SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

- **SEGURIDAD** es una medida de confianza de que se preservará la integridad de un sistema y sus datos.

- **PROTECCIÓN** es el conjunto de mecanismos que controlan el acceso de los procesos y usuarios a los recursos definidos por los sistemas informáticos.

SEGURIDAD

SEGURIDAD: CONTENIDO

- Discutir amenazas y ataques a la seguridad.
- Explicar los fundamentos de la encripción, autenticación, y hashing.
- Examinar los usos de la criptografía en computación.
- Describir varias contramedidas a ataques a la seguridad.

EL PROBLEMA DE SEGURIDAD

- La seguridad debe considerar el ambiente externo del sistema y proteger los recursos del sistema
- Los intrusos (crackers) intentan romper la seguridad
- **Una amenaza** es potencialmente una violación a la seguridad
- **Un Ataque** es un intento de romper la seguridad
- Un ataque puede ser accidental o malicioso
- Es más fácil proteger contra un uso accidental que contra uno malicioso

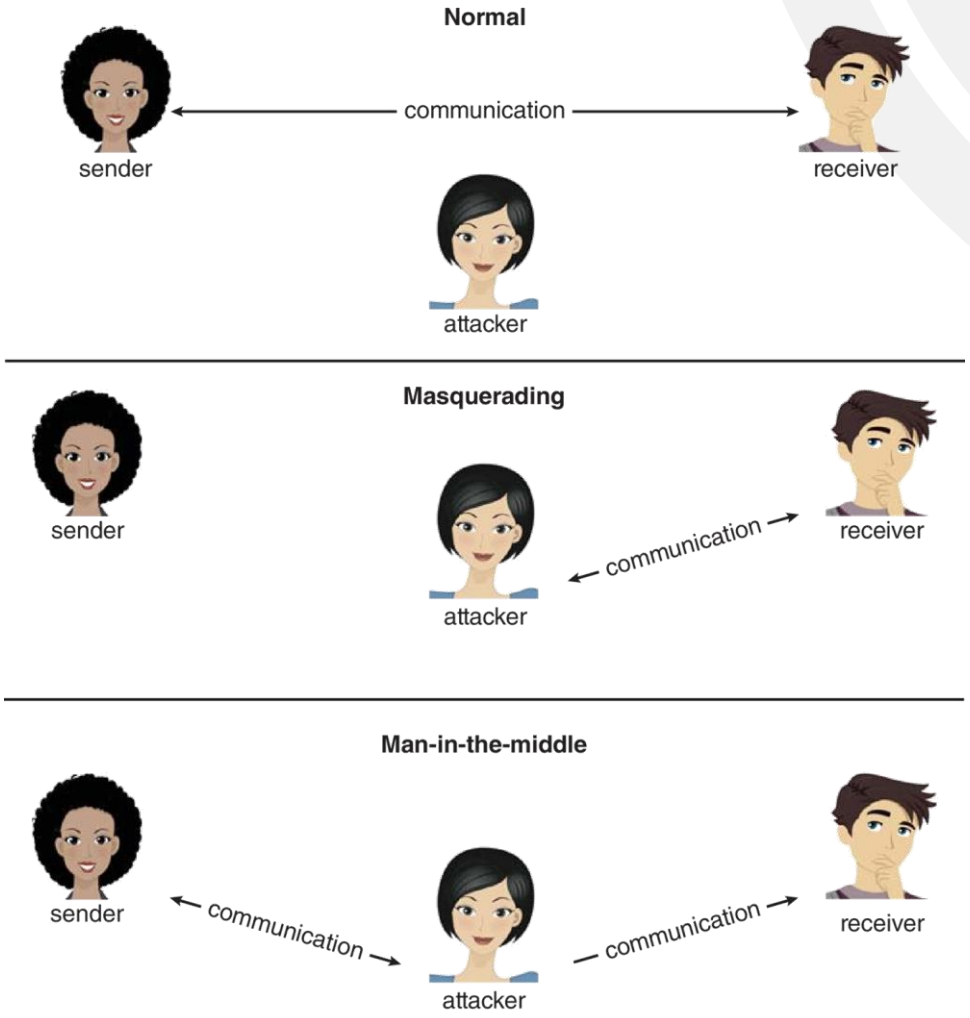
PROPIEDADES DE LA SEGURIDAD

Meta	Amenaza
Confidencialidad	Revelación de los datos
Integridad	Corrupción de los datos
Disponibilidad	Denegación de servicio

VIOLACIONES DE SEGURIDAD

- Categorías
  - Fallo de confidencialidad
  - Fallo de integridad
  - Fallo de disponibilidad
  - Robo de servicio
  - Negación de Servicio (Denial of service)
- Métodos
  - Mascarada (brecha de autenticación)
  - Ataque Replay
    - Modificación de Mensajes
  - Ataque Hombre-en-el-Medio
  - Sesión de toma de control

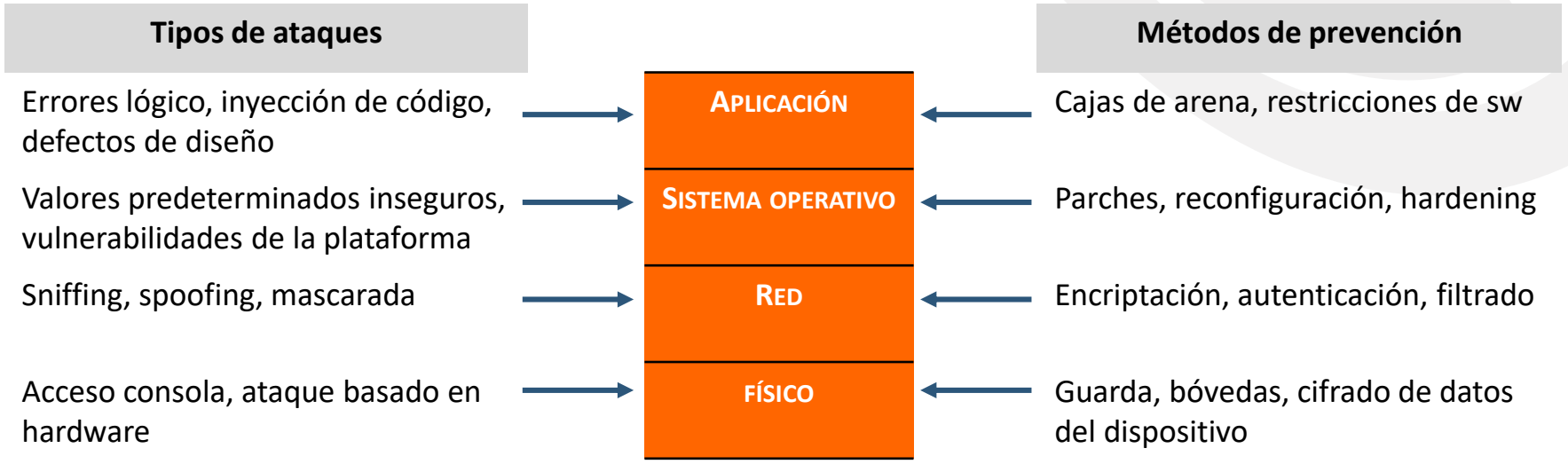
ATAQUES COMUNES A LA SEGURIDAD



NIVELES DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

- La seguridad debe existir en cuatro niveles para ser efectiva:
  - Física
  - Sistema Operativo
  - Red
  - Aplicaciones
- La seguridad es tan débil como el eslabón más débil de la cadena
- Humana
  - Evite ingeniería social, phishing, dumpster diving

