



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

06406-S
to 06414-S

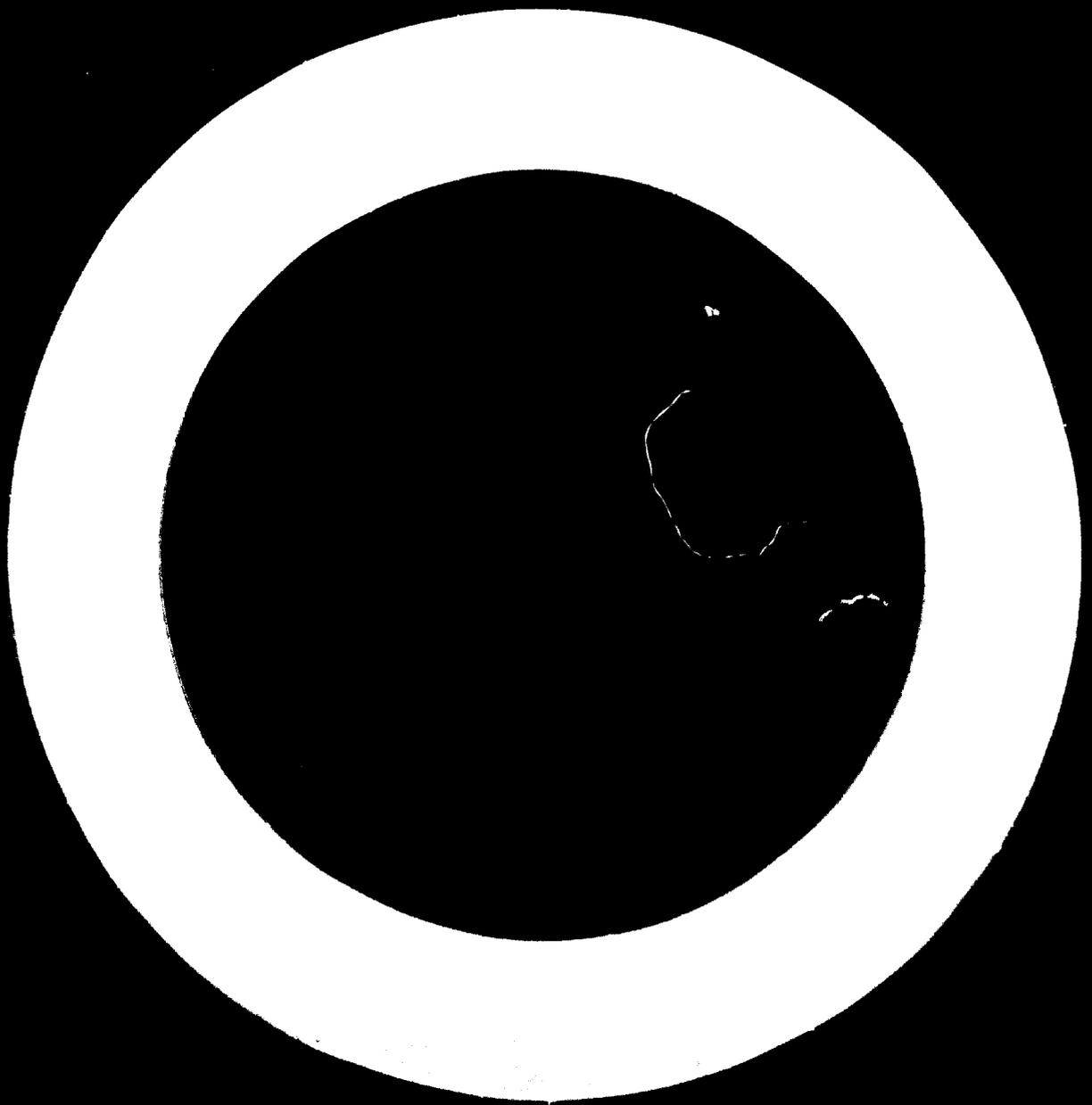
**Noticias sobre
Investigación y
Desarrollo
Industriales**

Vol. VII Núm. 2

INDI



NACIONES UNIDAS



Los artículos que aparecen en el presente número de Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales solo expresan las opiniones y actitudes de sus autores, y no reflejan necesariamente el punto de vista de la Secretaría de las Naciones Unidas. El material contenido en la presente publicación puede citarse o reproducirse sin restricciones, siempre que se indique el origen y se remita a la Secretaría un ejemplar de la obra en que aparezca.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

ID/SER.B/20

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

Precio: \$1,75 (EE.UU.)

(o su equivalente en la moneda del país)

Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales

Vol. VII Núm. 2

INDICE

- 2 Desarrollo de la industria de circuitos integrados
- 8 El medio ambiente y la ubicación de industrias
- 12 Impurezas del agua: sus consecuencias industriales y métodos de eliminación
Trevor D. Rees
- 18 Los plásticos facilitan la producción de moldes de fundición
- 21 El papel puede matar
Lec Grossman
- 24 La automatización computarizada toma impulso
- 28 Automatización de bajo costo
G. P. Kearney
- 31 La tecnología industrial en el Brasil: ideología, metodología y realizaciones
Luiz C. Corrêa da Silva
- 36 Agroindustrias integradas
- 39 Modos de concertar un convenio provechoso
John A. Gay

Noticias

Libros

Desarrollo de la industria de circuitos integrados

El primer resultado de los transistores fue desplazar las conocidas lámparas de radio. Sin embargo, pronto se reveló una amplia gama de posibilidades enteramente nuevas, incluso la de fabricar componentes en países en desarrollo para sus mercados interiores y de exportación. Este artículo, preparado para Asian Manufacturing, se reproduce aquí por cortesía de dicha revista

La invención del transistor, hace 25 años, ha tenido gran repercusión sobre el desarrollo de la electrónica y, por consiguiente, sobre la sociedad toda.

Los transistores son más compactos que las lámparas y consumen menos energía. Se pueden alimentar con baterías y ser, por consiguiente, utilizados en lugares donde no se dispone de conexiones con red de corriente eléctrica.

Ya en el decenio de 1950 se especuló no poco sobre la conveniencia y la posibilidad de disponer circuitos completos en una sola pieza de un material semiconductor para conseguir, de este modo, los llamados circuitos integrados.

Aparte de los transistores de unión de germanio (en un principio el material más usado para este fin), se investigó y desarrolló la tecnología de los transistores de silicio.

Por diversas razones, la cuestión quedó finalmente resuelta en favor del silicio. Uno de los argumentos de más peso era que sólo se conocen tres fuentes de germanio. Además, los transistores de germanio pueden "envejecer" debido a inestabilidades en su superficie.

Un material superior

El silicio, cuya preparación planteó en un principio grandes problemas, posee excelentes propiedades aislantes y buen comportamiento a altas temperaturas, lo que constituye una gran ventaja, sobre todo para aquellas aplicaciones en que se utilizan tensiones elevadas.

El silicio demostró poseer otra ventaja decisiva: mediante un proceso de oxidación puede recubrirse con una capa de óxido que posee fuerte adhesividad, estabiliza la superficie del dispositivo y forma una excelente plantilla cuando a través de ella se depositan por difusión sobre el sustrato las capas de impurezas

necesarias para el funcionamiento del transistor. Esta propiedad es la que dio origen a la tecnología planar, la cual ha resultado sumamente idónea para la producción en serie de transistores de unión independientes, que permiten la fabricación simultánea de gran número de ellos en una sola pastilla de silicio.

El paso siguiente consistió en la interconexión de varios transistores. Los hilos conductores, depositados sobre la pastilla por metalización en el vacío, que se utilizan a este fin, están separados del sustrato de silicio por la mencionada capa de óxido de silicio, que posee excelentes propiedades aislantes.

Para asegurarse que los diversos transistores planares de una misma pastilla no se cortocircuitarán mutuamente a través del sustrato (semiconductor) de silicio, cada transistor debe estar rodeado, a modo de isla, por una región aislante. La circunstancia de que sea posible formar por crecimiento epitaxial una capa muy fina monocristalina de silicio de polaridad P sobre una pastilla de silicio de polaridad N dio una solución conveniente: dada una estructura epitaxial, todo lo que se necesita es difundir un anillo de polaridad P a través de la capa e invertir la polarización de las uniones P-N. El crecimiento epitaxial consiste en el depósito de una capa monocristalina sobre un sustrato monocristalino de modo que ambos tengan la misma estructura y orientación cristalinas. Mediante el crecimiento epitaxial es posible aplicar a la superficie de un cristal una capa de polaridad opuesta.

Mientras tanto, además del transistor de unión, se estudiaron a fondo muchas formas de transistores de efecto de campo.

Gran estabilidad de superficie

La gran estabilidad de superficie del silicio oxidado que se utiliza en la tecnología planar hizo posible el transistor de efecto de campo MOS (metal-óxido-semiconductor).

El funcionamiento de este dispositivo está basado en la inducción de la carga sobre la superficie de silicio bajo el electrodo de puerta. A fines de integración, el transistor MOS tiene sobre el transistor de unión la ventaja de que no necesita ni la capa epitaxial ni la difusión aislante, por lo que la tecnología de fabricación de los circuitos integrados MOS es relativamente sencilla.

Como resultado de estos diversos adelantos fue posible ya hacia 1960 integrar unos 10 transistores y otros componentes en una sola pastilla para formar un circuito completo. Estos primeros circuitos integrados señalaron el fin del período en que había que conectar y soldar a gran costo circuitos formados por transistores, que ahora ya no resultaban costosos.

El deseo de reducir aún más los costos llevó, durante la segunda mitad del decenio de 1960, a técnicas de integración más radicales, que permitieron el acoplamiento de unos 100 componentes en una sola pastilla de silicio.

El adelanto más reciente es el llamado de "integración en gran escala" (LSI), que se introdujo por primera vez hace varios años. Esta técnica permite el acoplamiento de millares y aun decenas de millares de componentes en una sola pastilla de silicio de varios milímetros cuadrados o poco más.

Al principio, las autoridades militares fueron las que más impulso dieron a este adelanto espectacular, pero más tarde pasaron a estimular estos progresos los programas de navegación espacial y la industria de construcción de computadoras, que exigían velocidades de funcionamiento cada vez mayores y dimensiones cada vez más reducidas, así como un menor consumo de energía y pérdidas de calor más reducidas.

Economía y fiabilidad

No obstante, los principales criterios eran los de economía y fiabilidad. Como es de suponer, estos rápidos progresos de la electrónica sirvieron para el desarrollo de equipo profesional en otros sectores, además de los ya mencionados, y para aplicaciones más "ordinarias".

Resultado de ello es que cada día está más cerca de hacerse realidad el empleo de la electrónica para la regulación del tráfico y en los vehículos automotores, en la enseñanza y la información por televisión, en la telefonía combinada con televisión o impresión gráfica y en el futuro "videofono".

La miniaturización que permite la tecnología de los transistores y del circuito integrado ha tenido también importantes consecuencias positivas en lo que se refiere a la protección del medio ambiente.

Los circuitos integrados son casi por completo de silicio, que se obtiene del dióxido de silicio (arena cuarzo), y del que sólo se necesitan cantidades muy pequeñas de las impurezas los átomos de cobre y las juntas soldadas. El tamaño de los chips y su costo y de los equipos para los ensamblar es hoy sólo una fracción del que era hace algunos años. El consumo de

energía es mínimo; la multitud de lámparas que antes consumían kilovatios puede reemplazarse actualmente por una sola pastilla de silicio con un consumo de alrededor de un vatio. El material, el espacio y la energía que necesitan los circuitos integrados no serán en absoluto obstáculo para el futuro desarrollo de estas y otras aplicaciones.

Además, la electrónica moderna puede facilitar la solución del problema causado por el creciente empleo de medios individuales de transporte, que, debido a la falta de espacio, a la contaminación que crean y al excesivo consumo de las reservas de acero y de combustibles, comienza a constituir una gran amenaza para la calidad de la vida. El indeseable e ilimitado crecimiento del número de automóviles puede moderarse mediante una red de comunicaciones públicas moderna y eficaz.

Cristales hiperpuros

Casi todos los circuitos integrados se fabrican de silicio. Cuanto más complicados sean y cuanto mayor sea el número de circuitos en una sola pastilla de silicio, tanto más dependerán sus propiedades eléctricas de la pureza y perfección estructural del material empleado.

Una técnica muy corriente para producir monocristales de silicio sumamente puros —de los que se recortarán a continuación las pastillas de cristal— es el método de la "zona flotante" el cual forma el cristal a partir de silicio fundido que no se halla en contacto con ningún otro material.

Por ejemplo, en investigaciones llevadas a cabo en los laboratorios de la casa Philips se ha demostrado que las impurezas del silicio dan lugar a la formación de grupos de huecos reticulares, es decir, de conglomeraciones de lugares vacíos en la red cristalina, que pueden tener un efecto altamente perjudicial para el funcionamiento de los circuitos trazados sobre la pastilla. En el análisis teórico de los datos experimentales se llegó a la conclusión de que estos vacíos reticulares se forman en lugares en los que existe oxígeno. Sobre tal base fue posible idear dos métodos para la eliminación de estos grupos de huecos reticulares.

Uno de ellos se basa en el empleo de una tasa de crecimiento cristalino tan rápida (5 mm/s), que el rápido enfriamiento posterior impide la formación de esos núcleos. En el segundo método, el proceso de crecimiento se lleva a cabo en una atmósfera hidrogenada. Por su interacción con el oxígeno presente en el cristal, el hidrógeno impide de tal modo la formación de núcleos que se obtiene un material completamente exento de grupos de huecos reticulares, aun con tasas de crecimiento no superiores a los 3 mm/s.

Uso de haces para determinar la pureza

En estos últimos años, los científicos han descubierto que los haces iónicos sirven no sólo para modificar las propiedades de las sustancias, sino

también para determinar la localización y la índole de los átomos de impurezas en una red cristalina, por ejemplo, de silicio.

Si esos átomos son más pesados que los de silicio, el método empleado es el de la reflexión protónica; si son más ligeros, se mide la emisión de rayos X característica de los protones (hidrogenones), que ocurre cuando los protones chocan con los átomos.



Fig. 1. Cristal de silicio con grupos de huecos reticulares.

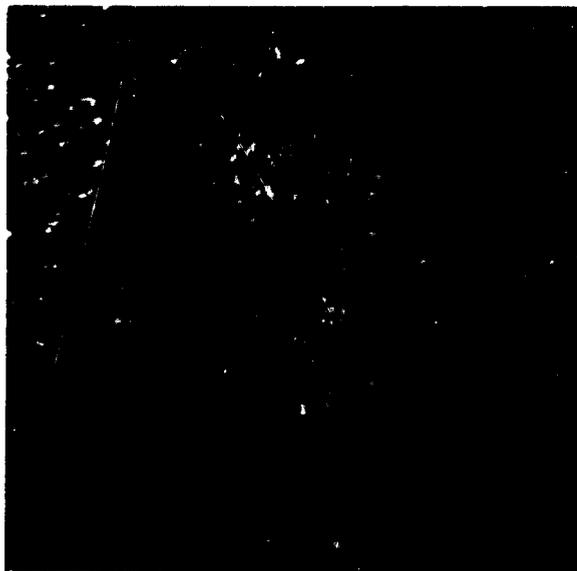


Fig. 2. Imagen televisada de una pastilla de silicio. Los círculos indican variaciones en la concentración de impurezas; los puntos, grupos de huecos reticulares.

Se ha ideado también un método de ensayo para obtener una visión clara de la calidad de toda una pastilla de silicio. Este método consiste en insertar la pastilla como blanco en una cámara de televisión del tipo "vidicón". Aparecen entonces con toda claridad sobre la pantalla de televisión las inhomogeneidades tales como los grupos de huecos reticulares y las variaciones en la concentración del dopado (véanse figs. 1 y 2). Es importante eliminar esos grupos de huecos si se desea obtener un vidicón de silicio sin defectos.

Tecnología LOCOS

La tecnología LOCOS (*Local oxidation of silicon*) es el nombre que se ha dado en los laboratorios de investigación de la casa Philips a un método especial ahí desarrollado a base de la oxidación local del silicio, para implantar circuitos integrados en una pastilla de cristal de silicio (véase fig. 3).

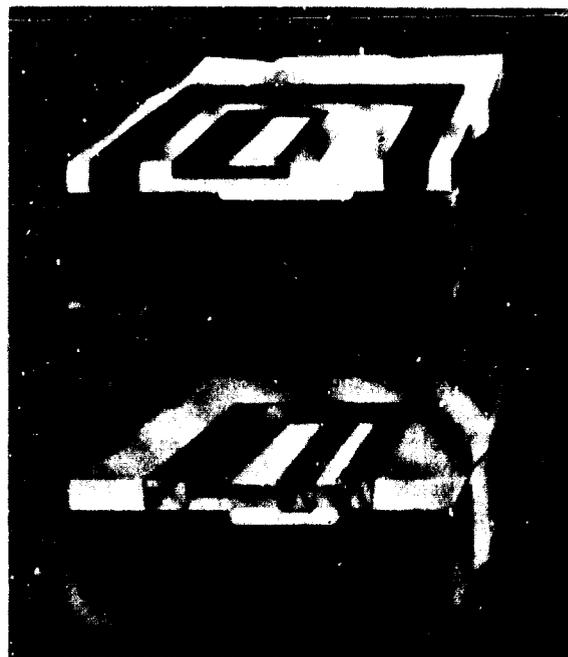


Fig. 3. a) Transistor bipolar integrado ($N^+ - P - N^+$), en el que se consigue el aislamiento entre los componentes mediante regiones de difusión en profundidad P^+ (que aparecen en oscuro) según técnicas convencionales; b) el mismo tipo de transistor fabricado mediante técnicas LOCOS, consiguiéndose un aislamiento ideal mediante gruesas regiones de óxido de silicio embutidas (que aparecen transparentes), que pueden ahora situarse en contacto directo con la región de base y la zona de contacto del colector, con la consiguiente economía de espacio.

Todas las técnicas convencionales hacen uso de una capa oxidada que en un principio recubre la totalidad de la pastilla. A continuación se perforan fotolíticamente y químicamente agujeros en esa capa a través de los cuales pueden efectuarse operaciones sobre el silicio al descubierto.

Por ejemplo, pueden difundirse localmente sobre la pastilla las concentraciones de impurezas necesarias para la formación de transistores, diodos, resistores, etc.

Dado que las dimensiones y las posiciones de esas zonas han de mantenerse dentro de límites cada vez más reducidos a medida que aumenta el número de elementos electrónicos por unidad de espacio, es esencial reducir al mínimo el grosor de la capa oxidada (hasta, $1 \mu\text{m}$). Sin embargo, a menudo es deseable que esas capas sean más gruesas, ya que ellas separan la pastilla de silicio de los hilos de conexión y de alimentación, debiendo eliminarse en lo posible los indeseables efectos de capacitancia.

La tecnología LOCOS utiliza una capa fina de nitruro de silicio, cuya finalidad primordial es la de actuar como máscara para la capa de óxido. De este modo, los vanos de la capa de óxido, incluso cuando alcanza un grosor de $2 \mu\text{m}$, quedan fijados con exactitud por medio de la delgada estructura de nitruro de silicio que puede levantarse separadamente por mordentación. La estructura de nitruro puede utilizarse también como máscara para la difusión.

La formación de las películas gruesas de óxido puede controlarse tan perfectamente, que, en vez de sobresalir por encima de la superficie de silicio, pueden depositarse al ras sin demasiada dificultad. Por consiguiente, la metalización de los hilos conductores no habrá de efectuarse sobre una superficie demasiado accidentada, lo que reduce de modo notable la nada deseable posibilidad de roturas.

La técnica LOCOS permite producir circuitos integrados muy compactos, en los que van acoplados tanto transistores MOS apropiados para altas frecuencias (con un canal tipo P o N) como transistores bipolares.

Dispositivos para la transmisión de cargas

Los dispositivos para la transmisión de cargas (CTD: *charge transfer devices*) pueden utilizarse, entre otras cosas, como líneas de retardo (incluidas las líneas de retardo para señales analógicas), memorias o filtros.

El representante más antiguo de esta familia es el dispositivo de "paso en cadena" (BBD: *bucket-brigade device*). Este dispositivo debe su nombre a la circunstancia de que se transfieren cantidades de carga eléctrica paso a paso, al igual que se hacía con los cubos de agua en uno de los métodos antiguos para apagar incendios.

En este tipo de circuito integrado se almacenan en condensadores las porciones de carga, que representan muestras de la señal que ha de procesarse. Transistores de efecto de campo insertados entre los condensadores actúan como conmutadores que permiten el paso de las cargas desde un condensador al siguiente. Los condensadores van conectados en forma alterna a un voltaje representativo de determinadas muestras de la señal que ha de procesarse y a un voltaje más alto que sirve de punto de referencia. En la actualidad prosiguen los trabajos para perfeccionar aun más este sistema BBD o

de "paso en cadena", que consiste fundamentalmente en la transmisión, por medio de un efecto de campo de porciones de cargas almacenadas en un semiconductor.

Se ha desarrollado, principalmente en los Estados Unidos, otra versión de un dispositivo para la transferencia de cargas, basado en este mismo principio, y que se denomina de "carga acoplada" (*charge coupled device*); también en este caso se hace uso de una serie de electrodos instalados sobre una pastilla de silicio oxidado que forma el contraelectrodo común.

Recientemente se ha desarrollado una versión muy perfeccionada, conocida con el nombre de *peristaltic charge-coupled device* (PCCD). Con este aparato, la transferencia de carga desde la entrada a la salida se efectúa con mucha mayor perfección y celeridad que con los anteriores dispositivos de transferencia de cargas. En un PCCD experimental se ha podido medir una eficacia de transmisión superior al 99,99% para cada paso a una velocidad de más de 100 MHz, lo que significa que cuando se transporta una porción de carga, sólo se pierde un 0,01% en cualquier punto dado de la cadena.

Se espera que el PCCD sea empleado para velocidades de hasta 1 GHz.

I²L: un descubrimiento de enorme alcance

En los circuitos integrados actuales, sobre todo en los transistores bipolares, para proteger a los transistores contra los efectos de sobrecarga es preciso insertar resistores limitadores de corriente en los hilos de alimentación. Estos resistores requieren espacio, energía y capacidad de enfriamiento adicionales (véase fig. 4).



Fig. 4. Parte de un circuito integrado fabricado con técnicas convencionales.

Se han desarrollado con integración en gran escala circuitos de puerta para lógica, (circuitos transistorizados usados en computadoras).

Esta nueva técnica ha sido denominada lógica integrada de inyección (*integrated injection logic*: I²L o ILL), porque los transistores bipolares son alimentados individualmente por la inyección de ondas portadoras electrificadas procedentes de diodos P-N que forman un solo conjunto estructural con los transistores. Las fuentes locales de energía constituidas por estos diodos funcionan a nivel de 0,7 V, que constituye el voltaje directo de una unión P-N. La energía que suministran es, por consiguiente, limitada y hace superfluo el empleo de resistores limitadores de corriente (véase fig. 5).



Fig. 5. La técnica P1 ahorra espacio sobre una pastilla de cristal (de la que se muestra aquí una porción).

Con la técnica P1, resultó posible hace varios años practicar más de 1.000 puertas en una pastilla de cristal de unos 10 mm^2 , lo que constituye un avance considerable en la esfera de la integración en gran escala (LSI). Las investigaciones más recientes revelan la posibilidad de ampliar aun más esta cifra. (Se espera que el número de puertas de las grandes computadoras se eleve en el futuro de unas 100.000 a unas 500.000.)

El consumo de energía de estos circuitos es actualmente tan bajo, que se puede comparar a la energía que consume el cerebro humano. Uno de los modos como se ha conseguido esto es "bajando el volumen de los circuitos" durante los períodos tranquilos.

Pequeñas pastillas con grandes memorias

Una esfera sumamente importante en la que pueden emplearse los circuitos integrados es en las computadoras. Los circuitos integrados han resultado sumamente apropiados para la técnica digital utilizada en las computadoras.

Un componente vital de una computadora es su memoria, en la que se almacenan, provisionalmente o por un período indefinido, los datos o los resultados de las operaciones. Los esfuerzos de la industria de semiconductores para capturar gran parte del mercado de memorias de computadoras y desplazar el almacenamiento de tipo más convencional con núcleo magnético, han tenido por resultado el desarrollo de memorias con un gran número de bits por unidad de superficie y a un costo por bit también bajo.

Se han efectuado investigaciones para desarrollar una memoria dinámica (es decir, una memoria que pueda ser "refrescada" electrónicamente de vez en cuando), con un transistor MOS por bit y una gran densidad de acoplamiento. En este tipo de memoria, la información se almacena, en forma de carga eléctrica, en la capacitancia ligeramente aumentada del electrodo de desagüe de los transistores MOS que se utilizan como conmutadores.

Esta labor de investigación ha dado por resultado un prototipo con 4.096 bits, cada uno en un espacio de sólo $825 \mu\text{m}^2$, lo que corresponde a una densidad de 1.200 bits por mm^2 .

Se consiguió esta superficie diminuta por bit mediante la utilización de una combinación de las técnicas LOCOS, anteriormente descritas, y de puertas de silicio policristalino, ayudando, además, la gran

sensibilidad de la parte del circuito que ha de detectar las cargas almacenadas.

Esta memoria se caracteriza también por la circunstancia de que sólo necesita una fuente de tensión y que hasta con aplicar una sola señal de cadencia. De esta señal el propio circuito deriva cierto número de señales de cadencia internas, lo que significa que este circuito puede ser acomodado en un envase normalizado con 18 clavijas.

Un transmisor de datos de tamaño reducido

Es posible hacer comunicarse a las computadoras entre sí por medio de las líneas telefónicas actuales. El "lenguaje" en el que conversan está formado por dígitos (datos) en vez de los sonidos del habla.

La esfera de la transmisión de datos es otra en la que se da mucha importancia a la miniaturización de los circuitos. Sin embargo, en los transmisores de datos se tropezó con la dificultad de que los filtros, formados por muchas bobinas y grandes condensadores, no se prestan a ser incorporados en circuitos integrados.

