

## Autores:

- Nava Benítez David Emilio
- Tavera Castillo David Emmanuel

## Problema: Impresoras

Descripción del problema: En el día a día, en diferentes lugares el uso de impresoras es tan común y necesario que es de suma importancia mantener un control de dichas impresoras para poder satisfacer las necesidades de aquellos que la ocupan y que no haya inconformidades por un mal funcionamiento. En estos meses, al estar en el Instituto de Investigaciones Jurídicas (David Nava) y en el servicio social en la Facultad de Ingeniería (David Tavera), se ha visto varios problemas en las dichas impresoras. Y con un análisis (no tan exhaustivo hay que decirlo), realmente la concurrencia ahí es un problema que te deja canas verdes. Debido a que no se tiene la posibilidad de que cada persona tenga una impresora asignada a ellas, en ciertos espacios una gran cantidad de personas puede mandar a imprimir a una sola impresora, pero no conforme a ello, también pueden escanear y sacar copias. Entonces tenemos tres procesos en que en ciertas ocasiones puede llegar a ser un problema y más cuando todos quieren trabajar sobre la impresora.

Ahora bien, luego tenemos que se tienen 3 o 4 impresoras asignadas cada una a un área específica y que la comparten las personas de esa área, pero sucede (y es lo que pasa actualmente en el IIJ y en la FI) que una impresora se descompone y en lo que el fabricante le da mantenimiento, la impresora (o impresoras) que funcionan se sobrecargan con las personas de la susodicha impresora.

Entonces identificamos varios puntos de concurrencia en este aspecto:

- 1.- Varias personas requieren imprimir a la vez
- 2.- Varias personas requieren sacar copias a la vez
- 3.- Varias personas requieren escanear a la vez

¡Y por si fuera poco! ¡Una combinación de ellas!

Pero aún peor, ¡¿y si una falla?!

Así pues, ¡aquí presentamos la solución!

## Para resumir el programa realizado en C

Este programa simula un entorno de múltiples usuarios accediendo a un conjunto limitado de impresoras, las cuales pueden presentar fallas y ser reparadas. Se emplean técnicas de programación concurrente utilizando hilos, semáforos y mutex para controlar el acceso compartido a los recursos.

### Mecanismos de sincronización empleados:

- **Semáforos:** Son los que controlan cuántos usuarios pueden acceder a una impresora al mismo tiempo.
- **Mutex:** Protege las variables compartidas.

### Variables Compartidas:

- 'impresoras\_disponibles': Impresoras funcionales en el sistema.
- 'usuarios\_activos': número de usuarios restantes.
- 'estado\_impresoras[]': estado de cada impresora que puede ser 1 = operativa o 0 = dañada.
- 'en\_uso[]': indica que una impresora esta siendo usada actualmente
- 'ultima\_impresora\_usada': Usada para repartir equitativamente el uso de impresoras.

### Flujo de operación:

- 1.- Se puede elegir cuantos usuarios participarán (máximo 100)
- 2.- Se inicializan las 4 impresoras
- 3.- Se lanzan:
  - Un hilo de mantenimiento que simula las fallas en impresoras
  - Un hilo de reparación (de impresoras)
  - Un hilo por cada usuario participante
- 4.- Cada usuario espera su turno, accede a una impresora disponible, realiza una acción aleatoria (imprimir, copiar o escanear), y libera la impresora (la deja de usar)
- 5.- Una vez que todos los usuarios hayan terminado su acción, el programa finaliza.

### Descripción algorítmica del avance de cada hilo

- **Hilo principal**  
Solicita el número de usuarios.  
Inicializa semáforo y mutex.  
Lanza hilos:
  - De mantenimiento (descompone impresoras aleatoriamente).
  - De reparación.
  - Uno por cada usuario.

- Espera a que todos los hilos terminen con *pthread\_join*.
- **Hilos de usuario (tarea)**  
Espera turno mediante *sem\_wait(&impresora)*  
Busca una impresora disponible con *obtenerImpresoraDisponible()*  
Realiza una acción aleatoria  
Libera la impresora(*sem\_post*) y disminuye los usuarios con *usuarios\_activos*  
Cada hilo de usuario trabaja de forma autónoma y sincronizada
  - **Hilo de mantenimiento**  
Espera un tiempo aleatorio y descompone una impresora si hay más de una disponible y ninguna descompuesta.
  - **Hilo de reparación**  
Verifica cada 10 segundos si hay alguna impresora descompuesta.  
Si la hay, la repara y aumenta el contador de impresoras disponibles.

