

**Unidad 3**  
**BALANCEO DE LÍNEA**  
**DE ENSAMBLE**

Administración de Operaciones III

# CONTENIDO

1. Distribución por productos
2. Líneas de ensamble
3. Balanceo de la línea de ensamble
4. División de las tareas
5. Balanceo de células de trabajo

# OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Al finalizar la unidad, el estudiante debe tener capacidad para:

Comprender los aspectos clave involucrados en el diseño de disposiciones por producto, así como el balanceo de líneas de ensamble que permita la producción eficiente y económica de bienes y servicios.

# DISTRIBUCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN

- I. **Distribución orientada al proceso:** distribución que trata con producción de bajo volumen y alta variedad donde se agrupan máquinas y equipos similares.

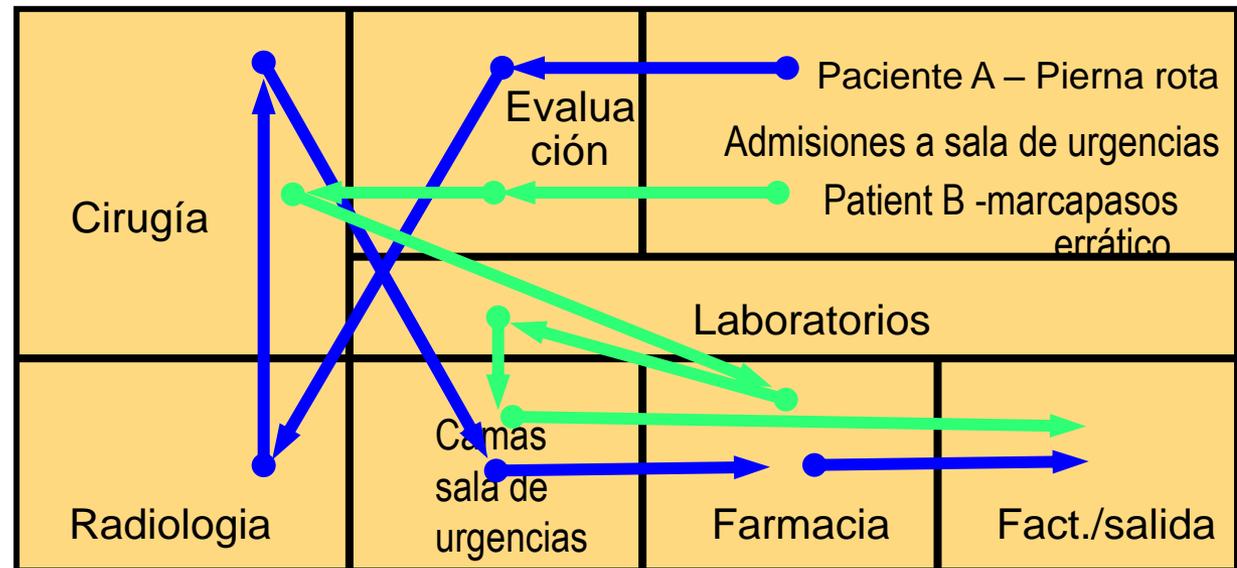
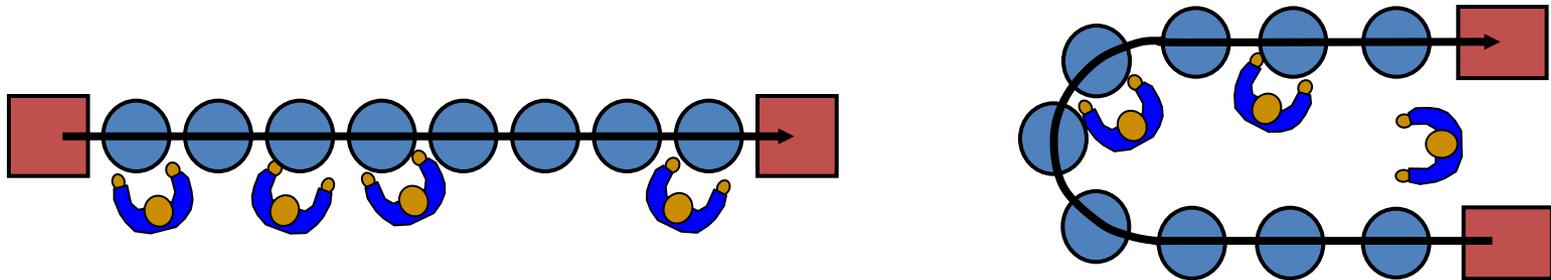


