Arquitectura IPSec

Motivação

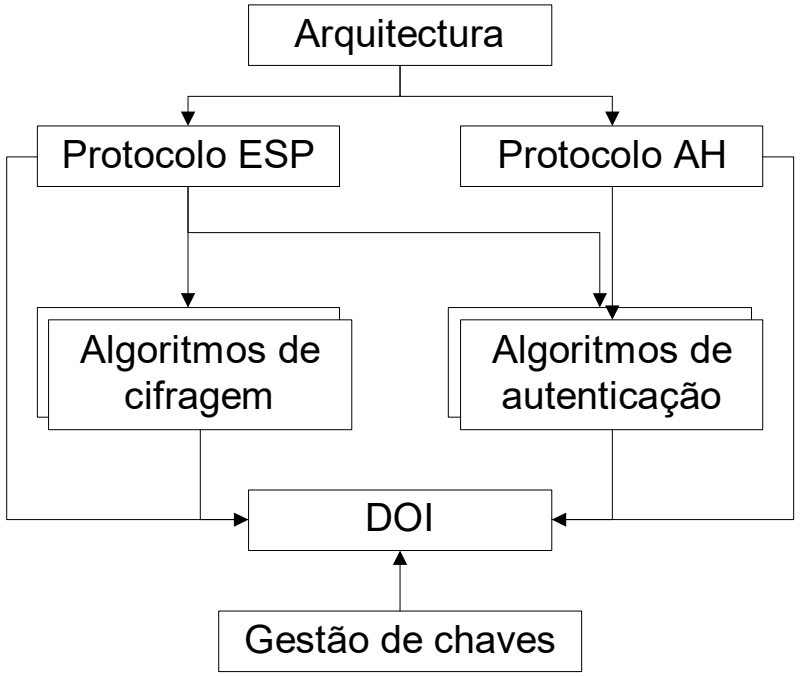
- Ainda existem muitas aplicações sem qualquer tipo de segurança
- Existem protocolos aplicacionais específicos de segurança, como o S/MIME, PGP, Kerberos, SSL
  - A sua utilização implica a alteração de software
  - Não é transparente para o utilizador
  - Implica educar os utilizadores
- Uma solução, implementar a segurança ao nível da camada de rede (IP):
  - Não é necessário alterar *software*
  - É transparente para o utilizador

Caracterização (1)

- Norma de segurança para a Internet, publicado em vários RFC's:
  - RFC 4301 – *Security Architecture for the Internet Protocol*
  - RFC 4302 – *IP Authentication Header*
  - RFC 4303 – *IP Encapsulating Security Payload (ESP)*
  - RFC 2411 – *IP Security Document Roadmap*
- Um dos autores da RFC 2401 escreveu um livro onde explica detalhadamente o funcionamento do IPSec:
  - N. Doraswamy, D. Harkins, "*IPSec – The New Security Standard for the Internet, Intranets and Virtual Private Networks*", Prentice Hall, 1999
- A norma foi criada para o IPv6, mas foi assegurada a compatibilidade para o IPv4

Caracterização (2)

- Roteiro da documentação IPSec



Caracterização (3)

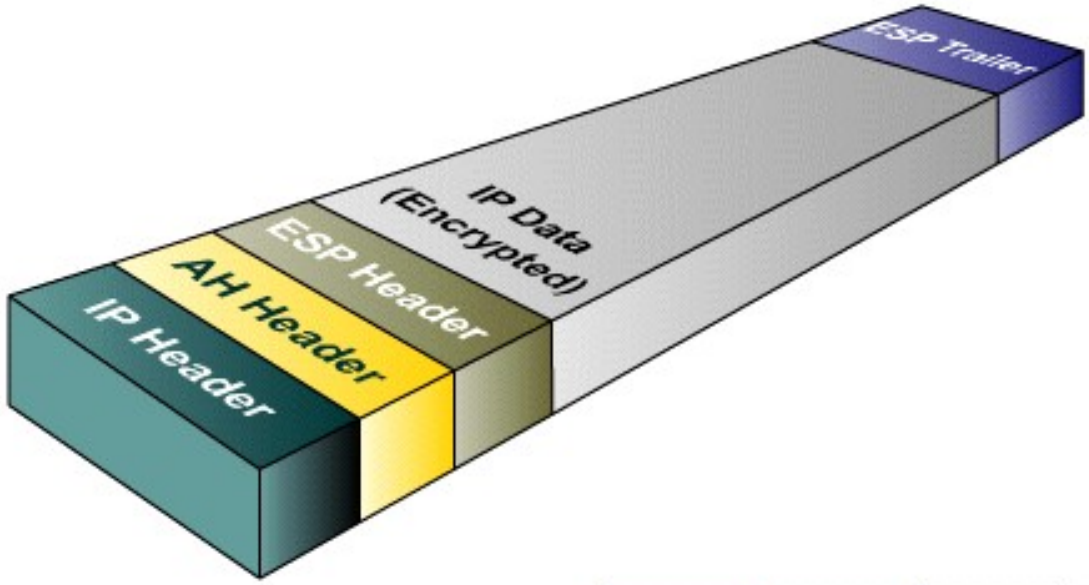
- O IPSec oferece vários serviços:
  - Autenticação
  - Integridade
  - Anti-replay
  - Confidencialidade
  - Confidencialidade limitada do fluxo
- Através da definição de dois novos cabeçalhos de extensão ao pacote IP
  - AH (Authentication Header)
  - ESP (Encapsulation Security Payload)

Caracterização (4)

