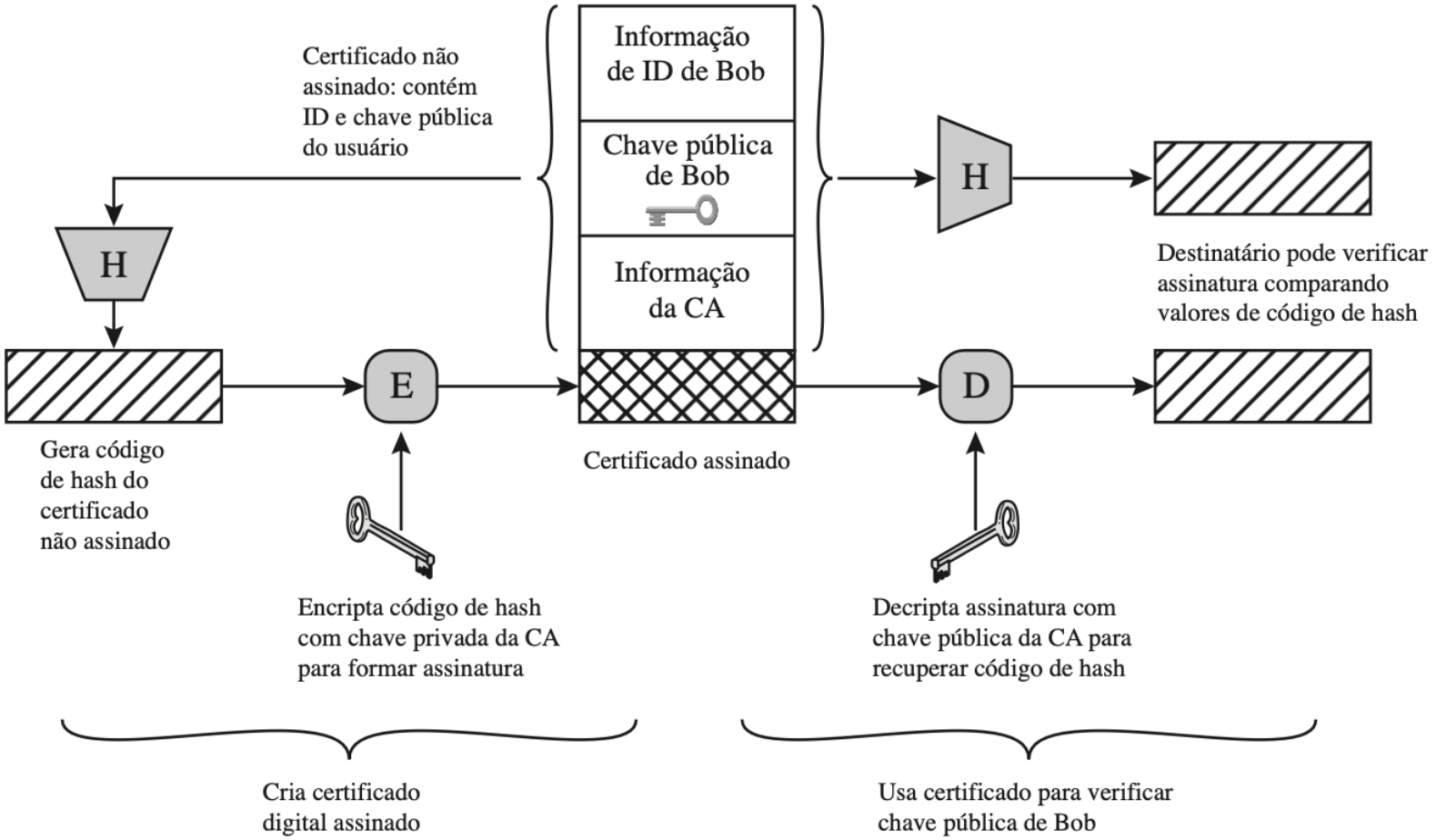
Segurança da Informação– GBC083

Prof. Rodrigo Sanches Miani – FACOM/UFU

Aula passada

Segurança da Informação– GBC083

Certificados digitais



Boa notícia!

- https://pessoal.icpedu.rnp.br/home

- A RNP está emitindo certificados digitais devidamente assinados para usuários da rede CAFe (Comunidade Acadêmica Federada).

Segurança na camada de transporte

Segurança da Informação– GBC083

Principais assuntos do tópico 14

- Segurança na camada de transporte
  - Protocolo mais popular é o SSL/TLS
- SSL/TLS materializa tudo o que vimos até agora... Criptografia simétrica, assimétrica, algoritmos, hash, assinatura digital, certificados...
- Funciona na camada de transporte junto com o TCP, ou seja, é "fim a fim".
  - HTTPS é um exemplo de aplicação que usa o SSL/TLS para garantir confidencialidade, autenticidade e não repúdio.