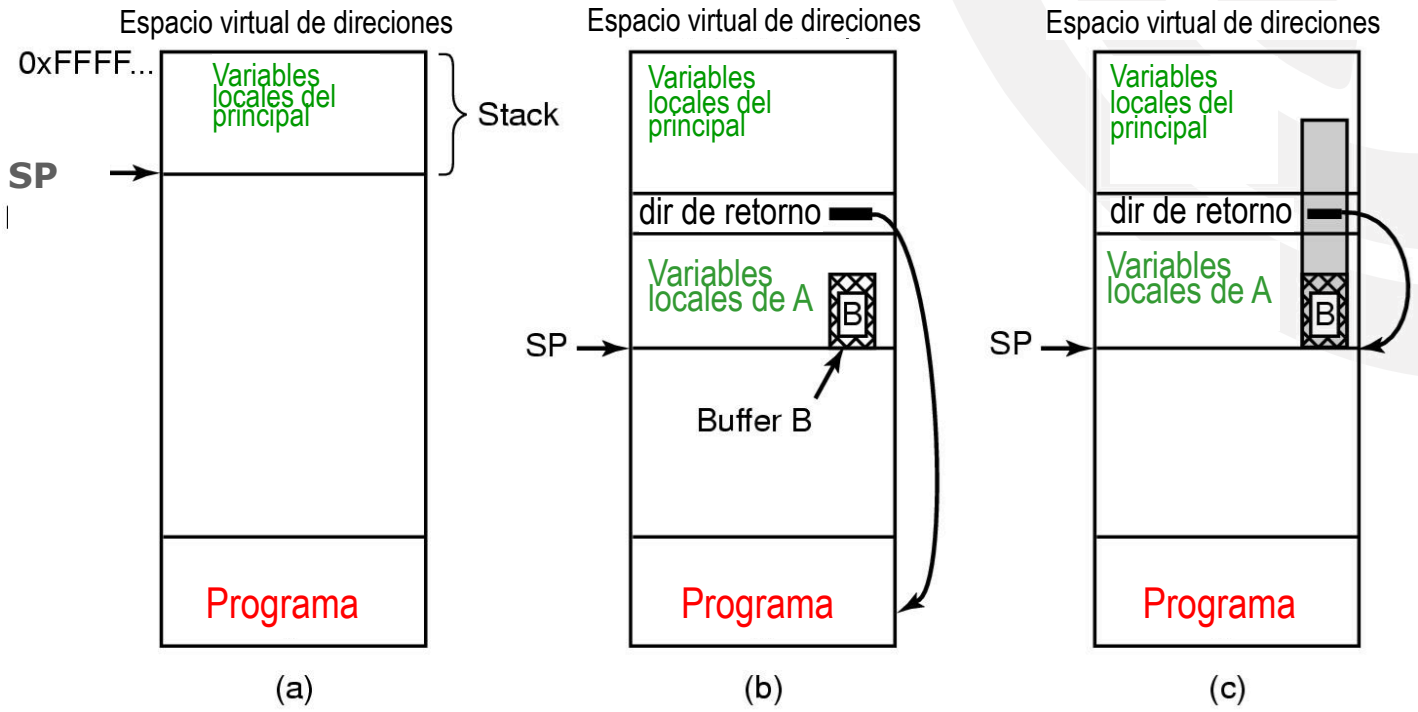
MODELO DE SEGURIDAD DE CUATRO CAPAS



PROGRAMAS PELIGROSOS

- **Caballo de Troya**
  - Segmento de código que se usa dentro de su ambiente
  - Explota mecanismos que permiten programas escritos por usuarios ser ejecutados por otros usuarios
  - Spyware, pop-up de ventanas en navegadores, canales encubiertos
- **Puerta Trampa**
  - Identificador de usuario específico y contraseña que saltea los procedimientos de seguridad normales
  - Pueden ser incluídas en un compilador
- **Bomba Lógica**
  - Programa que inicia un incidente bajo ciertas cicunstancias
- **Rebalse de Stack** y **Buffer**
  - Explota un “bug” en un programa (rebalse en el stack o buffers de memoria)

REBALSE DE BUFFER



(a) Situación cuando el programa principal esta corriendo

(b) Luego del llamado al programa *A*

(c) El rebalse de buffer mostrado en gris

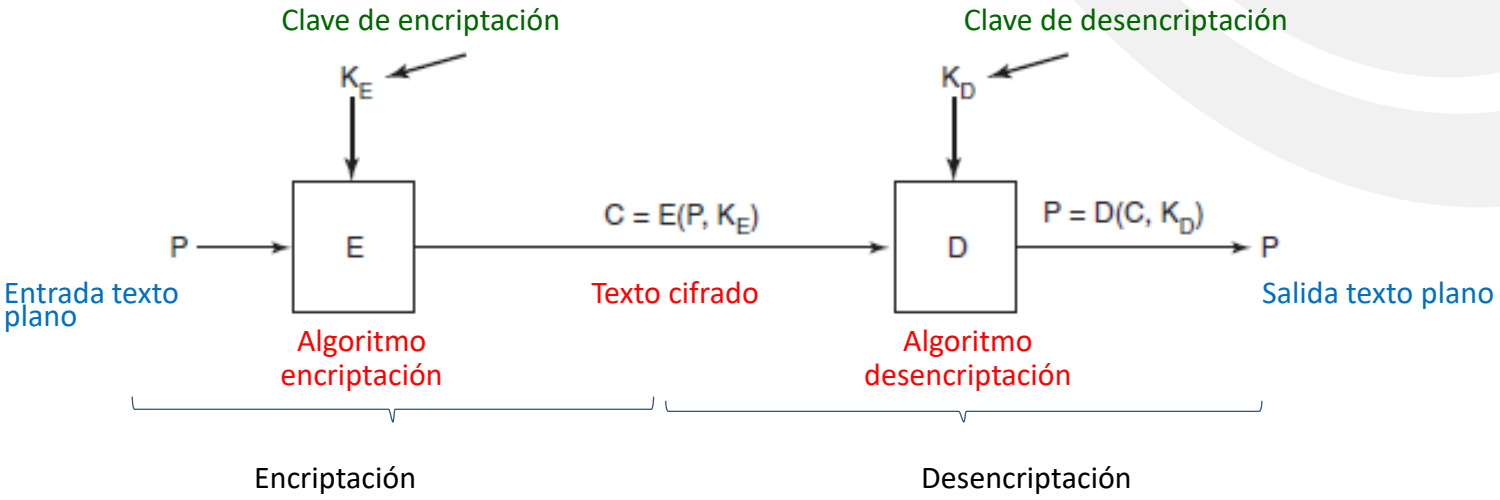
AMENAZAS AL SISTEMA Y RED

- **Gusanos (Worms)** – usa mecanismos de spawn; es un programa standalone
- **Worm Internet**
  - Explota características de red de UNIX (acceso remoto) y bugs en los programas *finger* y *sendmail*
  - Programa Grappling hook levanta el programa principal del gusano
- **Barrido de Pórticos**
  - Intento automatizado de conectar un rango de pórticos con una o un rango de direcciones IP
- **Negación de Servicio**
  - Sobrecarga la computadora blanco evitando que haga algún trabajo útil
  - Negación de servicios distribuido (Distributed denial-of-service (DDOS)) proviene de múltiples sitios a la vez

CRIPTOGRAFÍA COMO HERRAMIENTA DE SEGURIDAD

- Herramienta de seguridad ampliamente disponible
  - La fuente y el destino de los mensajes no puede ser confiable sin la criptografía
  - Medio para limitar potenciales emisores (*sources*) y/o receptores (*destinations*) de los *mensajes*
- Basada en el secreto (keys)

BASES DE LA CRIPTOGRAFÍA



CRIPTOGRAFÍA CON CLAVE SECRETA

- Sustitución Monoalfabética
  - cada letra es reemplazada por otra letra diferente
- Clave de encriptación dada,
  - fácil de obtener la clave de desencriptación
- Clave criptográfica secreta llamada clave criptográfica simétrica

CRIPTOGRAFÍA CON CLAVE PÚBLICA

- Todos los usuarios toman un par de claves: una clave pública y una clave privada
    - publica la clave pública
    - no publica la privada

- La clave pública es la clave de encriptación (depende……)
    - La clave privada es la clave de desencriptación

AUTENTICACIÓN DE USUARIO

- Es crucial para identificar correctamente al usuario, dado que el sistema de protección depende del user ID
- La identidad del usuario es frecuentemente establecida por contraseñas, pueden ser consideradas casos especiales de claves o capacidades
  - También puede incluirse algo útil y/o algún atributo del usuario
- Las contraseñas deben permanecer secretas
  - Cambios frecuentes de contraseñas
  - Uso de contraseñas no adivinables
  - Registro de todos los intentos de acceso inválidos
- Las contraseñas pueden ser encriptadas o permitir que se usen una sola vez

AUTENTICACIÓN USANDO CONTRASEÑAS

El uso del **salt** para derrotar la precomputación de las contraseñas encriptadas.

