

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN

- 1.- Concepto de carga de trabajo
- 2.- Tipos y clasificación de las cargas
- 3.- Criterios que afectan a la elección de la carga
- 4.- Introducción al modelado y generación de cargas
- 5.- Técnicas de modelado y caracterización de cargas
- 6.- Herramientas de generación e inyección de cargas

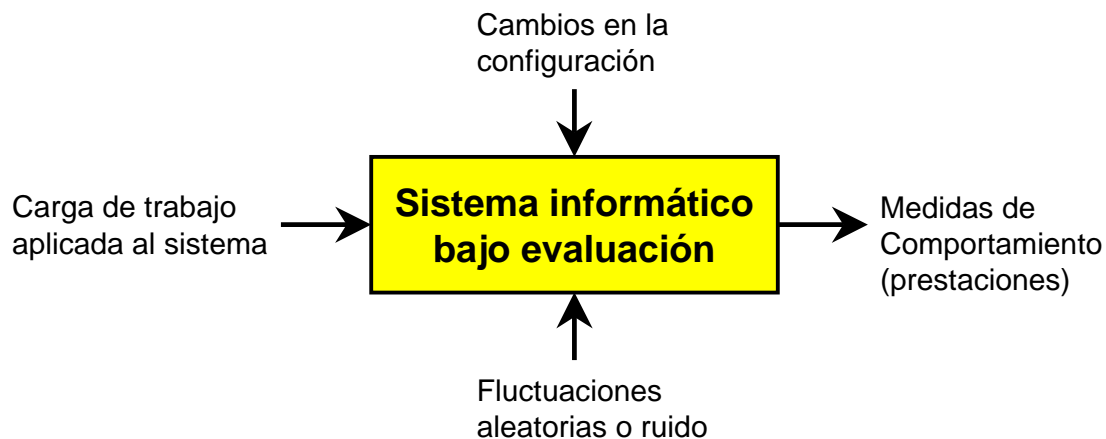


# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 1. Concepto de carga de trabajo

La “carga de trabajo” (workload) es el conjunto de peticiones de servicios que debe satisfacer el sistema informático

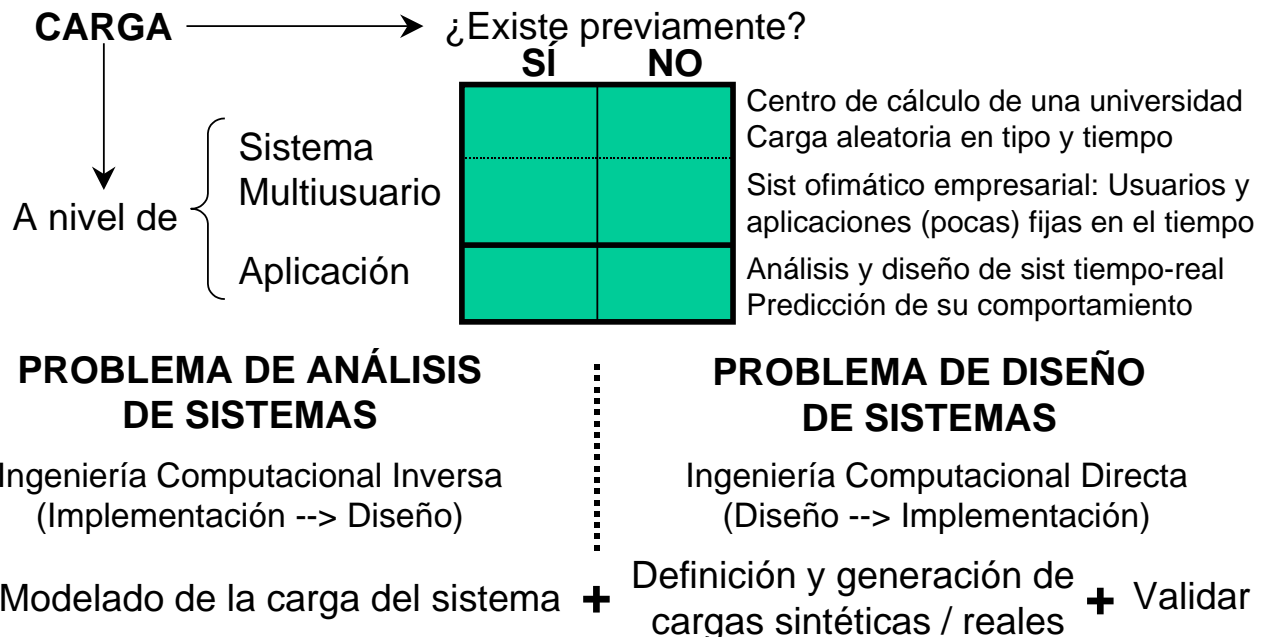
- Posición de la carga de trabajo en el esquema de evaluación del comportamiento (funcionamiento) de un sistema informático



## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### 2. Tipos y clasificación de las cargas

#### Tipos de cargas



## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### Clasificación de cargas [Cockcroft]

#### 1) Cargas fijas (Fixed Workloads)

El ingeniero tiene un control total sobre la carga

**Problema:** el experimentador tiene que tomar decisiones que afectan al resultado de la evaluación

Ejemplo: Programa fijo + Datos de entrada diferentes

(Elegir datos que sean representativos de los usados realmente)

#### 2) Cargas estocásticas (Random Workloads)

El ingeniero no tiene control alguno sobre la carga

**Problema:** eliminar los efectos de las fluctuaciones debidos a la aleatoriedad de los datos obtenidos con la reconfiguración de los parámetros del sistema

#### 3) Cargas configurables (Managed Workloads)

Es una carga que se inyecta en el sistema a evaluar desde otro computador

También se la denomina "carga sintética"

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Clasificación de cargas [Jain]

### 1) Carga de prueba (Test Workload)

Es cualquier carga utilizada en un estudio de comportamiento  
Puede ser real o artificial (sintética)

### 2) Carga real (Real Workload)

Es la observada durante el funcionamiento normal del sistema  
Generalmente, no puede repetirse, sobre todo si es de tipo estocástico, y por tanto, no es adecuada para utilizarla como carga de prueba

### 3) Carga sintética (Synthetic Workload)

Es la que tiene unas características similares a las de la carga real y puede aplicarse repetidamente de forma controlada

Utilidad: Estudios de comportamiento

Ventajas: No usa datos reales que haya que preparar

Es fácil de modificar

Es portable

Incluye utilidades de medición



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## 3. Criterios que afectan a la elección de la carga

La elección (o selección) de la carga es ...

El **PUNTO MÁS DÉBIL** de cualquier proyecto de evaluación de comportamiento

Si no se elige bien la carga alguien argumentará:

Excelente evaluación de comportamiento ...

... Pero las aplicaciones reales **NO** usan así al sistema informático

Se ha medido y sintonizado muy bien el sistema para aplicaciones inexistentes

### Consideraciones importantes para la elección de la carga

- 1.- Los servicios utilizados
- 2.- El nivel de detalle
- 3.- La representatividad
- 4.- Las dependencias temporales
- 5.- El nivel de carga
- 6.- El impacto de componentes externos
- 7.- La repetibilidad



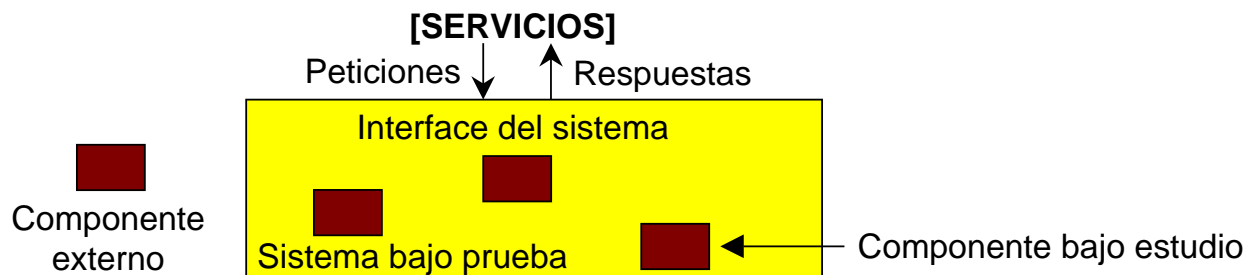
# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: los servicios utilizados

La mejor forma de iniciar el proceso de elección de la carga es ...

