



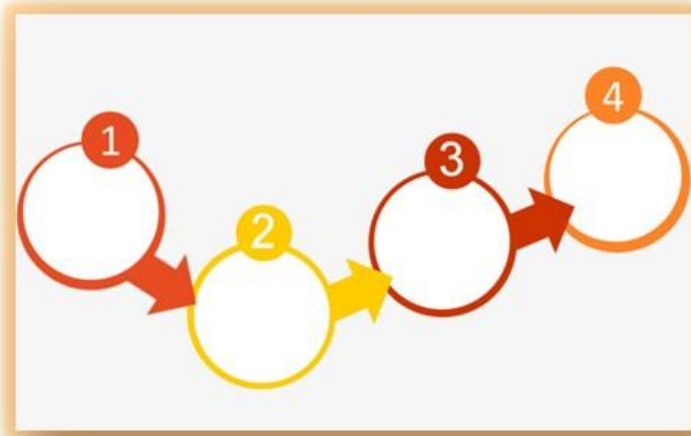
# PROGRAMACIÓN DE OPERACIONES A CORTO PLAZO

Ing. Álvaro Junior Caicedo Rolón



**Universidad Francisco  
de Paula Santander**  
Vigilada Mineducación

¿De qué manera se puede asignar y secuenciar las ordenes de producción y el personal?



Consiste en la asignación de trabajos a las máquinas o centros de trabajo; trabajadores a trabajos por realizar (programación semanal, diaria o por horas)



Son planes a corto plazo con el fin de poner en práctica el MPS.

Un programa constituye un calendario que señala cuando realizar las actividades, emplear los recursos o asignar las instalaciones.

Es la asignación específica de órdenes de trabajo a cada centro de trabajo durante el periodo de planeación.

## CENTRO DE TRABAJO

Es un área de un negocio donde se encuentran organizados los recursos productivos y donde se realiza el trabajo. Puede ser una máquina , un grupo de máquinas o un área donde se desempeña un tipo concreto de trabajo. Pueden estar organizados por procesos, productos o grupos de tecnología.

## CARGA DE TRABAJO

Es la asignación de tareas a los centros de trabajo o proceso.

## PROGRAMACIÓN DETALLADA

Indica los momentos de comienzo y fin de las actividades en cada centro de trabajo. Así como la secuencia de operaciones de cada pedido.

- Scheduling
- Sequencing



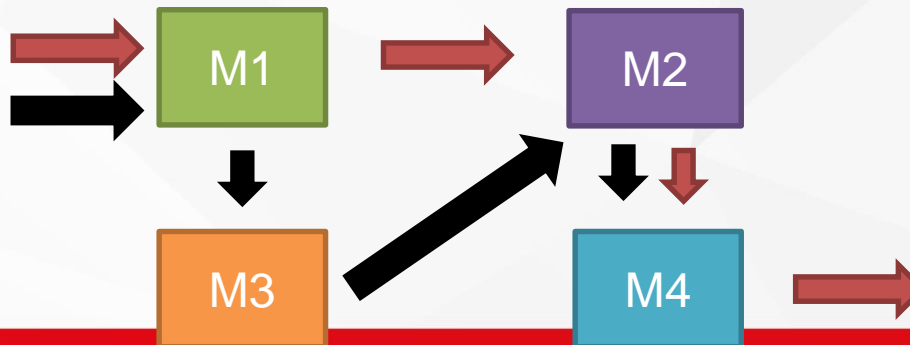
- MPS (Semanal)
- MRP



- Flow shop (ambiente de fábrica, máquinas)



- Job shop



$$n!^m$$

$n = \text{trabajos}$   
 $m = \text{máquinas}$

# CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE PROGRAMACIÓN

## ✓ De acuerdo al tiempo:

- **Programación hacia adelante (sistemas intermitentes)** : es la más frecuentemente usada y se entiende como la situación donde el sistema toma un pedido y después programa cada una de las operaciones que será realizada en un tiempo futuro. Este sistema indica la fecha más próxima en que se puede terminar un pedido.

Ejemplo: hospital, clínica, fabricación por pedidos



# CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE PROGRAMACIÓN

## ✓ De acuerdo al tiempo:

- **Programación hacia atrás (MRP)** : empieza a partir de una fecha futura (de entrega) (fecha de vencimiento). Y programa las operaciones requeridas en secuencia inversa. Indica lo mas tarde que se puede empezar un pedido de forma que quede terminado en una fecha especifica.





# CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE PROGRAMACIÓN

✓ De acuerdo a la capacidad:

- **Cargas infinitas** : representa el trabajo asignado a un centro de trabajo con base en lo que se necesitará en el transcurso del tiempo. No se considera si la capacidad de los recursos necesarios es suficiente para realizar en trabajo (se estima el tiempo de entrega, considerando los cuatro tiempos).

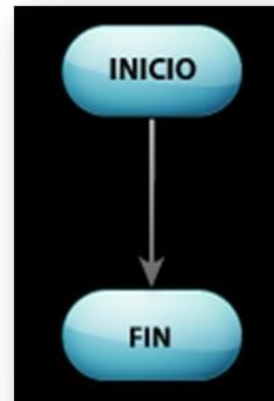




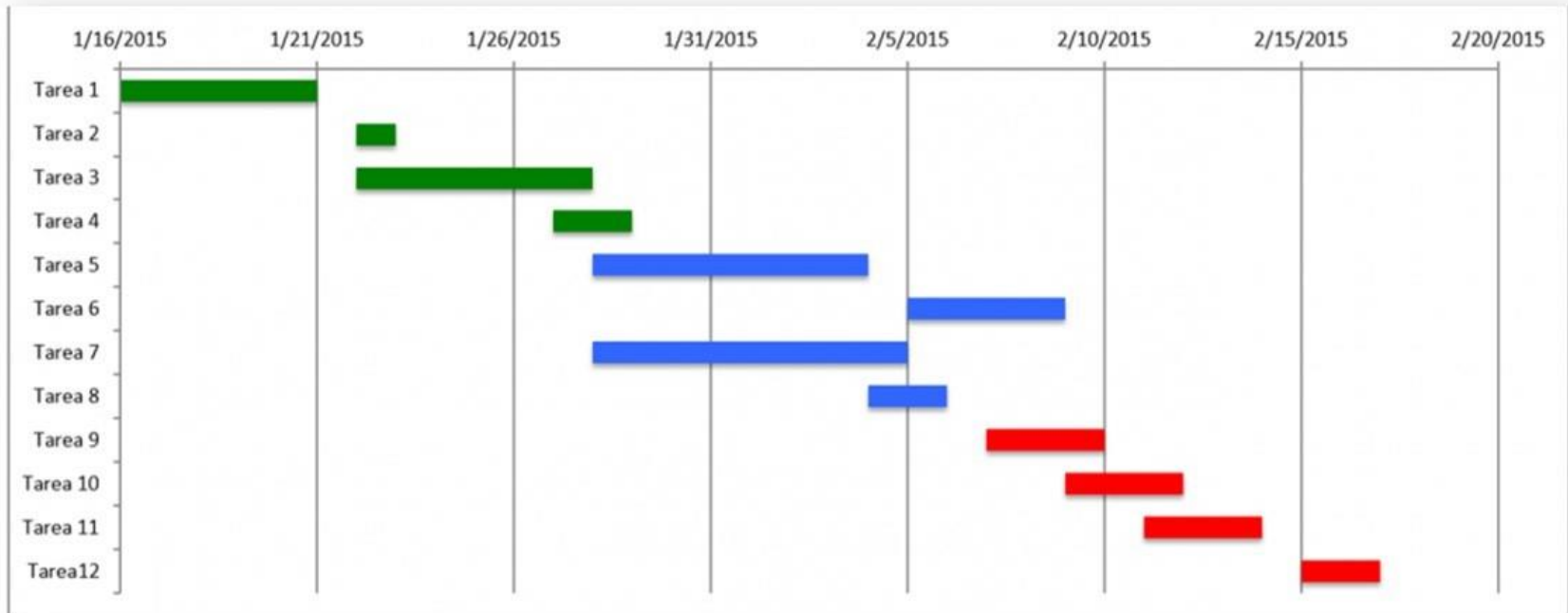
# CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE PROGRAMACIÓN

✓ De acuerdo a la capacidad:

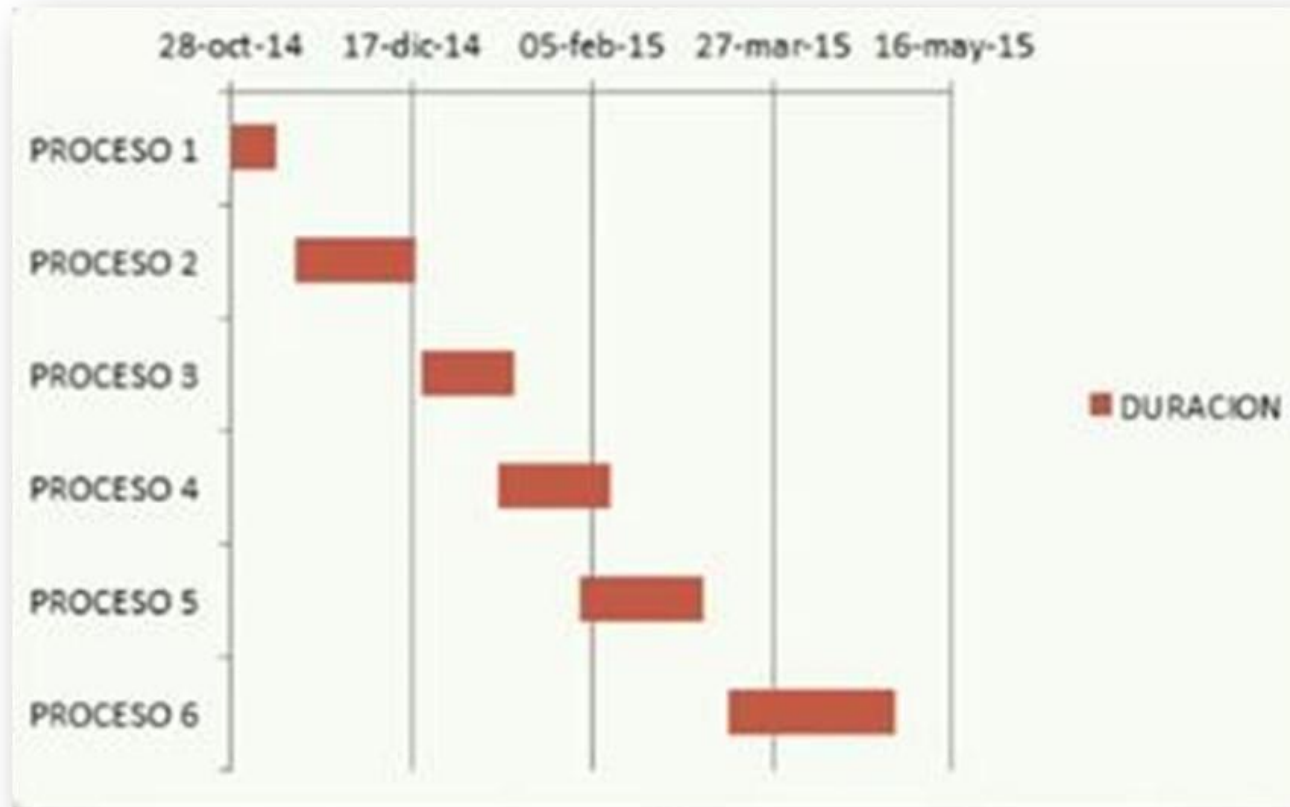
- **Cargas finitas** : cada recurso es programado con detalle usando el tiempo de preparación de las máquinas y de realización requeridos para cada pedido. El sistema determina con exactitud que se hará con cada recurso, en cada momento de la jornada laboral (establece el inicio y fin de las ordenes, utiliza el diagrama de Gantt).



## Gráfica de Gantt por progreso de la actividad (Avance de trabajo)

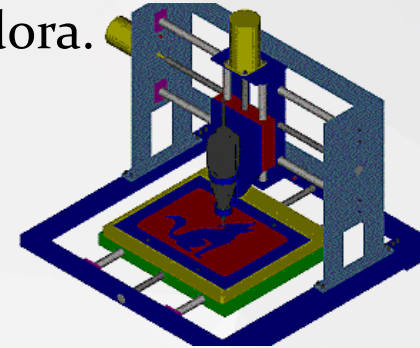


## Gráfica de Gantt por proceso ó centro de trabajo



## LIMITACIONES DE UN PROCESO

- Proceso limitado a máquinas: el equipo o maquinaria será el recurso crítico que se programa. Ej: pausterizador, embotelladora.