Bobbie, 4238, e(Dog, 4238)
Tony, 2918, e(6%%TaeFF, 2918)
Laura, 6902, e(Shakespeare, 6902)
Mark, 1694, e(XaB#Bwcz, 1694)
Deborah, 1092, e(LordByron,1092)

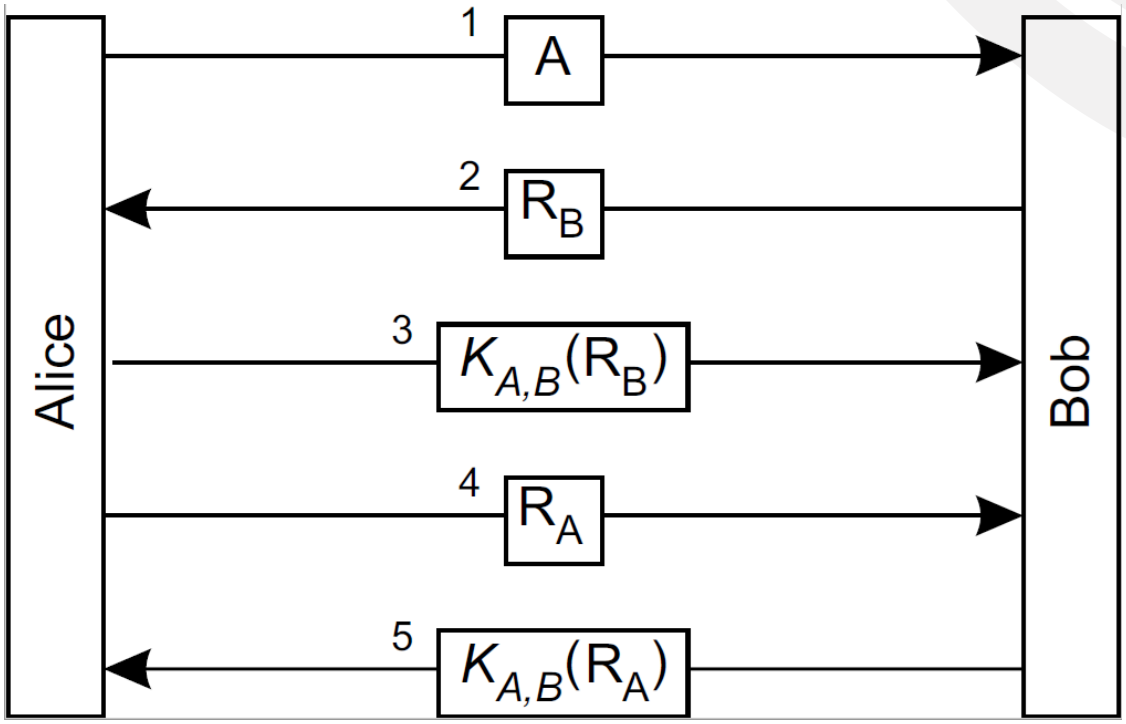
AUTENTICACIÓN EMISORES

Componentes del Algoritmo

- Un conjunto *K* de claves
- Un conjunto *M* de mensajes
- Un conjunto *A* de autenticadores
- Una función S : $K \rightarrow (M \rightarrow A)$
  - Donde, para cada $k \in K$, $S(k)$ es una función para generar autenticadores desde los mensajes
  - *S* y $S(k)$ para cualquier *k* deben ser funciones eficientemente computables
- Una función $V : K \rightarrow (M \times A \rightarrow \{\text{true, false}\})$. Donde, para cada $k \in K$, $V(k)$ es una función de verificación de autenticadores en mensajes
  - *V* y $V(k)$ para cualquier *k* deben ser funciones eficientemente computables

