

Ejercicios programación de operaciones

Administración de Operaciones 2025

IIMPI - DPI



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

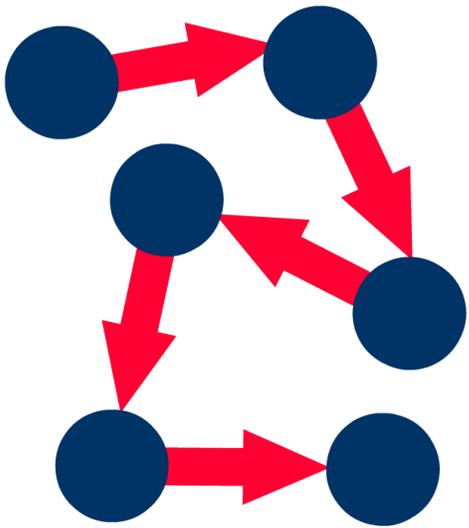
Ejercicio 1

Un taller de maquinado y troquelado de piezas en Maroñas, tiene 5 trabajos especiales que deben ser procesados en 2 centros de trabajo (taladro de prensa y torno).

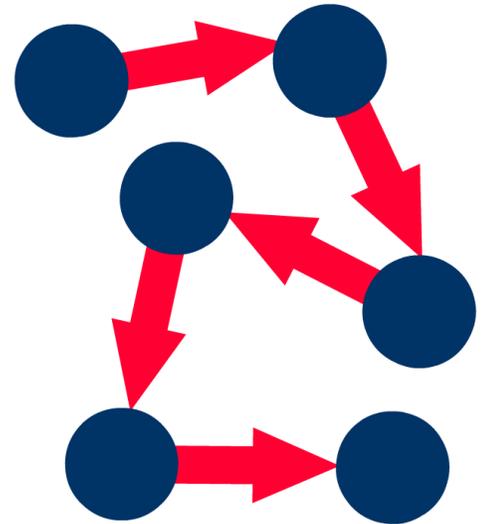
El siguiente cuadro muestra el tiempo de procesamiento (h) para cada trabajo.

Trabajo	CT1 (taladro, h)	CT2 (torno, h)
A	4	1
B	2	5
C	7	3
D	7	6
E	6	8

El dueño del taller, Bruno Tornelli, quiere establecer la secuencia que minimiza el tiempo total de procesamiento de los 5 trabajos.



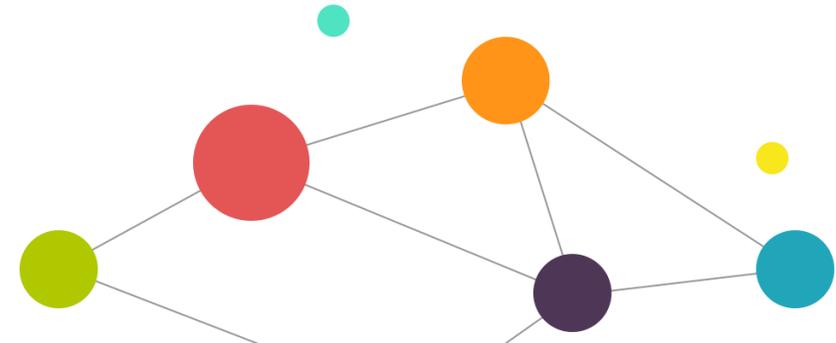
¿Cómo optimizar la
secuencia?



