



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Área Académica de Ingeniería y Arquitectura

Licenciatura en Ingeniería Industrial

Estudio del Trabajo

Tema: Balanceo de línea

Profesor(es): Mary Carmen Reyna Amador

Periodo de elaboración: NOVIEMBRE/2017

Periodo de actualización: MES/AÑO



Tema:

BALANCEO DE LÍNEA

Resumen:

Con en este material el alumno explicará las características de los sistemas de producción en línea y resolverá el problema de balanceo de línea de producción; situación que se presenta en sistemas de fabricación orientados al producto.

Palabras Clave: Balanceo de línea, proceso en línea, sistemas orientados al producto



Tema:
LINE BALANCING

Abstract:

With this material, the student will be able to explain the characteristics of line production systems, as well as, to solve the line balancing, situation that appears in manufacturing process faced to the product.

Keywords: Line balancing, line process and manufacturing, systems faced to the product.



Sistemas de fabricación orientados al producto

En los sistemas orientados al producto las máquinas o estaciones de trabajo se agrupan de acuerdo a la secuencia de fabricación del producto.

Lo que se conoce como procesos en línea



Líneas de producción

- Línea de fabricación
- Línea de ensamble



Características de los procesos en línea

Se encuentra entre los procesos por lote y continuos.

- Los volúmenes son altos y los productos están estandarizados, lo que permite organizar alrededor de productos específicos.
- Existe una divergencia mínima en proceso o flujo de líneas.
- Poco inventario entre los pasos del proceso.



Características de los procesos en línea

- Cada paso realiza el mismo proceso una y otra vez, con poca variabilidad en los productos manufacturados.
- El equipo de producción y manejo de materiales es especializado.
- Ejemplos: componentes, automóviles electrodomésticos y juguetes.



Producción por línea

Actividades Simultáneas

**Operaciones
Consecutivas**



Adyacentes

Flujo continuo



Ritmo uniforme

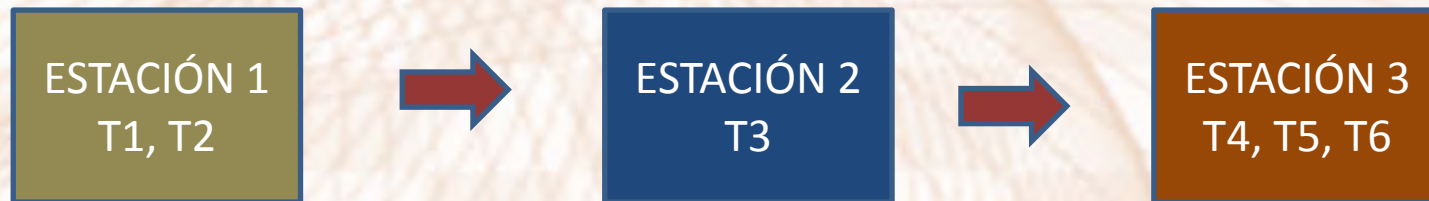


Operaciones equilibradas



Problema de balanceo de línea

- Consiste en distribuir físicamente las tareas en estaciones de trabajo con el objeto de balancear la carga de trabajo y disminuir el tiempo ocioso.



Propósito del balanceo de línea

- Igualar la carga de trabajo de las estaciones.
- Identificar la operación que constituya el cuello de botella.
- Establecer la velocidad de la línea.



Propósito del balanceo de línea

- Determinar el número de estaciones de manufactura.
- Calcular el costo de la mano de obra de ensamblado y empaque.
- Establecer la carga de trabajo porcentual de cada operador.



Planteamiento del problema

- Hay un conjunto de n tareas diferentes que deben terminarse para cada artículo.
- El tiempo requerido para terminarse la tarea i es una constante t_i .
- El objetivo es organizar las tareas en grupos, ejecutándose cada grupo en una sola estación de trabajo.
- En la mayoría de los casos, la cantidad de tiempo asignada a cada estación de trabajo se conoce con antelación. Basándose en la tasa deseada de producción de la línea de ensamble.
- Se conoce como tiempo de ciclo y se denota como C .



