

AUTOMATIZACION de Bajo Costo

para las

industrias del Mueble y de la Ebanistería

(1)

La **ONU**DI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) ha preparado este manual con el fin de poder llevar a las industrias medianas o pequeñas una automatización cuyo coste sea bajo con relación a las mejoras esperadas. Este manual fue preparado por W. S. Santiano y H. P. Brion, especialistas en automatización e industria del mueble respectivamente. Hemos juzgado que este manual no sólo es de interés a los fabricantes de muebles y ebanistería, porque los problemas que resuelve y sobre todo las posibilidades que abre son comunes a cualquier industria de la madera, por lo cual se va a editar en nuestro boletín de sucesivos números.

PROLOGO

Una de las necesidades más urgentes de la industria del mueble y de la ebanistería de los países en desarrollo es la de ponerse en condiciones de modernizar su equipo y sus procedimientos, para responder eficazmente a la demanda y a la competencia. Para esto se requiere mejorar la calidad de los productos, reducir los costos de producción, elevar la producción (p. ej. para los mercados de explotación) y aumentar la productividad mediante el empleo de mano de obra especializada. La competencia obliga a adaptar nuevas técnicas, pero, al mismo tiempo, los gastos de capital han de mantenerse limitados en la mayoría de esos países.

La automatización de bajo costo (ABC) puede contribuir a resolver estos problemas. Por lo general, el término "automatización" sugiere la idea de instrumentos sumamente complejos, controles electrónicos, programación computarizada v. lo que mas retrae a las empresas pequeñas y medianas de muebles y de ebanistería, unos costos muy

elevados. Es de esperar que este manual rectifique esas impresiones erróneas. Se espera también que el manual haga ver a las empresas del mueble y de la ebanistería que pueden obtener las ventajas de la automatización en sus fábricas actuales a un costo relativamente bajo y que la automatización puede ser introducida por su propio personal, generalmente en su maquinaria actual de elaboración de la madera.

Dada la distribución de materias, es probable que a los directores de empresa les interesen sobre todo los capítulos I, II, III y quizá el IV, mientras que a los técnicos e ingenieros les parecerán más útiles los capítulos IV, V y VI. El capítulo VII interesará a las tres categorías, si bien por razones distintas. En los anexos se explican los símbolos utilizados en los muchos diagramas que aparecen en el texto y se da una lista de precios aproximativos de los componentes neumáticos. Para los lectores que desean una información más detallada se ofrece una bibliografía de la literatura consultada durante la preparación de este manual.

I. ¿QUE SE ENTIENDE POR AUTOMATIZACION DE BAJO COSTO (ABC)?

La automatización de bajo costo (ABC), que se concibió inicialmente en Europa, ha sido uno de los factores que ha transformado a Europa en una comunidad de naciones fuertemente industrializadas a partir de unas economías nacionales que se caracterizaban por su falta de especialización y de capital y por mercados fragmentados. Por en-

tonces, los señores C. Linsky y R. de Groot, trabajando en el seno de la Organización Europea de Cooperación Económica, conocida actualmente como Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), desarrollaron un programa para que las pequeñas y medianas empresas tuviesen a su alcance las ventajas de la automatización de que ya disfrutaban las grandes industrias. mediante el empleo de un equipo barato, normalizado, sencillo y flexible, que fuese fácil de instalar y se vendiese a un precio asequible.

En 1960 se inauguró en los Países Bajos el primer programa nacional para la difusión de la ABC como suplemento del programa de industrialización de ese país. Los resultados mostraron que la ABC podía reportar beneficios importantes con inversiones moderadas.

A. Una definición amplia de la ABC

En la fase actual de la industrialización, muchos empresarios tienden a visualizar la auto-

matización en términos de maquinaria muy compleja que les causa admiración cuando la ven expuesta, pero que no comprenden demasiado bien. Tienden a menospreciar su propia maquinaria que probablemente les ha servido bien durante años y que, si la remozasen, les seguiría sirviendo bien durante más años todavía.

