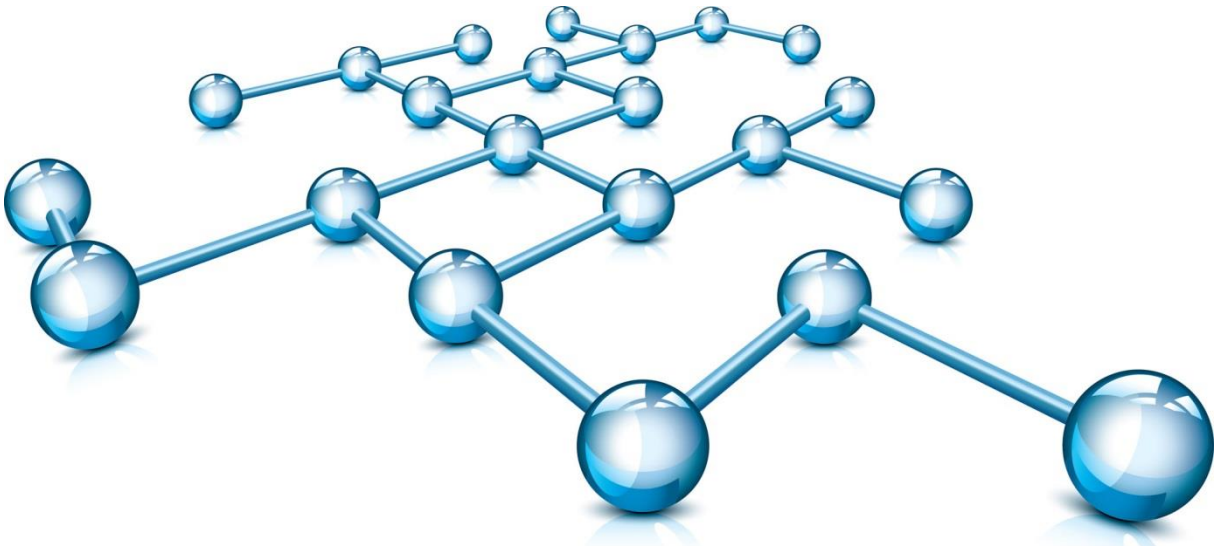
Sistemas distribuidos

Profesor:

Dr. J. Octavio Gutiérrez García

octavio.gutierrez@itam.mx



Objetivos

- Diseñar e implementar sistemas distribuidos.
- Entender y manejar las tecnologías existentes para implementar sistemas distribuidos.
- Implementar los métodos de comunicación entre procesos distribuidos.

Objetivos

- Desarrollar aplicaciones web.
- Desarrollar servicios web.
- Implementar mecanismos de concurrencia entre procesos distribuidos.

Temario

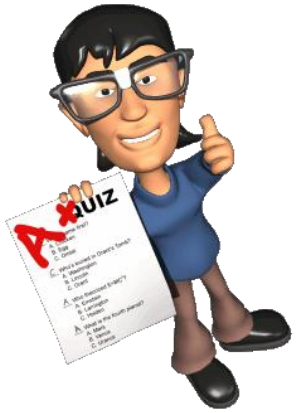
- **Introducción a los sistemas distribuidos**
- **Comunicación entre procesos**
  - Sockets TCP y UDP
  - Serialización de Java, XML, JSON.
- **Invocación remota**
  - RPC
  - RMI
  - Protocolos request-reply

Temario

- **Modelos de comunicación indirecta**
  - Servicios de Topics / Queues
  - Java Message Service
- **Sistemas de objetos/componentes distribuidos**
  - Enterprise JavaBeans

Temario

- **Programación Web**
  - HTML5 y CSS
  - JavaScript y comunicación asíncrona
  - Flask & Django
- **Servicios web** RESTful, GraphQL & SOAP

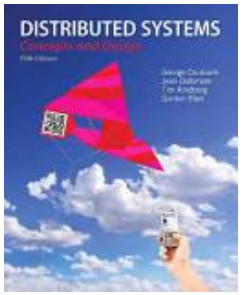


Evaluación

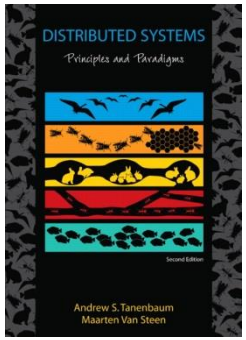
- Ejercicios selectos en clase **5%**
- Examen Parcial **20%**
  Mediados de Marzo
- Proyecto Alpha **20%**
  Finales de Marzo
- Proyecto Omega **20%**
  Última clase de Mayo
- Investigación y mini-exposición en equipo **10%**
  Mayo
- Examen Final **25%**
  A definirse por control escolar

Bibliografía

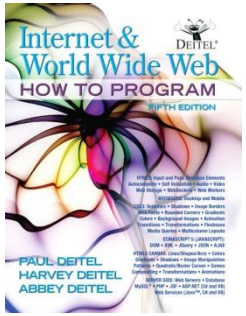
- Coulouris G., Dollimore J., & KindBerg T. (2012). *Distributed Systems Concepts and Designs*. Quinta edición, Addison Wesley.



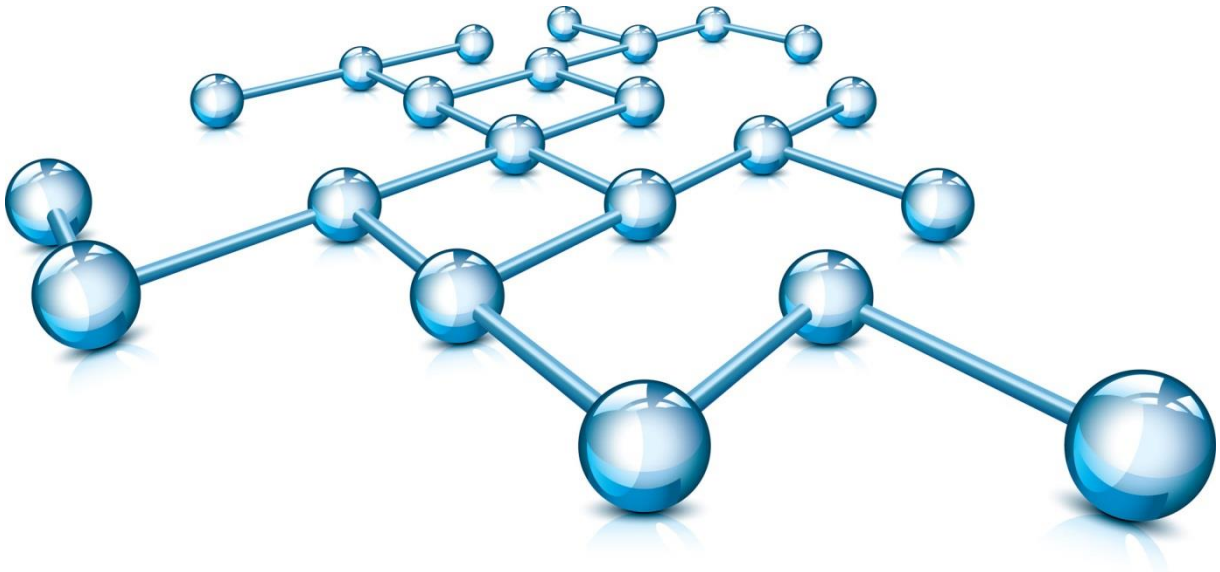
- Tanenbaum, A., Van Steen M., *Distributed Systems-principles and paradigms*. Segunda edición, Ed. Pearson-Prentice Hall, 2007.



- H.M. Deitel, P.J. Deitel, *Internet & World Wide Web How to Program. Quinta edición, Ed.* Pearson-Prentice Hall, 2012.



Introducción a los sistemas distribuidos

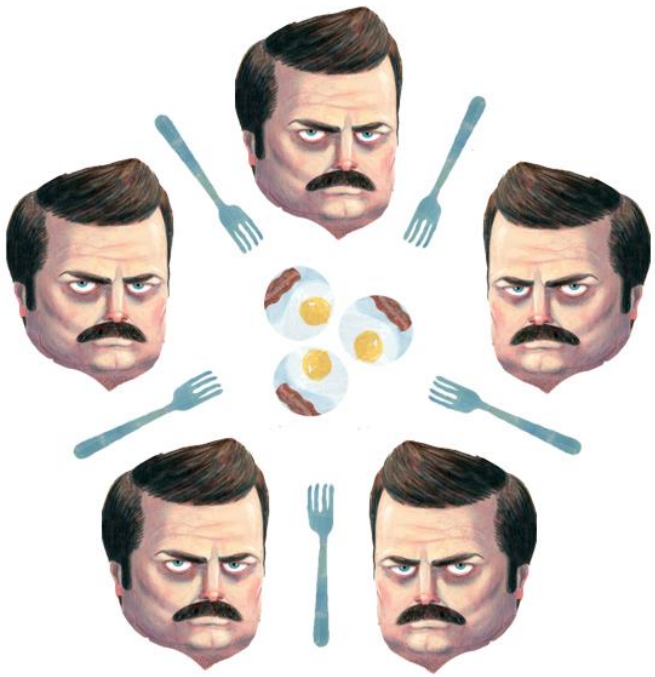


¿Qué es un Sistema Distribuido (SD)?

- Sistema en el cual los componentes hardware o software, localizados en computadoras unidos mediante red, comunican y coordinan sus acciones sólo mediante paso de mensajes.

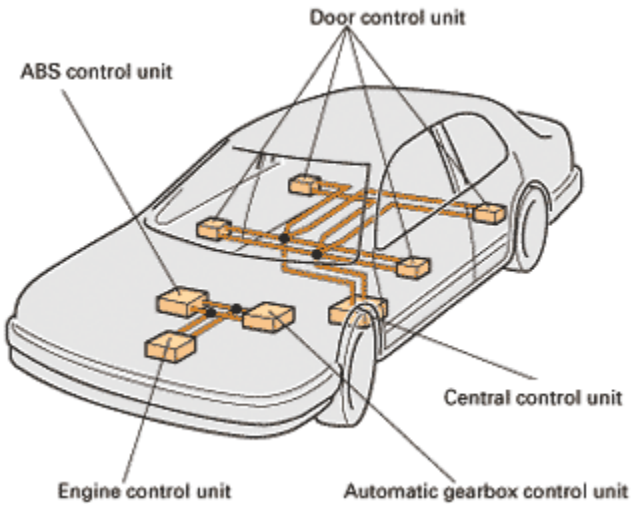
Características de los SDs

- Concurrencia de los componentes
- No hay un reloj global
- Fallos independientes de los componentes.