Formulación matemática

- Sea t_1, t_2, \dots, t_n el tiempo requerido para terminar las respectivas tareas. El contenido total de trabajo asociado con la producción de un artículo, por ejemplo T , está dado por

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$



Formulación matemática

- Para un tiempo de ciclo de C , el número mínimo posible de estaciones de trabajo es $[T/C]$ donde los paréntesis rectangulares indican que el valor de T/C debe redondearse al siguiente entero.



Dificultades en el problema de balanceo

- Restricciones de precedencia: algunas tareas deben terminarse según ciertas secuencia.
- Algunas tareas no pueden ejecutarse en la misma estación de trabajo. (restricción de zonificación).



Dificultades en el problema de balanceo

- Ciertas tareas podrían terminarse en la misma estación de trabajo y otras podrían requerir más de un trabajador.
- Es un problema combinatorio.



Ejemplo

- Una línea de ensamble requiere de 10 tareas para un determinado producto. Las tareas, sus tiempos y precedencias son las siguientes:

TAREA	TIEMPO (SEG.)	TAREA PREDECESORA
1	40	2,3
2	30	4,5
3	50	6,7
4	36	8
5	20	8
6	25	9
7	19	9
8	10	10
9	14	10
10	30	



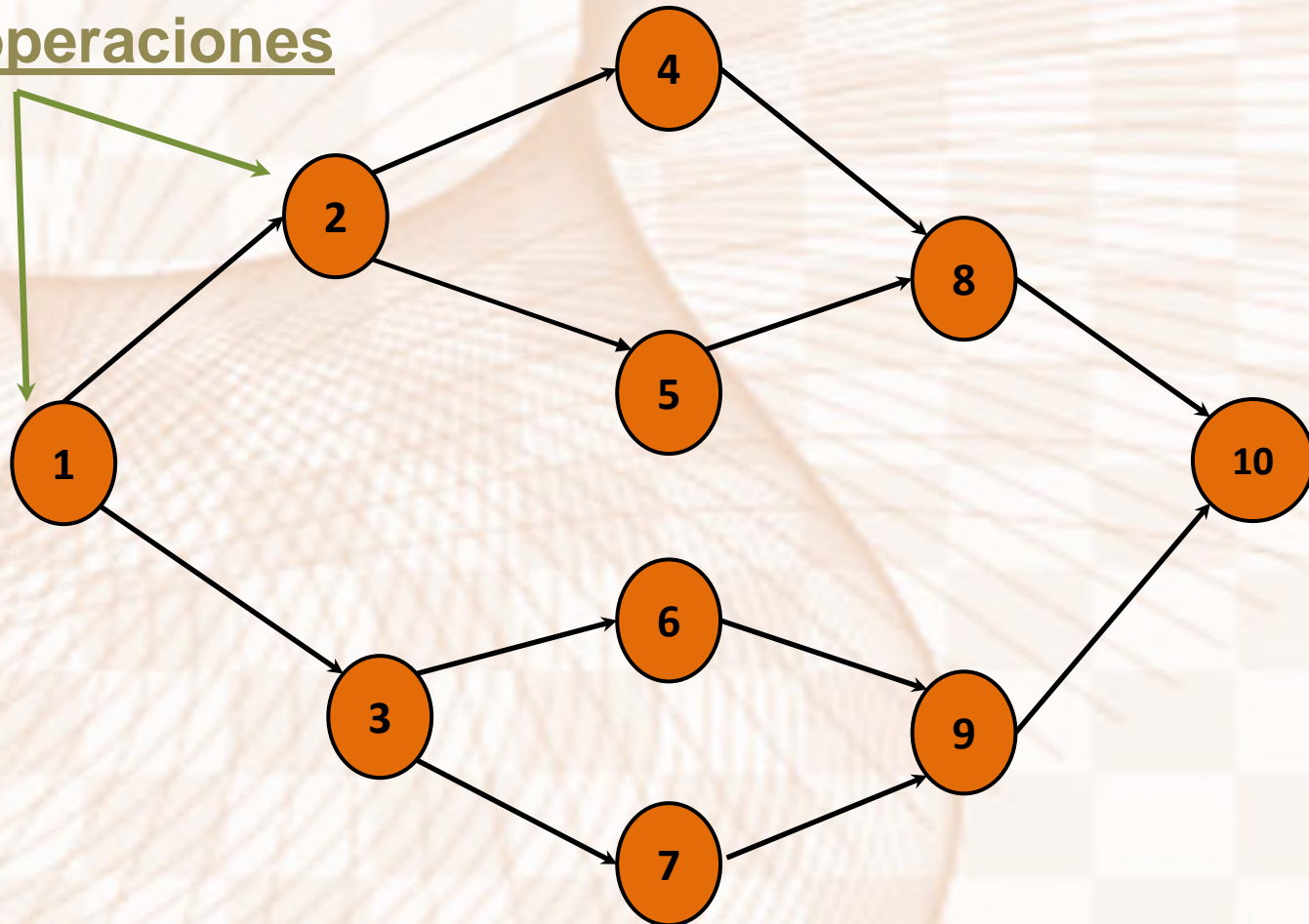
Diagrama de precedencia

- Es una representación gráfica de la secuencia de los elementos del trabajo, los cuales están definidos por las restricciones de precedencia.
- Las restricciones tecnológicas de precedencia de los elementos del trabajo se refieren al orden en el que deben ser integrados dichos elementos.