Miles de empresarios, o bien dan un salto desde una manera de trabajar de tipo sencillo a una compleja y plenamente automatizada, o no hacen nada por au-

mentar su productividad mediante la automatización porque la compra de la maquinaria disponible en el mercado no les parece financieramente justificada. La ABC es un estado de ánimo, un concepto y una disciplina, a través de los cuales se va avanzando hacia un nivel de trabajo tecnológico más elevado. Es decir, se empieza a estudiar la zona «intermedia», la zona de «transición», o la zona «gris» de posibles perfeccionamientos. La ABC abarca precisamente esa zona intermedia (figura 1).

mero posible de tareas humanas de una empresa, sino aquellas que sea preciso mecanizar en ese momento.

Puesto que la ABC es un concepto relativo, resulta oportuno comparar los costos de la automatización completa con los de la automatización «intermedia». La comparación, que puede verse en la figura 2, revela la esencia de la ABC. En los niveles más bajos de automatización, hasta alrededor de un 65 por 100, se obtiene más automatización por unidad de costo. De ahí que, por regla general, una empresa ha de tratar de limitarse en su marcha hacia la automatización plena a lo que realmente necesite y se justifique económicamente.

Por ejemplo, un pequeño o mediano fabricante de muebles que esté trabajando con herramientas manuales, puede introducir primero el empleo de plantillas, para pasar luego a la compra de herramientas mecanizadas sencillas, y posteriormente, según cuales sean sus necesidades, ir incorporando accesorios a las herramientas mecánicas a fin de que vayan automatizando su funcionamiento. De este modo se moderniza gradualmente el proceso de fabricación, sin sobrepasar en ningún momento las limitaciones financieras de la capitalización planeada.

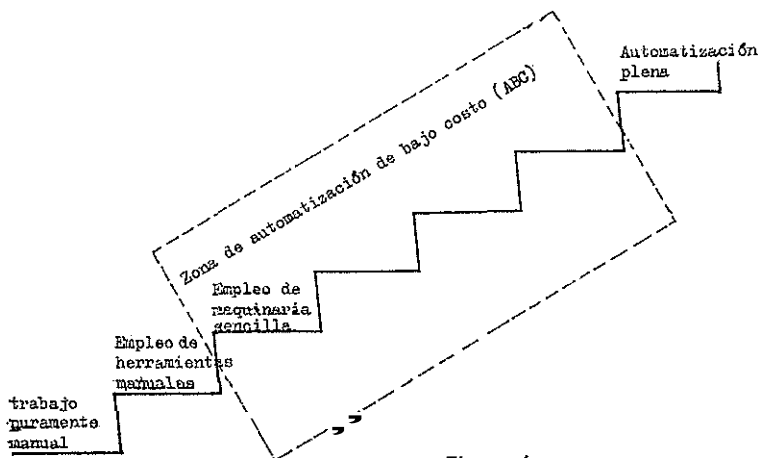
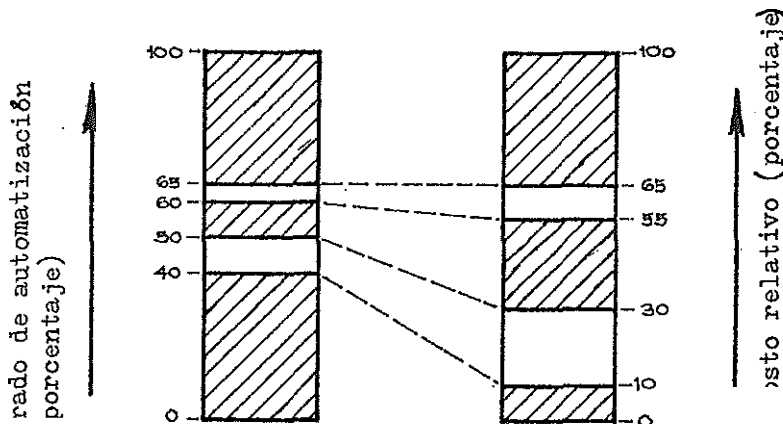


Figura 1. Ubicación de la ABC en la transición desde el trabajo puramente manual al trabajo plenamente automatizado