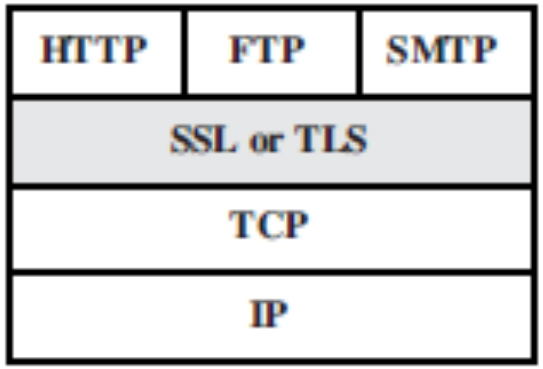
Principais assuntos do tópico 14

- O assunto é um pouco "espinhoso"... Assistir a videoaula e ler as seções do livro indicadas é essencial para entender os conceitos.
- Hoje eu vou tentar mostrar o funcionamento básico de duas das quatro camadas do protocolo.
- Usarei como base o TLS 1.0. Farei as distinções para as outras versões.

Soluções para Segurança na Web

- *IPsec* - segurança no nível de rede:
  - Pode ser transparente para usuários finais.
  - Filtra o tráfego que necessita de segurança.

- *SSL/TLS* – segurança na camada de transporte:



(b) Transport level

SSL ou TLS??

- SSL (Secure Socket Layer) foi criado pela Netscape;
- A versão 3 foi publicada como um Internet draft;
- IETF formou grupo de trabalho denominado TLS (Transport Layer Security), que publicou a primeira versão do TLS;
- TLSv1 é praticamente um SSLv3.1.

TLS (Transport Layer Security)

- Trabalho da IETF para padronizar o SSL.
- TLS vs 1: especificado no RFC 2246 (1999).
- TLS vs 1.2 especificado no RFC 5246 (2008).
- TLS vs 1.3: finalizado! RFC 8446
  - https://tools.ietf.org/html/rfc8446
  - Diversas modificações:
  - https://medium.com/@vanrijn/what-is-new-with-tls-1-3-e991df2caaac
  - https://kinsta.com/blog/tls-1-3/

TLS 1.2 x TLS 1.3

- Desempenho do handshake é bem melhor…
  - Número de passos diminuiu e agora parâmetros enviados pelo servidor podem estar cifrados.

- Remoção de funções inseguras.
  - MD5, SHA-1, DES, 3DES…
  - RSA Key Transport!!
    - https://www.theinquirer.net/inquirer/news/2343117/ietf-drops-rsa-key-transport-from-ssl
    - https://blog.trailofbits.com/2019/07/08/fuck-rsa/