Figure 9.3

2. **Distribución por productos:** busca la mejor utilización de personal y maquinaria en la producción repetitiva y continua.
3. **Distribución de célula de trabajo:** acomoda maquinaria y equipo para enfocarse en la producción de un solo producto de un grupo de productos relacionados.



**4. Distribución de posición fija:** el proyecto permanece en un lugar y los trabajadores y el equipo llegan a esa área de trabajo.

Ejemplo: construcción de un barco, una carretera y una mesa de operaciones en un quirófano



# Distribución por productos

- El equipo o los procesos de trabajo se arreglan conforme a los pasos progresivos mediante los que se fabrica el producto.
- Adoptarla tiene sentido cuando el volumen de lote de un producto o partes determinadas es grande comparado con el número de diferentes productos o partes producidas
- Las líneas de ensamble son un caso especial de la distribución por productos

# Balanceo de línea de ensamble

- Es una técnica para agrupar tareas entre las estaciones de trabajo, de modo que cada una tenga, en el caso ideal, la misma cantidad de labor.
- Busca minimizar el desequilibrio entre máquinas y personas al mismo tiempo que se cumple con la producción requerida de la línea.

# Linea de ensamble de McDonald's

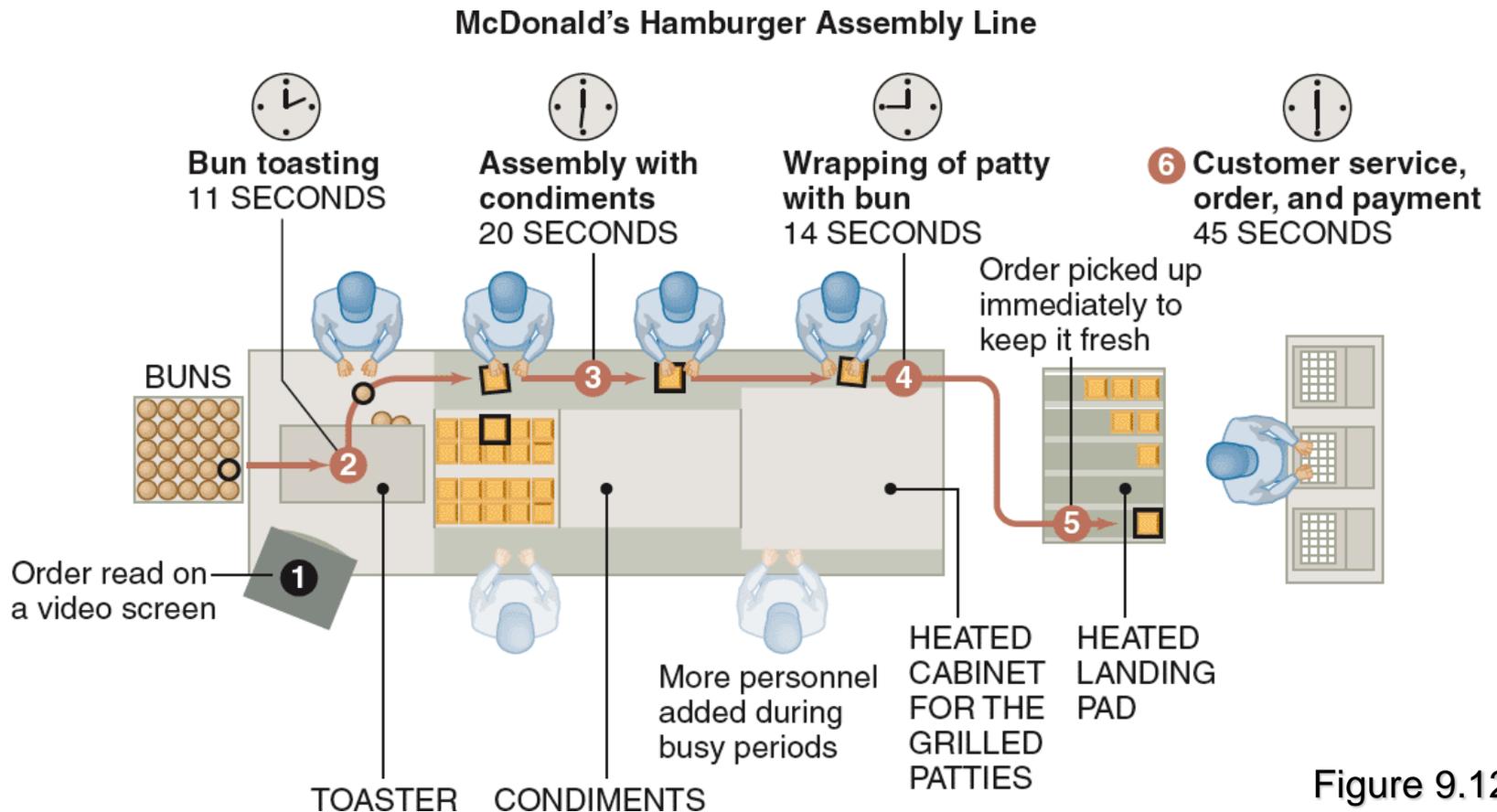


Figure 9.12

# Balanceo de línea de ensamble

- No es una actividad que se realice una sola vez cuando se diseña una nueva planta o línea de ensamble.
- Conforme cambia el diseño de los bienes y servicios, las empresas deben volver a balancear la línea de ensamble
