecimal fffe, que em binário é: 1111 1111 1111 1110.

Etapa 3: Converta os 2 primeiros valores hexadecimais da OUI em binários e inverta o bit U / L (bit 7). Neste exemplo, o 0 do bit 7 é alterado para 1.

O resultado é um ID de interface gerado pela EUI-64 de fe99: 47ff: fe75: cee0.

Observação: O uso do bit U / L e as razões para reverter seu valor são discutidos na RFC 5342.

A saída de exemplo para o comando **ipconfig** mostra o GUA IPv6 sendo criado dinamicamente usando o SLAAC e o processo EUI-64. Uma maneira fácil de identificar que um endereço provavelmente foi criado usando o EUI-64 **fffe** é o localizado no meio do ID da interface.

A vantagem do EUI-64 é o endereço MAC Ethernet que pode ser usado para determinar a ID da interface. Ele também permite que os administradores de rede rastreiem facilmente um endereço IPv6 para um dispositivo final usando o endereço MAC exclusivo. No entanto, isso causou preocupações de privacidade entre muitos usuários que se preocupavam que seus pacotes pudessem ser rastreados para o computador físico real. Devido a essas preocupações, poderá ser utilizada uma ID da interface gerada de forma aleatória.

ID da interface gerada com EUI-64

```
C:\ipconfig
Windows IP Configuration
Adaptador Ethernet Conexão de Área Local:
    Específico de Conexão Sufixo DNS. :
    IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:acad:1:fc 99:47ff:fe75:cee0
    Link-local IPv6 Address . . . . : fe80: :fc 99:47 ff:fe75:cee0
    Gateway Padrão . . . . . : fe80: :1
C:\>
```

12.5.7 IDs da Interface Geradas Aleatoriamente

Dependendo do sistema operacional, um dispositivo pode usar uma ID da interface gerada de forma aleatória em vez de usar o endereço MAC e o processo EUI-64. Por exemplo, do Windows Vista em diante, o Windows usa uma ID da interface gerada de forma aleatória em vez de uma criada com o EUI-64. O Windows XP e os sistemas operacionais Windows anteriores usavam o EUI-64.

Depois que a ID da interface for estabelecida, seja pelo processo de EUI-64 ou por geração aleatória, ela poderá ser combinada a um prefixo IPv6 da mensagem de RA para criar um endereço unicast global, como mostra a Figura 4.

ID da interface gerada aleatoriamente com 64 bits

```
C:\> ipconfig
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Local Area Connection:
    Connection-specific DNS Suffix . :
    IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:acad:1:50a5:8a35:a5bb:66e1
    Link-local IPv6 Address . . . . : fe80::50a5:8a35:a5bb:66e1
    Default Gateway . . . . . : fe80::1
C:\>
```

Observação: para garantir a exclusividade de qualquer endereço IPv6 unicast, o cliente pode usar um processo conhecido como detecção de endereço duplicado (DAD). Isso equivale a uma solicitação ARP para seu próprio endereço. Se não houver resposta, significa que o endereço é exclusivo.

12.5.8 Verifique o seu entendimento - Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6

Verifique sua compreensão sobre endereçamento dinâmico para GUAs IPv6 escolhendo a melhor resposta para as seguintes perguntas.

1. Verdadeiro ou falso. As mensagens de RA são enviadas a todos os roteadores IPv6 por hosts solicitando informações de endereçamento.
 - ☐ Verdadeiro
 - ☐ Falso
2. Qual método de endereçamento dinâmico para GUAs é aquele em que os dispositivos dependem exclusivamente do conteúdo da mensagem RA para suas informações de endereçamento?
 - ☐ Método 1: SLAAC
 - ☐ Método 2: SLAAC e DHCPv6 stateless
 - ☐ Método 3: DHCPv6 com estado
3. Qual método de endereçamento dinâmico para GUAs é aquele em que os dispositivos contam apenas com um servidor DHCPv6 para obter suas informações de endereçamento?
 - ☐ Método 1: SLAAC
 - ☐ Método 2: SLAAC e DHCPv6 stateless
 - ☐ Método 3: DHCPv6 com estado
4. Qual método de endereçamento dinâmico para GUAs é aquele em que os dispositivos obtêm sua configuração IPv6 em uma mensagem RA e solicitam informações DNS de um servidor DHCPv6?
 - ☐ Método 1: SLAAC
 - ☐ Método 2: SLAAC e DHCPv6 stateless
 - ☐ Método 3: DHCPv6 com estado
5. Quais são os dois métodos que um dispositivo pode usar para gerar seu próprio ID de interface IPv6?
 - ☐ SLAAC
 - ☐ Sem monitoração de estado DHCPv6
 - ☐ Com estado DHCPv6
 - ☐ EUI-64

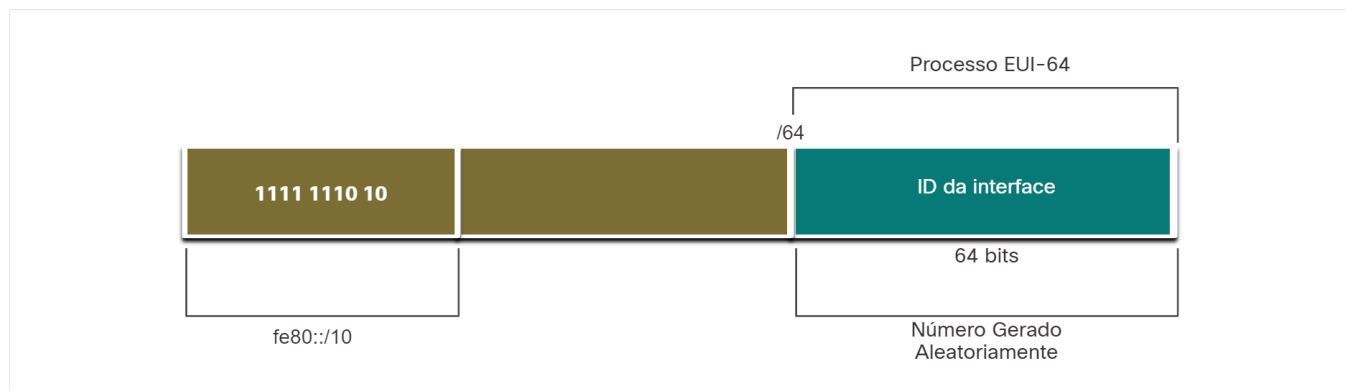
- Gerado Aleatoriamente

12.6 Endereçamento Dinâmico para LLAs IPv6

12.6.1 LLAs dinâmicos

Todos os dispositivos IPv6 devem ter um IPv6 LLA. Assim como IPv6 GUAs, você também pode criar LLAs dinamicamente. Independentemente de como você cria seus LLAs (e seus GUAs), é importante que você verifique toda a configuração de endereço IPv6. Este tópico explica a verificação de configuração de LLAs e IPv6 gerados dinamicamente.

A Figura 1 mostra que o endereço de link local é criado dinamicamente com o prefixo FE80::/10 e que a ID da interface é criada por meio do processo EUI-64 ou por um número de 64 bits gerado aleatoriamente.