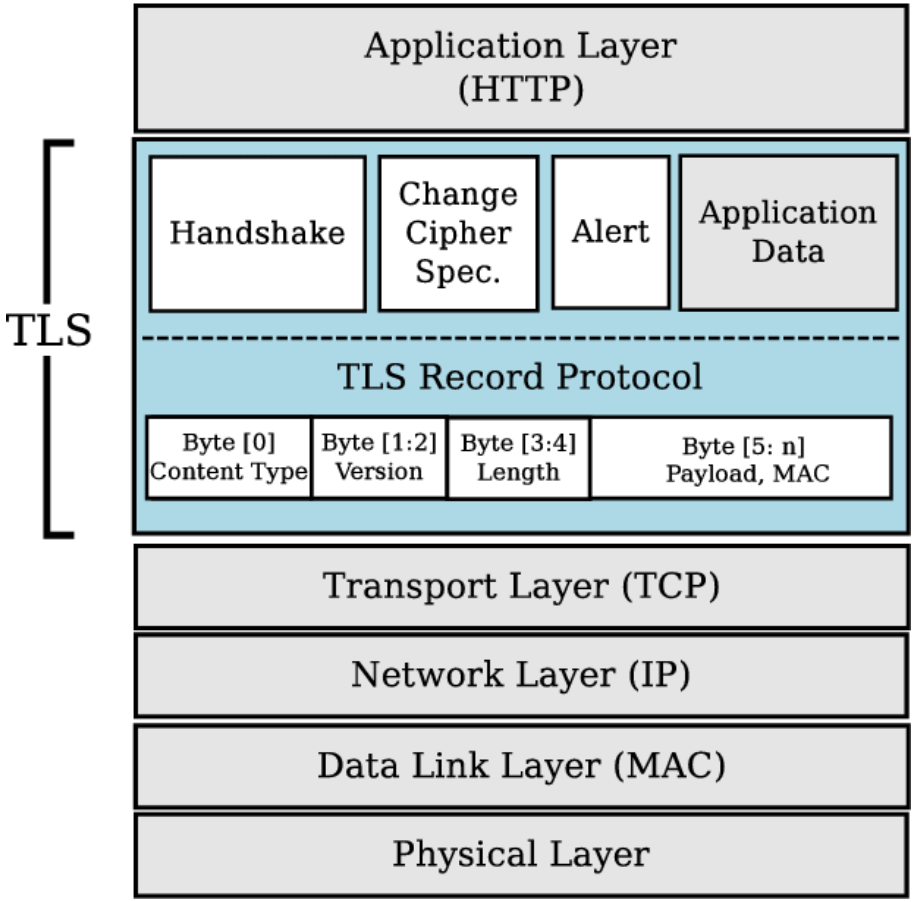
TLS

- TLS provê, de modo geral, as seguintes soluções de segurança para uma conexão entre duas aplicações (camada de transporte – TCP):
  - Confidencialidade.
  - Integridade.
  - Autenticação.
  - **Não** fornece não-repúdio!

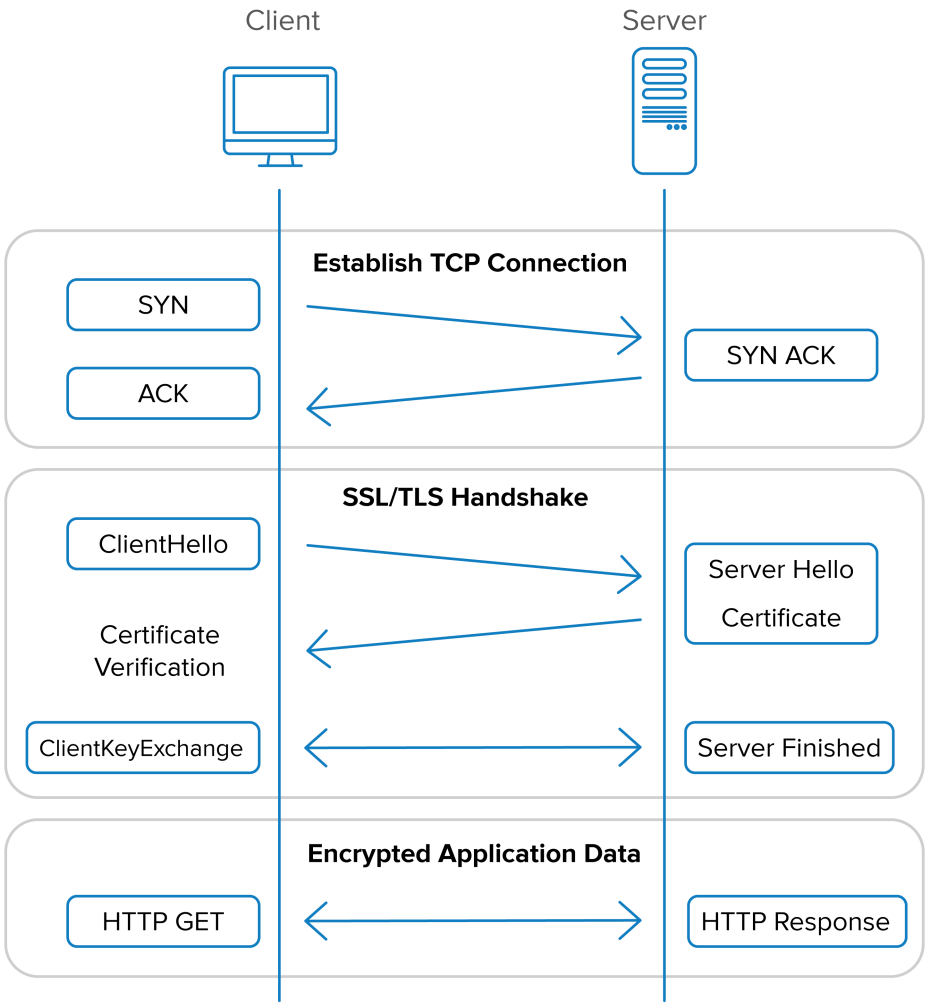
- TLS não é um protocolo isolado, mas duas camadas de protocolo.

TLS

- TLS tem duas camadas de protocolos;