B. ¿Por qué resulta económica la ABC?

La ABC resulta económica (en contraposición a barata) porque la aplicación de este concepto tiene en cuenta las posibilidades financieras y de otra índole de la empresa y cuáles de sus operaciones necesitan realmente ser automatizadas para que la empresa consiga, no la «perfección», pero sí una ventaja parcial considerable. En otras palabras, al aplicar la ABC, no se trata de mecanizar el mayor nú-

Figura 2. Costo relativo de la Automatización parcial



Otro factor que influye mucho sobre los costos es la selección de equipo. Cierta maquinaria resulta sumamente caro por haber sido desarrollado para una finalidad concreta; el fabricante paga, en este caso, mucho más por el costo indirecto que por el costo directo de fabricación del mismo. Del mismo modo, la mayor parte de la maquinaria automática se construye para un mercado limitado; el costo de desarrollo de esa maquinaria ha de repartirse entre muy pocos compradores, por lo cual el costo ha de ser más alto para cada uno. Por otra parte, cuando sólo existen unos cuantos compradores lo probable es que la producción se haga conforme a un pedido y no siguiendo los principios de la producción en serie. El costo del equipo es una función directa de la «individualidad» del pedido formulado. De ahí que, siempre que sea posible, debe elegirse la maquinaria normalizada existente ya en el mercado.

Pero cabe preguntar qué es un elemento normalizado. Se entiende por tal un componente o una combinación de componentes que pueden comprarse mediante un simple pedido, por lo general a base del catálogo del fabricante. Esos elementos, se usan para fines tan diversos, que el fabricante se limita a seguir produciéndolos, y la mayoría de los distribuidores los tienen en existencia. El elemento normalizado no se fabrica nunca para satisfacer las necesidades concretas de un comprador, ni tampoco tiene el comprador que especificar sus especificaciones precisas para que el proveedor pueda entregar el producto. Por ejemplo, no es preciso que el comprador especifique las dimensiones de un perno y una tuerca mediante un dibujo. En tanto le satisfagan las especificaciones normales de los pernos [diámetro y pasos de rosca], podrá obtenerlos a bajo precio casi en cualquier parte. En cam-

bio, un comprador que desea, por ejemplo, un perno con rosca a la izquierda ha de estar dispuesto a pagarlo más caro, puesto que el perno normalizado tiene rosca a la derecha.

El diseñador de un producto de ABC debe procurar elegir los componentes normalizados más asequibles que satisfagan sus necesidades. Si cierto componente normalizado no le sirve, debe buscar otro de especificidad mayor, pero su búsqueda debe cesar tan pronto como haya descubierto la especificidad deseada. El diseñador debe advertir asimismo de que existen muchas formas de combinar ele-

mentos normalizados para conseguir equipo que cumpla funciones muy específicas. La búsqueda de nuevas aplicaciones de elementos normalizados no es tan difícil como parece; dado que la ABC es una automatización de carácter intermedio y que el equipo normalizado es también de carácter intermedio, lo que le da una gama de aplicaciones casi total, se puede casi decir que existe una adaptabilidad natural entre los elementos normalizados y la ABC.

Se enumeran en el cuadro adjunto algunos de los componentes normalizados de uso corriente en la ABC.

Equipo neumático e hidráulico	Equipo eléctrico
<p>CONVERTIDORES DE ENERGIA bombas, compresores, motores, cilindros, intensificadores de presión;</p>	<p>CONVERTIDORES DE ENERGIA motores, electroimanes de tracción (o empuje), solenoides rotatorios;</p>
<p>CONTROLADORES válvulas de control direccional, válvulas de verificación, válvulas de control de presión, válvulas de cierre;</p>	<p>CONTROLADORES interruptores de tope, relés de distinto tipo, tales como relés de bloqueo de tiempo, de sobrecarga, etc.; temporizadores (de motor síncrono, bimetalicos, de reloj, fluidos, etc.); grupos de programación o bloques lógicos; interruptores neumáticos.</p>
<p>EQUIPO AUXILIAR conducciones y conexiones, depósitos, filtros, lubricadores, termopermutadores, silenciadores.</p>	

Tales componentes se encuentran fácilmente en el mercado. Pueden combinarse unos con otros o con otros sistemas para obtener el producto deseado.