12.6.2 LLAs dinâmicos no Windows

Sistemas operacionais, como o Windows, normalmente usarão o mesmo método para um GUA criado pelo SLAAC e um LLA atribuído dinamicamente. Veja as áreas destacadas nos exemplos a seguir que foram mostrados anteriormente.

ID da interface gerada com EUI-64

```
C:\> ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . : 
    IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:acad:1:fc99:47ff:fe75:cee0
    Link-local IPv6 Address . . . . : fe80::fc99:47ff:fe75:cee0
    Default Gateway . . . . . : fe80::1
C:\>
```

ID da interface gerada aleatoriamente com 64 bits

```
C:\> ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . : 
    IPv6 Address. . . . . : 2001:db8:acad:1:50a5:8a35:a5bb:66e1
    Link-local IPv6 Address . . . . : fe80::50a5:8a35:a5bb:66e1
    Default Gateway . . . . . : fe80::1
C:\>
```

12.6.3 LLAs dinâmicos em Cisco Routers

Os roteadores Cisco criam automaticamente um endereço IPv6 de link local sempre que um endereço unicast global é atribuído à interface. Por padrão, os roteadores Cisco IOS usam o EUI-64 para gerar a ID da interface de todos os endereços de link local em interfaces IPv6. Em interfaces seriais, o roteador usará o endereço MAC de uma interface Ethernet. Lembre-se de que um endereço de link local deve ser exclusivo somente nesse link ou rede. No entanto, uma desvantagem ao usar o endereço link local atribuído dinamicamente é sua longa ID de interface, o que faz com que seja um desafio identificar e lembrar os endereços atribuídos. A Figura 3 mostra o endereço MAC da interface Gigabit Ethernet 0/0 de R1. Esse endereço é usado para criar dinamicamente o LLA na mesma interface e também para a interface Serial 0/1/0.

Para tornar mais fácil reconhecer esses endereços em roteadores e lembrar deles, é comum configurar estaticamente endereços IPv6 de link local nos roteadores.

IPv6 LLA usando EUI-64 no roteador R1

R1# **show interface gigabitEthernet 0/0/0**

GigabitEthernet0/0/0 is up, line protocol is up

Hardware is ISR4221-2x1GE, address is **7079.b392.3640** (bia 7079.b392.3640)

(Output omitted)

```
R1# show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0/0 [up/up]
FE80::7279:B3FF:FE92:3640
2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/0/1 [up/up]
FE80::7279:B3FF:FE92:3641
2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/1/0 [up/up]
FE80::7279:B3FF:FE92:3640
2001:DB8:ACAD:3::1
Serial0/1/1 [down/down]
unassigned
R1#
```

12.6.4 Verificar a Configuração de Endereço IPv6

A Figura mostra a topologia.

O gráfico mostra dois PCs, PC1 e PC2. PC1 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::10/64. PC2 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:2::10/64. Os dois switches estão conectados a um roteador, R1. PC1 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/0 que tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::1/64 e o endereço LLA de fe80::1:1. PC2 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/1 que tem endereço IPv6 2001:db8:acad:2::1/64 e o endereço LLA de fe80:: 2:1. R1 se conecta à nuvem através de sua interface S0/1/0 que possui endereço IPv6 2001:db8:acad:3::1/64 e o endereço LLA de fe80:: 3:1.

show ipv6 interface brief

O comando **show ipv6 interface brief** exibe o endereço MAC das interfaces Ethernet. EUI-64 usa esse endereço MAC para gerar a ID da interface para o endereço de link local. Além disso, o comando **show ipv6 interface brief** exibe a saída abreviada para cada uma das interfaces. A saída [up/up] na mesma linha que a interface indica que o estado da Camada 1/Camada 2 da interface. Isso é o mesmo que as colunas de status e de protocolo no comando IPv4 equivalente.

Observe que aqui cada interface tem dois endereços IPv6. O segundo endereço para cada interface é o GUA que foi configurado. O primeiro endereço, que começa com FE80, é o endereço de link local unicast da interface. Lembre-

se de que o endereço de link local será automaticamente adicionado à interface quando um endereço unicast global for atribuído.

Além disso, observe que o endereço de link local da serial 0/0/0 de R1 é o mesmo da sua interface Gigabit Ethernet 0/0. Como as interfaces seriais não têm endereços MAC Ethernet, o Cisco IOS usa o endereço MAC da primeira interface Ethernet disponível. Isso é possível porque as interfaces de link local só precisam ser exclusivas nesse link.

O comando breve da interface show ipv6 em R1

```
R1# show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0/0 [up/up]
  FE80:: 1:1
  2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/0/1 [up/up]
  FE80:: 1:2
  2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/1/0 [up/up]
  FE80:: 1:3
  2001:DB8:ACAD:3: :1
Serial0/1/1 [baixo/baixo]
  unassigned
R1#
```

Como mostrado na Figura 2, o comando show ipv6 route pode ser usado para verificar se foram instalados redes IPv6 e endereços IPv6 específicos na tabela de roteamento IPv6. O comando show ipv6 route exibirá somente redes IPv6, não redes IPv4.

Na tabela de rotas, um CC Cao lado de uma rota indica que se trata de uma rede diretamente conectada. Quando a interface de um roteador está configurada com um endereço unicast global e se encontra no estado “up/up”, o prefixo IPv6 e o comprimento do prefixo são adicionados à tabela de roteamento IPv6 como uma rota conectada.

Observação: O L indica uma rota local, o endereço IPv6 específico atribuído à interface. Isto não é um LLA. Os endereços de link local não são incluídos na tabela de roteamento do roteador, pois não são endereços roteáveis.

O endereço IPv6 unicast global configurado na interface também é instalado na tabela de roteamento como uma rota local. A rota local tem um prefixo /128. As rotas locais são usadas pela tabela de roteamento para processar de forma eficiente pacotes com um endereço destino igual ao endereço da interface do roteador.

O comando show ipv6 route em R1

```
R1# show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route

C 2001:DB8:ACAD:1::/64 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0/0, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:1::1/128 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0/0, receive
C 2001:DB8:ACAD:2::/64 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0/1, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:2::1/128 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0/1, receive
C 2001:DB8:ACAD:3: :/64 [0/0]
```

```
via Serial0/1/0, conectado diretamente
L 2001:DB8:ACAD:3::1/128 [0/0]
via Serial0/1/0, receba
L FF00::/8 [0/0]
via Null0, recebe
R1#
```

