INE5680 – SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO E DE REDES – Prova 1 – 04/10/2013 – Turmas A e B – Prova A
NOME : _____ MATRÍCULA : _____

1. Indique (Verdade/Falso), sublinhando no texto e comentando, brevemente, o porquê de sua resposta: (0,10 cada certa = 0,5)

a. (Verdade/Falso) Para um algoritmo de criptografia simétrica ser computacionalmente seguro, um dos seguintes critérios é atendido: (a) o custo para quebrar a cifra é muito maior do que valor da informação cifrada; (b) o tempo exigido para quebrar a cifra é muito maior ao tempo de vida útil da informação. Estas são boas razões para aceitarmos/confiarmos em algoritmos de criptografia simétrica E por isso, utilizamos, até hoje, algoritmos antigos que já foram quebrados, como o caso do uso do DES.

b. (Verdade/Falso) Várias técnicas tem sido propostas para distribuição de chaves públicas. Praticamente todas essas propostas podem ser agrupadas nos seguintes esquemas gerais: (a) anúncio público de chaves públicas, (b) diretórios distribuídos disponíveis publicamente, (c) autoridade de chave pública e (d) certificados de chave pública. O GnuPG gerencia a distribuição de chaves públicas através do anúncio de chaves públicas. GnuPG usa diretórios distribuídos disponíveis publicamente, que são inclusive, replicados em servidores na Internet.

c. (Verdade/Falso) Qualquer mensagem pode ser criptografada com o algoritmo do acordo de Diffie-Hellman. Diffie-Hellman não criptografa, apenas resolve o acordo de uso, por ambas as partes se comunicando, de uma chave compartilhada.

d. (Verdade/Falso) Um email recebido portando um link suspeito, mas que é não é aberto, constitui uma ameaça, mas se aberto, dependendo do que existe no link, pode ser uma invasão por software, via algum programa de vírus, cavalo de tróia ou um *worm*. Se você não clicou no link, nada irá acontecer. O ataque só se concretiza caso você clique.

e. (Verdade/Falso) O modo de cifra EBC (cifra um-a-um), para determinadas aplicações, é mais seguro que o modo de cifra CBC (cifra de encadeamento de blocos). CBC é mais seguro do que EBC, porque CBC faz o encadeamento usando os blocos e EBC faz a criptografia de blocos, um-a-um. Mas, EBC serve para aplicações com pequena informação a ser protegida.

---

2. Alice *(A)* assina digitalmente uma mensagem *M* para Bob, usando sua chave privada PR_A sobre o *H(M)* com o algoritmo de assinatura RSA. Bob obtém a chave pública PU_A relacionada a PR_A. (1,0)

(a) Como o requisito de segurança de ***não-repúdio***, por parte de Alice, é garantido pela verificação da assinatura ?

Uma assinatura digital garante não-repúdio, porque uma vez que Alice criptografe o hash da mensagem M com sua chave privada KR_A, somente a chave pública KU_A correspondente da KR_A pode verificar a assinatura, o que garante que foi Alice quem enviou a mensagem M.

(b) Suponha que Alice revele acidentalmente sua chave privada PR_A para um terceiro. Como o ***não-repúdio*** pode ser garantido neste caso ?

A revelação da chave privada de Alice, KR_A, acidentalmente ou maliciosamente, acaba impedindo a garantia de se saber quem enviou, de fato, a mensagem.

---

3. Três amigos, A, B e C, residentes em cidades distantes desejam trocar informações pela Internet de forma segura, usando uma chave de sessão K_S. Um deles propôs o seguinte protocolo para troca da chave simétrica. Somente um deles, C, possui um par de chaves pública/privada (KU/KR). (1,5)

A : Gera N pseudo-randômico, N é um nonce

A → B : N , N não está sendo criptografado ....

A → C : N , N não está sendo criptografado ....

C : Gera R pseudo-randômico, calcula $X = N \oplus R$, X é um *nonce* gerado por C e usado no cálculo de X.

C → B : $E_N (X)$

C → A : $[E_N (X) \; || \; E_{KR} (N)]$

A : $D_N (X)$ N é usado como se fosse uma chave ???? Na realidade N não é para ser usado assim, pois N é um *nonce*.

A : $N == D_{KU} [E_{KR} (N)]$

A : Gera K_S, calcula $R = N \oplus X$ R deve ser um *nonce* gerado por A, em função de X, que pode ser decifrado.