Ejemplos de SDs

- Internet
- Redes corporativas
- Redes de teléfonos móviles
- Redes de universidades, casas, etc.
- Redes dentro del coche



Ejemplos de SDs

- Búsqueda web
  - Centros de datos distribuidos globalmente
  - Sistemas de archivos distribuidos
  - Estructura distribuida de almacenamiento.
  - Sistemas de candados distribuidos
  - Modelo de programación (MapReduce)

Ejemplos de SDs

- Juegos online multi-jugador
  - Fortnite

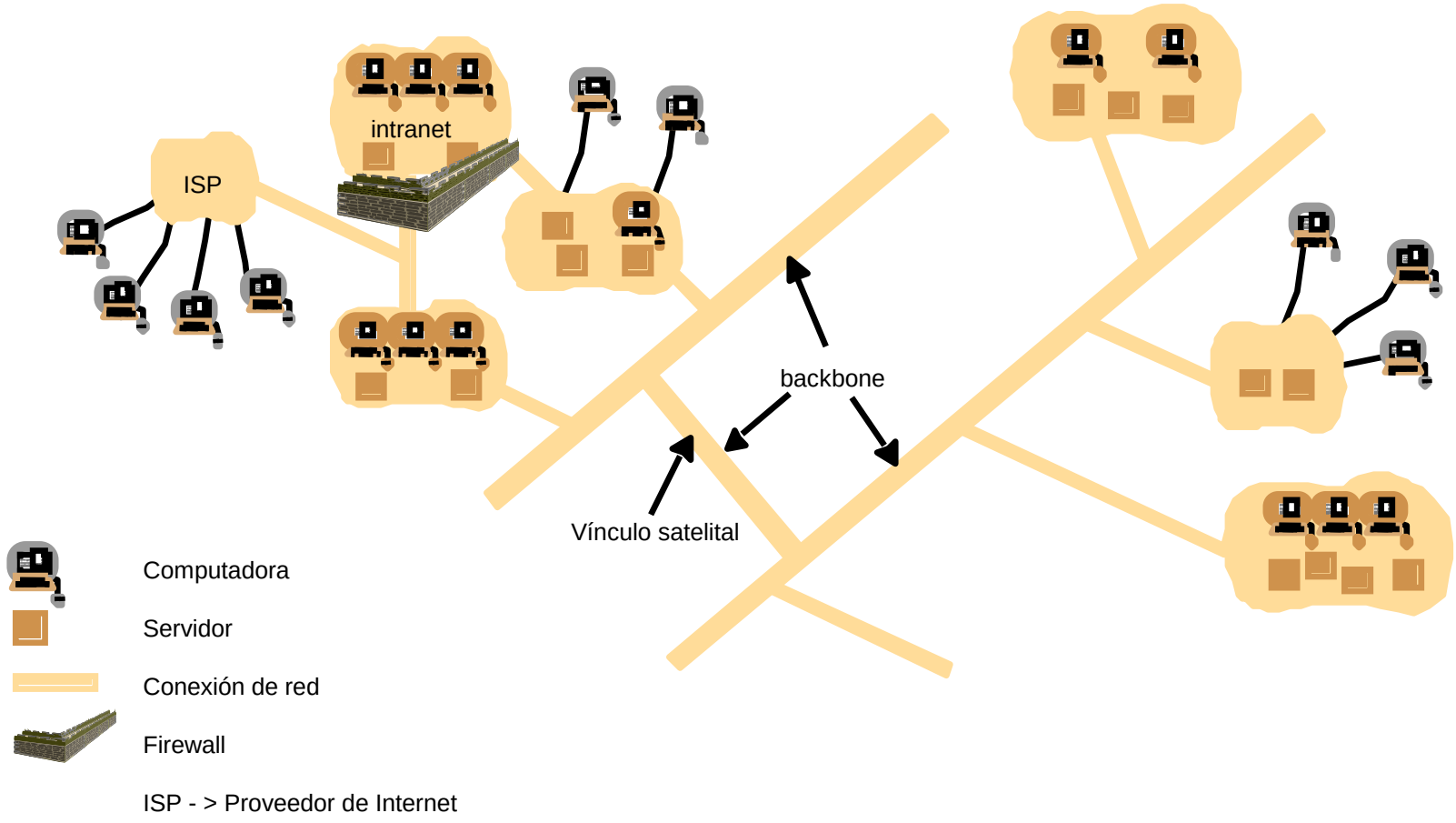
  - Arquitecturas distribuidas asignando los usuarios a servidores “cercanos”.
  - En investigación ->Punto-a-Punto

Tendencias en los SDs

- La aparición de la tecnología de redes omnipresentes
- Surgimiento de la computación ubicua
- Movilidad del usuario en los sistemas distribuidos
- Creciente demanda de servicios multimedia
- Vista de los SDs como un servicio básico más

Redes omnipresentes y la internet moderna

- WiFi, WiMAX, Bluetooth y redes telefónicas inalámbricas nG.



Computación ubicua y móvil

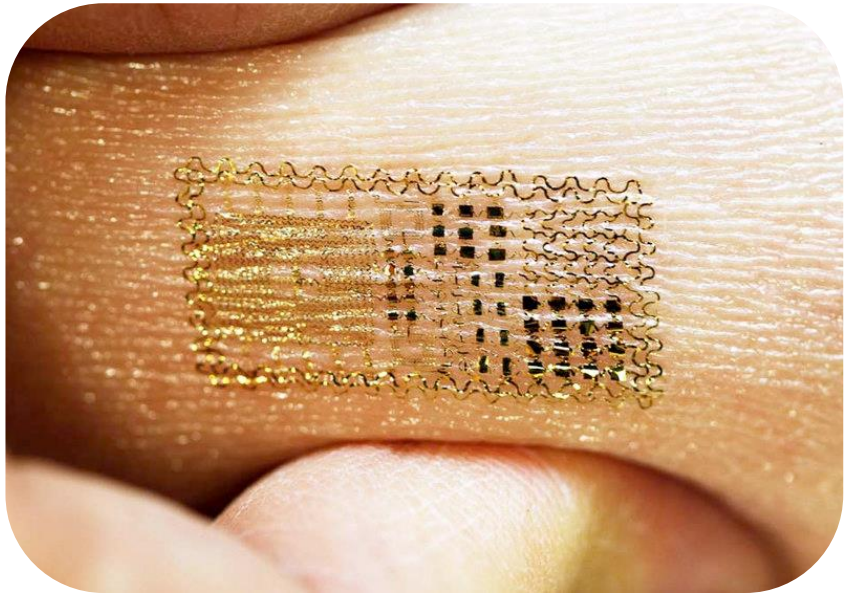
- Redes inalámbricas

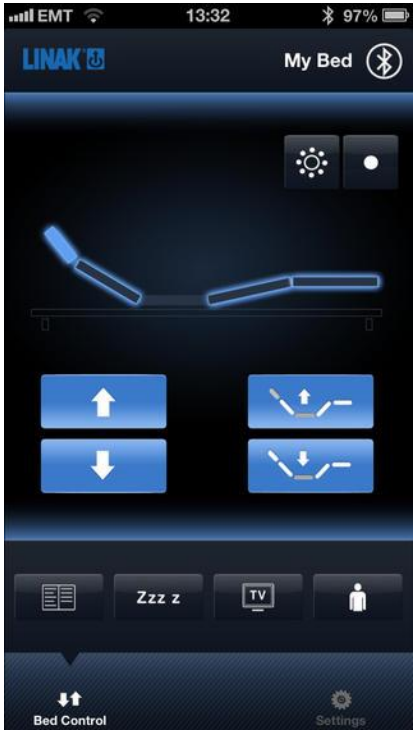
- Miniaturización de dispositivos
  - Laptops
  - Celulares, smart phones, GPS, cámaras, smart watches, etc.
  - Dispositivos embebidos: refrigeradores, lavadoras, etc.

- "Location-aware" & "context-aware"

Smart - *

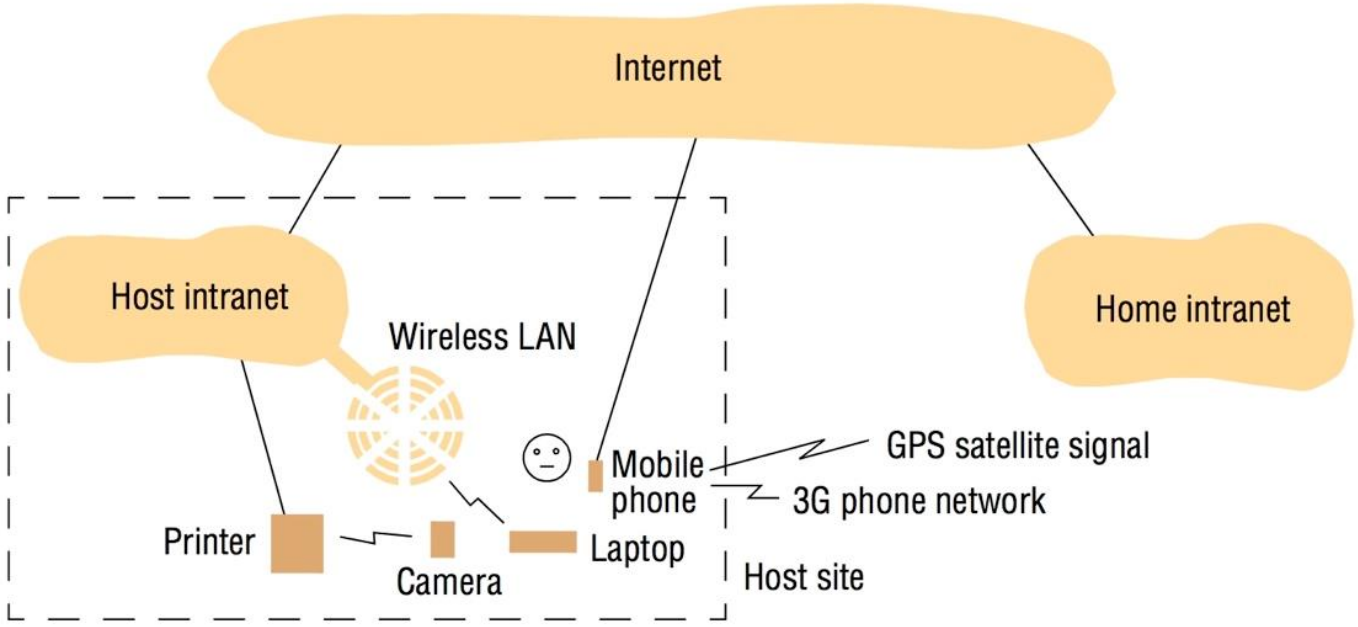
https://www.microsoft.com/en-us/research/project/smart-tattoos/





Computación ubicua

- Anywhere & Anytime
- La presencia de dispositivos en todas partes se vuelve (más) útil cuando las dispositivos se comunican entre sí.
- Interoperación espontánea y descubrimiento de servicios.

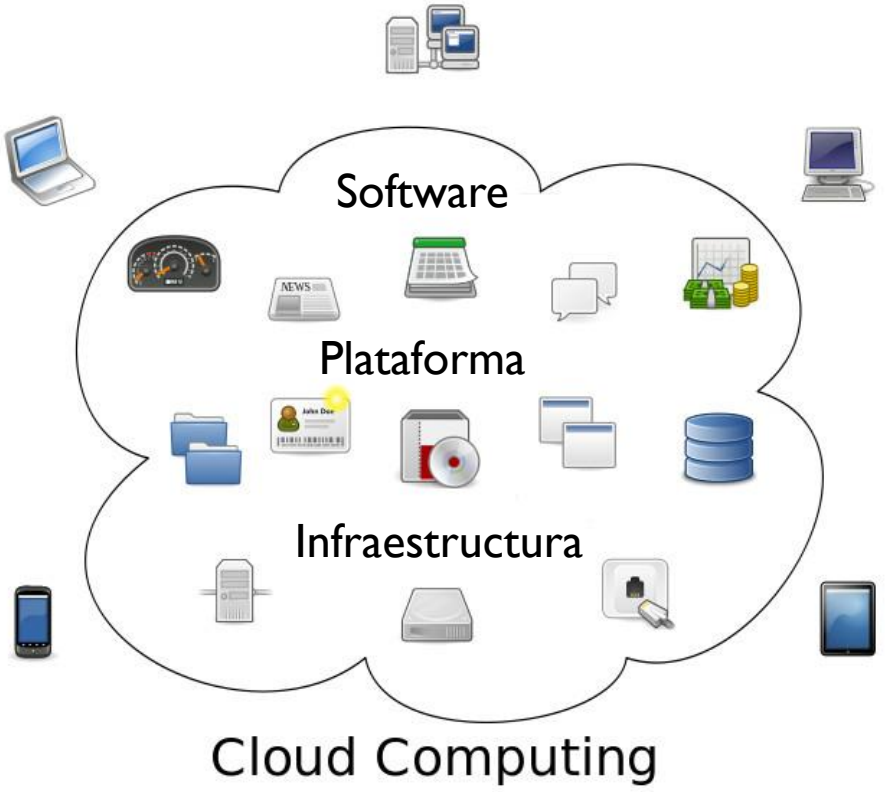


Sistemas multimedia distribuidos

- Webcasting: transmisión de video y audio
- Calidad de servicio

La computación distribuida como un servicio público

Cloud computing:
Infraestructura computacional virtualizada (hardware y software) accesible vía internet ofrecida bajo contratos de nivel de servicio.