- Proceso limitado a mano de obra: el recurso clave que se programará son las personas (artesanales, uso intenso de m.o.) (Lavado, pulido, pintura de vehículos).



# FUNCIONES DE LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE UNA OPERACIÓN

1. Asignar pedidos, equipos y personal a los centros de trabajo y otros lugares especificados.
2. Establecer la secuencia de la ejecución de los pedidos, es decir el orden de prioridad de las tareas.
3. Iniciar la ejecución del trabajo programado (expedir los pedidos, la actividad que inicia con el programa)
4. Controlar el taller de la planta o control de la producción, lo cual involucra:
  - Revisar la medida de avance de los pedidos y controlarlos mientras se trabaja en ellos.
  - Acelerar los pedidos atrasados y críticos.

# OBJETIVOS DE LA PROGRAMACIÓN DEL CENTRO DE TRABAJO



1. Cumplir con los tiempos de entrega
2. Reducir al mínimo los tiempos de entrega
3. Reducir al mínimo el tiempo o el costo de alistamiento de las máquinas
4. Reducir al mínimo el inventario de productos en proceso.
5. Maximizar la utilización de las máquinas y m.o.

# REGLAS DE PRIORIDAD PARA ESTABLECER LA SECUENCIA DE LOS TRABAJOS

- 1. Primero en entrar, primero en salir (PEPS):** los pedidos son procesados siguiendo el orden en que llegan (FCFS).
- 2. Tiempo más breve de operación** (*tiempo de procesamiento más corto*) (**SOT**): primero se procesa la tarea que tarda menos tiempo en quedar terminada, después la siguiente que requiere menos tiempo y así sucesivamente.
- 3. Fecha de vencimiento:** procesa el trabajo tomando primero el que tiene la fecha de vencimiento más próxima.



# REGLAS DE PRIORIDAD PARA ESTABLECER LA SECUENCIA DE LOS TRABAJOS

**4. Margen de tiempo restante (STR):** Se calcula así:

MTR = (tiempo restante antes de fecha de vencimiento – tiempo restante para su procesamiento)

$$MTR = (\text{tiempo de vencimiento} - \text{tiempo de procesamiento})$$

Los pedidos que tienen menos margen de tiempo restante son procesados primero.

**5. Margen de tiempo restante por operación (STR/OP) (MTR/OP):** los pedidos que tienen menos margen de tiempo por cantidad de operaciones son procesados primero.

$$\frac{MTR}{OP} = \frac{STR}{\text{Número de operaciones restantes}}$$

# REGLAS DE PRIORIDAD PARA ESTABLECER LA SECUENCIA DE LOS TRABAJOS

6. **Proporción crítica (CR):** Se calcula así:

$$CR = PC = \frac{(fecha\ de\ entrega - fecha\ actual)}{tiempo\ requerido} = \frac{tiempo\ de\ vencimiento}{tiempo\ requerido}$$

Incluye los tiempos de preparación, procesamiento, traslado y espera.

< 1, indica que el trabajo esta retrasado respecto al programa.

> 1, indica que el trabajo esta adelantado respecto al programa

Los pedidos con la < CR son procesados primero.

7. **Último en entrar, primero en salir (UEPS):** a medida que entran los pedidos se colocan encima de los demás, tomando “el operador” primero el pedido que esta arriba para procesarlo.

# REGLAS DE PRIORIDAD PARA ESTABLECER LA SECUENCIA DE LOS TRABAJOS

**8. Orden aleatorio:** los supervisores escogen el trabajo que quieren para procesarlo.

Nota: (En caso de empate se selecciona aleatoriamente uno de esos trabajos).

