

6LoWPan

IPv6 over Low-Power Wireless
Personal Area Networks

Agenda

1. Endereçamento

1.1. Endereço de Interface

1.2. IPv6 Link Local

2. Compressão

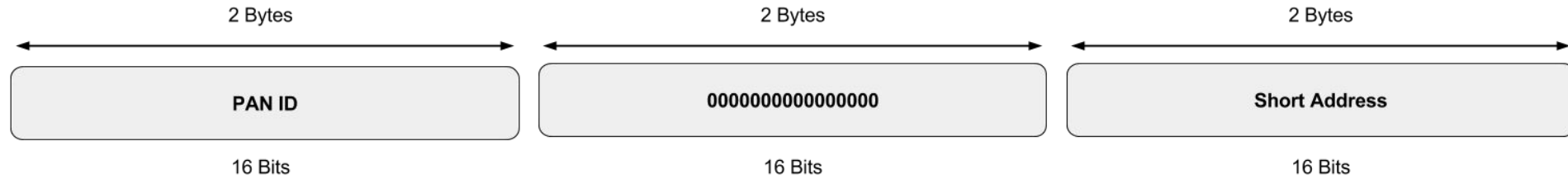
2.1. Definida em RFC 4944

2.2. Definida em RFC 6282

Endereço de Interface

- Obtenção automática do endereço da interface IPv6
- Originalmente deve-se utilizar o identificador de 64 bits do IEEE 802.15.4
- Caso contrário deve-se utilizar o identificador de 16 bits de outra forma:
 - Gerar um endereço de 48 bits
 - Concatenar PAN_ID + (zeros) + identificador de 16 bits
 - Caso o PAN_ID não seja conhecido substituir por zeros

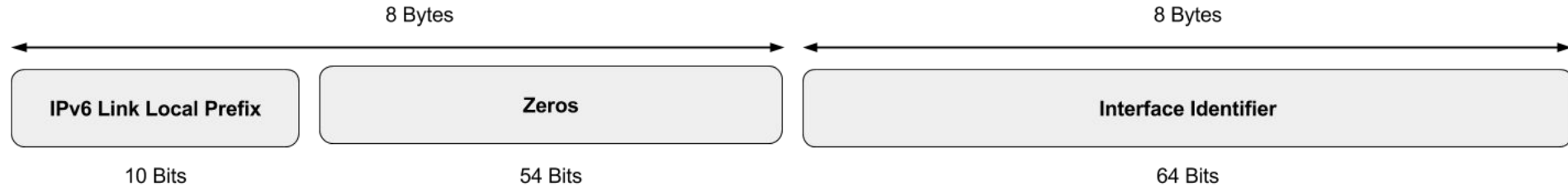
Endereçamento de Interface



IPv6 Link Local

- Utilizado para comunicação na rede local IPv6
- Utiliza o prefixo IPv6 padrão de Link Local
 - FE80::/64
- Formado pela concatenação do prefixo de Link Local e o endereço da interface IPv6

IPv6 Link Local



Compressão

- Utilizado via cabeçalho de despacho
- Consiste em omitir campos que podem ser obtidos de outras formas
 - Valor default
 - Presente em outros cabeçalhos do pacote
 - Calculado por outros campos
- Campos que não puderem ser omitidos serão colocados de forma íntegra no pacote

Compressão

- Definido em mais de uma RFC
 - RFC 4944 (2007)
 - RFC 6282 (2011)
- Conceito base é o mesmo
- Versão mais recente utiliza conceitos mais avançados de compactação
- Implementação deve ser retrocompatível

Compressão

- Definido em mais de uma RFC
 - RFC 4944 (2007)
 - RFC 6282 (2011)
- Conceito base é o mesmo
- Versão mais recente utiliza conceitos mais avançados de compactação
 - Baseada em contexto
- Implementação deve ser retrocompatível

