

AUTOMATIZACION de Bajo Costo

para las industrias del Mueble y de la Ebanistería

(II)

En el circuito de la figura 8, al accionar el botón manual el cilindro alimentador efectúa un movimiento de avance y retroceso. Al conectarse la válvula automática, el émbolo del cilindro oscilará de modo continuo alimentando a la sierra el contenido del depósito hasta que se desconecte de la válvula la palanca. Este mecanismo hace perfectamente segura la operación de alimentación, ya que las manos del operario no hacen más que pulsar botones, accionar palancas y cargar el depósito alimentador.

El costo de los componentes del circuito de la figura 8 ascendería a unos 80 dólares.

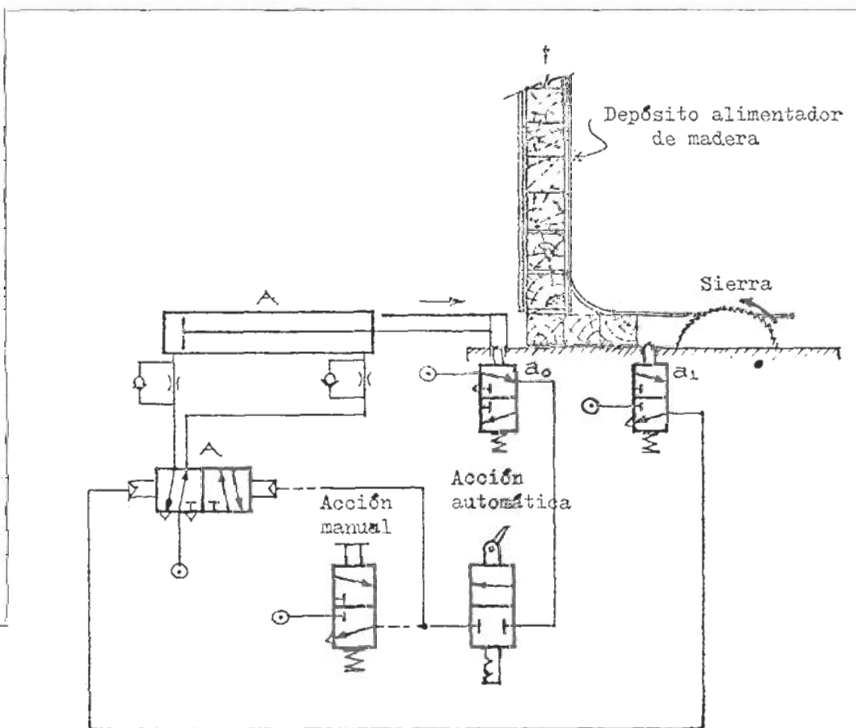


Figura 8.
Alimentador para Sierra de Mesa

III. ANALISIS DE LA NECESIDAD DE AUTOMATIZACION DE BAJO COSTO

A. Punto de vista del director de empresa

De los ejemplos dados en el capítulo anterior se desprende claramente que la ABC puede acrecentar la competitividad de una empresa, determinar un aumento de la producción al tiempo que una disminución del costo de la misma. Los gerentes de fábricas de muebles y ebanistería no deben vacilar en emprender proyectos ABC. Sin embar-

go, han de considerar primero los siguientes factores:

- Aspectos económicos.
- Requisitos técnicos previos.
- Necesidades de personal.
- Capacidad de gestión.

ASPECTOS ECONOMICOS

Un principio básico de todo cambio introducido en un proceso de producción es que los beneficios que reporten superen el costo, y esto se aplica también a la ABC. Es verdad que, a veces, un proyecto puede resultar más costoso, en comparación

con las economías que una empresa deriva del mismo. No obstante, puede procederse a la ejecución del proyecto en razón de las mejoras que se obtendrán en la calidad o la seguridad, las que, por supuesto, también son beneficiosas. En todo caso, cualquiera que sea el motivo de la automatización —seguridad, calidad o economía—, el conocimiento del costo relativo de los proyectos contemplados sigue siendo importante al decidir cuál de ellos se va a adoptar.