- Lo que requiere el rediseño del puesto y capacitar otra vez a los trabajadores, así también adquirir equipo nuevo o modificar el antiguo, e incluso puede ser necesaria una nueva configuración de la disposición

# Balanceo de línea de ensamble

Es necesario conocer tres tipos de información:

1. El conjunto de tareas a ejecutar y el tiempo que se requiere para cada una;
2. Las relaciones de precedencia entre las tareas, es decir, la secuencia en la que deben ejecutarse; y
3. La tasa de producción deseada o pronóstico de la demanda de la línea de ensamble

# Conceptos importantes

- **Elemento de trabajo:** Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.
- **Operación:** Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
- **Puesto o estación de trabajo:** Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación).

# Conceptos importantes

- **Tiempo de ciclo:** Es el tiempo máximo que permanece el producto en cada estación de trabajo.
- **Demora de balance:** Es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo

# CONTROL DE LA PRODUCCIÓN CONTINUA

- El problema más importante en los talleres cuyas actividades dependen del flujo de trabajo es lograr la cantidad de producción que se desea, con la máxima eficiencia posible.
- El contenido total del trabajo se divide en operaciones elementales, y estas operaciones se agrupan en las estaciones de trabajo.
- El trabajo se desplaza en forma sucesiva, y en muchas situaciones de manera continua, de una estación a otra.