- 1) Hacer una lista de los servicios suministrados por el sistema y
- 2) Definir métricas que definan la calidad de los servicios prestados

Hay que definir “lo que es” el sistema para el analista



Ej:

Objetivo	Sistema	Componente
Ingeniero comparando ALUs para CPUs	CPU	ALU
Banco comprando sistema transaccional	Sist Transaccional	Discos RAID

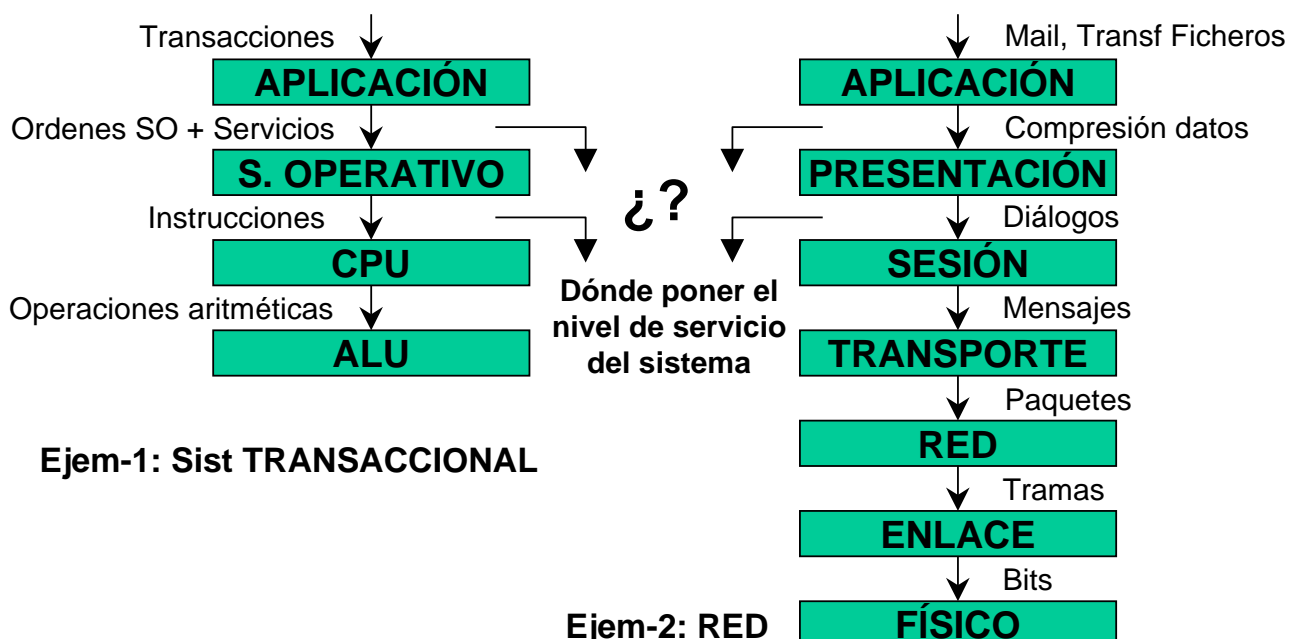
El sistema (y NO el componente) es la base para la especificación y medición de la carga



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: los servicios utilizados (II)

¿Qué nivel de interface de servicios se usa para definir “lo que es” el sistema?



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: el nivel de detalle

Después de definir la lista de servicios ...

Elegir el nivel de detalle para grabar y reproducir las peticiones de servicios

### **1.- La petición más frecuente**

Ejem: Instrucción de suma para comparar inicialmente dos ALUs

El benchmark Crédito-Débito para sistemas transaccionales

### **2.- Lista de servicios con sus características y frecuencias**

Ejem: Mezclas de instrucciones

Típico en análisis de caches

### **3.- Usar una traza de las peticiones de servicios**

Para modelado analítico es muy detallado

Para simulación requiere modelos muy precisos de los componentes del sistema

**A nivel de REQUERIMIENTOS FUNCIONALES del sistema**

*Típico cuando se hace un modelo de carga ...*

**A nivel de RECURSOS FÍSICOS consumidos**

### **4.- Demanda media de recursos**

### **5.- Distribución de la demanda de recursos**



Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores  
Dpto. de Informática de la Universidad de Oviedo