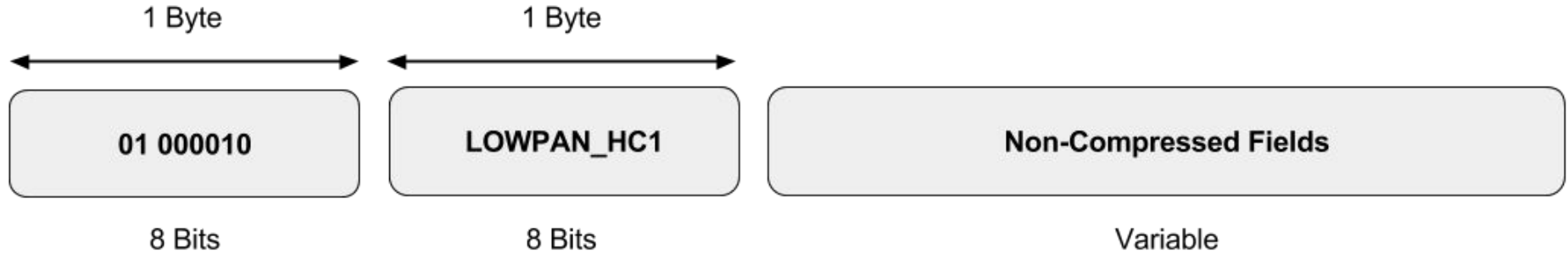
Compressão - RFC 4944

- Utiliza apenas compressão stateless
- Modelo simplificado
- Pode não funcionar bem para boa parte dos casos
 - Impossível inferir valor dos campos
- Define compressão para IPv6 e UDP

Compressão - LOWPAN_HC1

- Define compressão dos campos IPv6
- Precedido por um cabeçalho de despacho
 - 10 000010 (Dispatch LOWPAN_HC1)
- Cabeçalho ocupa 1 byte
- No melhor caso comprime 40 bytes para 2 bytes
 - 1 byte (Cabeçalho) + 1 byte (Hop Limit)

Compressão - LOWPAN_HC1



Compressão - LOWPAN_HC1

- Comportamento dos campos IPv6
 - **Version:** Sempre será omitido por ser um valor fixo
 - **Payload Length:** Pode ser calculado baseado em outras camadas
 - **Hop Limit:** Sempre será utilizado de forma íntegra
- Os demais campos podem ser omitidos ou comprimidos

**Version
(4 bits)**

**Traffic Class
(8 bits)**

**Flow Label
(20 bits)**

**Payload Length
(16 bits)**

**Next Header
(8 bits)**

**Hop Limit
(8 bits)**

**Source Address
(128 bits)**

**Destination Address
(128 bits)**

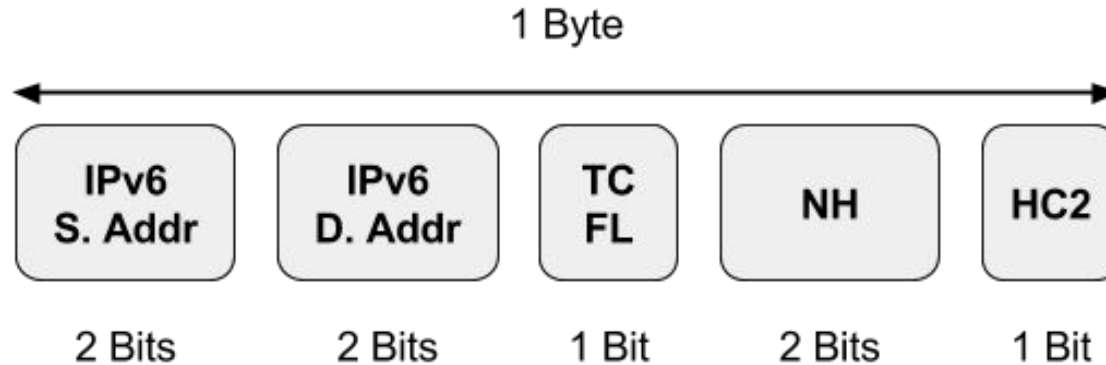
Compressão - LOWPAN_HC1

- Campos IPv6 que podem ser comprimidos são mapeados no cabeçalho

LOWPAN_HC1

- Traffic Class
- Flow Label
- Next Header
- IPv6 Source Address
- IPv6 Destination Address

Compressão - LOWPAN_HC1



Compressão - Endereços IPv6

- **PI** - Prefixo IPv6 sem compressão no pacote
- **PC** - Prefixo IPv6 de Link Local omitido
- **II** - Identificador de interface sem compressão no pacote
- **IC** - Identificador de interface omitido (obtido do endereço de outra camada)