Se ha superado este problema, en un diseño nuevo (fig. 6), mediante la utilización de los llamados métodos de filtro "digitales". Los filtros con sus bobinas y condensadores se han sustituido por registros de desplazamiento, integrados por elementos lógicos, que pueden producirse fácilmente en forma integrada. Se utilizan técnicas digitales incluso para el modulador necesario en el transmisor de datos, a fin de que también el modulador pueda ser construido con elementos de computadora fácilmente integrables.

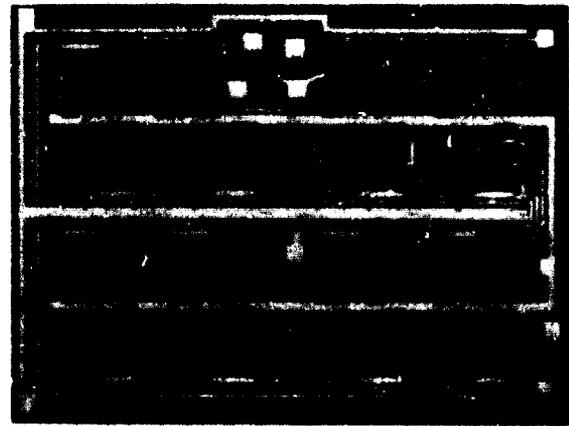


Fig. 6. Transmisor digital de datos completo, integrado en una pastilla de cristal de una superficie aproximada de 5 mm^2 .

Además de las ventajas específicas del circuito integrado, tales como su índole compacta y los ahorros obtenidos en materiales, energía y costos, el transmisor de datos integrado, formado por 400 componentes, ofrece también cierto grado de flexibilidad. Por ejemplo, su velocidad de transmisión puede modificarse con ayuda de un oscilador externo, de modo que sirva para circuitos telefónicos tanto de banda estrecha como de banda ancha.

Giradores en vez de bobinas

A medida que avanza la tecnología de los circuitos integrados, se va haciendo más necesario un elemento compacto e integrable que pueda desempeñar la función de la bobina, componente que resulta todavía relativamente voluminoso. Siguen utilizándose las bobinas en cantidades relativamente grandes, por ejemplo, en los filtros telefónicos.

Una solución posible sería el girador.

Igual que el transformador, el girador es un dispositivo tetrapolar pasivo. La peculiaridad del girador y en esto difiere por completo del transformador es que su voltaje de salida depende por completo de su corriente de entrada, y su corriente de salida depende exclusivamente de su voltaje de entrada (véase fig. 7). Esto tiene una consecuencia muy notable: si se conecta el condensador a un par de terminales del girador, se encuentra la misma relación entre el voltaje y la corriente en el otro par de terminales que en una bobina (fig. 8). En suma, un girador combinado con un condensador estimula la inductancia propia.

Sin embargo, la construcción de un girador para bajas frecuencias no fue posible hasta la aparición de los transistores y, en particular, de los circuitos integrados.

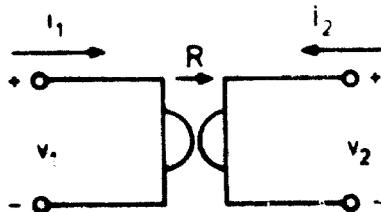


Fig. 7. Símbolo de un girador. Fórmulas pertinentes:
 $V_1 = -Ri_2$, $V_2 = Ri_1$.

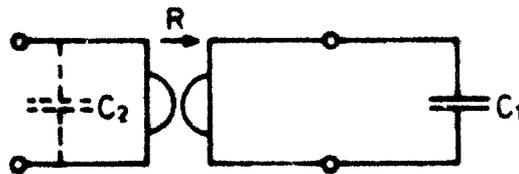


Fig. 8. Simulación, con ayuda de un girador, de: a) una bobina con C_1 ; b) un circuito sintonizado con C_1 y C_2 .

Los investigadores consiguieron, sobre la base de un circuito formado por cuatro transistores y dos resistores (resistores de "giración", fig. 9), diseñar un dispositivo tetrapolar integrable que cumpliera las fórmulas indicadas para el girador en la fig. 7.

El girador integrado resultante se usó con éxito en filtros telefónicos que, a diferencia de los convencionales, no necesitan ser sintonizados, con tal de que los resistores de giración y los condensadores estén dimensionados con la suficiente precisión. Este circuito puede utilizarse también para filtros sintonizados, sintonizados, diseñados con bobinas y bobinas adaptables.

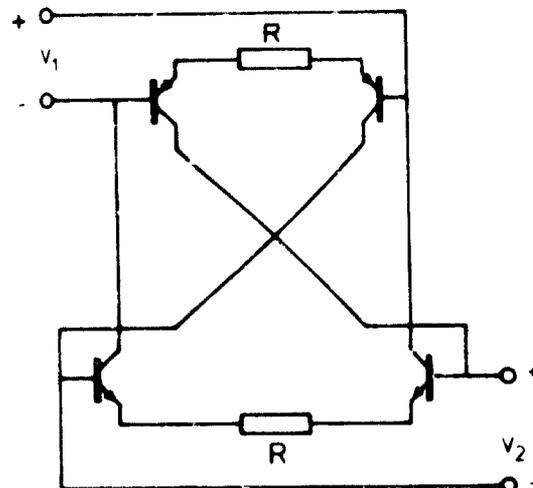


Fig. 9. Diagrama del circuito de un girador integrable.

Diseño de circuitos integrados

A medida que ha aumentado el número de componentes de cada pastilla de cristal, se ha hecho cada vez más difícil "visualizar" de golpe el circuito integrado, y su diseño ha ido adquiriendo cada vez mayor complejidad. Este problema se plantea sobre todo en las técnicas digitales, que, por lo general, exigen muchos más componentes de los que se necesitan para los circuitos analógicos.

Por suerte, la computadora ha resultado ser un valioso auxiliar para el diseño de circuitos.

Los investigadores llevan bastante tiempo ocupados no sólo en desarrollar programas de computadora para el análisis y la verificación de diagramas de circuito sobre el papel y para la localización de los fallos ulteriores que aparecen en el circuito, sino también en idear programas de computadora para organizar los componentes del circuito y efectuar el trazado de los cables.

El trazado se acuerda mediante "conversaciones" entre el diseñador y la computadora, actuando esta última como una especie de contador ultra preciso y ultrarápido que está informado de ciertas órdenes y prohibiciones de aplicación general en la tecnología de los circuitos integrados.

La computadora "sabe", por ejemplo, cual es el espacio mínimo que se ha de mantener entre los cables y que conviene que éstos se entrecrucen lo menos posible o que no se entrecrucen en absoluto.

Se ha podido comprobar que la computadora por sí sola no puede conseguir las densidades óptimas de acoplamiento en el diseño de circuitos integrados. La computadora puede hacerlo si el diseñador interviene con su facultad de juicio durante el proceso de diseño de la computadora y le da instrucciones. Esta cooperación requiere tan sólo una fracción del tiempo y del trabajo que requieren los métodos de diseño convencionales.

Se espera que en un futuro próximo el diseño de todos los circuitos digitales de integración en gran escala (LSI) se efectúe por este método de interacción.

El medio ambiente y la ubicación de industrias

Este artículo está basado en un documento preparado por la secretaria de la ONUDI para una reunión del Instituto Internacional de Planificación Industrial, celebrada en Viena en febrero de 1974.

Proteger y mejorar

Durante el pasado decenio ha ido en aumento la toma de conciencia de la vital necesidad, por una parte, de proteger y mejorar el medio ambiente mundial y, por otra, de una planificación eficaz a fin de hacer frente a las necesidades de energía, aire, agua y espacio habitable que siente una humanidad en rápido crecimiento.

Esta toma de conciencia condujo a la reunión en Estocolmo, en 1972, de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en la cual se aprobaron 106 recomendaciones relativas a la protección del medio ambiente, y al ulterior establecimiento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), encargado de poner en ejecución esas recomendaciones. El PNUMA, juntamente con otros órganos de las Naciones Unidas y diversos organismos gubernamentales y no gubernamentales, trazó un plan de acción de acuerdo con el cual las recomendaciones de la Conferencia quedaron agrupadas en varias grandes categorías¹.

Tres de ellas, que se refieren particularmente a la ubicación de industrias, han merecido que el Consejo de Administración del PNUMA les conceda alta prioridad. Son las siguientes:

- Asentamientos humanos, salud humana, hábitat y bienestar.
- Tierra, agua y desertificación.
- Comercio, economía y transmisión de tecnología.

¹ Véase "El Programa para el Medio Ambiente: aprobación de actividades comprendidas en el Programa para el Medio Ambiente, teniendo en cuenta en particular sus consecuencias para el Programa del Fondo. Informe del Director Ejecutivo" (UNEP/GC/14/Add.2).

La razón básica para la asignación de tal prioridad se expresó en una Declaración de Principios adoptada por la Conferencia de Estocolmo. El principio 1 dice que "El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras"².

Las ventajas económicas de una adecuada ubicación de industrias, se vienen reconociendo desde hace mucho tiempo, pero su importancia para la protección del medio ambiente no ha recibido hasta ahora la atención que merece.

Durante el desarrollo de las sociedades industrializadas se prestó escasa atención a los efectos de la tecnología sobre el medio ambiente, tanto al escoger determinada tecnología como al ubicar las plantas industriales. Los aspectos sociales, como la salud y el bienestar general de la comunidad, quedaron descuidados o subordinados a otros factores, y en ciertos casos fueron sacrificados deliberadamente en el afán por mejorar los niveles materiales de vida; y aun hoy, a pesar de la presión social y de la toma de conciencia de los problemas ambientales, se perpetúa, hasta cierto punto, este estado de cosas.

El problema de la ubicación de industrias

Las consideraciones ambientales cuando se trata de decidir la ubicación de una industria se refieren a problemas que trascienden del mero aspecto físico de la cuestión: deben, en primer lugar, inquirir la razón por la

² Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: S.73.II.A.14) capítulo 1, sección II, principio 1.

cual se establece la industria. ¿Se trata de explotar un recurso natural? ¿De ampliar un mercado conocido? ¿De crear puestos de trabajo? ¿Es por razones políticas? ¿Por prestigio nacional? ¿Para explotar alguna técnica especial o determinadas habilidades de los operarios? ¿Para aprovechar la proximidad de un mercado o la favorable situación geográfica del lugar elegido? ¿Para atraer inversiones extranjeras? ¿Para absorber el exceso de capital local? Todas esas razones para establecer una industria son válidas, y todas ellas tienen como factor común el deseo de mejorar el nivel de vida. Es interesante notar a este respecto la relación existente entre el nivel de ingresos y la aceptación de condiciones ambientales insatisfactorias. En algunos países en desarrollo donde el nivel de vida de la población es muy próximo al de subsistencia parece lógico que se dé más importancia a la satisfacción de las necesidades más esenciales (la vivienda, los alimentos y el agua - que a la contaminación atmosférica y a la destrucción de la flora y fauna. No obstante, la experiencia ha demostrado que la mejora de las condiciones económicas va acompañada de una más clara conciencia de la importancia de un medio ambiente incontaminado, aumentando por ende la presión social para que se mantenga al más bajo nivel posible la contaminación. Parece existir una correlación entre el nivel de vida y este tipo de presión social; en la actualidad se están realizando estudios para tratar de expresar esa correlación en términos cuantitativos. Tal información, debidamente utilizada durante el proceso de toma de decisiones, podría conducir a grandes economías, dado que el costo de dotar de equipo anticontaminación a una fábrica o planta existente es normalmente mucho más alto que cuando está incluido en la inversión inicial.

Tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo existe una tendencia hacia la aglomeración demográfica en zonas urbanas e industriales. Es algo natural, dado que la industria necesita una infraestructura que abarca los transportes, la mano de obra, los servicios bancarios y de crédito y el fácil acceso a las materias primas y a los mercados. Sin embargo, aunque los costos de producción serán evidentemente más bajos si una industria se establece allí donde ya exista tal infraestructura, este punto de vista puede resultar demasiado limitado a la luz de las políticas económicas regionales y nacionales; el ideal debe ser el logro de un equilibrio entre los beneficios de orden social y la rentabilidad económica, dos objetivos que, si no se tienen en cuenta todos los parámetros del caso, pueden parecer contradictorios.

La cuestión del tamaño óptimo de una aglomeración no ha sido plenamente investigada, pero es digno de estudio más profundo en el que se atribuya a los aspectos ecológicos importancia no menor que a las razones económicas. Algunas de las ciudades más grandes del mundo, cuya ubicación se explica por razones puramente económicas, son ejemplos de asentamientos no planificados que más preferible no serían.

Por otro lado, la descentralización, que tal vez sea deseable desde el punto de vista ecológico, es a veces difícil de realizar debido a problemas de infraestructura. La descentralización, para que tenga éxito, debe ser resultado de una operación planificada que asegure la dotación de servicios e instalaciones apropiados y que tenga en cuenta las necesidades de desarrollo a escala nacional o regional.

Actualmente, se están poniendo en práctica políticas de descentralización en cierto número de países industrializados tales como el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y la República Federal de Alemania. Los beneficios de esta política incluyen la prevención de una mayor contaminación de ciertas zonas ya contaminadas, el empleo de sistemas plenamente integrados de eliminación de desechos, la dotación de alcantarillado y agua potable, y la utilización más eficaz de los actuales sistemas de transportes (mediante la reducción del volumen de tráfico local y la integración de nuevos sistemas dentro de la red ya existente). No sólo se ha conseguido así una mejora del medio ambiente en esos países, sino que también se han producido ventajas económicas.

La descentralización de la industria es un proceso que interesa en primer lugar a los países desarrollados, pero también tiene importancia para ciertos países en desarrollo cuyos sistemas industriales fueron establecidos por las administraciones coloniales. Buen ejemplo de ello es la India, con sus enormes concentraciones de actividad industrial (sobre todo en Bombay y Calcuta). La descentralización en los países en desarrollo ofrece, por supuesto, el peligro de diluir los limitados recursos de inversión hasta el punto de que se hacen inoperantes.

Cuando un país, desarrollado o en desarrollo, piensa en la conveniencia de descentralizar sus industrias o de establecer otras nuevas, es indispensable que conozca el potencial de contaminación de la respectiva tecnología; la eficacia del equipo anticontaminación y la cuantía de inversión que el mismo supone; los niveles tolerables de contaminación; y las necesidades de energía.

Hoy se dispone de información muy copiosa sobre los aspectos tecnoeconómicos de la mayor parte de las industrias, pero los estudios sobre los problemas que plantea su ubicación tropiezan con la dificultad de que los datos sobre los factores ambientales más amplios no se han formulado todavía con tal exactitud que haga posible su utilización cuantitativa. Varias organizaciones internacionales están tratando de remediar esta situación. La ONUDI, en cooperación con el PNUMA, está ejecutando varios proyectos dentro del marco de un programa integrado de trabajos sobre el medio ambiente, que será de gran utilidad en esta esfera. Se están efectuando estudios sobre plantas industriales existentes con vistas a determinar su efecto general sobre el medio ambiente. Dado que el mandato de la ONUDI consiste en ayudar a la industrialización de los países en desarrollo, las industrias elegidas para tal estudio son, en especial, las más importantes para esos países, a saber: las del cuero, caucho, textiles, siderúrgica, cemento e

industrias químicas básicas. La metodología usada en los citados proyectos tiene por objeto recoger datos para un estudio conjunto ONUDI/PNUMA sobre un complejo industrial integrado que produzca un mínimo de contaminación (descrito más abajo) y trata de introducir, mediante técnicas de análisis de sistemas, las necesarias modificaciones a las teorías iniciales sobre esta materia.

Reducción de la contaminación al mínimo

A pesar de la parquedad de información cuantitativa de amplia base, se ha reflexionado mucho sobre los medios de evitar la contaminación del medio ambiente. Se ofrecen ahora dos posibilidades: reducir la contaminación de plantas o fábricas ya en funcionamiento, o establecer complejos industriales integrados de bajo nivel de contaminación. El próximo paso consistirá en determinar la ubicación óptima para esos complejos, lo cual requerirá el examen de parámetros tales como las características geográficas y meteorológicas, el potencial de mano de obra, la utilización del terreno y las características globales del ecosistema dentro del cual se desea crear la industria. Todavía no se ha formulado un plan para la investigación de tales emplazamientos que sea lo bastante concreto para poderlo considerar en este artículo.

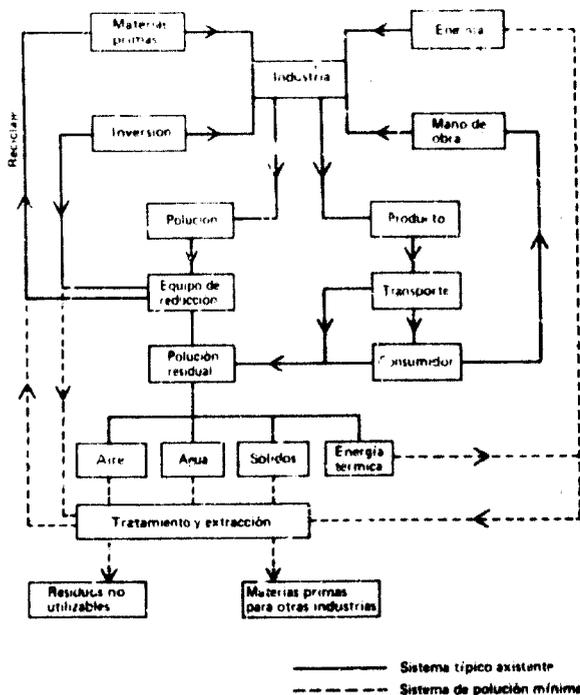


Fig. 1. Ciclo de contaminación en un sistema industrial típico.

El punto de partida para controlar la acción contaminadora de una industria es determinar su potencial de contaminación y las medidas posibles dentro de la industria misma para corregir esa contaminación.

La figura 1 muestra un ciclo típico de contaminación. Debe señalarse que, además de la industria misma, el sistema incluye el factor transporte, así como la contaminación producida por el consumidor.

La línea de puntos indica las modificaciones que podrían introducirse en el sistema a fin de reducir al mínimo la contaminación. Lo más importante es el reciclaje y la utilización de los residuos; la simple eliminación de los contaminantes no haría sino disminuir la viabilidad económica de la industria de que se trate.

La reutilización del aire, del agua y de los residuos sólidos es ya una práctica bastante bien establecida, pero el problema de la utilización de la energía excedente, aunque ha sido objeto de mucho estudio, aún no ha encontrado solución enteramente satisfactoria. La importancia de la utilización de esta energía excedente es patente si se tiene en cuenta que el rendimiento medio de los procesos térmicos es sólo del 35% y que el resto de energía se pierde. Así, unos 3.900 millones de toneladas de combustibles convencionales no producen otro efecto sino calentar la atmósfera.

Los otros residuos finales del ciclo incluyen desechos no utilizables y subproductos: éstos podrían convertirse en materias primas para otras industrias. No es realista suponer que se puedan extraer de materias primas todos los residuos contaminantes; las cantidades y los costos de extracción pueden hacer no viable la operación. No obstante, el sistema modificado de la figura parece factible para las grandes industrias.

Los desechos no reutilizables deberán ser tratados por métodos convencionales: extracción de gases nocivos, neutralización del agua antes de su descarga en alcantarillas o aguas corrientes, descarga controlada, incineración y conversión en abonos de los productos sólidos. La tecnología de tales tratamientos todavía está en sus comienzos, pero se espera que, dado el interés actual en las operaciones de reciclaje de materiales, estos procesos se desarrollarán rápidamente.

Complejo industrial integrado de contaminación mínima

Un complejo industrial integrado de contaminación mínima es esencialmente un parque industrial en el que algunas industrias pueden:

- Utilizar los productos de otras industrias del parque
- Utilizar las materias primas extraídas de los residuos de otras industrias
- Facilitar un medio neutralizado para los desechos no reutilizables de otras industrias

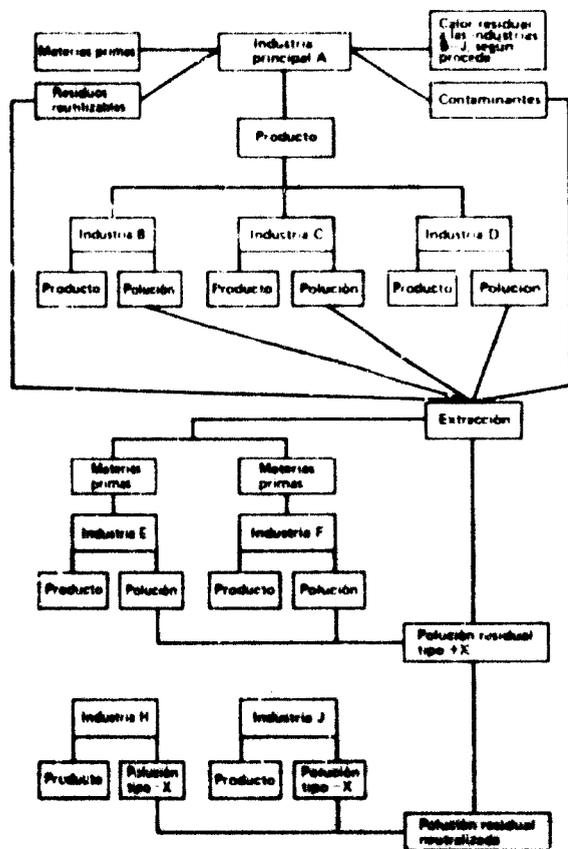


Fig. 2. Complejo industrial integrado de contaminación refinada.

La figura 2 presenta un esquema de tal complejo industrial (tema de un importante estudio conjunto ONUDI/PNUMA). Aunque cada una de las industrias involucradas tiene un ciclo de contaminación similar al de la

figura 1, para mayor claridad sólo se han incluido ciclos simplificados. En este ejemplo se supone que el complejo está concentrado alrededor de una industria tal como una planta siderúrgica o de productos químicos.

La industria principal A suministra sus productos en forma de materias primas a las industrias subsidiarias B, C y D. Los contaminantes producidos por cada una de estas cuatro industrias son muy similares y pueden encaminarse a una planta común de tratamiento por extracción.

La producción de esta planta de tratamiento facilita materias primas para las industrias E y F y deja un residuo contaminante que se añade al de las industrias A, B, C y D. Este residuo se designa como tipo +X.

Las industrias H y J pueden ser de cualquier clase que produzca un desecho no reutilizable (designado como tipo -X), el cual neutralizará los contaminantes no reutilizables de las plantas A, B, C, D y E (tipo +X).

Naturalmente, el sistema aquí descrito está muy simplificado, pero se presta bien a la técnica del análisis de sistemas.

Es evidente que serán considerables las dificultades inherentes a la ejecución de dicho plan; con todo, las ventajas que ofrece justificarían su realización, aunque sólo fuera parcial. Las principales ventajas son:

- Desperdicio mínimo de recursos
- Costo mínimo del tratamiento de residuos
- Reducción de los costos de transporte y, siempre que la superficie del parque no sea demasiado extensa, reducción del volumen de tráfico y de la contaminación mediante la utilización de vehículos no contaminantes
- Creación de una infraestructura comercial de tamaño y servicios previamente planeados
- Máximo aprovechamiento de la mano de obra (debido a la variedad de industrias)

IMPUREZAS DEL AGUA:

sus consecuencias industriales y métodos de eliminación

por Trevor D. Rees

El Sr. Rees colabora con el Grupo de Análisis y del Medio Ambiente de una importante empresa química del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. El presente trabajo fue preparado originalmente para su presentación en un simposio sobre aspectos químicos de la contaminación, celebrado en la City University de Londres, en julio de 1972.

Aunque las siguientes observaciones se basan principalmente en experiencias obtenidas en la industria química pesada, muchas de ellas son válidas para la industria en general. El agua no sólo es necesaria para usos domésticos, sino también para fines industriales, como, por ejemplo, la refrigeración y la obtención de vapor. Es importante señalar desde luego que el agua considerada potable, es decir, la plenamente satisfactoria en cuanto a olor, color, sabor y aspecto, y que puede consumirse sin temor alguno en lo que respecta a su contenido químico o bacteriano, no es necesariamente adecuada para muchos usos industriales si no se la somete a un tratamiento previo. Algunas zonas cuentan con agua no potable, más barata, por lo que puede interesar a las industrias, sobre todo si el costo de cualquier tratamiento adicional no es demasiado elevado y si esa agua puede obtenerse sin ninguna o muy escasa limitación de cantidad, lo que no suele ocurrir con el agua potable. Las diversas clases de aguas en cuanto a su origen pueden reducirse a tres: de lluvia; subterráneas (de manantial, de pozos poco profundos y de pozos profundos); y superficiales (de río, arroyo, estanque, lago, depósitos, etc.). Estas aguas superficiales son las que más fácilmente pueden contaminarse. Muchas de las impurezas que pueden crear problemas en la industria son de origen natural, pero el efecto de los contaminantes irá adquiriendo mayor importancia a medida que aumenten la complejidad de los sistemas colectores y la utilización de los ríos como vías de desagüe. En todo caso, los métodos de tratamiento que van a tratarse aquí son esencialmente los mismos, cualquiera que sea la fuente de impureza. Estas impurezas pueden clasificarse en: sólidos en suspensión, y sólidos disueltos y gases disueltos. A orillas del río Tees, por ejemplo, se dispone de agua potable

procedente de depósitos de la cuenca de captación situada en la parte alta del valle del Tees, es decir, de un lugar donde no es probable que el agua pueda contaminarse. Aparte de esto, hay un abastecimiento de agua para fines industriales que se extrae de dicho río. Este agua se halla sujeta a las variaciones del caudal del río, y también puede ser contaminada por las descargas que tienen lugar más arriba del punto de extracción. En el cuadro 1 se indican varias de las impurezas encontradas en el agua y los problemas que pueden crear en la industria.

