

Figura 2-15 Diagrama de proceso hombre-máquina para una operación de fresado.

RELACIONES CUANTITATIVAS ENTRE HERRAMIENTAS, TRABAJADOR Y MÁQUINA

Aun cuando el diagrama de proceso hombre-máquina ilustra el número de instalaciones que pueden asignarse a un operario, con frecuencia esto se calcula en menos tiempo mediante el desarrollo de un modelo matemático. Por lo común, la relación hombre-máquina es de tres tipos: 1) servicio sincronizado, 2) servicio completamente aleatorio y 3) una combinación de servicio sincronizado y aleatorio.

DIAGRAMA DE PROCESO DE GRUPO CON EL MÉTODO ACTUAL

PRENSA HIDRÁULICA DE EXTRUSIÓN DEPTO. II

ELABORADO POR B.W.N. 4-15

DIAGRAMA NO. C-85



Guía de análisis del trabajo/lugar de trabajo

Trabajo/lugar:	TERMINAL CARGADA	Analista:	AF	Fecha:	1-27-
Descripción: INSERTAR EL TUBO (GINESCOPIO) EN EL CONO					
Factores del trabajador					
Nombre:					
Motivación:	Alta	Media	<input checked="" type="radio"/> Baja	Sexo:	<input checked="" type="radio"/> M <input type="radio"/> F Estatura: 6' Peso: 90
Escolaridad:	Parte de bach. <input checked="" type="radio"/> Bach. <input type="radio"/> Licenciatura			Satisfacción en el trabajo:	Alta <input type="radio"/> Media <input type="radio"/> Baja <input checked="" type="radio"/>
Equipo de seguridad	<input checked="" type="radio"/> Anteojo <input type="radio"/> Casco <input type="radio"/> Zapatos			Condición física:	Alta <input type="radio"/> Media <input checked="" type="radio"/> Baja <input type="radio"/>
Otros GUANTES CON MANGA					
Factores de la tarea					
Con referencia a:					
Diagrama de proceso de flujo					
TUBO DE LA BANDA A MÁQUINA DE INSERCIÓN, LUEGO SELLADOR, Y REGRESO A BANDA					
Análisis con video, Principios de economía de movimiento					
¿Qué tipo de movimientos se necesitan?					
¿Levantamientos repetitivos, caminar, agarrar					
¿Levantamiento de materiales?					
SI, POSICIONAR TUBO: SI, PARA PROCESO BÁSICO; NO, PARA MANEJO DE MATERIALES					
¿Qué herramientas se usan?					
NO					
¿Están bien distribuidos el lugar de trabajo? (Hay algunos lejos?)					
NO - CAMINAR Y ALCANZAR SON EXCESIVOS					
¿Hay movimientos excesivos de dedos/manos? (Inecesarios?)					
NO					
¿Hay movimientos de levantar?					
SI, TUBOS DE VIDRIO PESADOS					
¿Se carga el trabajador? (Carga física?)					
SI					
¿Carga de brazos? (Carga mental)					
SI					
¿Hay un tiempo cada cual? (Cuál es el tiempo estándar?)					
- 1.02 MIN					
Factores del entorno					
Lista de verificación trabajo-entorno					
Valor recomendado por IESEA					
Nivel de OSHA					
WIRET					
Estándares RO					
Factores administrativos					
¿Están recibiendo el salario?					
NO					
¿Está relacionada el trabajo? (Exageramiento del trabajo)					
SI					
¿Hay proporción adecuada a especialización en el trabajo?					
NO					
¿Están en la política administrativa global?					
SI					
Observaciones:					
INTENTAR POSICIONAR MÁS DE CERCA LA BANDA Y LAS MÁQUINAS, ¡MUY PELIGROSO!					