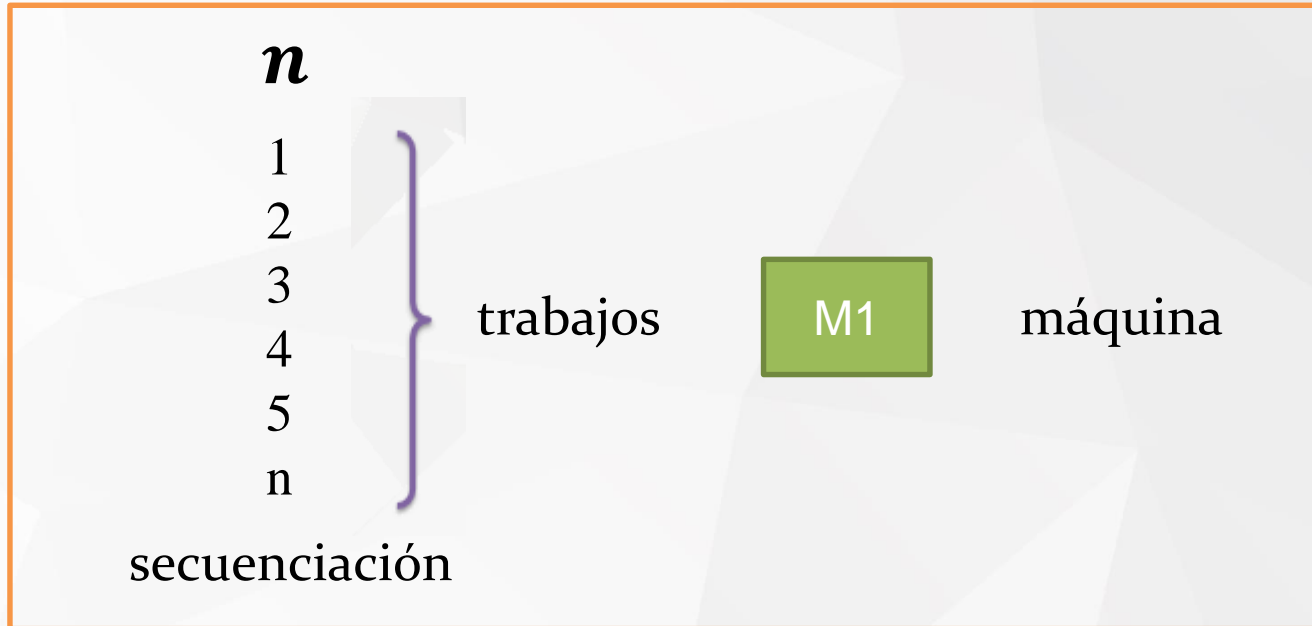
**TF** = El tiempo de flujo, es el lapso que transcurre desde el momento en que el trabajo llega al taller hasta que el trabajo se completa.