CUADRO 1. IMPUREZAS COMUNES ENCONTRADAS EN EL AGUA BRUTA Y PROBLEMAS QUE CREAN

Sólidos en suspensión	Aspecto desagradable, formación de depósitos en las tuberías, calderas, equipo de elaboración, etc.
Color	Puede formar espumas en las calderas, manchar los productos elaborados y ensuciar las resinas cambiadoras de iones
Sales endurecedoras	Pueden formar depósitos en el equipo intercambiador de calor
Alcalinidad	La descomposición de bicarbonatos puede dar CO ₂ en el vapor, ocasionando la corrosión de las tuberías de condensado
Silicio	Puede volatilizarse en el vapor y formar depósitos en las paletas de las turbinas
Gases disueltos	El oxígeno y el dióxido de carbono son agentes de procesos de corrosión; el sulfuro de hidrógeno es un inhibidor de coque
Sólidos disueltos	Pueden provocar la formación de espumas e incrustaciones en las calderas; constituyen una fuente de corrosión, por ejemplo, los cloruros sobre el acero inoxidable

Los sólidos en suspensión pueden ser silicatos de origen natural o contaminantes; por ejemplo, fibras u óxidos en suspensión. Los ácidos húmicos y fúlvicos de origen natural suelen producir coloración, pero igualmente importante a este respecto podría ser cualquier materia orgánica, como, por ejemplo, los detergentes o el aceite. Más adelante se trata de cada una de estas impurezas.

Agua industrial

Se denomina así el agua que, bien como líquido o como vapor, forma parte integrante del proceso de fabricación. Es difícil generalizar sobre el efecto de las impurezas, pues mucho depende del tipo de industria. Hay casos, por una parte, en que ha de emplearse agua para eliminar impurezas masivas (sólidas, líquidas o gaseosas) de un producto bruto, siendo entonces adecuados muchos tipos de agua, sin necesidad de someterla a tratamiento previo. Pero hay industrias, como la farmacéutica y la de transistores, en las que incluso impurezas minúsculas (indicios) pueden tener efectos importantes. En el cuadro 2 se dan algunos ejemplos para ilustrar este punto.

CUADRO 2. ALGUNOS USOS INDUSTRIALES DEL AGUA (Y DEL VAPOR)

Proceso	Problema	Remedio
Eliminación de amoníaco de efluentes gaseosos	Precipitación de sales endurecedoras	Emplear agua ablandada
Eliminación de impurezas de colorantes	Inclusión, en la especificación, de una cláusula relativa a la "ceniza sulfatada"	Emplear agua que no produzca "ceniza sulfatada"
Fabricación de caucho	Especificación rigurosa en cuanto a la presencia de Fe y Cu en el producto final	Emplear agua con bajo contenido de Fe y Cu
Fabricación de fibras, alambres, etc.	Coloración del producto final	Emplear agua incolora
Preparación de productos de "gran integridad"	Eliminación de cantidades minúsculas (indicios) de impurezas solubles en agua	Emplear agua desmineralizada
Calentamiento	"Envenenamiento" del catalizador (por ejemplo, metales Cr y Ni)	Emplear agua o vapor de alta calidad

Al utilizar amoníaco de una corriente gaseosa, a menudo se convierte el pH en un precipitante de sales endurecedoras presentes en el agua; lo que ocasiona problemas. En estos casos, naturalmente, para utilizar agua ablandada, las especificaciones para la fabricación de efluentes deben incluir una cláusula relativa a la ceniza sulfatada, no siendo entonces susceptible el empleo

de agua ablandada porque dejaría un residuo de sales de sodio que daría tal ceniza sulfatada. En tal caso, debería utilizarse agua desmineralizada, o, a ser posible, algún condensado del proceso. En la fabricación de caucho, son muy importantes el cobre y el hierro, por lo que ha de tenerse gran cuidado al elegir el tipo de agua que se utilice. En la fabricación de nilón, nitrocelulosa y fibras en general, tiene importancia el color del producto final, por lo que debe utilizarse agua incolora. Para hacer incolora el agua pueden emplearse técnicas basadas en la floculación y en la filtración, pero a veces incluso estas técnicas no bastan y es necesario un tratamiento a base de carbón vegetal activado. En la preparación de productos de gran integridad, tales como los catalizadores y ciertas materias de carga o relleno, incluso las impurezas minúsculas pueden ser muy importantes, debiendo utilizarse en tales casos agua desmineralizada. En los procesos catalíticos, especialmente el de reforma de vapor, pequeñas cantidades de sulfuros o de cloruros pueden causar estragos en el catalizador, razón por la cual debe vigilarse y controlarse cuidadosamente la calidad del vapor. Si ha de utilizarse agua bruta que, debido a condiciones anaeróbicas, contenga, por ejemplo, sulfuro de hidrógeno, habrá de eliminarse éste por uno de los procedimientos que más adelante se discuten.

Agua de refrigeración

En la industria se emplean grandes cantidades de agua de refrigeración, pero los requisitos de calidad no son en general muy rigurosos. Sin embargo, aparte de obtener la máxima utilidad del agua como medio refrigerante, debe prestarse atención a los problemas de corrosión, a la formación de incrustaciones y a la obstrucción de los cambiadores de calor, problemas que pueden resultar muy costosos si no se les presta la debida atención. En la industria se emplean básicamente, tres tipos de sistemas de refrigeración. Las necesidades de agua y los tratamientos auxiliares dependen del diseño de cada sistema:

1. Sistema de refrigeración cerrado

Como este sistema carece de purgador, puede utilizarse toda una gama de inhibidores químicos para combatir la corrosión, incluso si son tóxicos, como, por ejemplo, altas concentraciones de cromato o mezclas de nitrato/benzoato. Por otra parte, como el sistema una vez llenado requiere poco relleno para compensar pérdidas, puede utilizarse agua de muy buena calidad para impedir las incrustaciones.

2. Sistema de refrigeración de paso único

La operación de refrigeración se realiza mediante agua que, con frecuencia, se extrae de un río y luego se devuelve al mismo sin haber sido contaminada, sin causar, por supuesto, un aumento de temperatura. El agua, sin embargo, también es un contaminante que

debe vigilarse. Debido al gran volumen de agua utilizado, el tratamiento de ésta no suele ser conveniente ni factible, pero puede resultar necesario, en algunos casos, filtrarla primero o añadirle, en ocasiones, algún polielectrolito, a fin de mantener en suspensión cualquier sólido insoluble. En algunos casos, también puede ser necesario el control biológico.

3. Sistema evaporativo abierto de recirculación

Este sistema, ilustrado en la figura 1, es el más comúnmente utilizado en la industria. Desde la parte inferior del estanque de enfriamiento, el agua es retrobombeada hacia el proceso que se ha de refrigerar, pasando en su camino por un cambiador de calor. A continuación se devuelve al colector de condensación, desde donde es bombeada hasta la parte superior de la torre de enfriamiento donde, al caer, es enfriada por efecto de dos procesos: en primer lugar, por el calor latente de evaporación, y, en segundo, por la transferencia de calor sensible del agua al aire que asciende por la torre. Se trata, pues, de un sistema de recirculación, y durante su empleo pueden producirse incrustaciones a causa de la evaporación. Por tanto es preciso mantener cuidadosamente el equilibrio entre el agua de purga y el agua de compensación, a fin de conseguir un límite aceptable de concentración (factor de concentración) que evite las incrustaciones, la suciedad y la corrosión.

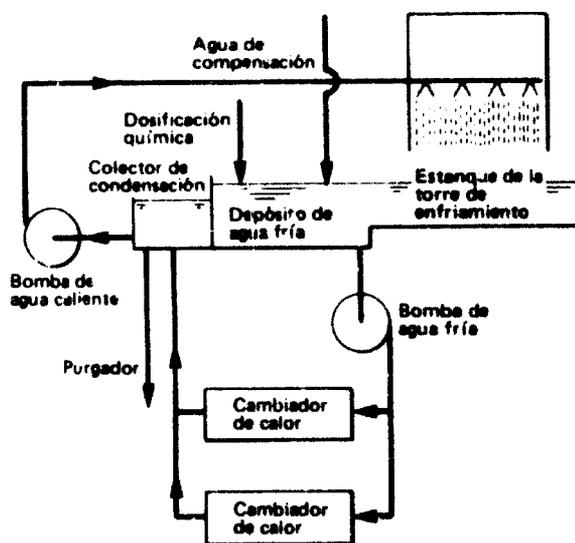


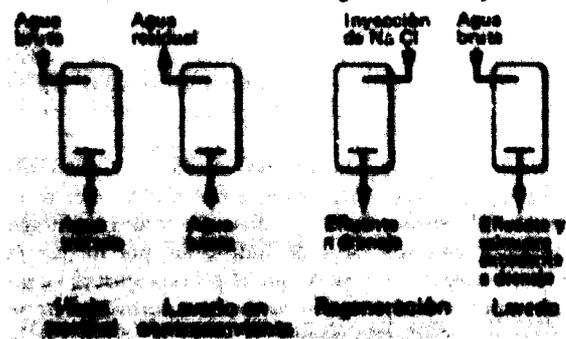
Fig. 1. Sistema evaporativo abierto de recirculación.

Los problemas que pueden surgir en las torres de enfriamiento dependen en gran medida del agua utilizada. Son muy perjudiciales, por ejemplo, los sólidos en suspensión, ya se encuentren en el agua bruta, ya hayan sido recogidos del aire en la parte superior de la torre, ya sean resultado de la corrosión producida dentro

del sistema. Especialmente en regiones donde el flujo de agua tiene un valor bajo, o donde el flujo térmico es elevado, dichos sólidos en suspensión tienden a formar depósitos y a obstaculizar los procesos de transferencia. Los sólidos en suspensión también facilitan la corrosión y aumentan los costos de bombeo. Si se plantea un problema de esta índole, puede resultar necesario filtrar previamente el agua de compensación, pero evidentemente esto no bastará si los sólidos en suspensión se originan dentro del propio sistema. En tales casos, parte del agua de circulación —en general de un 2 a un 5%— se hace pasar por un filtro instalado en un ramal lateral, a fin de reducir a un nivel aceptable la cantidad de dichos sólidos. A veces, la adición de dispersantes químicos ayuda a mantener en suspensión las materias insolubles, que son eliminadas durante la purga. También pueden formarse depósitos en los sistemas de refrigeración a causa de la actividad biológica. Las formas más elementales de seres vivos, tales como las algas, hongos y bacterias, pueden provocar proliferaciones biológicas en las torres de enfriamiento, modificando con ello la configuración del flujo en el sector de la torre. Asimismo, pueden producir, en los cambiadores de calor, limos que afecten seriamente al proceso de refrigeración, dando lugar, además, a que se formen puntos de corrosión. Pueden causar serios inconvenientes, por otra parte, las aguas industriales no cloradas, y en particular las que contengan contaminantes tales como fosfatos y amoníaco, que actúan como nutrientes. Por ello, suele llevarse a cabo un programa de control biológico que a menudo comprende el empleo constante de cloro, hipoclorito o un biocida patentado. También pueden formarse depósitos a causa de la cristalización de sales inorgánicas, tales como el carbonato cálcico, el sulfato cálcico y el hidróxido de magnesio. El arte de utilizar eficazmente los sistemas de evaporación abiertos consiste en emplear el agua de manera óptima, evitando este problema. Si se deja concentrar el agua al circular en estos sistemas, llega un momento en que empieza a producirse la cristalización. Normalmente, el carbonato cálcico será el primero en depositarse, lo que ocurrirá con tanta mayor rapidez cuanto mayor sea la dureza del agua. Algunas aguas blandas permiten una concentración de seis a ocho veces, por ejemplo, pero con muchas aguas de pozo y de mina, que suelen contener gran cantidad de bicarbonato, incluso una concentración del doble origina problemas. En la práctica, muchas aguas se desinfectan con ácidos (suele emplearse el ácido sulfúrico por su baratura), a fin de reducir el pH y destruir así los bicarbonatos, pero existe el inconveniente de que un pH demasiado bajo da lugar a serios problemas de corrosión. Sin entrar a tratar detalladamente del control de la corrosión, cabe decir que, cuando está permitido el empleo de un inhibidor de la corrosión (en general, a base de cromato), reduciendo el pH a un valor aproximado de 6,5 pueden eliminarse prácticamente las incrustaciones y, al mismo tiempo, reducirse a niveles aceptables el riesgo de corrosión del acero suave.

Vapor

La producción de vapor, vital para la mayor parte de las industrias, depende en gran medida de la finalidad a que se destine. Puede ser vapor de baja presión con destino a la calefacción de talleres y a procesos de evaporación y de secado, o bien vapor de alta presión para la generación de energía. Naturalmente, el vapor también se emplea como materia prima en muchos procesos industriales. A fin de producirlo en las cantidades necesarias y minimizar al mismo tiempo las averías del equipo vaporizador, ha de especificarse cuidadosamente el agua de alimentación de la caldera y controlarse su calidad. Cualquiera que sea la presión de la caldera, es necesario impedir la formación de incrustaciones en las superficies de transferencia. Un buen ejemplo es el sarro que aparece en utensilios de cocinas. Para eliminar sustancias (por ejemplo, sales de calcio y de magnesio) que puedan originar incrustaciones, es preciso emplear algún tratamiento. En las calderas de baja presión, este tratamiento es interno y consiste en agregar productos químicos que precipiten las sales endurecedoras dentro de la caldera en forma fluidificada, a fin de que puedan eliminarse en la operación de purga. Sin embargo, en la mayoría de los casos se practica un tratamiento externo. Si la concentración de las sales endurecedoras es excesiva (por ejemplo, de 100 ppm), suele efectuarse un ablandamiento parcial con cal o con cal y sosa. Tras este proceso, el agua puede resultar apropiada para alimentar calderas de baja presión, pero como no es posible eliminar por completo su dureza, con frecuencia se hace necesario un tratamiento ulterior, y es en esta fase cuando ha de considerarse el empleo de cambiadores de iones. Muchas instalaciones modernas cambiadoras de iones están totalmente automatizadas, pero esto sólo ha sido posible gracias al desarrollo de dispositivos de control adecuados. La forma más sencilla de cambio iónico es el cambio catiónico (fig. 2). En este proceso se



Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

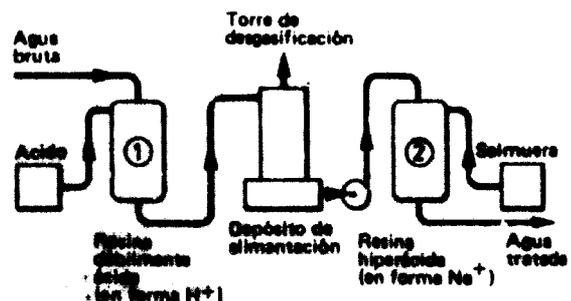
Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

Etiquetas: Agua bruta, Agua residual, Inyección de NaCl, Agua bruta, Filtro, Filtro, Filtro, Filtro.

emplaza resina de ácido sulfónico hiperácida en su forma sódica. El momento de regenerar la unidad se decide, de ordinario, determinando la dureza del agua tratada. Esto puede efectuarse en el laboratorio mediante titulación con ácido etilendiaminotetraacético en la forma usual, pero también puede realizarse en la propia instalación con los dispositivos de control de que está dotada; algunos se basan en reacciones cromáticas y emplean colorantes tales como negro de solocromo; mientras que otros se basan en titulaciones electrométricas. Cuando llega el momento de regenerar la unidad y hay un aumento de calcio o de magnesio, el agua bruta se hace pasar en sentido ascendente a través del lecho con objeto de neutralizarlo. Entonces se inyecta salmuera para volver a transformar en cal sódica la resina en forma de calcio o de magnesio, y una vez eliminado el exceso de salmuera mediante lavado, la unidad vuelve a entrar en servicio. Conviene reparar en las siguientes características de este proceso: no cuenta con instalaciones para la eliminación de aniones, las sales de calcio y de magnesio son sustituidas por sodio (no hay disminución, por tanto, de los sólidos disueltos), y el regenerante es la salmuera. Aunque en este proceso se eliminan las sales endurecedoras, siempre queda algo de bicarbonato, y si este agua se emplea para alimentar las calderas, el bicarbonato sódico se descompone dando CO₂ en el vapor, que a su vez puede causar una intensa corrosión al entrar en contacto con el acero suave. Es, pues, muy conveniente eliminar el CO₂ tras un proceso de cambio catiónico, lo cual puede efectuarse acidificando el agua de este proceso de tratamiento y expulsando el CO₂ con aire o vapor. Sin embargo, esto no es especialmente atractivo, y ahora existe un proceso de desalcalinización. Se trata de un proceso en el que, corriente arriba de la unidad ablandadora, existe una unidad de desalcalinización y una torre desgasificadora (fig. 3). La resina de



1 RESINA DE ACIDO CARBOXILICO CAMBIADORA DE CATIONES EN FORMA H⁺
 $2 R H + Ca (HCO_3)_2 \rightarrow R_2 Ca + 2 H_2 CO_3$
 (ESTA RESINA NO AFECTA LA DUREZA PERMANENTE)

2 RESINA DE ACIDO SULFONICO CAMBIADORA DE CATIONES EN FORMA Na⁺
 $2 R Na + Ca SO_4 \rightarrow R_2 Ca + Na_2 SO_4$
 (ELIMINACION DE LA DUREZA PERMANENTE)

Fig. 3. Desalcalinización y proceso de cambio catiónico.

ácido carboxílico, débilmente ácido y en forma hidrogenada, sólo puede eliminar el calcio y el magnesio de los bicarbonatos. Ocurre, pues, que este calcio y este magnesio son eliminados, también lo es el CO_2 producido en una torre desgasificadora, y el agua procedente del depósito desgasificador es suministrada a través de una unidad de cambio catiónico. En este proceso, no sólo se obtiene agua ablandada, sino que toda la dureza y el CO_2 presentes como dureza temporal son eliminados, con la correspondiente reducción de los sólidos disueltos. Para controlar este sistema, se vigila la dureza en la salida de la unidad de cambio catiónico, y el CO_2 se determina en la base de la torre desgasificadora por métodos convencionales, por ejemplo, son útiles las titulaciones de hidróxido bórico o incluso un electrodo de pCO_2 . Para detectar el punto en que aumenta la alcalinidad, es necesario efectuar determinaciones del pH (fig. 4). Como puede verse, normalmente el pH se

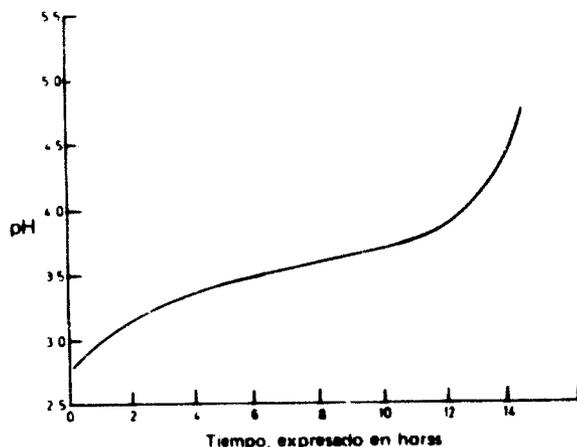
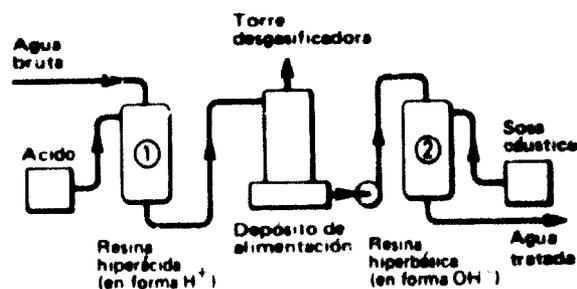


Fig. 4. Cambio, con el tiempo, del pH del agua tratada con resina descalcificadora.

mantiene muy por debajo de 4,5, pero aumenta a medida que tiende a elevarse el bicarbonato sódico o cálcico. Al alcanzarse un valor previamente determinado, basado en las necesidades de alcalinidad, se elige el valor pH y en ese punto tiene lugar la regeneración. Los únicos aniones que estos procesos de cambio de iones eliminan son los de CO_2 , siendo por ello inadecuados para calderas de alta presión, es decir, de más de 800 libras/pulgada², que requieren agua de alimentación desmineralizada. Como se ha dicho, muchos procesos industriales requieren también agua desmineralizada. La razón de que las calderas de alta presión necesiten agua desmineralizada es que los solutos aumentan el riesgo de corrosión a temperaturas de funcionamiento más elevadas, y la sílice, en particular, empieza a volatilizarse en el vapor. Muchas costosas averías se han debido a esta redeposición de sílice en las paletas de las turbinas durante la fase de vapor. Para desmineralizar el agua es preciso emplear resinas cambiadoras de aniones y de cationes. La figura 5 ilustra una versión muy simplificada



- ① RESINA CAMBIADORA DE CATIONES EN FORMA H^+
 $\text{R H} + \text{NaCl} \rightarrow \text{R Na} + \text{HCl}$
- ② RESINA CAMBIADORA DE ANIONES EN FORMA OH^-
 $\text{R OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{R Cl} + \text{H}_2\text{O}$

Fig. 5. Unidad desmineralizadora.

de una planta desmineralizadora que contiene resina hiperácida en forma hidrogenada y resina hiperbásica en forma hidroxidada. En el proceso de cambio de cationes, éstos son eliminados, transformándose los aniones, incluidos los bicarbonatos, en una cantidad equivalente de ácido libre. El dióxido de carbono es eliminado en la torre de desgasificación, y la sílice y los ácidos minerales restantes se expulsan con la resina cambiadora de aniones en forma de hidróxido. A fin de controlar el funcionamiento de estas instalaciones, es necesario, al término del proceso, determinar la conductividad, que es muy baja cuando el proceso es eficaz. Las mediciones de la conductividad permiten detectar cualquier filtración de especies ionizadas, pero no descubrir la sílice, por lo que suele ser necesario en estas operaciones disponer también de un controlador de ésta. Los "silicómetros" pueden obtenerse comercialmente, pero también puede utilizarse un sistema "autoanalizador", basado en la medición del color del complejo de silicomolibdato de azul reducido. El dióxido de carbono se determina por métodos normales, y el funcionamiento de la unidad cambiadora de cationes se controla en general por el aumento de iones de sodio. Estos son los primeros en desprenderse de la unidad, y hace algunos años se determinaban principalmente por medio de fotómetros de llama; en la actualidad, suele emplearse un electrodo sensible al sodio (pNa). Estos electrodos también reaccionan con los iones de hidrógeno, por lo que es necesario asegurarse bien de que el pH está ajustado a un valor superior a 8, comprobación que normalmente se efectúa introduciendo amoníaco antes de controlar la corriente de agua tratada. En los procesos de desmineralización, todas las impurezas no deseables, incluidos los contaminantes menos comunes, como metales pesados, amoníaco, fluoruro, fosfito, sulfuro, etc., pueden eliminarse siempre que estén ionizadas. Pueden surgir problemas con materiales iónicos tales como materias orgánicas, incluidos los detergentes iónicos, y con las formas coloidales de sílice. Estos

materiales pueden no quedar retenidos en la resina, en cuyo caso no serán neutralizados en el proceso de demineralización y causarán problemas, por ejemplo en las calderas. Si quedan retenidos en la resina, será más bien por un proceso físico que por uno químico, y no hay garantía de que lleguen a eliminarse en el proceso normal de regeneración. Así, las resinas se van ensuciendo gradualmente, quedando afectado con ello su eficacia. Por tanto, muchas aguas requieren instalar, delante de la planta desmineralizadora, un sistema clarificador que suele combinar la floculación con la filtración. Los agentes floculantes más utilizados son las sales aluminicas y férricas. Cuando el valor pH es correcto, estas sales dan grandes floculos gelatinosos que absorben las impurezas inónicas. A veces resultan útiles pequeñas adiciones de polielectrolitos. Para evaluar la eficacia del proceso clarificador, el agua procedente del clarificador y/o de los filtros suele examinarse en cuanto a color, materias en suspensión, residuos de hierro o aluminio, según el caso, y materias orgánicas. Como ayuda para decidir los mejores parámetros de diseño de un sistema de floculación, pueden realizarse experimentos de laboratorio mediante un dispositivo de floculación. Se añaden varias cantidades del floculante primario, se varía el pH y se estudian los resultados con o sin polielectrolito. A base de estos resultados, es muy frecuente poder predecir con gran aproximación lo que ocurrirá en la unidad industrial.

Desaireación

Dada la preocupación que se manifiesta cuando el agua natural llega a ser anaeróbica, quizá parezca paradójico afirmar que el oxígeno es una impureza muy indeseable en el agua de alimentación de la caldera. La concentración de oxígeno es en realidad un factor muy importante en la corrosión del hierro y del acero, originando con frecuencia una forma de corrosión localizada muy peligrosa conocida como "picadura". A fin de reducir esta corrosión, es necesario desairear el agua antes de suministrarla a la caldera. La eliminación de oxígeno se efectúa normalmente en un desaireador a presión o de vacío. Esto reduce la concentración de O_2 disueltos de un 6,55 ppm, pero entonces suele ser necesario añadir una pequeña cantidad de un disipador catódico, tal como sulfato sódico o hidracina, para eliminar los últimos vestigios.