Figura 2-6 Guía de análisis del trabajo/lugar de trabajo para una operación con terminal cargada en una instalación de manufactura de televisores.

a problemas
nitiativos, el
ue lo rodea.
ortamiento o
l de la situa-
analizar los
is del traba-
visores. Los
n al ruido.

de todas las
o de manu-
del produc-
ensamblés
de diseño
operación

mbolos; un
a cuadrado
tiene lugar
aliza su es-
s prefieren
Las opera-
mientras
directos o
ar su con-
a describir

ón, el ana-
ón" y otra
ceso, mé-

todo actual y propuesto, fecha y nombre de la persona que hace el diagrama. La información adicional puede incluir número de diagrama, planta, edificio y departamento.

Las líneas verticales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, las horizontales que llegan a las líneas de flujo verticales indican los materiales, ya sea comprados o trabajados, que se usan en el proceso. Las partes se muestran al entrar a una línea vertical para ensamble o al salir de una línea vertical para desarmado. Los materiales que se desarman o extraen se representan por una línea de materiales horizontal dibujada a la derecha de la línea de flujo vertical, mientras que los de ensamble se muestran con una línea horizontal dibujada a la izquierda de la línea vertical.

En general, el diagrama de proceso de la operación se construye de manera que no se crucen las líneas verticales y las horizontales. Si es necesario un cruce se usa la práctica convencional para mostrar que no hay unión; esto es, se dibuja un pequeño semicírculo en la línea horizontal en el punto de intersección con la línea vertical (vea la figura 2-7).

Se asignan a cada operación e inspección los valores del tiempo, basados en estimaciones o en mediciones reales. La figura 2-8 muestra un diagrama de proceso de una operación en la manufactura de mesitas para teléfono.

El diagrama de proceso de la operación terminado ayuda al analista a visualizar el método actual, con todos sus detalles, para que pueda desarrollar procedimientos nuevos y mejores. Muestra el efecto que tendrá un cambio en una operación dada sobre las operaciones precedentes y subsiguientes. Es común lograr reducciones de 30% en el tiempo de desempeño al usar los principios de análisis de las operaciones junto con el

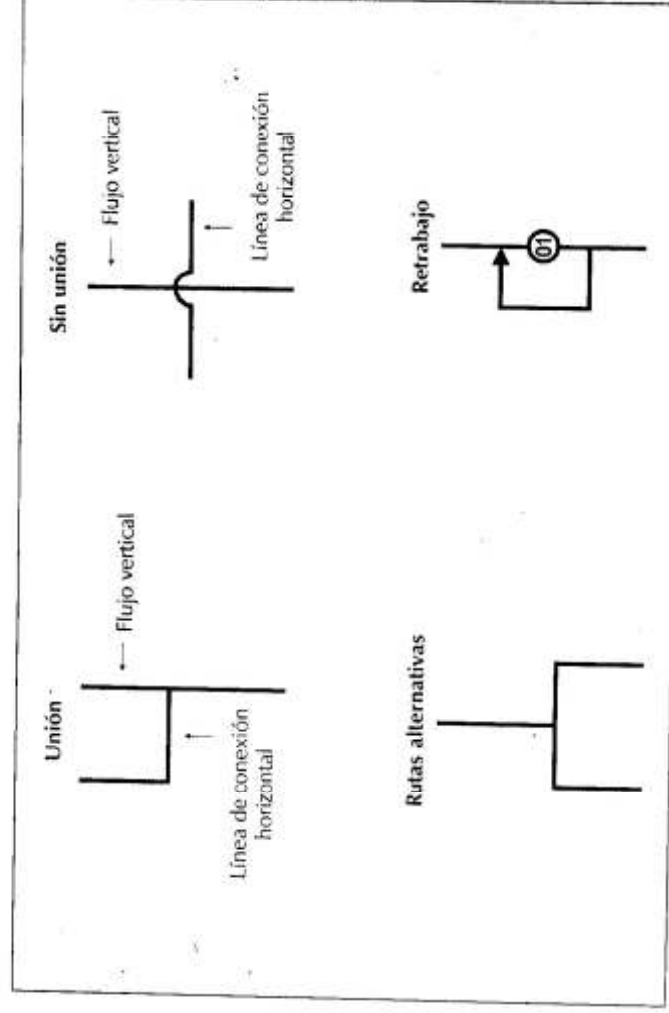


Figura 2-7 Convenciones para los diagramas de proceso.

diagrama de proceso de la operación. Es inevitable que la construcción del diagrama sugiera posibilidades de mejora.