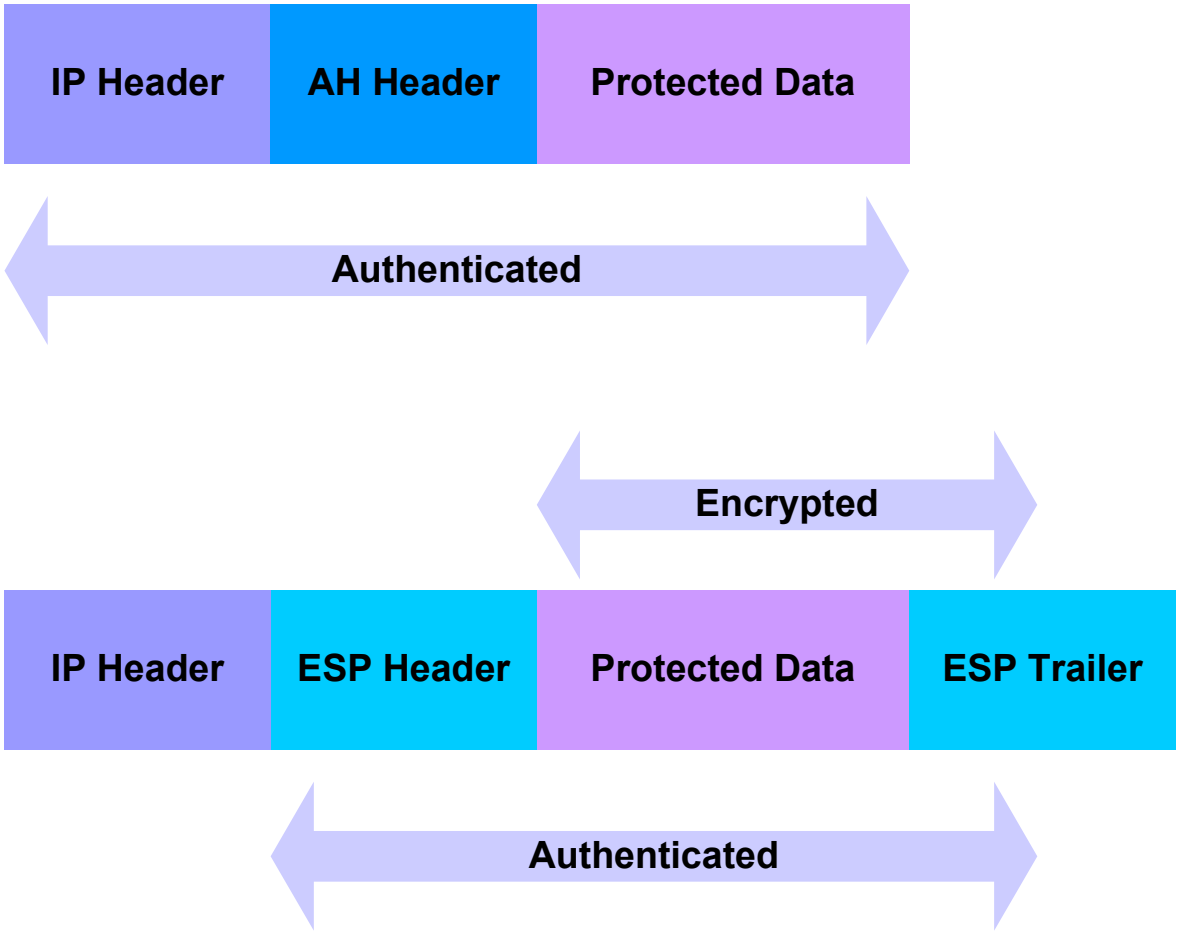
Serviço	AH	ESP	ESP com autenticação
Autenticação	o		o
Integridade	o		o
Anti-repaly	o	o	o
Confidencialidade		o	o
Confidencialidade limitada do fluxo		o	o

Caracterização (5)

- Estrutura de um pacote IP com os cabeçalhos de extensão



Caracterização (6)

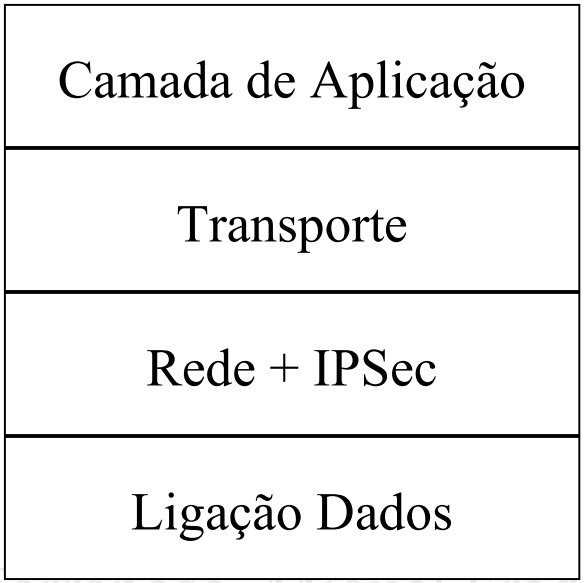


Localização (1)

- Nos sistemas terminais
  - Segurança extremo-a-extremo
  - Segurança individual de cada fluxo
  - Possibilidade de ligar a SA ao contexto do utilizador
  - Impede a utilização de NAT e IPs privados
  - Duas alternativas
    - No sistema operativo
    - Bump In The Stack (BITS)

Localização (2)

- No sistema operativo
  - Ao lado do IP
  - Mais eficiente
  - É mais fácil assegurar segurança fluxo-a-fluxo



Localização (3)

Camada de Aplicação
Transporte
Rede
IPSec
Ligação Dados

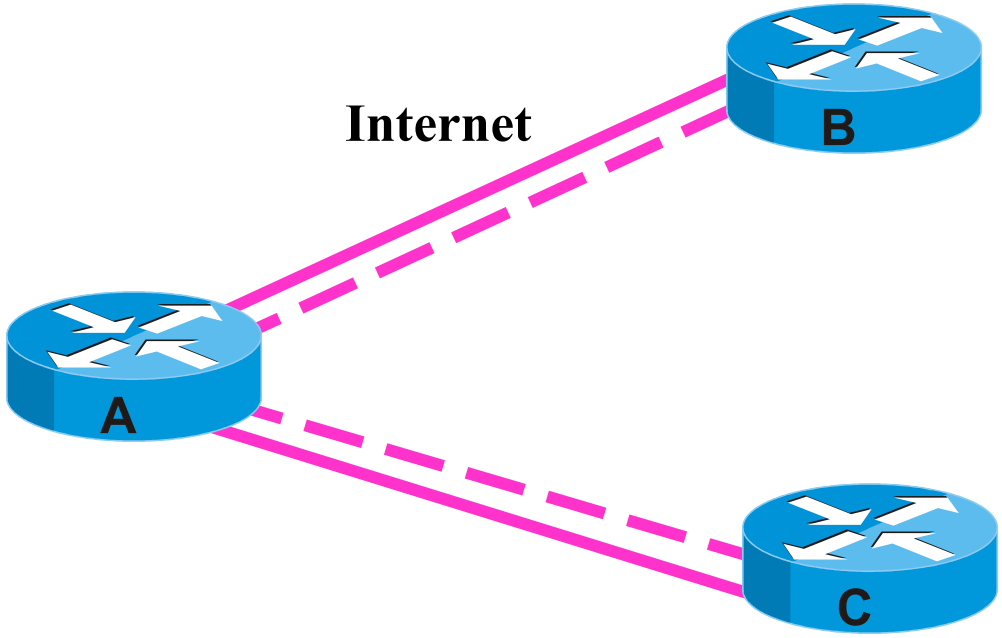
- *Bump In The Stack* (BITS)
  - Não são necessárias alterações à pilha protocolar
  - Implica a duplicação de algumas funções IP
  - Menos eficiente e versátil