Compressão - Endereços IPv6

- Representado pelos bits
 - Source Address (0 e 1)
 - Destination Address (2 e 3)
- Endereço formado por prefixo + sufixo
- Usando as definições temos as seguintes possibilidades
 - PI + II (00)
 - PI + IC (01)
 - PC + II (10)
 - PC + IC (11)

Compressão - Traffic Class e Flow Label

- **Traffic Class:** (DSCP) + (ECN)
 - DSCP: Agrupamento de tráfego em diferentes classes
 - ECN: Controle de congestionamento
- **Flow Label:** Utilizado para auxiliar a determinar rotas
- Grande chance de ambos terem valor 0
- Representados pelo bit 4
 - 0 - Ambos são carregados sem compressão no pacote
 - 1 - Ambos os campos são omitidos pois tem valor 0

Compressão - Next Header

- Utiliza os valores mais comuns para reduzir o tamanho do campo
- Definido pelos bits 5 e 6:
 - 00 - Campo Next Header é enviado sem compressão
 - 01 - UDP
 - 10 - ICMP
 - 11 - TCP

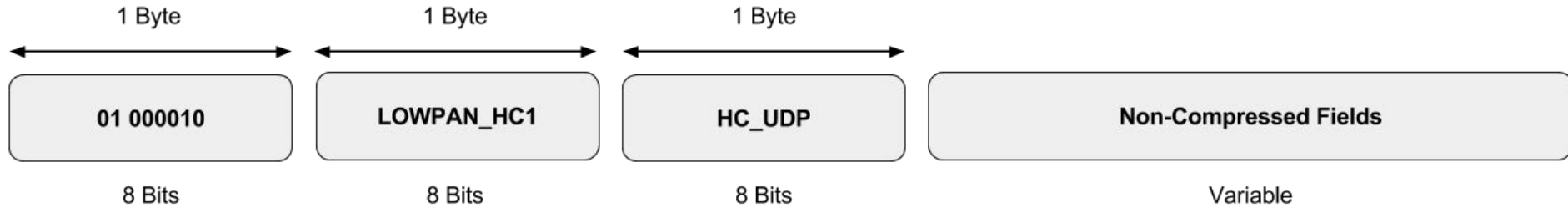
Compressão - HC2 Encoding

- Define se o próximo cabeçalho será comprimido
- Representado pelo bit 7:
 - 0 - Próximo cabeçalho não será comprimido
 - 1 - Próximo cabeçalho será comprimido
- Cabeçalho HC2 vem logo depois do fim do cabeçalho HC1

Compressão - LOWPAN_HC2

- Campo Next Header de HC1 define qual cabeçalho será compactado
 - UDP, TCP ou ICMP
- Cabeçalho HC2 permite a compactação de qualquer um desses cabeçalhos
- RFC 4944 define apenas a compactação para UDP
 - HC_UDP