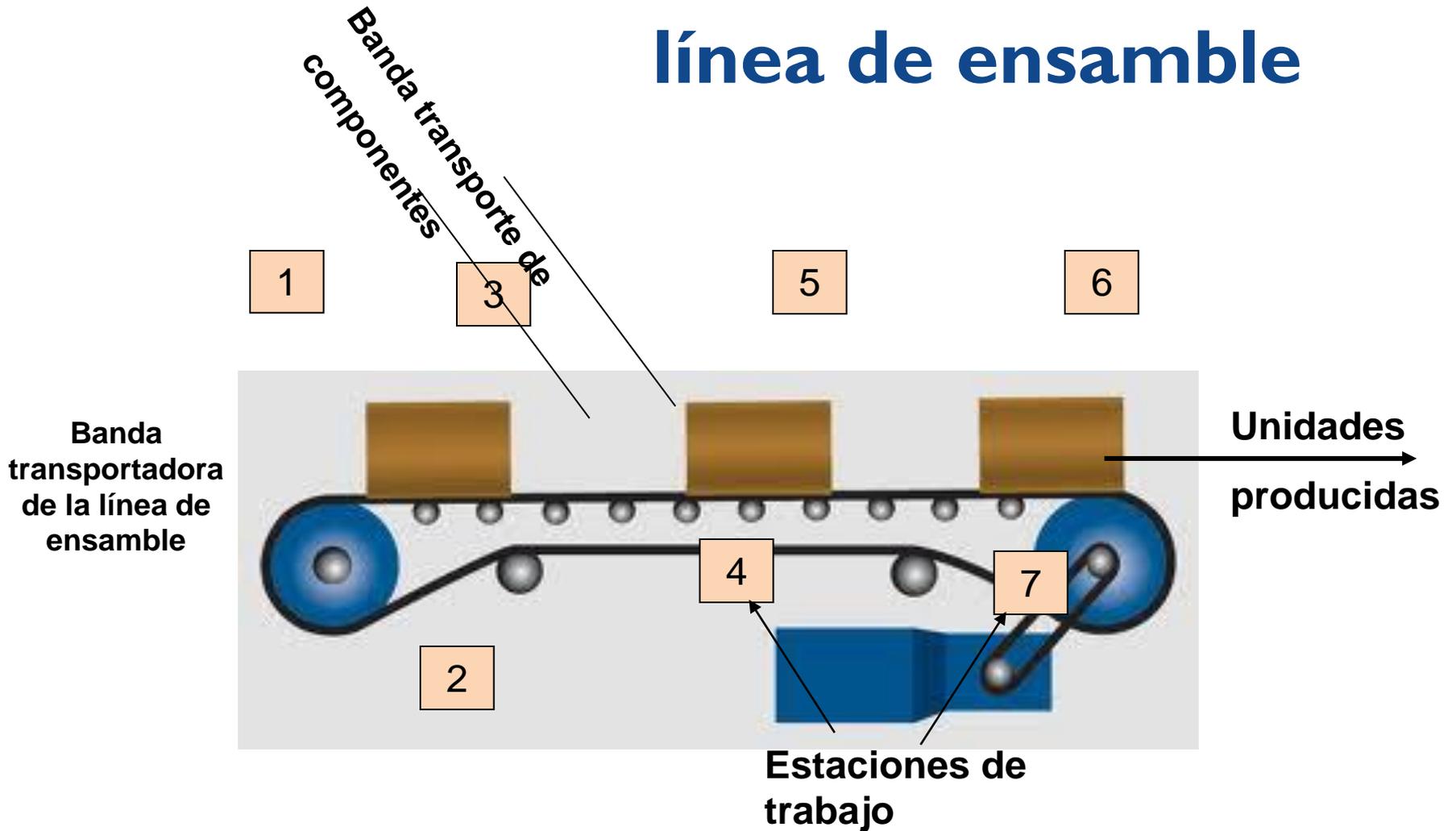
# CONTROL DE LA PRODUCCIÓN CONTINUA

- Todas las estaciones de trabajo se ocupan de trabajos que tienen diversos grados de avance.
- La velocidad de la línea de ensamble se controla mediante la cantidad de producción que se requiere, el espacio entre las estaciones y los requerimientos respecto al tiempo de cada estación de trabajo.
- Al controlar la velocidad del transportador o el tiempo del cliente, en esencia, es posible controlar la cantidad que produce la línea de producción.

# DISTRIBUCIÓN DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE

- En una línea de ensamble, el producto generalmente se mueve en forma automatizada, tal como una banda de transportación, a través de una serie de estaciones de trabajo hasta que se complete.
- Esta es la manera en que se ensamblan los automóviles, y se producen los aparatos de televisión y los hornos, o las hamburguesas de comida rápida.