Otro factor que encarece mucho gran parte de los sistemas automáticos es su complejidad. El diseñador de sistemas de ABC procura simplificar al máximo el aspecto técnico de sus diseños no buscando sino las mejoras más necesarias y adaptando al efecto herramientas ya disponibles y sencillas. En vez de esforzarse por conseguir la

perfección en términos de una alta precisión, se contenta con acercarse a la precisión necesaria, dejando el resto a los operarios humanos del equipo. Esto no significa que la precisión no tenga importancia en la ABC; las herramientas o técnicas normalmente utilizadas en la ABC pueden ser, en algunos casos, tan eficientes como el equipo especial utilizado por la automatización normal de costo elevado.

Es verdad, que la automatización significa una menor flexibilidad. La pérdida de flexibilidad

puede ser sumamente costosa en ciertos casos. Pero la ABC puede minimizar esta pérdida de flexibilidad, precisamente por tratarse de una fórmula intermedia. En la ABC no es preciso programarlo todo en una máquina; este sistema permite combinar con la mecanización la flexibilidad inherente al ser humano.

Otra ventaja de la ABC relacionada con su flexibilidad es su compatibilidad. Por ejemplo, supongamos que para un proyecto de ABC se compran componentes automatizados y se instalan sobre una sierra mecánica de trocear a fin de aumentar su producción. Una vez que hayan disminuido las necesidades de madera troceada, el componente normalizado puede desconectarse de la sierra e instalarse sobre el mecanismo de alimentación de una cepilladora.

La ABC es económica, básicamente, porque es un sistema sencillo en una época de sistemas complicados. Al construir con elementos ya disponibles, el ingeniero que aplica la ABC no pierde el tiempo evaluando las novedades que ofrece el mercado. Procura diseñar un siste-

ma automatizado que utilice componentes normalizados y reutilizables en combinaciones sencillas y flexibles.

II. MEJORAS POSIBLES CON LA AUTOMATIZACION DE BAJO COSTO

La automatización de bajo costo permite mejorar:

- La calidad del producto
- La utilización de la mano de obra
- La utilización de los materiales
- La utilización del equipo ya en uso
- La seguridad

Todas estas mejoras contribuyen directamente a aumentar la capacidad de producción y la competitividad y a reducir los costos de fabricación.

A. Calidad del producto

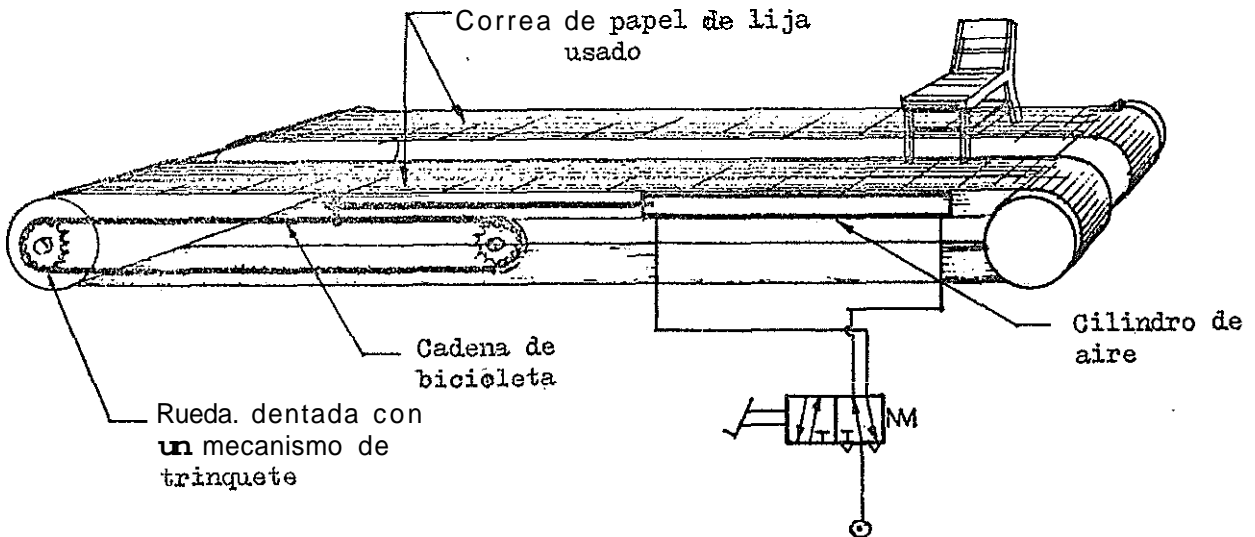
Normalmente, el factor humano ocasiona problemas de calidad que son sumamente difícil-