Suponiendo que la decisión de automatizar se base enteramente en el costo, cabe utilizar la

siguiente fórmula para determinar la inversión máxima que una empresa deberá hacer en un proyecto dado:

- I** = inversión máxima permisible
- i** = tipo de interés corriente sobre el dinero (% por año)
- n** = período de depreciación (años)
- N** = número de horas de explotación al año
- Q₁** = producción por hora antes de introducirse la ABC
- Q₂** = producción por hora des-

pués de introducirse la ABC

- m** = costo fijo de la máquina por hora, incluidos los gastos generales
- w** = salarios directos por hora
- p** = proporción de costos indirectos de mano de obra (porcentaje de **w**)
- V₁** = costo variable por hora de la máquina con la producción **Q₁**
- V₂** = costo variable por hora de la máquina con la producción **Q₂**

$$I = \left[\frac{nN}{1 + \frac{i}{200}(n+1)} \right] \left[\left(\frac{Q_2}{Q_1} - 1 \right) \left(m + w \left(1 + \frac{p}{100} \right) + V_1 \right) + V_1 - V_2 \right]$$

REQUISITOS TECNICOS PREVIOS

Si una empresa, en lugar de proceder a una adaptación de la automatización se limita a adoptarla, la producción podría disminuir en vez de aumentar, sobre todo si el personal no está preparado para un proceso automatizado relativamente complejo. Por ejemplo, los operadores que no saben manejar una má-

quina pueden dañarla. O, en caso de avería, el personal de mantenimiento puede no saber cómo reparar el equipo de manera satisfactoria.

NECESIDADES DE PERSONAL

La introducción de la automatización en una planta entrañará los siguientes cambios en las necesidades cualitativas y cuantitativas de personal técnico:

Función	núm. de empleados	Aptitudes requeridas
Producción directa:	menos	menores
Mantenimiento:	más	superiores
Transporte:	menos	superiores
Ingeniería:	más	superiores

CAPACIDAD DE GESTION

Es posible que resulte necesario mejorar la gestión de las fábricas que desean automatizarse. Cuando la gestión de una planta es un «lío», antes de introducirse la automatización, será un «lío automatizado» una vez introducida. En otras palabras, la automatización **per se** no produce milagros administra-

tivos; por el contrario, puede requerir de algunos. El aumento de productividad resultante de la automatización trae consigo mayor demanda de materiales, programación más compleja, exigencias técnicas más precisas (p. ej., control dimensional), etc. Si la dirección de la empresa no puede hacer frente a esas interrelaciones más complicadas, mejor será aplazar la introduc-

ción de un mayor grado de automatización. Una empresa que adolece de una gestión débil ha de comenzar por el tipo más elemental de automatización y avanzar paulatinamente hacia tipos más complejos, a medida que mejora su capacidad de gestión.

B. Punto de vista del ingeniero

Si se pidiera a un ingeniero que automatizara un proceso determinado, ¿cuál sería su primer paso? ¿Concebir inmediatamente un sistema que imitase todas las acciones del actual operario del proceso? De ninguna manera. El primer paso sería analizar la necesidad de la automatización, es decir, determinar el grado exacto de automatización que la empresa necesita en ese proceso, y proceder en consecuencia.

Si la empresa desea aumentar la producción total, la operación que corresponde automatizar será la que ocasione el atasco en la producción. El análisis revelará si la operación de que se trate es o no es la causa real del atasco. Si, por ejemplo, la operación revela una acumulación de unidades en su entrada, puede ser que el atasco se deba únicamente a qué procedimientos de programación defectuosos, en cuyo caso sería absurdo proceder a la automatización de dicha operación. Hay casos en que una aparente necesidad de automatizar desaparece cuando se aplican los principios de planificación y control satisfactorios de la producción.