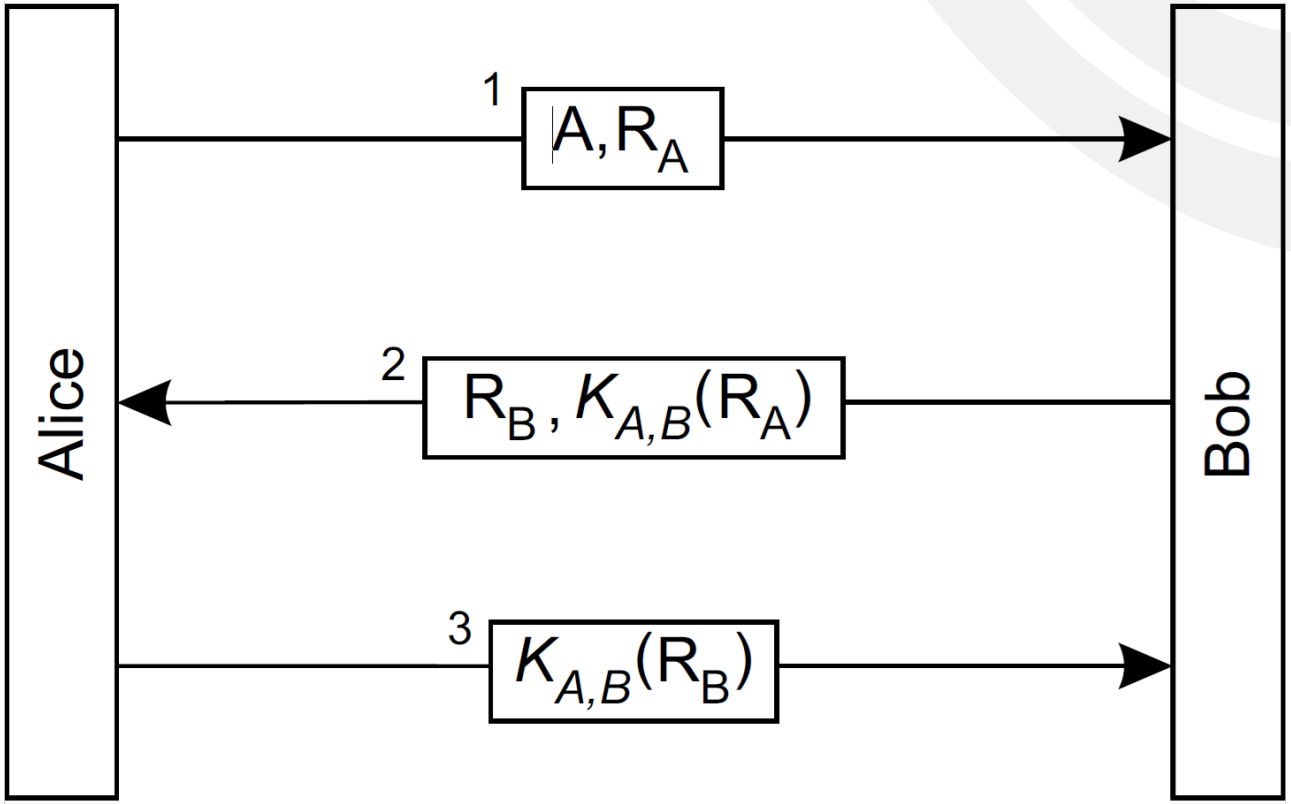
AUTENTICACIÓN EMISORES BASADA EN CLAVE SECRETA COMPARTIDA

- CINCO MENSAJES PARA EL PROTOCOLO



AUTENTICACIÓN EMISORES BASADA EN CLAVE SECRETA COMPARTIDA

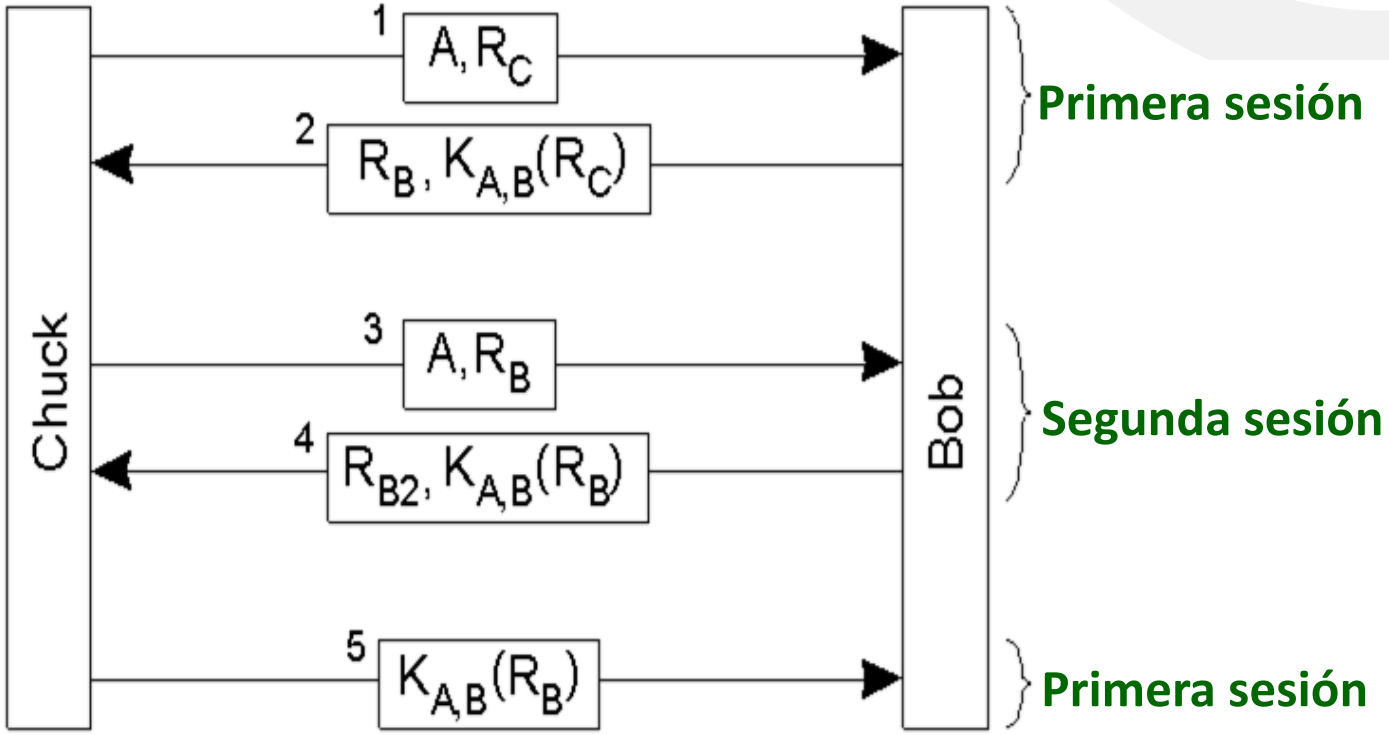
- TRES MENSAJES PARA EL PROTOCOLO



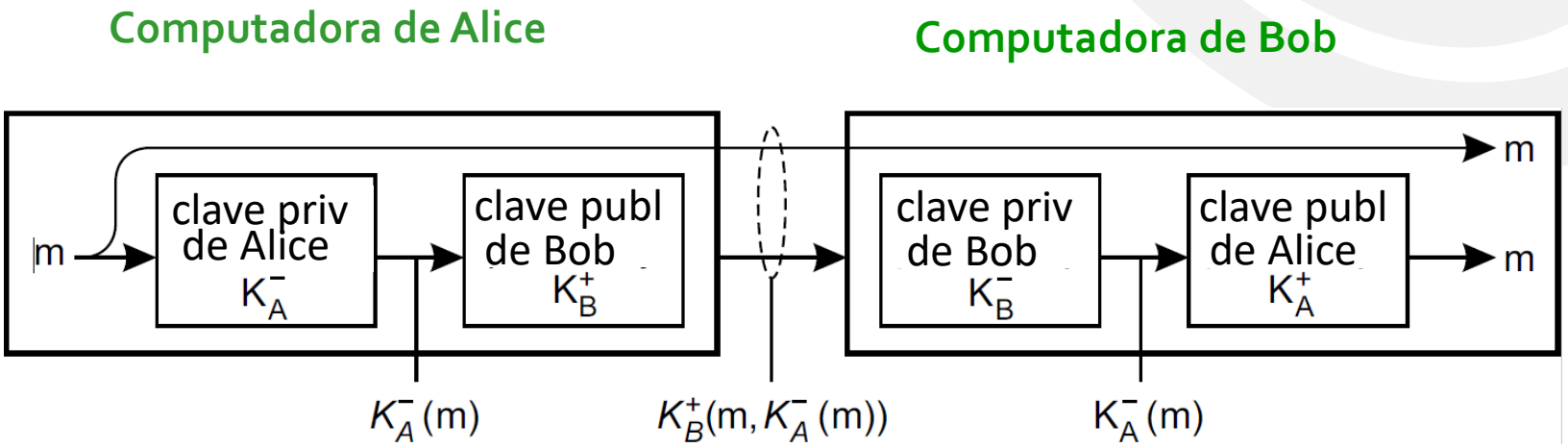
AUTENTICACIÓN EMISORES BASADA EN CLAVE SECRETA COMPARTIDA

PROTOCOLO DE TRES MENSAJES

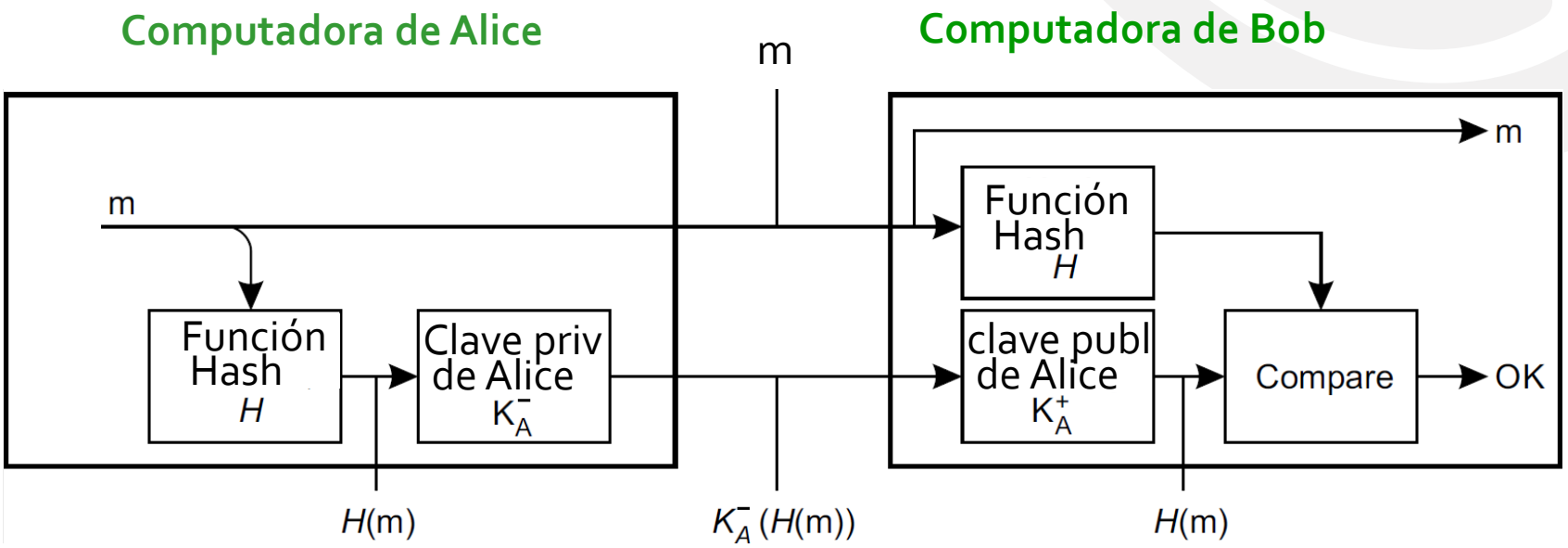
PROBLEMA: ataque por reflejo.