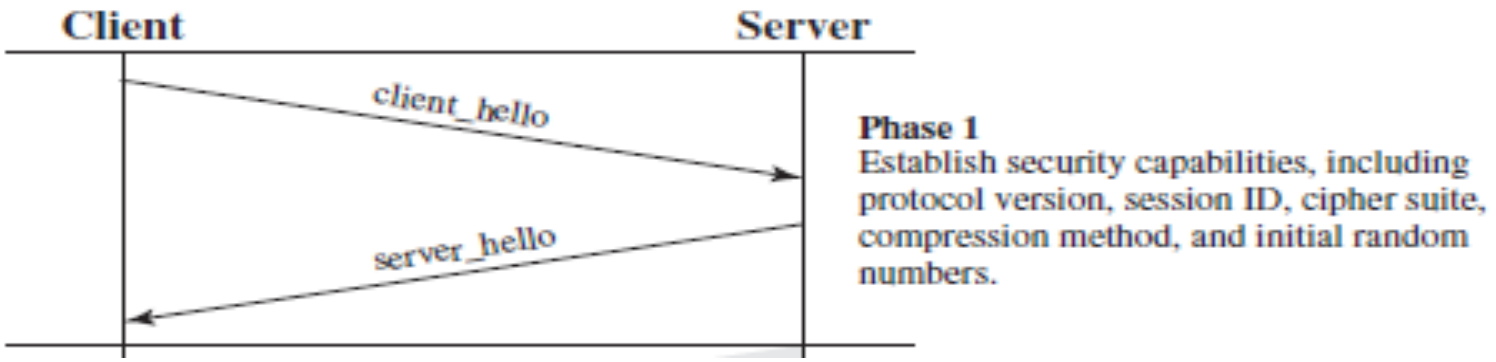


TLS



https://developer.okta.com/books/api-security/tls/how/

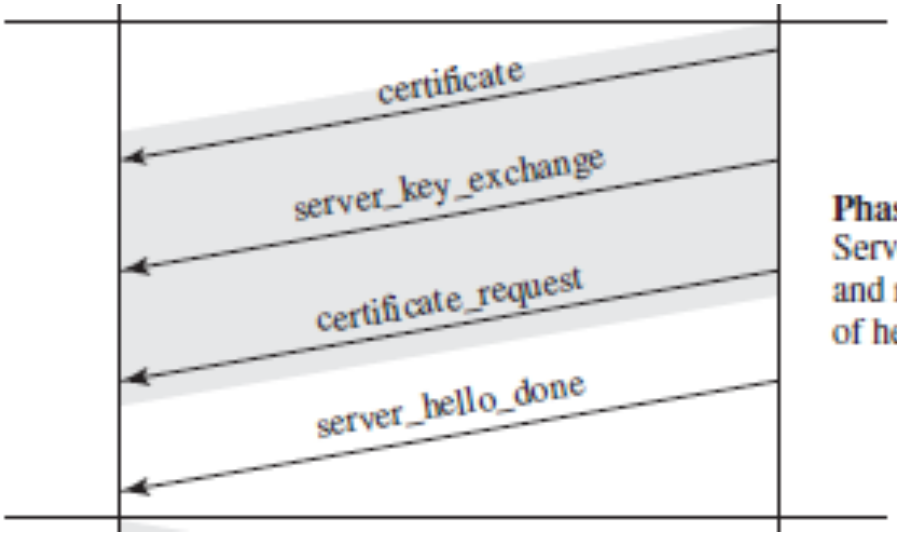
Handshake protocol: fase 1



- **Client_hello:**
  - Versão do protocolo TLS.
  - Random (número aleatório junto de um carimbo de tempo).
  - Id da sessão.
  - Parâmetros de cifragem (troca de chaves, algoritmos de criptografia, hash, tamanho das chaves, tamanho do IV…).
  - Método de compressão.

- **Server_hello:**
  - Responde a requisição do cliente, escolhendo uma opção entre as propostas;
  - Tem os mesmos parâmetros do client_hello.

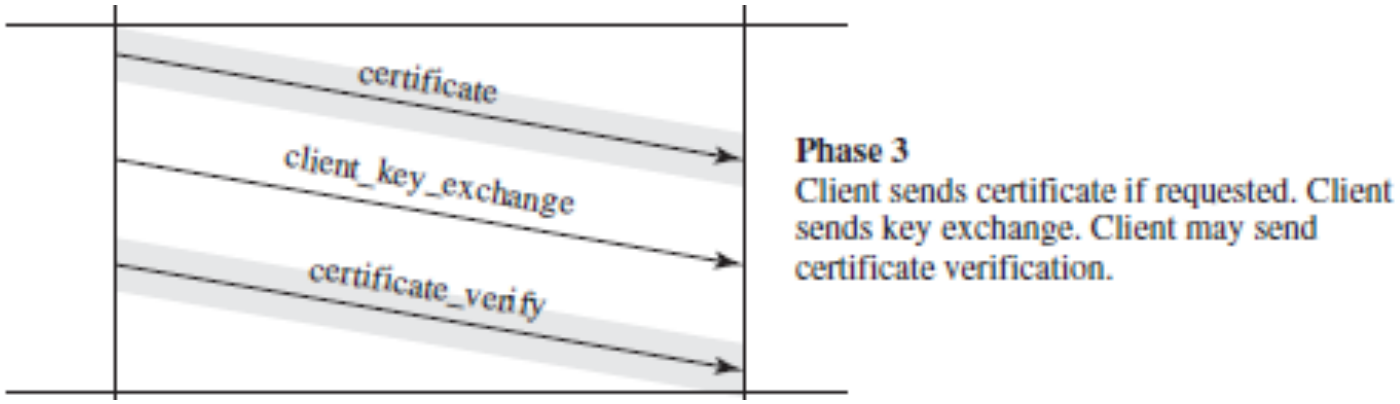
Handshake protocol: fase 2



Phase 2
Server may send certificate, key exchange, and request certificate. Server signals end of hello message phase.