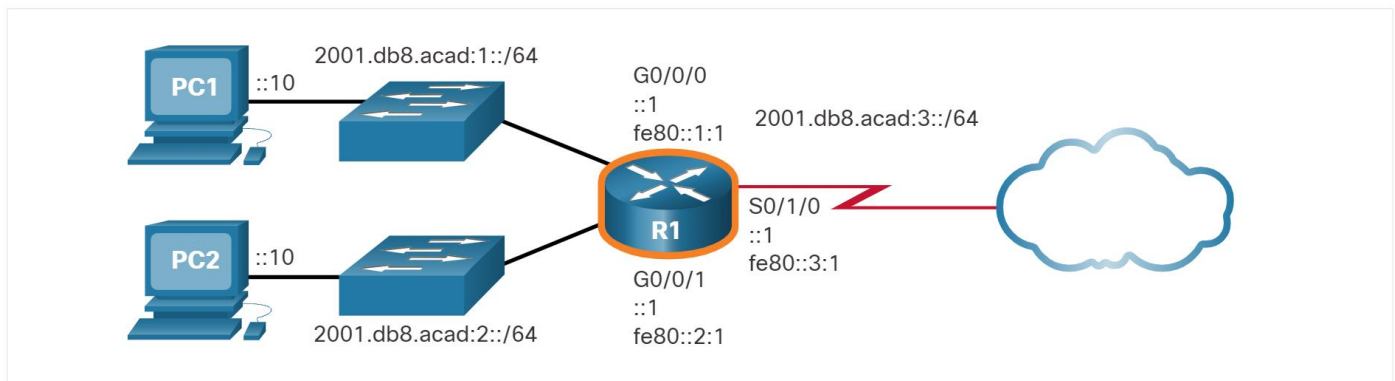
O comando **ping** para IPv6 é idêntico ao comando usado em IPv4, exceto pelo fato de ser usado um endereço IPv6. Como mostrado na Figura 3, o comando serve para verificar a conectividade da Camada 3 entre R1 e PC1. Ao fazer ping de um roteador para um endereço de link local, o Cisco IOS solicitará que o usuário escolha a interface de saída. Como o endereço de link local de destino pode estar em um ou mais de seus links ou redes, o roteador precisa saber para qual interface enviar o ping.

O comando ping no R1

```
R1# ping 2001:db8:acad:1::10
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:DB8:ACAD:1::10, timeout is 2 seconds:
!!!!
A taxa de sucesso é de 100% (5/5), ida e volta mínima / média / máxima = 1/1/1 ms
R1#
```

12.6.5 Verificador de sintaxe - Verifique a configuração do endereço IPv6

Use comandos **show** para verificar a configuração do endereço IPv6 nas interfaces do roteador R1.



O gráfico mostra dois PCs, PC1 e PC2. PC1 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::10/64. PC2 está conectado a um switch e tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:2::10/64. Os dois switches estão conectados a um roteador, R1. PC1 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/0 que tem o endereço IPv6 2001:db8:acad:1::1/64 e o endereço LLA de fe80::1:1. PC2 é conectado através do switch para a interface R1s G0/0/1 que tem endereço IPv6 2001:db8:acad:2::1/64 e o endereço LLA de fe80::2:1. R1 se conecta à nuvem através de sua interface S0/1/0 que possui endereço IPv6 2001:db8:acad:3::1/64 e o endereço LLA de fe80::3:1.

nsira o comando **show** que exibirá um breve resumo do status das interfaces IPv6.

```
R1#show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0/0 [up/up]
FE80::1:1
2001:DB8:ACAD:1::1
GigabitEthernet0/0/1 [up/up]
FE80::2:1
```

```
2001:DB8:ACAD:2::1
Serial0/1/0      [up/up]
FE80::3:1
2001:DB8:ACAD:3::1
Serial0/1/1      [down/down]
unassigned
GigabitEthernet0 [administratively down/down]
unassigned
```

Verifique a conectividade de R1 para PC2 em 2001:db8:acad:1: :10.

```
R1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - default - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, U - Per-user Static route
       B - BGP, HA - Home Agent, MR - Mobile Router, R - RIP
       H - NHRP, I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea
       IS - ISIS summary, D - EIGRP, EX - EIGRP external, NM - NEMO
       ND - ND Default, NDp - ND Prefix, DCE - Destination, NDr - Redirect
       O - OSPF Intra, OI - OSPF Inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2, la - LISP alt
       lr - LISP site-registrations, ld - LISP dyn-eid, a - Application
C 2001:DB8:ACAD:1::/64 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:1::1/128 [0/0]
  via GigabitEthernet0/0, receive
C 2001:DB8:ACAD:2::/64 [0/0]
  via GigabitEthernet0/1, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:2::1/128 [0/0]
  via GigabitEthernet0/1, receive
C 2001:DB8:ACAD:3::/64 [0/0]
  via Serial0/0/1, directly connected
L 2001:DB8:ACAD:3::1/128 [0/0]
  via Serial0/0/1, receive
L FF00::/8 [0/0]
  via Null0, receive
R1#ping 2001:db8:acad:1::10
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:DB8:ACAD:1::10, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
Você verificou com êxito a configuração de endereço IPv6.
```

12.6.6 Packet Tracer - Configure IPv6 Addressing

Nesta atividade, você vai praticar a configuração de endereços IPv6 em servidores, clientes e um roteador. Também vai praticar a verificação da implementação de endereçamento IPv6.

Configure um endereçamento IPv6

12.7 Endereços IPv6 Multicast

12.7.1 Endereços IPv6 Multicast Atribuídos

Anteriormente neste módulo, você aprendeu que existem três grandes categorias de endereços IPv6: unicast, anycast e multicast. Este tópico entra em mais detalhes sobre endereços multicast.

Os endereços IPv6 multicast são semelhantes aos endereços IPv4 multicast. Lembre-se de que um endereço multicast é usado para enviar um único pacote a um ou mais destinos (grupo multicast). Os endereços multicast IPv6 têm o prefixo ff00::/8.

Observação: Os endereços multicast podem ser apenas endereços de destino e não endereços de origem.

Há dois tipos de endereços IPv6 multicast:

- Endereços multicast conhecidos
- Endereços multicast do nó solicitados

12.7.2 Endereços Multicast IPv6 bem conhecidos

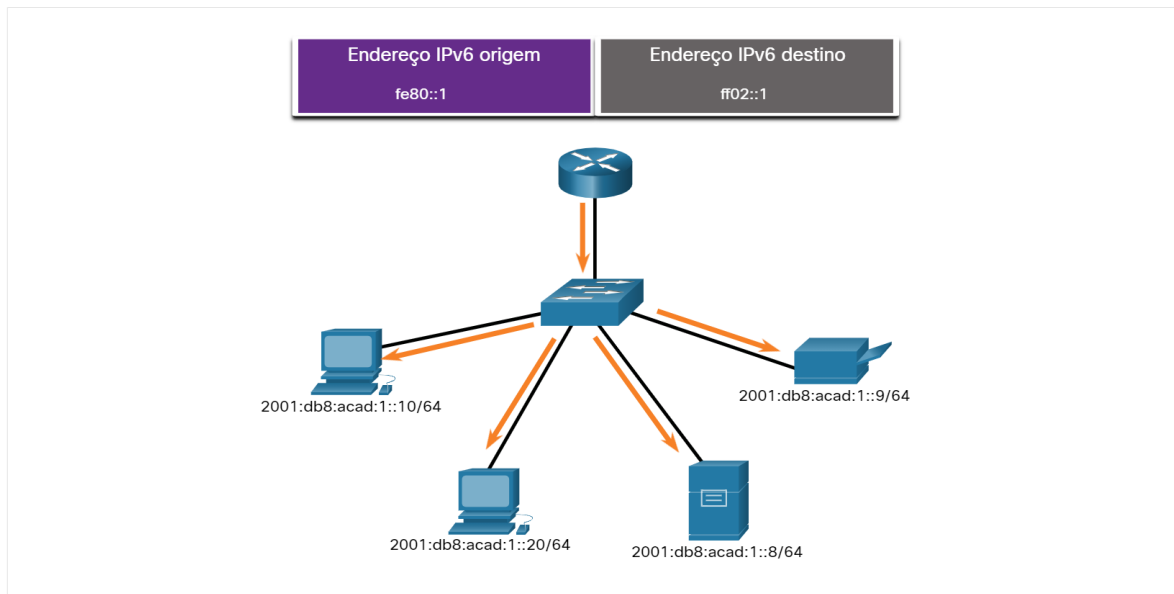
Endereços multicast IPv6 bem conhecidos são atribuídos. Os endereços multicast atribuídos são endereços multicast reservados para grupos predefinidos de dispositivos. Um endereço multicast atribuído é um único endereço usado para acessar um grupo de dispositivos que executam um serviço ou um protocolo comum. Os endereços multicast atribuídos são usados no contexto com protocolos específicos, como o DHCPv6.