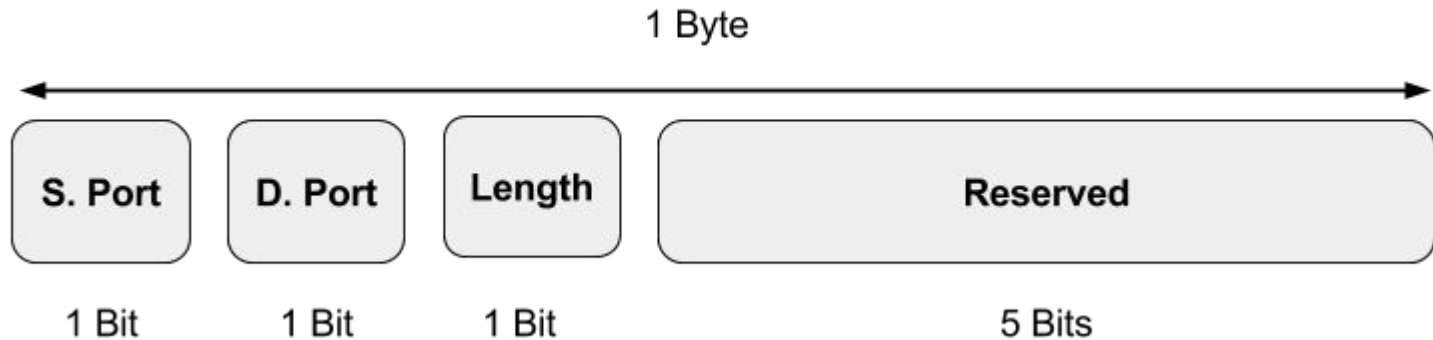
Compressão - HC_UDP



Compressão - HC_UDP

- Mesma abordagem utilizada em HC1
- Campo de checksum não pode ser comprimido
- Os demais campos podem ser comprimidos
 - Source Port
 - Destination Port
 - Length
- Apenas 3 bits utilizados, os últimos 5 estão reservados para uso futuro

Compressão - HC_UDP



Compressão - Portas UDP

- Utiliza range restrito para permitir compressão
 - 61616 à 61631
- Representado pelo bit
 - 0 - Source Port
 - 1 - Destination Port
- Quando o bit assumir valor
 - 0 - A porta é não é comprimida
 - 1 - A porta é comprimida e 4 bits são carregados depois do cabeçalho HC_UDP

Compressão - Tamanho

- Pode ser derivado do cabeçalho IPv6
- Representado pelo bit 2
 - 0 - O tamanho será carregado sem compressão no pacote
 - 1 - O tamanho será comprimido pela derivação do cabeçalho IPv6

Compressão - Campos Não Comprimidos

- Os campos não comprimidos de HC1 devem ser colocados após todos os cabeçalhos de compressão na ordem especificada por HC1
 - Sendo que o primeiro campo sempre é o Hop Limit
- Os campos não comprimidos de HC_UDP devem ser colocados após os campos não comprimidos de HC1 na ordem original do cabeçalho UDP
- Após a compressão é possível que não seja obtido múltiplos de 8 bits
 - Dessa forma devemos acrescentar bits de padding com valor 0

Compressão - Exemplo

[illegible]

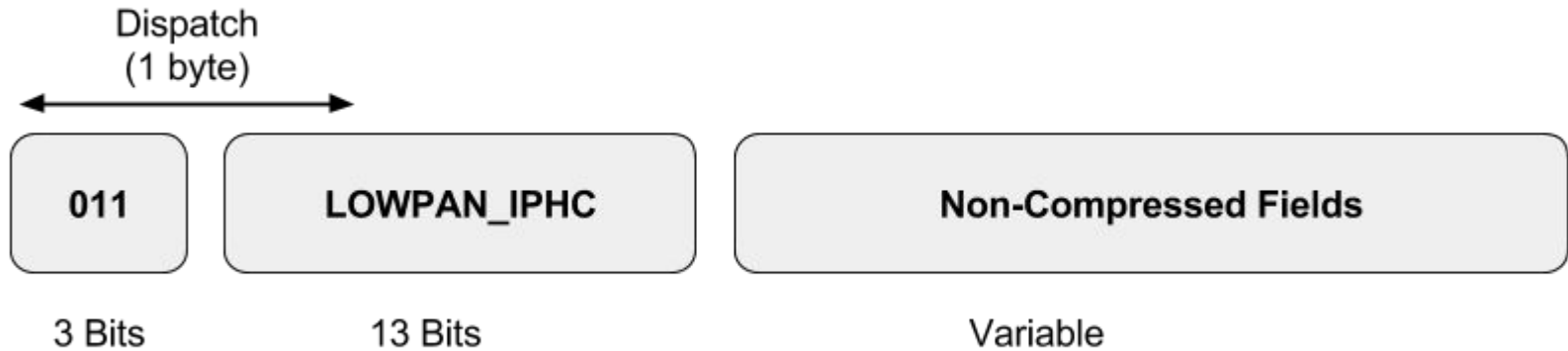
Compressão - RFC 6282

- Objetivo do 6LoWPAN: Comunicação direta entre sensores e internet
- Não será fácil omitir sempre os endereços IPv6
 - Prefixo utilizado não pode ser inferido
 - Endereço de interface de destino também não
- A RFC propõe um modelo de compressão statefull
- A compressão stateless também está presente