Desmineralización, reciclaje y uso de aguas de calidad inferior

En algunas zonas, el suministro de agua es limitado, debiendo optimizarse por tanto su utilización; en otros casos, hay serios problemas económicos que lo exigen. Por contaminación del agua se estimula el uso excesivo de demineralización electroquímica de agua para fines diversos. El vapor condensado procedente de algunos procesos,

por ejemplo, contiene impurezas que lo hacen inadecuado para su reciclaje a la caldera si no se le somete a algún costoso tratamiento. En otros aspectos, dicho vapor puede ser de buena calidad y susceptible de utilizarse para alimentar las torres de refrigeración. A veces el agua salada, como la de purga de las calderas o la procedente de operaciones mineras, se utiliza como agua de alimentación de evaporadores, pudiéndose obtener entonces vapor condensado de gran calidad. El propio vapor condensado se emplea a menudo para disolver productos químicos como amoníaco y ácido nítrico. Por reciclaje se entiende el empleo sucesivo de agua para el mismo fin, por ejemplo, en los sistemas refrigeradores de recirculación abiertos. El reciclaje de vapor condensado para su ulterior utilización como agua de alimentación de la caldera es otro ejemplo, pero debe tenerse gran cuidado de que su calidad sea satisfactoria. Incluso si el vapor se ha utilizado únicamente para accionar turbinas, puede quedar contaminado por el aceite de máquinas, por los productos de corrosión y por el agua de calidad inferior utilizada en la refrigeración de las turbinas. Normalmente, se mantiene de manera continua algún sistema de control, tal como la medición de la conductividad; pero como es difícil detectar impurezas minúsculas (indicios), tales como aceite y materias en suspensión, todo el condensado suele pasarse por un filtro que podría contener resina en polvo cambiadora de iones para la eliminación de solutos. Cuando se ha empleado vapor con fines distintos a la generación de energía, como, por ejemplo, para secar y evaporar productos químicos, el riesgo de contaminación es mucho mayor, precisándose entonces dispositivos de control más complejos. En cierta ocasión, el autor observó que podía haber contaminación por metanol, en cuyo caso hubo de idearse, para fines de control un aparato especial de cromatografía en fase gaseosa. Ya se ha hecho referencia a la tendencia existente en algunos lugares a ofrecer a la industria agua más barata, pero de calidad inferior. Uno de los problemas a que tendrá que hacer frente la industria será el de igualar el costo de cualquier tratamiento adicional necesario con el menor costo del agua bruta; lo cual, es probable que plantee arduos problemas a los químicos del agua para usos industriales. El agua de calidad inferior puede utilizarse para fines de refrigeración, pero, en el caso de aguas residuales, la concentración relativamente elevada de fosfatos y de amoníaco estimulará las proliferaciones biológicas, al paso que las altas concentraciones de sales podrían acentuar los problemas de corrosión. Los estudios realizados en la esfera de determinados biocidas, productos químicos dispersantes e inhibidores de la corrosión, ayudarán sin duda a superar tales problemas. De cara a un futuro más lejano, técnicas tales como las de ósmosis inversa y electrodialisis desempeñarán probablemente un papel cada vez más importante. Sin embargo, cualesquiera que sean los productos químicos empleados, el químico industrial debe tener en cuenta que ha de prestar la debida atención a sus problemas de control de efluentes.

LOS PLÁSTICOS FACILITAN LA PRODUCCIÓN DE MOLDES DE FUNDICIÓN

Los plásticos se utilizan de manera creciente para la producción de moldes de fundición a causa de la escasez de artesanos que puedan construir los modelos de madera tradicionales para moldes. En varios centros de investigación y desarrollo tecnológico se ha venido experimentando con estos materiales desde el decenio de 1950 y se ha acumulado considerable experiencia al respecto. El presente artículo, aparecido en el número de agosto de 1973 de la revista Asian Manufacturing, versa sobre algunos aspectos de la utilización de los plásticos para la producción de modelos y se publica ahora en nuestras páginas según la experiencia de una empresa, por cortesía de los editores.

El elemento más importante en la producción de moldes de arena para las operaciones de fundición es el modelo que se utiliza al principio mismo de dicho proceso. Generalmente es de madera, pero la construcción de esos modelos requiere un grado muy elevado de habilidad artesanal. En los últimos años se ha producido marcada escasez de personal calificado, lo que ha conducido a los fabricantes a experimentar con nuevos materiales y técnicas de producción que anteriormente se desconocían en la construcción de tales modelos. Por consiguiente, el rápido aumento del uso de los plásticos para esos modelos parece una evolución lógica y comprensible.

Superada con éxito la fase de ensayo, los plásticos se consideran hoy excelentes materiales para modelos, habiendo aumentado en los últimos años grandemente su consumo para dicho objeto. Una de las principales causas de este aumento es la considerable variedad de sus aplicaciones, otra es su excepcional resistencia al desgaste.

El uso de los plásticos en la fabricación de modelos empezó con un barniz de resina sintética para modelos. A éste siguieron materiales de relleno, cementos y colas de resina sintética. En 1956 aparecieron en el mercado las resinas de fraguado en frío y se empezaron a utilizar para hacer cajas de machos y modelos suplementarios, lo que en aquellos tiempos era una técnica completamente nueva en los talleres de modelos. El enorme aumento del consumo de resinas sintéticas no comenzó, sin embargo, hasta que se empezaron a producir juegos de moldes con el modelo y la placa portamodelos en una sola pieza. El hecho de que se puedan utilizar los plásticos no sólo como materia prima sino también en muchos casos como material accesorio para simplificar el trabajo, impulsó el uso de los plásticos en los talleres de fabricación de modelos.

La rentabilidad de los plásticos en la producción de modelos sólo se puede determinar con exactitud teniendo en cuenta de qué aplicación concreta se trate.

Los tipos principales de plásticos utilizados en la fabricación de modelos son los siguientes: termoplásticos, elastómeros y plásticos termoendurecibles.

Termoplásticos

Entre los termoplásticos, el más adecuado para fabricar modelos es la espuma de poliestireno porque se puede mecanizar fácilmente. Es también un material interesante desde el punto de vista del costo. Las ventajas de utilizar espuma de poliestireno radican en que se simplifica considerablemente la labor de construir el modelo, ya que el machero no tiene que preocuparse de graduar las dimensiones de aquél a fin de que pueda retirarse fácilmente del molde.

Los modelos de poliestireno se utilizan principalmente para la producción de piezas fundidas de ensayo, juegos de piezas de fundición y modelos para demostración (véase fig. 1). El poliestireno ha resultado



Fig. 1. Modelo de espuma para un ensayo de fundición.

muy útil para la capacitación de aprendices. Cuando se trata de un diseño complicado, frecuentemente es mejor primero un modelo de este material a modo de base tridimensional para que la presentación sea más clara. Constituye asimismo un instrumento de enseñanza muy

eficaz para que los estudiantes aprendan mejor a leer planos técnicos. Por el contrario, los experimentos con plexiglas han tenido relativamente poco éxito a causa del alto coeficiente de expansión térmica de este material. Por lo tanto, el plexiglas sólo en ciertas condiciones puede utilizarse para fabricar modelos.

Elastómeros

La espuma de poliuretano es un elastómero una espuma de fraguado en frío producida a partir de una resina de dos componentes. Es relativamente fácil de trabajar y de mecanizar, lo que permite realizar eficazmente la operación de ajuste de las dimensiones.

Plásticos termoendurecibles

Entre los plásticos termoendurecibles utilizados para la construcción de modelos se encuentran las resinas de epóxido, los poliésteres y las resinas fenólicas. Los materiales más utilizados son las resinas de epóxido y las resinas de poliuretano; estas últimas pertenecen al grupo de los poliésteres. Recientemente se han empezado a emplear las resinas fenólicas como reemplazamientos de las placas en las cajas de machos.

Estos varios tipos de resinas, utilizadas con las diversas técnicas mencionadas a continuación, permiten construir modelos o elementos de diferentes tamaños.

Técnicas

Para hacer modelos se emplean seis técnicas básicas, la elección entre las cuales depende del tipo de pieza que se haya de fabricar y de las tensiones a que se someta (véase fig. 2). Estas técnicas son las siguientes: imprimación, fundición, laminación, relleno al envés, modelado y maquinado. Para la fundición, la laminación y el relleno al envés se necesitan modelos patrones, hechos de materiales tradicionales.

Imprimación

La imprimación se realiza depositando una capa superficial de un espesor de unas décimas de milímetro. Normalmente esta capa está coloreada, lo que sirve para indicar los puntos sometidos a desgaste. La capa utilizada puede ser dura o quebradiza, medio dura o blanda, según se requiera para fabricar modelos de moldes de alta presión, modelos "slinger" o cajas de machos de fundición porosa. Los modelos que no han de satisfacer requisitos de calidad tan elevados se hacen sin esta capa de imprimación.

Fundición

Para fundir las placas portamodelos de cambio existen métodos eficaces de producción en volumen, que es el sistema que se emplea en la planta de fundición a alta presión de esta empresa.

Laminación

Se denomina así el método que consiste en utilizar una capa de fibra de vidrio impregnada de resina para formar lo que se llama una estructura laminar. En lugar del método tradicional de aplicación manual, se ha desarrollado recientemente otro método, en el que se utiliza una pasta de resina sintética que consiste en una mezcla de fibras menudas de vidrio y una resina de dos componentes. Este método reduce considerablemente la costosa labor manual. Sin embargo, para producir modelos de gran resistencia y poco peso, el método de laminación, en el que es bastante elevado el factor mano de obra, es el más ventajoso.

Relleno al envés

Cuando es necesario reforzar una estructura laminar y/o una capa superficial, se realiza un relleno al envés utilizando una resina sintética con materiales de relleno; la experiencia dictará qué materiales de relleno son los más apropiados en cada caso.

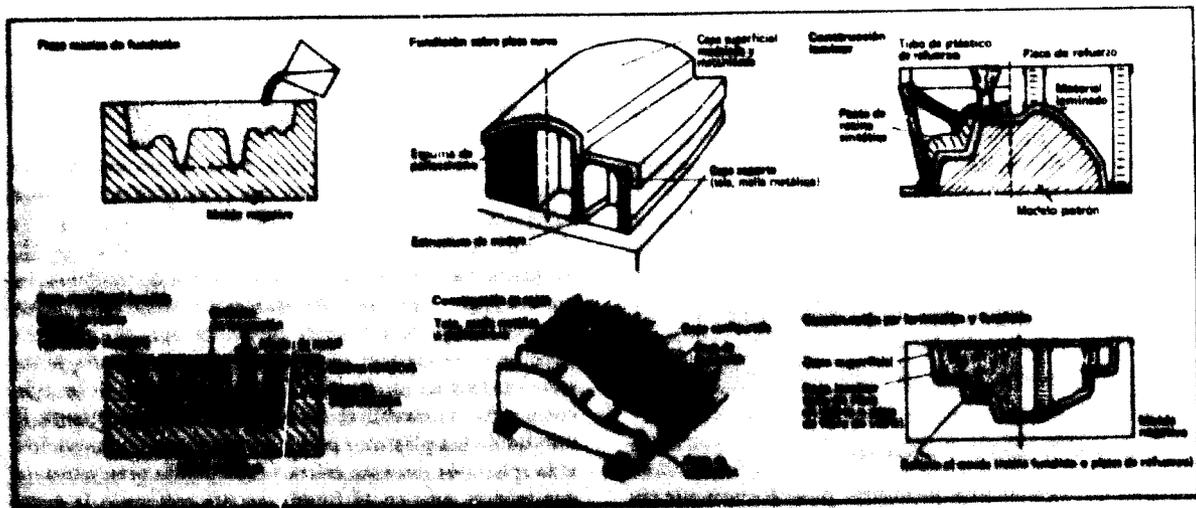


Fig. 2. Diversas técnicas de construcción de modelos de plástico.

Modelado

Sobre una placa se construye una estructura de secciones de madera basada en el diseño. A continuación se extiende malla metálica entre las secciones para que sirva de base a la capa de resina sintética, o se rellena el espacio entre dichas secciones con espuma de poliestireno. Finalmente se extiende una pasta de resina sintética sobre el armazón para formar el modelo.

Maquinado

En el mercado se ofrecen bloques de espuma de poliestireno y de polite (un poliéster relleno de agua) que pueden trabajarse con máquinas herramientas de la misma manera que la madera.

Aplicaciones de las resinas sintéticas

Con frecuencia se repite la misma configuración en diferentes piezas fundidas. En estos casos, muchas veces es posible utilizar resinas sintéticas y métodos de copia, reduciéndose así considerablemente la labor que requieren los componentes adicionales para los modelos y, por lo tanto, el costo del juego de modelos. Desde hace algún tiempo se emplea bastante este método, con buenos resultados.

Ejemplos

Una estructura modelo compuesta (componentes de modelo repetidos, para trabajo pasado) se copia en resina sintética y se emplea en combinación con otros elementos modelo para hacer una caja de machos o una matriz. Este procedimiento se utilizó por primera vez para producir un juego de modelos para un bloque de cilindros. La descomposición de modelos complicados en sus partes componentes permite reducir a un mínimo el trabajo manual.

Simplificación de la producción de modelos para rotores

En lugar de construir una pieza de paleta entera el machero sólo construye un segmento. A continuación se utiliza este segmento como modelo patrón para producir el número requerido de segmentos duplicados de resina sintética. El machero también puede producir un negativo que se emplea para fundir el número requerido de paletas unidas a la estructura de base.

Preparación de juegos duplicados de modelos

La resina sintética se utiliza principalmente para producir juegos duplicados de modelos idénticos a los originales y que, por lo tanto, pueden sustituir a éstos (por ejemplo, para uno de los concesionarios de licencias).

Combinación de plásticos y metales

Este procedimiento se utiliza para fabricar piezas que por su diseño sean difíciles de mecanizar. Se utilizan

una unidad básica de metal que se reviste de resina sintética fundida, formándose un modelo de caja de machos.

Verificación exacta de las dimensiones de las cajas de machos de plástico

En el caso de piezas fundidas de diseño complejo, la inspección de los modelos por los métodos corrientes es muy complicada, y con frecuencia no se puede realizar una inspección confiable más que seccionando algunas piezas fundidas. Desde la adopción de las resinas sintéticas para la fabricación de modelos, este aspecto de la producción resulta más económico (véase fig. 3).

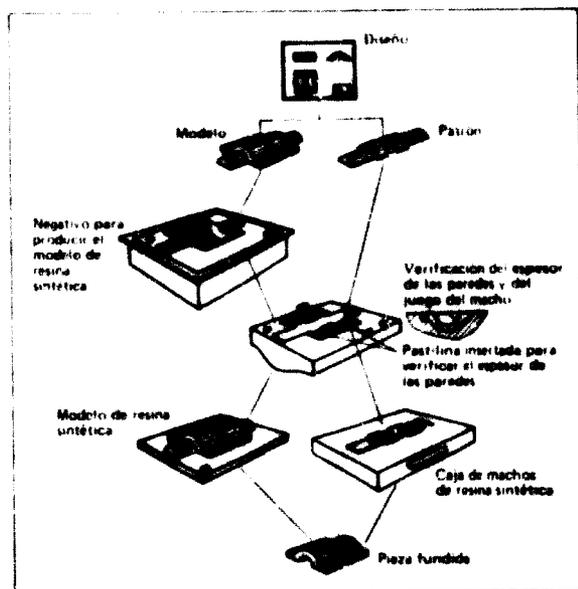


Fig. 3. Plan de inspección para las piezas fundidas de resina sintética.

Potencial

Los plásticos se utilizan para la producción de modelos en los casos en que sus propiedades los hacen superiores a los materiales tradicionales. Esto no quiere decir que representen la solución final y única a todos los problemas que plantea la fabricación de modelos. La madera sigue siendo un material excepcionalmente apropiado y barato para muchas aplicaciones. Es importante reconocer sus limitaciones y utilizarlas junto con los nuevos materiales, según lo dicta el sentido común. Actualmente se ha comprobado plenamente la utilidad de los plásticos para la construcción de modelos, y su aplicación en esta esfera ha alcanzado gran éxito, lo que sugiere que en el futuro seguirá creciendo la gama de sus usos.

EL PAPEL PUEDE MATAR

por Lee Grossman



El Sr. Grossman es colaborador habitual de la revista Industrial World, de la que se ha tomado este artículo con autorización de los editores

Las copias de todos los papeles tienen un propósito: servir de respaldo. El exceso de papeles es síntoma de ineficiencia de la actividad industrial, pero gran parte de esos papeles se crean para evitar dudas de ellas con miras a experimentos de productividad. El propósito de una empresa debe ser obtener más resultados con menos papeles. ¿Qué ocurriría si simplemente se dejase de redactar informes?

¿Por qué se han de enviar copias de informes a personas que sólo se interesan esporádicamente por ellos? ¿Es verdaderamente necesario que un vendedor pase la cuarta parte de su tiempo redactando informes? ¿Se obtendrían mejores resultados si dedicara más tiempo a la venta y menos a la redacción de informes? ¿Qué ocurriría si sencillamente se dejase de redactar informes?

Muchas empresas buscan respuestas a tales preguntas. Ello se logra de muchas maneras: sistemas burocráticos estrictos de control, grandes pilas de papel, archivos complicados y un exceso insostenible de memorandos, informes, reportes, etc. El resultado es que una empresa...

Como los seres humanos, las empresas de mediana edad son las más propensas a engordar. Una empresa empieza esbelta y enjuta, pero a medida que va madurando el papel se amontona, hasta que un día la empresa se encuentra hinchada con demasiados informes, memorandos y análisis estadísticos.

Durante ese proceso de envejecimiento, los antiguos empleados de la empresa van desapareciendo, y llegan otros nuevos, cada uno de los cuales añade su grano de arena en este proceso. El nuevo gerente de la sección de envíos aumenta el papeleo para seguir la pista a los envíos, el nuevo inspector establece controles y formularios, el nuevo gerente de la sección de créditos añade también sus formularios y el nuevo gerente de producción sus estadísticas. Y así va desarrollándose la enfermedad: cada departamento va añadiendo algo al creciente montón de papel. Al cabo de los años, cuando los sucesivos titulares de cada puesto han ido aportando su contribución a la pila, el efecto resultante es una enorme montaña de papel.

Resultado: letargo

¿Qué hay de malo en tanto papel? Para empezar: en muchos sentidos es caro, pero lo peor es que acorta la vida de la empresa.

El peso excesivo, así como es peligroso para la salud humana, también es nocivo para una empresa. Las que sufren de excesivo papeleo tienen un alto índice de mortalidad; son letárgicas y reacias a los cambios, prisioneras del trámite. En un mundo en rápida evolución, la empresa que hoy se haya quedado detenida estará muerta mañana.

Para luchar contra el exceso de papel algunas empresas adoptan una dieta radical, con la que pierden parte de su peso excesivo, pero éste vuelve algún tiempo después, aumentado. En esas campañas se eliminan algunos documentos ya inútiles, pero no se atacan las raíces del mal, las causas que primordialmente originan los papeles superfluos.

A qué se debe el exceso de papel

Una dietética mal concebida no hace adelantar a las personas ni tampoco a las empresas, que procuran reducir su exceso de papel. ¿Qué tipo de dieta dará resultado? Antes de recetar una dieta que surta efectos permanentes sería preciso comprender las causas básicas del excesivo aumento del papeleo.

Los psicólogos explican que las personas comen demasiado y engordan porque intentan compensar algo que les falta en la vida. Muchas empresas devoran papel por la misma razón: están intentando compensar algo que les falta. El papeleo compensa la falta de dotes de gestión, la falta de seguridad que experimentan los empleados, la falta de otras actividades más productivas.

Muchos gerentes utilizan el papel como sustitutivo de las dotes de dirección. Pero dirigir una empresa únicamente por medio de papeles que van y vienen,

sencillamente no da resultado. Tales sistemas no son más que muletas en que se apoya la carencia de talento para dirigir, de autoridad para mandar.

Los sistemas no dirigen una empresa; esa es tarea de un gerente capaz. Un sistema puede facilitar la gestión, pero no sustituirla. Si eso fuera posible, hace ya mucho tiempo que la gestión de las empresas correría a cargo de las computadoras electrónicas.

Por ejemplo, los sistemas estadísticos usados para controlar el adecuado empleo de la mano de obra y su productividad (generalmente denominados sistemas de información sobre la mano de obra) no son más que una colección inútil de datos hasta que el personal de gestión interpreta su significado y toma las oportunas medidas a base de las cifras que se ven en el papel. Son las medidas tomadas para mejorar la productividad de la mano de obra las que dan valor al sistema. Las actividades son lo importante, no los documentos y datos, que no hacen sino señalar la necesidad de emprender esas actividades.

En una empresa pequeña se necesita poco o nada de papeleo para mantener alerta a los dirigentes, ya que éstos toman parte activa en las labores de la empresa y saben en todo momento lo que conviene hacer. A medida que crece la empresa y van agregándose estratos dirigentes, se agregan también estratos de papel. Estos sirven para aislar de la realidad al personal superior de gestión. Cuanto más sencillo sea el sistema de secretaría, más probabilidades habrá de que dicho personal actúe adecuadamente.

El gerente inepto es el que produce informes farragosos. Erróneamente, se imagina que puede enmascarar su falta de habilidad empresarial con documentos. Cuando no consigue resultados, aumenta aun más el número de informes, con la esperanza de que el mero volumen de papel —el sistema— acabará por resolver la situación.

Muy pronto se dedica más tiempo y esfuerzos a organizar el papeleo que a organizar las actividades que tal papeleo estaba destinado a organizar en un principio.

El papel es una defensa

Algunos gerentes estimulan el papeleo excesivo para proteger a sus empresas de posibles riesgos. Exageran los controles hasta tal punto, que resultan más costosos que las pérdidas que pretenden evitar.

Esos gerentes, temerosos de los fracasos, del desprestigio o de pérdidas no manifiestas, buscan su protección en el papel. Pero la verdad es que tales temores, por lo general, no guardan proporción con la realidad.

Cuando llega el día en que esos fracasos o esas pérdidas se producen, los sistemas administrativos basados en el papel rara vez tienen la suficiente cantidad para aclarar nada. Con tanto papel volando por todas partes, nadie puede encontrar en un momento dado el documento preciso. El miedo a lo desconocido hace que el sistema de defensa crezca desmesuradamente, hasta que su gigantesco volumen acaba por desmoronarse y dejarlo inutilizable.

Pero no son sólo los gerentes los causantes de tal exceso. El papeleo excesivo es también con frecuencia síntoma de inseguridad de los empleados. Esta inseguridad les impulsa a buscar protección en los papeles y acaban por engrosar el número de los que barajan documentos y se dedican a producirlos en masa. Los empleados que no encuentran mucha satisfacción en su trabajo o no tienen bastante que hacer, también contribuyen a aumentar la montaña de papeles.

Los informes escritos son por fuerza posteriores a los acontecimientos sobre los que informan. Con frecuencia carecen de exactitud y omiten detalles importantes. La excesiva preocupación por los informes puede hacer descuidar la verdadera realidad de la empresa, ya que un papel nunca puede dar una idea auténtica de lo que está ocurriendo. Confiar demasiado en un sistema de informes es una manera segura de acabar con una empresa.

Siete maneras de reducir el papeleo

A continuación se indican siete recetas para una dieta anti-papel. Para que produzcan resultado se requiere fuerza de voluntad en los gerentes.

1. **Aprovechar mejor los papeles.** Asígnese la función de control a una persona o departamento. En las grandes empresas el departamento encargado de la organización de las operaciones desempeña generalmente esta función.

En primer lugar, se examina cada informe y cada formulario para convencerse de su utilidad. En seguida, se determina si se pueden combinar diversos documentos en uno solo analizando a quién se envía cada uno de ellos y qué clase de información contiene. Luego se determina si se puede reducir el número de copias de cada formulario, haciendo que las copias restantes sirvan para varios fines.

Por ejemplo, una copia de la hoja de recepción de un pedido puede servir para que el departamento de recepción anote la llegada del pedido. El departamento de control de calidad puede anotar en la misma copia su aceptación del artículo. A continuación, se puede enviar la copia a la sección de registro, a efectos de registro de existencias. Finalmente, va a la sección de cuentas por pagar, en espera de la factura del vendedor. Se observará que una sola hoja de papel puede servir para cuatro fines distintos.

Si se les dejara hacer su curso, cada departamento mencionado en este ejemplo insistiría en conservar una copia de la hoja de recepción en su archivo. Un ejército grupo de control centralizado impedirá que los departamentos amontonen papeles innecesarios. Un grupo central puede establecer sistemas generales e integrados que satisfagan las necesidades auténticas de todos los departamentos, sin una compensación excesiva de las imaginarias.

2. **Crear menos documentación desde un principio.** Los directivos de la empresa pueden dar la pauta, exigiendo ellos mismos menos documentos. Si toman parte directa en las actividades de la empresa pueden observar más y necesitan leer menos. Las observaciones inmediatas son muy valiosas, dado que en los informes escritos se excluyen o se manejan las informaciones que pueden resultar desagradables. Una vez que el personal de gestión marca la pauta, el resto de la empresa la seguirá.

Cada uno de los directivos puede combatir la tendencia a "poner las cosas por escrito". Hay cosas que conviene dejar por escrito, pero muchas más en que no conviene. Los documentos demasiado detallados, como complejos organigramas, descripciones de empleo, especificaciones de los miembros de la empresa y de cada departamento, manuales de procedimientos, etc., pueden ser los primeros síntomas de la enfermedad. Las empresas en crecimiento son especialmente propensas a producir documentos para poder documentar todas esas actividades nuevas y en expansión.

Los gerentes participativos son especialmente propensos a ser el origen de un exceso de documentación. Cuando el personal de gestión participa en la toma de decisiones, se genera una gran cantidad de documentos.

conviene hacer una evaluación periódica para determinar si siguen respondiendo a las necesidades del momento.

4. **Realizar análisis de valores.** ¿Cuántos de los documentos tienen sólo una utilidad marginal? ¿Tiene cada hoja de papel un valor esencial? Si es así, ¿utilizan los que la reciben la información que contiene? ¿De qué modo? ¿Qué pasaría si no la recibieran?

Permítanse sólo los documentos que tienen un valor real, eliminando los informes "que sería interesante tener". Restrinjese la distribución de informes y memorandos, y véase quién es al que más protesta. Manténganse únicamente los documentos que sean imprescindibles. Límitese la distribución de memorandos a las personas que realmente "necesitan conocer el asunto". Para las comunicaciones generales, utilícese el tablero de anuncios de la empresa.

5. **Basarse en las sencillas.** Se han de evitar los adornos y perifoneos. Si el trabajo se puede hacer con máquinas sencillas, olvídense las computadoras complicadas. No entusiasmense con sistemas que exigen mucho papeleo y que, a la larga, pueden necesitar que se adopten otros sistemas complementarios, multiplicándose así el papeleo.