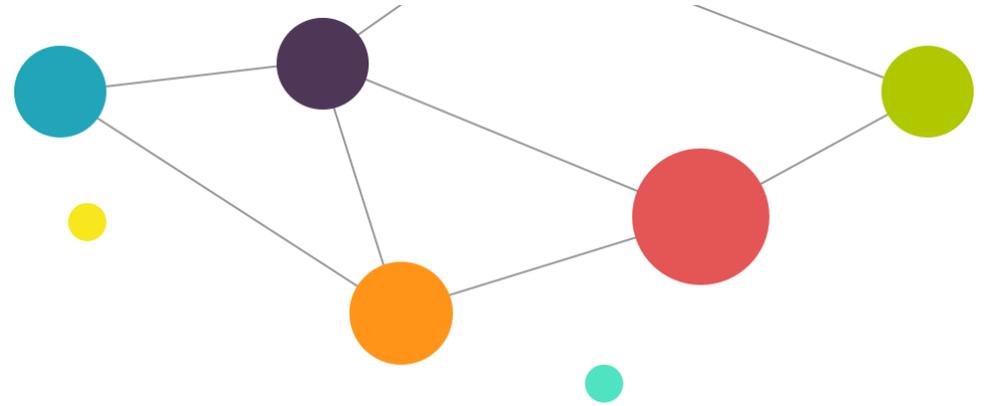
Método de Johnson

Es una técnica de secuenciación de trabajos utilizada para **minimizar el tiempo total de procesamiento (makespan)** en problemas de programación por lote, específicamente cuando:

- Hay **dos máquinas** (o dos etapas de procesamiento).
- Cada trabajo debe pasar **primero** por la **máquina 1 y luego** por la **máquina 2** (en el mismo orden para todos).
- El objetivo es determinar el **orden óptimo de los trabajos** para minimizar el tiempo total requerido para completar todos.



Método de Johnson



¿Cómo se implementa?

1. Listar todos los **trabajos** junto con su **tiempo de procesamiento en cada máquina** o centro de trabajo (CT).
2. Seleccionar el **tiempo de procesamiento más corto**.
3. Si el **tiempo más breve** es para **CT1**, se programa como el **primer trabajo**; si es para **CT2**, se programa al **último**. En caso de empate se hace el trabajo en CT1.
4. Eliminar ese trabajo de la lista y **repetir los pasos 2 y 3** con los restantes trabajos hasta completar la programación de la secuencia óptima.

Ejercicio 1

Un taller de maquinado y troquelado de piezas en Maroñas, tiene 5 trabajos especiales que deben ser procesados en 2 centros de trabajo (taladro de prensa y torno).

El siguiente cuadro muestra el tiempo de procesamiento (h) para cada trabajo.

Trabajo	CT1 (taladro, h)	CT2 (torno, h)
A	4	1
B	2	5
C	7	3
D	7	6
E	6	8

El dueño del taller, Bruno Tornelli, quiere establecer la secuencia que minimiza el tiempo total de procesamiento de los 5 trabajos.

Ejercicio 1

Secuencia óptima aplicando método de Johnson:

B E D C A

Ejercicio 1

Tiempos secuenciales:

	B	E	D	C	A
CT 1	2	6	7	7	4
CT 2	5	8	6	3	1

Ejercicio 1

Flujo escalonado de la secuencia de trabajo:

Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
CT1	B	B	E	E	E	E	E	E	D	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	
CT2			B	B	B	B	B		E	E	E	E	E	E	E	E	D	D	D	D	D	D	C	C	C		A

Trabajo	Tiempo espera	Tiempo entrega
A	22	27
B	0	7
C	15	25
D	8	22
E	2	16
TOTAL	47	97

Máquina	Inactividad
CT1	1
CT2	4
TOTAL	5

Intervalo fabricación	27 horas
------------------------------	----------

Capacidad	54 horas
------------------	----------

Utilización	90.7%
Inactividad	9.3%

Ejercicio 2

Un contratista de obra basado en barrio La Blanqueada tiene 6 trabajos para procesar. En la tabla siguiente se da el tiempo de procesamiento y las fechas de entrega.