**Sistemas Informáticos Físicos**

**9**

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Elección de la carga: representatividad

Una carga de prueba debe ser representativa de la carga (aplicación) real

Medir representatividad



Medir cuánto se parece la carga de prueba a la real en tres aspectos:

- 1 Cadencia de peticiones de servicios:** Debe ser idéntica o proporcional a la de la carga real
- 2 Demanda de recursos:** Para cada uno de los recursos básicos debe ser igual o proporcional a los de la carga real
- 3 Perfil de utilización de recursos:** Debe ser similar en ambas cargas

## Elección de la carga: dependencias temporales

Los usuarios cambian constantemente la forma en que usan los sistemas

La carga debe representar el último patrón de comportamiento observado



Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores  
Dpto. de Informática de la Universidad de Oviedo

**Sistemas Informáticos Físicos**

**10**

## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### Elección de la carga: nivel de carga

Una carga puede hacer trabajar al sistema así:

#### CASO

A su plena capacidad	→	Óptimo
Por encima de la capacidad	→	Pésimo
Similar al nivel observado en la realidad	→	Típico

La elección del nivel depende del estudio a realizar:

- ① **Adquisición de un sistema:** Usar el nivel previsto en funcionamiento normal
- ② **Diseño de un equipo nuevo:** Usar los tres niveles
- ③ **Análisis de algoritmos de descongestión de red:** Por encima de la capacidad



## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### Elección de la carga: impacto de componentes externos

Ejemplo: Al analizar una CPU con un benchmark con mucha E/S,  
el disco puede falsear las medidas de la CPU

Soluciones: { 1) Cambiar la carga (benchmark)  
2) Cambiar la configuración  
... Para reducir el impacto del disco

### Elección de la carga: repetibilidad

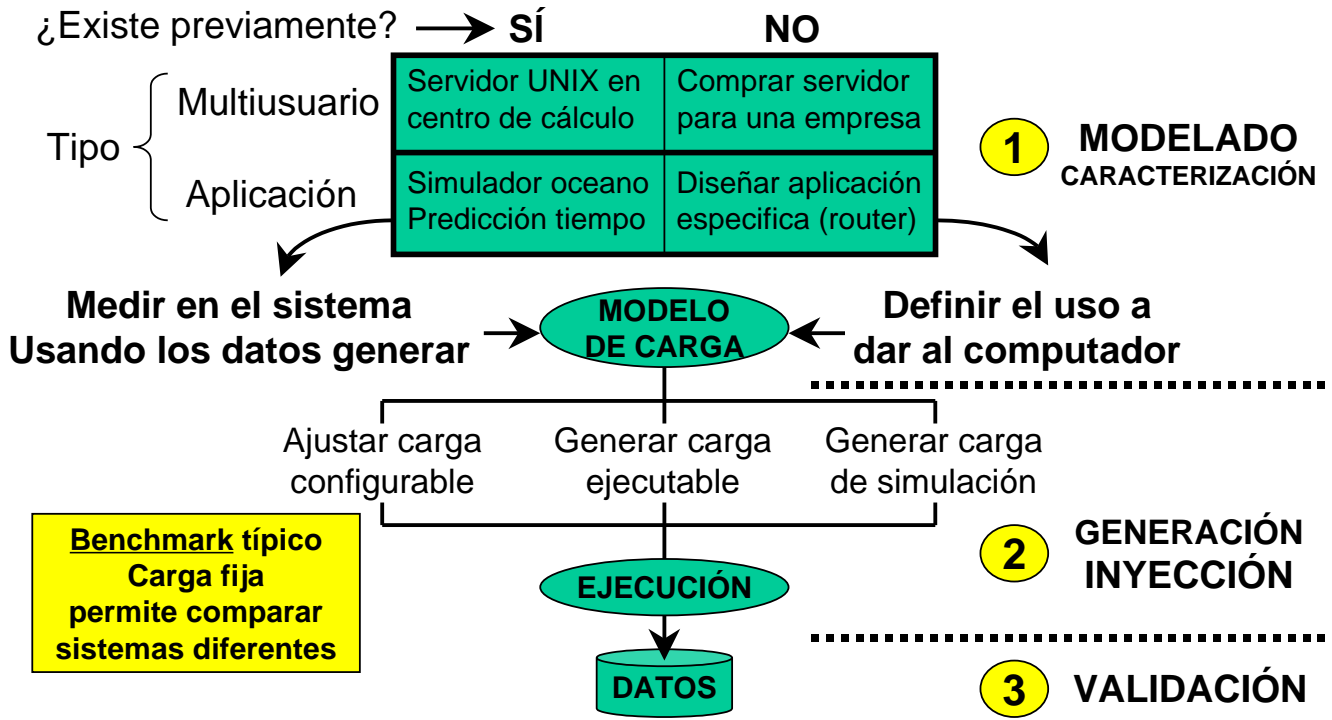
La carga debe permitir la reproducción de resultados sin mucha varianza