6. **Basarse en la confianza y no en el papel.** Una cadena de 237 comercios que abarca las islas Británicas consiguió simplificar sus procedimientos adoptando un método basado en la confianza en lugar del papel. Eliminando recibos, documentos firmados y manuales de operaciones la empresa pudo eliminar 26 millones de formularios que pesaban 120 toneladas y 8.000 de sus 28.000 empleados. No en todas las empresas se podrá hacer lo mismo, pero sí existen oportunidades en todas para hacer algo similar, guardando las proporciones.

Con demasiada frecuencia se establecen controles administrativos por razones insignificantes. Es necesario estudiar qué operaciones se prestan más al fraude y controlar únicamente aquellas en que más probablemente pueda ocurrir. Se debe determinar el grado de riesgo y adoptar un sistema de control que se limite a cubrir ese riesgo.

7. **Eliminar las causas.** Las medidas mencionadas facilitarán la disminución del papeleo, pero ¿se habrán eliminado definitivamente los informes innecesarios? Cuando un directivo desarrolla sus dotes de gestión no tiene necesidad de recurrir al papeleo como remedio a la incompetencia. Cuando en la empresa existe seguridad, sus directivos no necesitan mejorar el control mediante papeles, y los empleados no necesitan muchos documentos para protegerse en su trabajo. Cuando los trabajadores tienen confianza en su trabajo y en sus superiores, no se añaden más papeles.

LA AUTOMATIZACION COMPUTERIZADA TOMA IMPULSO

No puede decirse que la automatización industrial sea algo nuevo. Esa noción surgió ya con la revolución industrial pero las máquinas automatizadas y los procedimientos de automatización han evolucionado relativamente poco a lo largo de los años. En la mayoría de los casos, los operarios humanos dirigen aún las máquinas, llevan las piezas de una máquina a otra, controlan lo que hace cada máquina, ensayan y montan las piezas e inspeccionan los productos acabados.

La insatisfacción general de los trabajadores

Muchas de estas tareas son tan tediosas y poco interesantes como las de Charlie Chaplin en su película *Tiempos Modernos*, hace casi cuarenta años. Entre los trabajadores se manifiesta una insatisfacción general por esos trabajos aburridos y repetidos. Ni siquiera el nivel generalmente elevado de los salarios ni el miedo al desempleo han aquietado el desasosiego que se observa en muchas fábricas. Esa insatisfacción ha causado no pocas veces huelgas, disminución del ritmo de trabajo y ausencias frecuentes de los trabajadores, lo que ha originado pérdidas de producción y descenso de la calidad de los productos, con mayores costos de producción y de reparaciones.

Muchas de estas tareas rutinarias podrían encargarse a computadoras, opina el Dr. Charles A. Rosen, experto perteneciente al personal del Stanford Research Institute (SRI), quien lleva varios años desarrollando sistemas de automatización basados en computadoras.

"Se podrían así eliminar muchas tareas desagradables", añade, "y establecer entre el hombre y la máquina una nueva relación que exija más inteligencia humana, con lo que se restablecería la dignidad y la finalidad del hombre".

Este artículo apareció por primera vez en Investments in Tomorrow, y se reproduce por cortesía del Stanford Research Institute, Menlo Park, California.

El Sr. Rosen imagina fábricas en las que muchos de los trabajos rutinarios serían realizados por máquinas controladas por computadoras, y supervisadas por personal más reducido, pero con una capacitación superior a la corriente en la actualidad. Los operarios serían capaces de determinar (es decir, programar) cada tarea, modificar los procedimientos, introducir cambios para producir nuevos modelos o series de productos, efectuar el mantenimiento del equipo y ejercitar su inteligencia para resolver problemas del trabajo y reparar averías. De este modo, en efecto, emplearían sus conocimientos y su experiencia para hacer funcionar muchas máquinas diferentes.

Liberados de los trabajos de relativamente bajo nivel que pueden realizar mejor las máquinas, los trabajadores podrían dedicarse a esas tareas más interesantes que hoy no se pueden hacer con computadoras o sólo pueden hacerse a base de una programación y documentación y un equipo extraordinariamente costosos. Esas tareas comprenderían la organización de los sistemas de montaje, inspección y manutención de materiales, así como la reparación y mantenimiento de los sistemas.

Existen ya en embrión las posibilidades de hacer realidad ese sueño. El control por computadoras ya es muy corriente en la elaboración de productos químicos y en ciertos sectores de la industria automotriz. Está invadiendo rápidamente la industria petrolera, especialmente la producción de petróleo, y las industrias aeronáuticas, electrónica y de las comunicaciones. A medida que la electrónica va asumiendo progresivamente tareas que siempre se habían realizado mecánicamente o electromecánicamente, la automatización computerizada también se va extendiendo a la fabricación de equipos como, por ejemplo, calculadoras y piezas de automóvil.

Computadoras de bajo costo

Este rápido desarrollo de la computación se ve impulsado por la rápida disminución de los costos de las computadoras y la difusión de los sistemas electrónicos

de control, que son más baratos, más confiables y más rápidos que los controles electromecánicos o mecánicos. Un sistema de control basado en minicomputadoras que costaba 100.000 dólares hace cinco años, ahora cuesta alrededor de 25.000. El Sr. David Penning, economista industrial superior del SRI, que tiene en su haber varios años de producción de computadoras y gran experiencia en la planificación tecnoeconómica a largo plazo, predice que para 1980 el precio de un sistema de este tipo de control por computadora podría haber descendido a una suma entre 5.000 y 10.000 dólares.

La electrónica impulsa la automatización

Penning opina que la industria electrónica (incluido el sector de comunicaciones) impulsará la automatización, porque está familiarizada con las técnicas de control electrónico basadas en computadoras y, por lo tanto, puede adaptarlas fácilmente a las necesidades de la producción. Por otra parte, los productos electrónicos tienden a ser tan complejos desde el punto de vista funcional, que sólo una computadora puede verificarlos con la rapidez suficiente para que tal verificación no resulte excesivamente costosa.

Además, los productos electrónicos quedan pronto anticuados. La televisión, por ejemplo, ha pasado de las válvulas de vacío a los transistores y luego a los circuitos integrados en unos diez años. Esta rápida evolución de los productos electrónicos permite al fabricante modificar su equipo de producción en cuanto los artículos se hacen anticuados, en lugar de esperar hasta que el equipo quede fuera de uso.

Por lo tanto, para el fabricante de productos electrónicos la automatización basada en computadoras resulta rentable actualmente. Penning señala que, en 1972, un fabricante de televisores aumentó sus beneficios en un 55% y sus ventas en un 30% al automatizar sus cadenas de producción.

Hoy en día las computadoras se utilizan con frecuencia para ensayar los productos electrónicos. Además, se están empezando a utilizar en muchas empresas para operaciones de corte y transformación de metales. En el sistema llamado "control numérico directo" (CND), una computadora controla muchas máquinas-herramientas. En el "control numérico por computadora" (CNC), cada máquina cuenta con una pequeña computadora propia que la guía para la mecanización de piezas de contorno complejo fabricadas con metales especiales.

Computadoras para controlar el equipo

Para 1980, Penning espera que la fabricación computarizada habrá invadido una gran variedad de industrias. No sólo estarán más computarizadas que en la actualidad las empresas eléctricas y las operaciones con máquinas-herramientas, sino que, además, las computadoras se utilizarán para controlar la producción y controlar otros tipos de distintos trabajos que pueden ser



Fig. 1.

El sistema prototipo de visión (fig. 1) desarrollado en el SRI forma parte del sistema de manipulación de materiales que se muestra en la fig. 2. El sistema de visión reconoce un objeto y determina su posición y orientación sobre una correa sin fin en movimiento. Con esta información, el manipulador industrial (fig. 2) puede apresar el objeto y colocarlo en la posición deseada.

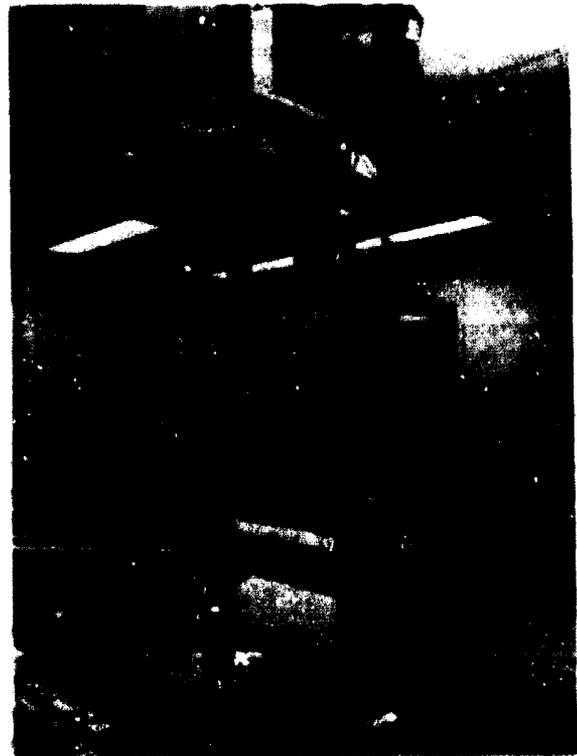


Fig. 2.

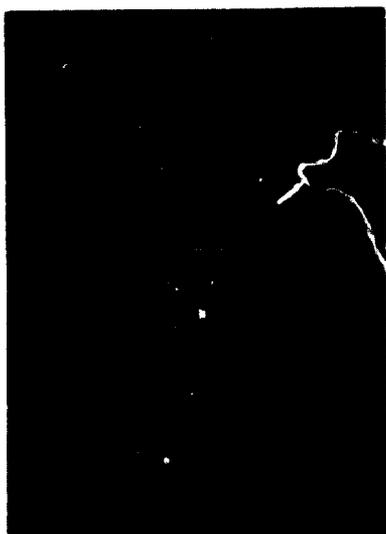


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

El sistema se puede programar de modo que reconozca y manipule un objeto determinado de la manera que se desee, por medio de un método interactivo de programación en el que se utilice la visualización televisiva del objeto (figs. 3, 4 y 5). Por ejemplo, por medio de un haz luminoso el programador mueve ciertas líneas que se muestran en la fig. 5 a los puntos en que desea que el manipulador aprese el objeto.

máquina y la eficacia de los mismos. Sin una computadora, es difícil para un gerente de planta mantener al día la información sobre esas operaciones.

Penning señala que en una encuesta reciente, los gerentes de diversas empresas de fabricación y elaboración manifestaron su intención de automatizar las operaciones de control de la maquinaria y de obtención de datos, así como las operaciones de ensayo y fabricación.

Operaciones importantes en que aún no intervienen las computadoras son la manutención programada de materiales, la inspección y el montaje. Serían sistemas de fácil programación para realizar diversas operaciones con artículos de formas y tamaños distintos. Entre estas operaciones se podrían contar, por ejemplo, las de mover piezas de un lugar a otro, recordar dónde están almacenadas, retirarlas de un transportador de cinta en movimiento, inspeccionarlas para ver si están completas o tienen daños o manchas, asegurarse de que sus dimensiones cumplen los requisitos de tolerancia, y montarlas para conseguir un producto acabado, que se vuelve a inspeccionar.

Aparecen los robots

En algunas fábricas, las operaciones de manutención de materiales se empiezan a realizar con manipuladores programables sencillos que a veces se llaman "robots". Se emplean para tareas como, por ejemplo, la carga y descarga de prensas, el apilado de piezas, la soldadura en obra y la pintura con rociadores. Hasta el momento estos dispositivos no tienen más que un equipo detector

rudimentario, como por ejemplo, una fotocélula, por lo cual sólo pueden manipular objetos que se encuentren fijados en una posición determinada previamente con precisión. Les faltan dispositivos de retroalimentación sensorial y los elementos necesarios para realizar operaciones bimanuales. No obstante, se pueden programar para que realicen una gran variedad de tareas sencillas en las que entran ciertos movimientos específicos.

Un operario programa el "robot" manipulador haciendo que éste realice una vez los movimientos necesarios e introduciendo a continuación pequeños cambios en la secuencia de operaciones hasta que queda satisfecho de los resultados. Un operario de habilidad media puede adquirir la experiencia necesaria para efectuar esta tarea en uno o dos meses.

Programación de la cadena de montaje

Los sistemas de inspección y de montaje controlados por computadoras pertenecen a un futuro más lejano. Prácticamente, los únicos que se emplean actualmente son los sistemas de operación única, con los que se pueden controlar características tales como las dimensiones o el color, pero que no se pueden programar para que realicen más de una tarea. Será difícil conseguir sistemas programables, ya que la variedad de objetos que se han de montar y de las operaciones que se han de realizar es casi infinita. Estos objetos pueden ser desde un clavo a un automóvil, mientras que las operaciones que se han de realizar con ellos pueden variar desde medir el largo del clavo a colocar los neumáticos en el automóvil.

Todavía no se ha desarrollado el equipo computarizado que pueda percibir y manipular tal variedad de objetos. En el laboratorio se pueden realizar operaciones "a dos manos", como, por ejemplo, colocar un neumático en un vehículo que pasa por la línea de montaje, pero aún no se ha descubierto un sistema práctico para realizar estas operaciones en fábrica. Será preciso mejorar los robots manipuladores y simplificar y refinar la programación y documentación cibernética a fin de que puedan utilizarse en una computadora pequeña. Además, será necesario desarrollar un lenguaje de computadora de más alto nivel, parecido al lenguaje hablado, a fin de que cualquiera, aunque no sea programador, pueda dar órdenes al sistema para que realice diferentes tareas.

La forma de hablar a las computadoras

Hasta hace poco no era práctico utilizar un lenguaje de computadora de alto nivel en las minicomputadoras, a causa de lo limitado de su memoria. A fin de traducir el lenguaje a niveles voltaicos, que la computadora puede comprender, es preciso que dicha computadora tenga una gran memoria. Sin embargo, las circunstancias van cambiando según va disminuyendo rápidamente el costo de las memorias de computadora. Gracias a ello, sería posible buscar un término medio entre la memoria de la computadora y la facilidad de programación, si se dispusiera de los programas.

El Sr. Rosen dirige en el SRI un grupo de científicos que están desarrollando programas y máquinas para diversos sistemas programables, bajo contrato con la National Science Foundation. Los objetivos de este programa, que tiene dos años de duración, es desarrollar sistemas fácilmente programables de manipulación, detección visual e inspección, y finalmente un sistema integrado de montaje e inspección que abarque las operaciones de manutención de materiales, adquisición, montaje e inspección, todos ellos fácilmente programables y potencialmente rentables.

En diciembre de 1973, al final de los primeros seis meses del citado programa, el grupo de investigadores había completado un sistema de manutención de materiales con dispositivos de detección visual y táctil (figs. 1 a 6). Para la detección visual se utiliza una cámara de televisión y un conjunto de diodos lineales. Ambos detectores visuales convierten la imagen óptica en señales electrónicas. La computadora, después de elaborar esta señal, identifica cualquiera de los seis o siete objetos diferentes y guía el manipulador para que los agrote y los coloque en una posición determinada. El detector táctil percibe por medio de la "mano" y los "dedos" que se muestran en la fig. 7. Unos detectores sensibles siguen los movimientos de los dedos y la computadora relaciona dichos movimientos con la cantidad de presión que aplica los dedos. El sistema puede identificar

los objetos y su posición, y determinar la fuerza que se aplica en los dedos así como la dirección de tiempo y fuerza en la "mano".

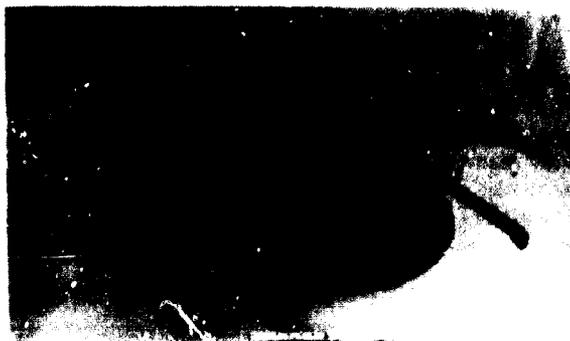


Fig. 6. Este disco giratorio controlado por computadora, puede hacer girar una pieza hasta que adopte una orientación determinada. A continuación, los cuatro pistones empujan la pieza contra las espigas ajustables, sujetándola en la posición deseada.

El Sr. Rosen señala que ninguno de los sistemas que hasta el momento se han desarrollado en el SRI serían rentables en una fábrica, porque requieren la capacidad de una gran computadora. Incluso si la computadora se utilizara en muchas operaciones diversas, sobre una base de tiempo compartido, a fin de disminuir el costo por operación, el sistema no sería práctico en una fábrica. Por ejemplo, la fábrica entera dejaría de funcionar si fallase la computadora. Sin embargo, el Sr. Rosen espera que dentro de dos años la programación y documentación cibernética se hayan perfilado y simplificado lo bastante para que puedan utilizarse en un sistema autónomo, controlado por una minicomputadora, que resulte rentable en una fábrica.

Entre los objetivos a largo plazo del mencionado proyecto figura el desarrollo tecnológico de un sistema que pueda responder a órdenes habladas, como por ejemplo "un poco más alto", "cinco centímetros hacia la izquierda", etc.



Fig. 7. "Mano" o manipulador experimental, con una serie de detectores sensibles en los "dedos" así como direcciones de tiempo y fuerza en la "mano".

AUTOMATIZACION DE BAJO COSTO

El autor, SR. G. P. KEARNEY, es investigador y consultor en materia de máquinas-herramientas y automatización. En 1967 estableció en Inglaterra el primer centro de automatización de bajo costo. Ha sido consultor de la ONUDI en Sri Lanka, Singapur y Turquía y de la UNESCO. La versión original de este artículo apareció en idioma turco en la revista trimestral Verimlilik, publicada en Ankara por el Centro Turco de Productividad

La automatización de bajo costo podría denominarse más bien "automatización al alcance de todos". Este tipo de automatización se ajusta o adapta satisfactoriamente a las condiciones especiales de la fábrica o máquina de que se trate, y, como requiere un íntimo conocimiento del proceso y de la fábrica, normalmente debe ser aplicada por los ingenieros de ésta.

Dicha automatización es de bajo costo, no en sentido absoluto, sino sólo relativo. En general, los costos se amortizan en breve tiempo, por lo que, si se los compara con las economías que se obtienen, resultan bajos, aun cuando representen un desembolso considerable. Por ejemplo, si se dota a una máquina con dispositivos para manipular las piezas de trabajo, elevando así su producción en un 30%, y si los gastos de mano de obra y de capital de la máquina ascienden a \$10.000 anuales, el ahorro es de \$3.000 por año. Si se gastaran \$1.000 en el dispositivo de manipulación de las piezas de trabajo, este dinero se amortizaría en cuatro meses. Por otra parte, si se gastaran \$1.000 en un accesorio para una máquina barata, que sólo permitiera aumentar la producción de ésta en un 5%, se requerirían cinco años para amortizar dicha cantidad. En el primer caso, se trata de automatización de bajo costo; en el segundo, de comprar equipo que debe amortizarse, lo que es una decisión en materia de inversión.

El crecimiento de la producción de unidades normales, tales como componentes neumáticos y dispositivos de manipulación de piezas de trabajo, fabricados en grandes cantidades por empresas especializadas, ha difundido en la industria el empleo de este tipo de automatización. La tarea del ingeniero de fábrica es incorporar estas unidades a una estructura mecánica que diseñará a tal fin, y diseñar luego circuitos de control neumáticos o electrónicos. Incluso los problemas de circuitos de control han sido mitigados por la disponibilidad de unidades electrónicas fácilmente utilizables y baratas.

Aplicación de la automatización de bajo costo

El primer problema que se plantea al aplicar la automatización de bajo costo es determinar si será útil, si el costo del equipo podrá amortizarse con rapidez mediante las economías que permita realizar, y si será técnicamente viable. Las principales posibilidades de

aplicación las ofrecen las operaciones rutinarias y las operaciones que requieren fuerza y energía no suministradas por maquinaria alguna. Las operaciones rutinarias son más fáciles de automatizar que las muy complejas, por lo que constituyen un objetivo obvio de la automatización de bajo costo. Ocurre con frecuencia que trabajos que requieren un empleo continuo de fuerza y energía se hacen manualmente; pero en el transcurso del día el operario se va fatigando y su productividad disminuye. A menudo, objetos muy pesados han de ser trasladados de un lugar a otro entre varios operarios; en cambio, un dispositivo mecánico elevador podría ser accionado por un solo hombre, lográndose así mantener a un nivel bajo los costos de mano de obra, disminuir la fatiga de los operarios y aumentar muchas veces la velocidad de las operaciones de manutención por la mayor capacidad del dispositivo elevador.

Otro aspecto es el de la sencillez de las operaciones de control; por ejemplo, las tareas de comprobación de cantidades suelen prestarse a la automatización. Por otra parte, es casi imposible automatizar la inspección del acabado de la pintura de un frigorífico, pues sus posibles defectos los descubrirá sólo una inspección visual humana muy experimentada.

Aspectos económicos de la automatización de bajo costo

La automatización de bajo costo supone un ahorro de dinero porque permite aumentar la productividad de los operarios, utilizar menos mano de obra en determinadas operaciones y elevar la productividad del equipo de capital. Pueden realizarse pequeñas economías mediante el empleo de dispositivos ideados para proteger a los operarios y al equipo, al paso que se puede mejorar la calidad mediante una inspección más profunda.

Al aumentar la productividad de una máquina y de su operario por haberse dotado de un dispositivo de automatización económica, queda compensado el costo de éste. Cuanto más cara sea la máquina y más calificado el operario, mayores serán las economías que se consigan. Además, si la máquina se mantiene siempre a plena carga, no pertenecerán ociosas las máquinas (y los operarios) que cumplen una función auxiliar en la producción. Este factor queda muchas veces olvidado en la

cálculo de costos, pero significa que en la automatización debe darse prioridad a las máquinas que requieren grandes cargas.

Es obvio que reducir el número de operarios para determinada operación supone un ahorro de dinero, pero esto puede tener otros inconvenientes. Despedir a un operario puede motivar la inquietud del resto del personal, que no colaborará fácilmente cuando se deseen automatizar otras operaciones. En los casos en que resulte económico prescindir de un operario, será aconsejable, antes de proceder a ello, asegurarse de que podrá emplearse en otro puesto de la fábrica. Así, pueden atenderse las necesidades de mano de obra sin tener que recurrir a la contratación, sino mediante la automatización. Esto también reporta beneficios a largo plazo, pues el costo de la mano de obra va en aumento. Además, una vez amortizados los costos de la automatización económica, la empresa está en situación mucho mejor para resistir una eventual depresión económica; puede, por ejemplo, dejar inactivo cualquier equipo ya pagado, pero si tiene que despedir operarios, la recuperación del mercado tras la recesión traerá consigo todas las dificultades de la contratación y de una nueva capacitación.

Dispositivos disponibles en el comercio

La automatización de bajo costo es posible y económica en gran parte gracias al aumento del número de fabricantes especializados en dispositivos de automatización y a que éstos venden a precios sólo posibles mediante la producción en gran escala. Utilizando estos dispositivos, el ingeniero puede automatizar su fábrica a un costo razonable.

Para la automatización de bajo costo se requieren tres elementos: energía, vigilancia y control. Los dispositivos pueden ser neumáticos o hidráulicos, electrónicos o eléctricos, o bien mecánicos. La mejor forma de suministrar energía y fuerza es empleando dispositivos neumáticos, tales como cilindros neumáticos controlados por válvulas y circuitos neumáticos o electro-neumáticos. El cilindro neumático es capaz de producir gran cantidad de fuerza en relación con su tamaño, por lo cual puede ser instalado en un espacio reducido. Esto supone una gran ventaja, porque muchos dispositivos de automatización han de funcionar en el reducido espacio de carga o descarga de una máquina y no deben restringir la capacidad de ésta penetrando en la zona de trabajo. Si la necesidad de los cilindros neumáticos es alta y el funcionamiento de éstos es sencillo, automáticamente la selección óptima es emplear un cilindro neumático. Si el funcionamiento es más complejo, puede que se requiera un sistema de control eléctrico o electrónico para controlar los cilindros neumáticos, o bien un sistema de control de la velocidad de los cilindros neumáticos en sí mismos, mediante algún mecanismo de ajuste hidráulico. Con los cilindros neumáticos, hidráulicos o eléctricos se consiguen largos desplazamientos, pero los desplazamientos

útiles los sistemas eléctricos de transmisión por engranaje. Para un exacto control de la velocidad también se requieren sistemas eléctricos de transmisión o el empleo de motores hidráulicos rotatorios. También resulta útil la utilización de una amplia gama de mordazas y montajes accionados neumáticamente que pueden incorporarse a la máquina de acuerdo con la estructura de ésta y ser controlados desde el circuito central de control. Los dispositivos neumáticos que se sirven de principios fluidicos a baja presión son útiles como medio de vigilancia porque permiten disponer de transductores detectores muy baratos. Con unidades fluidicas, pueden construirse incluso circuitos de control, si bien la baratura de la moderna electrónica de circuitos integrados los hace antieconómicos.

Los transductores electrónicos pueden ser de utilidad en operaciones de vigilancia y detección pero resultan caros en comparación con los dispositivos fluidicos. El gran valor de la electrónica, por lo que respecta a la automatización de bajo costo, radica principalmente en su empleo en circuitos de control lógicos. Los dispositivos lógicos electrónicos son muy baratos en la actualidad, y sumamente fiables en una amplia gama de condiciones industriales. Son muy fáciles de instalar en circuitos, incluso por quienes no tengan una preparación especial en electrónica.

Las unidades mecánicas, electromecánicas y neumático-mecánicas son fáciles de obtener, sobre todo las que ayudan a resolver problemas de manutención mecánica de transferencia y orientación. Pueden utilizarse máquinas alimentadoras de cucharón de diversos tipos para orientar piezas pequeñas, antes de efectuar su transferencia a una máquina determinada. También son fáciles de obtener elementos normalizados para mecanizar por transferencia. Con estos elementos, como con otros, existe la posibilidad de reutilizarlos para diversos sistemas de automatización, si la disposición inicial queda invalidada por haberse variado el diseño o el producto.