Localização (4)

- Nos routers
  - Segurança entre LANs sobre a Internet
  - Transparente para os utilizadores finais
  - Facilita a autenticação de utilizadores à entrada das redes privadas
  - Funciona associado ao NAT e a IPs privados
  - Duas alternativas
    - Em modo nativo
    - Bump In The Wire (BITW)

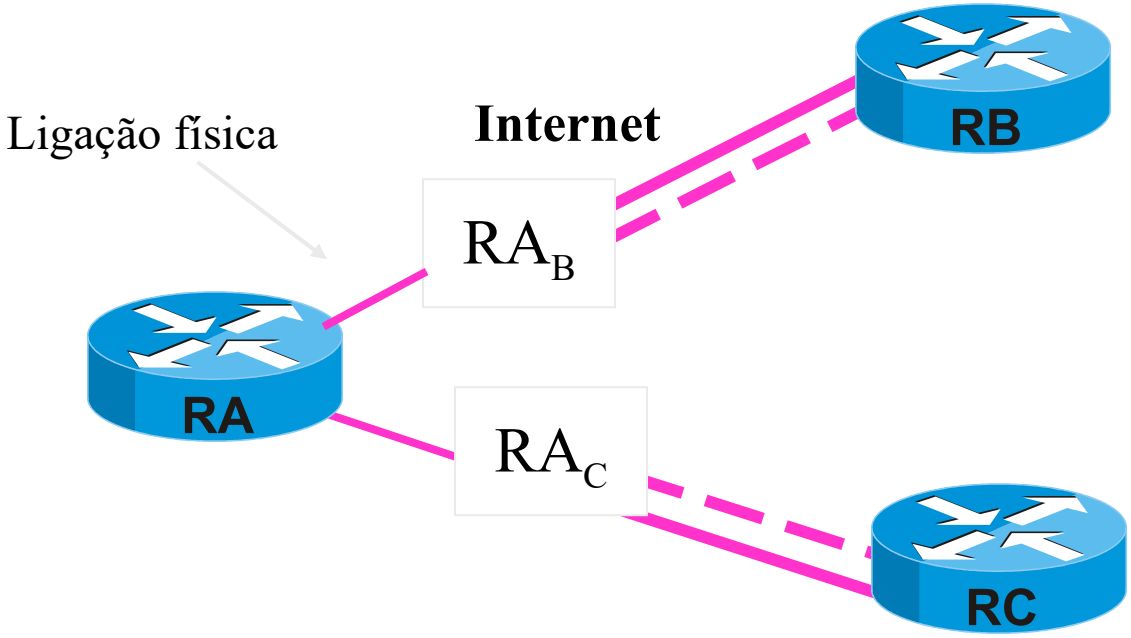
Localização (5)

- Modo nativo
  - IPSec integrado na pilha protocolar do router



Localização (6)

- Bump In The Wire (BITW)
  - Utilização de hardware adicional entre o router e a linha



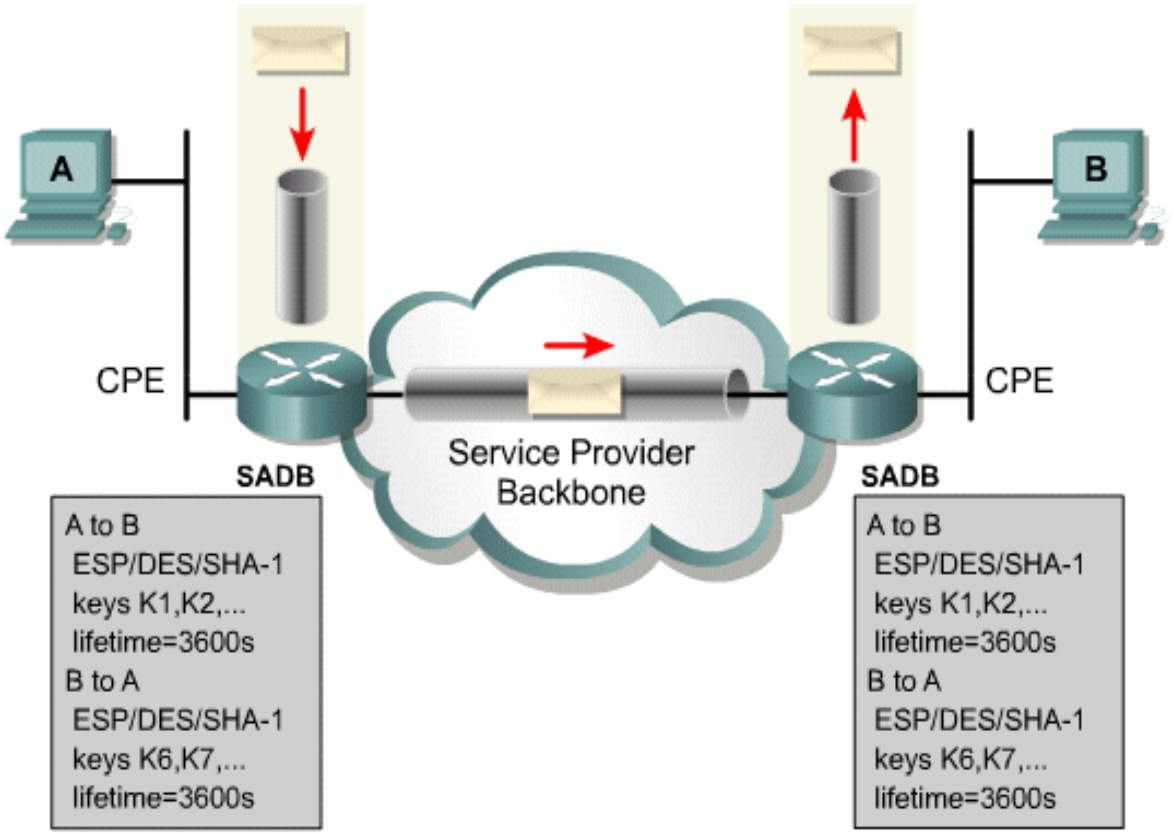
Associações de Segurança (1)

- Security Association (SA)
  - Espécie de contracto entre o emissor e o receptor
  - Definem todos os elementos necessários para se proceder à comunicação de forma segura
  - É unidireccional (para uma comunicação de dados bidireccional são necessários dois SA's).
  - São identificados de forma unívoca por três parâmetros:
    - o SPI (*Security Parameters Index*), que é um número de identificação local do SA
    - o endereço IP de destino
    - o *Security Protocol Identifier* que indica se o protocolo a usar no SA é o AH ou o ESP.
  - Todos os SA's são guardados numa base de dados denominada SAD (*Security Association Database*)