Compressão - LOWPAN_IPHC

- Cabeçalho utiliza 5 bits do cabeçalho de despacho
- Para isso é necessário alterar a tabela definida anteriormente
 - ESC tinha valor 11 111111
 - Agora ele é definido como 01 000000
- Consome 32 opções despacho que antes eram 64
- Cabeçalho possui 13 bits
 - 5 bits (despacho) + 8 bits

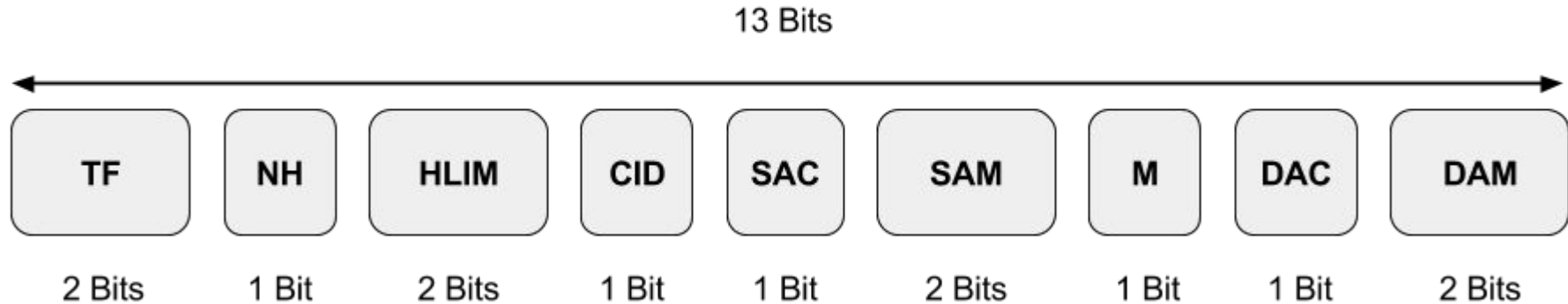
Compressão - LOWPAN_IPHC



Compressão - LOWPAN_IPHC

- Similar ao HC1 em boa parte dos campos
- Também omite o campo de versão e de tamanho
- Cria uma compactação para o Hop Limit
 - Valores mais usados: 1, 64, 255
- Compactação por contexto entre dois nós

Compressão - LOWPAN_IPHC



Compressão - LOWPAN_IPHC

- **TF:** Traffic Class e Flow Label
- **NH:** Next Header
- **HLIM:** Hop Limit
- **CID:** Context Identifier Extension
- **SAC:** Source Address Compression
- **SAM:** Source Address Mode
- **M:** Multicast Compression
- **DAC:** Destination Address Compression
- **DAM:** Destination Address Mode