FIRMA DIGITAL – CRIPTOGRAFÍA CON CLAVE PÚBLICA



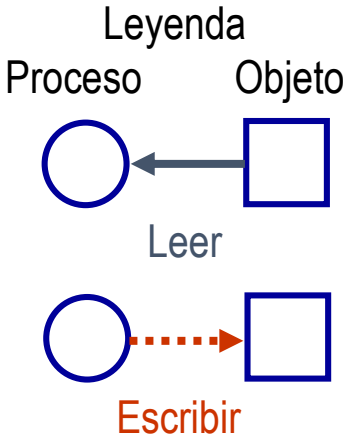
FIRMA DIGITAL – UTILIZACIÓN DE DIGESTO

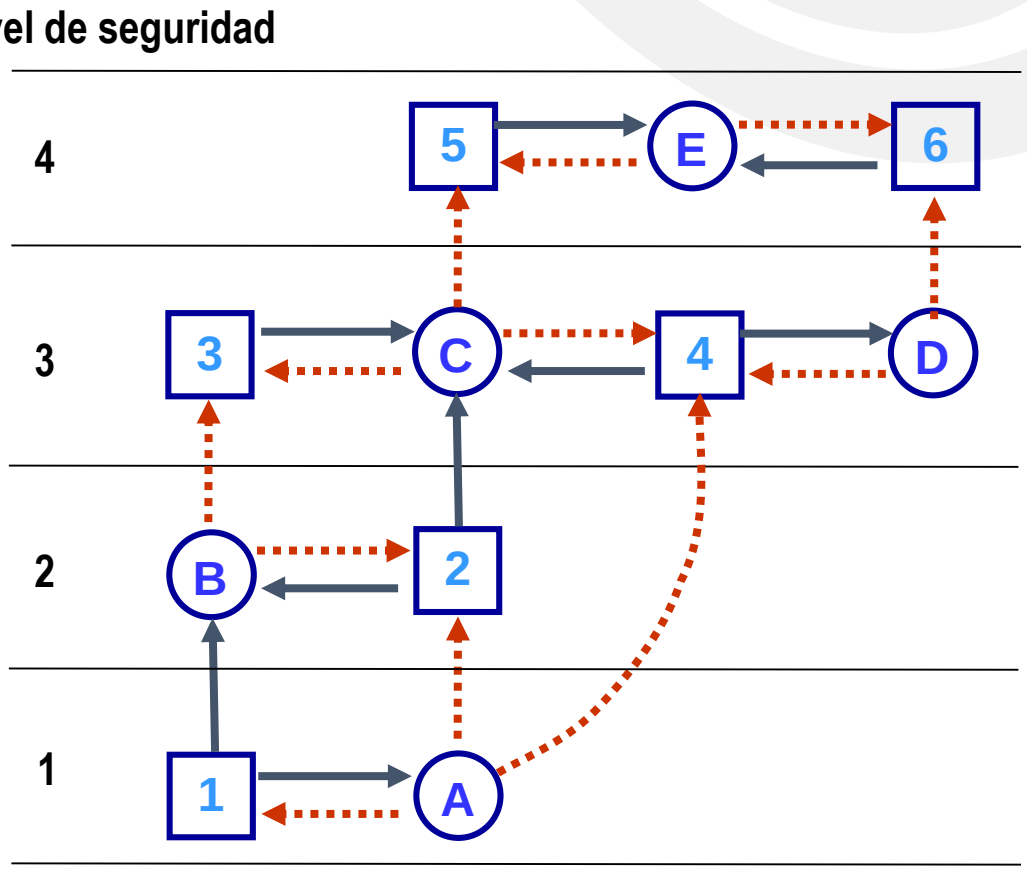


SEGURIDAD MULTINIVEL – BELL-LA PADULA

Modelo de Confidencialidad

Un proceso puede leer para abajo y escribir para arriba





SEGURIDAD MULTINIVEL

El Modelo Biba

Principios para garantizar la integridad de los datos

- Principio simple de integridad

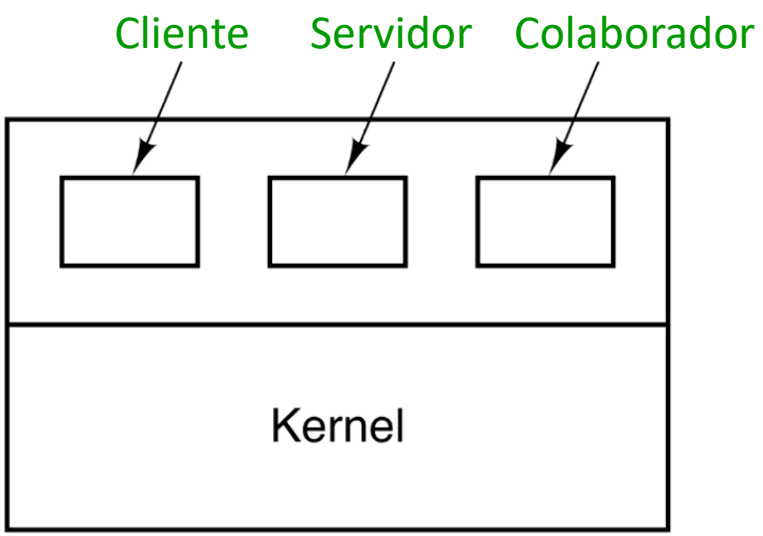
  El proceso puede escribir solamente objetos en su nivel de seguridad o inferior

- La propiedad de integridad

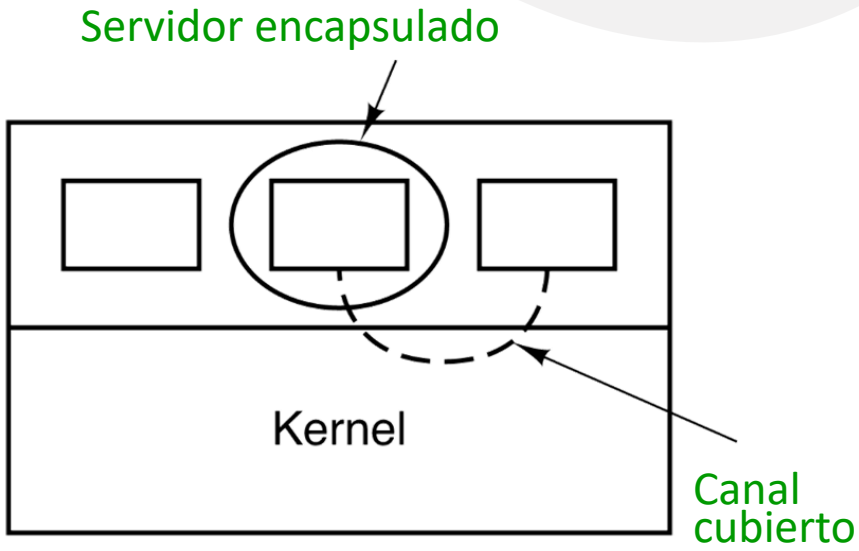
  El proceso puede leer solamente objetos en su nivel de seguridad o más alto

CANALES ENCUBIERTOS

- Procesos cliente, servidor y colaborador

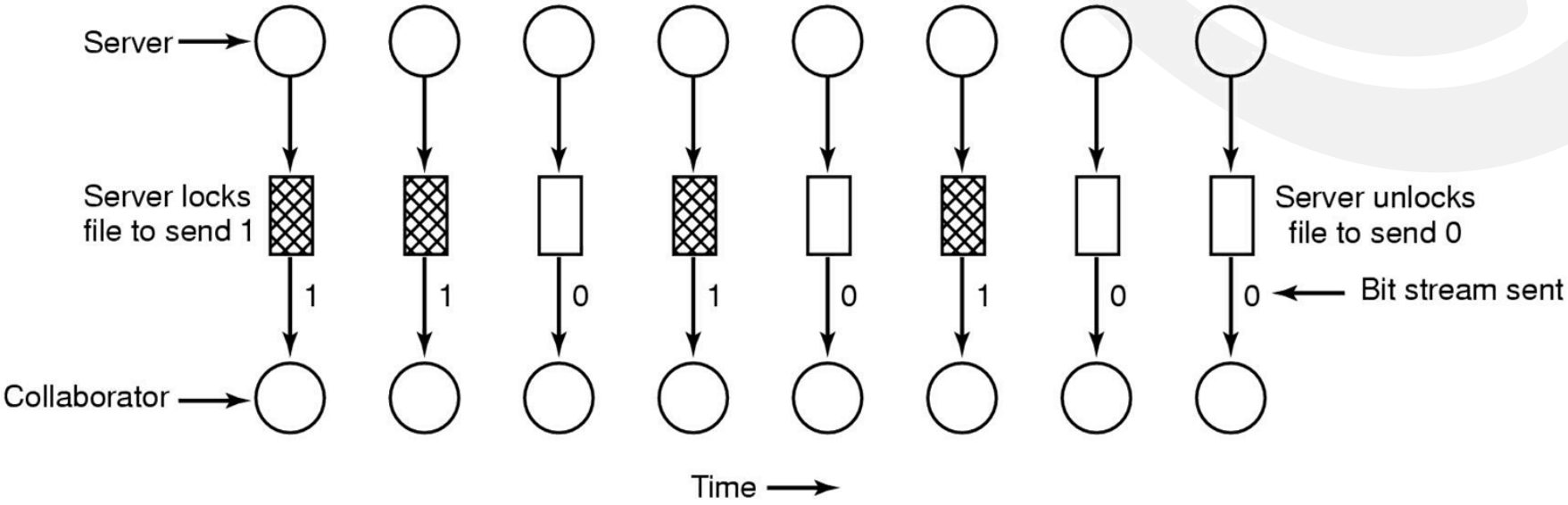


- El servidor encapsulado puede aún fugar datos a un colaborador via canales cubiertos