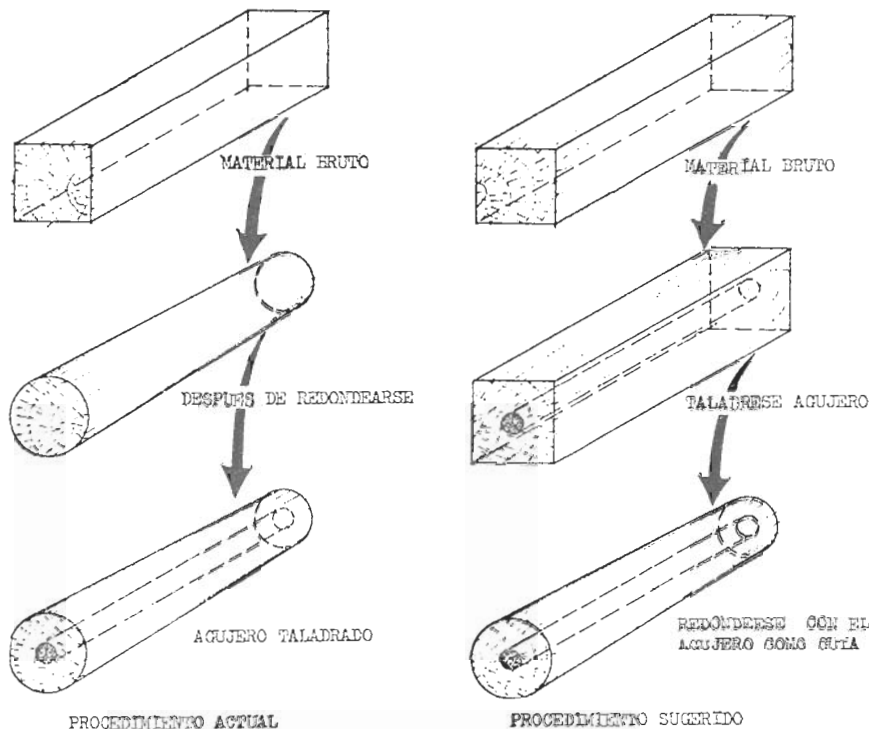
En ocasiones, una simplificación de las técnicas de producción merced al estudio de métodos (o del trabajo) puede dar el mismo resultado que la automatización, o aun mejor, como se verá por el siguiente ejemplo:

Se fabricaban patas de cama de madera redondeando un bloque rectangular hasta darle un perfil cónico, después de lo cual se taladraba un orificio de extre-

mo a extremo. Era importante que el orificio estuviese bien centrado, pero resultaba extremadamente difícil lograrlo. La dirección de la empresa quería automatizar la operación de taladrado. Al estudiar el proceso, el ingeniero que recibió el encargo comprobó que en la operación de taladrado la empresa utilizaba un torno para madera. El taladrado en sí mismo resultaba fácil; lo difícil era mantener la barrena centrada. Tras algún estudio y deliberación, el ingeniero recomendó que el operario taladrara primero el orificio y redondeara después el bloque. Hecho esto, las dificultades desaparecieron; no hubo necesidad de aumentar el grado de automatización. (Véase la fig. 9)

En el ejemplo anterior, la necesidad de automatizar quedó eliminada merced a la simplificación del proceso. El mismo resultado puede obtenerse mediante la simplificación del producto a través de un análisis de valor, generalmente cambiando el diseño. Por ejemplo, no hay necesidad de automatizar el proceso de fabricación de cierta parte, cuando puede darse un diseño nuevo al producto final, de modo que admita una parte similar que pueda adquirirse a precio módico en el mercado. O bien, si puede aumentarse cierta tolerancia crítica de diseño sin merma de la calidad del producto, cualquier problema de automatización que afecte a la tolerancia podrá, cuando menos resolverse con más facilidad, si no eliminarse. En realidad, cuando el diseño de las partes o de la totalidad del producto puede simplificarse con miras a la automatización, es posible que haya llegado de todos modos el momento de revisar ese diseño.