Estes são dois grupos multicast atribuídos ao IPv6 comuns:

- **ff02::1 Grupo multicast de todos os nós** - Este é um grupo multicast ao qual todos os dispositivos habilitados para IPv6 se juntam. Um pacote enviado para esse grupo é recebido e processado por todas as interfaces IPv6 no link ou rede. Isso tem o mesmo efeito que um endereço de broadcast em IPv4. A figura mostra um exemplo de comunicação usando o endereço multicast all-nodes. Um roteador IPv6 envia mensagens RA ICMPv6 ao grupo multicast de todos os nós.
- **ff02::2 Grupo multicast de todos os nós** - This is a multicast group that all IPv6 routers join. A router becomes a member of this group when it is enabled as an IPv6 router with the **ipv6 unicast-routing** comando de configuração global. Um pacote enviado para esse grupo é recebido e processado por todos os roteadores IPv6 no link ou rede.

O gráfico mostra dois PCs com endereços IPv6 de 2001:db8:acad:1: :10/64 e 2001:db8:acad:1: :20/64, um servidor com endereço IPv6 2001:db8:acad:1: :8/64 e uma impressora com endereço IPv6 2001:db8:acad:1: :9/64 conectado a um switch conectado a um roteador. Acima do gráfico é indicado o endereço IPv6 de origem fe80: :1 e o endereço IPv6 de destino ff02: :1. O texto abaixo do gráfico lê dispositivos habilitados para IPv6 e envia mensagens ICMPv6 RS para o endereço multicast de todos os roteadores. A mensagem RS solicita uma mensagem RA do roteador IPv6 para auxiliar o dispositivo na configuração de endereço. O roteador IPv6 responde com uma mensagem RA, conforme mostrado.

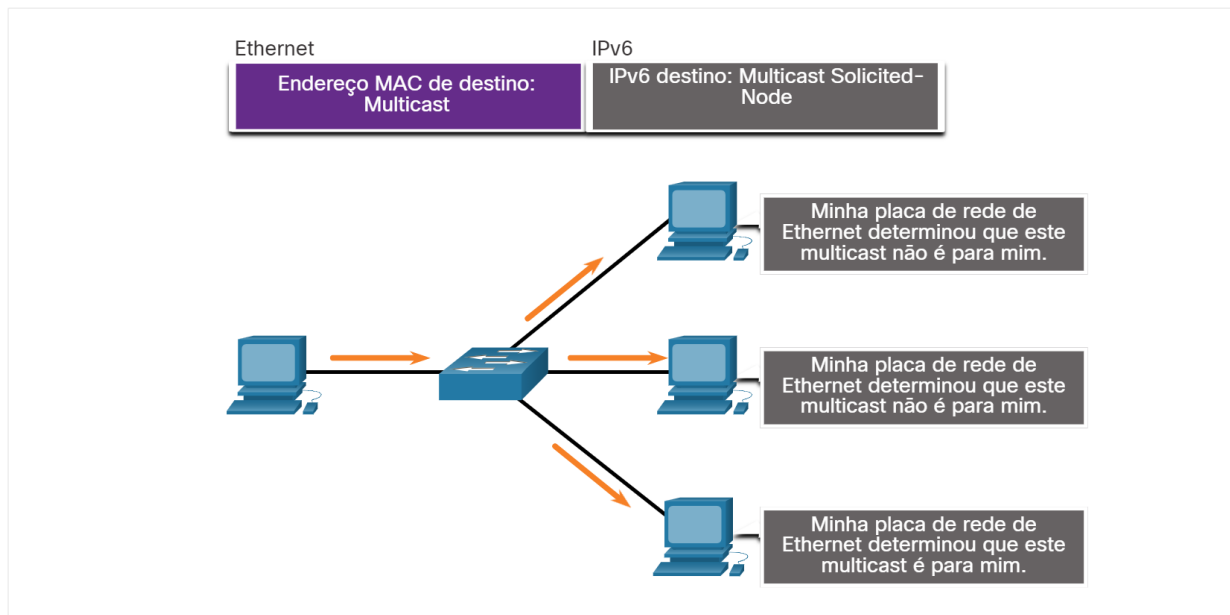
Multicast de todos os nós IPv6: mensagem RA



Os dispositivos habilitados para IPv6 enviam mensagens ICMPv6 RS para o endereço multicast de todos os roteadores. A mensagem de RS solicita uma mensagem de RA do roteador IPv6 para ajudar o dispositivo em sua configuração de endereço. O roteador IPv6 responde com uma mensagem RA, conforme mostrado.

12.7.3 Endereços IPv6 Multicast Solicited-Node

Um endereço multicast solicited-node é semelhante ao endereço multicast all-nodes. A vantagem do endereço multicast solicited-node é que ele é mapeado para um endereço multicast Ethernet especial. Isso permite que a placa de rede Ethernet filtre o quadro, examinando o endereço MAC de destino sem enviá-lo ao processo IPv6 para ver se o dispositivo é o alvo pretendido do pacote IPv6.



O gráfico mostra três PCs recebendo uma mensagem de um roteador. Cada PC tem o seguinte texto informativo: A minha NIC Ethernet determinou que esta multicast não é para mim. Acima do gráfico, é indicado que o endereço MAC de destino é um multicast e o endereço IPv6 de destino é um multicast de nó solicitado. IPv6EthernetIPv6 destino: Multicast Solicited-NodeEndereço MAC de destino: MulticastMinha placa de rede de Ethernet determinou que este multicast não é para mim.Minha placa de rede de Ethernet determinou que este multicast não é para mim.Minha placa de rede de Ethernet determinou que este multicast é para mim.

12.7.4 Laboratório – Identificando Endereços IPv6

Neste laboratório, você completará os seguintes objetivos:

- Parte 1: Identificar os Diferentes Tipos de Endereços IPv6;
- Parte 2: Examinar o Endereço e a Interface de Rede de um Host IPv6;
- Parte 3: Praticar a Abreviação de Endereços IPv6.