# Distribución de una línea de ensamble



# Técnicas para realizar el balanceo de una línea de ensamble

- Técnica Heurística: se utiliza para la resolución de problemas usando procedimientos y reglas en vez de optimización matemática; y
- Técnica Ordenadora de las Posiciones Ponderadas (TOPP): se utiliza para la resolución de problemas la optimización matemática

# Pasos para balancear una línea de ensamble, técnica heurística

1. Dibujar el diagrama de precedencia;
2. Determinar el tiempo de ciclo de la estación de trabajo

Tiempo de ciclo = TC

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción por día}}$$

# Pasos para balancear una línea de ensamble, técnica heurística

3. Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo ( $N_t$ ) requeridas (el número real puede ser menor)

$$N_t = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (TC)}}$$

# Pasos para balancear una línea de ensamble, técnica heurística

## 4. Seleccionar las reglas de asignación

Regla	Descripción
1. Tiempo mas largo para una tarea (operación)	De las tareas disponibles, elegir la que tenga el tiempo mas grande (más largo).
2. Más tareas subsecuentes	De las tareas disponibles, elegir la que tenga el mayor número de tareas subsecuentes.
3. Ponderación de la posición	De las tareas disponibles elegir la tarea cuya suma de tiempos para las tareas subsecuentes sea mayor.
4. Tiempo mas corto para una tarea (operación)	De las tareas disponibles, elegir la que tenga el tiempo mas corto.
5. Menos número de tareas subsecuentes	De las tareas disponibles, elegir la que tenga el menor número de tareas subsecuentes.

**5. Hacer la asignación de las tareas para formar las estaciones de trabajo**

# Pasos para balancear una línea de ensamble, técnica heurística

## 6. Calcular la eficiencia del balanceo

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (N}_a\text{)} \times \text{Tiempo de ciclo de la estación de trabajo (TC)}}$$