Diagrama de precedencia

Tareas u operaciones



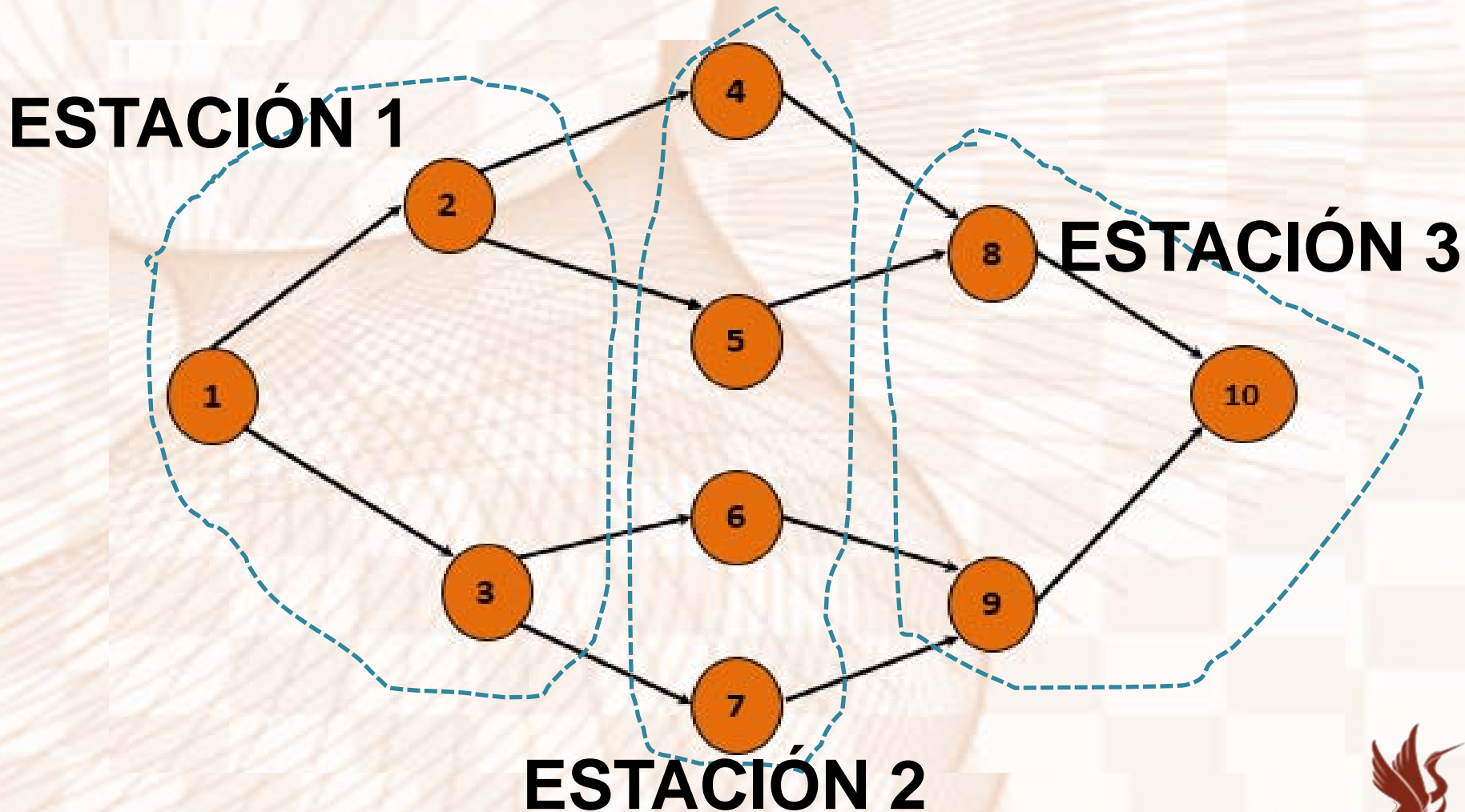
Con diez estaciones

ESTACIONES DE TRABAJO

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	TOTAL
40	30	50	36	20	25	19	10	14	30	274
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
10	20	0	14	30	25	31	40	36	20	226



Tres estaciones de trabajo



Tres estaciones de trabajo

ESTACIONES DE TRABAJO			
E1	E2	E3	TOTAL
120	100	54	274
120	120	120	360
0	20	66	86

¿Qué eficiencia se tiene ahora?



Observaciones de propuesta con tres estaciones

- La velocidad de la línea se fija con respecto a la estación de trabajo más lenta.
- Cada 120 segundos termina un producto de ser ensamblado.
- Los sub-ensambles pasan de una estación a otra en función al tiempo de ciclo establecido de 120 segundos.



Balanceo de línea ejemplo

- El ensamble final de las computadoras personales sin marca, un clon genérico de PC que se ordena por correo, requiere un total de 12 tareas. El ensamble se hace en la planta de Lubbock; Texas. Las tareas requeridas para las operaciones de ensamble son:



Operación	Predecesor	Tiempo
1. Taladrar orificios en el gabinete de metal y montar las ménsulas para sostener las unidades de disco.	----	12
2. Fijar la tarjeta madre al gabinete	1	6
3. Montar la fuente de poder y unirla con la tarjeta madre	2	6
4. Colocar el procesador principal y los chips de memoria en la tarjeta madre	2	2
5. Enchufar la tarjeta de gráficos	2	2
6. Montar las unidades de disco flexible. Unir el controlador de la unidad de disco flexible y la fuente de poder a la unidades de disco	2	12
7. Montar las unidades del disco duro. Unir el controlador del disco y la fuente de poder al disco duro	3,4	7
8. Se hacen las conexiones apropiadas en la tarjeta madre para la configuración específica del sistema	7	5
9. Unir el monitor a la tarjeta de gráficos antes de correr el diagnóstico del sistema.	5	1
10. Correr el diagnostico del sistema	9,6	4
11. Sellar el gabinete	8,10	6
12. Adherir el logo de la compañía y empacar el sistema para su	11	7