Técnicas útiles

Dado que la automatización de bajo costo es utilizada principalmente por los ingenieros de fábrica, cabría preguntarse si estos ingenieros pueden asimilar las técnicas correspondientes en un plazo razonablemente corto. Las técnicas principales utilizadas, de empleo muy generalizado, se relacionan con los conjuntos de circuitos neumáticos e hidráulicos, la combinación y lógica secuencial, y el diseño mecánico. Como la mayor parte de la energía y de la fuerza necesarias en la automatización de bajo costo la proporcionan los circuitos neumáticos, es evidente que esta técnica es una de las que es preciso aprender. Los principios del circuito neumático son comunes, en gran parte, a los circuitos hidráulicos, y con un poco más de trabajo también pueden dominarse los principios de éstos.

La lógica, mediante el empleo de dispositivos electrónicos o de otro tipo, resulta muy útil para el

diseño de circuitos de control de equipo de automatización. Para circuitos algo complejos, la lógica es una técnica esencial, pero resulta bastante fácil de aprender en breve tiempo. Permite hallar soluciones sencillas a problemas de aparente complejidad (como secuencias y respuestas condicionadas) de los circuitos de control. La lógica no es necesaria para controles más sencillos, que pueden efectuarse probablemente mediante dispositivos neumáticos, o para controles parecidos a los circuitos de relé convencionales.

El diseño mecánico es esencial, pues la mayor parte del equipo de automatización ha de construirse y diseñarse en la propia fábrica, pero esto es parte de la formación de los ingenieros mecánicos.

Lo esencial es que el ingeniero de fábrica que emprenda la automatización de bajo costo tenga la firme intención de automatizar la fábrica; esto le mantendrá alerta a las oportunidades de automatización, consciente de la necesidad de mantenerse el día, respecto de la disponibilidad de elementos que contribuyan a la automatización, e interesado por enterarse por otras aplicaciones de la automatización de bajo costo reseñadas en las publicaciones del ramo.

Es fácil formar a un ingeniero de fábrica en las técnicas de automatización de bajo costo siempre que ya posea experiencia en fábrica, puede proporcionársele una buena capacitación básica, en régimen de jornada completa, en dos o tres semanas. Tras dicha capacitación, lo más urgente es la oportunidad de practicar las técnicas aprendidas realizando proyectos, al principio sencillos y luego más complejos, dentro de la fábrica.

Problemas que entraña introducir la automatización de bajo costo.

La automatización de bajo costo puede definirse como una actitud mental de cara a la dirección, los tecnólogos y la mano de obra. Desarrollar la debida actitud mental de la dirección requiere un proceso de educación y de publicidad respecto del valor y de la viabilidad de la automatización de bajo costo, a fin de crear un medio ambiente en el que los proyectos de automatización de bajo costo puedan prosperar. El éxito de este medio ambiente dependerá de: la firmeza con que se intente aumentar la producción; la disposición a aportar fondos para adquirir medios de automatización cuando los ingenieros lo aconsejen, para capacitar ingenieros en las técnicas de automatización de bajo costo y para capacitar operarios en la fábrica; y la voluntad de emplear ingenieros no sólo para tareas rutinarias, sino para producir más mediante la automatización económica. Una vez que pueda convenirse a los gerentes de las ventajas y de la viabilidad de la automatización de bajo costo, bastará entonces asegurar la disponibilidad de capacitación para los ingenieros y el suministro de dispositivos de automatización. Este proceso de educación de la gerencia ha sido introducido por los centros de automatización del Reino Unido y de los países Bajos.

Una vez establecido, el centro de automatización podrá proporcionar fácilmente servicios de capacitación (para ingenieros), de asesoramiento y de información. No es preciso que el centro sea una institución independiente; puede formar parte de una institución técnica mayor o de un ministerio, y estar dotado al principio de un personal de tres o cuatro ingenieros.

El segundo requisito previo de la introducción de la automatización de bajo costo, es decir, la disponibilidad de dispositivos de automatización, es más difícil de satisfacer. En Europa puede disponerse de una gran variedad de equipo, pero en la mayor parte de los países en desarrollo los fabricantes no están dispuestos a formar grandes existencias para un mercado que aún no exista y que requeriría publicidad en su fase de desarrollo. Por otra parte, en el caso de que se desarrollara un mercado importante, sería necesario, en interés de la economía, estimular la fabricación nacional de los artículos más comunes.

La automatización y el empleo

La introducción de cualquier forma de automatización provoca temores de desempleo, por creerse que, al aumentar la eficiencia gracias a la automatización, el mismo trabajo puede realizarse con menos operarios. Sin embargo, no es así, pues, si bien la automatización de bajo costo permite aumentar la productividad de la maquinaria ya existente en la fábrica, esta automatización será antieconómica si la producción adicional no puede venderse. Antes de introducir la automatización de bajo costo hay que verificar que es necesario aumentar la producción de la fábrica. Quizá no sea necesario demorar la automatización de determinada operación hasta que haya necesidad de aumentar su producción, pues la mano de obra ahorrada de dicha operación puede destinarse a otra actividad. Sin embargo, se obtendrán beneficios más rápidos del capital invertido si se automatizan operaciones en las que normalmente se produzcan estrangulamientos.

Si se examinan más detenidamente los efectos de la automatización sobre el empleo, se verá que no se trata de elegir entre automatizar y no automatizar, sino entre métodos de automatización. Si una fábrica opta por no recurrir a la automatización, quiere decir que se ha decidido por una menor productividad tanto de la maquinaria como de la mano de obra. Cabe argumentar que esto puede compensarse por los menores costos de mano de obra, pero ello significa que los salarios más bajos que se abonen al operario deben compensar no sólo su menor productividad, sino también la menor productividad de la maquinaria con que trabaja. Podría ocurrir incluso que, aunque un operario trabajara gratuitamente, sus productos resultaran más caros que en el caso de haberse recurrido a la automatización. No introducir la automatización condena a los operarios a seguir percibiendo salarios bajos, que tarde o temprano bajos a medida que los computadores internacionales eleven su nivel de automatización.

La tecnología industrial en el Brasil: ideología, metodología y realizaciones

por Luiz C. Corrêa da Silva

El Ministerio de Industria y Comercio del Brasil está realizando un programa global destinado a estimular el desarrollo y aplicación de la tecnología industrial en el país. En el Ministerio se ha creado especialmente una Dirección General de Tecnología Industrial que controlará este programa, el que se asignaron unos 90 millones de dólares para 1973-1974.

El presente artículo ofrece una sinopsis de la ideología y metodología adoptadas y de las realizaciones del primer año de existencia de la Dirección. Da una idea del desafío que para el Brasil representa la tecnología; y constituye un estudio de un caso concreto, que tal vez encuentren allí otros países que hacen frente a problemas de desarrollo similares a los brasileños. Este artículo es una versión revisada de un documento presentado en 1973 en un curso práctico sobre desarrollo de la función de gestión organizado por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de São Paulo y el Denver Research Institute; su autor es el señor Luiz C. Corrêa da Silva, en aquella época Director General de Tecnología Industrial del Brasil.

Planificación tecnológica nacional

Al abordar los problemas de la absorción y producción de conocimientos tecnológicos, es importante que los países en desarrollo determinen claramente su ideología y metodología tecnológicas, así como el mecanismo de realización. También es importante que adopten un criterio prioritario con respecto a la tecnología: los objetivos de esta se concentran en la producción y la productividad y están a la medida. La tecnología es la clave para alcanzar estos objetivos.

La solución de los problemas que la aplicación tecnológica de la tecnología ha creado a la sociedad depende más de la aplicación de una tecnología. Sin embargo, la tecnología puede ser utilizada, incluso para poder planificar la tecnología necesaria.

Los que dicen que no se puede aplicar la tecnología industrial al desarrollo en países en desarrollo, ignoran la importancia de la tecnología industrial en el desarrollo.

capacidad de producción industrial, esto es, se aplican procesos industriales convencionales y se producen artículos industriales usuales (principalmente maquinaria), utilizando tecnología en su mayor parte importada; c) Se puede crear nueva tecnología y desarrollar nuevos procesos y productos. Por lo tanto, para los países en desarrollo el imperativo tecnológico es dominar y aplicar lo más rápidamente posible, un máximo de conocimientos tecnológicos pertinentes.

Dos elementos de programación e información se van haciendo progresivamente más importantes que la maquinaria y el equipo; y la tecnología y el *know-how*, son "productos" importantes de ese tipo. Sin embargo, en la adquisición o creación de tecnología y *know-how*, como en otras muchas actividades, el factor más importante no son ni la información ni las máquinas sino el elemento humano: trabajadores capacitados, competentes, dedicados y mentalmente ágiles.

El carácter de la tecnología

La tecnología es intangible; por lo que identificar sus problemas y encontrar soluciones para los mismos resulta difícil.

La tecnología no se agota con el uso, pero pierde utilidad con el tiempo. Dicho de otro modo, no se "consume" al utilizarse (por el contrario, se mejora) pero puede quedar anticuada. Se debe aplicar en cuanto se obtiene, y con toda la intensidad posible.

La tecnología es específica pero diversificada. Incluso en un producto tan sencillo como el bolígrafo entran por lo menos cuatro tecnologías distintas e independientes.

Tecnología, *know-how*, técnica e investigación

La tecnología es el conocimiento específico, detallado y exacto de procesos o productos, obtenido por medio de estudios y experimentos sistemáticos y por medio de la aplicación de la metodología y de los conocimientos científicos a los problemas de producción.

El *know-how* es una combinación de tecnología y de experiencia en la aplicación de dicha tecnología, en los conocimientos aprendidos de trabajo.

La técnica es el arte de aplicar la ciencia a la producción de bienes o servicios.

La investigación es, en sentido estricto, el estudio experimental de un problema mediante la aplicación de conocimientos y métodos científicos. Es importante no equiparar la investigación y el desarrollo tecnológico (I + D) a la tecnología. I + D es un tipo de actividad innovadora que, junto con otras actividades innovadoras, contribuye a renovar el acervo de los conocimientos tecnológicos. Podría decirse que I + D es una de las fuentes que alimentan el caudal de la tecnología.

Funciones e instrumentos tecnológicos

Para analizar la creación, transnación y comercio de *know-how* es importante delimitar y analizar separadamente a) las funciones tecnológicas o tipos de *know-how* que se necesitan y b) la manera de obtener el necesario *know-how*. Dicho de otro modo, distinguir entre el QUE y el COMO (figs. 1 y 2).

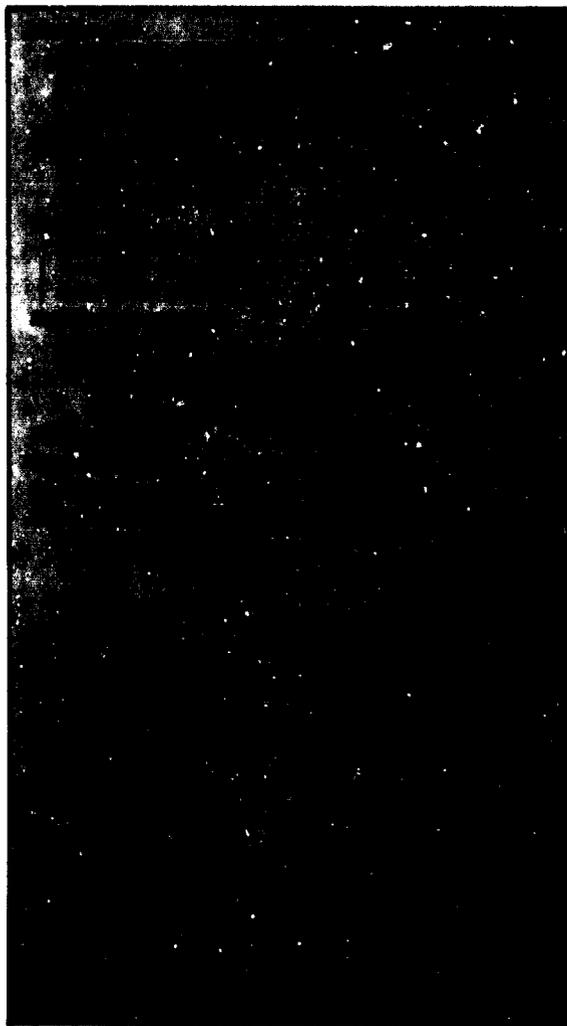


Fig. 1. Lista de las funciones técnicas: el QUE.



Fig. 2. Lista de las maneras de adquirir "know-how": el COMO.

La tecnología como producto

El *know-how* y la tecnología, como se mencionó anteriormente, se pueden considerar "productos". También se pueden considerar productos intermedios. Se pueden producir (o manufacturar) y comercializar siguiendo principios tecnoeconómicos similares a los que se aplican en el caso de otras mercancías.

La producción de tecnología puede tener su origen en: a) una decisión arbitraria: "envíen gente a la luna"; b) la necesidad: "estudien motores de automóvil de bajo volumen de contaminantes"; o c) la busca de beneficios: "estudien nuevos procesos y productos que disminuyan los costos o amplíen el mercado". La producción de tecnología, puesto que es una industria, exige y merece incentivos y apoyos gubernamentales similares a los que generalmente se proporcionan a otras industrias básicas, por ejemplo, de orden financiero, legal, etc.

Se pueden producir dos clases de tecnología: tecnología explícita (servicios técnicos o especiales que se negocian o se tratan como tales) o tecnología implícita (que se encuentra incluida o incorporada en bienes materiales o servicios).

El contenido tecnológico (de un producto o servicio), o tecnología implícita, es el valor diverso, acumulado, de todos los conocimientos especializados y

específicos esenciales para la producción de un producto o servicio determinado. Debe incluir el costo de todas las patentes o licencias que se empleen, el costo de toda la mano de obra especializada que, en relación directa con la producción, se necesite en todas las fases de dicha producción, el costo de las operaciones de desarrollo tecnológico, y el costo de las investigaciones conexas, en distribución proporcional. En general, cuanto más alto sea el contenido tecnológico de un producto, mayor será su costo específico por unidad física.

A fines de planificación nacional, es necesario tener en cuenta la demanda y oferta nacionales de *know-how* y tecnología, determinadas por los valores de la tecnología explícita que se requiera en un año dado, ya sea de origen local o extranjero. También es útil tener en cuenta la balanza de pagos en materia tecnológica, que deberá incluir las importaciones y exportaciones de tecnología, tanto explícita como implícita.

Transmisión y comercio de tecnología y *know-how*

La tecnología puede ser objeto de comercio en sus dos formas, explícita e implícita. Si se absorbe y aplica, la tecnología explícita es la mercancía más valiosa que se puede producir o importar. En cambio, los alimentos y materias primas importados, se transforman o consumen y terminan por agotarse.

Para cualquier análisis de los problemas relacionados con la producción o transmisión de *know-how*, es necesario examinar cuidadosamente los diversos y diferentes caminos que conducen desde el origen (local o extranjero) a la aplicación final.

En el comercio de *know-how* y tecnología se realizan las operaciones críticas siguientes: creación o producción (en el extranjero o localmente); determinación de su existencia; evaluación; selección; adquisición (por medio de un pago, en caso necesario); absorción; aplicación.

Ningún país ha de aspirar a la autarquía tecnológica. (Conviene observar que los principales importadores —y exportadores— de *know-how* y tecnología son los países más industrializados.) No obstante, todos los países tienen derecho a aspirar a un equilibrio en su balanza de pagos en materia tecnológica, desarrollando y exportando tecnología (explícita o implícita).

Metodología: puntos principales

Para la planificación del desarrollo tecnológico parece ser esencial la secuencia siguiente: tomar conciencia de las realidades de la industria y el mercado; identificar problemas y oportunidades; definir los objetivos; preparar programas de acción; obtener los recursos necesarios; ejecutar los programas; tratar de disminuir los riesgos de incertidumbre industrial o comercial.

La evaluación de los proyectos tecnológicos exige un equipo de trabajo y un equipo de evaluación, debiendo haber una relación estrecha entre ambos en

todas las fases de identificación, preparación y seguimiento de cada proyecto. En una actividad tan densamente intelectual como la producción de tecnología, es especialmente importante descentralizar la realización y la iniciativa en todo lo posible. Para ciertas actividades tecnológicas o servicios de ámbito nacional (información, normalización y certificación, propiedad industrial), es necesario realizar la planificación y ejecución por medio de sistemas o redes nacionales.

El papel de las instituciones tecnológicas

Las instituciones tecnológicas se pueden clasificar según sus objetivos principales: investigación y desarrollo tecnológico; asistencia tecnológica a las operaciones industriales; normalización, ensayos y certificación, propiedad industrial, información; planificación tecnoeconómica. Una de las principales tareas con que se enfrentan hoy en día el sector público y la industria de los países en desarrollo, es crear condiciones que estimulen a las instituciones tecnológicas a producir la tecnología que pide la industria o la economía nacional.

Los recursos necesarios para que funcionen con éxito las instituciones tecnológicas comprenden: recursos humanos (personal capacitado, competente y con motivación); recursos materiales; recursos tecnológicos (el acervo de conocimientos y experiencia acumulado por la institución en su conjunto); recursos financieros; y recursos en materia de gestión.

Las instituciones tecnológicas deberán emprender todos los tipos de función tecnológica que necesite la comunidad y sean adecuados para ésta. La investigación no es más que una de estas muchas funciones, y puede tomar distintas formas: pura o aplicada; científica o tecnológica, a corto o a largo plazo; de procesos o de programas.

Las instituciones tecnológicas varían, pero sus funciones comprenden generalmente las siguientes: actuar como centros eficaces de recepción para el *know-how* desarrollado en el extranjero; divulgar éste selectivamente por toda la comunidad; desarrollar tecnologías nuevas o mejoradas; proporcionar asistencia tecnológica eficaz a la industria; contribuir a la formación de especialistas de alto nivel; y actuar como agente catalítico o estimulador en las actividades comunitarias encaminadas a aumentar la capacidad tecnológica (por ejemplo, por medio de la celebración de reuniones y la organización de centros de intercambio de información).

Las instituciones tecnológicas podrían aumentar su importancia y eficacia consagrando mayor atención a comprender la índole de la tecnología y su función en la industria moderna, las realidades de la industria y el comercio (mediante una cooperación más estrecha con la industria), la tecnología "de información" (análisis, planificación, previsión) y los aspectos económicos de problemas técnicos. Comprender bien estos extremos es especialmente importante para el desarrollo técnico de las empresas pequeñas y medianas.

Las instituciones tecnológicas deben recibir el pleno apoyo de los organismos estatales e industriales, ya que son esenciales para la industria y el comercio de un país.

Finalmente, los objetivos, estructura, métodos, recursos y programas de trabajo de estas instituciones se deberán analizar con miras a maximizar su contribución real a la comunidad. Al establecer los programas de trabajo, las prioridades se deben basar en las posibles consecuencias de dichos programas con respecto a los problemas o las oportunidades existentes.

El desarrollo industrial en el Brasil

Hechos y perspectivas

Para evaluar correctamente el esfuerzo exigido a la industria, el sector público y los técnicos del Brasil, es preciso recordar por lo menos algunos de los aspectos más importantes de la economía del país.

a) El PNB ha aumentado a un ritmo de alrededor del 10% anual en los últimos cinco años.

b) En la actualidad, la industria produce prácticamente todos los bienes de consumo corrientes o tradicionales y la mayoría de los bienes de capital corrientes. En los primeros, el Brasil es prácticamente autosuficiente. En los segundos, el país todavía depende de las importaciones en un porcentaje considerable de sus necesidades, pero podría convertirse en prácticamente autosuficiente con un pequeño esfuerzo suplementario.

c) El comercio exterior brasileño ha aumentado notablemente en los últimos cinco años (fig. 3), tendiendo las exportaciones a ponerse a la altura de las importaciones en su valor específico (fig. 4);

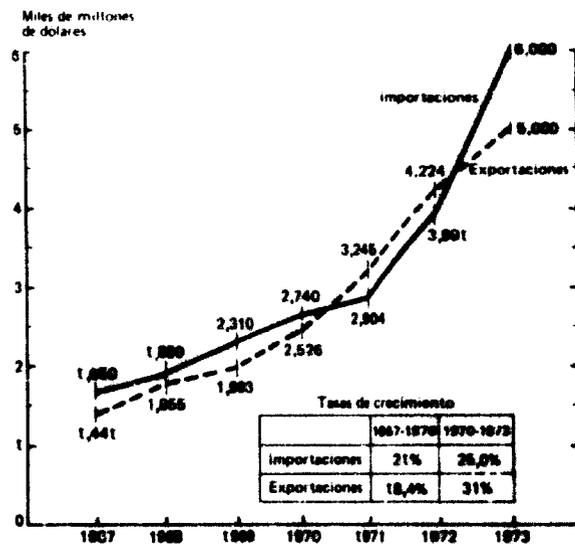


Fig. 3. Crecimiento del comercio exterior.

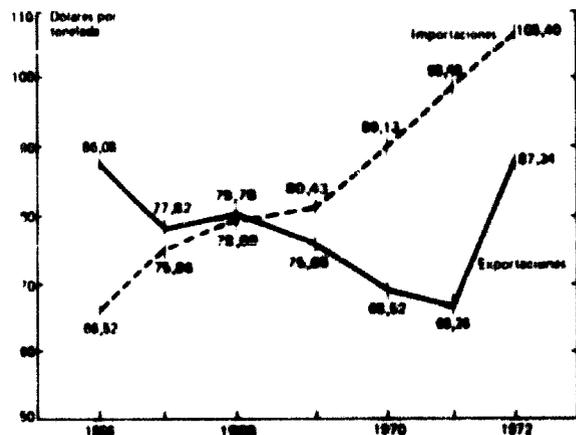


Fig. 4. Valor específico de las importaciones y las exportaciones.

d) Suponiendo que continúen las favorables condiciones actuales a la inversión y la producción, y teniendo en cuenta los objetivos del Gobierno, la economía e industria del Brasil deberán alcanzar para 1980 un volumen y nivel técnico similares a los de algunos grandes países de Europa occidental. Los índices que se muestran en el cuadro siguiente se basan en proyecciones razonables, para las que se han empleado técnicas de previsión por extrapolación y por deducción.

BRASIL 1980 - ALGUNAS PROYECCIONES

Aceros (lingotes)	
Capacidad instalada	30-32 millones de toneladas métricas anuales
Producción	25 millones de toneladas métricas anuales
Generación de energía eléctrica	30.000 MW
Cemento (producción)	2,6-2,8 millones de toneladas métricas
Automóviles	
Producción	1,8 millones de unidades anuales
Número total	10-12 millones
Bienes de capital (valor)	
Producción	2.000 millones de dólares
Demanda	2.700 millones de dólares
Petróleo (consumo)	280.000 metros cúbicos diarios
Computadores	4.000-5.000 unidades instaladas
Vivienda	1.000.000 de unidades anuales
Aluminio (objetivo de demanda)	600.000 toneladas métricas anuales
PNB	100.000-120.000 millones de dólares
Población	125 millones de habitantes

La demanda nacional de tecnología

La balanza de pagos del Brasil en materia tecnológica tuvo en 1972 un déficit de más de 450 millones de dólares con respecto a la tecnología explícita e implícita. Las proyecciones indican que las importaciones de know-how, si continúan aumentando al ritmo actual, podrían alcanzar en 1980 el nivel de

1.000 millones de dólares, tan sólo para el *know-how* explícito. Puesto que esto supondría una carga insostenible para la balanza de pagos, es preciso hacer planes ahora para desarrollar la capacidad local hasta el punto que permita mantener estas importaciones a un nivel bajo aceptable, acaso alrededor de los 500 millones de dólares, aunque sería preferible que fuera mucho menor. También habrá que llegar a producir localmente y exportar *know-how*, explícito e implícito, para mejorar la balanza de pagos en materia tecnológica.

Aparte de la cuestión del comercio exterior, el *know-how* y la tecnología serán necesarios para que la economía crezca y se pueda satisfacer la demanda nacional de bienes y servicios cada vez más complejos. Así, se ha calculado que la ejecución del Plan de Desarrollo (1972-1974), para lo que el sector público deberá invertir unos 30.000 millones de dólares, exigirá utilizar en este período de tres años *know-how* y tecnología industriales por valor de unos 2.700 millones de dólares. De este volumen, será preciso importar por valor de alrededor de mil millones de dólares.

La industria del Brasil, que, según se calcula, aportó aproximadamente un 35% del PNB en 1972, usó en dicho año *know-how* en todas sus formas por valor de 3.000 millones de dólares, incluido el *know-how* importado, tanto implícito como explícito, que alcanzó un valor de 800 millones de dólares.

No se dispone de cifras fidedignas sobre el valor total de las innovaciones tecnológicas (incluidas las innovaciones de adaptación) que se producen anualmente en el Brasil, ni sobre los gastos o inversiones anuales para la creación de tecnología y *know-how* (todo tipo de actividad tecnológica creativa, no solamente investigación y desarrollo tecnológico). No obstante, no cabe duda de que para 1980 el total de la producción o consumo de *know-how* y tecnología debe alcanzar un valor del orden de los 2.000 millones de dólares anuales (adquisición y producción de nueva tecnología).

Evolución tecnológica: la posición del Brasil

La viabilidad de la economía del Brasil en los próximos años dependerá de la capacidad del país para crear procesos y productos que sean competitivos en el mercado mundial. Por lo tanto, Brasil debe participar en la exploración del "espacio tecnológico" accesible a los países industrializados; actualmente el país dispone de una oportunidad excelente para conseguir un desarrollo social y económico basado en la ocupación simultánea de espacio físico y tecnológico.