les de resolver. Los operarios, aun los muy especializados, son susceptibles a los efectos del cansancio, del descuido o de la distracción, y todo esto tiene repercusiones adversas sobre la calidad del producto. La ABC, al reducir la intervención humana en la operación al grado justo que es necesario y suficiente, puede contribuir grandemente a una mejora de la calidad. La ABC puede ser útil incluso para las operaciones de manutención de materiales, que ocasionan muchos desperfectos en la calidad.

Esto se puede ver mejor por dos ejemplos de la manera como un fabricante de muebles resolvió problemas de calidad mediante la ABC.

En la fabricación de sillas, las superficies recién pintadas por aspersión resultaban frecuentemente dañadas durante las operaciones de manutención necesarias para su transporte desde el puesto de pintura a la zona de acabado, situada a 8 metros de distancia. Para resolver este problema, el fabricante construyó un dispositivo de transporte sencillo utilizando madera, piezas de bicicleta, correas hechas

Figura 3.
Sistema para el Transporte de Sillas



de papel de lija usado y componentes neumáticos. En la figura 3 puede verse este dispositivo (1).

Después de colocar una silla en el transportador, el operario del puesto de pintura por aspersión accionaba una válvula de pedal con lo cual un cilindro de aire desplazaba la correa transportadora lo suficiente para dejar espacio libre para la siguiente silla. De este modo se iban desplazando gradualmente las sillas al departamento de acabado, adonde llegaban sin haber sido tocadas por nadie.

El costo de este proyecto fue de unos 50 dólares (2).

En la misma fábrica de muebles, las sillas tenían que ser manipuladas manualmente por los tapiceros que trabajaban en ellas. Esta actividad era lenta y fatigosa, y la calidad del tapizado disminuía gradualmente durante la jornada por el cansancio de los operarios.

Este problema se resolvió fabricando un posicionador en forma de C que sujetaba la silla durante el trabajo de tapizado. En la figura 4 puede verse cómo funciona este posicionador. El cilindro A, accionado por una válvula de palanca, sujeta o suelta la silla. Mientras está sujeta, la silla aún puede hacerse girar en torno al eje del cilindro A. El cilindro B, accionado por una válvula de resorte con mando de pedal, inmoviliza el bastidor en C después que ha girado sobre su eje. Este mecanismo permite al operario colocar y sujetar la silla en la postura que desee, sin demasiado esfuerzo. Utili-

zando una grapadora neumática, podrá así concentrar toda su atención en la calidad del tapizado.

Este posicionador, cuyo costo fue de unos 140 dólares, además de resolver el problema de la calidad, permitió triplicar la capacidad de producción.

En las secciones, A, H, K, M, N, O, P y Q del capítulo VII pueden verse otros ejemplos de mejoras en la calidad obtenidas mediante la ABC.