Si las cargas demandan recursos muy aleatoriamente ...  
... Se deben realizar muchas experiencias para obtener un promedio fiable



## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### 4. Introducción al modelado y generación de cargas



## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### 5. Técnicas de modelado y caracterización de cargas

Definición: La caracterización de la carga es el proceso que consiste en ...

- 1) Estudiar las cargas reales de un sistema (generalmente no repetibles)
- 2) Observar las características fundamentales de la carga
- 3) Desarrollar un modelo (que pueda usarse repetidamente)

Utilidad: Estudiar el comportamiento de un sistema informático ante cambios en la carga o en su configuración de forma controlada

En la caracterización de la carga hay que considerar { Componentes  
Parámetros

La caracterización de la carga — **PRECISA DE** → Técnicas estadísticas

## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### Componentes de una carga

Son los usuarios (o en general, las entidades) que demandan servicios (o recursos) al nivel de interface de servicios del sistema bajo prueba

### Criterios básicos para seleccionar los componentes de la carga

- Los componentes deben estar en la interfase del sistema
- Cada componente debe representar un grupo lo más homogéneo posible
- El objetivo del análisis y el dominio de control de los que toman decisiones  
Ej: El diseñador de un sistema de correo electrónico está más interesado en caracterizar una sesión específica de correo que una sesión general de usuario con muchas aplicaciones.



## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### Parámetros de una carga

Son las cantidades medidas sobre demandas de servicios (o recursos) usadas para modelar o caracterizar la carga de trabajo

Sistema	Parámetros
CPU	Instrucciones Patrones de referencias a páginas de memoria
RED	Tamaños Dirección origen Dirección destino
BASE-DATOS	Tipos de transacciones





# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Criterios básicos para seleccionar los parámetros de la carga

- Preferible usar parámetros que dependan de la propia carga y no del sistema  
Ej: El número de transacciones pedidas y no el tiempo consumido por una transacción que depende de cada sistema concreto

- Parámetros típicos a utilizar:

Tiempo entre peticiones  
Tipo de petición o tipo de recursos demandados  
Tiempo de reflexión ante la petición  
Cantidad de recursos demandados

- Incluir los parámetros que afectan significativamente al comportamiento
- Excluir los parámetros que tengan poco impacto en el comportamiento

Ej: ROUTER - Modelo para evaluar el tiempo de reenvío de paquetes

Paquetes { Tamaño → NO influye -- No se introduce como parámetro  
          { Número → SÍ influye -- Sí se introduce como parámetro  
          { Cadencia → SÍ influye -- Sí se introduce como parámetro



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Técnicas estadísticas usadas en la caracterización de la carga

### - MODELADO EN BASE A PARÁMETROS

- 1) "Resumir" el **comportamiento de cada parámetro**
  - Sencillo: Promedios + Desviaciones
  - Más precisión: Histogramas o distribuciones monovariantes
- 2) "Caracterizar" las **interrelaciones entre parámetros**
  - Sencillo: Covarianzas
  - Más precisión: Histog multiparámetro o distri multivariantes

Caracterización sin tener en cuenta la evolución a lo largo del tiempo

**Modelo  
ESTÁTICO**



Cuando importa el orden en el que se demandan servicios (recursos)