La próxima fase del desarrollo industrial del Brasil se basará en la aplicación intensiva de la tecnología y la ciencia a la producción de bienes y servicios, para lo que se creará y se adquirirá tecnología. Pasó el tiempo cuando el país se preocupaba principalmente de problemas; actualmente está entrando en un período en que las oportunidades tienen una importancia por lo menos igual. En realidad, el Brasil posee ahora hoy en día más oportunidades que gobiernos. El principal factor limitante del crecimiento industrial del país es la

escasez de mano de obra con la capacitación y experiencia necesarias para ocupar los puestos críticos en las actividades de planificación o de dirección que exige una economía en desarrollo rápido. Ninguna medida que pueda tomar el sector público o el sector privado podrá contribuir más al desarrollo tecnológico e industrial que la capacitación masiva de la juventud del país en materia de tecnología y ciencia. Fomentar la inmigración de especialistas extranjeros (un "éxodo intelectual" a la inversa) también podría ejercer un efecto positivo importante sobre la aceleración del desarrollo de la capacidad tecnológica local.

Medidas estatales

En julio de 1973, el Presidente Médici aprobó el Plan Nacional para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología que, por primera vez, abarcaba todos los esfuerzos que realizaba el Gobierno Federal en materia de ciencia y tecnología. Los gastos e inversiones totales para el período de 1973-1974 se elevaron a unos 700 millones de dólares, de los cuales alrededor de 150 millones se destinaron especialmente a los programas de tecnología industrial puestos bajo la supervisión del Ministerio de Planificación (Programa Especial) y el Ministerio de Industria y Comercio.

Otro plan, preparado por el Ministerio de Industria y Comercio para 1973-1974, supone gastos de aproximadamente 90 millones de dólares para 32 programas que abarcan la tecnología sectorial e intersectorial, además de la infraestructura institucional. Cada programa comprende subprogramas que, a su vez, constan de cierto número de proyectos. El plan se ha preparado siguiendo los principios y la metodología descritos en este artículo, prestándose especial atención al interés que puedan tener los proyectos para la industria y la economía nacionales. La ejecución del plan se encuentra en su fase inicial. Se está adoptando una política de descentralización en su ejecución, y se utilizan las instituciones y empresas existentes. La labor que realizan el Ministerio de Industria y Comercio y la Secretaría de Tecnología Industrial es planificar, seleccionar los organismos de ejecución, supervisar y coordinar.

Se espera que, por medio de este plan, se realicen los nuevos proyectos importantes siguientes: un sistema nacional de información industrial y tecnológica; un sistema nacional de normalización y certificación de calidad; una red nacional de centros de tecnología industrial (activada por el Instituto Nacional de Tecnología, una vez reorganizado); un plan de acción tecnoeconómico para la industria de los metales no férricos y otro para los de los bienes de capital; un plan para el desarrollo del diseño industrial y otro para el desarrollo de la capacidad técnica en armonía con la demanda de los servicios de diseño.

El éxito del plan preparado por el Ministerio de Industria y Comercio dependerá de la perseverancia en los esfuerzos que se le consagran y de la plena comprensión y apoyo de la industria. Todo indica que estas condiciones se están cumpliendo.

AGROINDUSTRIAS INTEGRADAS

Este artículo está basado en un documento preparado por la secretaria de la ONUDI para la Consulta Internacional sobre Desarrollo Agroindustrial, que se celebró en Belgrado en mayo de 1974. Originalmente este documento versaba sobre "la contribución de las agroindustrias integradas y la actual escasez mundial de alimentos" (documento de la ONUDI, ID/WG.17/7)

Introducción

Uno de los rasgos más característicos de la economía mundial en estos últimos años ha sido el aumento de los precios de las materias primas. Este aumento, que ha servido de catalizador para la formación de un nuevo *modus vivendi* entre los países desarrollados y los países en desarrollo, ha tenido particular importancia en lo referente a los productos alimenticios primarios. Por ejemplo:

- En 1970, los precios mundiales del azúcar estaban muy por debajo de los costos de producción, incluso en los países que disponen de una fuerza laboral poco costosa, una tonelada de azúcar costaba sólo 75 dólares. En cambio, a fines de 1973, el precio se había elevado a 500 dólares por tonelada, y el actual es del orden de 670 dólares;
- En 1971, una tonelada de semillas de soya costaba alrededor de 117 dólares; actualmente cuesta 300 dólares;
- Las almendras de palma de Nigeria, que costaban 150 dólares por tonelada en 1972, cuestan ahora alrededor de 520 dólares.

El aumento de los precios se debe en gran parte al desequilibrio que se ha producido entre la oferta y la demanda de materias primas. Este desequilibrio se debe sobre todo a la incertidumbre de la situación monetaria internacional, pero existe también otra razón: muchos de los países en desarrollo están reconsiderando sus posibilidades en cuanto proveedores de ciertas materias primas fundamentales al mundo desarrollado y están aprendiendo a explotarla.

Hasta el momento actual, el comercio de materias primas ha estado basado en acuerdos internacionales en virtud de los cuales los países consumidores asignaban a

los países proveedores cuotas de producción que estaban siempre algo por encima del consumo previsto. En muchas ocasiones, esta política ha dado lugar a situaciones intolerables. Por ejemplo, los productores de azúcar de un país en desarrollo han estado subvencionando a los consumidores de un país muy industrializado, aunque el ingreso medio de aquel país no era sino la décima parte del ingreso medio de éste.

También ha contribuido a perpetuar esta situación, la falta de interés de los empresarios de los países desarrollados por constituir empresas mixtas con contrapartes de los países en desarrollo, o incluso por invertir capital y *know-how* en la producción de materias primas o de materias semielaboradas. El capital invertido en la producción de materias primas no empieza a reportar beneficios hasta pasados uno o dos años de efectuada la inversión, mientras que el capital invertido en la elaboración de artículos acabados a partir de materias primas (por ejemplo, margarina o chocolate a partir, respectivamente, del aceite de palma o del cacao en grano) reporta un beneficio anual diez veces superior.

Por consiguiente, la producción de materias primas se ha rezagado respecto a la demanda y los precios de las materias primas se están elevando a niveles insospechados. La solución del problema de este desequilibrio entre la oferta y la demanda depende exclusivamente de que se establezca una estrecha colaboración entre los países desarrollados y los países en desarrollo. Sin embargo, toda colaboración de esta índole habrá de estar basada en una participación por igual en las oportunidades, los beneficios y los riesgos.

Las agroindustrias

El desfase cada vez mayor entre la oferta y la demanda que se observa en los sectores de la industria de alimentos y de plásticos en todo el mundo ofrece una sola oportunidad para reevaluar las relaciones entre los países

pobres y ricos, así como un fuerte incentivo para establecer una colaboración más estrecha entre ellos. Es evidente que los países desarrollados necesitan, ahora como nunca, determinados alimentos elaborados que los países en desarrollo pueden suministrar fácilmente si se les presta la asistencia técnica y financiera apropiada. (Uno de los principales productores de equipo para ingenios de azúcar predijo hace poco que la insuficiencia mundial de azúcar sería, probablemente, del orden de 22 millones de toneladas para 1980. Dijo también, sin embargo, que la mayor parte de esta cantidad podría ser producida en los países en desarrollo, con tal que se invirtiesen por lo menos 1.700 millones de dólares en nuevos ingenios de azúcar y unos 700 millones de dólares en la reconstrucción de las plantas existentes.)

La clave del éxito en la esfera agroindustrial estriba en la integración vertical de la producción (véase la figura), ya sea mediante la propiedad de los medios de producción pertinentes, su administración conjunta, o la concertación de contratos de interés común en materia de comercialización, elaboración y producción agraria. Una agroindustria no es tan sólo una industria basada en materias primas agrícolas, ni el término denota sólo a los proveedores de materiales auxiliares, tales como plaguicidas, fertilizantes y maquinaria agrícola, es un concepto mucho más amplio que supone la integración de todas las actividades de comercialización, elaboración y producción agrícola bajo una gestión global que se encarga de la producción, recolección, elaboración y comercialización de los productos del campo por los métodos más directos. Una agroindustria debe ser, pues, un proceso bien planificado y simplificado para la máxima producción posible de artículos comercializables a partir de una cantidad mínima de insumos.

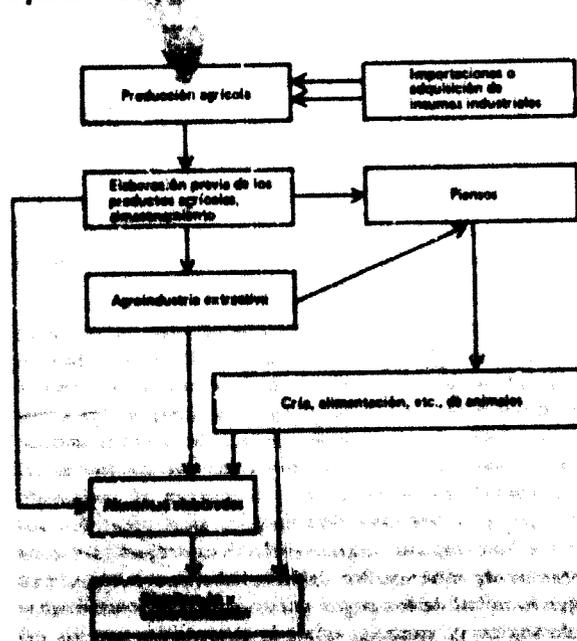


Diagrama de producción de las agroindustrias integradas.

Esta forma de producción puede suponer, o bien un alto grado de especialización, o una amplia gama de productos. Un rasgo característico es la utilización de todos los subproductos por otras ramas de la empresa o asociación de empresas. Otra ventaja del sistema agroindustrial es la relación estrecha que puede establecerse entre éste y los mercados.

El primer paso hacia el establecimiento de una agroindustria es efectuar un análisis completo de los mercados existentes y posibles, tanto en el país como en el extranjero. A esto sigue un estudio industrial para determinar las características de las fábricas necesarias para satisfacer la demanda de los mercados analizados. Tal enfoque orientado hacia el mercado significa inevitablemente que se rechazarán ciertos artículos, pero se podrán introducir nuevos productos sobre la base de una utilización más perfecta de los subproductos, la tierra, los recursos humanos y la capacidad de las fábricas. Un segundo análisis de mercado servirá para comprobar la idoneidad del programa seleccionado, y por medio de comprobaciones periódicas se podrá elaborar un programa de desarrollo agroindustrial tanto para aplicaciones concretas como de índole más general.

Si se planifica con cuidado el desarrollo agroindustrial, podrán lograrse resultados rápidos pero económicos, un desarrollo rural acelerado; la utilización en gran escala de territorios vírgenes (incluso desiertos); la utilización óptima de sistemas de irrigación de gran densidad de capital; la solución de problemas socioeconómicos y políticos; y exportaciones óptimas. Una planificación cuidadosa servirá también para evitar la competencia con otros programas económicos o políticos en marcha; la insatisfacción en los sectores industriales y agrícolas existentes; y los fracasos económicos. Esta planificación puede limitarse a una sola región cada vez y efectuarse paso a paso.

Agroindustrias totalmente integradas

La agroindustria está caracterizada por la relación sumamente estrecha (en términos de tiempo, distancia, intereses económicos y gestión) entre la comercialización y la elaboración industrial, por una parte, y la elaboración y la producción agrícola, por otra. Estas relaciones constituyen las ventajas más destacadas del proceso integrado; pero, si se quieren obtener los máximos beneficios, han de utilizarse las técnicas y los medios mecánicos apropiados. A modo de ejemplo, en un ingenio de azúcar de caña plenamente integrado se pueden programar y coordinar las actividades de producción, recolección y elaboración de tal modo que se minimicen las pérdidas cuantitativas y cualitativas. Para dar otro ejemplo, en una industria conservera bien integrada resulta posible recolectar, refrigerar y transportar guisantes, por medios mecánicos, a la cadena de distribución para su envasado o congelación, en menos de media hora.

Una agroindustria plenamente integrada debe seguir de cerca el comportamiento del mercado para sacar los mayores beneficios posibles a largo y a corto plazo. Por consiguiente, debe prestarse particular atención a la elección de las técnicas y los medios mecánicos para los sectores de distribución, elaboración y producción.

Al establecer agroindustrias orientadas hacia la exportación, solo debe pensarse en la agroindustria integrada. La integración puede reportar una serie de beneficios tales como

- El desarrollo de una agroindustria integrada puede llevarse a cabo en muy pocos años. (En cambio, no resulta posible determinar un calendario de ejecución ni prever los resultados cuando se trata de programas tradicionales de desarrollo rural, de planes de colonización de territorios nuevos o de simples programas de desarrollo agrícola.)
- Los proyectos agroindustriales integrados son admisibles en la Lanza. Es posible predecir el volumen de la inversión, los costos de producción, los ingresos y los beneficios netos. (En la mayor parte de otros tipos de desarrollo rural, los desembolsos iniciales han de darse por perdidos.)
- Los proyectos agroindustriales integrados pueden ponerse en práctica en países con estructuras políticas y sociales muy variadas y situados a muy distinto nivel de desarrollo económico. Una empresa agroindustrial integrada puede ser propiedad del Estado, de personas particulares, de accionistas o de los socios de una cooperativa.
- La agroindustria integrada proporciona oportunidades de empleo a largo plazo con mayor rapidez y seguridad que ningún otro tipo de inversión en la agricultura y puede servir de modelo de funcionamiento para otras industrias, para cooperativas o incluso para el propio Estado.
- Las empresas agroindustriales integradas no se prestan a los antagonismos sociales; tienen una gestión unificada que evita los conflictos de intereses y asegura un empleo óptimo de los materiales, del equipo, de los medios de transporte y de la mano de obra.
- Una agroindustria integrada no necesita estar permanentemente subvencionada, por ser autosuficiente y tender a crear sus propios mercados, tanto en el país como en el extranjero. Su vinculación horizontal con otras empresas agroindustriales integradas no presenta problemas, y se pueden emprender fácilmente actividades comunes en materia de

exportaciones, de labores técnicas y de investigación, o incluso de mayor especialización.

Cooperación en materia de desarrollo agroindustrial

Los proyectos agroindustriales que hayan de ser fruto de una colaboración entre países desarrollados y países de desarrollo deben estar bien planeados y preparados debiendo estar las partes interesadas en posesión de todos los datos e informaciones que hagan falta para la adopción de decisiones precisas. Para el éxito del proyecto es sumamente importante, claro está, que se establezca una amplia colaboración en materia de investigación, fabricación y selección de equipo para la elaboración de alimentos, y en materia de servicios especiales de consultoría agroindustrial que permitan emprender conjuntamente la elaboración de proyectos, la capacitación de personal y la organización de servicios de gestión y de reparación y mantenimiento, así como la reconstrucción de empresas agroindustriales. Para llegar a un acuerdo equitativo sobre un proyecto viable, y para evitar errores, las partes interesadas deben encargar a un servicio de consultoría objetivo la preparación de un buen estudio tecnoeconómico. Sobre la base de este estudio podrán adoptarse decisiones conjuntas y se habrá creado desde un principio un clima de confianza mutua.

La primera parte de este estudio debe consistir en un análisis de mercado orientado hacia la exportación. (Sólo muy pocos países en desarrollo pueden permitirse crear agroindustrias viables exclusivamente para su mercado interior.) La segunda fase debe ser la selección y especificación de las instalaciones de elaboración y almacenamiento necesarias para el programa de producción, según lo exija el mercado.

Es importante que una parte de este estudio esté destinada a la simplificación de la producción agraria y de la circulación de las materias primas. Si el precio, calidad, cantidad y variedad de los productos no corresponden a las expectativas del mercado debe procederse sin demora a introducir los cambios necesarios y efectuar nuevos cálculos.

Los contratos de empresa mixta para el establecimiento de agroindustrias deben contener condiciones aceptables para los países en desarrollo en cuanto al reembolso de créditos y préstamos. Suele ser frecuente que estos países no sepan evaluar bien el *know-how*; pagan sin dificultad el doble de su precio si es "invisible", es decir, si va incluido en el precio del equipo; pero estiman desventajoso si el proveedor del *know-how* solicita pago en efectivo o conforme a un sistema de cánones. No debería haber inconveniente en que la mitad de los pagos por concepto de *know-how* se efectuasen en especie, sobre la base de los precios del mercado mundial.

Modos de concertar un convenio provechoso

por John A. Gay

El Sr. Gay está encargado de la concesión de patentes en la Dirección General de Energía Atómica del Reino Unido y es Presidente de Licensing Executives Society International. Este artículo está adaptado de la revista P.I. Know How, con permiso del editor.

Al estudiar los modos como puede hacerse un buen convenio entre el licenciante y el licenciatario, se examinarán las decisiones de política que han de adoptar ambas partes antes de llegar a un acuerdo, los tipos de producto cuya licencia puede conceder con mayor beneficio una compañía a otra, y las relaciones personales que son esenciales para el éxito en la negociación de un convenio de licencia. Muchas de las observaciones que se hagan en este artículo estarán dirigidas a los licenciantes, pero, en la mayoría de los casos, se aplicarán también a los licenciatarios.

La concesión de una licencia no es de ningún modo prerrogativa de las grandes compañías. Está bastante demostrado que novedades de éxito, que después pueden ser objeto de licencia, se producen en compañías de todos los tamaños, aunque hay categorías, como los motores a chorro y la energía nucleoelectrónica, en que el costo de desarrollo es tan elevado que sólo pueden permitírselo las grandes compañías. Supondremos, pues, que la cuestión de estudiar y poner en práctica una política de licencia interesa a las compañías pequeñas tanto como a las grandes. Conviene recordar que muchos de los inventos importantes que caen en uso hoy día fueron concebidos por individuos y desarrollados, al menos inicialmente, por compañías pequeñas. Entre estos inventos pueden citarse los vehículos de levitación por presión de aire, el microscopio electrónico, el motor a chorro, la penicilina y el cracking catalítico del petróleo.

No se trata de dar la impresión de que basta con hacer un convenio de licencia para que éstas sean automáticamente remunerativas para las partes interesadas. Tanto en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte como en los Estados Unidos de América se da por sentado que, en la explotación de ideas nuevas, para las que antes no ha existido mercado, el índice de éxito se sitúa entre el 2 y el 4%. Mi experiencia me ha enseñado también que sólo una cuarta o una quinta parte de esta pequeña proporción de ideas nuevas viables con la debida licencia producen unos ingresos por derechos dignos de tener en cuenta. Es claro que la certeza del éxito depende de que se concedan licencias de productos probados, pero, con todo, la concesión de una licencia no lleva necesariamente al éxito financiero. Este trabajo tiene por objeto reducir la incertidumbre en la concesión de licencias a fin de que éstas puedan ser remunerativas tanto para el licenciante como para el licenciatario.

Estrategia de la transmisión de derechos de propiedad intelectual

Antes de decidir si concertar o no convenios de licencias, es necesario examinar muy detenidamente las razones por las que esto se estima conveniente. Existen, por supuesto, otros modos para transferir propiedad intelectual. Pueden citarse principalmente las empresas mixtas, la participación en el capital social, la formación de filiales, en particular en el extranjero, e incluso el establecimiento de agencias de venta.

En una empresa mixta, una compañía se asocia con otra, por lo general de un país extranjero, para explotar conjuntamente derechos que son propiedad de una o algunas veces de ambas compañías. Con mucha frecuencia, también, una empresa mixta es el resultado de una colaboración anterior menos definitiva, como, por ejemplo, acuerdos de venta o montaje, durante la cual las partes han llegado a conocerse mutuamente, lo que constituye un requisito previo importante para el éxito de cualquier empresa.

Mediante la participación en el capital social, una compañía que posee derechos explotables entra a participar en el capital de otra compañía, la cual procede después a explotar dichos derechos. De este modo, la compañía propietaria de los derechos participa en la explotación del producto respectivo en un grado mayor de lo que es normalmente posible mediante licencia.

La utilización de una licencia en el extranjero puede realizarse también a nombre de una compañía filial de plena propiedad. En los últimos años, el Reino Unido ha explotado de este modo con éxito tecnología nueva en países del Commonwealth y en los Estados Unidos. La explotación mediante una compañía filial puede prometer los mayores beneficios financieros, pero el riesgo de establecer una compañía de esta índole, sobre todo en el extranjero, puede ser considerable; una decisión de este tipo sólo puede adoptarse una vez que se haya obtenido una gran experiencia del producto en ese país.

Debe prestarse la debida atención a la concesión de licencias. Se ha de recordar, sin embargo, que ésta es sólo uno de los diversos modos de transferir propiedad intelectual y que, por cuanto depende de esfuerzos ajenos, ofrece un riesgo menor de explotación, pero también, por lo general, un menor beneficio financiero.

Por último, la estrategia que ha de seguirse al decidir transmitir la propiedad intelectual debe ser

objeto de un detenido examen y puede exigir el asesoramiento de expertos. A fin de asegurar un buen convenio entre el licenciante y el licenciario, hay que verificar primero que la licencia es sin lugar a dudas el método preferido de explotación.

Muchas circunstancias se deben tener en cuenta al decidir si se ha de buscar un licenciario o si, al revés, se ha de buscar un producto para fabricarlo bajo licencia. Algunas de estas circunstancias pueden, naturalmente, ser importantes al considerarse otras formas de asociación, pero en este artículo se examinarán en relación con las licencias.

La imposibilidad de vender un producto en un país extranjero o la reducción de las ventas en él son con frecuencia buenas razones para pensar en la concesión de una licencia a una compañía de ese país. Las ventas pueden llegar a restringirse por normas estatales o por el deseo de un país en desarrollo de fabricar por sí mismo el producto. En algunos países sudamericanos, dificultades financieras pueden impedir que se importen productos de un país extranjero. En muchas de estas circunstancias, la concesión de licencias será bien acogida y aun fomentada por el país respectivo.

Un posible licenciario no debe dudar en adquirir una licencia. En cierto sentido, el pago de derechos es un ahorro en los gastos de desarrollo, y hay países como Australia y el Japón que han prosperado y realizado avances tecnológicos mediante una política de adquisición de licencias. Es, pues, legítimo y aceptable que las compañías adquieran conocimientos de investigación y desarrollo mediante convenios de licencias; y estos convenios han tenido por lo general mucho éxito tanto para el licenciante como para el licenciario. Después de todo, resulta un error querer inventar de nuevo productos y procedimientos.

Una licencia puede permitir a una compañía avanzar y realizar desarrollos, cuya explotación hubiera sido imposible de otro modo. En particular, las grandes compañías pueden obtener derechos de otras en virtud de convenios recíprocos de licencias.

Una compañía puede también decidir la sustitución de un producto por otro mejor que se halla en gestación. En este caso, la concesión de licencia ofrece la posibilidad de obtener un nuevo beneficio del capital y los recursos empleados en el producto original. Según mi experiencia, sin embargo, es necesario ser franco e informar al posible licenciario que se está preparando un producto mejor, ya que de otro modo las relaciones ulteriores entre las partes pueden deteriorarse cuando el licenciante lanza el producto mejor al mercado, sin conocimiento del licenciario. Para mantener buenas relaciones entre el licenciante y el licenciario es importante incluir las mejoras en un convenio de licencia. En algunos países sudamericanos esto es en realidad obligatorio, si se han de seguir pagando derechos durante cierto número de años.

Puede haber algunas ventajas fiscales en concertar convenios de licencias, sobre todo, por ejemplo, con compañías afiliadas que no son de plena propiedad. Este

tema puede requerir el asesoramiento de especialistas, pero el deseo de reducir al mínimo los pagos de impuestos puede ser una buena base para un provechoso convenio de licencia.

La decisión sobre si se ha de conceder o adquirir una licencia, así como las condiciones de dicha licencia, han de ser parte de la política de la compañía y no pueden considerarse como un asunto accidental sin relación con otras actividades de la misma. Hay que tener en cuenta el efecto de la concesión de la licencia, sobre todo en el extranjero donde existan normas antimonopolísticas, en especial si hay posibilidad de que el licenciario compita con el licenciante, como puede suceder a veces en los Estados Unidos. Para concertar un buen convenio hay que ponderar plenamente las razones para conceder o adquirir una licencia, dar a este tema el debido lugar en los asuntos de la compañía, y tener conocimiento de los consiguientes beneficios y peligros.

El producto

Es conveniente diferir la concesión de licencias hasta que el producto haya tenido éxito desde el punto de vista comercial. Un éxito comprobado del licenciante otorgante aumenta la confianza de éste y del licenciario cuando comienza la explotación, si bien, en ocasiones, es difícil la extrapolación de un país a otro. Vale la pena indicar que algunas compañías de los Estados Unidos comprueban a veces que, no obstante una buena operación de comercialización en su propio país, un licenciario europeo no tiene éxito. Esto puede deberse a dificultades prácticas, tales como el cambio de los diseños al sistema métrico y los diversos problemas de un mercado menor y menos exigente, pero también, por ejemplo, a las diferencias en las actitudes personales hacia los productos de consumo. El examen de un estudio detallado de mercado debe ser un requisito previo para todo licenciario posible. Tratándose de productos técnicamente complejos es más necesario aun que el posible licenciario conozca plenamente el producto o procedimiento que se ofrece, incluido el modo como puede fabricarse, modificarse, mejorarse y utilizarse. El otorgante hará bien en proporcionar una información suficiente que permita al posible licenciario realizar este tipo de evaluación.

A no ser que el producto o procedimiento haya tenido un éxito comercial considerable, por lo general no es acertado que el licenciante trate de hacer una evaluación para el posible licenciario, ya que rara vez puede conocer todos los puntos que éste tiene que tener en cuenta. Algunas veces, por supuesto, la información a efectos de evaluación debe darse en un acuerdo de opción o con carácter confidencial.

Vamos a estudiar ahora la clase de producto que debe buscar un posible licenciario. En algunos casos, el licenciario acepta una licencia para fabricar un producto que ya está fabricado. El posible licenciario puede así evaluar por su propio conocimiento los productos que pudieran tener valor para él.