Retos de los sistemas distribuidos

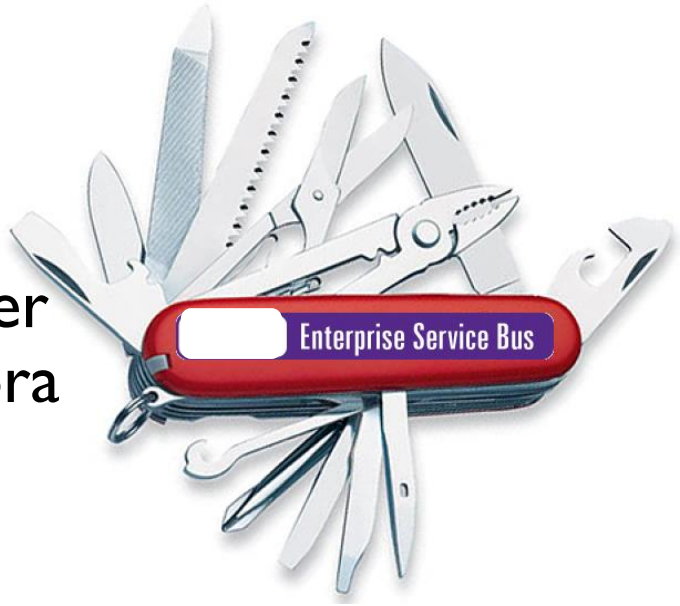
- Heterogeneidad
  - Redes
  - Hardware
  - Sistemas operativos
  - Lenguajes de programación
  - Implementaciones por diferentes desarrolladores

- Middleware capa intermedia de software que provee una abstracción de programación para solucionar los problemas de heterogeneidad, ejemplo JBoss ESB

JBoss™

Retos de los sistemas distribuidos

- Código móvil
  - Código enviado de una computadora a otra para ser ejecutado en la computadora destino.
  - Máquinas virtuales, ejemplo: JVM.
  - Ejemplo de código móvil: Javascript



Retos de los sistemas distribuidos

- Extensibilidad: determina si el sistema puede ser extendido y re-implementado en varias maneras.

- Un sistema es abierto si se pueden añadir nuevos servicios de compartición de recursos y ponerlos a la disposición de los clientes.

Retos de los sistemas distribuidos

- Sistemas distribuidos abiertos
  - Interfaces públicas
  - Mecanismos de comunicación estandarizados
  - Conformados por hardware y software heterogéneo

Retos de los sistemas distribuidos

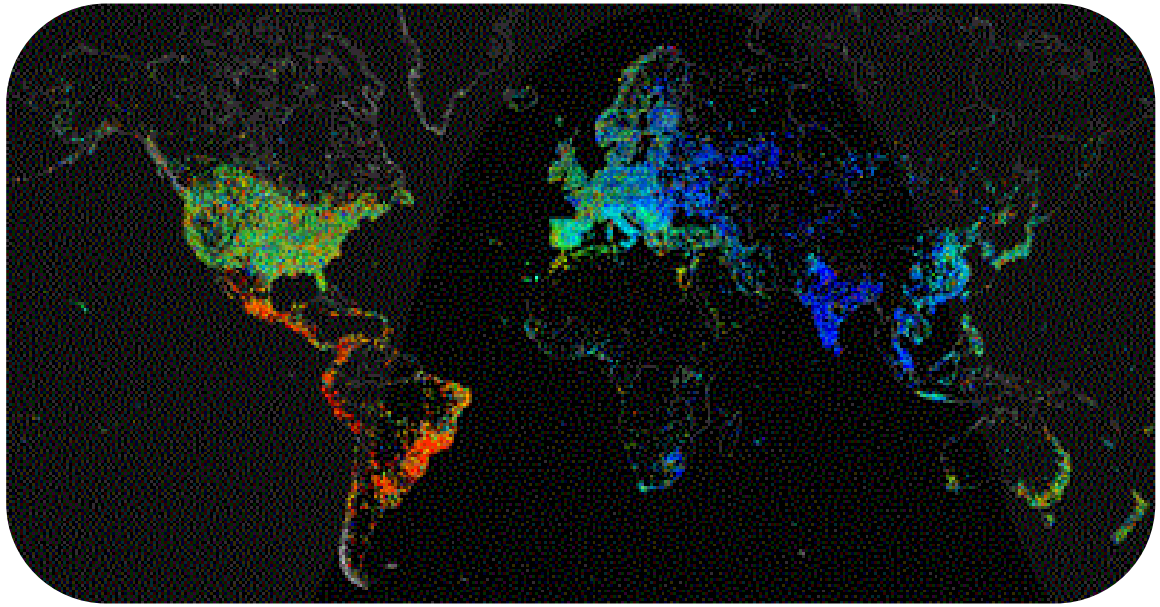
- Seguridad
  - Confidencialidad
  - Integridad
  - Disponibilidad

- Ataques de denegación de servicios: lento y rápido

- Seguridad del código móvil.

Retos de los sistemas distribuidos

- Escalabilidad
  Un SD es escalable si es eficiente al aumentar el numero de recursos y el numero de usuarios.

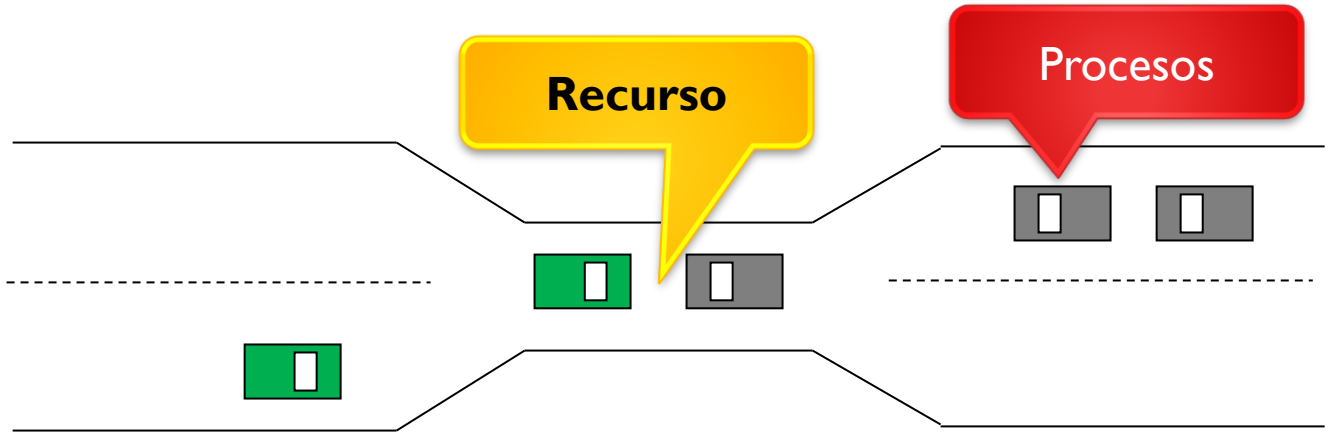


Retos de los sistemas distribuidos

- Manejo de fallos
  - Detección de fallos
  - Enmascaramiento de fallos
  - Tolerancia de fallos
  - Recuperación de fallos
  - Redundancia

Retos de los sistemas distribuidos

- Concurrencia
  - Tanto servicios como aplicaciones proveen recursos compartidos (dentro de los SDs), los cuales pueden ser accedidos al mismo tiempo por múltiples usuarios.



Retos de los sistemas distribuidos

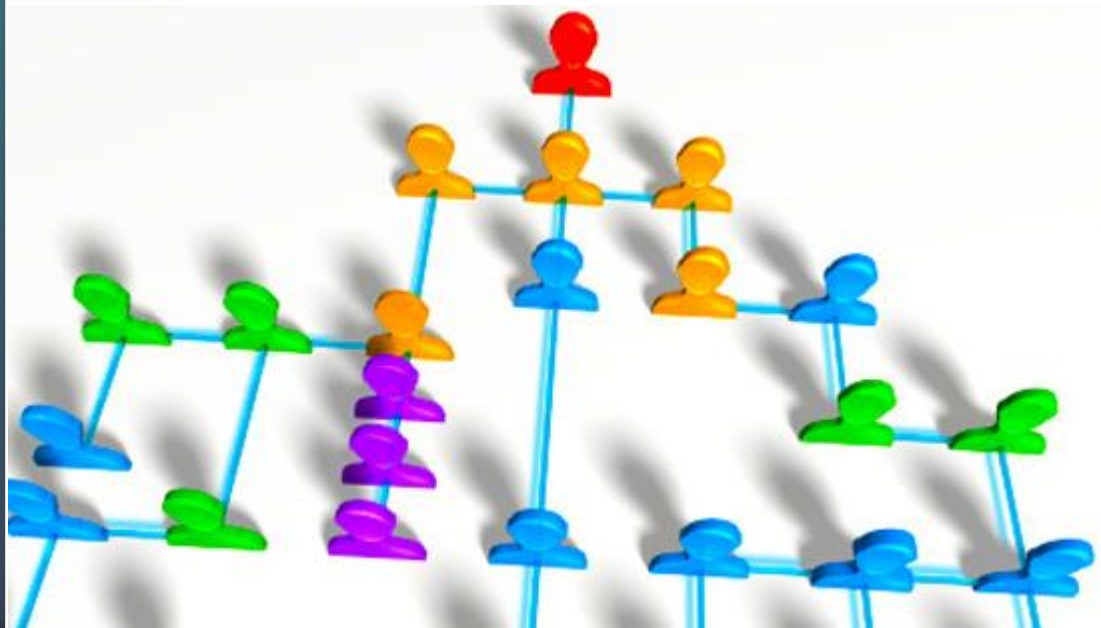
- Transparencia
  - Un SD debe verse por el usuario final como una sola entidad.
    - Transparencia de acceso
    - Transparencia de ubicación
    - Transparencia de concurrencia
    - Transparencia de replicación
    - Transparencia de fallas
    - Transparencia de movilidad de componentes

Retos de los sistemas distribuidos

- Calidad de servicio
  - Propiedades de los SDs no funcionales:
    - Confiabilidad
    - Seguridad
    - Rendimiento
    - Adaptabilidad