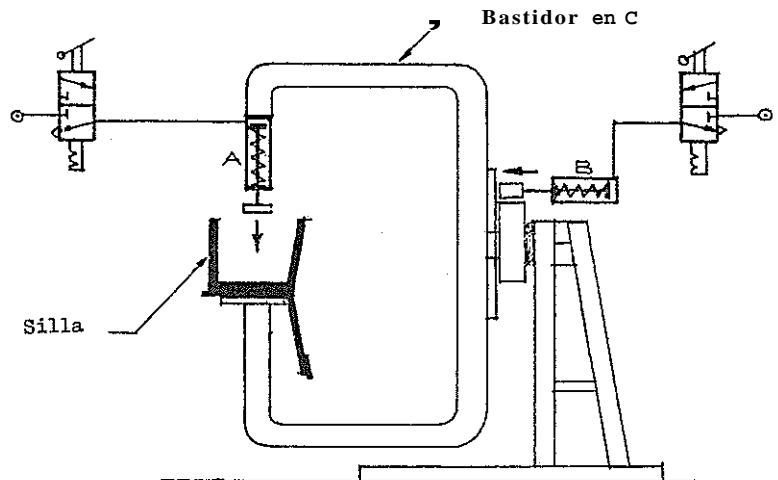
B. Utilización de la mano de obra especializada

En muchas fábricas de muebles, la mano de obra especializada se utiliza en grado insuficiente, pues dedica del 40 al 60 por 100 de su tiempo a actividades que no requieren su valiosa especialización. Por otra parte, a los muchos operarios sin especialización o semiespecializados que podrían efectuar dichas tareas no se les puede ocupar porque los fabricantes no los pueden situar en el proceso de producción. La ABC puede ser un remedio eficaz de esta anomalía, como se desprende del ejemplo siguiente.

En un taller de ebanistería, la madera aserrada se cortaba conforme a longitudes normalizadas. En la operación de corte se prestaba particular atención a la medida y calidad del corte, puesto que un pequeño error podía obligar a desechar el componente o a retocarlo en una operación costosa y larga en la zona de montaje. Para conseguir un corte perfecto, el operario tenía que medir dos veces los puntos de corte y verificar que la plantilla portapiezas estaba perfectamente limpia.

En la solución ABC se hizo uso de dos sierras de trocear correderizas, colocadas a una distancia predeterminada una de otra. Se aprovecharon sierras de trocear ya existentes en la planta. En la figura 5 a) se puede ver que las dos sierras correderizas fueron dotadas de cilindros de aire, y en la figura 5 b) es un diagrama esquemático del circuito neumático. Cuando la válvula de resorte se accionaba mediante un pedal, los cilindros impulsaban las sierras hacia delante para efectuar un corte de longitud determinada. Este dispositivo permitía efectuar cortes de la misma calidad que los obtenidos por un operario especializado, pero po-

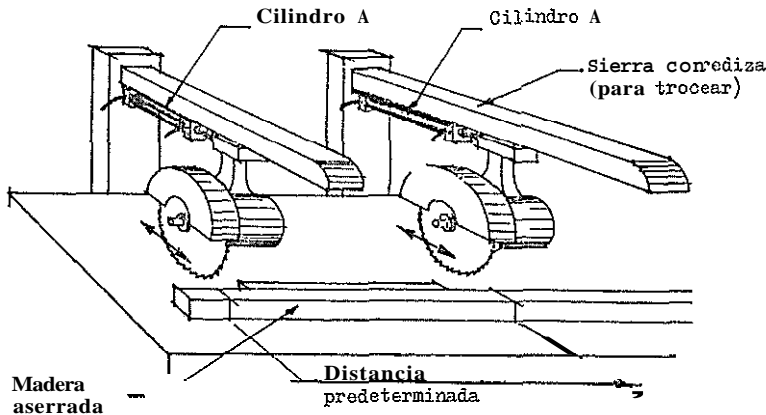
Figura 4.
Posicionador de Sillas



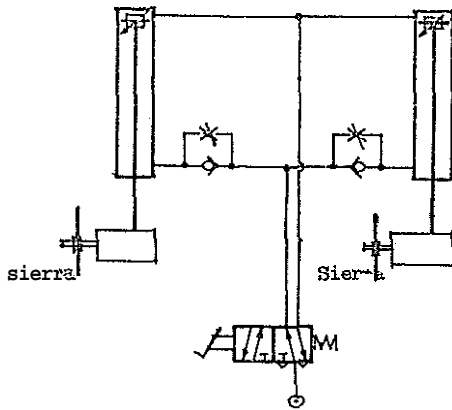
(1) El circuito neumático sólo se muestra esquemáticamente. La explicación de los símbolos utilizados en ésta y otras figuras aparece en el anexo I del capítulo VI.