- Autenticação do servidor e troca de chaves.
  1. Servidor envia seu certificado no formato X.509.
  2. Servidor envia mensagem *server_key_exchange* (não é exigida caso a troca de chaves seja feita usando o RSA).
  3. Servidor pode requerer um certificado do cliente (*certificate_request*).
  4. Mensagem *server_done* indica que servidor terminou seu trabalho.

Handshake protocol: fase 3



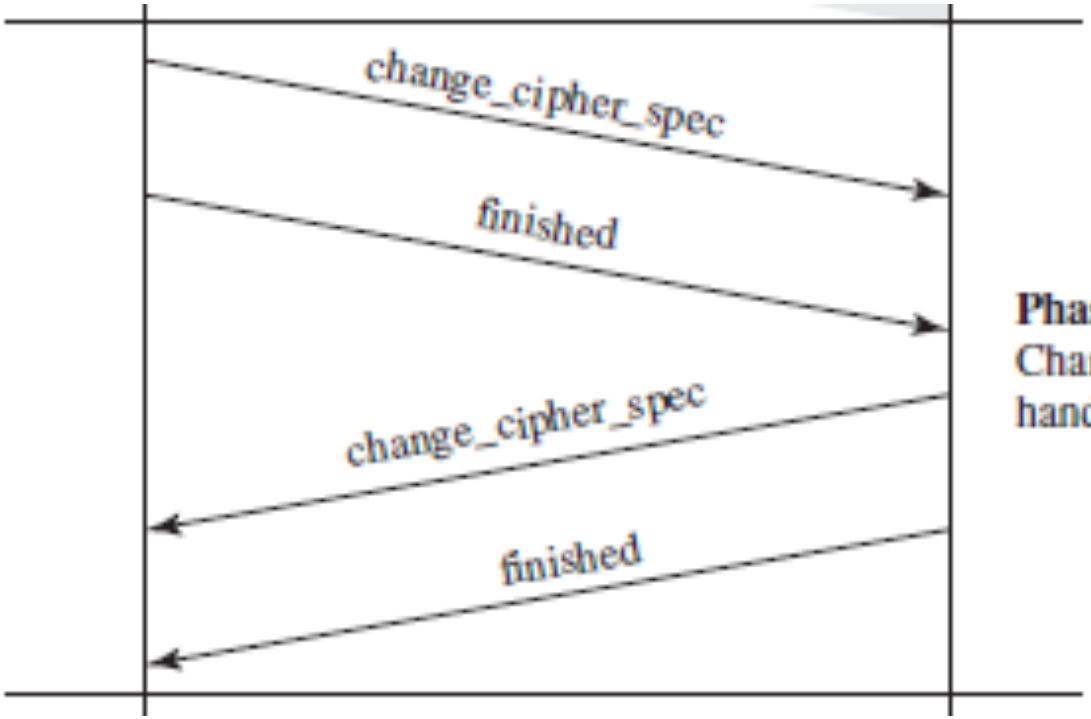
- Autenticação do cliente e troca de chaves.
  - Cliente verifica se as mensagens enviadas pelo servidor na fase 2 são satisfatórias.
  - Em caso positivo, prossegue com a fase 3.
  - Se o servidor requisitou um certificado, ele é enviado.
  - Cliente envia o seu segredo (*client_key_exchange*).
  - Cliente pode oferecer verificação explícita de seu certificado (*certificate_verify*).

Handshake protocol: fase 3

- *client_key_exchange*
  - o cliente gera um *segredo (pre_master_secret)* de 48 bytes e o cifra com a chave pública do servidor (no caso do RSA)

- *certificate_verify*
  - Envia um código de hash das mensagens trocadas durante o handshake cifrado com a chave privada do cliente

Handshake protocol: fase 4



Phase 4
Change cipher suite and finish handshake protocol.

Handshake protocol: fase 4

- Cliente e servidor confirmam as especificações de criptografia que serão utilizadas e encerram o *handshake*;
- O conteúdo da mensagem "*finished*" é o seguinte valor de hash:

```
MD5(master_secret || pad2 || MD5(handshake_messages ||
    Sender || master_secret || pad1))
SHA(master_secret || pad2 || SHA(handshake_messages ||
    Sender || master_secret || pad1))
```

- A partir daí, dados de aplicação podem ser trocados de maneira cifrada.

Handshake protocol: fase 4

- Importante: a fase 4 é a primeira onde as mensagens são trafegadas cifradas;

- Ou seja, após o envio de *change_cipher_spec* a mensagem *finished* será enviada cifrada e autenticada (uso da função de hash) com os parâmetros recém criados;

- Caso ambos os lados verifiquem que está tudo certo, a comunicação começa.