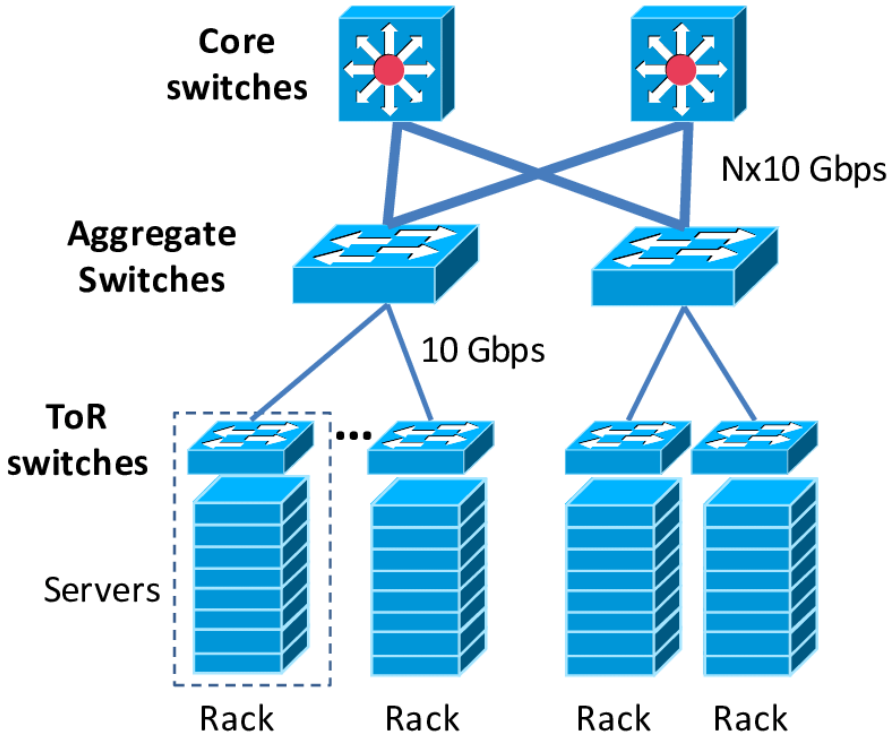
Modelos de sistemas distribuidos

- Modelos físicos
- Modelos arquitectónicos
- Modelos fundamentales



Modelos físicos

- Representación del hardware subyacente de un SD en términos de computadoras (y otros dispositivos) y su red de interconexión.



Modelos de sistemas distribuidos

- Modelos físicos
- Modelos arquitectónicos
- Modelos fundamentales

Modelos Arquitectónicos

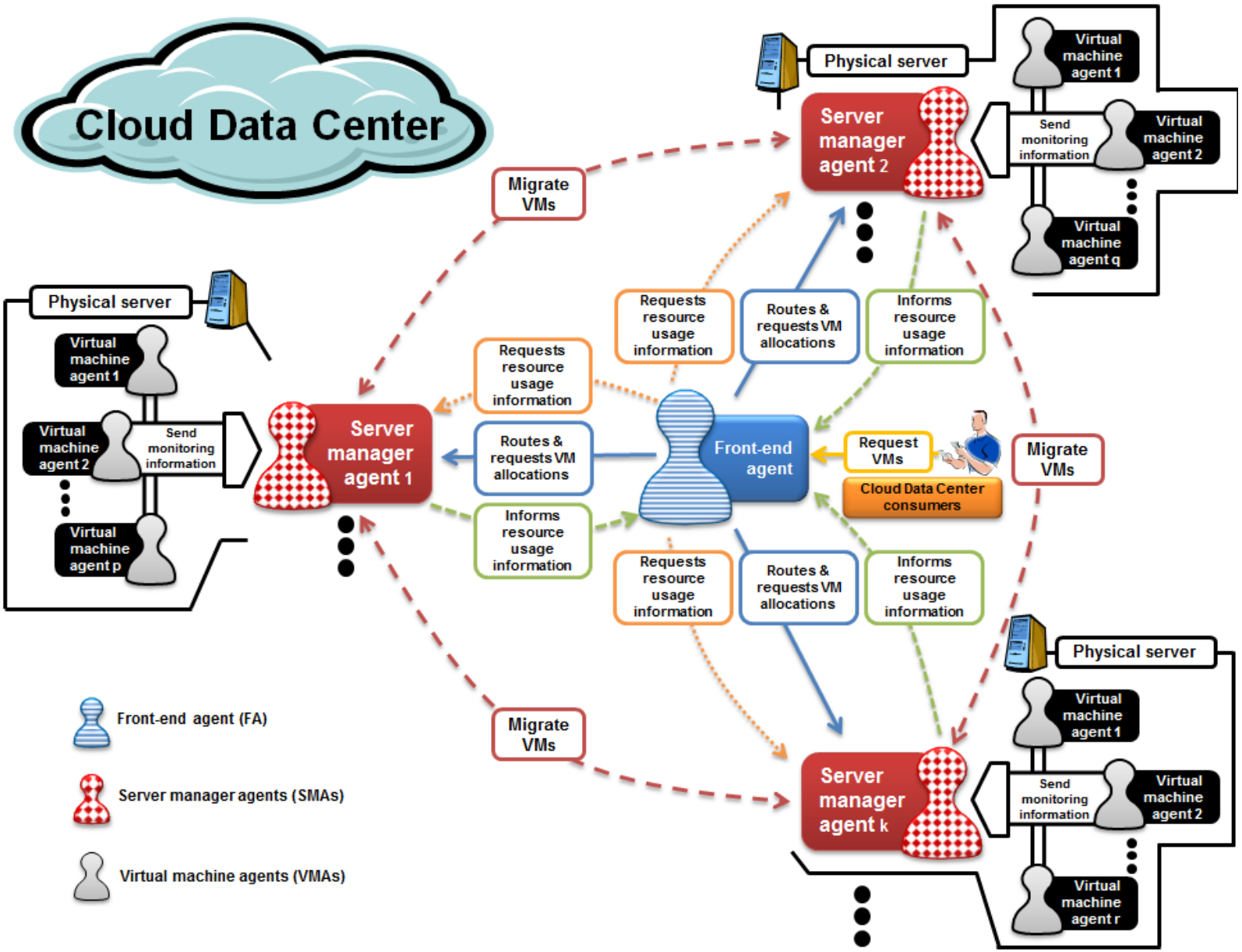
- Describen a los SDs en términos de las tareas computacionales y tareas de comunicación realizadas por sus componentes.

- La arquitectura de un sistema es su estructura en términos de componentes separados y sus interrelaciones.

Elementos arquitectónicos

- ¿Cuáles son las entidades?
- ¿Cómo se comunican?
- ¿Cuáles son sus roles y responsabilidades?
- ¿Dónde se encuentran?

Un modelo arquitectónico



Entidades comunicantes

- Desde una perspectiva de sistema
  - Procesos (hilos)
  - Nodos, ejemplo: sensores.

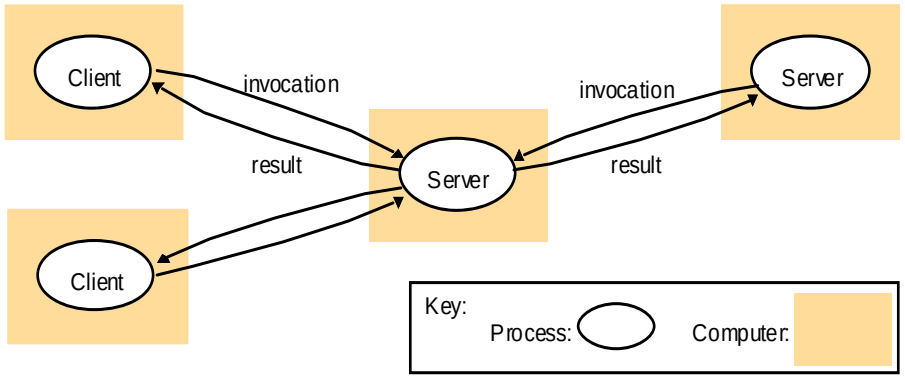
- Desde una perspectiva de programación
  - Objetos
  - Componentes
  - Servicios Web

Paradigmas de comunicación

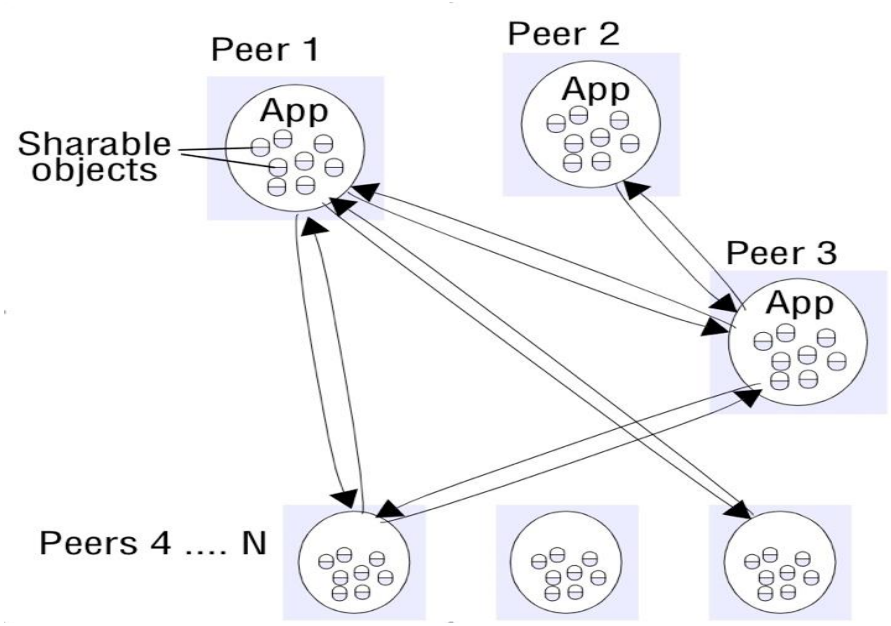
- Comunicación entre procesos (sockets)
- Invocación remota
  - Protocolos de solicitud-respuesta (HTTP)
  - Llamadas a procedimientos remotos (RPC)
  - Invocación de métodos remotos (RMI)
- Comunicación indirecta
  - Comunicación en grupo
  - Sistemas de publicación y subscripción (uno-a-muchos)
  - Colas de mensajes (uno-a-uno)
  - Espacios de tuplas
  - Memoria distribuida compartida