(2) El término dólares (8) se refiere a dólares de los Estados Unidos.

Figura 5.
Montaje de ABC para cortar madera
aserrada a la longitud requerida



a) Representación visual del montaje



b) Diagrama esquemático de un circuito neumático

índole hasta tolerancias muy precisas, su empleo permite optimizar el aprovechamiento de los materiales. La experiencia de un fabricante de mesas en cuyo taller se barnizaban las cubiertas de mesa con una pistola manual de aspersión, puede servir de ejemplo de los ahorros de barniz obtenidos con la ABC. Como los operarios no tenían la especialización necesaria, se usaba más barniz del realmente necesario, desperdiándose entre el 20 por 100 y el 30 por 100.

En la figura 6 puede verse cómo se utilizó la ABC en este caso. Se colocó una cubierta de mesa sobre una plataforma de rodillos en posición vertical, y se puso en marcha el sistema. El cilindro A comenzó a oscilar la pistola de aspersión que llevaba conectada. Mientras tanto la válvula S abrió el alimentador de aire para accionar la aspersión de la pistola. A medida que ésta oscilaba, el cilindro B hacía avanzar lentamente la cubierta de mesa, hasta que estuviese rociada toda su superficie. Entonces se interrumpía todo automáticamente y todos los cilindros retornaban a su posición de descanso.

El costo de este proyecto fue de unos 220 dólares, que se recuperaron en 8 meses gracias al ahorro conseguido en el empleo de barniz (15 por 100).

En las secciones M y P del capítulo VII pueden verse otros ejemplos de ahorro de materiales mediante la ABC.

D. Utilización del equipo ya en uso

Con frecuencia se subutiliza la capacidad de máquinas relativamente caras, como espigadoras y máquinas para hacer colas de milano, a causa del tiempo que se pierde en operaciones no directamente relacionadas con

día ser accionado por un obrero semiespecializado [que ganaba 20 por 100 menos que un operario especializado). Todo lo que tenía que hacer era colocar y sujetar la madera y pisar el pedal de la válvula. Otra ventaja fue el ahorro de unos 10 dólares en costos semanales por el menor número de piezas rechazadas.

El costo de los componentes de este proyecto fue de 100 dólares.