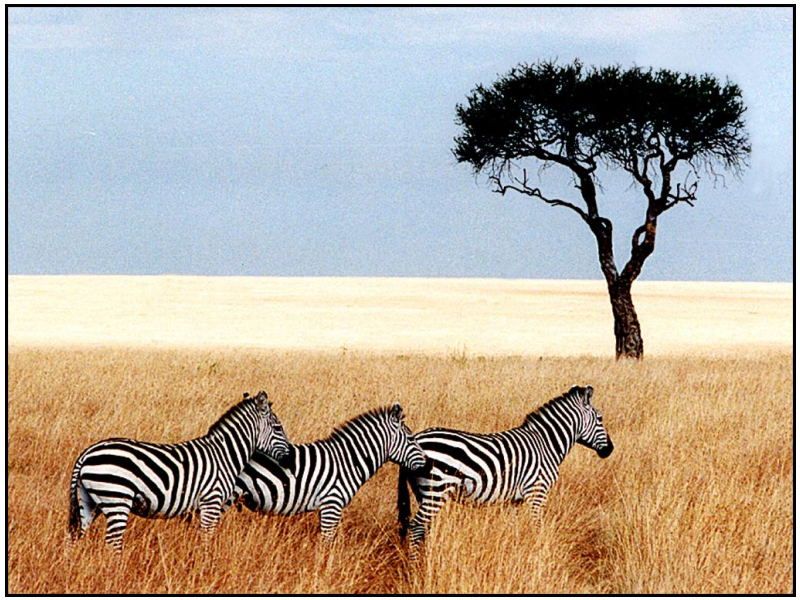
CANALES ENCUBIERTOS

Un canal cubierto usando bloqueo de archivos (locking)

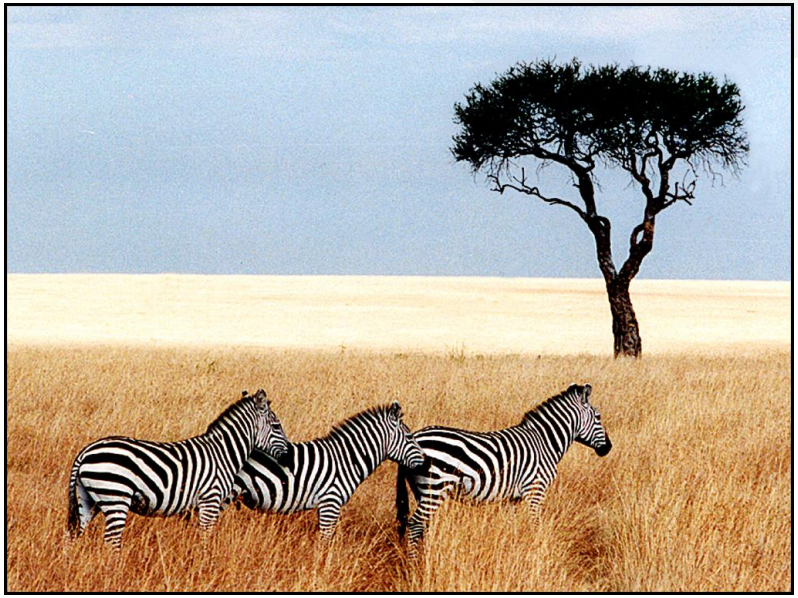


CANALES CUBIERTOS

- Los cuadros parecen los mismos
- El cuadro de la derecha tiene el texto de 5 piezas de Shakespeare
  - encriptadas, insertadas en los bits de bajo orden de los valores de color



Zebras



Hamlet, Macbeth, Julius Caesar
Merchant of Venice, King Lear

ESTEGANOGRAFÍA

Esta demostración puede encontrarse en:

www.cs.vu.nl/~ast/

Haga click sobre el encabezamiento STEGANOGRAPHY DEMO luego siga las instrucciones en la página para descargar la imagen y las herramientas de esteganografía necesarias para extraer las piezas.

PROTECCIÓN

CONTENIDO

- Discutir los objetivos y principios de la protección en un sistema de computación moderno
- Explicar como los dominios de protección combinados con las matrices de acceso son usados para especificar como puede un proceso acceder a los recursos
- Examinar los sistemas de protección basados en capacidades y lenguajes

OBJETIVOS

- El SO consiste de una colección de objetos, hardware o software.
- Cada objeto tiene un único nombre y puede ser accedido por un conjunto de operaciones bien definidas.
- El problema de protección – asegura que cada objeto es accedido correctamente y solo por aquellos procesos que les está permitido hacerlo.

PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN

- Principio guía – **principio del menor privilegio**
  - Programas, usuarios y sistemas debería obtener suficientes privilegios para realizar sus tareas
- Considerar el **aspecto de granularidad**
  - Baja (gruesa) granularidad
  - Fina granularidad
- Dominio puede ser usuario, proceso, procedimiento
- **Seguimiento de auditoría**
- Ningún principio es una panacea para las vulnerabilidades de seguridad: se necesita una defensa en profundidad (***defense in depth***)

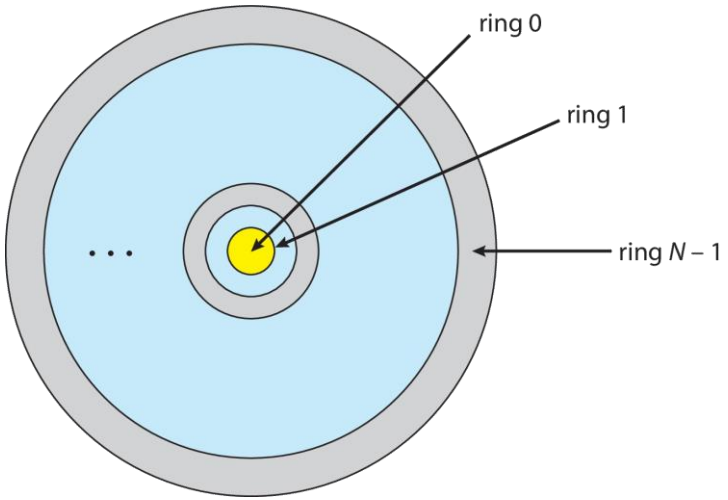
PROTECCIÓN EN ANILLOS

SEPARACIÓN DE PRIVILEGIOS

- Kernel – mayores privilegios
- **Hypervisors** introducen la necesidad de un nuevo anillo
- ARMv7 procesadores agregan un anillo **TrustZone**(**TZ**) para proteger las funciones de criptogafía utilizando una nueva instrucción o llamada **Secure Monitor Call** (**SMC**)

- Implementación ➡ anillos concéntricos

Dado D_i y D_j sean dos dominios de anillos
Si $j < I \Rightarrow D_i \subseteq D_j$



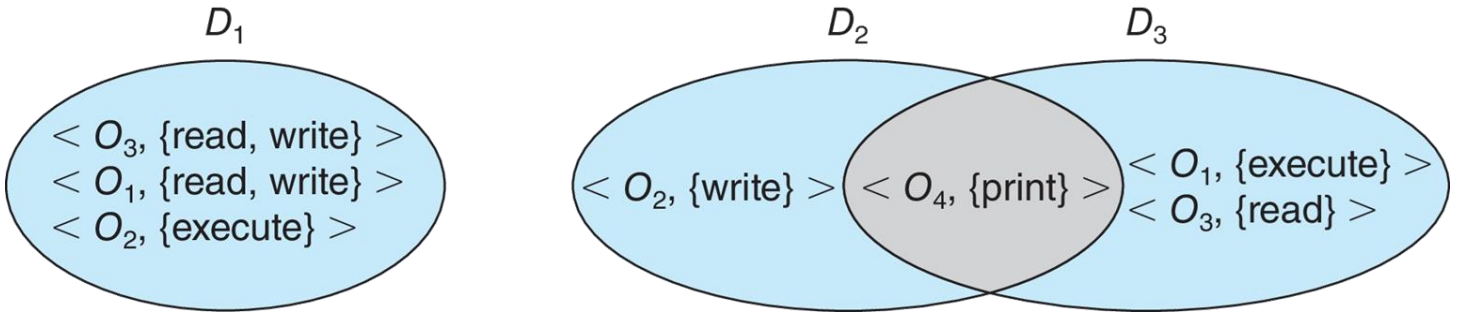
DOMINIOS DE PROTECCIÓN

- Los anillos de protección separan las funciones en dominios y las ordenan jerárquicamente. Generalización sin jerarquía.
- Principio **necesidad de saber (need-to-know)**
  - **Política: necesidad de saber**
  - **Mecanismo: menor privilegio**

ESTRUCTURA DE DOMINIOS

- Dominio es conjunto de derechos de acceso
- Derecho de Acceso = <*nombre del objeto, conjunto de derechos*> donde el *conjunto de derechos* es un subconjunto de todas las operaciones válidas que pueden ser realizadas por el objeto.
- Los dominios pueden ser:
  - Usuario
  - Proceso
  - Procedimiento

Modo dual



IMPLEMENTACIÓN DE DOMINIOS (UNIX)

- Dominio = es asociado con un usuario
- Conmutación de dominios realizado vía sistema de archivos
  - Cada archivo está asociado con una identificación de usuarios y un bit de dominio (setuid bit)
  - Cuando el archivo está ejecutando y el setuid = on, entonces la identificación de usuario es pasada al dueño del archivo en ejecución. Cuando se completa la ejecución la identificación de usuario es retornada a su original.