Associações de Segurança (2)

- Parâmetros guardados na SAD:
  - Contador de número de sequência
  - Sequence Counter Overflow
  - Anty-replay Window
  - Informação AH (algoritmos, chaves, validade, ...)
  - Informação ESP (chaves, valores de inicialização, algoritmos, ...)
  - Tempo de vida da SA
  - Modo IPSec (transporte ou túnel)
  - Path MTU (tamanho máximo sem fragmentação)

Associações de Segurança (3)

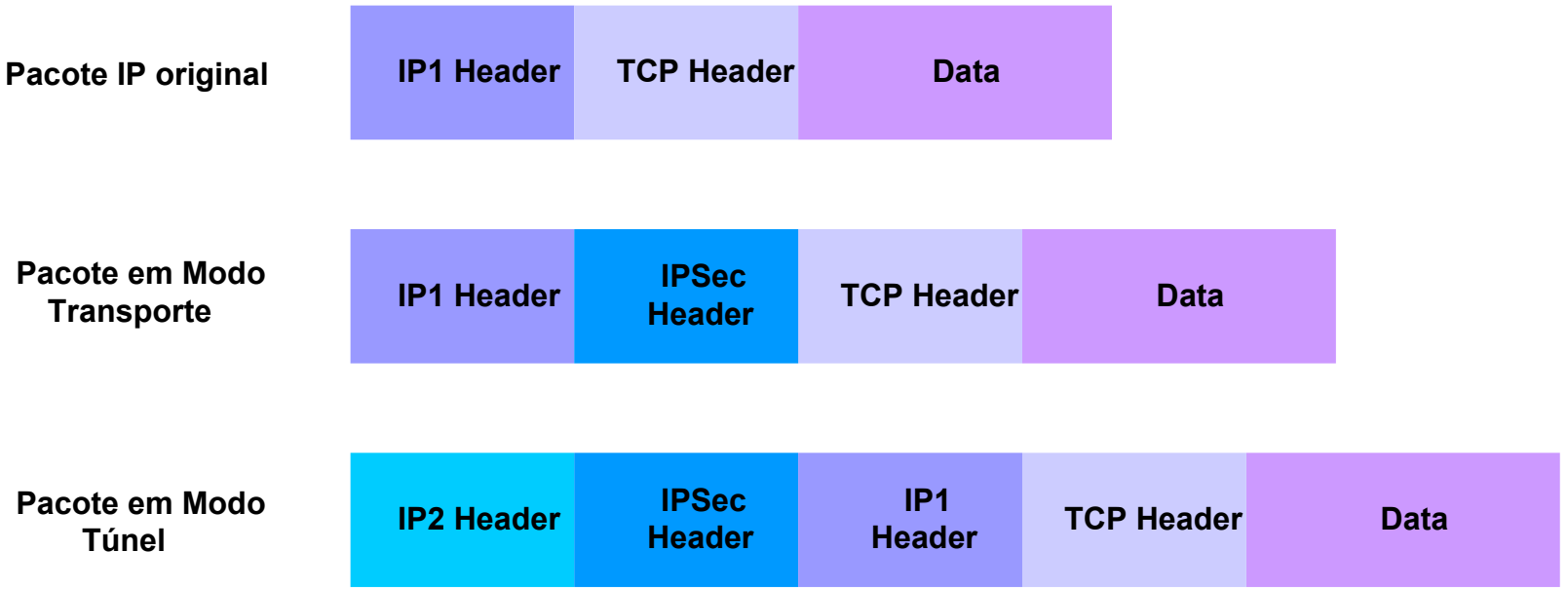


Associações de Segurança (4)

- A discriminação do tráfego a proteger é feita na SPD (security policy database), baseada em selectores:
  - Endereço IP origem e destino
  - UserID (válido se o IPSec estiver no mesmo SO do utilizador)
  - Nível de segurança
  - Protocolo da camada de transporte
  - Protocolo IPSec (AH e/ou ESP)
  - Portos origem e destino
  - Tipo de serviço

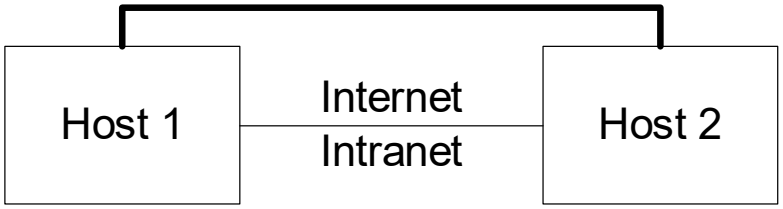
Modos de Operação (1)

- Transporte
- Túnel



Modos de Operação (2)

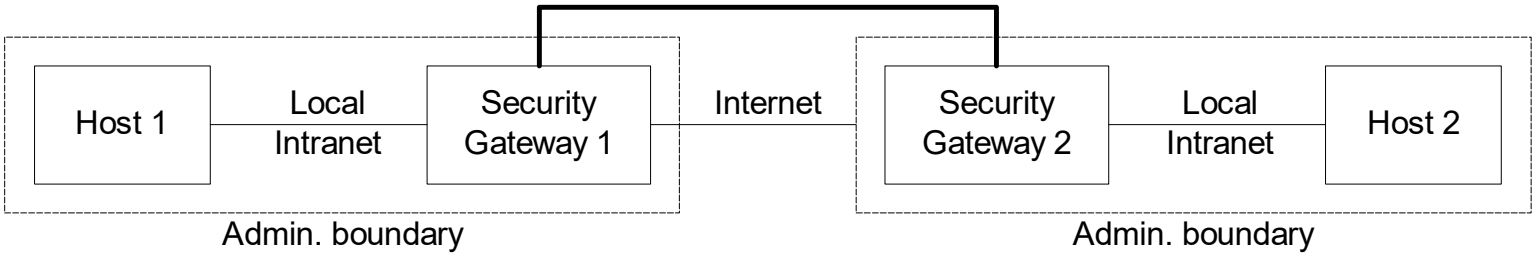
- Ponto a ponto



Transporte	**Túnel**
[IP1][AH][upper]	[IP2][AH][IP1][upper]
[IP1][ESP][upper]	[IP2][ESP][IP1][upper]
[IP1][AH][ESP][upper]	

Modos de Operação (3)