Identificar endereços IPv6

16.8 Sub-rede de uma rede IPv6

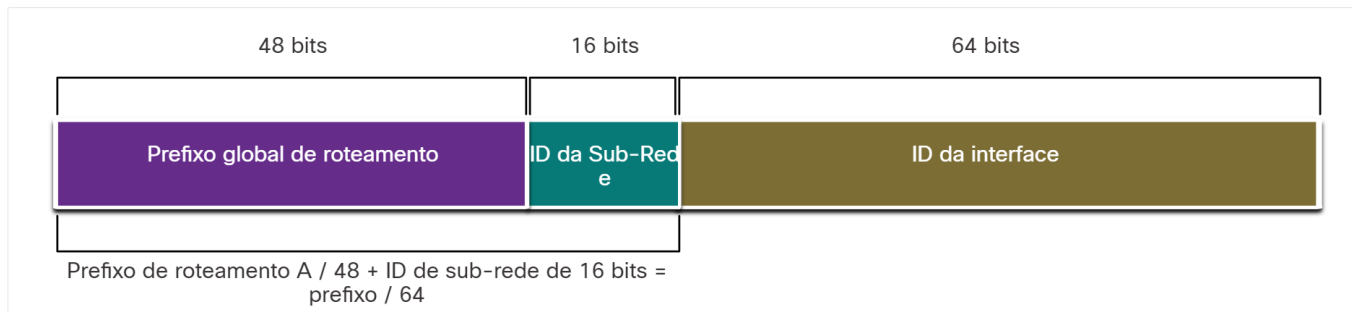
12.8.1 Sub-rede usando o ID de sub-rede

A introdução a este módulo mencionou a sub-rede de uma rede IPv6. Ele também disse que você pode descobrir que é um pouco mais fácil do que sub-redes uma rede IPv4. Você está prestes a descobrir!

Lembre-se que, com o IPv4, devemos pedir bits emprestados da parte do host para criar sub-redes. Isso ocorre porque a sub-rede foi um pensamento tardio com IPv4. No entanto, o IPv6 foi projetado com a sub-rede em mente. Um campo de ID de sub-rede separado no GUA IPv6 é usado para criar sub-redes. Conforme mostrado na figura, o campo ID da sub-rede é a área entre o Prefixo de Roteamento Global e o ID da interface.

O gráfico mostra as partes de um GUA. Primeiro é o prefixo de roteamento global de 48 bits seguido pelo ID de sub-rede de 16 bits e, finalmente, o ID de interface de 64 bits. O texto abaixo do gráfico indica prefixo de roteamento A / 48 + ID de sub-rede de 16 bits = / prefixo 64.

GUA com um ID de sub-rede de 16 bits



O benefício de um endereço de 128 bits é que ele pode suportar sub-redes e hosts mais do que suficientes por sub-rede, para cada rede. Conservação de endereços não é um problema. Por exemplo, se o prefixo de roteamento global for /48, e usando um 64 bits típico para o ID de interface, isso criará um ID de sub-rede de 16 bits:

- **ID de sub-rede de 16 bits** - Cria até 65.536 sub-redes.
- **ID da interface de 64 bits** - Suporta até 18 quintilhões de endereços IPv6 de host por sub-rede (ou seja, 18.000.000.000.000.000.000).

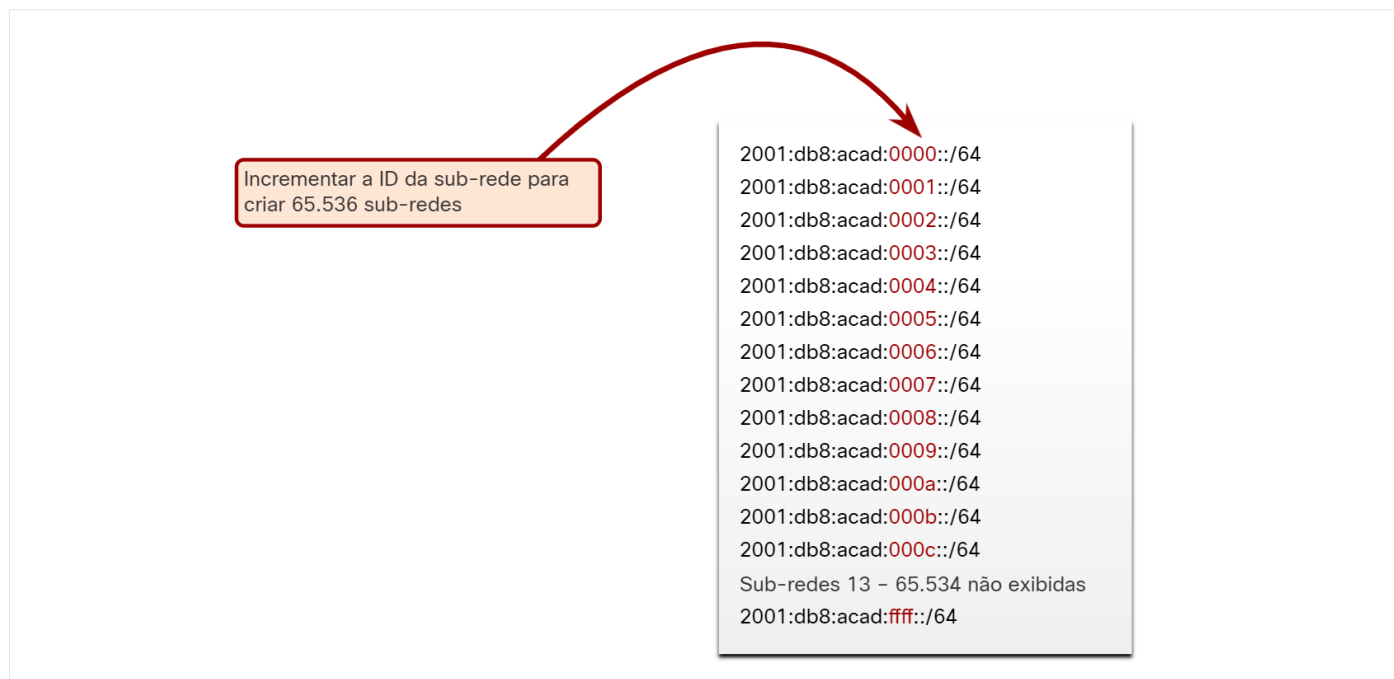
Observação: A sub-rede no ID da interface de 64 bits (ou parte do host) também é possível, mas raramente é necessária.

A divisão de IPv6 em sub-redes também é mais fácil de implementar do que no IPv4, porque não há necessidade da conversão em binário. Para determinar a próxima sub-rede disponível, basta contar em ordem crescente em hexadecimal.

12.8.2 Exemplo de sub-rede IPv6

Por exemplo, suponha que uma organização tenha sido atribuída ao prefixo de roteamento global 2001:db8:acad:: / 48 com um ID de sub-rede de 16 bits. Isso permite que ela crie 64 sub-redes, como mostrado na figura. Observe que o prefixo global de roteamento é o mesmo para todas as sub-redes. Somente o hexteto da ID da sub-rede é incrementado em hexadecimal para cada sub-rede.