El diagrama de proceso de la operación indica el flujo general de las componentes de un producto, y como cada paso se muestra en la secuencia cronológica adecuada, el diagrama, en sí, es una distribución de planta ideal. Así, el analista de métodos, el ingeniero de distribución de planta y las personas en áreas relacionadas encuentran esta técnica útil para desarrollar nuevas distribuciones y mejorar las existentes.

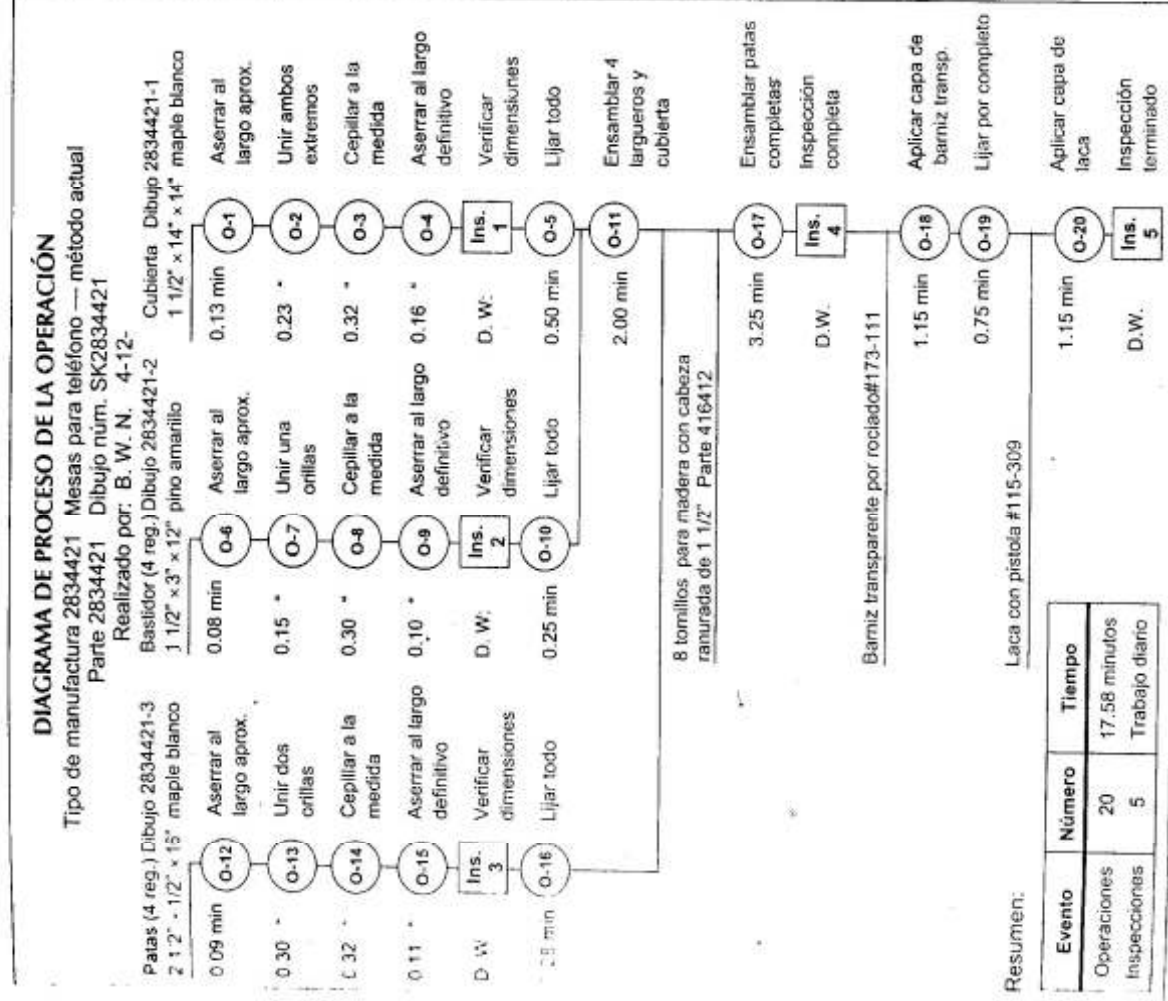


Figura 2-8 Diagrama de proceso de la operación que ilustra la manufactura de mesitas para teléfono.




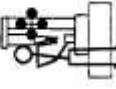
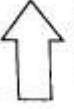
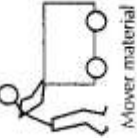




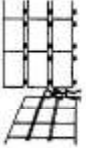
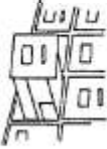

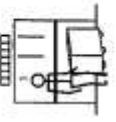






Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Martillar	 Mezclar	 Taladrar o barrenar
Transporte  Una flecha indica un transporte, como	 Mover material en vehículo	 Mover material por banda transportadora	 Mover material cargado (mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo indica almacenamiento, como	 Materia prima almacenada a granel	 Producto terminado apilado en tarimas	 Archivo de documentos
Demora  Una letra D mayúscula indica una demora, como	 Esperar el elevador	 Material en espera de ser procesado	 Documentos en espera para archivarse
Inspección  Un cuadrado indica una inspección, como	 Examinar calidad y cantidad	 Lectura de niveles en caldera	 Examinar información en forma impresa

Figura 2-9 Conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según la ASME.

departamento, número de diagrama, cantidad y costo pueden ser valiosos para identificar por completo el trabajo al que se refiere el diagrama.

Para cada evento del proceso, el analista asienta su descripción, marca el símbolo adecuado e indica los tiempos de proceso o demora y las distancias de los transportes. Después conecta los símbolos de los eventos sucesivos con líneas hacia abajo. La columna de la derecha proporciona espacio para que el analista escriba comentarios o recomendaciones de cambios potenciales.

Para determinar la distancia que se mueve, el analista debe medir con exactitud cada movimiento con un flexómetro. En general, se puede llegar a cifras bastante exactas si se cuenta el número de columnas (si existen) que pasa el material al moverse y luego se multiplica por el espacio entre ellas menos una. Es usual no registrar los movi-