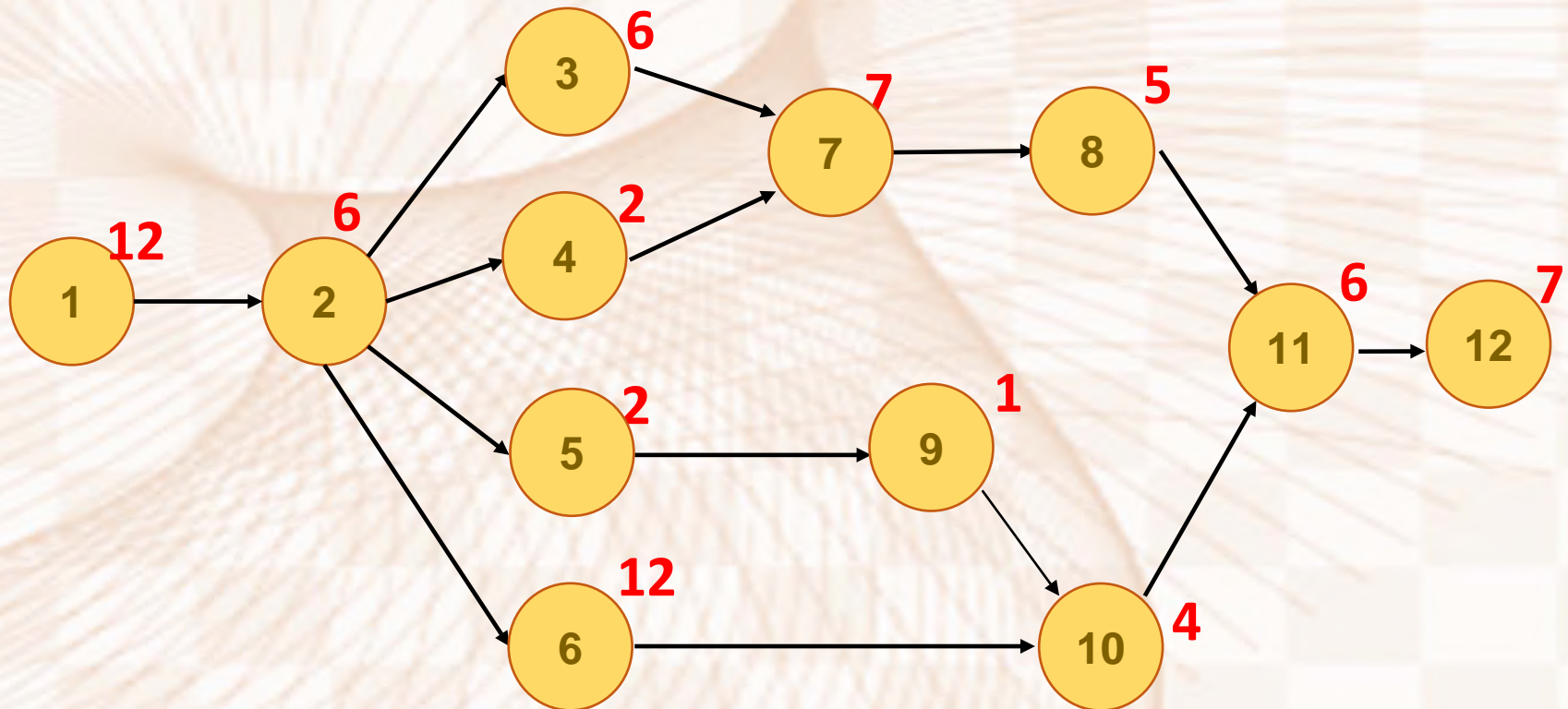
08/11/2017

Pasos para realizar un balanceo de línea

- 1. Determina la lista de tareas y operaciones con sus tiempos respectivos
- 2. Determinar la secuencia de las tareas (operaciones, tecnológicas o de operarios)
- 3. Dibujar el diagrama de precedencia
- 4. Calcular el tiempo de ciclo
- 5. Calcular el número de estaciones de trabajo
- 6. Asignar las tareas a estaciones
- 7. Calcular la eficiencia
- 8. Determinar el retraso en el balance