La figura 10 ilustra los resultados de un análisis de valor que condujo a la simplificación de un producto. Los miembros transversales de los respaldos de sillas se estaban ensamblan-



do a espiga en agujeros practicados en los miembros verticales. Como el ensamble a espiga resultaba bastante difícil, el director de la empresa estaba pensando en echarse encima muchas dificultades para automatizar el proceso. Sin embargo, el análisis de valor reveló que el proceso y, por ende, su automatización podían simplificarse, si los orificios de los miembros verticales se ampliaban de modo que pudiera prescindirse del ensamble a espiga. Lo único que se necesitaba era controlar la profundidad de los agujeros y la longitud de los miembros transversales, cosa fácilmente realizable con la ABC.

En otras palabras, el ingeniero, tras haberse decidido a automatizar, trata de simplificar su trabajo, sin rehuirlo. Y, habiéndose convencido de la necesidad de automatizar un proceso se asegura de que la automatización es viable.

A veces, hay que normalizar una línea de productos. La automatización entraña cierta pérdida de flexibilidad, lo que la hace

Figura 9. Comparación del proceso utilizado para la fabricación de patas de madera para camas. El proceso sugerido permitió practicar agujeros correctamente centrados con menos dificultad que el actual, e hizo innecesaria la automatización

inviabile frente a una gran variedad de productos. Por ejemplo, sería difícil y costoso establecer un sistema automático que montase 20 tipos diferentes de sillas. Es preciso hallar una fórmula intermedia, en el sentido de que sólo se fabricarán unos cuantos tipos (o tamaños) de sillas. Por otro lado, puede haber algunas operaciones que sean idénticas para todos. Esas operaciones podrán, desde luego, automatizarse.

Una vez establecidas la necesidad y posibilidad de automatizar un proceso (no necesariamente el contemplado en un principio), deberá hacerse un estudio de tiempos del mismo. Se analizará la tarea para distinguir los distintos elementos y se registrará el tiempo em-

pleado en cada uno de ellos, a fin de poder determinar cuáles llevan más tiempo. Sobre la base de ese estudio de tiempos, el ingeniero podrá decidir automatizar tan sólo el elemento que consume más tiempo, o combinar algunos de los elementos mediante la automatización. Sólo entonces procederá a diseñar el sistema ABC.

En el diseño del sistema, el ingeniero deberá tener en cuenta la seguridad, el costo y otros aspectos operacionales del proyecto. Además, puesto que utiliza como punto de partida la situación actual, es preciso que comprenda bien esa situación y

también la manera como la modificación proyectada influirá en toda la empresa. El ingeniero que sea capaz de hacer todo eso tendrá un conocimiento de muchas disciplinas y, por consiguiente, podrá aspirar a una elevada retribución de sus servicios.

Es importante que una empresa que ha contratado a un ingeniero para concebir un sistema ABC reciba de éste todas las instrucciones necesarias acerca del manejo de nuevo equipo, así como copias de todos los planos necesarios para el buen mantenimiento del mismo.

C. Un ejemplo real del empleo analítico de la ABC

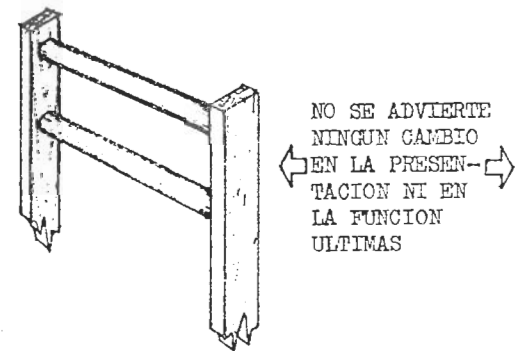
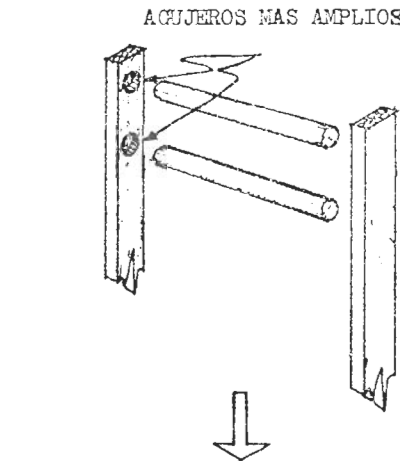
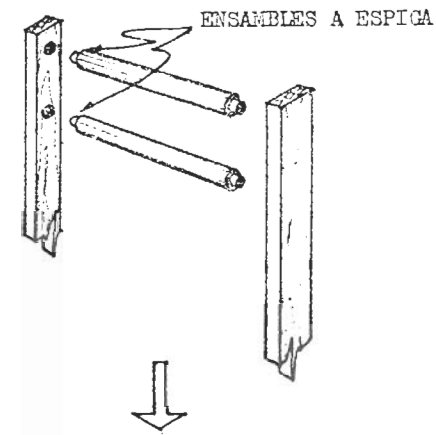
A causa de un programa estatal de construcción de viviendas