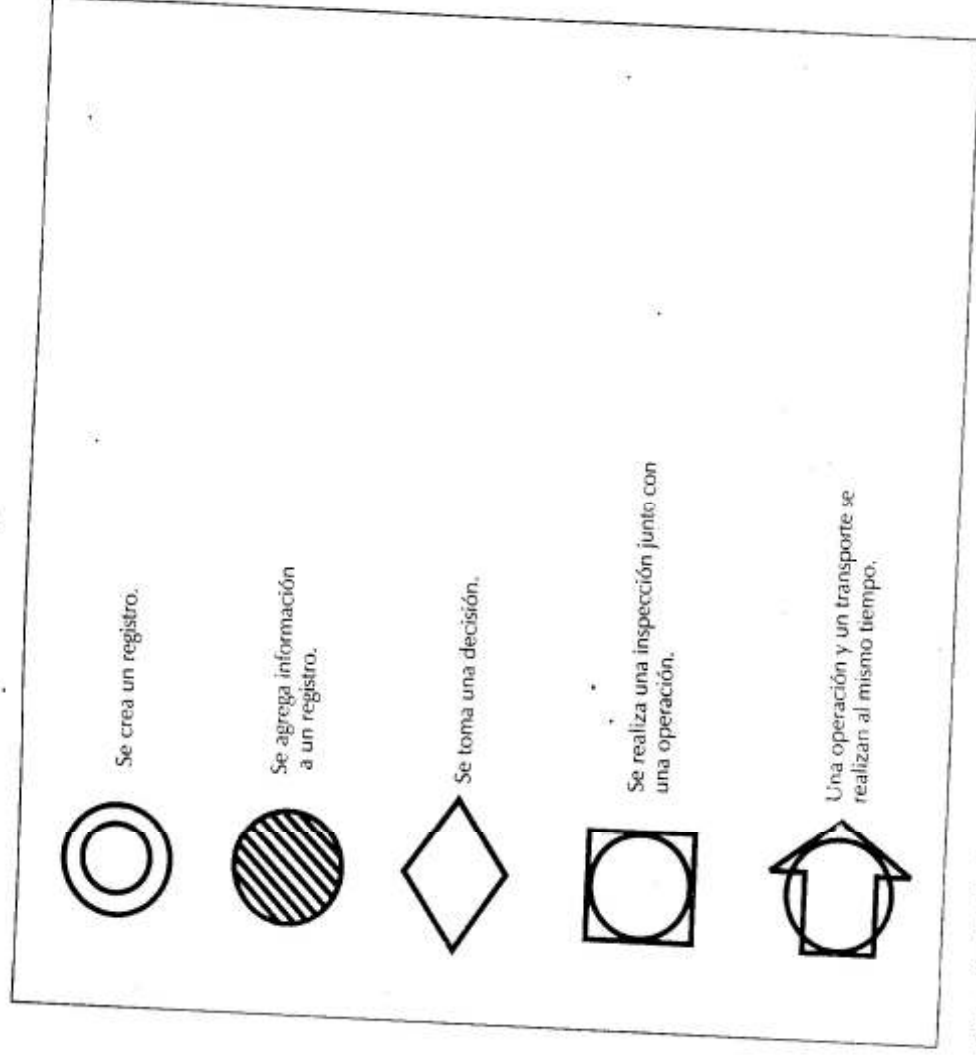


Figura 2-10 Símbolos no estándar para los diagramas de proceso.

mientos de 5 pies (1.5 m) o menos; sin embargo, puede hacerse si el analista piensa que afectan materialmente el costo total del método en estudio.

Todos los tiempos de demora y almacenamiento deben incluirse en el diagrama.

Sin embargo no es suficiente con sólo indicar que ocurren. Cuanto más tiempo pase una parte en almacén o se demore, más grande será el costo que acumule y mayor será la espera del cliente para su entrega. Por lo tanto, es importante saber cuánto tiempo pasa una parte en una demora o almacenamiento. El método más económico para determinar la duración de las demoras es marcar varias partes con gis indicando la hora exacta en que se almacenaron o se detuvieron. Después, se verifica esa sección periódicamente para ver el momento en que esas partes regresan a producción. Con una muestra paralela en la cual se registra el tiempo transcurrido y el promedio de esos tiempos, el analista puede obtener valores con suficiente exactitud.

Diagrama de flujo del pro

Ubicación:	Dorben Ad Agency
Actividad:	Preparación de publici
Fecha:	1-26-91
Operador:	J. S. Analista
Varque el método y tipo aproximados	
Método:	Actual Propuesto
Tipo:	Obrero Material M
Comentarios:	

Descripción de la actividad	
almacén	
al cuarto de compaginación	
compaginar por tipo	
compaginar cuatro hojas	
apilar	
al cuarto de doblado	
acomodar, doblar, plegar	
apilar	
a la engrapadora de ángulo	
engrapar	
apilar	
al cuarto de correspondencia	C
etiquetar con dirección	C
al correo	C
	C
	C
	C
	O
	O

Figura 2-11 Diagrama de flujo directa por correo.