Sub-rede usando um ID de sub-rede de 16 bits



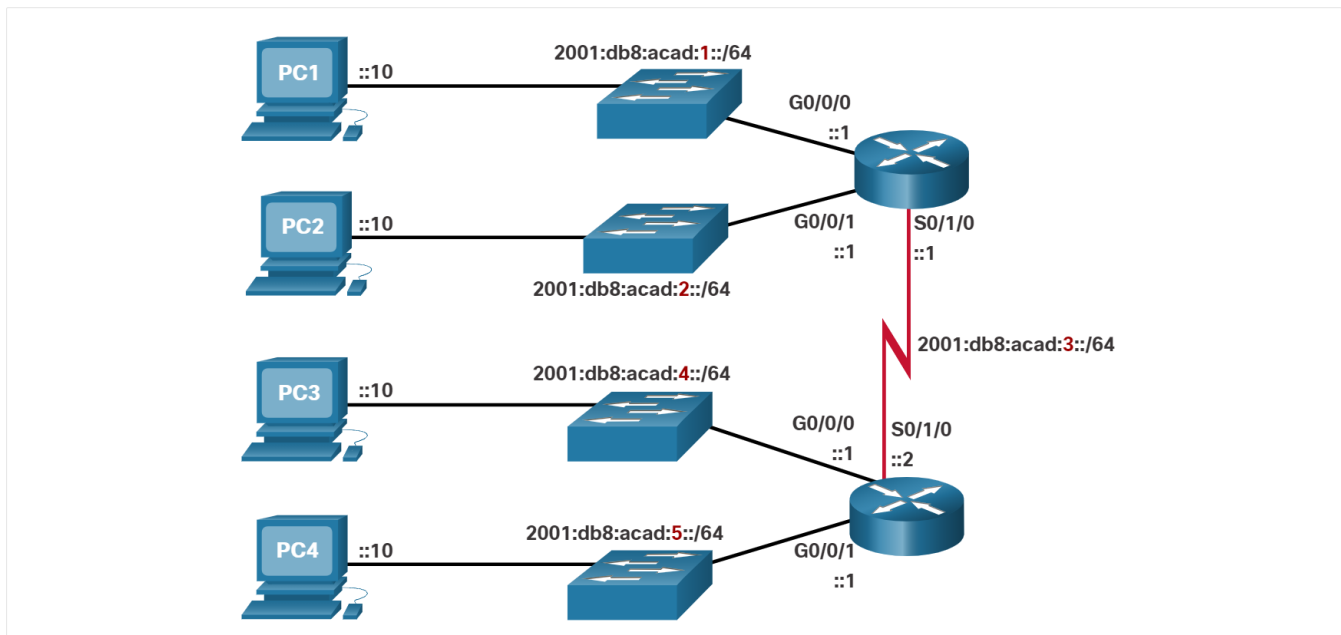
12.8.3 Alocação de Sub-Redes IPv6

Com mais de 65,536 sub-redes para escolher, a tarefa do administrador de redes é projetar um esquema lógico de endereçamento da rede.

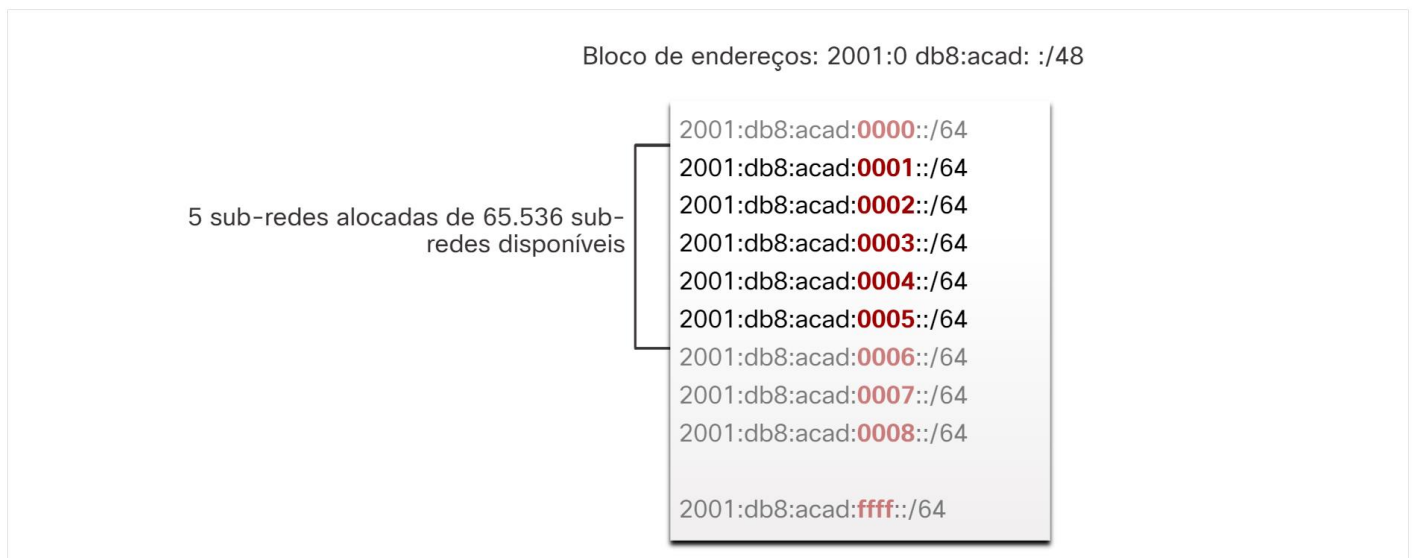
Conforme mostrado na figura, a topologia de exemplo requer cinco sub-redes, uma para cada LAN e também para o link serial entre R1 e R2. Ao contrário do exemplo para IPv4, com IPv6 a sub-rede de link serial terá o mesmo comprimento de prefixo que as LANs. Embora isso possa parecer "desperdiçar" endereços, a conservação de endereços não é uma preocupação ao usar o IPv6.

O gráfico mostra quatro PCs, PC1, PC2, PC3 e PC4, cada um com o ID de interface de: :10. Cada PC está conectado a um switch. O PC1 está na rede 2001:db8:acad:1: /64 e conecta-se através de um switch à interface G0/0/0, com o ID de interface: :1, do roteador 1. O PC2 está na rede 2001:db8:acad:2: /64 e conecta-se através de um switch à interface G0/0/1, com o ID de interface: :1, do roteador 1. O PC3 está na rede 2001:db8:acad:4: /64 e conecta-se através de um switch à interface G0/0/0, com o ID de interface: :1, do roteador 2. O PC4 está na rede 2001:db8:acad:5: /64 e conecta-se através de um switch à interface G0/0/1, com o ID de interface: :1 do roteador 2. Os Roteadores 1 e 2 são conectados através de suas interfaces S0/1/0 com R1 tendo um ID de interface de: :1 e R2 com um ID de interface de: :2 na rede 2001:db8:acad:3: /64.

Exemplo de Topologia



Conforme mostrado na figura a seguir, as cinco sub-redes IPv6 foram alocadas, com o campo de ID de sub-rede 0001 a 0005 usado neste exemplo. Cada sub-rede /64 fornecerá mais endereços que o necessário.



12.8.4 Roteador configurado com sub-redes IPv6

Semelhante à configuração do IPv4, o exemplo mostra que cada uma das interfaces do roteador foi configurada para estar em uma sub-rede IPv6 diferente.

Configuração de Endereço IPv6 no Roteador R1

```
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:1::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:2::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface serial 0/1/0
```

```
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:acad:3::1/64
R1(config-if)# no shutdown
```

12.8.5 Verifique sua compreensão - Sub-rede de uma rede IPv6

Verifique sua compreensão sobre a sub-rede de uma rede IPv6 escolhendo a melhor resposta para as seguintes perguntas.