una fábrica satisficó a duras penas la demanda de marcos de ventana. La dirección de la empresa prevenía que pronto no podría dar abasto, ni siquiera con tres turnos diarios. Además, había escasez de obreros calificados. En vista de ello, la dirección organizó un equipo de técnicos y obreros para hallar la manera de evitar la pérdida de ventas por falta de capacidad productiva.

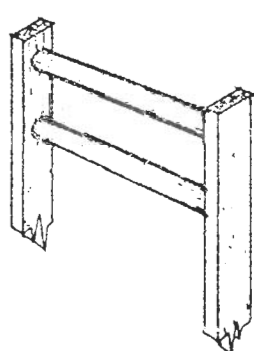
Al analizar los diversos procesos aplicados en la fábrica, el equipo recopiló los siguientes datos sobre las operaciones manuales que más influían en la capacidad de producción:

OPERACION	Capacidad de Producción (Marcos por día)	Costo Unitario de mano de obra (Dólares por Marco)
Corte	22	0,04
Ensamble a espiga	5	0,40
Mortaja	12	0,10
Montaje	16	0,06

Figura 10. Simplificación del producto merced al análisis de valor



NO SE ADVIERTE NINGUN CAMBIO EN LA PRESENCIA NI EN LA FUNCION ULTIMAS



DISEÑO ANTES DEL ANALISIS DE VALOR

DISEÑO SIMPLIFICADO DESPUES DEL ANALISIS DE VALOR

Se vio enseguido que la operación de ensamble a espiga no sólo constituía un atasco, sino que, además, era la operación más costosa de la lista. Se puso en marcha un esfuerzo concertado para mejorar esa operación.

Después de un estudio más a fondo, el equipo tenía tres planes de acción de entre los que elegir uno, a saber:

1. Diseño e instalación de útiles y accesorios. Aumento de capacidad, 20 %. Costo, \$6,00.

2. Adquisición de una máquina de hacer espigas. Aumento de capacidad, 80 %. Costo total fijo de la máquina, \$200 anuales. Costo variable total de mano de obra, mantenimiento y energía, \$0,09 por marco.

3. Subcontratación de la operación de espigado. Costo (hasta 200 marcos diarios), \$0,08 por marco.

El plan 1 no resultaba atractivo; aunque hubiera supuesto a duras

guna mejora, la operación habría seguido constituyendo un atasco. El plan 2 era muy tentador; como la empresa daba a la operación de ensamblado a espiga un valor de \$0,89 por marco, el volumen de rentabilidad mínima de la máquina era 200 (0,08-0,89) igual a 250 marcos al año, volumen muy inferior al previsto. Sin embargo, el costo inicial de la máquina (\$1.000) hubiera repercutido adversamente en las disposiciones financieras de esa pequeña empresa. Por consiguiente, se eligió el plan 3, que permitía eliminar el atasco sin un gasto fijo en efectivo y a un menor costo de explotación.

Eliminado el atasco del ensamble a espiga, el siguiente objetivo era, obviamente, la mortaja. Esta operación consistía en marcar en la madera el tamaño y lugar de la mortaja y luego cortarla a mano con formón. Habiendo observado a los dos mortajadores, el equipo estimó que poseían las aptitudes necesarias para realizar el trabajo. El problema era que, incluso en obreros altamente calificados, el trabajo llevaba demasiado tiempo. Como solución, se acordó comprar una prensa de segunda mano para taladrar madera y equiparla con una herramienta para hacer mortajas. La prensa costó sólo \$20, pero la capacidad de mortajado se aumentó de 12 a 23 marcos por día. Se cambiaron las funciones de los dos mortajadores: uno se encargó de marcar la madera y el otro de cortarla.