El diagrama de flujo de no es un fin, es sólo un medi cución de costos ocultos d transportes, demoras y almi ducir a la reducción tanto en registrar las distancias, el di tribución de planta. Estas té

Diagrama de proceso del flujo

Página 1 de 1

Ubicación: Dorben Co.		Resumen			
Actividad: Inspección de campo de oxígeno LUX		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha: 4-17-97		Operación	7		
Operador: T. Smith		Transporte	6		
Marque el método y tipo apropiados		Demora	2		
Método: <u>Actual</u>		Inspección	6		
Tipo: <u>Operero</u>		Almacenaje	0		
Comentarios:		Tiempo (min.)	32.60		
		Distancia (pies)	375		
		Costo			
Descripción de la actividad	Símbolo	Tiempo (minutos)	Distancia (pies)	Método Recomendado	
Dejar vehículo, caminar a la puerta, tocar timbre	○ → □ ▽	1.00	75	Hablar antes al cliente para evitar retrasos	
Esperar, entrar a la casa	○ → □ ▽	0.25	25		
Caminar a tanque	○ → □ ▽	0.35			
Desconectar tanque de la unidad	○ → □ ▽	1.25		Es mejor hacer esto mientras camina al vehículo	
Revisar si hay abolladuras, grietas en recubrimiento, vidrio roto o partes faltantes	○ → □ ▽	1.25		Esto se realiza con más efectividad en el vehículo	
Limpia unidad con limpiador y desinfectante regenerarios	○ → □ ▽	1.00	75		
Regresar al vehículo con tanque vacío	○ → □ ▽	1.75			
Abrir vehículo, colocar tanque en dispositivo y conectar la máquina	○ → □ ▽	0.25			
Abrir válvula; iniciar llenado	○ → □ ▽	12.00		Limpia la unidad mientras se llena	
Esperar el llenado del tanque	○ → □ ▽	0.50		Eliminar. Ya se hizo	
Verificar que el humidificador funciona bien	○ → □ ▽	0.20			
Verificar presión (indicador)	○ → □ ▽	0.20			
Verificar contenido de tanque (indicador)	○ → □ ▽	1.10	100		
Regresar con el paciente con tanque lleno	○ → □ ▽	1.00			
Conectar el tanque lleno	○ → □ ▽	0.75			
Verificar funcionamiento de humidificador	○ → □ ▽	2.00			
Esperar que el paciente quite la cánula nasal o la máscara	○ → □ ▽	2.50			
Instalar nueva cánula o máscara	○ → □ ▽	2.25			
Verificar flujo con el paciente	○ → □ ▽	1.00		Hacer esto durante el llenado	
Fijar etiqueta con inicial y fecha de inspección	○ → □ ▽	1.00	100		
Regresar al vehículo	○ → □ ▽				

Figura 2-12 Diagrama de flujo del proceso (trabajador) para la inspección de campo de oxígeno LUX.

DIAGRAMA DE FLUJO

Aunque el diagrama de flujo del proceso contiene la mayor parte de la información pertinente relacionada con el proceso de manufactura, no muestra un plano del flujo de trabajo. En ocasiones, esta información ayuda a desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de reducir un transporte, el analista debe ver o visualizar en dónde existe un espacio para añadir una instalación que acorte la distancia. De igual manera, es útil

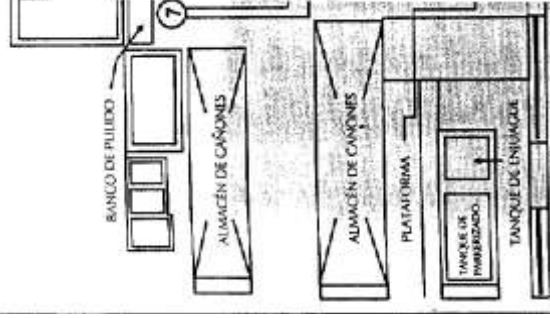


Figura 2-13 Diagrama de flujo rifle Garand. (La sección sombreada muestra la distribución revisada [figura 2-14]).