1. Verdadeiro ou falso? O IPv6 foi projetado com a sub-rede em mente.
 - ☐ Verdadeiro
 - ☐ Falso
2. Qual campo em um GUA IPv6 é usado para sub-redes?
 - ☐ Prefixo
 - ☐ Rede
 - ☐ Prefixo global de roteamento
 - ☐ ID da Sub-Rede
 - ☐ ID da interface
3. Dado um prefixo de roteamento global /48 e um prefixo /64, qual é a parte da sub-rede do seguinte endereço: 2001:db8:cafe: 1111:22:3333:4444:5555
 - ☐ café
 - ☐ 1.111
 - ☐ 2.222
 - ☐ 3333
 - ☐ 4444
4. Dado um prefixo de roteamento global /32 e um prefixo /64, quantos bits seriam alocados para o ID de sub-rede?
 - ☐ 8
 - ☐ 16
 - ☐ 32
 - ☐ 48
 - ☐ 64

12.19 Módulo Prática e Quiz

12.9.1 Packet Tracer – Implementando um Esquema de Endereçamento IPv6 com Sub-Redes

O administrador de rede deseja que você atribua cinco sub-redes IPv6 /64 à rede mostrada na topologia. Seu trabalho é determinar as sub-redes IPv6, atribuir endereços IPv6 aos roteadores e configurar os PCs para receber endereçamento IPv6 automaticamente. A etapa final é verificar a conectividade entre hosts IPv6.

Implementar um esquema de endereçamento de Sub-redes IPv6
--

12.9.2 Laboratório - Configurar endereços IPv6 em dispositivos de rede

Neste laboratório, você completará os seguintes objetivos:

- Parte 1: Configurar a Topologia e Definir as Configurações Básicas de Roteadores e Switches;
- Parte 2: Configurar endereços IPv6 manualmente;
- Parte 3: Verificar a Conectividade de Ponta a Ponta.

Configurar endereços IPv6 em dispositivos de rede
--

12.9.3 O que eu aprendi neste módulo?

Problemas de IPv4

O IPv4 tem um máximo teórico de 4,3 bilhões de endereços. Endereços privados em combinação com NAT ajudaram a diminuir o esgotamento do espaço de endereços IPv4. Com uma população cada vez maior na Internet, espaço de endereços IPv4 limitado, problemas com NAT e uma Internet das Coisas, chegou o momento de iniciar a transição para o IPv6. Tanto o IPv4 como o IPv6 coexistirão no futuro próximo e a transição levará vários anos. A IETF criou vários protocolos e ferramentas para ajudar os administradores de rede a migrarem as redes para IPv6. As técnicas de migração podem ser divididas em três categorias: pilha dupla, encapsulamento e tradução.

Representação de Endereço IPv6

Os endereços IPv6 têm 128 bits e são escritos como uma sequência de valores hexadecimais. Cada 4 bits são representados por um único dígito hexadecimal, totalizando 32 valores hexadecimais. Como mostrado na Figura 1, o formato preferencial para escrever um endereço IPv6 é x: x: x: x: x: x: x: x, com cada “x” consistindo de quatro valores hexadecimais. Por exemplo: 2001:0 db 8:0000:1111:0000:0000:0000:0200. Duas regras ajudam a reduzir o número de dígitos necessários para representar um endereço IPv6. A primeira regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é omitir os 0s (zeros) à esquerda de qualquer seção de 16 bits ou hexteto. Por exemplo: 2001:db 8:0:1111:0:0:200. A segunda regra para ajudar a reduzir a notação de endereços IPv6 é que o uso de dois-pontos duplo (::) pode substituir uma única sequência contígua de um ou mais segmentos de 16 bits (hextetos) compostos exclusivamente por 0s. Por exemplo: 2001:db 8:0:1111: :200.

Tipos de endereço IPv6

Há três tipos de endereços IPv6: unicast, multicast e anycast. O IPv6 não usa a notação decimal com pontos da máscara de sub-rede. Como o IPv4, o comprimento do prefixo é representado na notação de barra e é usado para indicar a parte da rede de um endereço IPv6. Um endereço IPv6 unicast identifica exclusivamente uma interface em um dispositivo habilitado para IPv6. Os endereços IPv6 normalmente têm dois endereços unicast: GUA e LLA. Os endereços locais exclusivos IPv6 têm os seguintes usos: eles são usados para endereçamento local dentro de um site ou entre um número limitado de sites, eles podem ser usados para dispositivos que nunca precisarão acessar outra rede e não são globalmente roteados ou traduzidos para um endereço IPv6 global. O endereço IPv6 unicast global (GUA) é globalmente exclusivo e roteável na Internet IPv6. Esses endereços são equivalentes aos endereços públicos do IPv4. Um GUA tem três partes: um prefixo de roteamento global, um ID de sub-rede e um ID de interface. Um endereço IPv6 de link-local permite que um dispositivo se comunique com outros dispositivos habilitados para IPv6 no mesmo link e somente nesse link (sub-rede). Os dispositivos podem obter um LLA estaticamente ou dinamicamente.

Configuração estática GUA e LLA

O comando Cisco IOS para configurar um endereço IPv4 em uma interface é **ip address** *ip-address sub-net-mask*. Em contraste, o comando para configurar um GUA IPv6 em uma interface é **ipv6 address** *ipv6-address/prefix-length*. Assim como ocorre no IPv4, a configuração de endereços estáticos em clientes não escala para ambientes maiores. Por esse motivo, a maioria dos administradores de redes IPv6 permite a atribuição dinâmica de endereços IPv6. A configuração manual do LLA permite criar um endereço reconhecível e fácil de lembrar. Geralmente, só é necessário criar endereços de link local reconhecíveis nos roteadores. Os LLAS podem ser configurados manualmente usando o comando **ipv6 address link-local** *ipv6-link-local-address*.

Endereçamento dinâmico para GUAs IPv6

Um dispositivo obtém um GUA dinamicamente através de mensagens ICMPv6. Os roteadores IPv6 enviam mensagens ICMPv6 de RA a cada 200 segundos para todos os dispositivos habilitados para IPv6 na rede. Uma mensagem de RA também é enviada em resposta a um host que envie uma mensagem ICMPv6 de RS (Solicitação de Roteador). A mensagem de RA ICMPv6 inclui: prefixo de rede e comprimento do prefixo, endereço de gateway padrão e endereços DNS e nome de domínio. As mensagens de RA têm três métodos: SLAAC, SLAAC com um servidor DHCPv6 sem estado e DHCPv6 com estado (sem SLAAC). Com o SLAAC, o dispositivo cliente usa as informações na mensagem RA para criar seu próprio GUA porque a mensagem contém o prefixo e o ID da interface. Com o SLAAC com DHCPv6 sem

estado, a mensagem RA sugere que os dispositivos usam SLAAC para criar seu próprio IPv6 GUA, usar o roteador LLA como o endereço de gateway padrão e usar um servidor DHCPv6 sem estado para obter outras informações necessárias. Com o DHCPv6 com estado, o RA sugere que os dispositivos usam o roteador LLA como o endereço de gateway padrão e o servidor DHCPv6 com estado para obter um GUA, um endereço de servidor DNS, nome de domínio e todas as outras informações necessárias. A ID da interface pode ser criada por meio do processo EUI-64 ou de um número de 64 bits gerado aleatoriamente. Esse processo usa o endereço MAC Ethernet de 48 bits de um cliente e insere outros 16 bits no meio do endereço MAC de 48 bits para criar uma ID da interface de 64 bits. Depending upon the operating system, a device may use a randomly generated ID da interface.