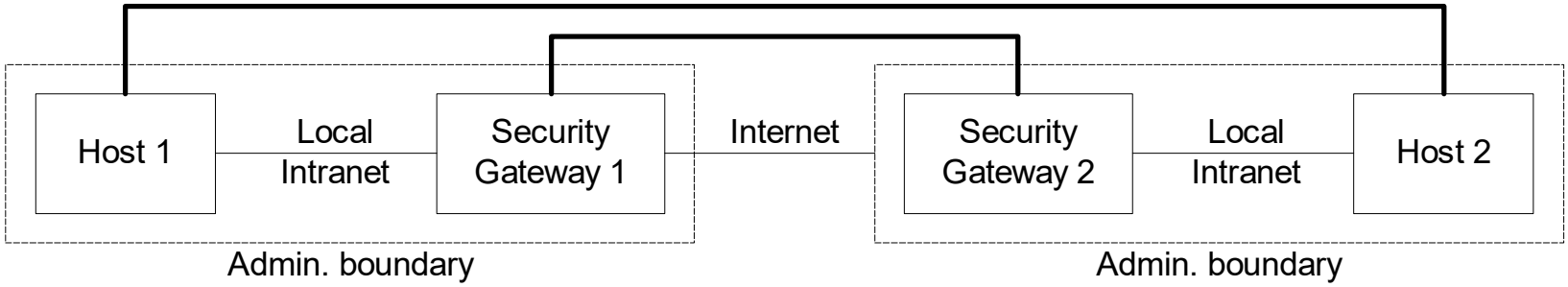
- VPN



Transporte	**Túnel**
(não pode ser usado)	[IP2][AH][IP1][upper]
	[IP2][ESP][IP1][upper]

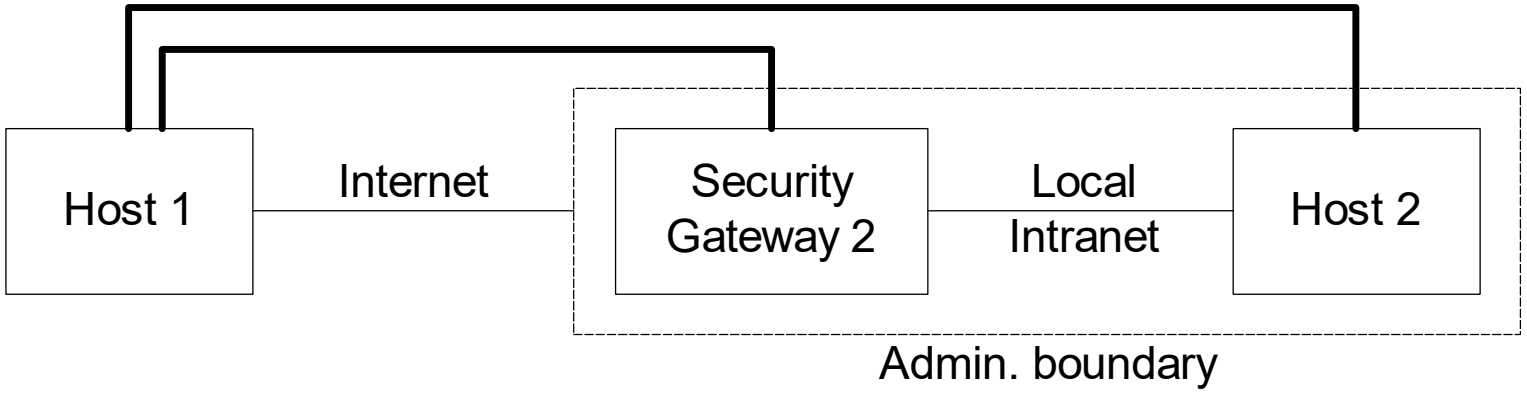
Modos de Operação (4)

- Combinação do modo VPN com o modo ponto a ponto



Modos de Operação (5)

- Ligação remota via Internet



Authentication Header (1)

- Definido no RFC 2402
- Garante a integridade e autenticação dos pacotes IP (dos campos imutáveis e dos mutáveis, mas previsíveis)
- Não permite a cifragem de pacotes IP
- Pode ser aplicado sozinho ou em combinação com o ESP
- Permite o uso de algoritmos existentes
  - HMAC-MD5 (por omissão)
  - HMAC-SHA-1

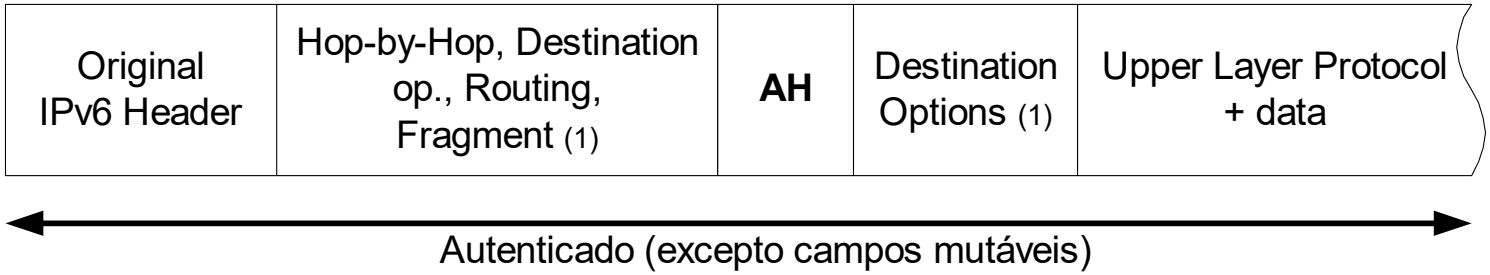
Authentication Header (2)

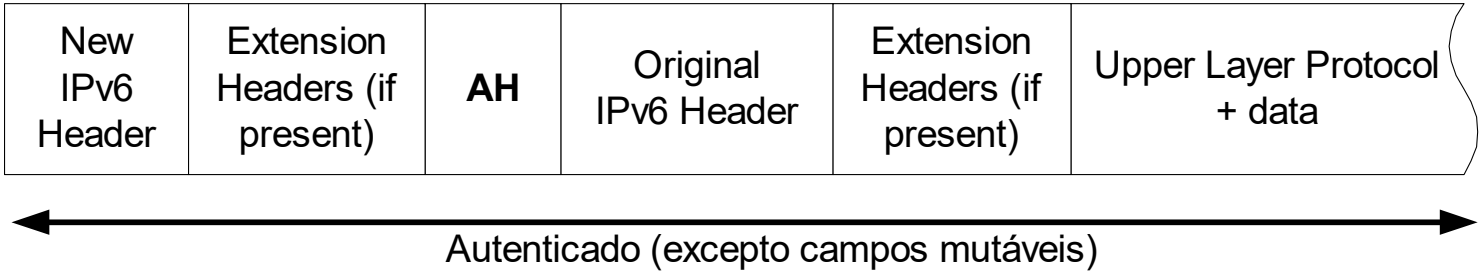
- Formato do cabeçalho
  - SPI - Security Parameters Index
  - Número de sequência
  - Parâmetros e dados para autenticação