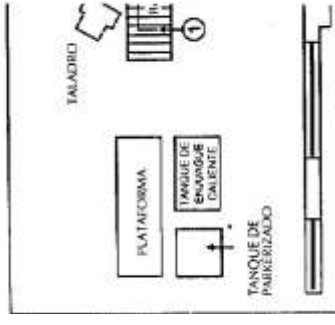


Figura 2-14 Diagrama de flujo del rifle Garand.

visualizar áreas de almacén de puntos de trabajo.

La mejor manera de visualizar las áreas de la planta que

miento del material de una actividad a la siguiente. Un *diagrama de flujo* es una representación pictórica de la distribución de la planta y los edificios, que muestra la localización de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso. Al construir un diagrama de flujo, debe identificarse cada actividad con el símbolo y número correspondiente al que aparece en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica con pequeñas flechas sobre las líneas. Se pueden usar varios colores para indicar distintos flujos.

La figura 2-13 ilustra un diagrama de flujo realizado junto con el diagrama de flujo del proceso para mejorar la producción del rifle Garand (M1) en Springfield Armory. Esta representación pictórica, junto con el diagrama de flujo del proceso, dio como resultado ahorros que aumentaron la producción de 500 cañones de rifle por turno a 3600 cañones, con el mismo número de empleados. La figura 2-14 ilustra el diagrama de flujo de la distribución corregida.

El diagrama de flujo es un complemento útil del diagrama de flujo del proceso, ya que indica cómo regresar y las posibles áreas congestionadas, además facilita el desahorro de una distribución de planta ideal.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MÁQUINA

El *diagrama de proceso hombre-máquina* se usa para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de una persona y el de la máquina. Estas características pueden ayudar a lograr una utilización más completa tanto del trabajador como de la máquina y un mejor balance del ciclo de trabajo.

Muchas máquinas herramienta son completamente automáticas (desamador automático) o semiautomáticas (tomo revólver). Con este tipo de instalaciones, a menudo el operador está ocioso una parte del ciclo. La utilización de este tiempo ocioso puede incrementar el salario del trabajador y mejorar la eficiencia de la producción.

La costumbre de que un empleado opere más de una máquina se conoce como *acoplamiento de máquinas*. Como las organizaciones de trabajadores pueden resistirse a este concepto, la mejor manera de implantarlo es demostrar la oportunidad de mayores ingresos. Dado que el acoplamiento de máquinas aumenta el porcentaje de "tiempo de esfuerzo" durante el ciclo de operación, es posible ofrecer mayor salario si una compañía cuenta con un plan de incentivos. Además, los salarios base suelen ser más altos cuando se practica el acoplamiento de máquinas, pues el operario tiene mayor responsabilidad y puede realizar un mayor esfuerzo físico y mental.

Al construir el diagrama, el analista primero debe identificarlo con un título como "diagrama de proceso hombre-máquina". La información adicional incluye: número de parte, número de dibujo, descripción de la operación, método presente o propuesto, fecha y nombre de la persona que lo realiza.