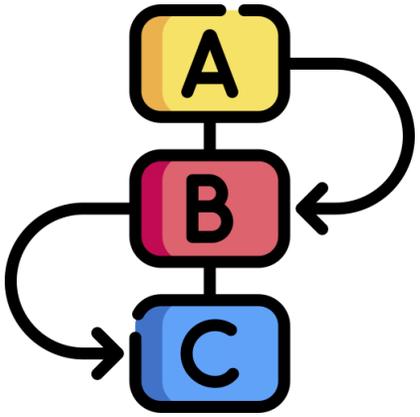
Trabajo	Procesamiento (d)	Entrega (d)
A	6	22
B	12	14
C	14	30
D	2	18
E	10	25
F	4	34

Suponga que los trabajos llegan en el orden que se muestra.

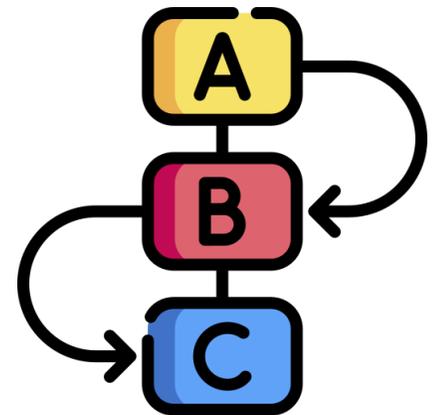
Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con FCFS (*first come, first served*) y evalúe el resultado.

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con el tiempo de procesamiento más corto y evalúe el resultado.

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con la razón crítica y evalúe el resultado.



Reglas de prioridad de despacho



Reglas de prioridad de despacho

Una regla de despacho especifica **qué trabajo deberá seleccionarse como el siguiente** para procesarse entre una **cola de trabajos**, ya sea durante la programación o durante el procesamiento en tiempo real.

- **Quien llega primero, se atiende primero** (FCFS, first come, first served)
- **Tiempo de procesamiento más corto** (SPT, shortest processing time)
- **Razón crítica** (CR, critical ratio)



Ejercicio 2

Un contratista de obra basado en barrio La Blanqueada tiene 6 trabajos para procesar. En la tabla siguiente se da el tiempo de procesamiento y las fechas de entrega.

Trabajo	Procesamiento (d)	Entrega (d)
A	6	22
B	12	14
C	14	30
D	2	18
E	10	25
F	4	34

Suponga que los trabajos llegan en el orden que se muestra.

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con FCFS (*first come, first served*) y evalúe el resultado.

Reglas de prioridad de despacho

Quien llega primero, se atiende primero (FCFS: first come, first served)

- En el caso de los **servicios**, es común emplear la regla de quien llega primero, se atiende primero (FCFS). En una planta de **manufactura**, esta regla **no se usa** porque entraña un desempeño deficiente en cuanto al cumplimiento de las fechas de terminación, la minimización del intervalo de fabricación o la obtención de ganancias.



Ejercicio 2

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con FCFS (*first come, first served*) y evalúe el resultado.

Trabajo	Procesamiento (d)	Entrega (d)	Orden de Llegada
A	6	22	1
B	12	14	2
C	14	30	3
D	2	18	4
E	10	25	5
F	4	34	6

A B C D E F

Ejercicio 2

A B C D E F

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con FCFS (*first come, first served*) y evalúe el resultado.

Secuencia	Procesamiento (d)	Flujo (d)	Entrega (d)	Retraso (d)
A	6	6	22	0
B	12	18	14	4
C	14	32	30	2
D	2	34	18	16
E	10	44	25	19
F	4	48	34	14
Acumulación	48	182	N/A	55

$$\text{Tiempo de flujo (terminación) promedio} = 182/6 = 30,33 \text{ d}$$

$$\text{Número promedio de trabajos en el sistema} = 182/48 = 3,79 \text{ trabajos}$$

$$\text{Retraso promedio del trabajo} = 55/6 = 9,16 \text{ d} \quad \text{Utilización} = 48/182 = 26,4 \%$$

Ejercicio 2

Un contratista de obra basado en barrio La Blanqueada tiene 6 trabajos para procesar. En la tabla siguiente se da el tiempo de procesamiento y las fechas de entrega.