### Descripción de la interacción entre hilos

- Usuarios y semáforo: Solo pueden operar tantas impresoras como haya disponibles (el semáforo controla eso).
- Usuarios y mutex: Al asignar impresoras y modificar variables globales, se requiere protección contra acceso simultáneo a dichas variables globales.
- Mantenimiento y reparación: Actúan como eventos externos que modifican el sistema. Ambos también requieren mutex para modificar los estados de impresoras.
- Todos dependen del mutex para garantizar consistencia al modificar las estructuras compartidas.

### Observaciones:

- Las impresoras pueden fallar aleatoriamente.
- El sistema permite observar concurrencia, espera y reparación.
- El comportamiento puede cambiar en cada ejecución debido al uso de números aleatorios.

### Descripción del entorno de desarrollo

Lenguaje empleado: C

Se usan bibliotecas estándar POSIX.

Bibliotecas: pthread.h,  
semaphore.h,  
unistd.h,  
stdlib.h,  
stdio.h

time.h

El proyecto se desarrollo bajo el sistema operativo Windows 11 y también se probó en Windows 10.

Importante contar con una terminal compatible con secuencias ANSI para colores.

### Ejemplos (pantallazos) de ejecución exitosa

Con 5 usuarios.

```
-----  
Ingrese el numero de usuarios que van a trabajar el dia de hoy: 5
```

```
Ubicacion de las impresoras:
```

```
    [NORTE]
```

```
    [OK] Impresora Norte
```

```
    [PONIENTE]
```

```
    [OK] Impresora Poniente
```

```
    [ORIENTE]
```

```
    [OK] Impresora Oriente
```

```
    [SUR]
```

```
    [OK] Impresora Sur
```

```
-----  
Usuario 4 esperando su turno en la sala de espera...
```

```
Usuario 4 esta usando Impresora Norte...
```

```
Usuario 3 esperando su turno en la sala de espera...
```

```
Usuario 3 esta usando Impresora Sur...
```

```
Usuario 3 esta imprimiendo...
```

```
Usuario 4 esta sacando copias...
```

```
Usuario 1 esperando su turno en la sala de espera...
```

```
Usuario 1 esta usando Impresora Oriente...
```

```
Usuario 1 esta imprimiendo...
```

```
Usuario 5 esperando su turno en la sala de espera...
```

```
Usuario 2 esperando su turno en la sala de espera...
```

```
Usuario 5 esta usando Impresora Poniente...
```

```
Usuario 5 esta sacando copias...
```

```
Usuario 1 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
```

Con 15 usuarios

```
-----
Sistema de impresoras.
-----
Ingrese el numero de usuarios que van a trabajar el dia de hoy: 15

Ubicacion de las impresoras:

      [NORTE]
      [OK] Impresora Norte

      [PONIENTE]      [ORIENTE]
      [OK] Impresora Poniente      [OK] Impresora Oriente

      [SUR]
      [OK] Impresora Sur
-----
Usuario 15 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 8 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 1 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 15 esta usando Impresora Norte...
Usuario 8 esta usando Impresora Sur...
Usuario 8 esta sacando copias...
Usuario 1 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 1 esta escaneando...
Usuario 15 esta imprimiendo...
Usuario 3 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 3 esta usando Impresora Poniente...
```

```
Usuario 12 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 6 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 11 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 13 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 9 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 14 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 10 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 5 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 3 esta imprimiendo...
Usuario 2 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 7 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 4 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 3 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 15 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 12 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 12 esta escaneando...
Usuario 6 esta usando Impresora Norte...
Usuario 6 esta sacando copias...
Usuario 8 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 11 esta usando Impresora Sur...
Usuario 11 esta escaneando...
Usuario 1 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.

Impresora Oriente se ha descompuesto! Impresoras disponibles: 3

Ubicacion de las impresoras:

      [NORTE]
      [OK] Impresora Norte

      [PONIENTE]      [ORIENTE]
      [OK] Impresora Poniente      [XX] Impresora Oriente
```

```

                [SUR]
            [OK] Impresora Sur

-----
Usuario 6 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 9 esta usando Impresora Norte...
Usuario 9 esta escaneando...
Usuario 12 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 14 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 14 esta sacando copias...
Usuario 11 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 10 esta usando Impresora Sur...
Usuario 10 esta imprimiendo...
Usuario 10 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 9 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 14 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 5 esta usando Impresora Sur...
Usuario 5 esta escaneando...
Usuario 7 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 7 esta imprimiendo...
Usuario 2 esta usando Impresora Norte...
Usuario 2 esta escaneando...

Impresora Oriente ha sido reparada! Impresoras disponibles: 4

Ubicacion de las impresoras:

                [NORTE]
            [OK] Impresora Norte

                [PONIENTE]                [ORIENTE]
            [OK] Impresora Poniente        [OK] Impresora Oriente