A → B : $E_R (K_S)$

A → C : $E_R (K_S)$

Pergunta-se:

a) A, B e C podem, ou não, trocar mensagens seguras, cifradas com K_S ?

Resposta: NÃO PODEM.

O protocolo somente utiliza chaves simétricas para troca da chave Ks.

b) Caso não possam, indicar os erros no protocolo.

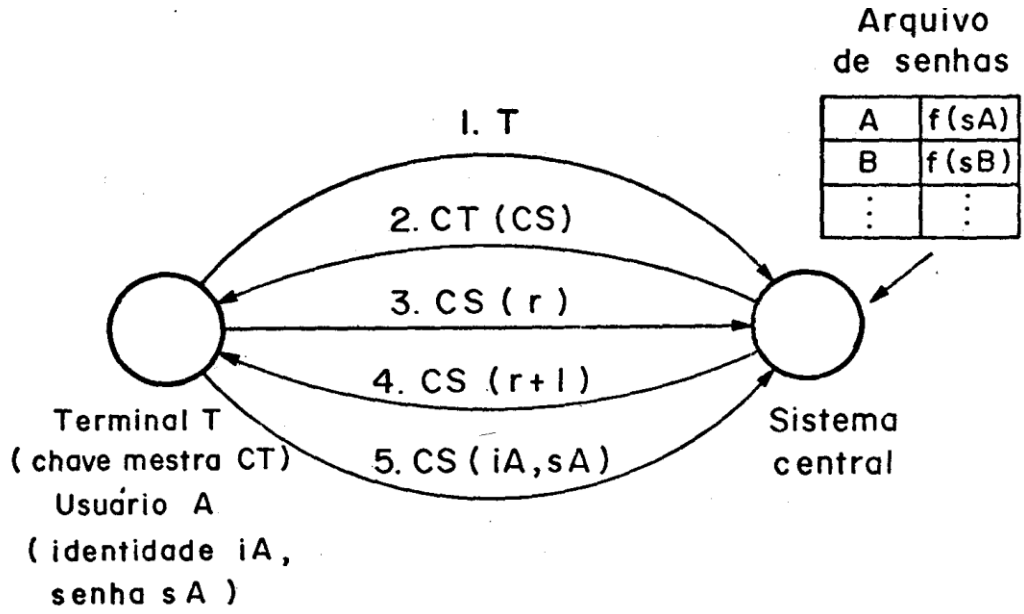
Alguns erros identificados, claramente, no protocolo proposto:

(a) N trafega em texto plano, não sendo criptografado; neste caso, ocasionando insegurança no protocolo, pois, se N for capturado, um atacante pode usá-lo, como se fosse o usuário real, praticando um ataque de repetição.

(b) N pode ser utilizado para decifrar X.

(c) R, sendo uma chave que criptografa a chave de sessão K_S, precisa ser enviado por A para B e C, para estas partes poderem decifrar a chave de sessão K_S (esta parte não está na descrição fornecida do protocolo), no prosseguimento do protocolo. Mas, se A enviar R, para B e C, a chave R poderá ser capturada no meio de comunicação por um atacante (man-in-the-middle attack) ...

4. Considere a figura seguinte, um protocolo que mostra um procedimento de autenticação de um usuário de um terminal bancário. Suponha que um terminal bancário é uma entidade T e o sistema central (banco) uma entidade B. Considere para o terminal o par de chaves, pública e privada, (PU_T, PR_T) e para o sistema de autenticação em B, respectivamente, o par (PU_B, PR_B) de chave pública e chave privada. No protocolo da figura, a **criptografia simétrica**, com uma chave de sessão *CS* é usada no procedimento de autenticação. (1,0)



Altere o protocolo acima, descrevendo formalmente suas etapas, para funcionar com criptografia de chave pública.

1. Considere que o sistema central (banco B) conheça as chaves públicas dos vários terminais *T* (PU_T). E que esses terminais T conheçam a chave pública do sistema central.

   B : PU_T *(por construção do sistema de segurança)* e (PU_B, PR_B)
   T : PU_B e (PU_T, PR_T)

2. Alguém está querendo usar o terminal T. O protocolo se inicia quando o terminal envia sua identificação *T* para o sistema central B.

   T → B : I_T (aqui, o identificador de T não está criptografado, mas se fóssemos fazer assim, usaríamos $PU_B(I_T)$, assumindo-se como acima que T conhece PU_B.