La operación de montaje fue el siguiente atasco, el cual se remedió un tanto instalando un dispositivo de sujeción hecho con una vieja manguera de incendios (véase sección A del capítulo VII). La capacidad aumentó de 16 a 21 marcos por día.

Las capacidades de las operaciones de corte, mortaja y montaje eran ahora aproximadamente iguales y suficientes para satisfacer la demanda durante los

tres meses siguientes. Sin embargo, la demanda siguió aumentando rápidamente. En vista de ello, se procedió sin demora a buscar la manera de incrementar las capacidades de montaje y mortaja hasta 40 marcos diarios, la capacidad que podía alcanzarse en la operación de corte adquiriendo una sierra tronadora desplazable. (La operación de ensamble a espiga no planteaba ningún problema de inmediato, ya que el subcontratista aún podía suministrar 200 marcos al día. No obstante, se proyectó la negociación de un contrato de larga duración para este trabajo.)

En un estudio de tiempos del trabajo del operador de la herramienta mortajadora, se registró la siguiente distribución de tiempos:

	Porcentaje
Sujeción y aflojamiento de la pieza.	60
Mortaja en la prensa de taladrar.	20
Manipulación de la pieza.	20

Era obvio que la operación de sujeción llevaba relativamente mucho tiempo. Como la fábrica disponía ya de un equipo de aire comprimido (para pulverizaciones), se decidió utilizar un sistema neumático para la sujeción de las piezas. Con esa solución, se aumentó la capacidad en alrededor de un 40 %, hasta unos 32 marcos por día. Esa cifra aún era inferior a los 40 marcos diarios que se habían proyectado, pero la solución proporcionó a la empresa un mayor margen de tiempo en que buscar la forma de aumentar aun más la producción.

En una fase posterior, los técnicos del taller concibieron otro accesorio ABC para la vieja prensa taladradora empleada para mortajar: un sistema oleoneumático, compuesto de un cilindro ordinario de aire acoplado a un cilindro para comprobar el aceite (a efectos del control

de alimentación), que proporcionaba la energía para la operación de mortaja. Por este medio, se consiguió finalmente aumentar la capacidad a 40 marcos por día. Ese aumento se debió, principalmente, a la mayor velocidad de corte. En las secciones G y H del capítulo VII se dan detalles acerca de esa solución.

En el caso de la operación de montaje, en la que la sujeción fue también el principal atasco, a causa de los problemas de alineación que planteaba, el esquema indicado en la sección C del capítulo VII permitió incrementar la capacidad potencial a 104 marcos por día.

Al año de haberse iniciado el programa de mejora de la capacidad, se hizo patente de nuevo la necesidad de duplicar la capacidad total, y fue necesario emprender nuevos estudios.

Empezando de nuevo por la operación de corte, en la que con la introducción de la sierra tronadora desplazable se había iniciado la última serie de aumentos de capacidad, se conectó un cilindro de aire a la sierra según se indica en la figura 5 (capítulo II), lo que permitió alcanzar con creces la capacidad deseada.

En la sección de mortaja, se estimó que la manipulación de la madera consumía demasiado tiempo y debía automatizarse también. Sin embargo, ello entrañaba una drástica modificación de los anteriores accesorios, así como la eliminación del viejo sujetador. El cilindro de aire del sujetador, en cambio, podía seguir utilizándose. Mediante la adaptación del esquema que figura en la sección I del capítulo VII se consiguió aumentar la capacidad de mortaja a más del doble.

D. Principios generales de l análisis de necesidades

Con el ejemplo discutido en la sección precedente se ilustra

la aplicación de los siguientes preceptos generales:

- a) Conocimiento de los costos.
- b) Determinación exacta de las condiciones actuales.
- c) Estudio de las opciones posibles.
- d) Adopción de la opción más favorable desde el punto de vista de las ventajas y el costo de explotación.
- e) Mejora de la explotación paso a paso, según las necesidades y las posibilidades del momento.
- f) Mejora del equipo existente, en lugar de sustituirlo.
- g) Participación del personal del taller en la solución de los problemas relacionados con el diseño.