Next Header	Payload Len	RESERVED
Security Parameters Index (SPI)		
Sequence Number Field		
Authentication Data (variable)		

Authentication Header (3)

- A cobertura da autenticação AH é superior à cobertura de autenticação do ESP



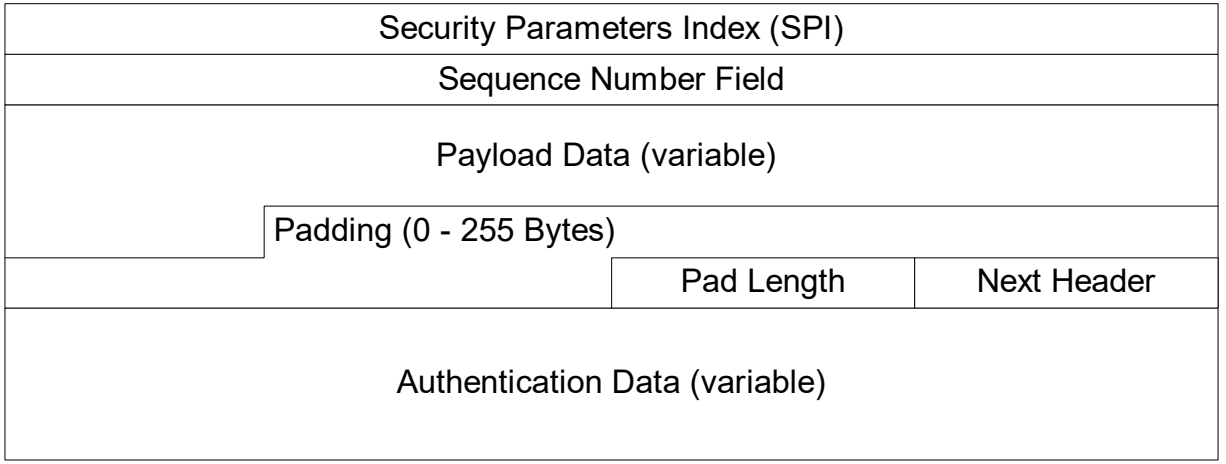


Encapsulating Security Payload (1)

- Definido no RFC 2402
- Garante a integridade dos pacotes IP
- Permite a cifragem de pacotes IP
- Suporte de diversos algoritmos:
  - DES (no modo Cypher Block Chaining): por omissão
  - 3-DES
  - MD5 (por omissão) e SHA-1 para autenticação
  - Sem autenticação, ou sem confidêncialidade

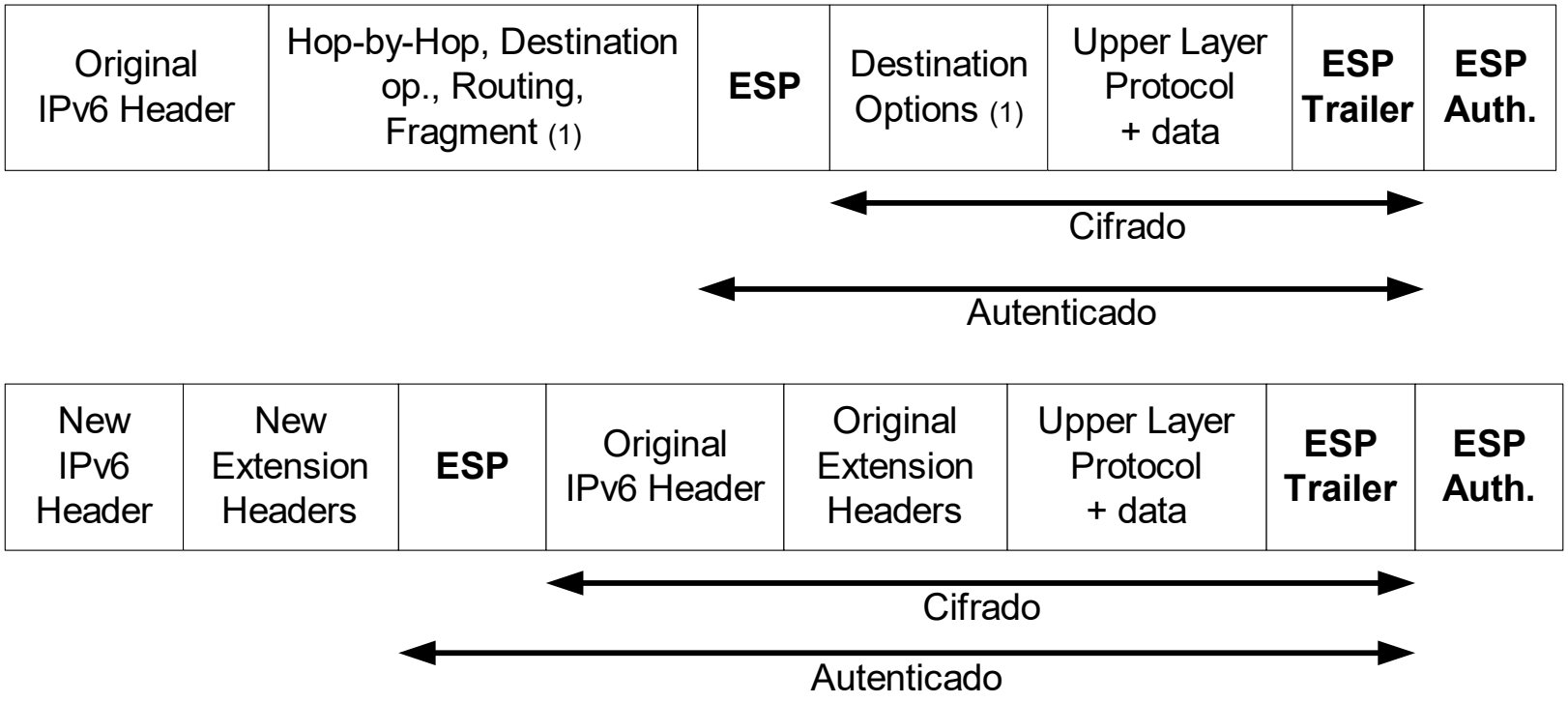
Encapsulating Security Payload (2)

- Formato do cabeçalho
  - SPI - Security Parameters Index
  - Número de sequência
  - Parâmetros e dados para cifragem
  - Parâmetros e dados para autenticação