## 7. Evaluar la solución

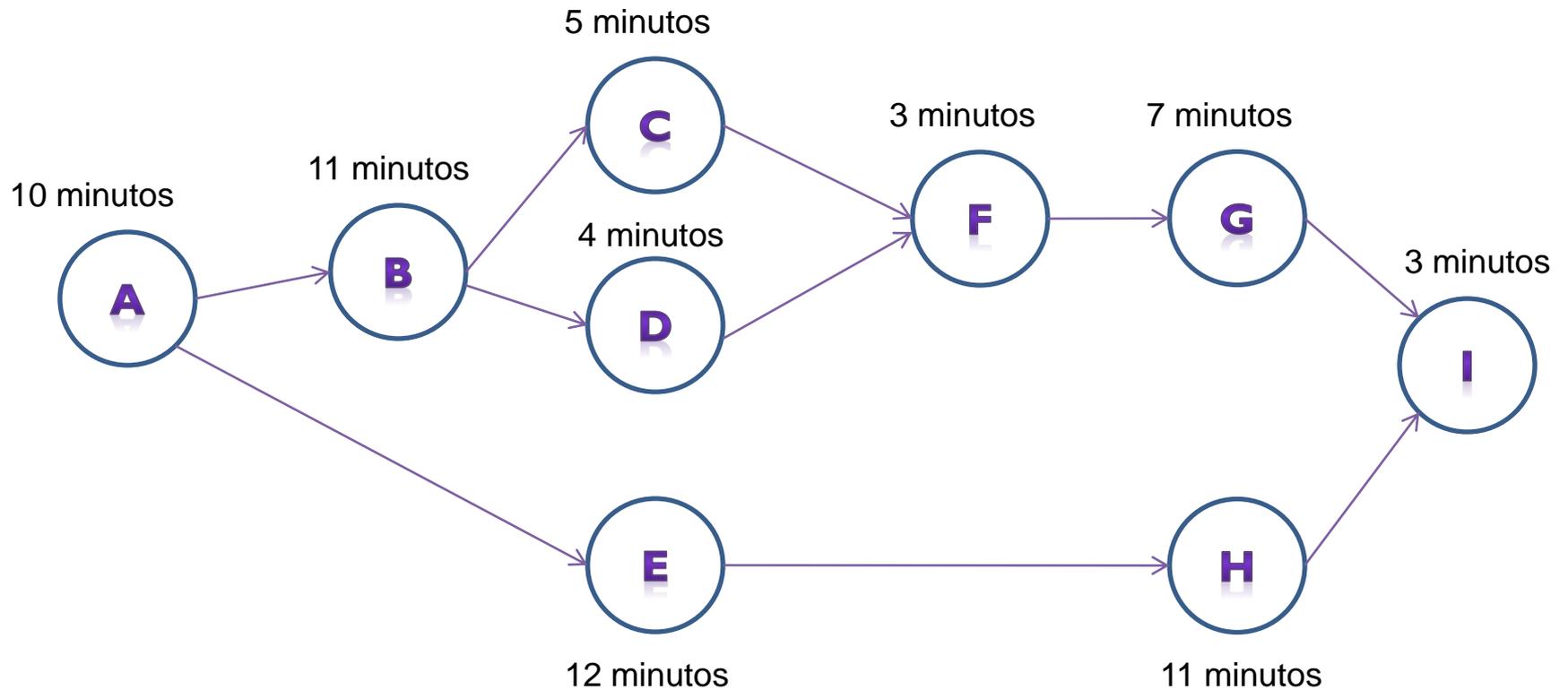
# Ejemplo de clase

(tomado y adaptado del libro Principios de Administración de Operaciones, Jay Heizer y Barry Render, página 367, séptima edición)

# Tabla de precedencia

TAREA	TIEMPO DE REALIZACIÓN (en minutos)	PRECEDE
A	10	--
B	11	A
C	5	B
D	4	B
E	12	A
F	3	C, D
G	7	F
H	11	E
I	3	G, H
<b>Tiempo total</b>	<b>66</b>	

# I. Diagrama de precedencia



## 2. Determinar el tiempo de ciclo de la estación de trabajo

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción por día}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{480}{40}$$

$$TC = 12 \text{ minutos por unidad}$$

3. Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo ( $N_t$ ) requeridas (el número real puede ser menor)

$$N_t = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (TC)}}$$

3. Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo ( $N_t$ ) requeridas (el número real puede ser menor)

$$N_t = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (TC)}}$$

$$N_t = \frac{(10+11+5+4+12+3+7+11+3)}{12}$$

$$N_t = \frac{66}{12} = 5.5 \quad \text{ó} \quad 6 \text{ estaciones}$$

## 4. Seleccionar las reglas de asignación

a. Dar prioridad a las tareas que les siga un número mayor de otras tareas.

TAREA	#TAREAS SIGUIENTES
A	8
B	5
C	3
D	3
E	2
F	2
G	1
H	1
I	0

## 4. Seleccionar las reglas de asignación

- a. Dar prioridad a las tareas que les siga un número mayor de otras tareas.

TAREA	#TAREAS SIGUIENTES
A	8
B	5
C, D	3
E, F	2
G, H	1
I	0

- b. Dar prioridad a las tareas que requieran el tiempo más largo, (esta es la regla secundaria, a la que debe remitirse cuando existen empates en la regla principal)