E. Necesidades especiales de las industrias del mueble y la ebanistería en materia de ABC

Al investigar la necesidad de la ABC en las pequeñas industrias del mueble y la ebanistería, es conveniente pensar en operaciones por separado:

- Manipulación del Material
- Posicionamiento
- Sujeción
- Mecanizado
- Montaje

MANIPULACION DEL MATERIAL

La simple manipulación del material no acrecienta el valor del producto que con él se fabrica; por eso, es preciso que las operaciones involucradas sean lo más eficientes posible.

ALIMENTACION

Salvo en el caso de equipo altamente automatizado, las máquinas para trabajar la madera se alimentan normalmente a mano. La alimentación manual es ineficiente, a causa del largo

intervalo de tiempo que transcurre entre la alimentación de cada una de las piezas trabajadas, lo que se traduce en una subutilización de las máquinas. Además, la alimentación manual puede dañar las máquinas; por ejemplo, si la alimentación no está debidamente controlada, la hoja de la sierra de mesa puede quedar inutilizada. La alimentación puede mejorarse por lo común utilizando accesorios normalizados, como cintas transportadoras, cilindros de aire o aceite y alimentadores accionados con energía eléctrica.

TRANSPORTE

Las operaciones de transporte en el interior de los talleres son antieconómicas, por lo que deben evitarse. Cuando no puedan evitarse, conviene utilizar cintas transportadoras o medios de transporte a granel, como bandejas y arcones.

ROTACION Y EYECCION

La rotación y eyección automáticas de la pieza trabajada y la eyección automática de los desechos pueden determinar un aumento de la utilización de las espicadoras, las mortajadoras, las moldeadoras, las cepilladoras, las sierras, etc., sin desperdiciar el valioso tiempo de los operadores calificados. El equipo neumático es particularmente útil para este tipo de operación automática.

APILAMIENTO

El apilamiento de productos mecanizados puede mejorarse con la ABC. Para ese fin, puede utilizarse el circuito del cilindro A del ejemplo dado en la sección F, del capítulo VII, siempre que se reemplace el interruptor de seguridad S por un interruptor de cierre normal.

POSICIONAMIENTO

Como el posicionamiento de la pieza que se va a mecanizar ha de hacerse cuidadosamente,

suele consumir bastante tiempo. La ABC puede realizar funciones de posicionamiento, por ejemplo en el taladrado de agujeros para espigas, en las mortajas, en los ensambles a espiga, en el fresado y en otras operaciones en que la herramienta se aplica a la pieza. También puede utilizarse para el posicionamiento de piezas pesadas, como en las operaciones de tapizado.

SUJECION

La sujeción por medio de la ABC puede reemplazar la sujeción mediante tornos, incluso cuando éstos se utilizan para sujetar la pieza trabajada en operaciones manuales (v. gr., trabajo de talla). El resultado es una sujeción más rápida y fácil. El tiempo así ahorrado puede dedicarse a actividades productivas.

MECANIZADO

El equipo en que algunos componentes se trabajan a mano puede complementarse con la ABC. De este modo, no sólo se reducirá la fatiga del operario y se aumentará la capacidad, sino que, además, se alargará la vida de la herramienta y se mejorará la calidad del producto, al mantener la velocidad correcta de aplicación de la herramienta. La ABC ha encontrado útiles aplicaciones en las sierras tronadoras desplazables, en las mortajadoras, en las fresadoras (elevación de bancadas) y en las mandrinadoras.

Pudiera ser posible diseñar versiones ABC más sencillas y económicas de ciertas máquinas caras. Ejemplo de ello es la máquina recaladora que figura en la sección G del capítulo VII.

MONTAJE

La ABC puede facilitar también las operaciones de montaje. Se puede ver un ejemplo de ello en la figura 4 (capítulo II).

(Continuará)