Trabajo	Procesamiento (d)	Entrega (d)
A	6	22
B	12	14
C	14	30
D	2	18
E	10	25
F	4	34

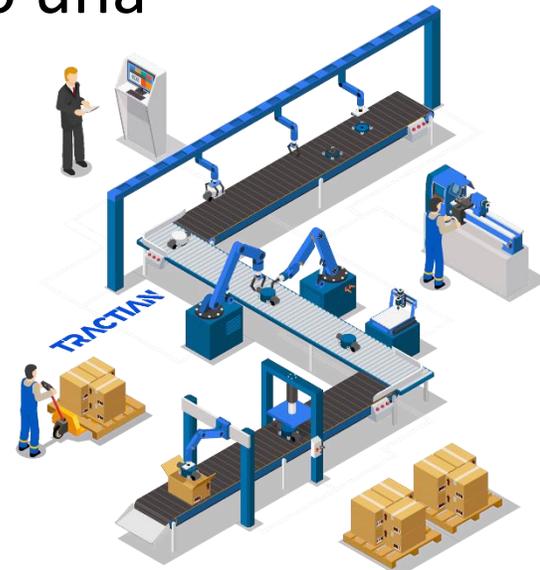
Suponga que los trabajos llegan en el orden que se muestra.

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con el tiempo de procesamiento más corto y evalúe el resultado.

Reglas de prioridad de despacho

Tiempo de procesamiento más corto (SPT, shortest processing time)

- Se **selecciona** el trabajo que posea el **tiempo de procesamiento más corto** en la máquina (o recurso). La regla se basa en la idea de que, cuando un trabajo se termina rápidamente debido a su corto tiempo de procesamiento, otras máquinas recibirán trabajo en forma descendente, lo que da como resultado una **alta tasa de flujo y utilización**.



Ejercicio 2

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con el tiempo de procesamiento más corto y evalúe el resultado.

Trabajo	Procesamiento (d)	Entrega (d)	Orden
A	6	22	3
B	12	14	5
C	14	30	6
D	2	18	1
E	10	25	4
F	4	34	2

D F A E B C

Ejercicio 2

D F A E B C

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con el tiempo de procesamiento más corto y evalúe el resultado.

Secuencia	Procesamiento (d)	Flujo (d)	Entrega (d)	Retraso (d)
D	2	2	18	0
F	4	6	34	0
A	6	12	22	0
E	10	22	25	0
B	12	34	14	20
C	14	48	30	18
Acumulación	48	124	N/A	38

$$\text{Tiempo de flujo (terminación) promedio} = 124/6 = 20,67 \text{ d}$$

$$\text{Número promedio de trabajos en el sistema} = 124/48 = 2,58 \text{ trabajos}$$

$$\text{Retraso promedio del trabajo} = 38/6 = 6,33 \text{ d} \quad \text{Utilización} = 48/124 = 38,7 \%$$

Ejercicio 2

	FCFS	Tiempo procesamiento
Secuencia	A B C D E F	D F A E B C
Tiempo de flujo promedio	30,33 d	20,67 d
Número promedio de trabajos	3,79 trabajos	2,58 trabajos
Retraso promedio	9,16 d	6,33 d
Utilización	26,4 %	38,7 %

Ejercicio 2

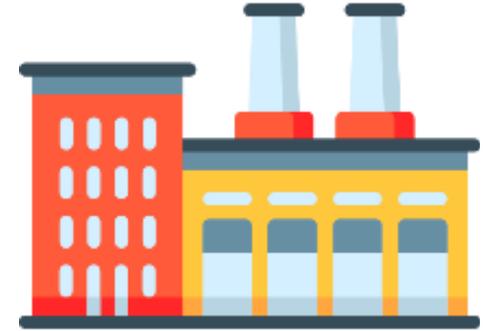
Un contratista de obra basado en barrio La Blanqueada tiene 6 trabajos para procesar. En la tabla siguiente se da el tiempo de procesamiento y las fechas de entrega.