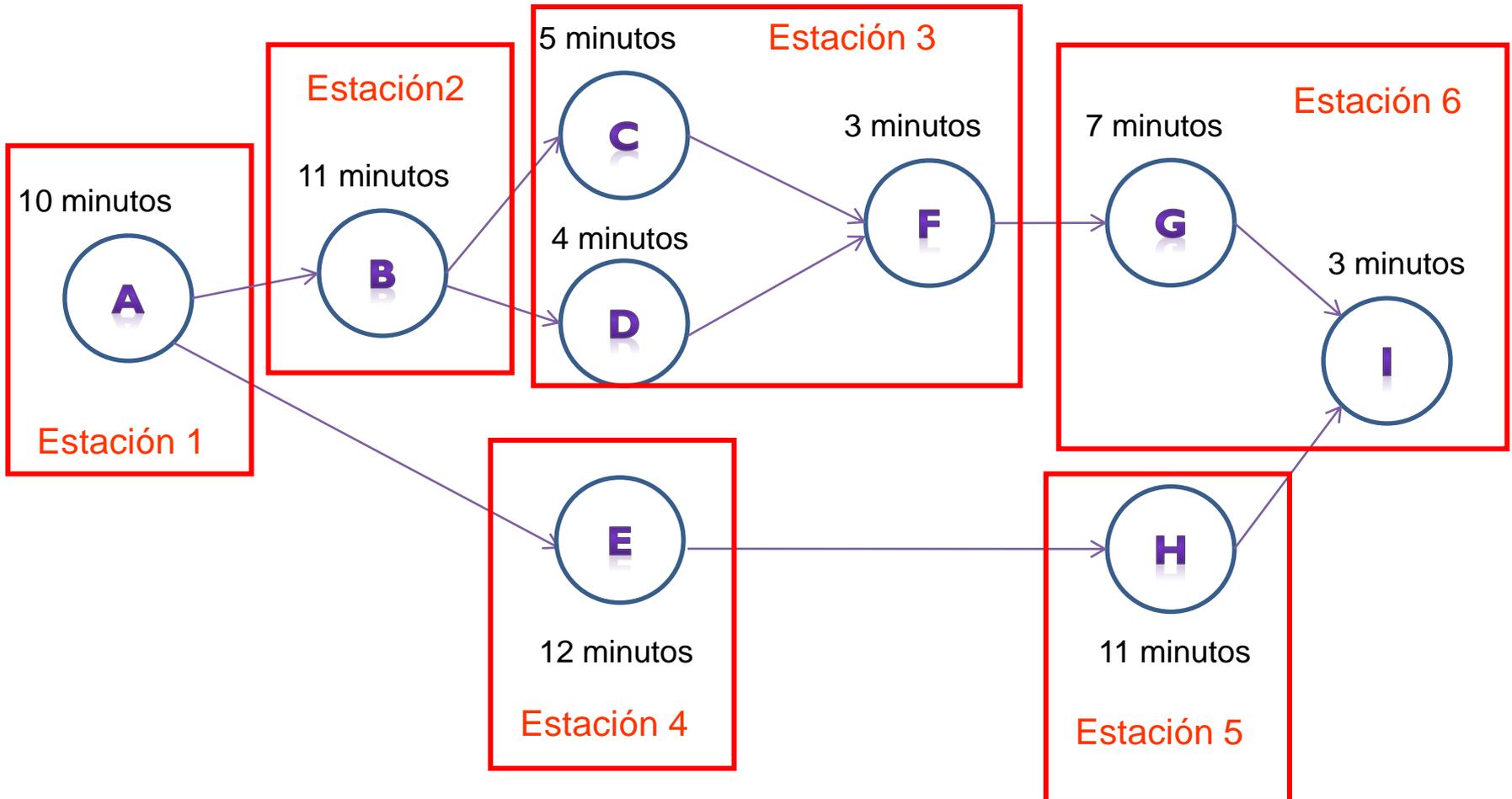
## 5. Hacer la asignación de las tareas para formar las estaciones de trabajo

Tiempo de ciclo: 12 minutos

Estación	Tarea	Tiempo de la tarea (minutos)	Tiempo restante no asignado (minutos)	Tareas factibles restantes	Tarea con mayor número de tareas siguientes	Tarea con el tiempo de operación más largo
1	A	10	2	--	--	--
2	B	11	1	--	--	--
3	C	5	7	D, F	D	--
	D	4	3	F	F	--
	F	3	0	--	--	--
4	E	12	0	--	--	--
5	H	11	1	--	--	--
6	G	7	5	I	I	--
	I	3	2	--	--	--

Tiempo ocioso: 6 minutos

# I. Diagrama de precedencia



## 6. Calcular la eficiencia del balanceo

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (N}_a\text{) X Tiempo de ciclo de la estación de trabajo (TC)}}$$

## 6. Calcular la eficiencia del balanceo

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (N}_a\text{)} \times \text{Tiempo de ciclo de la estación de trabajo (TC)}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{66}{(6) * (12)}$$

$$\text{Eficiencia} = 0.9166 = 91.67\%$$

**7. Evaluar la solución, si la eficiencia es insatisfactoria, vuelva a balancear utilizando una regla de decisión diferente**

## **Opción 2**

Balancear usando la regla: ponderación de la posición (de las tareas disponibles elegir la tarea cuya suma de tiempos para las tareas subsecuentes sea mayor); **y para desempatar** la regla: dar prioridad a las tareas que les siga un número mayor de tareas