MATRIZ DE ACCESO

- Vista de la protección como una matriz (*matriz de acceso*).
- Las filas representan dominios.
- Las columnas representan objetos.
- *Acceso(i, j)* es el conjunto de operaciones que un proceso ejecutando en Dominio_i puede invocar sobre un Objeto_j.

domain \ object	F_1	F_2	F_3	printer
D_1	read		read	
D_2				print
D_3		read	execute	
D_4	read write		read write	

USO DE LA MATRIZ DE ACCESO

- Si un proceso en Dominio D_i trata de hacer "op" sobre el objeto O_j, entonces "op" debe estar en la matriz de acceso
- Puede ser expandido a protección dinámica
  - Agregar operaciones, borrar derechos de acceso
  - Derechos de acceso especiales:
    - *dueño de* O_i
    - *copiar op desde* O_i *a* O_j
    - *control –* D_i *puede modificar los derechos de acceso de* D_j
    - *transferencia – conmutar del* D_i *a* D_j

USO DE LA MATRIZ DE ACCESO

object / domain	F_1	F_2	F_3	laser printer	D_1	D_2	D_3	D_4
D_1	read		read			switch		
D_2				print			switch	switch
D_3		read	execute					
D_4	read write		read write		switch			

USO DE MATRIZ DE ACCESO

- La Matriz de Acceso: su diseño separa mecanismos de políticas
  - Mecanismo
    - El SO provee matriz de acceso + reglas
    - La matriz es manipulada solamente por agentes autorizados y las reglas son estrictamente forzadas
  - Políticas
    - El usuario dicta la política
    - Quién puede acceder a que objeto y de que modo

IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE ACCESO

- **TABLA GLOBAL**. Consiste de un conjunto de triples <dominio, objeto, derechos>.
- Cada columna = **LISTA DE CONTROL DE ACCESO** por un objeto
  Define quien puede realizar que operación.

  Dominio 1 = Read, Write
  Dominio 2 = Read
  Dominio 3 = Read

  ⋮

- Cada fila = **LISTA DE CAPACIDADES** (como una clave)
  Para cada dominio que operaciones están permitidas sobre que objetos.

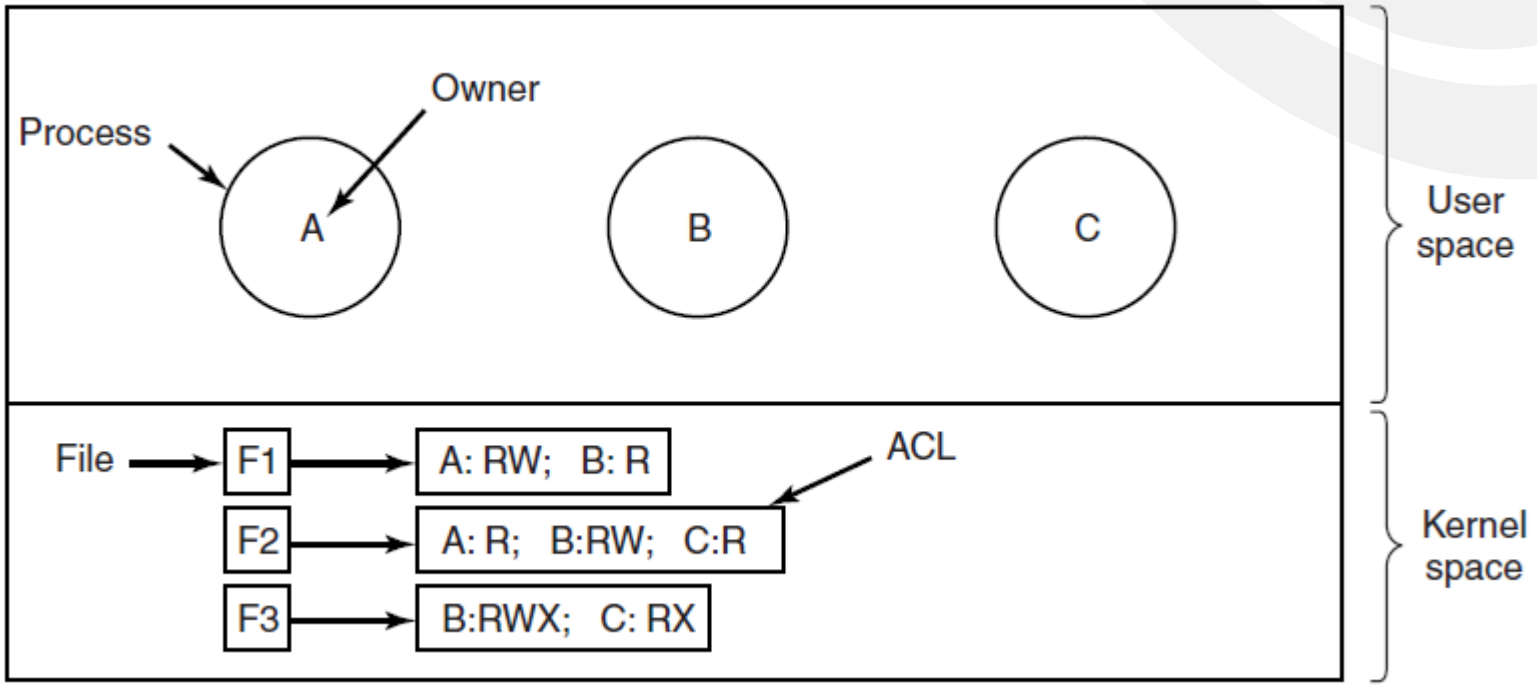
  Objeto 1 – Read

  Objeto 4 – Read, Write, Execute

  Objeto 5 – Read, Write, Delete, Copy

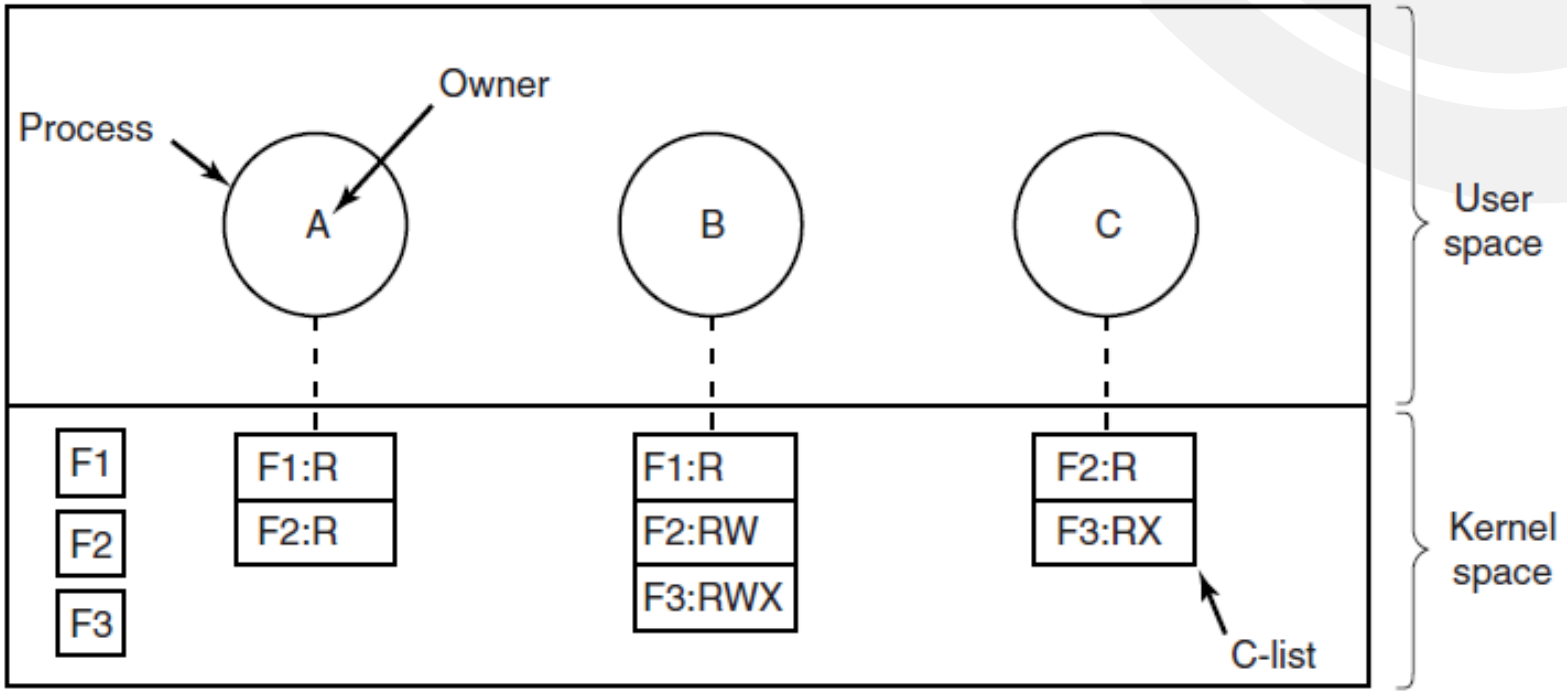
IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE ACCESO