**TMF** = Es el promedio de todos los tiempos de flujo de todos los trabajos.

**TMR** = tiempo medio de retraso



# PROGRAMACIÓN DE $n$ TRABAJOS EN UNA MÁQUINA

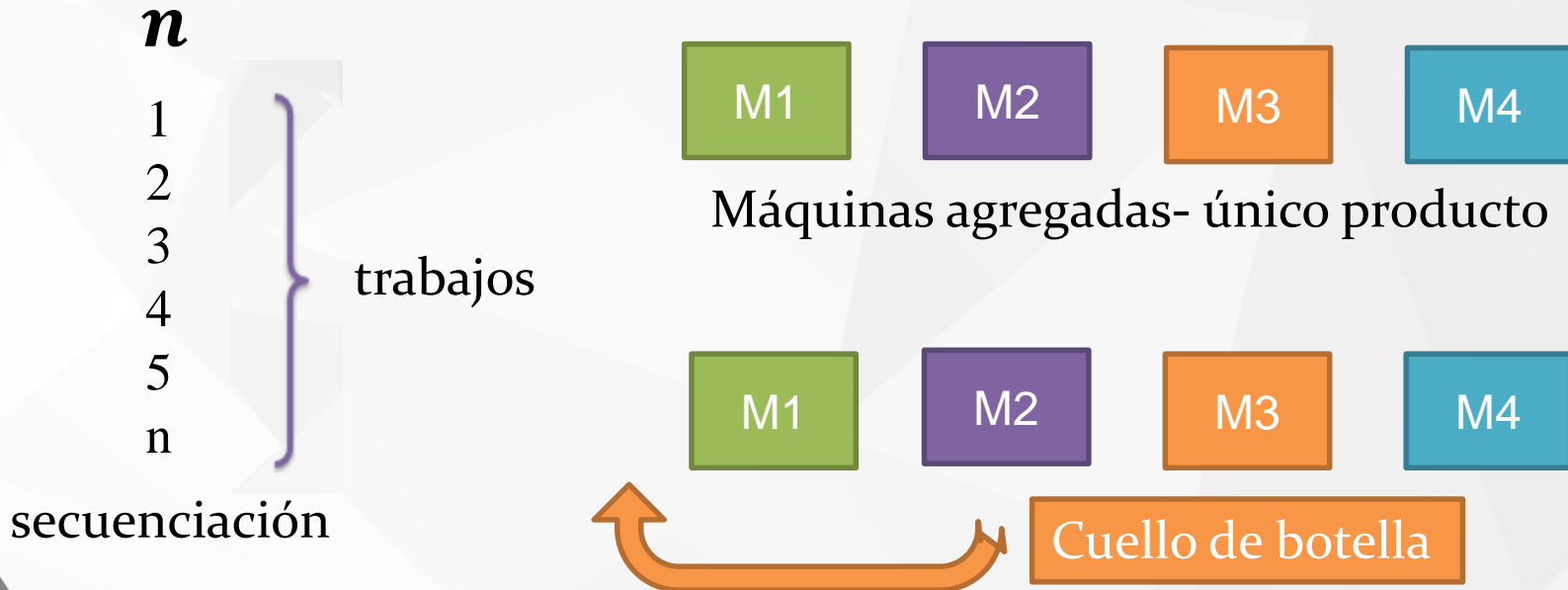


Esta técnica evalúa algunas de las reglas de prioridad y las compara con base en alguna medida de desempeño u objetivo como : tiempo medio de flujo, tiempo medio de retraso, % de utilización, # medio de trabajos en el sistema, entre otros

La única restricción para ( $n$ ) es que tiene que ser un número finito especificado. Estos modelos también son útiles para programar varias máquinas:

- Varias máquinas se consideran como una máquina agregada
- La línea de producción completa se considera como un solo procesador

También son adecuados para procesos en series que contienen una máquina cuello de botella que restringe al sistema completo.



## Supuestos:

- Todos los trabajos deben estar disponibles para su procesamiento en el tiempo 0 (cero)
- Se considera un tiempo requerido que incluye tiempo de proceso y tiempo de alistamiento
- Una vez se inicie un trabajo no se puede interrumpir
- La máquina esta disponible continuamente



**Ejercicio:** En un centro mecanizado se necesita programar 5 trabajos requeridos por los clientes. Los tiempos de proceso y la hora prometida de entrega de cada trabajo se encuentra en la tabla. Suponga que la hora actual es 10 am.

Trabajo	Tiempo procesamiento (min) TP	Hora prometida de entrega	Tiempo de vencimiento (min) TV
A	40	11 am	60
B	150	2 pm	240
C	20	2 pm	240
D	160	1 pm	180
E	90	4 pm	360

Elabore un programa de trabajo, aplicando las siguientes reglas:

- Fecha de vencimiento más cercano



## MODELO MATEMÁTICO

**1. Objetivo:** Determinar el tiempo de inicio de cada trabajo en la máquina que minimice la tardanza

**2. Conjuntos** **índice**  
Trabajos = {1,2,3,4,5}  $i, j$

### 3. Parámetros constantes

$P_i$ = tiempo de proceso de trabajo  $i$

$D_i$ = tiempo de vencimiento de cada trabajo  $i$

## 4. Variables de decisión

$Y_{ij} = 1$   $\implies$  Si el trabajo  $i$  es antes del trabajo  $j$

$Y_{ij} = 0$   $\implies$  Si el trabajo  $j$  es antes del trabajo  $i$

$S_i$   $\implies$  Tiempo de inicio del trabajo  $i$

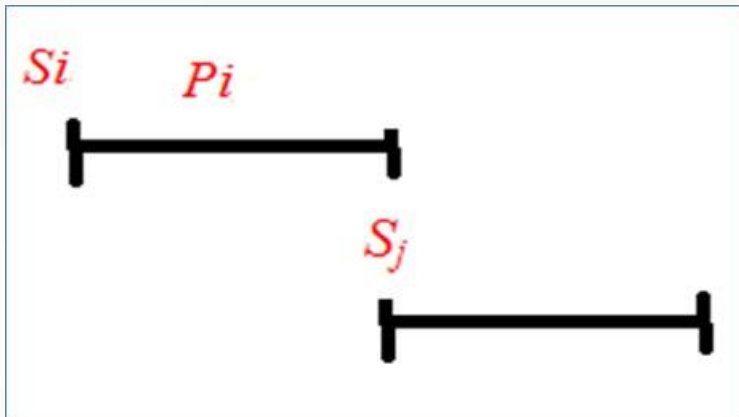
$t_i$   $\implies$  tardanza para cada trabajo  $i$