Trabajo	Procesamiento (d)	Entrega (d)
A	6	22
B	12	14
C	14	30
D	2	18
E	10	25
F	4	34

Suponga que los trabajos llegan en el orden que se muestra.

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con la razón crítica y evalúe el resultado.

Reglas de prioridad de despacho



Razón crítica (CR, critical ratio)

- El trabajo que tenga la **menor razón crítica se programa primero**, el trabajo que posea la razón crítica con el siguiente valor más pequeño se programa a continuación y así sucesivamente. Esta regla calcula la razón del tiempo de la demanda al tiempo de la oferta.

$$CR = \frac{\textit{tiempo restante hasta la fecha de entrega}}{\textit{tiempo de procesamiento restante}}$$

Ejercicio 2

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con la razón crítica y evalúe el resultado.

Trabajo	Procesamiento (d)	Entrega (d)	Razón crítica	Orden
A	6	22	3,67	4
B	12	14	1,17	1
C	14	30	2,14	2
D	2	18	9,00	6
E	10	25	2,50	3
F	4	34	8,50	5

B C E A F D

Ejercicio 2

B C E A F D

Establezca la secuencia del procesamiento de acuerdo con la razón crítica y evalúe el resultado.

Secuencia	Procesamiento (d)	Flujo (d)	Entrega (d)	Retraso (d)
B	12	12	14	0
C	14	26	30	0
E	10	36	25	11
A	6	42	22	20
F	4	46	34	12
D	2	48	18	30
Acumulación	48	210	N/A	73

$$\text{Tiempo de flujo (terminación) promedio} = 210/6 = 35,00 \text{ d}$$

$$\text{Número promedio de trabajos en el sistema} = 210/48 = 4,38 \text{ trabajos}$$

$$\text{Retraso promedio del trabajo} = 73/6 = 12,17 \text{ d} \quad \text{Utilización} = 48/210 = 22,9 \%$$

Ejercicio 2

	FCFS	Tiempo procesamiento	Raíz crítica
Secuencia	A B C D E F	D F A E B C	B C E A F D
Tiempo de flujo promedio	30,33 d	20,67 d	35,00 d
Número promedio de trabajos	3,79 trabajos	2,58 trabajos	4,38 trabajos
Retraso promedio	9,16 d	6,33 d	12,17 d
Utilización	26,4 %	38,7 %	22,9 %

Ejercicio 3

Un taller de carpintería tiene 6 trabajos especiales que deben ser procesados en 2 centros de trabajo (cortadora láser CNC y cepillado).

El siguiente cuadro muestra el tiempo de procesamiento (h) para cada trabajo.

Trabajo	CT1 (CNC, h)	CT2 (cepillo, h)
A	2	4
B	1	2
C	6	3
D	5	5
E	5	2
F	3	3

Consigna: El dueño del taller, Jorge Portas, quiere establecer la secuencia que minimiza el tiempo total de procesamiento de los 6 trabajos.

Ejercicio 3

Secuencia óptima aplicando método de Johnson:

B A F D C E

Ejercicio 3

Tiempos secuenciales:

	B	A	F	D	C	E
CT 1	1	2	3	5	6	5
CT 2	2	4	3	5	3	2

Ejercicio 3

Flujo escalonado de la secuencia de trabajo:

Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CT1	B	A	A	F	F	F	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	E	E	E	E	E		
CT2		B	B	A	A	A	A	F	F	F		D	D	D	D	D		C	C	C			E	E

Trabajo	Tiempo espera	Tiempo entrega
A	1	7
B	0	3
C	11	20
D	6	16
E	17	24
F	3	10
TOTAL	38	80

Máquina	Inactividad
CT1	2
CT2	5
TOTAL	7

Intervalo fabricación	24 horas
-----------------------	----------

Capacidad	48 horas
-----------	----------

Utilización	85.4%
-------------	-------

Inactividad	14.6%
-------------	-------