- LISTA DE CONTROL DE ACCESO



IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE ACCESO

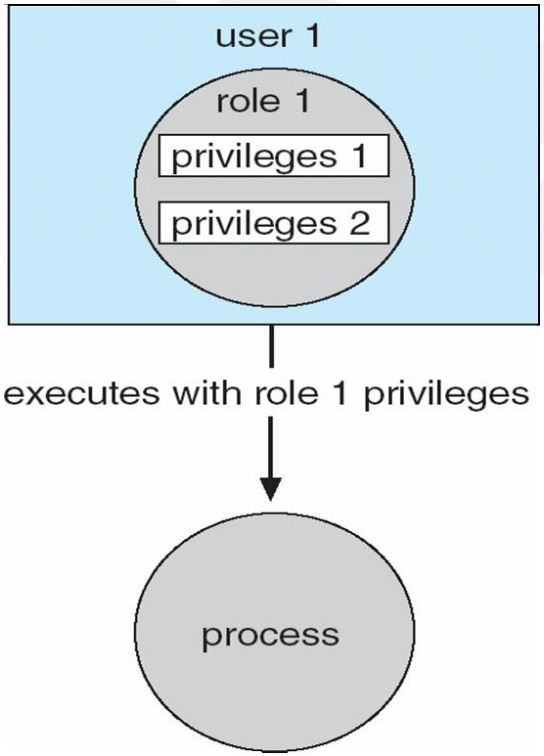
- LISTA DE CAPACIDADES



CONTROL DE ACCESOS

- La protección puede ser aplicada a recursos físicos
- Solaris 10 provee control de accesos basado en roles (RBAC) para implementar privilegios
  - Un privilegio es un derecho a ejecutar llamadas a sistema o usar una opción dentro de una llamada a sistema
  - Puede ser asignado a procesos
  - Los roles asignados a usuarios garantizan accesos a privilegios y programas

- Solaris 10



REVOCACIÓN DE DERECHOS DE ACCESO

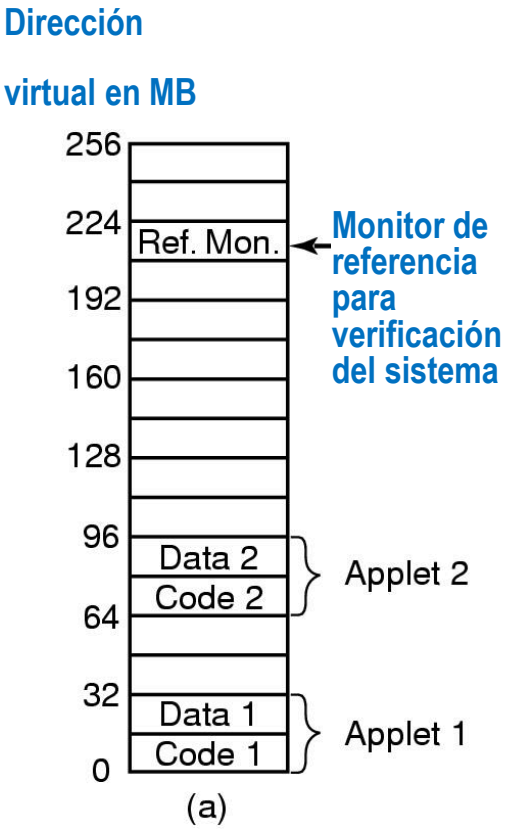
- Lista de Accesos – Borra derechos de acceso de la lista de accesos
  - Simple
  - Inmediato

- Lista de Capacidades – Requiere un esquema para localizar capacidades antes que puedan ser revocadas
  - Readquisición
  - Punteros hacia atrás
  - Indirección
  - Claves

PROTECCIÓN BASADA EN LENGUAJES

- La especificación de protección en lenguajes de programación permite una descripción en alto nivel de políticas para la alocación y uso de recursos.
- La implementación del lenguaje puede forzar software para protección cuando la verificación automática soportada por hardware no está disponible.
- Especificación de protección interpretada para generar llamadas donde sea que la protección era llevada a cabo por el hardware y el SO.

CÓDIGO MÓVIL - CAJAS DE ARENA




```
MOV R1, S1
SHR #24, S1
CMP S1, S2
TRAPNE
JMP (R1)
```

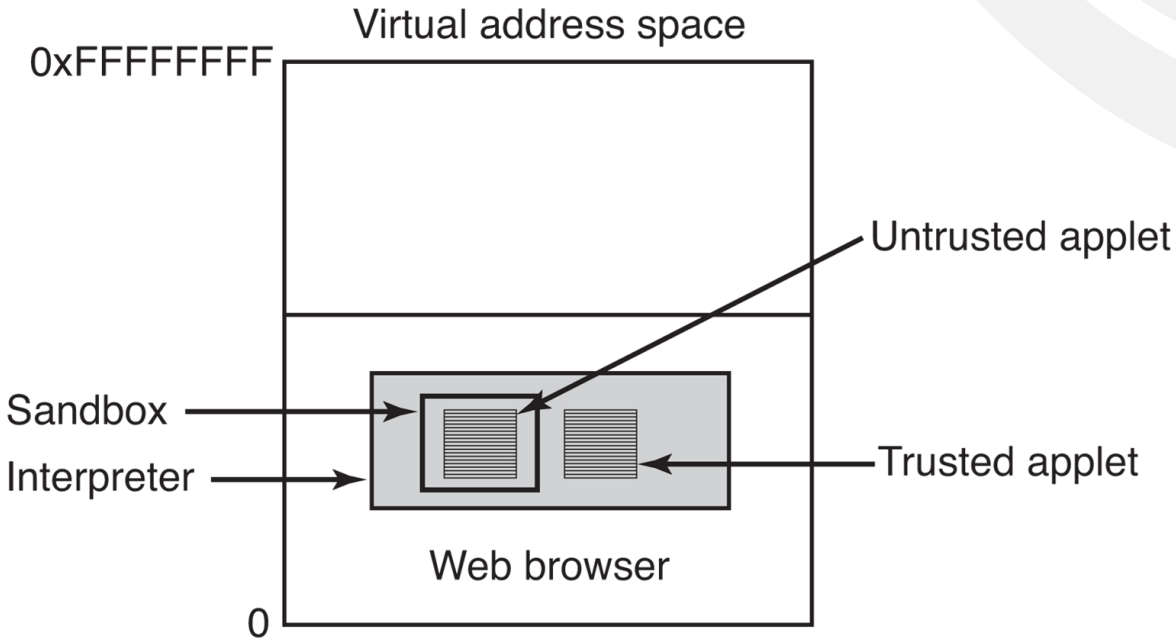
(b)

(a) Memoria dividida en cajas de arena de 1-MB

(b) Una forma de verificar la validez de una instrucción

CÓDIGO MÓVIL

Los applets pueden ser interpretados por el browser de Web



Bibliografía:

- Silberschatz, A., Gagne G., y Galvin, P.B.; "*Operating System Concepts*", 7ma Edición 2009, 9na Edición 2012, 10ma Edición 2018.
- Tanenbaum, A.; "*Modern Operating Systems*", Addison-Wesley, 3ra. Edición 2008, 4ta. Edición 2014.