- Ejemplo: modelos de Markov

**Modelo  
DINÁMICO**

### - TÉCNICAS PARA LA CLASIFICACIÓN DE COMPONENTES

- Análisis de componentes principales
- Clustering

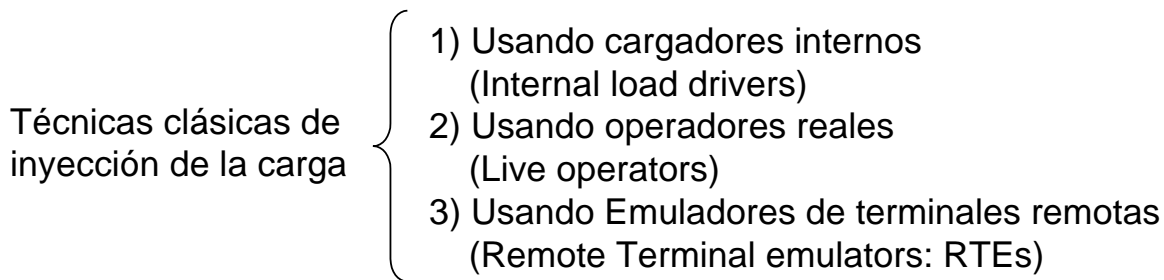


### 6. Herramientas de generación (inyección) de cargas

Una vez que se dispone de una carga ejecutable . . .  
. . . Es necesario inyectarla en el sistema

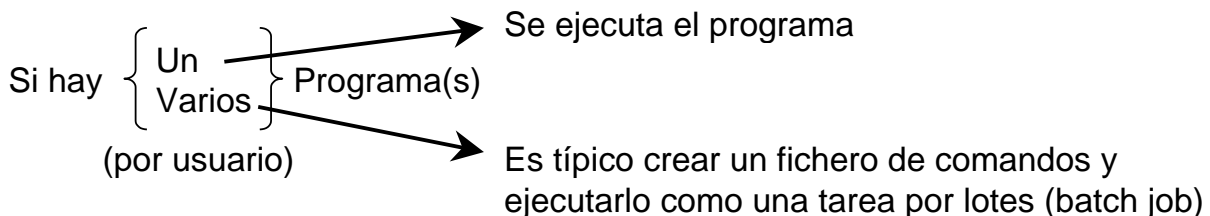
Objeto del estudio: CARGADORES (de cargas sintéticas)

**Sólo son necesarios con cargas multiusuario**  
**Con aplicaciones específicas se usa el cargador normal de aplicaciones**



### Cargadores internos

Consiste en usar los recursos disponibles en el propio sistema bajo estudio para cargar los programas en memoria y ejecutarlos



**Ventajas:** El coste de este método es prácticamente nulo

**Problemas:** 1) La sobrecarga de comunicación con las terminales no es visible  
2) La sobrecarga de acceso al disco para ejecutar el job puede modificar el comportamiento del sistema

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Operadores reales

Consiste en sentar a usuarios reales en las terminales y ejecutar conjuntos predeterminados de comandos

**Ventajas:** Tiene en cuenta la sobrecarga ocasionada por las comunicaciones con las terminales

**Problemas:**

- 1) El método es muy costoso en recursos
  - Materiales: Número de terminales a utilizar
  - Humanos: Número de usuarios x Horas usadas
- 2) El factor humano provoca
  - Varianza elevada de los resultados
  - Hay que realizar muchos ensayos para obtener el nivel de confianza deseado

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

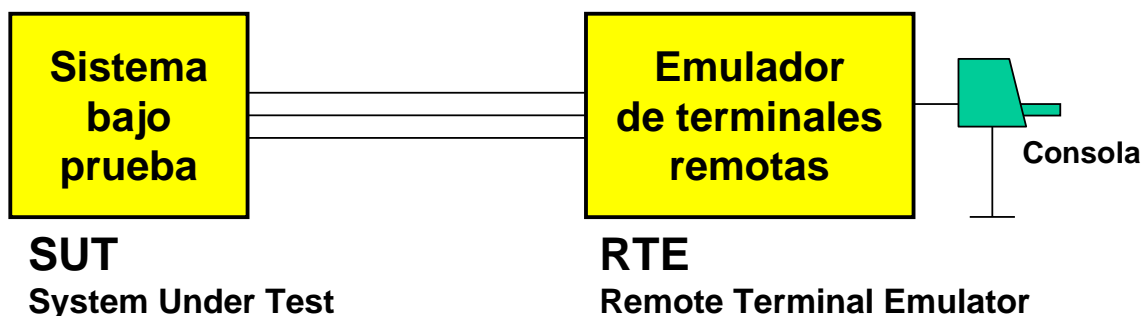
## Emuladores de terminales remotas

Consiste en utilizar un computador para inyectar la carga en el sistema bajo evaluación