Roles y responsabilidades

- Cliente-Servidor



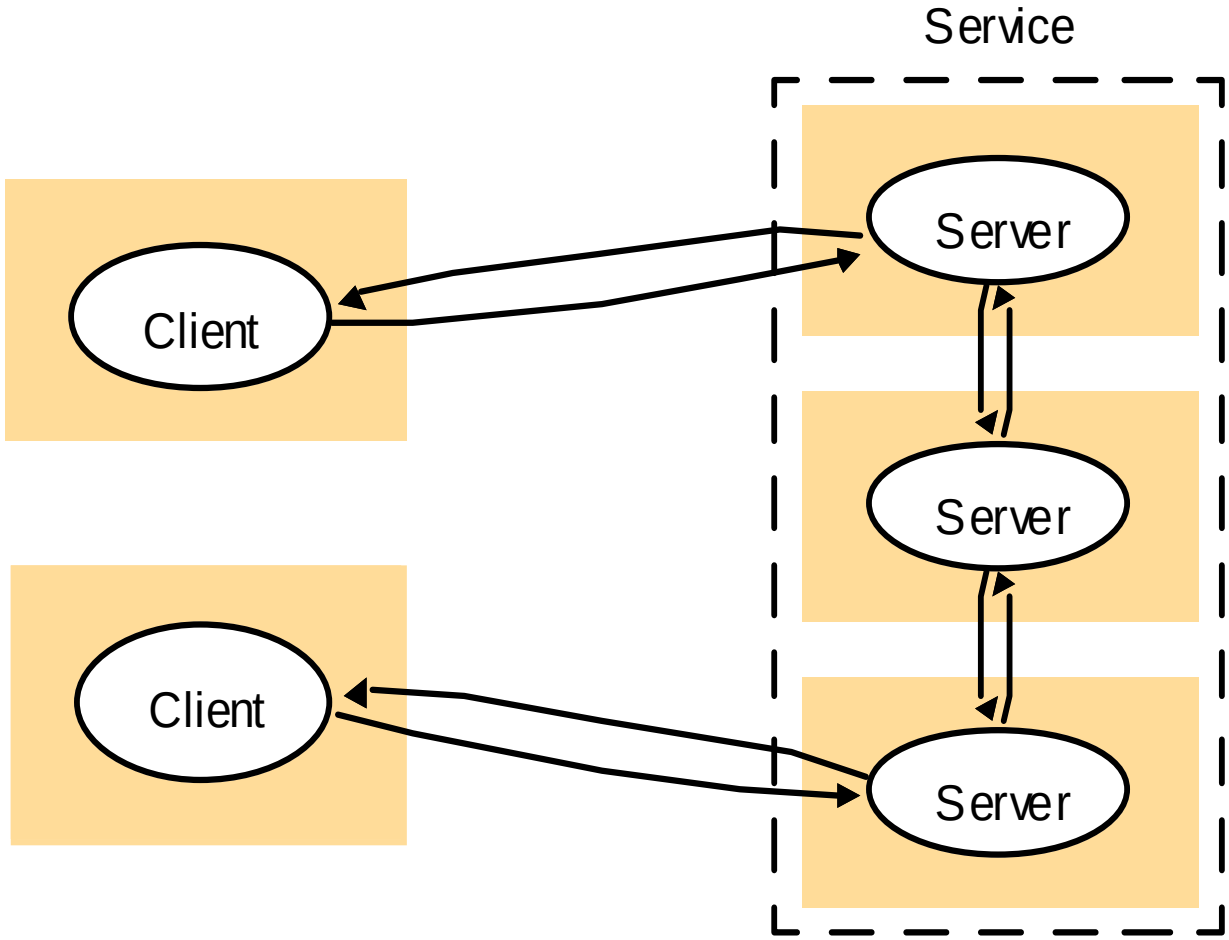
- Igual-a-Igual (peer-to-peer)



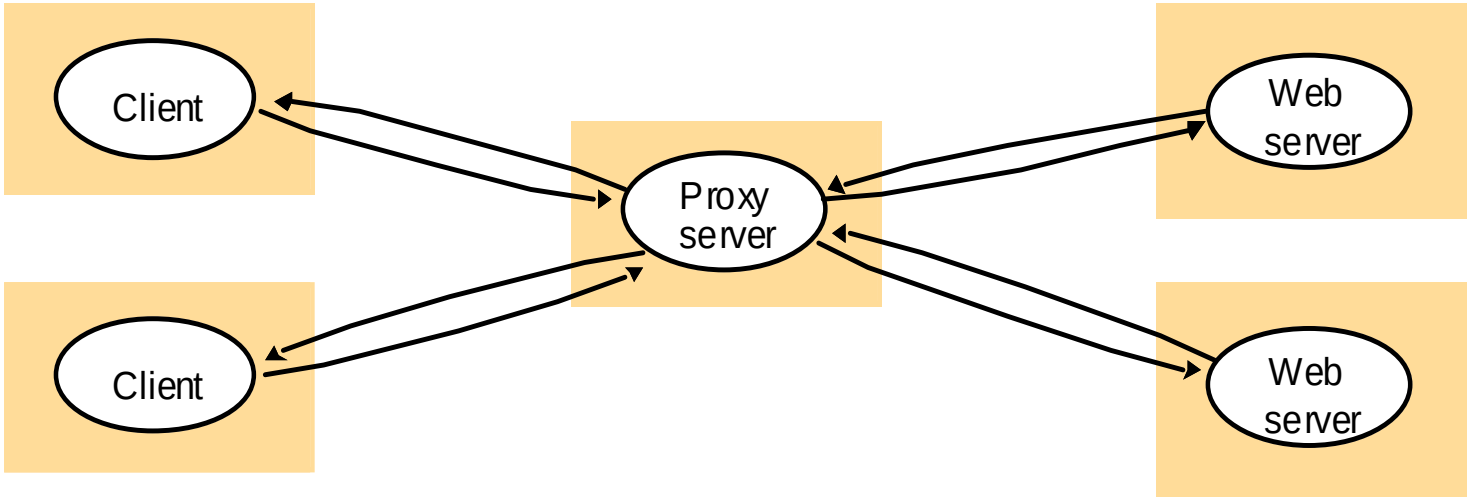
Estrategias de colocación

- Asignación de servicios a múltiples servidores
- Almacenamiento en caché
- Código móvil
- Agentes móviles

Asignación de servicios a múltiples servidores



Almacenamiento en caché

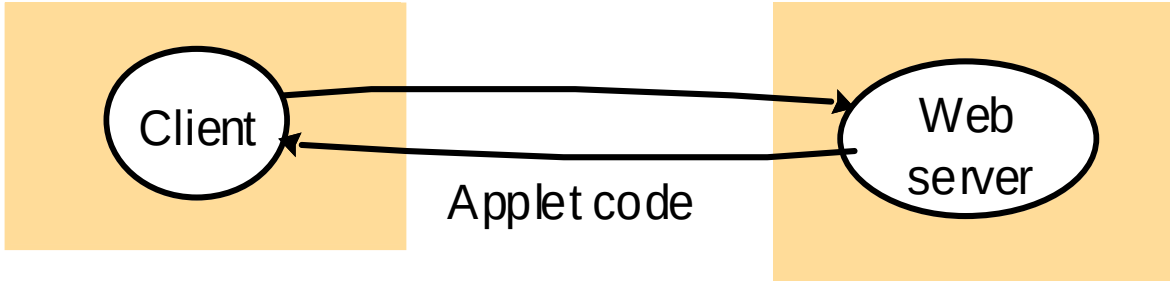


Código móvil

- Applets

Java Applets

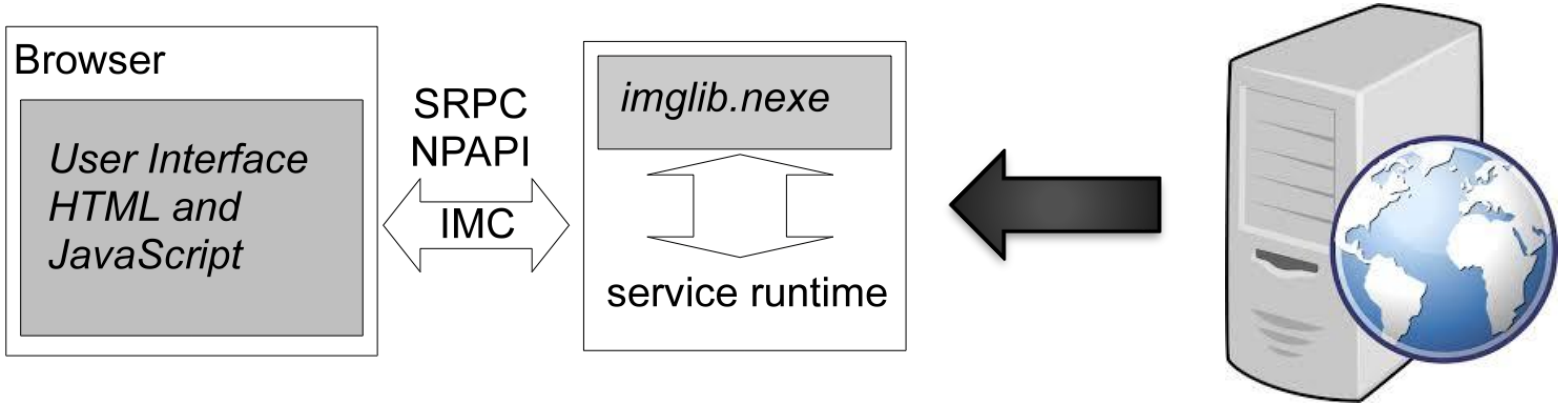
a)



b)