Handshake protocol: chave mestre (segredo compartilhado)

- O segredo mestre compartilhado é um valor de 48 bytes (384 bits) de uso único gerado para esta sessão por meio da troca de chave segura;

- A criação é feita em dois estágios:
  1. Primeiro, um *pre_master_secret* é trocado – isso aconteceu na fase 3 (*client_key_exchange*);
  2. Segundo, o *master_secret* é calculado pelas duas partes.

Handshake protocol: chave mestre (segredo compartilhado)

```
master_secret = MD5(pre_master_secret || SHA('A' ||
                    pre_master_secret || ClientHello.random ||
                    ServerHello.random)) ||
                MD5(pre_master_secret || SHA('BB' ||
                    pre_master_secret || ClientHello.random ||
                    ServerHello.random)) ||
                MD5(pre_master_secret || SHA('CCC' ||
                    pre_master_secret || ClientHello.random ||
                    ServerHello.random))
```

Handshake protocol: criação dos valores aleatórios

Ao longo do *handshake*, cliente e servidor usarão os parâmetros trocados para criar os números aleatórios que serão usados como chave dos algoritmos simétricos. Isso é feito da seguinte forma:

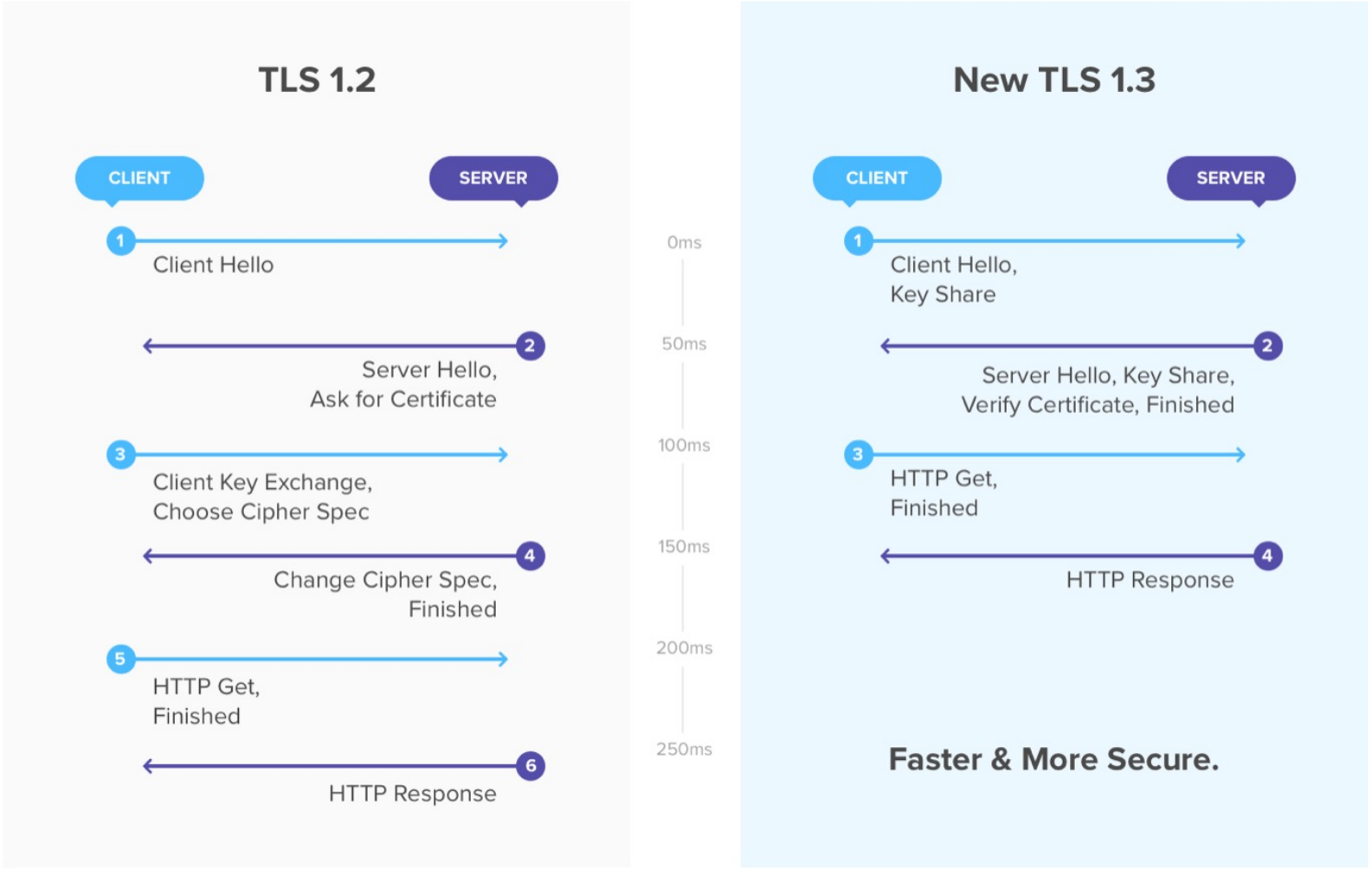
```
key_block = MD5(master_secret || SHA('A' || master_secret ||
                ServerHello.random || ClientHello.random)) ||
            MD5(master_secret || SHA('BB' || master_secret ||
                ServerHello.random || ClientHello.random)) ||
            MD5(master_secret || SHA('CCC' || master_secret ||
                ServerHello.random || ClientHello.random)) ||...
```