## 5. Función Objetivo

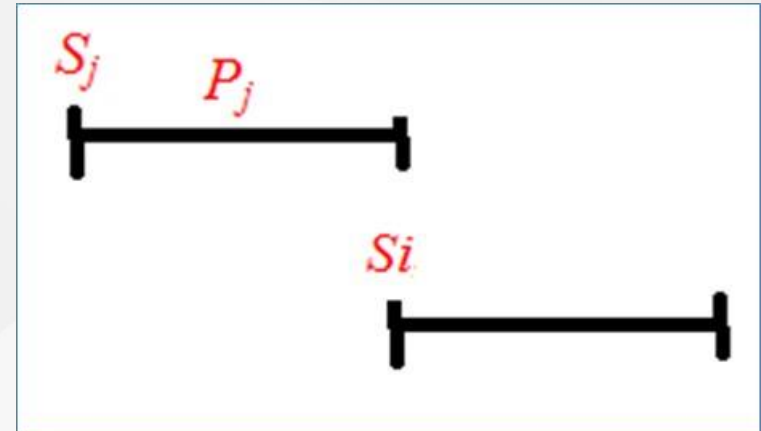
$$\text{Min } Z = \sum_i t_i$$

## 6. Restricciones Traslape (Overlap)

$$S_i + P_i \leq S_j + M * (1 - Y_{ij})$$

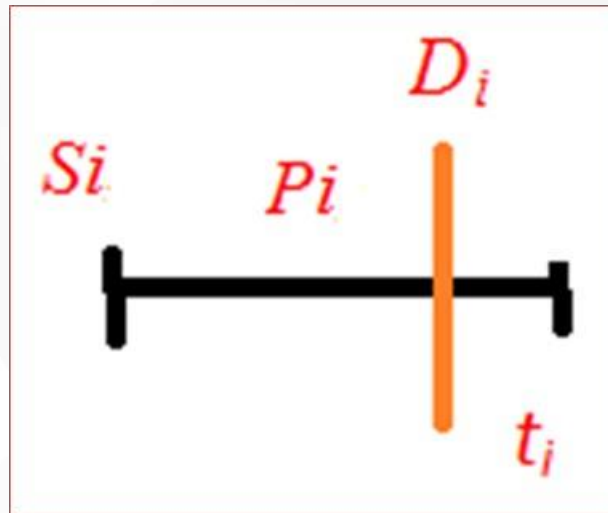


$$S_j + P_j \leq S_i + M * Y_{ij} ; \forall i, j$$



## 6. Restricciones Tardanza

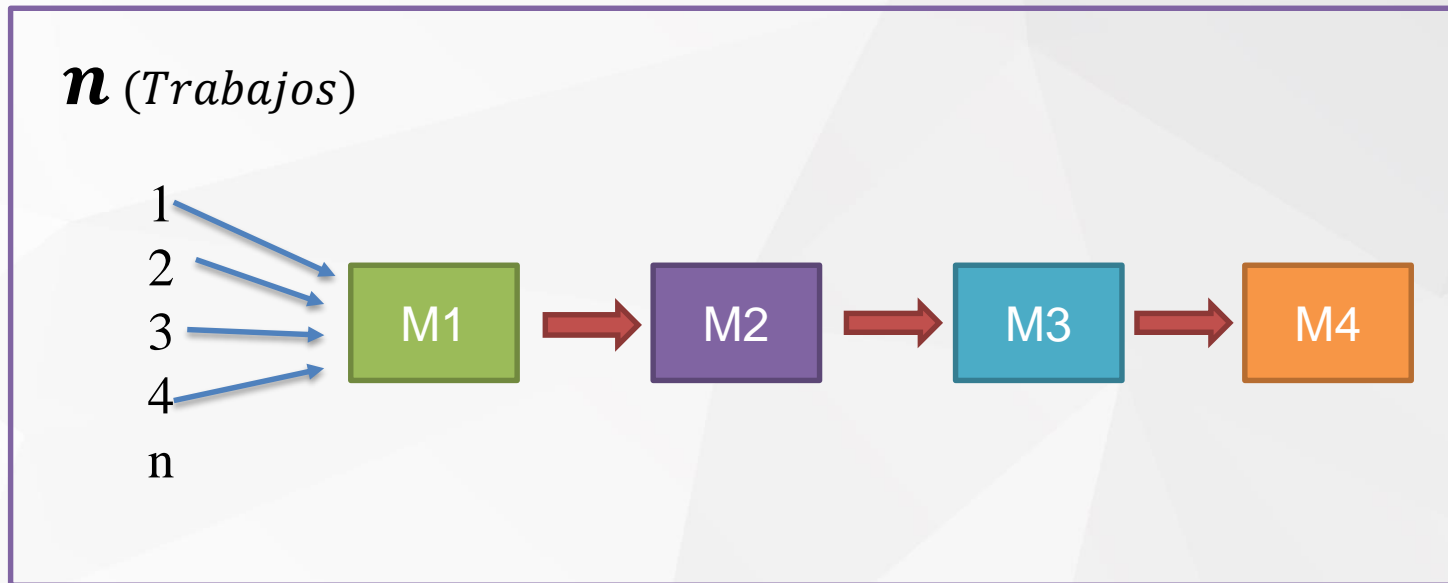
$$t_i \geq S_i + P_i - D_i ; \forall i$$



## 6. Restricciones

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad S_i, t_i \geq 0$$

# PROGRAMACIÓN DE $n$ TRABAJOS EN $m$ MÁQUINAS SECUENCIALES



Existen diferentes enfoques para convertir el problema de  $m$  máquinas en un problema de dos máquinas, y luego aplicar el algoritmo de Jhonson se debe seleccionar el mejor programa de ellas:

En ocasiones la mejor solución la da Gupta, en otras el enfoque de conversión.

## ➤ ENFOQUE DE CONVERSIÓN (CDS CAMBEL – DUDEK – SMITH )

Para un problema de  $m$  máquinas de tiene:

$$P_{i1} = \sum_{j=1}^k P_{ij}$$

$i$  = trabajos

$$P_{i2} = \sum_{j=l}^m P_{ij}$$

$j, k, l, m$  = máquinas

$P_{i1}$  y  $P_{i2}$   Tiempos de proceso de los trabajos  $i$  en los pseudomáquinas 1 y 2.

## PROCEDIMIENTO

1. Hacer  $K= 1$  y  $L=m$  y generar un programa con la regla de de Jhonson, y