**Ventajas:**

- 1) El computador puede emular fácilmente a muchos usuarios (todas)
- 2) Además lo hace de forma controlada y repetible

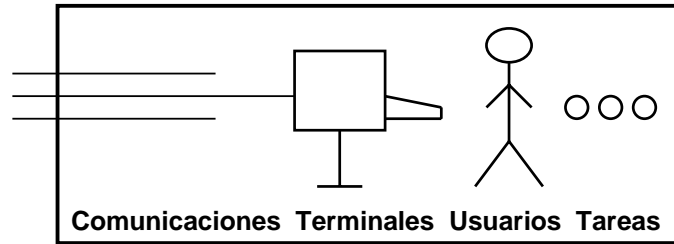
**Esquema de trabajo:**



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Componentes emulados por un RTE

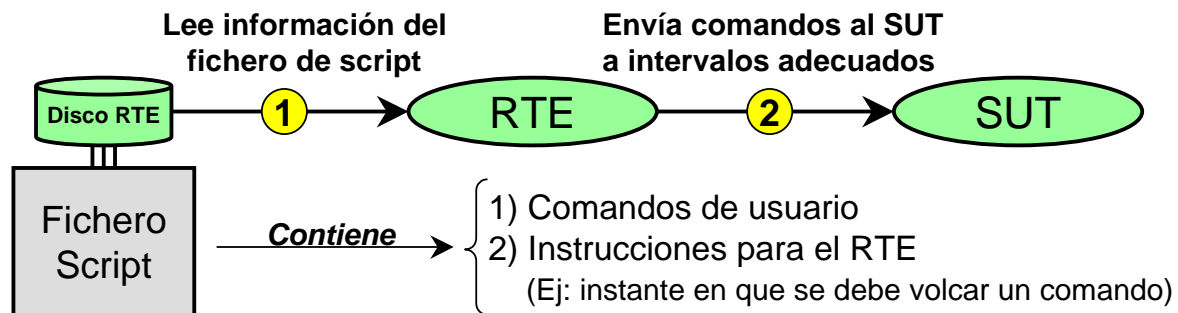
Las terminales  
Las comunicaciones  
Los usuarios (comportamiento)  
Las tareas o peticiones



## Físicamente un RTE emula

Un potente computador, a veces con SO que soporta operaciones en tiempo real

## Modo de trabajo de un RTE



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Incompatibilidades entre RTEs

Cada RTE tiene su juego de instrucciones (o directivas)  
Además los comandos para cada SUT son específicos