Handshake protocol: criação dos valores aleatórios

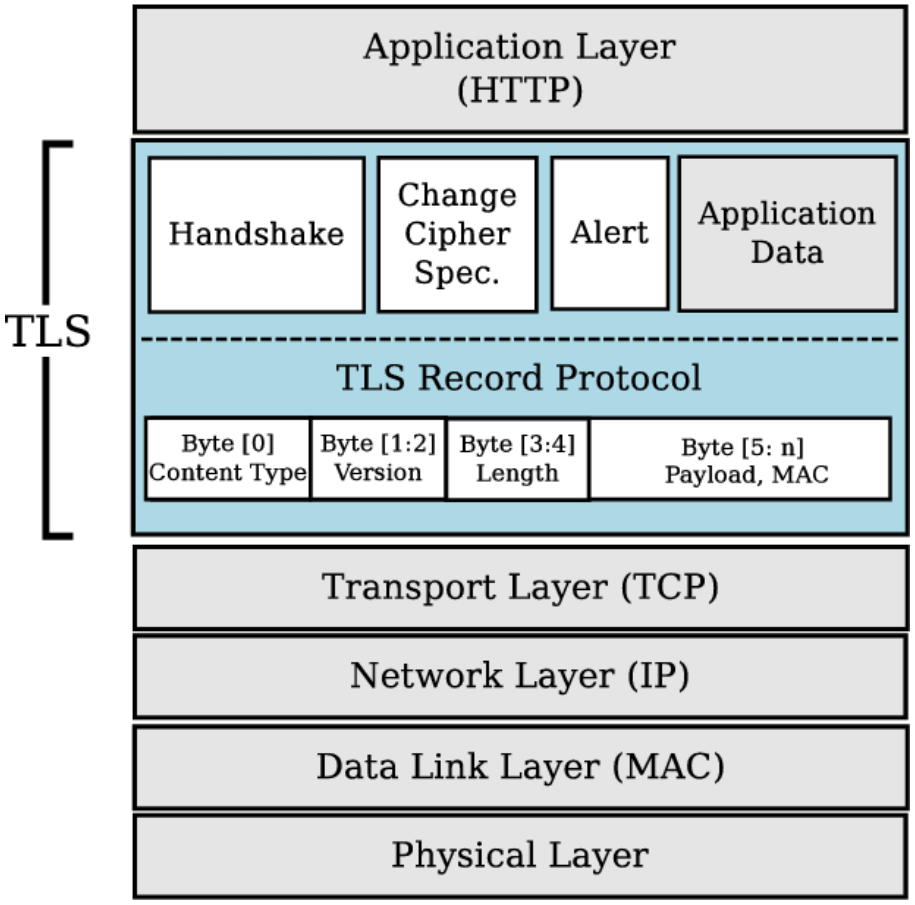
- Seis chaves em sequência são geradas:
  1. 2 chaves para cifrar/decifrar;
  2. 2 valores de MAC (verificação de integridade – serão usados a seguir)
  3. 2 valores para vetores de inicialização

- A função anterior (*key_block*) é executada em *loop* até atingir o tamanho necessário para as seis chaves.