Endereçamento dinâmico para LLAs IPv6

Todos os dispositivos IPv6 devem ter um IPv6 LLA. Um LLA pode ser configurado manualmente ou criado dinamicamente. Sistemas operacionais, como o Windows, normalmente usarão o mesmo método para um GUA criado pelo SLAAC e um LLA atribuído dinamicamente. Os roteadores Cisco criam automaticamente um endereço IPv6 de link local sempre que um endereço unicast global é atribuído à interface. Por padrão, os roteadores Cisco IOS usam o EUI-64 para gerar a ID da interface de todos os endereços de link local em interfaces IPv6. Em interfaces seriais, o roteador usará o endereço MAC de uma interface Ethernet. Para tornar mais fácil reconhecer esses endereços em roteadores e lembrar deles, é comum configurar estaticamente endereços IPv6 de link local nos roteadores. Para verificar a configuração do endereço IPv6, use os seguintes três comandos: **show ipv6 interface brief**, **show ipv6 route**, **ping** e.

Endereços de difusão seletiva IPv6

Existem dois tipos de endereços multicast IPv6: endereços multicast conhecidos e endereços multicast de nós solicitados. Os endereços multicast atribuídos são endereços multicast reservados para grupos predefinidos de dispositivos. Endereços multicast bem conhecidos são atribuídos. Dois grupos de multicast atribuídos ao CommonIPv6 são: ff02::1 Grupo de multicast de todos os nós e ff02::2 Grupo de multicast de todos os roteadores. Um endereço multicast solicited-node é semelhante ao endereço multicast all-nodes. A vantagem do endereço multicast solicited-node é que ele é mapeado para um endereço multicast Ethernet especial.

Sub-rede de uma rede IPv6

O IPv6 foi projetado com a sub-rede em mente. Um campo de ID de sub-rede separado no GUA IPv6 é usado para criar sub-redes. O campo ID da sub-rede é a área entre o Prefixo de Roteamento Global e o ID da interface. O benefício de um endereço de 128 bits é que ele pode suportar sub-redes e hosts mais do que suficientes por sub-rede para cada rede. Conservação de endereços não é um problema. Por exemplo, se o prefixo de roteamento global for /48, e usando um 64 bits típico para o ID de interface, isso criará um ID de sub-rede de 16 bits:

- ID de sub-rede de 16 bits - Cria até 65.536 sub-redes.
- 64-bit ID da interface - Supports up to 18 quintillion host IPv6 addresses per subnet (i.e., 18,000,000,000,000,000,000).

Com mais de 65,536 sub-redes para escolher, a tarefa do administrador de redes é projetar um esquema lógico de endereçamento da rede. A conservação de endereços não é uma preocupação ao usar IPv6. Similar to configuring IPv4, each router interface can be configured to be on a different IPv6 subnet.

12.9.4 Questionário do Módulo - Endereçamento IPv6

1. Qual é o formato válido mais compactado possível do endereço IPv6 2001:0DB8:0000:AB00:0000:0000:1234?
 - 2001:DB8:0:AB:0:1234
 - 2001:DB8:0:AB00::1234
 - 2001:DB8:0:AB::1234
 - 2001:DB8::AB00::1234
2. Qual é o prefixo associado ao endereço IPv6 2001: DB8: D15: EA: CC44 :: 1/64?
 - 2001:DB8:D15:EA::/64

- 2001:DB8:D15:EA:CC44::/64
 - 2001:DB8::/64
 - 2001::/64
3. Que tipo de endereço é atribuído automaticamente a uma interface quando o IPv6 está habilitado nessa interface?
- link local
 - loopback
 - unique local
 - unicast global
4. Qual prefixo de rede IPv6 é destinado apenas a links locais e não pode ser roteado?
- FF00::/12
 - 2001::/3
 - FC00::/7
 - FE80::/10
5. Qual é o propósito do comando ping ::1?
- Testar a conectividade de multicast de todos os hosts da sub-rede.
 - Testar a configuração interna de um host IPv6.
 - Testar o recurso de broadcast de todos os hosts da sub-rede.
 - Testar a acessibilidade do gateway padrão da rede.
6. Qual é a ID da interface do endereço IPv6 2001:DB8::1000:A9CD:47FF:FE57:FE94/64?
- FE57:FE94
 - 47FF:FE57:FE94
 - FE94
 - 1000:A9CD:47FF:FE57:FE94
 - A9CD:47FF:FE57:FE94
7. Qual é o endereço de rede para o endereço IPv6 2001: DB8: AA04: B5 :: 1/64?
- 2001:DB8:AA04::/64
 - 2001:DB8:AA04:B5::/64
 - 2001:DB8::/64
 - 2001::/64
8. Qual tipo de endereço não é suportado no IPv6?
- privado
 - unicast
 - transmissão
 - multicast
9. O que é indicado por um ping bem-sucedido para o endereço IPv6: :1?
- O endereço de gateway padrão está configurado corretamente.
- O IP está instalado corretamente no host.
 - O host é cabeado corretamente.
 - Todos os hosts no link local estão disponíveis.
 - O endereço de link local está configurado corretamente.
10. Qual é a representação mais comprimida do endereço IPv6 2001:0db8:0000:abcd:0000:0000:0000:0001?
- 2001:db8::abcd:0:1
 - 2001:db8:0:abcd::1
 - 2001:0db8:0000:abcd::1
 - 2001:0db8:abcd::0001
 - 2001:0db8:abcd::1
11. Qual é a configuração mínima para uma interface de roteador que esteja participando do roteamento IPv6?

- deve ter um endereço IPv6 unicast de link local e global
- deve ter um endereço automaticamente gerado de loopback
- deve ter um endereço de link-local
- deve ter um endereço IPv4 e outro endereço IPv6

12. No mínimo, qual é o endereço exigido para interfaces habilitadas para IPv6?

unicast global

- link local
- unique local
- site local

13. Quais são as três partes de um endereço unicast global IPv6? (Escolha três.)

- ☐ um ID de interface que é usado para identificar a rede local de um host específico
- ☐ um ID de sub-rede que é usado para identificar redes dentro do site corporativo local
- ☐ um prefixo de roteamento global que é usado para identificar a parte do endereço de rede fornecido por um administrador local
- ☐ um prefixo de roteamento global que é usado para identificar a parte da rede do endereço que foi fornecido por um ISP
- ☐ um ID de interface que é usado para identificar o host local na rede

14. Sua organização é emitido o prefixo IPv6 de 2001:db8:130f::/48 pelo provedor de serviços. With this prefix, how many bits are available for your organization to create /64 subnetworks if interface ID bits are not borrowed?

- 16
- 8
- 128
- 80

15. Que tipo de endereço IPv6 não é roteável e usado apenas para comunicação em uma única sub-rede?

- endereço de link-local
- Endereço unicast global
- endereço não especificado
- endereço de loopback
- Endereço local exclusivo