## Para comparar 2 SUTs incompatibles ...

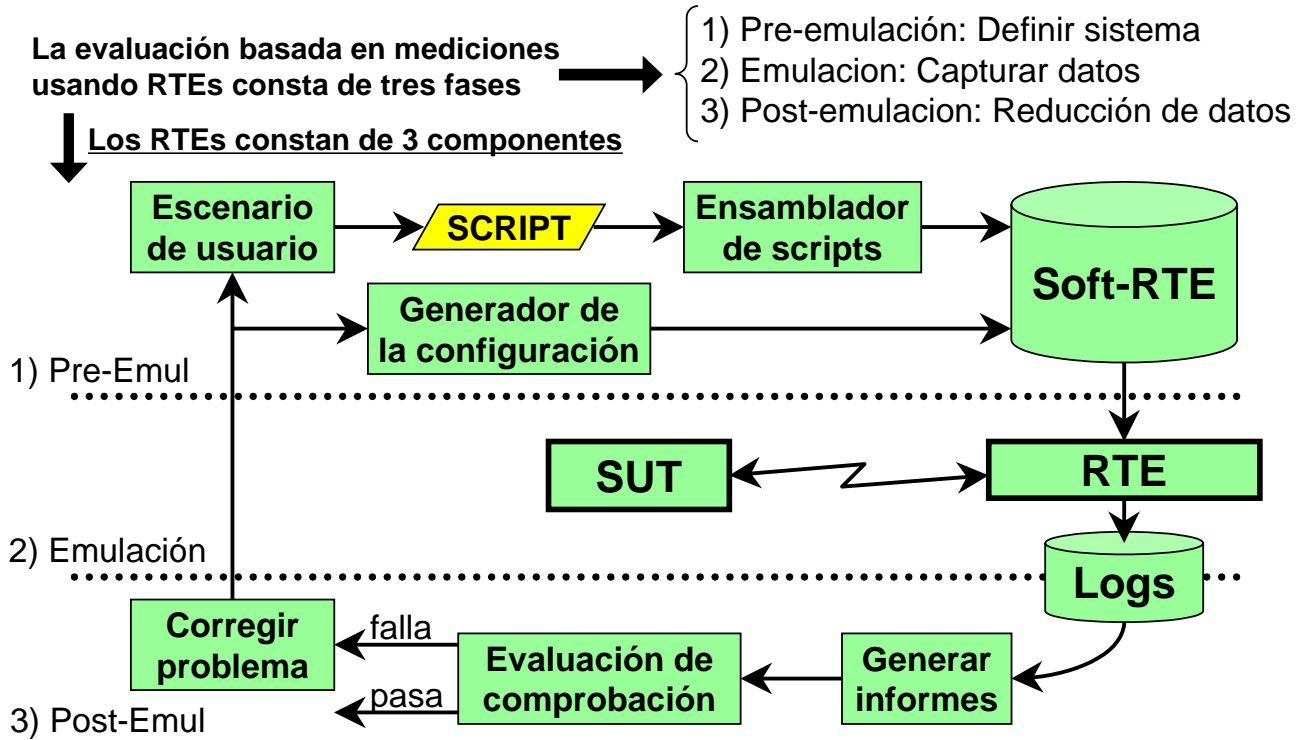
Hay que describir la carga de forma independiente del SUT y del RTE  
(Esta descripción se denomina ESCENARIO)

Ejemplo de escenario

- 1.- Consultar el directorio de un disco
- 2.- Imprimir 15 ficheros
- 3.- Ejecutar un programa de xxx
- 4.- ...

# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Componentes y funcionamiento de un RTE



# LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

## Pre-emulación

**Definición de la configuración** ↔ **Indicarle al RTE las características de ...**

- Las terminales: Velocidad de E/S, si son síncronas o asíncronas
- Los usuarios: Velocidad de tecleado, tiempo de reflexión
- Sus programas: Programas y órdenes que ejecutan

**Ejemplo de definición de la configuración de un RTE**

<u>Línea comunic</u>	<u>Fichero Script</u>	<u>Vel tecleado (car/seg)</u>	<u>Vel E/S terminal (KB/seg)</u>	<u>Tiempo de reflexión</u>
1	test1	3	30	5 seg
2	test8	3	30	3 seg
3	test6	2	30	5 seg
...				

## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### Pre-emulación

Definición del script  Incluye las órdenes y programas de un usuario

#### Ejemplo de script

<u>Directiva</u>	<u>Para</u>	<u>Explicación</u>
\\ TIME D1 \\	RTE	Arranca el temporizador D1
DIR	SUT	Obtiene el directorio
\\ END TIME D1 \\	RTE	Para D1 y anota el tiempo transcurrido
\\ FOR I=50 \\	RTE	
PRINT TIME.LST	SUT	Imprime 50 veces el fichero indicado
\\ NEXT I \\	RTE	
\\ DELAY 30 \\	RTE	Introduce un retardo de 30 segundos
RUN PROGRAM-X	SUT	Ejecuta el programa PROGRAM-X
\\ FOR I=50 \\	RTE	Envía 50 números (1 a 50) al RTE
\\ SEND I \\	RTE	
\\ IGNORE N \\	RTE	No introducir el tiempo de reflexión en las N líneas siguientes

## LA CARGA DE TRABAJO DE UN SISTEMA

### Emulación

- El RTE inyecta la carga al sistema
- En la consola del RTE se puede monitorizar lo que está ocurriendo
- Todos los datos de interés son almacenados en disco

### Post-emulación

- Los RTEs suelen ser sistemas específicos que trabajan en tiempo-real
- Mejor transferir los datos a un sistema con herramientas de análisis