Los diagramas de proceso hombre-máquina siempre se hacen a escala, entonces el analista elige la distancia en pulgadas que representa una unidad de tiempo, de manera que el diagrama sea claro. Mientras más largo sea el ciclo de la operación, más corta

será la distancia por década, en pulgadas. La muestra las operaciones tiempos de trabajo y ociosos. De manera similar tiempo de operación y la línea punteada en la colt máquina, durante el cual

El analista registra tiempo y la máquina hasta que tiempos totales de trabajo tiempo productivo más ocioso más el tiempo ocioso

Es necesario obtener diagrama hombre-máquina incluyen las holguras activa más detalles en el caso al construir el diagrama

El diagrama del proceso áreas de ocurrencia de las áreas son un buen punto debe compararse el costo podrá recomendar un método consideraciones económicas

DIAGRAMAS DE PROCESO

El *diagrama de proceso hombre-máquina*. Este último que un trabajador puede tal magnitud que en los varios trabajadores para el grupo muestra la relación y los tiempos de operación diagrama revela la posibilidad

La figura 2-16 ilustra número de horas ociosas, compañía emplea dos operadores del proceso control operarios, y no seis, otro proceso se muestra en el ahorro de 16 horas por

será la distancia por décimo de minuto. Una vez establecidos los valores exactos para la distancia, en pulgadas por unidad de tiempo, se inicia la gráfica. El lado izquierdo muestra las operaciones y el tiempo que usa el trabajador; a la derecha se colocan los tiempos de trabajo y ociosos de la(s) máquina(s). Una línea continua vertical representa el tiempo de trabajo del empleado. Una discontinuidad en esta línea significa tiempo ocioso. De manera similar, una línea continua bajo el nombre de cada máquina indica tiempo de operación y las discontinuidades designan tiempo ocioso de la máquina. Una línea punteada en la columna de una máquina señala tiempo de carga y descarga de la máquina, durante el cual no está ociosa y tampoco productiva (vea la figura 2-15).

El analista registra todos los elementos de tiempo de trabajo y ocioso para el operario y la máquina hasta que termina el ciclo. La parte inferior del diagrama muestra los tiempos totales de trabajo y ociosos, tanto para el trabajador como para la máquina. El tiempo productivo más el tiempo ocioso del trabajador debe ser igual al tiempo productivo más el tiempo ocioso de cada máquina que opera.

Es necesario obtener valores de tiempos elementales exactos antes de construir el diagrama hombre-máquina. Estos valores deben representar los tiempos estándar que incluyen las holguras aceptables por fatiga, retrasos inevitables y retrasos personales (vea más detalles en el capítulo 11). El analista siempre debe evitar el uso de cronómetros al construir el diagrama.

El diagrama del proceso hombre-máquina terminado muestra con claridad las áreas de ocurrencia de tiempo ocioso de la máquina y el trabajador. En general, estas áreas son un buen punto de partida para el mejoramiento. Sin embargo, también debe compararse el costo de la máquina ociosa con el del empleado ocioso. El analista podrá recomendar un método sobre otro sólo hasta haber considerado el costo total. Las consideraciones económicas se presentan en la siguiente sección.

DIAGRAMAS DE PROCESO DE GRUPO

El *diagrama de proceso de grupo*, en cierto modo, es una adaptación del diagrama hombre-máquina. Este último ayuda a determinar el número más económico de máquinas que un trabajador puede operar. No obstante, algunos procesos e instalaciones son de tal magnitud que en lugar de que un trabajador opere varias máquinas, se requieren varios trabajadores para operar una máquina con efectividad. El diagrama de proceso de grupo muestra la relación exacta entre los ciclos de operación y ociosos de la máquina y los tiempos de operación y ociosos por ciclo de los trabajadores que la atienden. El diagrama revela la posibilidad de mejoramiento si se reducen ambos tiempos ociosos.

La figura 2-16 ilustra el diagrama de proceso de grupo para un proceso con un gran número de horas ociosas, hasta 18.4 en un turno de 8 horas y también muestra que la compañía emplea dos operarios más de los que necesita. La compañía reubicó algunos controles del proceso con lo que pudo reasignar los elementos de trabajo para que cuatro operarios, y no seis, operaran la prensa de extrusión. Una mejor operación del mismo proceso se muestra en el diagrama de grupo de la figura 2-17. Fue sencillo obtener el ahorro de 16 horas por turno desarrollado mediante este diagrama.