2. Hacer  $K= 2$  y  $L=m-1$  y generar un programa con la regla de Jhonson y se repite hasta hacer  $K=m-1$  y  $L=2$
3. Se usa el mejor de los  $(m-1)$  programas.

## Ejercicio:

Trabajo	Tiempo (h)					
	1	2	3	4	5	6
m1	2	23	25	5	15	10
m2	29	3	20	7	11	2
m3	19	8	11	14	7	4





## Ejercicio:

Trabajo	Tiempo (h)				
	1	2	3	4	5
m1	2	20	34	24	22
m2	26	24	18	34	6
m3	12	36	26	4	10
m4	4	36	8	12	32



## ➤ ENFOQUE SEGÚN GUPTA

Sea:

$$e_i = \begin{cases} 1 & \text{sí } P_{i1} < P_{im} \\ -1 & \text{sí } P_{i1} \geq P_{im} \end{cases}$$

$i$  = trabajos

$m$  = máquinas

Y defina:

$$S_i = \frac{e_i}{\min_{k=1, m-1} \{P_{ik} + P_{ik+1}\}}$$

$P_{ik}$  = tiempo de proceso del trabajo  $i$  en la máquina  $k$

La secuencia se determina ordenando de mayor a menor  $S_i$ .

## Ejercicio:

Trabajo	Tiempo (h)					
	1	2	3	4	5	6
m1	2	23	25	5	15	10
m2	29	3	20	7	11	2
m3	19	8	11	14	7	4



**UF  
PS** **Universidad Francisco  
de Paula Santander**  
Vigilada Mineducación





*Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.*

*Albert Einstein*





**UF  
PS** Universidad Francisco  
de Paula Santander  
Vigilada Mineducación

*Gracias*