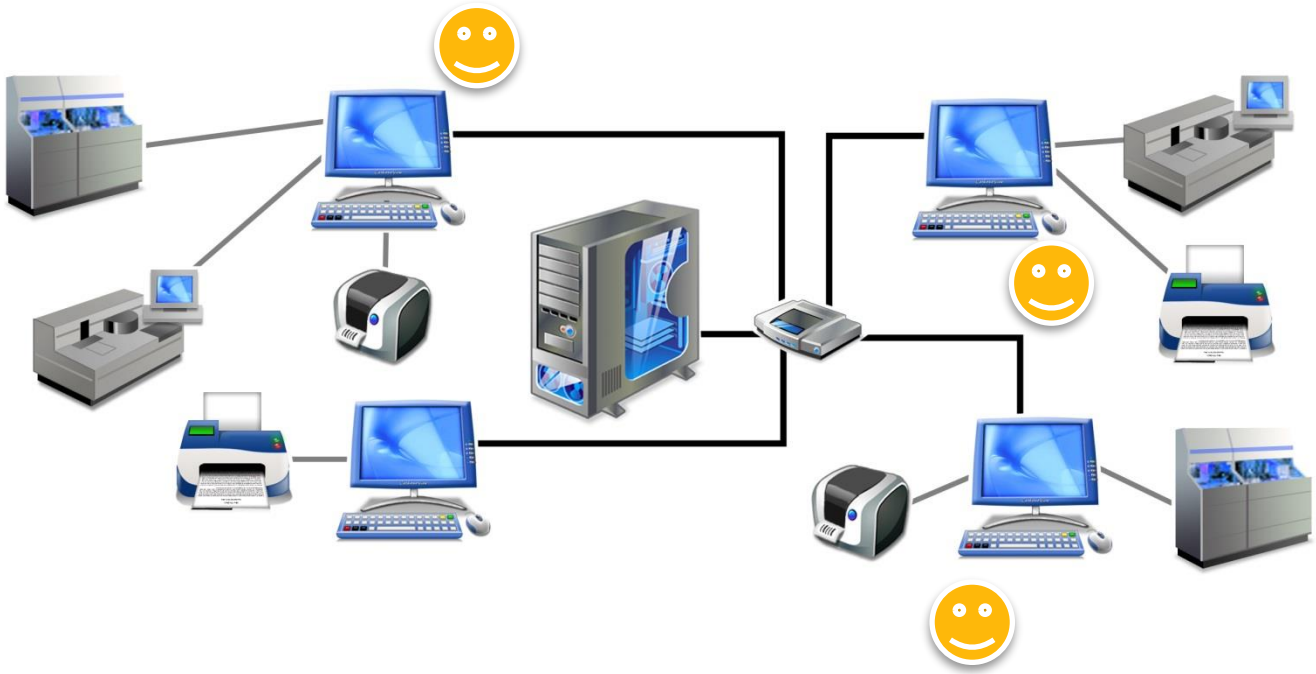
Código móvil

- Sandboxes



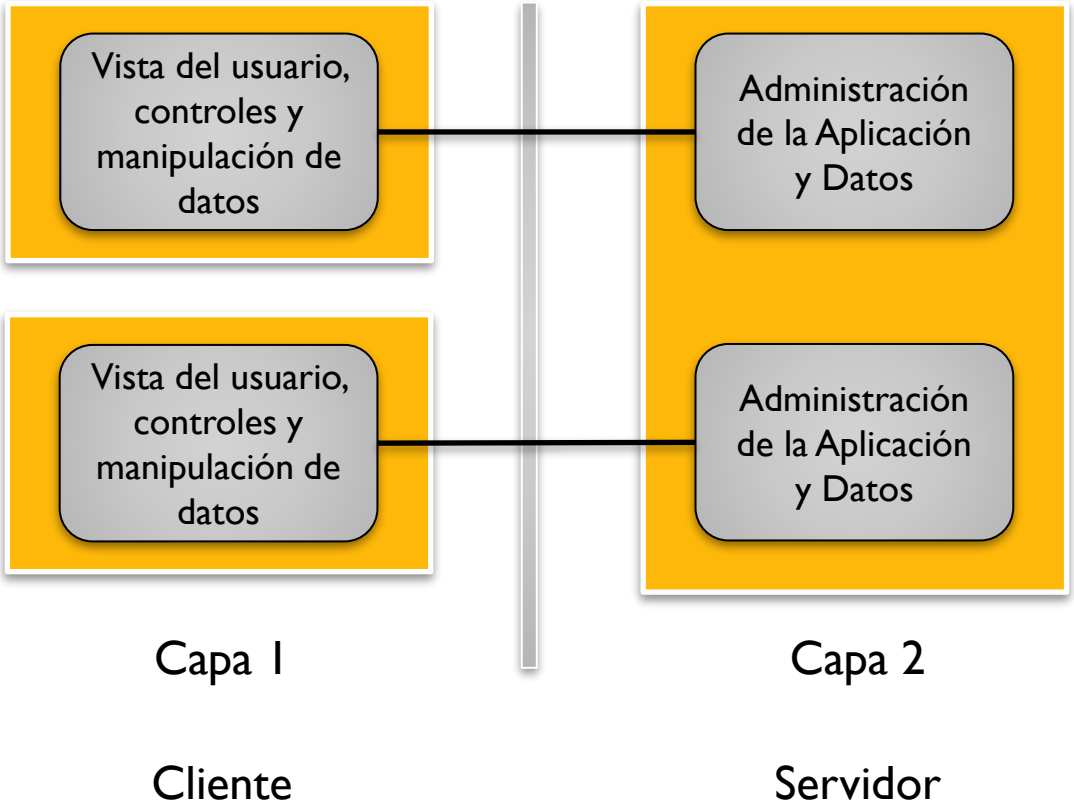
Agentes móviles

- Recolección de datos



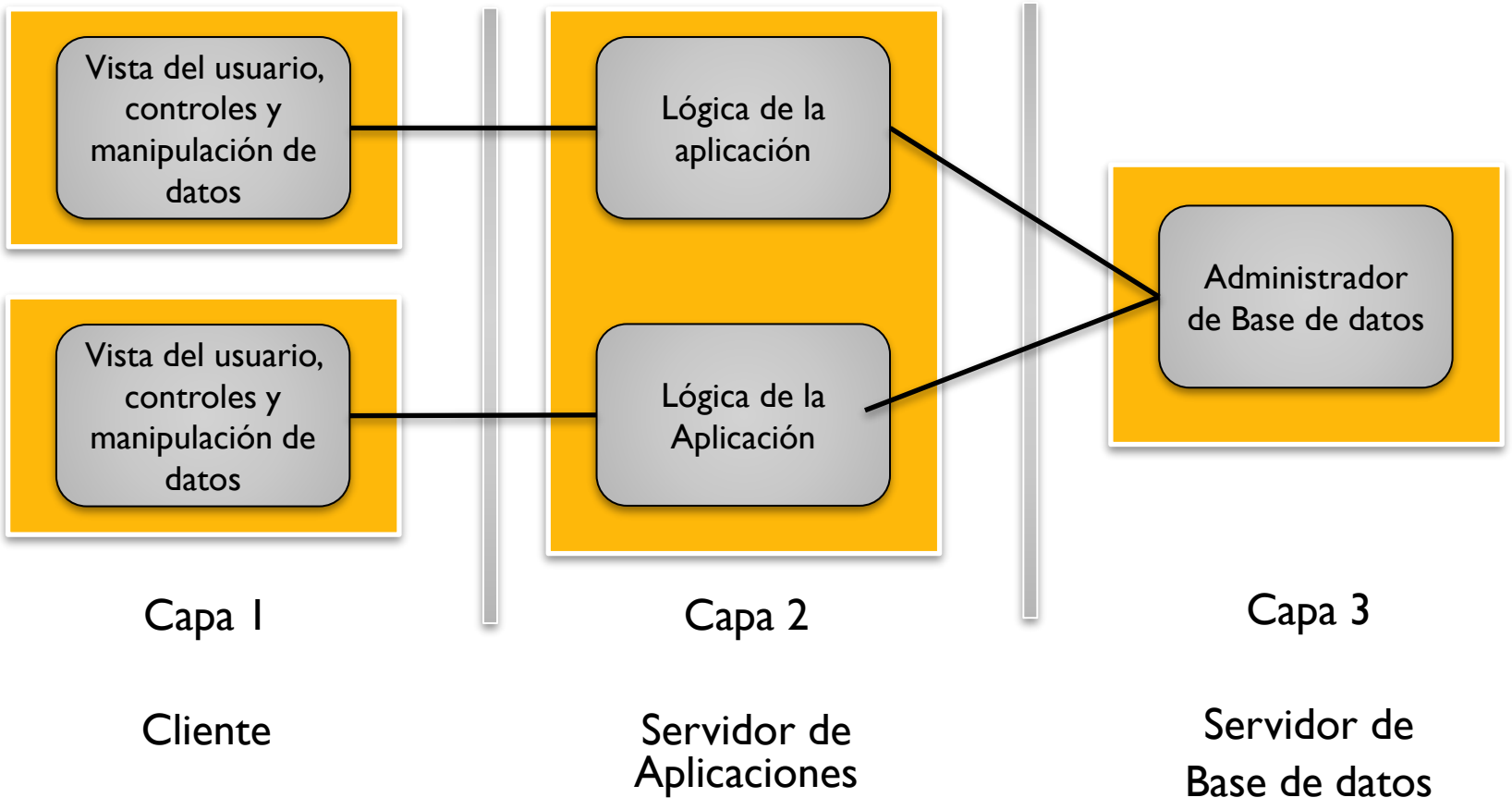
Patrones Arquitectónicos

- Arquitectura en 2 capas



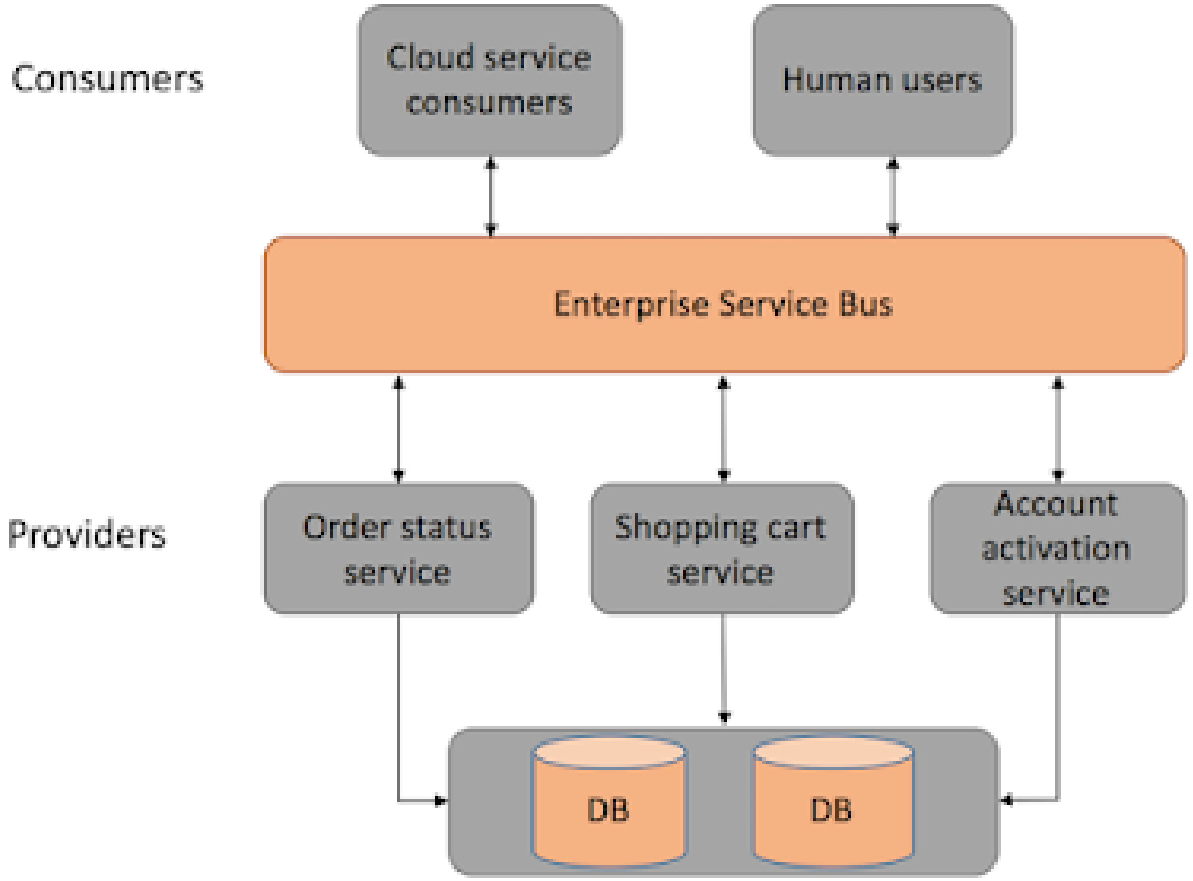
Patrones Arquitectónicos

- Arquitectura en 3 capas



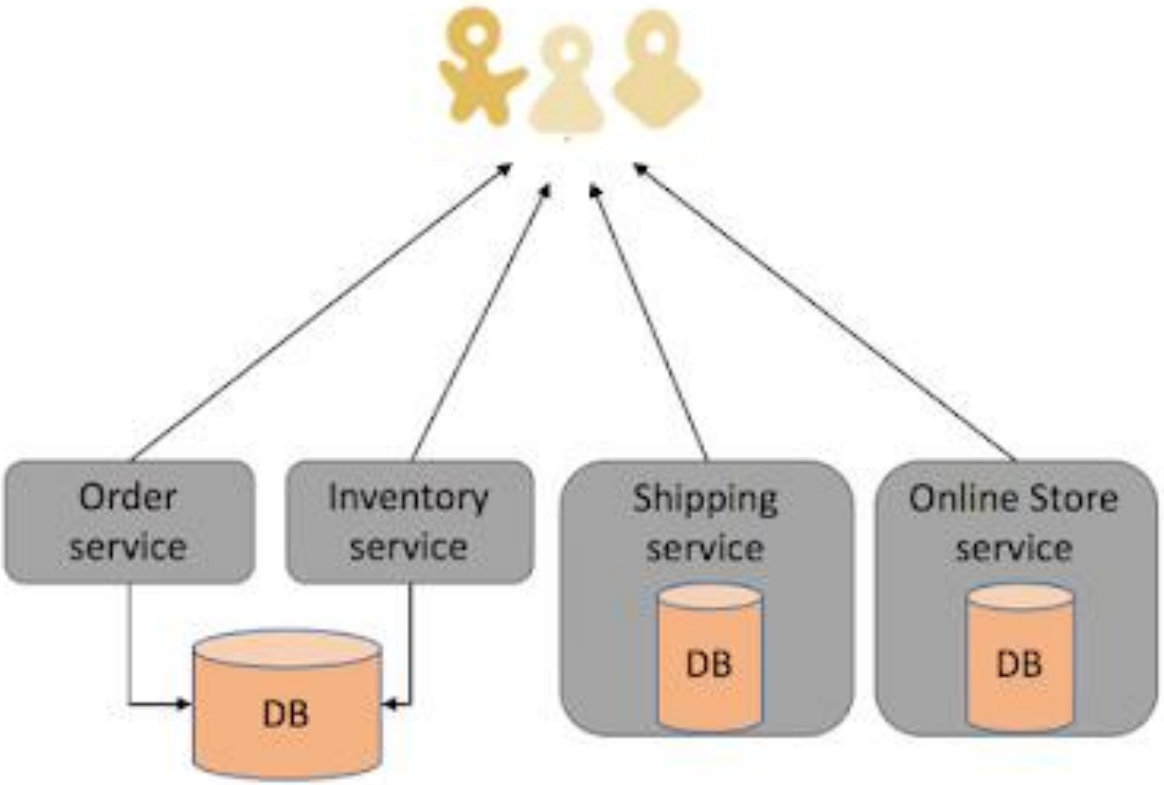
Patrones Arquitectónicos

- Arquitecturas orientadas a servicios



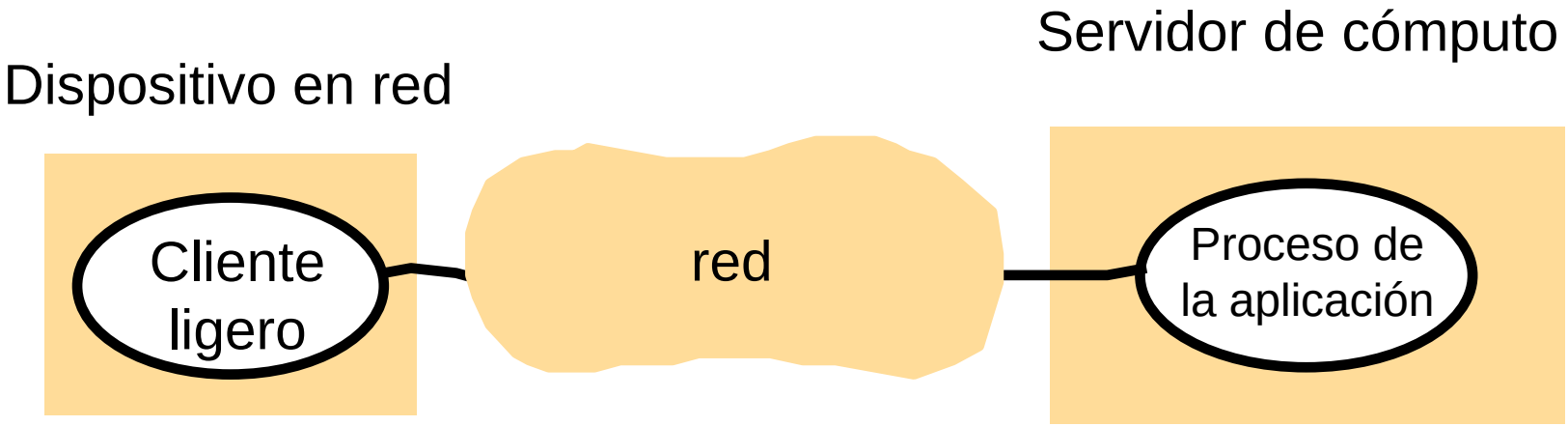
Patrones Arquitectónicos

- Arquitecturas de microservicios



Patrones Arquitectónicos

- Clientes ligeros

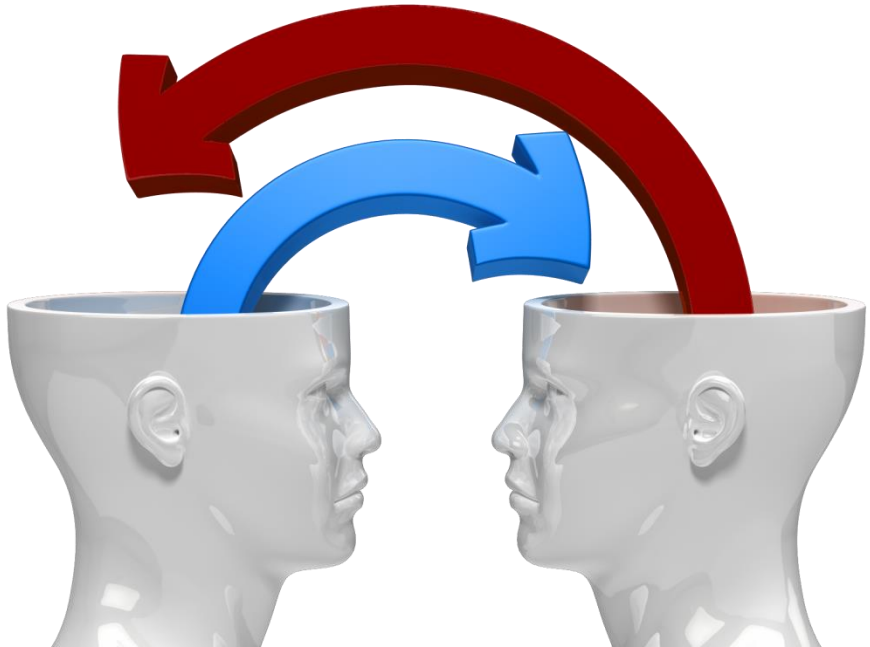


Modelos de sistemas distribuidos

- Modelos físicos
- Modelos arquitectónicos
- Modelos fundamentales

Modelos Fundamentales

- Modelo de Interacción
- Modelo de Fallo
- Modelo de Seguridad



Modelo de Interacción

- Factores que afectan la interacción en los SDs:
  - El desempeño de los canales de comunicación es una limitante

  - Es imposible mantener una noción global del tiempo

Modelo de Interacción