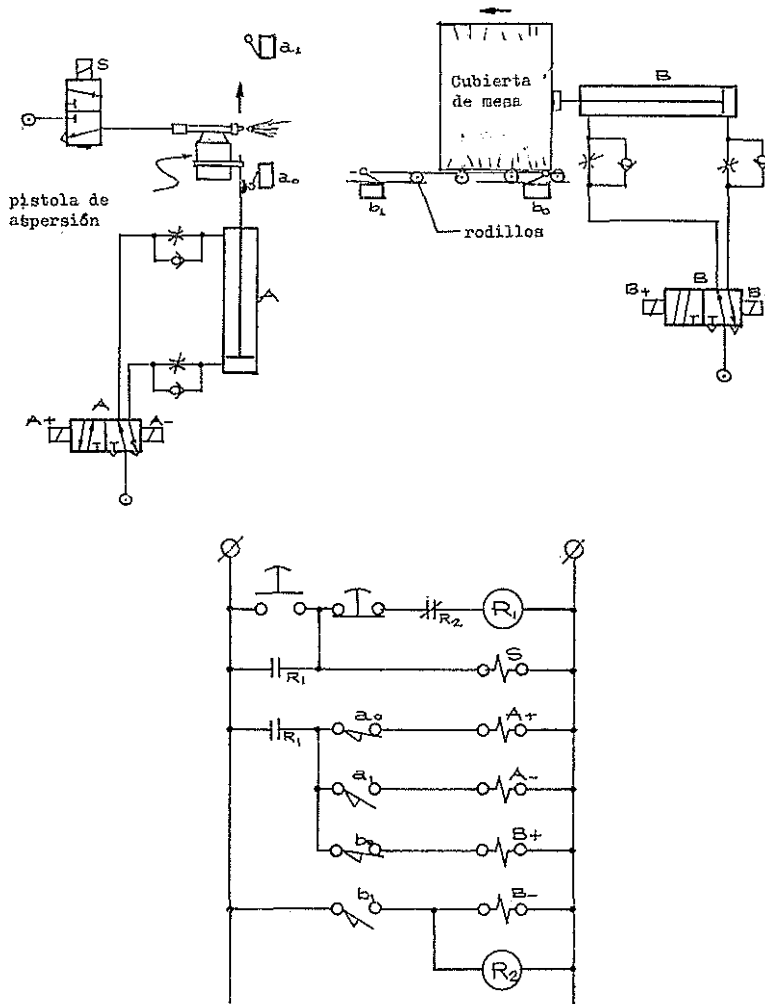
C. Utilización de materiales

En una fábrica se suelen utilizar más materiales de los real-

mente necesarios para cubrir las pérdidas que surjan por inexactitudes o errores. Por ejemplo, en una fábrica de muebles se comienza por utilizar más madera aserrada al principio por si es preciso efectuar ajustes más adelante. También en las operaciones de pintado y barnizado por aspersión, por lo general se aplica más material del necesario para asegurar que toda la pieza quede bien cubierta. Aun así, a veces es preciso efectuar retoques finales. Lo mismo cabe decir de las operaciones de encolado.

Puesto que la ABC puede controlar las operaciones de esta

Figura 6.
Pinfadora automática por Aspersión
para Tableros



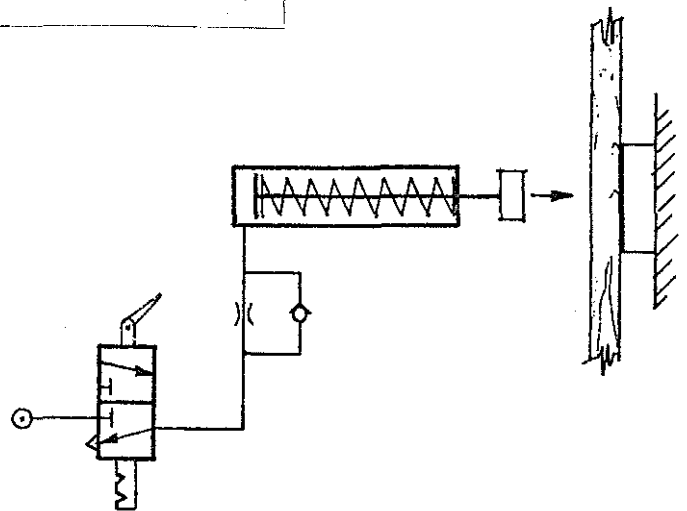
La utilización de una molduradora para 4 costados puede aumentarse mediante un alimentador mecánico [elemento normalizado]. En la sección F del capítulo VII puede verse un ejemplo de un mecanismo de alimentación para un cepillo regresador.

E. Seguridad

La seguridad del personal puede aumentarse, en muchos casos mediante la ABC. Puede diseñarse el equipo y el proceso de tal modo que resulte prácticamente imposible que un operario efectúe impropriadamente una operación de alimentación y correr así un riesgo de accidente. En un diseño de esta índole, la función del operario se reduce a verificar que el alimentado; esté cargado y que el equipo funciona bien; las operaciones arriesgadas son realizadas por el mecanismo de ABC. Por ejemplo, al alimentar una sierra eléctrica estacionaria de trocear, puede utilizarse el circuito que en la próxima publicación presentamos con la figura 8, en vez de un puntal de impulsión manual, para empujar material relativamente pequeño.

(Continuará)

Figura 7.
Abrazadera Neumática



el mecanizado de la madera. Por ejemplo, un estudio de tiempos de una operación de ensamblado a espiga puede demostrar que la espigadora está inactiva un 30 por 100 del tiempo, porque el operario tiene que sujetar y soltar la pieza a mano.

Simplemente mediante el empleo de una abrazadera neumática [figura 7], puede lograrse un aumento de un 20 por 100. por lo menos, en la utilización del equipo. El costo del circuito que aparece en la figura es de unos 40 dólares.