3. Pelo protocolo, o sistema central B deve enviar uma chave de sessão *CS* para o terminal *T* poder criptografar (usando criptografia simétrica com uma chave de sessão *CS*), através da chave mestra *CT*.

   B → T : *CT*(*CS*), neste caso, a chave mestra CT do terminal T criptografa a chave de sessão CS enviada pelo banco B para o terminal T.

4. Mas, para se usar criptografia de chave pública, o sistema central, agora, se utilizará da chave pública do terminal T (PU_T), enviando a chave de sessão *CS* criptografada para *T.* Com sua chave privada (PR_T), o terminal *T* decifra a chave de sessão *CS*.

Para usar criptografia de chave pública, o banco B, agora substitui a chave CT por uma chave pública PU_T

O uso da criptografia de chave pública, se faz aqui na etapa 4 e poderíamos ter:

B → T : $PU_T(CS)$
T : $PR_T(CS)$
T : CS

5. Com *CS*, o terminal *T* pode cifrar os números *r* supostamente aleatórios gerados por *T* e enviá-los ao sistema central.

T : $E_{CS}(r)$
onde r é *nonce* gerado por T
T → B : $E_{CS}(r)$
B : $D_{CS}(r)$
B : r

6. De posso do número *r*, o sistema central modifica esse número *r,* adicionando 1, cifrando-o com *CS* e enviando para *T*. O banco B envia *r+1* para T. Lembrem que os números *r* e *r+1* são usados apenas uma vez, para evitar ataques de repetição no procedimento de autenticação de um usuário do terminal *T*. Daí o termo *nonce*, em inglês, para denominar esses números.

B : r+1
B: $E_{CS}(r+1)$
B → T : $E_{CS}(r+1)$
T : $D_{CS}(r+1)$
T : r+1

7. O terminal envia sua identificação *iA* e a senha *sA* para o sistema central poder autenticar usando o arquivo de senhas, contendo os valores *hash* das senhas dos usuários do sistema.

O terminal T recebe o número *r+1* e assim, fica sabendo que o banco B recebeu seu número *r*, envoado anteriormente.

T → B : $E_{CS}(I_A, SA)$,

onde I_A é o identificador de um usuário A e AS é a senha do usuário, Ambos os valores são enviados criptografados para o sistema do banco B.

---

5. Em um sistema B2B web, com as seguintes características e requisitos: (2,0)

- Empresas vendedoras V acessam o sistema B2B e oferecem seus produtos (ofertas).

- Empresas compradoras C acessam o sistema B2B para consulta de preços.
- Empresas compradoras C acessam o sistema B2B e realizam pedidos.

Apresente um protocolo criptográfico comentado para solucionar os seguintes ataques.

Ataques empresas vendedoras:

1. Autenticação, uma outra quer se fazer passar pela empresa fazendo ofertas falsas.
2. Integridade, uma outra quer modificar a oferta da empresa.

Ataques empresas compradoras:

1. Autenticação, uma outra quer se faz passar pela empresa fazendo compras falsas.
2. Integridade, uma outra quer modificar a compra da empresa.

Use a seguinte notação:

V : Empresa Vendedora
C : Empresa Compradora
B2B : sistema
KU_v : chave pública de empresa vendedora
KR_v : chave privada de empresa vendedora
KU_C : chave pública de empresa compradora
KR_C : chave privada de empresa compradora

Use o verso da página para sua solução.

Solução:

Os dois tipos de ataques que podem acontecer – "***Ataques empresas compradoras" e os "Ataques empresas vendedoras"*** - visam burlar a autenticação de empresas ou a integridade sobre as mensagens que essas comunicam. Assim, a segurança será garantida, se assinaturas digitais foram utilizadas para assinar e verificar as assinaturas. Usando a notação fornecida em folha à parte desta prova, pode-se ter:

Do lado das empresas vendedoras e o sistema B2B, pode-se estabelecer o seguinte protocolo criptográfico:

V : Gera Oferta

V → B2B : S_{KRv} (Oferta) || KUv // assina oferta e envia sua chave pública concatenada, para o sistema B2B

B2B : KUv ??? // verifica se empresa cadastrada

B2B : V_{KRv} (Oferta) // verifica a assinatura da empresa que faz a oferta, conseguindo ver a originalidade da oferta.