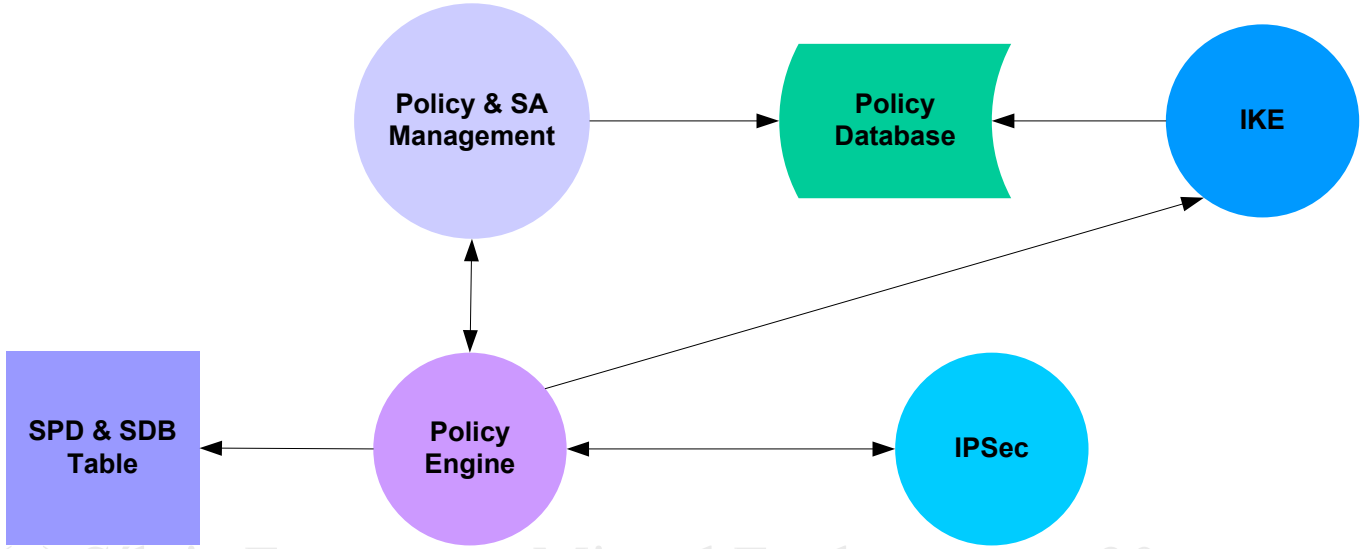
Encapsulating Security Payload (3)

- ESP no modo de transporte e túnel



Implementação do IPSec (1)

- Protocolos IPSec
- Security Policy Database (SPD)
- Security Association Database (SAD)
- Internet KEY Exchange (IKE)
- Gestão e implementação da política



Implementação do IPSec (2)

IKE Policy Parameters

Parameter	Strong	Keyword	Default
Message encryption algorithm	DES 3-DES	des 3des	768-bit Diffie-Hellman
Message integrity has algorithm	SHA-1, HMAC variant MD5, HMAC variant	sha md5	86400 seconds, or one day
Peer authentication method	Pre-shared keys RSA encrypted nonces RSA signatures	pre-share rsa-encr rsa-sig	768-bit Diffie-Hellman
Key exchange parameters, Diffie-HEllman group indentifier	768-bit Diffie-Hellman or 1024-bit Diffie-Hellman	1 2	768-bit Diffie-Hellman
ISAKMP-establshied security associations lifetime	Can specify any number of seconds	-	86400 seconds, or one day

Implementação do IPSec (3)

Exemplo de uma Política IPSec

Policy	Host A	Host B
Transform set	ESP-DES, Tunnel	ESP-DES, Tunnel
Peer hostname	RouterB	RouterA
Peer IP address	172.30.2.2	172.30.1.2
Hosts to be encrypted	10.0.1.3	10.0.2.3
Traffic (packet) type to be encrypted	TCP	TCP
SA establishment	ipsec-isakmp	ipsec-isakmp

Gestão de Chaves (1)

- Manual
  - Utilizada na fase inicial da implementação
  - Introdução manual das chaves nos extremos das ligações IPSec
- Automática:
  - IKE (*Internet Key Exchange*)
    - RFC 2409
    - Usado para definir Associações de Segurança (SAs) entre entidades
    - Baseado no ISAKM (Internet Security Association and Key Management Protocol)/Oakley do IETF
    - Troca de parâmetros de segurança SPD (*Security Parameters Definition*)
    - Troca de chaves públicas (Diffie-Hellman)
    - Para além do IPSec pode ser utilizado noutros domínios dependendo do DOI (Domain of Interpretation)
  - Outros
    - SNKI (Sun)
    - Photuris