Handshake protocol: 1.2 x 1.3



TLS – Record Protocol

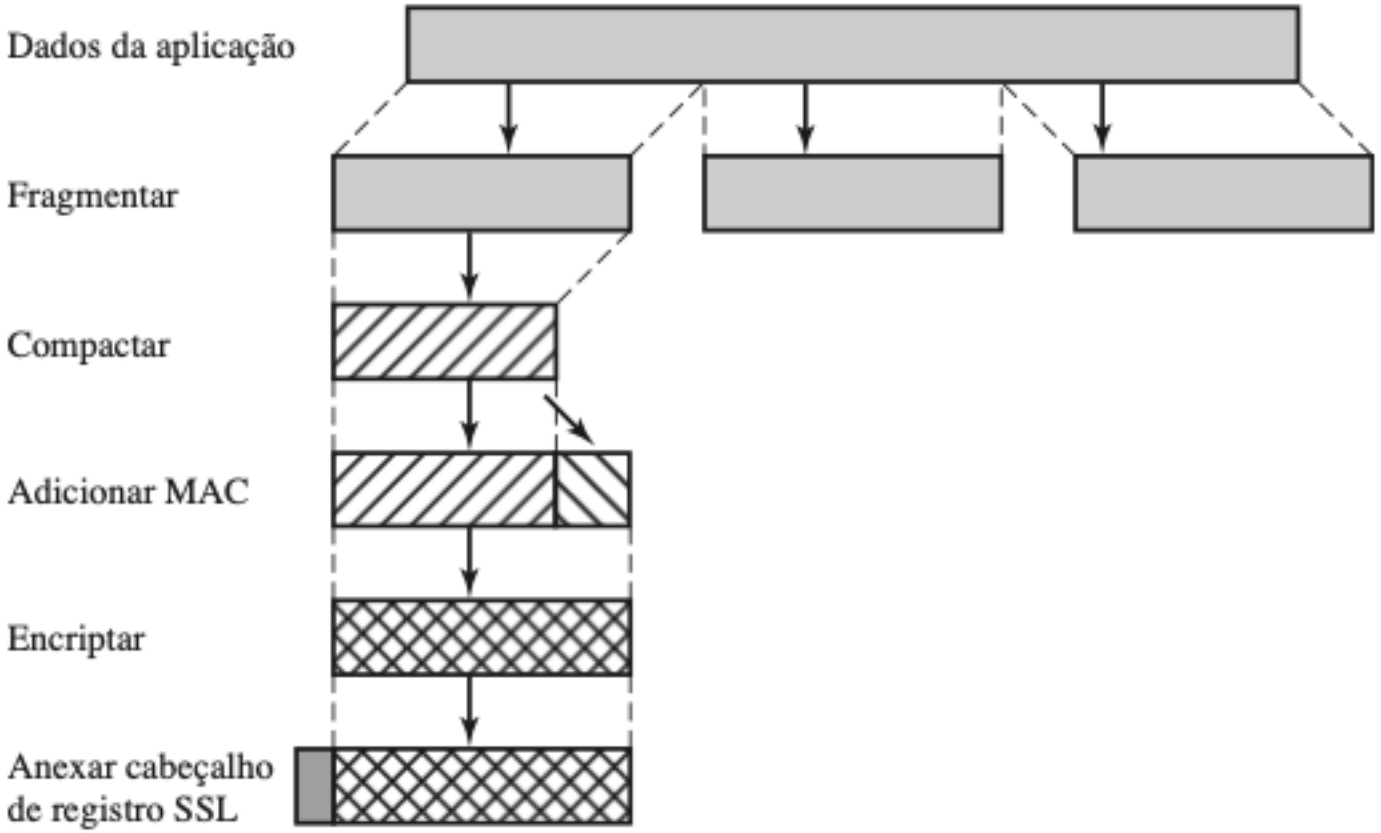


Record protocol

- Provê os seguintes serviços:
  - Confidencialidade.
  - Autenticidade/Integridade das mensagens.

- Utiliza informações definidas no processo de *handshake*;

Record protocol



Record protocol – MAC (message authentication code – integridade)

```
hash(MAC_write_secret || pad_2 ||
     hash(MAC_write_secret || pad_1 || seq_num ||
     SSLCompressed.type || SSLCompressed.length ||
     SSLCompressed.fragment))
```

onde

`||`	= concatenação
`MAC_write_secret`	= chave secreta compartilhada
`hash`	= algoritmo de hash criptográfico; ou MD5 ou SHA-1
`pad_1`	= o byte 0x36 (0011 0110) repetido 48 vezes (384 bits) para MD5 e 40 vezes (320 bits) para SHA-1
`pad_2`	= o byte 0x5C (0101 1100) repetido 48 vezes para MD5 e 40 vezes para SHA-1
`seq_num`	= o número de sequência para essa mensagem
`SSLCompressed.type`	= o protocolo de nível mais alto usado para processar esse fragmento
`SSLCompressed.length`	= o tamanho do fragmento compactado
`SSLCompressed.fragment`	= o fragmento compactado (se a compactação não for usada, o fragmento de texto claro)

Record protocol

- A última etapa do protocolo de registro envolve anexar um cabeçalho com diversos campos como: tipo de conteúdo (HTTP, SMTP, FTP, por exemplo), versão do TLS/SSL e tamanho em bytes do fragmento do texto claro;

- Isso, junto com o MAC_write_secret que foi gerado no *handshake* com o auxílio do cliente e do servidor é o suficiente para o destino checar o MAC.

Roteiro de estudos

1. Leitura das seções 17.1, 17.2 e 17.3. do livro "Criptografia e segurança de redes. Princípios e práticas". William Stallings;
2. Estudo da vídeo-aula referente ao tópico 14;
3. https://cabulous.medium.com/tls-1-2-andtls-1-3-handshake-walkthrough-4cfd0a798164
4. Resolução dos TP-5 e TP-6.