B2B : Armazena Oferta

Do lado das empresas compradoras e o sistema B2B, pode-se estabelecer o seguinte protocolo criptográfico:

C → B2B : Consulta Oferta

C : Gera Pedido

C → B2B : S_{KRc} (Pedido) || KUc // assina pedido e envia sua chave pública concatenada para o sistema B2B.

B2B : KUc ??? // verifica se empresa cadastrada

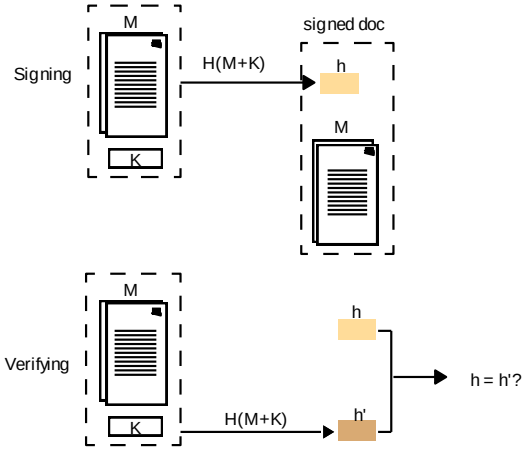
B2B : V_{KRc} (Pedido) // verifica a assinatura da empresa compradora que faz o pedido, conseguindo ver a originalidade do pedido.

B2B : Armazena Pedido

A notação S_{KRv} (Oferta) ou S_{KRc} (Pedido) poderia ser consultada na folha à parte sobre a notação formal.

---

6. Uma técnica de baixo custo baseada sobre uma chave secreta compartilhada, que tem segurança para muitos propósitos é *Message Authentication Code* (MAC). O método usa uma chave compartilhada K secreta que pode ser distribuída, e serve para autenticar comunicação entre partes, baseando-se sobre essa chave. A figura abaixo mostra o funcionamento de um HMAC -- um MAC usando uma função hash H -- que concatena uma mensagem M com uma chave K, H(M+K) ou H(M || K). O documento assinado é enviado para um receptor. A assinatura com MAC, que usa uma função hash, chamada de chamada HMAC, é verificada quando o receptor desconcatenando M e h, recalcula a função hash H e encontra h = h'. (1,0)



Indique a soma das respostas verdadeiras.

(1) O método HMAC autentica assinaturas com chave secreta K, enquanto Hash H apenas verifica a integridade de M.
(2) Embora, este método apresente desvantagens, ele apresenta uma vantagem na sua performance porque ele não emprega nenhuma criptografia.
(4) O protocolo SSL v3.1 (o protocolo TLS) suporta uma variedade de MACs, incluindo o HMAC.
(16) Criptografia simétrica é 3-10 mais rápida que uma função Hash H. (Falsa)
(32) O método depende da existência de um canal seguro, através do qual a chave

compartilhada K pode ser distribuída. Resposta: Na prova A, a soma é 39 (esta) (1+2+4+32=39), pois a única afirmação falsa é a (16), onde, na realidade, é o contrário, "**Uma função Hash H é 3-10 mais rápida que Criptografia simétrica**". Aproveitando, o assunto, lembrem sempre que "**Criptografia de Simétrica é bem mais rápida que a criptografia de chave pública**". Por isso, que a criptografia de chave pública para fazer assinaturas digitais clássicas, é usada sobre o H(M) e não sobre M, que pode ser um arquivo muito grande, e neste caso, o processamento da criptografia de chave pública é bem mais duradouro do que o processamento com função hash. Então, no caso em que o sigilo não seja necessário, e é de interesse á a autenticação, a integridade ou o não-repúdio, pode-se aplicar a criptografia de chave pública, somente sobre o resultado da função hash. Ver a figura 11c fornecida em aula.

Na Prova B, a soma é 51 (1+2+16+32)=51.

(1) Embora, este método apresente desvantagens, ele apresenta uma vantagem na sua performance porque ele não emprega nenhuma criptografia.
(2) O método HMAC autentica assinaturas com chave secreta K, enquanto Hash H apenas verifica a integridade de M.
(4) Criptografia simétrica é 3-10 mais rápida que uma função Hash H. (Falsa)
(16) O protocolo SSL v3.1 (o protocolo TLS) suporta uma variedade de MACs, incluindo o HMAC.
(32) O método depende da existência de um canal seguro, através do qual a chave compartilhada K pode ser distribuída.