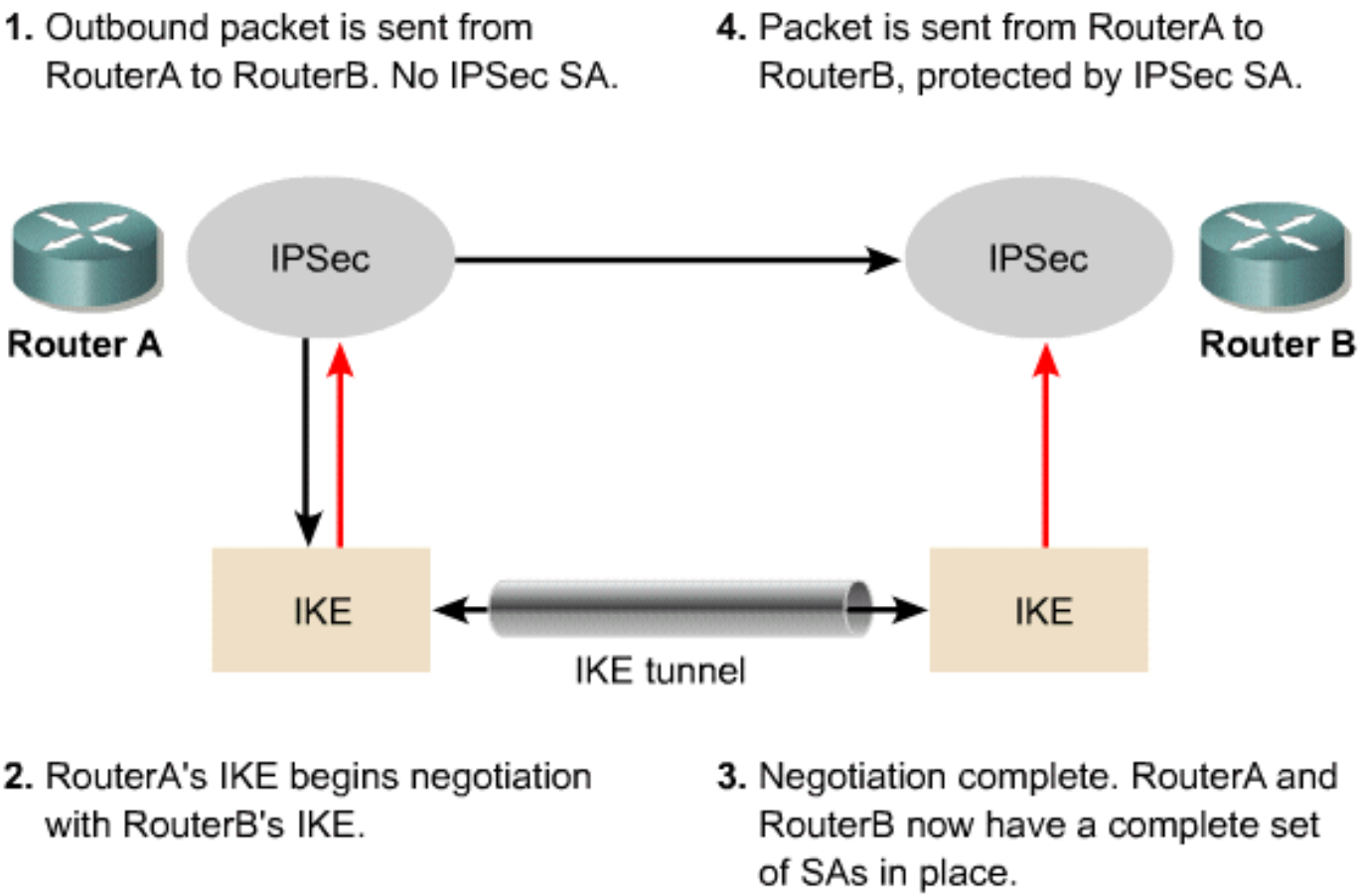
Gestão de Chaves (2)

- ISAKMP/Oakley
  - Oakley Key Determination Protocol
    - Protocolo baseado no algoritmo Diffie-Hellman, mas mais seguro
    - Protocolo genérico que não especifica formatos
  - Internet Security Association and Key Management Protocol
    - Estrutura para a gestão de chaves na Internet
    - Especifica formatos

Gestão de Chaves (3)

- Oakley Key Determination Protocol
  - Cada estação envolvida tem uma chave privada e uma pública
  - A chave secreta da sessão é calculada com base na chave privada e na chave pública da estação remota
  - Utilização de um mecanismo de *cookies* para evitar os ataques por entupimento
  - Prevenção de ataques de *replay* através de *nonces*
  - Usa autenticação para prevenir ataques *man-in-the-middle*

Gestão de Chaves (3)



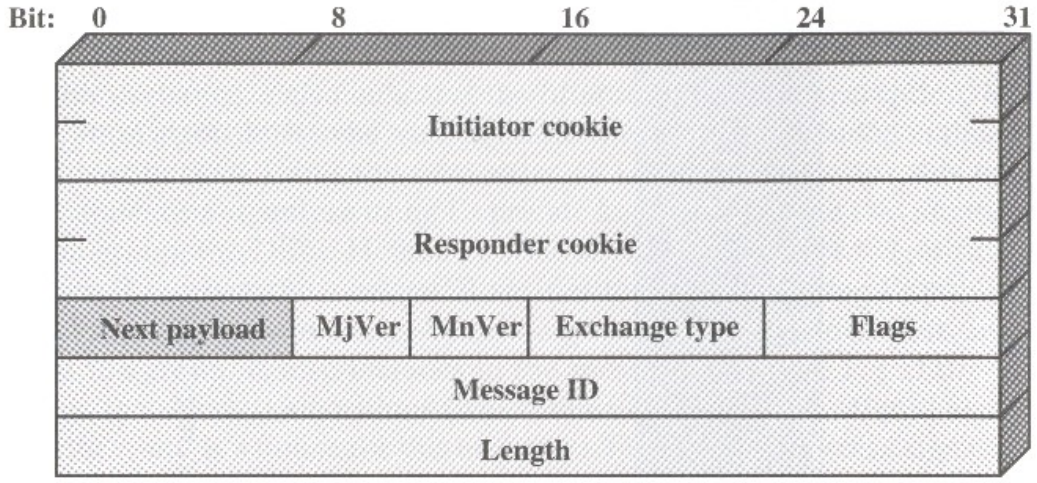
Gestão de Chaves (4)

IKE Policy Parameters

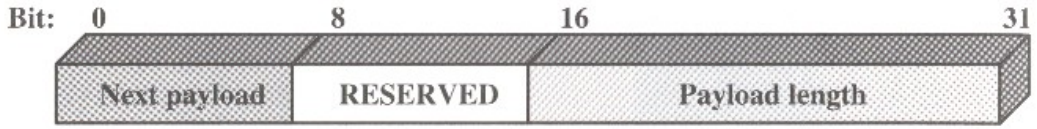
Parameter	Strong	Keyword	Default
Message encryption algorithm	DES 3-DES	des 3des	768-bit Diffie-Hellman
Message integrity has algorithm	SHA-1, HMAC variant MD5, HMAC variant	sha md5	86400 seconds, or one day
Peer authentication method	Pre-shared keys RSA encrypted nonces RSA signatures	pre-share rsa-encr rsa-sig	768-bit Diffie-Hellman
Key exchange parameters, Diffie-HEllman group indentifier	768-bit Diffie-Hellman or 1024-bit Diffie-Hellman	1 2	768-bit Diffie-Hellman
ISAKMP-establshied security associations lifetime	Can specify any number of seconds	-	86400 seconds, or one day

Gestão de Chaves (5)

- ISAKMP
  - Mensagens trocadas sobre UDP



(a) ISAKMP header



(b) Generic payload header

Gestão de Chaves (6)

- Trocas ISAKMP
  - *Base Exchange*
    - Troca de chaves e autenticação transmitidas juntas
    - Minimiza as trocas (4 mensagens)
    - Mas não fornece protecção de identidade
  - *Identity Protection Exchange*
    - Extensão do *Base Exchange* para dar protecção de identidade (6 mensagens)
  - *Authentication Only Exchange*
    - Efectua autenticação mútua sem troca de chaves (3 mensagens)
  - Aggressive Exchange
    - Minimiza a troca de mensagens (3 mensagens)
  - Informational Exchange
    - Usado para transportar informação de gestão de SA's