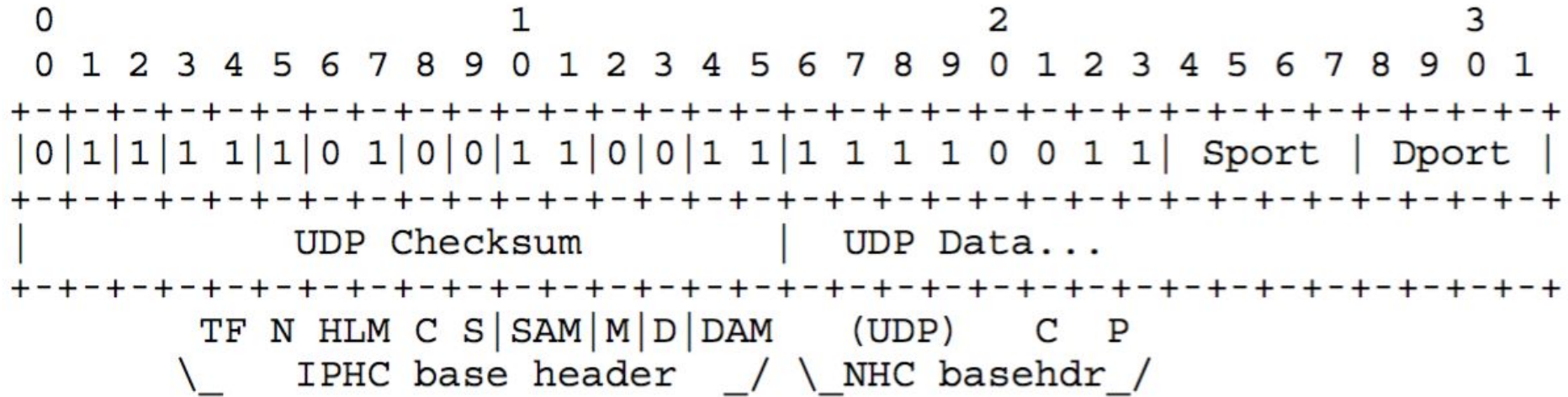
Compressão - LOWPAN_IPHC

- Ao utilizar compressão statefull fica a cargo do protocolo de camada superior o fornecimento das informações de contexto
- Ao utilizar CID com valor 1 habilitamos um byte extra de contexto
 - 4 bits de contexto para source address
 - 4 bits de contexto para destination address
- SAC e DAC definem se a compressão será stateless ou statefull
 - Caso tenham valor 1 e CID seja 0, o ID de contexto utilizado é 0

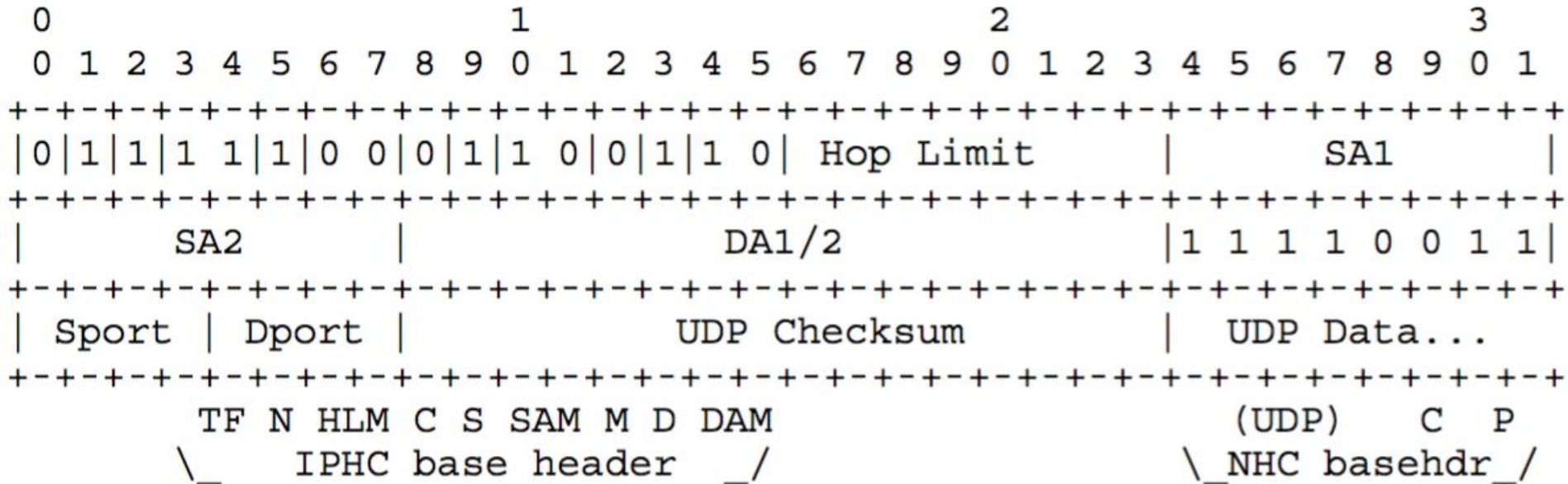
Compressão - LOWPAN_IPHC

- O Campo NH diz se o próximo cabeçalho será ou não comprimido pelo cabeçalho LOWPAN_NHC
- LOWPAN_NHC também define compressão para UDP
- Similar ao HC_UDP

Compressão - LOW_IPHC - Melhor Caso



Compressão - LOW_IPHC - Roteamento Externo



Referências

- RFC 4944 - Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4
- RFC 6282 - Compression Format for IPv6 Datagrams in Low Power and Lossy Networks (6LoWPAN)
- 6LoWPAN - The Wireless Embedded Internet