```

```

Usuario 2 esta usando Impresora Norte...
Usuario 2 esta escaneando...

Impresora Oriente ha sido reparada! Impresoras disponibles: 4

Ubicacion de las impresoras:

                [NORTE]
            [OK] Impresora Norte

                [PONIENTE]                [ORIENTE]
            [OK] Impresora Poniente        [OK] Impresora Oriente

                [SUR]
            [OK] Impresora Sur

-----
Usuario 4 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 4 esta escaneando...
Usuario 7 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 13 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 13 esta escaneando...
Usuario 2 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 5 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 4 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
Usuario 13 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.

-----
Process exited after 28.08 seconds with return value 0
Presione una tecla para continuar . . .

```

Con 50 usuarios (antes de el mapa de impresoras)

```
C:\Users\emili\OneDrive\Docu x + v

-----
Bienvenido al sistema de impresoras.
-----

Ingrese el numero de usuarios que van a trabajar el dia de hoy: 50
Usuario 13 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 13 esta usando Impresora Norte...
Usuario 13 esta escaneando...
Usuario 12 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 12 esta usando Impresora Sur...
Usuario 12 esta escaneando...
Usuario 47 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 47 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 47 esta escaneando...
Usuario 36 esperando su turno en la sala de espera...
Usuario 36 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 36 esta imprimiendo...

Usuario 3 esta sacando copias...
Usuario 46 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 49 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 49 esta escaneando...
Usuario 41 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
Usuario 15 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 15 esta escaneando...
Usuario 3 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 5 esta usando Impresora Sur...
Usuario 5 esta imprimiendo...

Impresora Norte ha sido reparada! Impresoras disponibles: 4
Usuario 25 esta usando Impresora Norte...
Usuario 25 esta escaneando...
Usuario 49 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 35 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 35 esta escaneando...
Usuario 5 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 22 esta usando Impresora Sur...
Usuario 22 esta escaneando...
Usuario 15 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
Usuario 31 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 31 esta sacando copias...
Usuario 25 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 21 esta usando Impresora Norte...
Usuario 21 esta escaneando...
Usuario 35 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 27 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 27 esta sacando copias...
Usuario 22 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
```

```
Usuario 29 esta usando Impresora Sur...
Usuario 29 esta imprimiendo...
Usuario 29 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 8 esta usando Impresora Sur...
Usuario 8 esta sacando copias...
Usuario 16 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
Usuario 24 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 24 esta escaneando...
Usuario 11 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 26 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 26 esta escaneando...
Usuario 50 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 17 esta usando Impresora Norte...
Usuario 17 esta imprimiendo...
Usuario 17 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 14 esta usando Impresora Norte...
Usuario 14 esta imprimiendo...
Usuario 8 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 19 esta usando Impresora Sur...
Usuario 19 esta sacando copias...
Usuario 24 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
Usuario 2 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 2 esta imprimiendo...
Usuario 26 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 44 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 44 esta escaneando...
Usuario 14 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
```

```
Usuario 17 esta imprimiendo...
Usuario 8 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 19 esta usando Impresora Sur...
Usuario 19 esta sacando copias...
Usuario 24 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
Usuario 2 esta usando Impresora Oriente...
Usuario 2 esta imprimiendo...
Usuario 26 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 44 esta usando Impresora Poniente...
Usuario 44 esta escaneando...
Usuario 14 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 34 esta usando Impresora Norte...
Usuario 34 esta imprimiendo...
Usuario 19 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
Usuario 2 ha terminado su tarea en Impresora Oriente.
Usuario 10 esta usando Impresora Sur...
Usuario 10 esta imprimiendo...
Usuario 34 ha terminado su tarea en Impresora Norte.
Usuario 44 ha terminado su tarea en Impresora Poniente.
Usuario 10 ha terminado su tarea en Impresora Sur.
```

```
-----
Process exited after 52.82 seconds with return value 0
Presione una tecla para continuar . . .
```