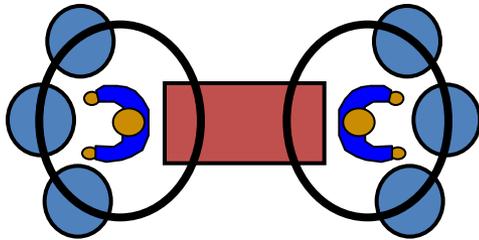
# División de las tareas

Cuando el tiempo requerido para una tarea es mayor al tiempo de ciclo de la estación de trabajo; las posibilidades de incluirlo son:

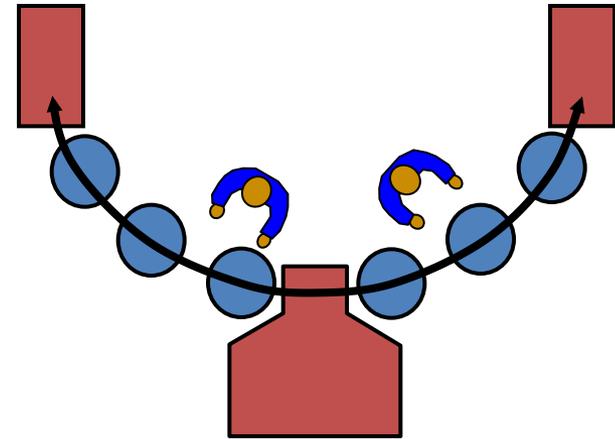
- Dividir la tarea;
- Compartir la tarea;
- Utilizar estaciones de trabajo paralelas;
- Emplear el trabajador más capacitado;
- Trabajar horas extras; o
- Rediseño.

# Distribución en línea flexibles y en línea con forma de U

- Este tipo de distribución permite abordar los problemas de las líneas de ensamble, de tiempos desiguales de las estaciones de trabajo
- Esta distribución se ejemplifica en la siguiente imagen

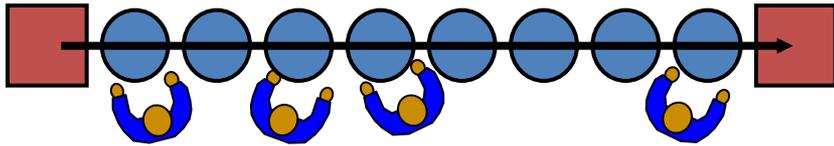


Distribución actual  
Trabajadores en  
pequeñas áreas  
cerradas. La producción  
no aumentará sin un  
tercer trabajador

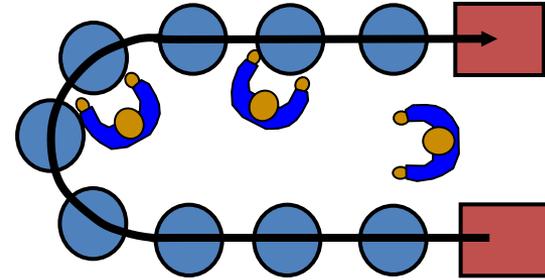


Distribución mejorada, los  
trabajadores con capacitación  
cruzada pueden ayudarse entre  
sí. Es posible agregar un tercer  
trabajador cuando se requiera  
aumentar la producción

Figure 9.10 (a)



Distribución actual, las líneas rectas dificultan el balanceo de las tareas porque quizá el trabajo no se pueda dividir equitativamente.



Distribución mejorada en forma de U, los trabajadores tienen mejor acceso. Los cuatro trabajadores con capacitación cruzada se redujeron a tres.

La célula de trabajo en forma de U puede reducir el movimiento de materiales y personal. La forma de U también puede disminuir los requerimientos de espacio, mejorar la comunicación, reducir el número de trabajadores y facilitar la inspección

Figure 9.10 (b)

# Balanceo de la línea de modelo mixto

- Utilizado por los fabricantes que tienen implementado el JIT (Justo a tiempo); busca satisfacer la demanda de una variedad de productos y evitar que se acumulen altos inventarios.
- Este balanceo busca programar diferentes modelos para producirlos por un día o una semana en la línea de ensamble, de manera cíclica

**A REFORZAR LOS TEMAS,  
CAPÍTULO 9**

**LIBRO DE TEXTO: JAY HEIZER  
Y BARRY RENDER  
7<sup>a</sup>. EDICIÓN**