- Desempeño de los canales de comunicación:
  - Latencia
    - Tiempo que le toma al mensaje llegar a su destino
    - Retardo al acceder a la red.
    - Tiempo que toman los procesos y el SO en mandar y recibir el mensaje

  - Ancho de banda
  - Fluctuación (jitter)
    - Variación en el tiempo invertido en completar el reparto de una serie de mensajes, ejemplo: aplicaciones multimedia

Modelo de Interacción

- Relojes de las computadoras y eventos de temporización
  - SDs síncronos

  - SDs asíncronos

Modelo de Interacción

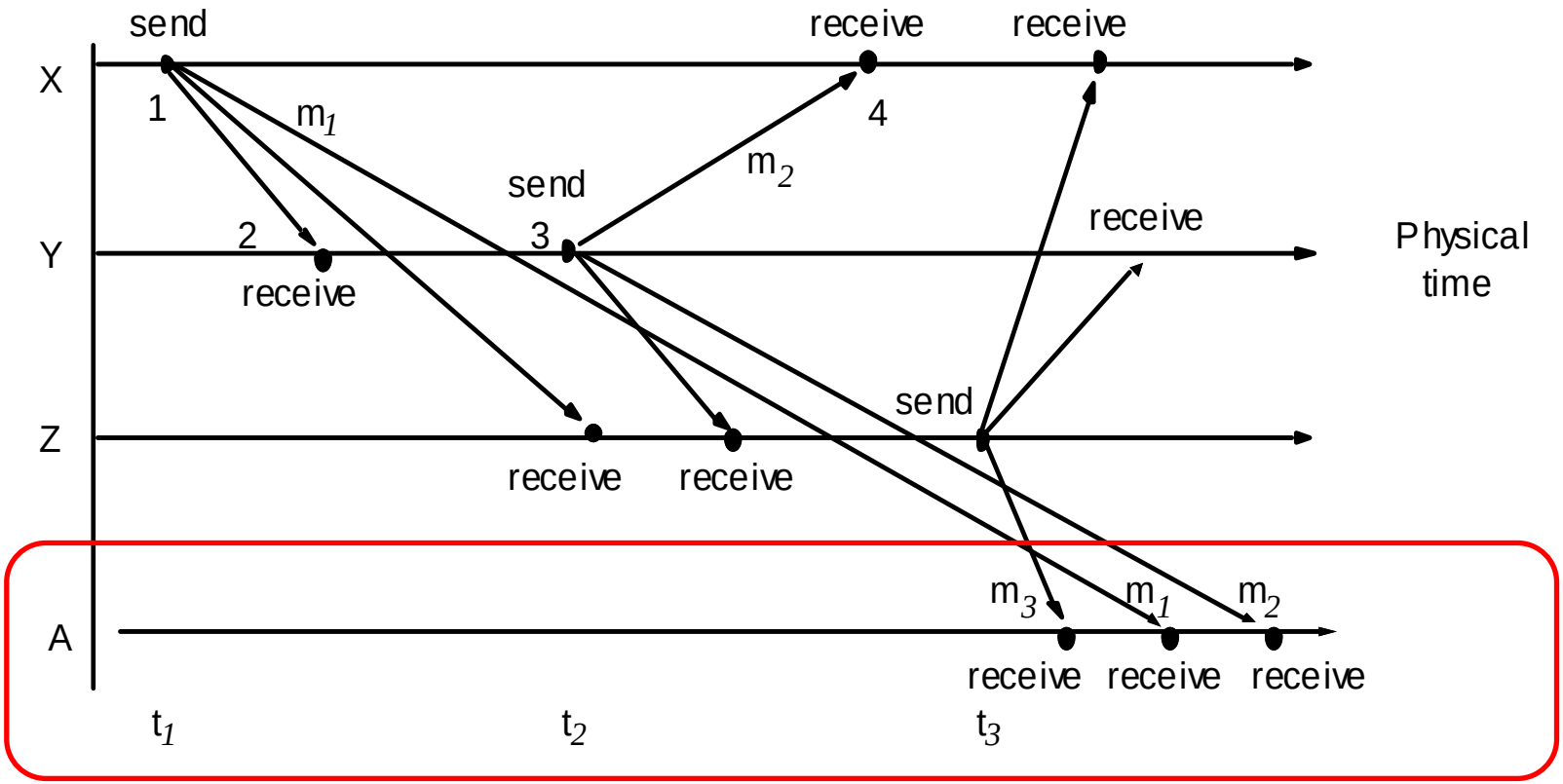
- SDs síncronos
  - El tiempo para ejecutar cada paso de un proceso tiene un límite inferior y uno superior
  - Cada mensaje se recibe en un tiempo limitado conocido
  - Cada proceso tiene un reloj local (basado en un reloj real)

Modelo de Interacción

- SDs asíncronos
  - El tiempo de ejecución de cada paso de un proceso no tiene límites
  - La latencia en la transmisión de mensajes puede ser arbitraria
  - Los valores de los relojes locales son arbitrarios.