Diagrama de precedencia



El tiempo de ciclo

- Se requieren 32 computadoras por jornada de trabajo de 8 horas.
- El tiempo de ciclo C es el tiempo que cada pieza o producto permanece en cada estación de la línea.

$$C = \frac{\textit{Tiempode producción por día}}{\textit{Producción por día}}$$

$$C = \frac{60\textit{minutos} * 8\textit{ horas}}{32} = \frac{480}{32} = 15\textit{ minutos}$$



Número de estaciones mínimas teóricas

Para calcular el número de estaciones mínimas teóricas se divide la duración total de las tareas entre el tiempo de ciclo.

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$N_t = \frac{70}{15} = 4.6$$

*El número de estaciones de trabajo debe ser un número entero por lo tanto el resultado es de **5** estaciones mínimas teóricas.



Asignación de tareas a estaciones

- Heurísticas:
- Peso posicional: Elegir la tarea cuya suma de las tareas siguientes tenga mayor peso.
- Tiempo de tarea más largo: Se elige la tarea que tenga el tiempo más largo.
- Tiempo de tarea más corto: Se elige la tarea que tenga el tiempo más corto.
- Mayor número de tareas sucesoras: Se asigna la tarea que tenga más tareas siguientes.



Solución por peso posicional

- Para la asignación de tareas se emplea el criterio de asignación del peso posicional de cada tarea.
- El peso posicional de la tarea i se define como el tiempo requerido para ejecutar la tarea i más los tiempos requeridos para ejecutar todas las tareas que tengan a la tarea i como su predecesor.



Orden decreciente del peso posicional

Tarea	Peso posicional
1	$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} = 70$
2	$t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} = 58$
3	31
4	27
5	20
6	29
7	25
8	18
9	18
10	17
11	13
12	7

Estación	Tareas	Tiempo muerto
1	1	3
2	2,3,4	1
3	5,6,9	0
4	7,8	3
5	10,11	5
6	12	8

C=15 minutos

Orden: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.



Eficiencia

- La eficiencia del balanceo de línea es el porcentaje real de utilización de la mano de obra en la línea, también se le conoce como tasa de utilización (Utilization rate).

- $$E = \frac{T}{N_t \times C} \times 100 = \frac{\text{Suma de tiempos de la tarea}}{\text{Número de estaciones} \times \text{el tiempo de ciclo}}$$

- $$E = \frac{70}{6 \times 15} \times 100 = 78\%$$



Retraso de balance

- Se define como el porcentaje de la mano de obra ociosa.

- $$E = \frac{TM}{N_t \times C} \times 100 = \frac{\text{Suma de tiempos inactivos}}{\text{Número de estaciones} \times \text{el tiempo de ciclo}}$$

- $$E = \frac{20}{6 \times 15} \times 100 = 22\%$$



Por su atención ...

Gracias

OPCIONAL DE PONER UNA FRASE CELEBRE RELACIONADA CON EL TEMA

Contacto

Nombre del contacto: Mary Carmen Reyna Amador
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
Área Académica de Ingeniería y Arquitectura
Teléfono: 71 72000
Correo electrónico: amerma332@gmail.com



Referencias:

Baybars, I. (August, 1986). A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem. *Management Science*, 32(8).

Jacobs, R. B. (2014). *Administración de operaciones Producción y cadena de suministros*. México: Mc Graw Hill.

Nahamias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones*. México : Mc Graw Hill Education.

Niebel, B. W. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc. Graw Hill.

Stephens, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Prentice Hall.





Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería Área Académica de Ingeniería y Arquitectura

Material desarrollado en la Academia de Ingeniería Industrial