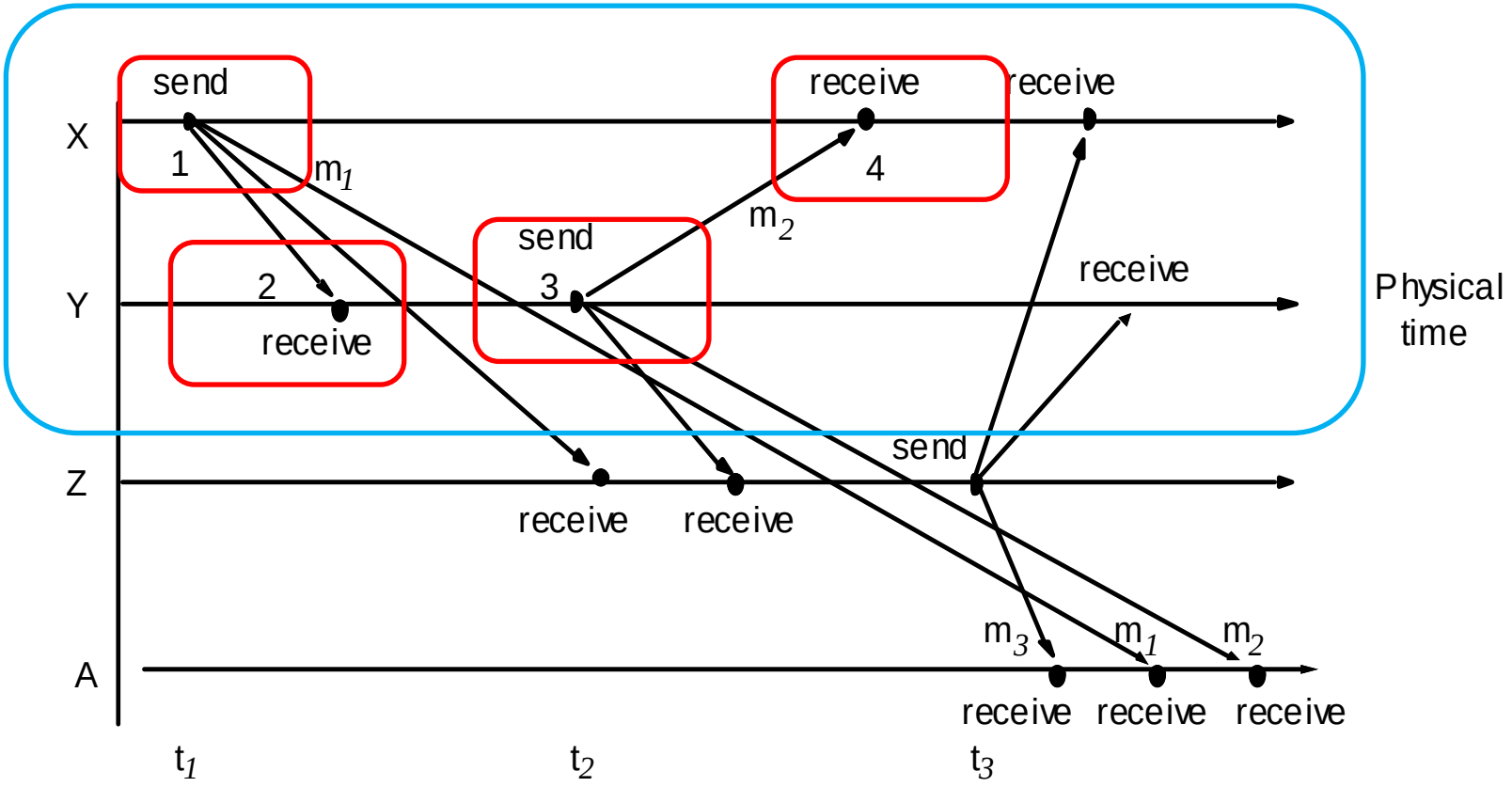
Ordenamiento de Eventos

- Envío de un email para acordar una Reunión



Ordenamiento de Eventos

- Tiempo lógico [Lamport, 1978]



Lectura adicional:

[Lamport, 1978] L. Lamport, "Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System", Communications of the ACM, Vol 21(7), 1978, pp. 558-565

Modelos Fundamentales

- Modelo de Interacción
- Modelo de Fallo
- Modelo de Seguridad

Modelo de Fallo

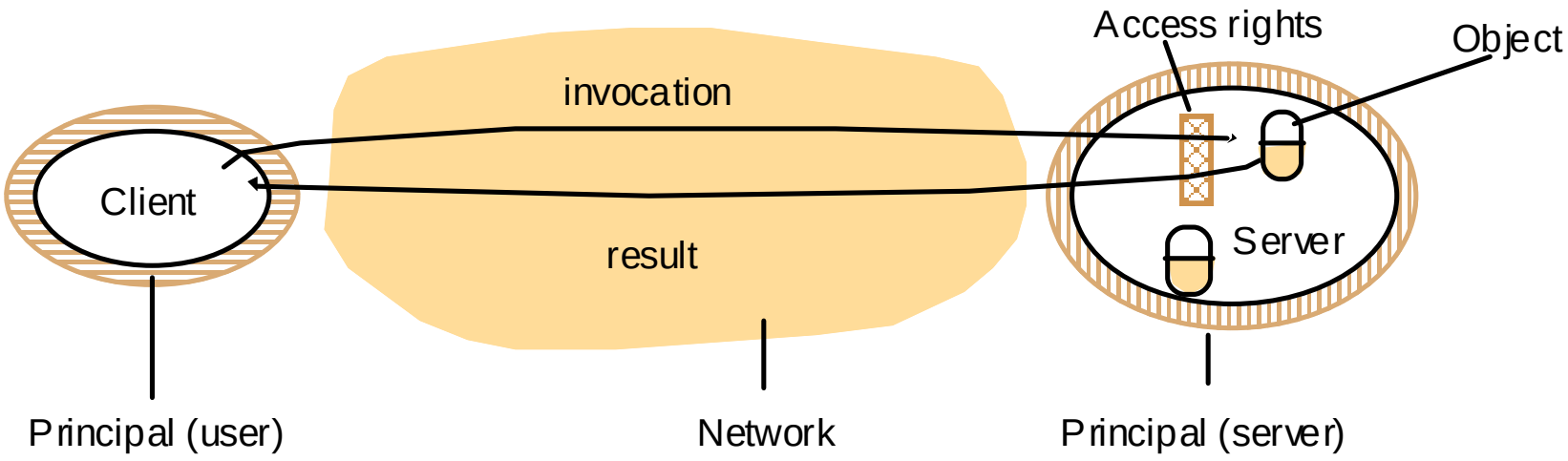
- Fallos por omisión
  - Proceso
  - Comunicación
- Fallos de temporización
- Fallos arbitrarios (bizantinas)

Modelos Fundamentales

- Modelo de Interacción
- Modelo de Fallo
- Modelo de Seguridad

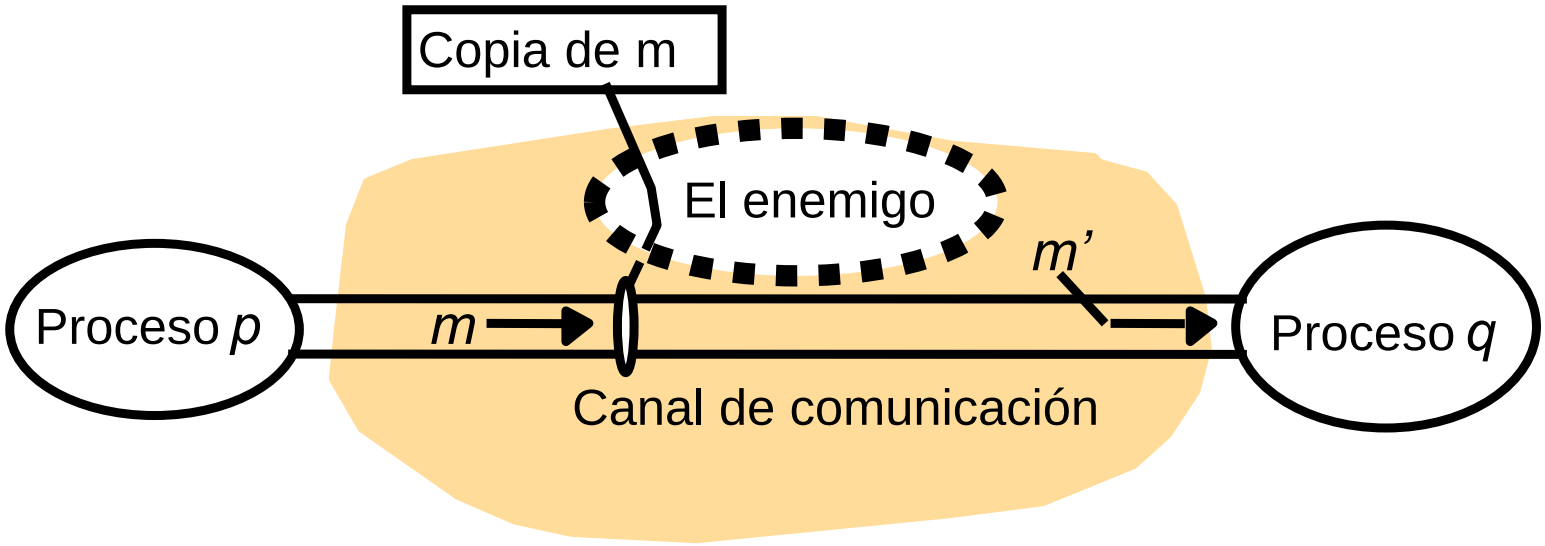
Modelo de Seguridad

- La seguridad de un SD depende de:
  - Proteger los objetos de los procesos



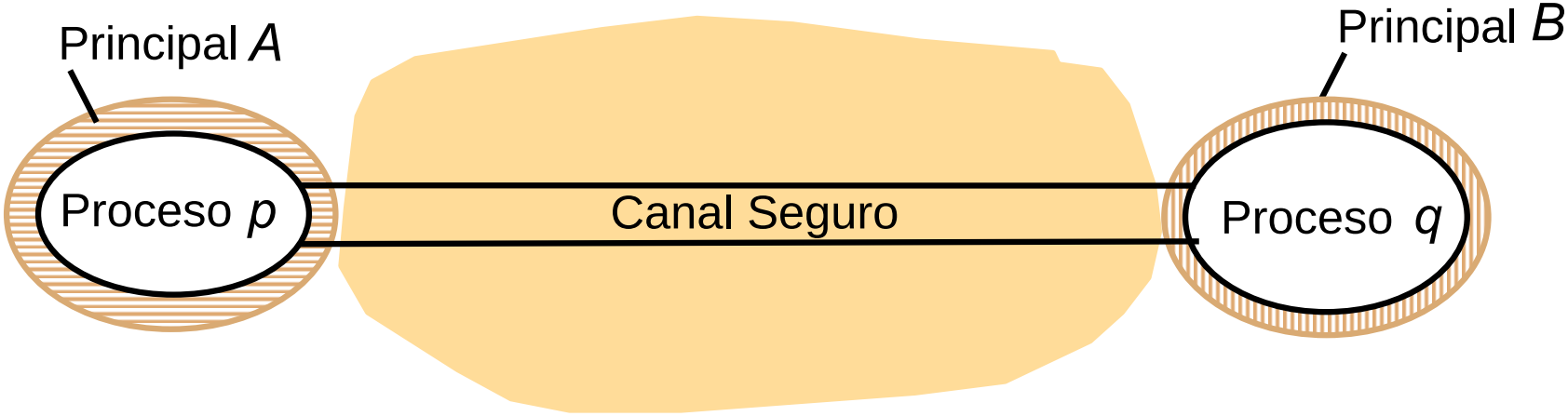
Modelo de Seguridad

- La seguridad de un SD depende de:
  - Proteger los canales de comunicación



Modelo de Seguridad

- Vencer amenazas de seguridad
  - Criptografía
  - Autenticación
  - Canales seguros (VPN, SSL)



Modelo de Seguridad

- Otras amenazas
  - Denegación de servicio (DoS)
  - Código móvil