Hay, sin embargo, motivo para decir que algunas compañías que desean diversificar sus actividades pueden, con éxito, adquirir licencias para productos que son notablemente distintos de los que ya fabrican. Hace algunos años, tuve la suerte de discutir con algunas compañías escocesas su experiencia en materia de diversificación y sus necesidades de ideas nuevas. Resultó muy interesante comprobar que una buena proporción de las compañías que habían diversificado con éxito sus actividades lo habían hecho con productos que eran completamente distintos de los que tradicionalmente fabricaban. Esta política parece estar relacionada en muchos casos con una junta de directores jóvenes y enérgicos que habían decidido orientarse en una dirección nueva y distinta.

Es interesante que esta experiencia escocesa coincide con un ejemplo relativo a una importante compañía fabricante de automóviles en los Estados Unidos. En este caso, la compañía preparó un aditivo a la gasolina y produjo un combustible con cualidades antidetonantes. De ahí pasó a estudiar métodos de hacer el material antidetonante en una forma práctica, actividades que eran radicalmente distintas de la fabricación de automóviles. Esta completa diversidad de desarrollo condujo, naturalmente, a un producto sumamente importante.

Puede hacerse también una buena alianza entre compañías que han fabricado productos distintos hasta el momento de encontrarse; y estimo que la voluntad de emprender la explotación, y tal vez el desarrollo, de un producto radicalmente distinto puede ser un buen augurio para el éxito de tal proyecto.

Una licencia rara vez debe constituir un trato definitivo e inmutable. Atañe a las relaciones entre dos organizaciones, y un acuerdo puede a veces abarcar una gama de actividades y hacerse más complejo a medida que las relaciones maduran. Incluso antes de concertar el convenio de licencia, una compañía puede decidir que concederá a otra una agencia de ventas para el producto que puede ser después objeto de una licencia. De este modo, las partes adquieren confianza mutua antes de negociar un convenio de licencia, de modo que las conversaciones sobre el mismo avanza de ordinario sin dificultad, cuando llegan a entablarse. Un convenio de licencia comprenderá casi con seguridad disposiciones de acción retroactiva con respecto a las mejoras hechas tanto por el licenciante como por el licenciario; y los acuerdos pueden incluso extenderse a un conjunto que abarque no sólo la concesión de una licencia, sino también el suministro de equipo y la información auxiliar correspondiente. Ampliaciones de esta índole de un primer convenio de licencia subrayan la importancia de comenzar por un buen acuerdo entre licenciante y licenciario.

Relaciones personales

El éxito de un buen convenio de licencia depende mucho de las buenas relaciones personales entre las

partes antes y en el curso de las negociaciones; y, en muchos sentidos, estas relaciones son más importantes que las cuestiones jurídicas o relativas a patentes. Si hay unanimidad entre las partes, se hallarán los modos de completar el convenio y superar, sin recurrir a los tribunales, cualquier dificultad durante la vigencia del mismo. Vale la pena indicar que cuando las partes de una negociación de licencia desconfían una de otra, la negociación del convenio lleva mucho tiempo, el resultado es un documento complejo, y el éxito de la explotación es menos seguro que cuando las negociaciones se concluyen rápida y amistosamente con un documento razonablemente expedito.

Los negociadores deben estar, por lo general, bien informados sobre asuntos de licencias y sobre los aspectos técnicos, comerciales y jurídicos del acuerdo que discuten. Si es necesario, deben asesorarse de los expertos pertinentes. Muchos negociadores adquieren, de todos modos, en su mismo trabajo, un buen conocimiento de las cuestiones de derecho y de patentes que entraña la concesión de licencias.

No deseamos dar la impresión de que se necesita siempre un experto para tratar asuntos de licencias. En una compañía más bien pequeña, un director asumirá esta responsabilidad, contando con la orientación adecuada de asesores profesionales. Pero, cualquiera que sea el tamaño de la compañía, las relaciones personales entre los individuos que intervienen en las negociaciones de licencias siguen siendo sumamente importantes para el éxito de la negociación. ¡Los mejores convenios son los que se mantienen bajo llave y no se citan nunca!

Para terminar, hay que subrayar la importancia de procurar que la concesión de una licencia encaje en la política global de la compañía, de que ambas partes en un convenio evalúen perfectamente el producto que ha de ser objeto de licencia, y de que se reconozca la aportación de las buenas relaciones personales a la negociación y aplicación de los convenios de licencias.

Por último, cabe citar unas palabras escritas por Sir William Petty en el siglo XVII acerca de los problemas con que se enfrentan los inventores y los que aprovechan el trabajo de éstos. Ahí se verá que algunos de los criterios necesarios para asegurar una buena alianza eran ya reconocidos hace más de 300 años:

"Aunque el inventor, con frecuencia embriagado por la opinión de su propio mérito, piensa que todo el mundo tratará de usurparle y arrebatarle su invento, he observado que la mayoría de los hombres se prestan con dificultad a hacer uso de normas prácticas que ellos mismos no han ensayado a satisfacción y cuyos alcances inconvenientes no han sido descubiertos por el tiempo; de modo que cuando se presenta por primera vez un nuevo invento, el principio todos se declaran en contra y el pobre inventor tiene que sufrir las burlas de todos los experimentos; cada uno le encuentra faltas y nadie le aprueba, a no ser que sea conforme con su propio gusto."

NOVEDADES . . .



"Fluorómetro" usado
en el lago
para controlar
la contaminación
del agua.

Detección nocturna de la contaminación del agua

Se ha construido y ensayado con éxito, por científicos de la Dirección de Aguas Interiores. "Environment Canada", un sistema muy original para la detección nocturna de sustancias contaminantes del agua. Este dispositivo, que consta de un láser, un telescopio y filtros ópticos, mide la fluorescencia del agua a distancias de hasta 75 metros y detecta manchas de aceite desde alturas de hasta 300 metros. Puede también detectar la presencia de colorantes de rodaminas y de clorofila en alta mar y sulfonatos de lignina en balsas de sedimentación de fábricas de celulosa para papel.

En opinión de los científicos, este sistema ofrece dos ventajas importantes sobre otros sistemas de detección. No necesita una muestra del material que se va a identificar y es bastante portátil y ligero para poder transportarse fácilmente por vía aérea. No detecta la fluorescencia de derivados de sulfonatos de celulosa y de plantas de celulosa para papel en balsas de sedimentación, así como manchas de aceite y manchas de petróleo controladas en ensayos efectuados en las presas de los Dehomas y en el Canal.

Se ha utilizado este sistema para controlar la contaminación fluvial y para controlar, desde las balsas, las emisiones de clorofila en el lago St. Lawrence.

Una luz azul procedente de un láser de baja potencia excita la fluorescencia sobre la superficie del sector blanco, y un telescopio de ocho pulgadas enfocado sobre ese mismo sector recoge la luz reflejada. Se utilizan filtros ópticos para bloquear los reflejos de la luz del láser y seleccionar las longitudes de onda pertinentes del espectro fluorescente del blanco seleccionado. Un fototubo multiplicador transforma esta luz en una señal eléctrica, que se procesa y registra sobre una banda de papel.

Este nuevo sistema que parece estar listo para ser lanzado al mercado, fue diseñado por A. R. Davis de la Subdivisión de Ciencias Hídricas y H. Gross, J. Kruss y R. A. O'Neil de la Subdivisión de Detección Remota, de la Dirección de Aguas Interiores del Canadá.

Inland Waters Directorate, "Environment Canada", Ottawa, Ontario (Canadá).

Nuevo proceso para la deshidratación de alimentos

Una de las desventajas de los métodos de deshidratación convencionales es que la calidad de los productos se ve afectada por el aire caliente y el oxígeno. Por consiguiente, para conservar la calidad original debe aplicarse un proceso en el que no intervengan el oxígeno y el aire caliente. Un proceso tal es la liofilización, pero el costo muy elevado de las instalaciones necesarias restringe prácticamente su empleo a la desecación de sustancias empleadas en la industria farmacéutica.

Una compañía austriaca ha desarrollado un nuevo procedimiento de desecación por pulverización, que transforma las frutas y otros alimentos en un polvo de preparación instantánea que puede conservarse mucho tiempo. Algo más caro que los métodos de deshidratación convencionales, este proceso ofrece un producto final de alta calidad que conserva el sabor y el aroma de los productos y que puede utilizarse para una amplia gama de labores de deshidratación.

Producción de lisina: 1

En un instituto de investigación checoslovaco se ha desarrollado un preparado fermentativo de lisina, positivamente económico, utilizando una especie de *corynebacterium* que crece sobre un medio de *mycelium* impregnado que, a escala de planta piloto, da estos valores más altos que un medio normal.

J. Flady, Research Institute, Antibiotics and Micro-fermentation, Bratislava (Checoslovaquia)

Producción de lisina: 2

Producción de lisina en un medio con células de *mycelium*

jugo de caña de azúcar clarificado por un mutante de *U. maydis* obtenido previamente. Este concentrado, obtenido por evaporación y desecación directas del caldo de fermentación, podría utilizarse como un posible pienso complementario por su contenido de aminoácidos y vitaminas.

A. Sánchez-Marrowun, Facultad de Ciencias, Universidad Central, Caracas (Venezuela)

Una bomba movida por la fuerza motriz de las olas

Se ha desarrollado un mecanismo que utiliza la energía en las olas para bombear agua por un procedimiento original y sencillo. Esta bomba, que sólo tiene una pieza móvil y cuya vida útil se calcula será larga y libre de averías, sirve para bombear líquidos (por lo general agua de mar) en cualquier dirección mediante el empleo de la moción ondulatoria de las olas. Funcionando sobre olas relativamente pequeñas (de tres a cuatro pies) en un día tranquilo, ha bombeado agua de mar en cantidades superiores a los 20 galones por minuto desde una profundidad de 60 pies a una altura de unos 2 pies por encima del nivel del mar. Puede funcionar indefinidamente y bombear a alturas considerablemente superiores (presión de bombeo) a volúmenes inferiores. Se calcula que podrá bombear volúmenes mayores de líquido cuando las olas sean también mayores. Esta bomba consta fundamentalmente de un tubo largo en posición vertical con una sencilla válvula de inercia colocada en cierto punto de su altura. Esta válvula permite el paso del agua en una sola dirección. Cuando va conectada a una boya de superficie que se ve obligada a seguir el movimiento vertical de las olas, este dispositivo bombea agua en la dirección que permite la válvula. Parece ser considerable la energía que podría desarrollar una bomba de gran tamaño del tipo aquí reseñado.

John D. Isaacs, Professor of Oceanography, Director, Institute of Marine Resources, University of California, San Diego, California (Estados Unidos)

Agente antibacterial para curtientes vegetales

Se ha desarrollado un agente antifúngico y antibacterial con capacidad para impedir el crecimiento de mohos y de hongos en los licores curtientes vegetales y en los cueros en curtidos. El empleo de este producto durante el curido ayuda a elevar la producción de cueros al impedir la deterioración y el oscurecimiento del cuero por el envejecimiento de las infusiones vegetales utilizadas para curar.

Research Institute (Council of Scientific and Industrial Research), A.P.J., Madras-30 (India)

LIBROS

ALGUNOS TITULOS RECIENTES EN RESEÑAS DE NIDI

The Third World and the Rich Countries; Prospects for the Year 2000

por Angelos Angelopoulos, Praeger Publishers, Nueva York, 1972, 248 págs.

El autor examina los principales problemas que plantea el desenvolvimiento de los países en desarrollo y emplea estadísticas abundantes y fácilmente comprensibles en apoyo de su tesis. Las medidas adoptadas en los planos nacional e internacional para resolver dichos problemas se describen claramente, sobre todo en los capítulos 5 y 6, que tratan de la financiación del desarrollo.

En el capítulo 5, el Sr. Angelopoulos divide en seis clases los problemas de los países en desarrollo: 1) la inmensa brecha que separa a los países ricos de los pobres; 2) la tendencia a que se ahonde esta brecha; 3) el lento crecimiento del ingreso por habitante; 4) el empeoramiento de la relación de intercambio debido a las políticas que adoptan deliberadamente los países desarrollados; 5) la creciente indiferencia de los países desarrollados por los problemas de los países en desarrollo y 6) la carga cada vez mayor que supone el servicio de la deuda. Para demostrar el punto 5, el autor compara la cantidad relativamente mezquina que se dedica a la ayuda para el desarrollo con las enormes sumas que los países altamente industrializados gastan en armamentos y programas especiales. Sin embargo, dice el Sr. Angelopoulos, aunque esta situación es deplorable, hay que reconocer también de manera realista la rivalidad económica y política, y los problemas políticos internos que existen en el ámbito de los países desarrollados.

El autor señala que se exhorta a los países en desarrollo a que concedan suma prioridad a la adopción de planes a largo plazo para utilizar los recursos disponibles en la mayor medida posible, con objeto de equilibrar la distribución del ingreso y eliminar el desempleo; a que adopten planes para hacer el uso más eficaz y productivo posible de la ayuda extranjera; y a que establezcan una estrecha cooperación entre ellos mismos. Sin embargo, en opinión del autor, estas medidas no son más que lugares comunes de los economistas del desarrollo. Entre los problemas que debieran explicarse están: por qué los planes de desarrollo con frecuencia no alcanzan la meta fijada; y por qué la cooperación entre países en desarrollo no funciona debidamente.

El Sr. Angelopoulos opina que los países en desarrollo podrían alcanzar fácilmente un crecimiento del 7 o el 8% si se les facilitasen los recursos financieros. Propone para ello nuevos arreglos de préstamos consolidados, la contribución del 0,5% del producto nacional bruto (PNB) por parte de los países desarrollados; y la revaluación del oro monetario acompañada de la distribución de la plusvalía entre los países en desarrollo. Sus argumentos acerca de estas cuestiones están bien expuestos en los capítulos 5 y 6.

No obstante, las propuestas del autor no parecen realistas por faltar explicaciones precisas respecto al modo de ponerlas en práctica. Por ejemplo, es interesante su sugerencia de que el gobierno de cada país desarrollado debiera incluir en su presupuesto anual una cantidad equivalente al 0,5% del PNB... y transferir esta cantidad al haber de una cuenta abierta en el Banco Mundial. Ahora bien, ¿lo aceptarían los países desarrollados? Estos países tienen sus propios problemas. Propuestas tales como las del Sr. Angelopoulos deben formularse de manera que puedan aceptarse los países desarrollados. Sobre este punto los argumentos del autor no son convincentes.

En el sentido más amplio, los países en desarrollo necesitan fondos suplementarios, lo que ha sido demostrado en muchos estudios que se ocupan de la mencionada brecha. En un sentido más restringido, sin embargo, la escasez de proyectos realistas y factibles es el principal obstáculo que impide la corriente de fondos hacia los países en desarrollo.

(S.H.)

The Role of Group Action in the Industrialization of Rural Areas

Al cuidado de J. Klatzmann, B. Y. Illes and Y. Levi., Praeger Publishers, Nueva York, 1970, 599 págs.

Este libro está basado en monografías presentadas en un simposio sobre industrialización en zonas rurales, celebrado en 1969. Contiene 51 artículos, suplementados por comentarios editoriales y una bibliografía seleccionada muy útil. Como es de esperar tratándose de tantos artículos, la calidad de las contribuciones es muy variable.

El libro está dividido en tres secciones. La primera trata de las razones de favor de la industrialización rural y se concentra en la necesidad de crear puestos de trabajo, en el tamaño de la planta y en la selección de tecnología. En esta sección se estudian con amplitud tales cuestiones, pero los autores se apartan con frecuencia del tema concreto de la industrialización rural para discutir las cuestiones de la tecnología y la creación de puestos de trabajo en el contexto más amplio de la industrialización de los países en desarrollo. Por lo tanto, gran parte de este material constituye una reseña de la considerable investigación emprendida acerca de estas materias, sin llegar a investigar sus consecuencias concretas para la industrialización rural. Se examinan también el emplazamiento y los tipos de industrias rurales, y en este sentido son más concretas las propuestas formuladas. La explotación agrícola de jornada parcial, con sus ventajas y desventajas, es un tema que no suele recibir la atención que merece en este contexto, pero que en esta publicación se presenta con un criterio equilibrado.

La segunda sección trata de la acción colectiva en el transcurso de la industrialización rural y enfoca la cuestión tanto desde el punto de vista social como desde el económico. La mayoría de los colaboradores estiman que un sistema en régimen de cooperativa ofrece las perspectivas más alentadoras para la dispersión de la industria. En las monografías se esgrimen buenos argumentos en favor de esta tesis. Se incluyen varios estudios por casos, tanto de los países en desarrollo como de los países desarrollados.

La sección final de libro versa sobre los métodos de acción colectiva e industrialización rural. Al examinarse la política estatal en relación con las plantas industriales rurales, se exponen algunas ideas interesantes. Sin embargo, la conclusión general es, al parecer, que estas plantas sólo debieran alentarse en las fases iniciales. Esta posición recuerda el argumento de la industria naciente, criterio que con frecuencia ha resultado decepcionante en otros contextos. Respecto a la discriminación en favor de las industrias rurales, los autores tienden a desatender el efecto que tal discriminación tiene en la industria urbana existente, la que deberá sufrir en consecuencia. Esta consideración quizá revista gran importancia para muchos países en desarrollo. La mayoría de los colaboradores abogan en favor de las agroindustrias para la industrialización rural y sólo difieren respecto a cuestiones de tecnología, tamaño de la planta, etc. No faltan unos cuantos autores que argumentan que no es necesario que la industrialización rural esté basada en las agroindustrias; sostienen que esfuerzos análogos realizados en épocas anteriores han fracasado porque los productos estaban orientados más bien hacia el mercado urbano que hacia el mercado rural.

Pese a que el libro no es todo lo equilibrado que se podría desear, ofrece varias sugerencias desde los puntos de vista económico, social y tecnológico, y podría ser importante para quienes se interesan por el desarrollo de los recursos humanos.

Human Resources as the Wealth of Nations

por Frederick H. Harbison, Oxford University Press, 1973, 173 págs.

El autor trata de demostrar, en 160 páginas, una teoría bastante optimista sobre el desarrollo de las aptitudes y el conocimiento del ser humano, cuya "capacidad de aprendizaje es prácticamente ilimitada".

Para los que se interesan por los proyectos de asistencia técnica, el Sr. Harbison presenta un análisis bastante satisfactorio del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) de Colombia. El proyecto SENA fue ejecutado por la Organización Internacional del Trabajo para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y ofrece, por consiguiente, algunas útiles lecciones en cuanto a la elaboración de un programa de asistencia técnica para desarrollar los recursos humanos.

Por una parte, el Sr. Harbison señala las limitaciones de la enseñanza y la capacitación formalizadas y no formalizadas. Por otra, indica la necesidad de continuar la capacitación y el desarrollo de los recursos humanos. Aborda casi todos los aspectos del desarrollo de los recursos humanos.

Al lector le resultará este libro más útil por las cuestiones que plantea que por las soluciones que ofrece. Es una especie de compendio de los problemas con que se enfrentan los países en desarrollo. El autor lamenta el costo elevado de los programas de capacitación, tanto para las poblaciones industriales como para las rurales, pero sus propios ejemplos, según se ilustran en diversos capítulos —como son escuelas modelos, unidades de enseñanza móvil, auxiliares visuales de enseñanza y medios de difusión— parece que son por lo menos tan caros como los programas existentes.

No parece haber manera de soslayar el hecho de que el desarrollo de los recursos humanos es una tarea larga y costosa, expuesta a contingencias tales como una organización estatal deficiente, apatía nacional, profesores insuficientemente capacitados y programas mal formulados (con frecuencia, incluso programas bien financiados se ejecutan a un costo que no guarda proporción con los resultados esperados). El Sr. Harbison se muestra optimista respecto al gran potencial que presenta la parte insuficientemente utilizada de la mano de obra del mundo en desarrollo, pero no ofrece otra solución que la de continuar la ruta que siguen actualmente los programas de desarrollo.

El mundo ofrece una perspectiva bastante sombría, debido a que la población de los países en desarrollo aumenta a una tasa anual del 2,5 al 3%. La solución del autor consiste en desarrollar las aptitudes y conocimientos del ser humano y en esforzarse por elaborar sistemas de enseñanza eficaces y de amplitud nacional, de manera que todos los países puedan prosperar aun cuando estén insuficientemente dotados de recursos materiales o naturales.

En suma, *Human Resources as the Wealth of Nations* es un libro interesante para los que se interesan por el desarrollo de los recursos humanos.

(M.Y.)

Tecnología de grupo

por G. M. Ramson, McGraw-Hill Book Company (Reino Unido) Limited, 1972, 150 págs.

Se ha escrito mucho sobre la falta de inversión de capitales y su efecto depresivo de la tasa de crecimiento de los países en desarrollo. Sin embargo, según este autor, se debe prestar más atención al mejor uso de los recursos existentes. Este libro pretende describir los beneficios que pueden derivarse mediante la aplicación de la tecnología de grupos al problema.

El tema del libro es la tecnología de grupos, que se aplica a cerca del 80% de la industria mecánica mundial dedicada a la producción de una amplia gama de productos en diversas cantidades. El Sr. Ramson define la tecnología de grupos como "la sucesión y ordenación lógicas de todos los aspectos del funcionamiento de una firma con objeto de aportar los beneficios de la producción en masa a una gran variedad de producción cuantitativa mixta".

Cabe señalar que, aunque este libro ha sido escrito esencialmente para la industria mecánica, su contenido es aplicable a otras industrias que tienen problemas de elaboración por lotes.

Para ilustrar sus argumentos, el autor se sirve del estudio de un caso práctico llevado a cabo en su propia empresa durante un período de 11 años. Los problemas iniciales a los que se enfrentaba la dirección eran "elevado nivel de existencias y trabajo en curso, entregas lentas e inseguras, mala capacidad de medición, malos procedimientos de control, relaciones entre departamentos fragmentarias y no coordinadas, un sistema complicado de pagos, y, en fin, un bajo rendimiento global de la compañía". Especialmente grave era el hecho de que el 75% de las ventas procedían de una línea normalizada de productos en que eran muchos los que no tenían demanda y pocos los que sí la tenían. Al mismo tiempo, el valor de todas las existencias era el 52% del valor anual de las ventas. Finalmente, la dirección inició un plan de mejoramiento. Después de una fase de valoración y análisis, la recomendación clave fue que se introdujese la tecnología de grupos, lo cual significaría que la totalidad de las actividades de la empresa se coordinarían por departamentos y funciones. Una de las mayores ventajas de esta mejor coordinación es el espíritu de cooperación que se crea entre el departamento de producción y el de ventas. En una gran medida, el empleo de la tecnología de grupo permitió a la dirección enfrentarse mejor con los cambios de mercado y con otras incógnitas propias de la naturaleza del negocio. Para la introducción de la tecnología de grupos en la compañía se llevaron a cabo los siguientes procedimientos y medidas:

- a) Un equipo de ingenieros realizó un estudio del trabajo para analizar y revisar el funcionamiento general de la empresa;
- b) Se centralizó la planificación de la producción mediante el empleo de un sistema de códigos y el establecimiento de un sistema de "un dibujo y un número por pieza";

- c) Se apoyó la producción a gran velocidad mediante un control más disciplinado de los almacenes y una reducción de inventarios;
- d) El tiempo total de producción se redujo de un promedio de doce semanas a menos de cuatro, representando la falta de cumplimiento de entregas menos de un 2% de las ventas totales;
- e) Se introdujeron una evaluación de tareas y una mayor movilidad de los trabajadores, junto con un plan para compartir los beneficios de una mayor productividad;
- f) Se hizo una extensa introducción a todas las nuevas técnicas, a fin de llevar a cabo la aplicación de la nueva tecnología con un mínimo de conflicto;
- g) Se efectuó una reducción de los pedidos especiales mediante una lista de precios realista;
- h) Se dio un nuevo enfoque a la sección de ventas, basado en la confianza y cooperación;
- i) Se logró una perspectiva total de la compañía, basada en la totalidad de las funciones integradas.

La obra del Sr. Ramson se puede recomendar en general. Sin embargo, y como indica acertadamente el autor, el libro debe ser complementado con lecturas adicionales, tanto más cuanto que esto constituye en sustancia "la historia de un hombre en una compañía". Particularmente apropiado para un estudio complementario es el libro de G. A. B. Edward titulado *Readings in Group Technology* (The Machinery Publishing Company Limited, 1971). Además, G. Burbridge, del Centro Internacional de Perfeccionamiento Profesional y Técnico, de Turín, ha publicado *Actas de la Conferencia* (Organización Internacional del Trabajo, Turín, 1969) en que aparecen las colaboraciones de varias autoridades en la materia, que han reconocido que la tecnología de grupos es un paso importante en la esfera de gestión de la producción. Las Actas de la Conferencia de Turín pueden ser especialmente interesantes para los gerentes y técnicos del mundo en desarrollo, por contener una colección de informes sobre experiencias prácticas en tecnología de grupos.

El Sr. Ramson, además de ser presidente de su propia compañía, ha adquirido una considerable experiencia en técnicas de gestión y producción. Es miembro de las Instituciones de Ingenieros Mecánicos e Ingenieros de Producción y está ampliamente reconocido como una autoridad internacional sobre tecnología de grupos. (R.D.C.)

Society and the Assessment of Technology: Premises, Concepts, Methodology, Experiments, Areas of Application

por François Hrtman, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, París, 1973, 420 págs.

Este abultado volumen es rítmico, que contiene abundantes gráficos, cuadros y otros datos visuales,

ofrece un apio análisis del tema de que trata. Los títulos de los capítulos son: "La tecnología puesta a prueba"; "Conceptos de evaluación de la tecnología"; "Experimentos y desarrollo de metodologías"; "Esferas de aplicación de la evaluación de la tecnología"; y "Promesas y problemas de la evaluación de la tecnología". El contenido es de especial interés para los países miembros de la OCDE, pero el libro puede ser útil también como base para análisis similares respecto a los países en desarrollo. Además, puede servir a modo de voz de cautela para lectores de países en desarrollo interesados en la transmisión de tecnología.

El Director General para Asuntos Científicos de la OCDE, Sr. Alexander King, escribió un prólogo al libro, del que se han tomado los siguientes párrafos:

La ciencia y la tecnología han contribuido grandemente —para bien o para mal— a la formación del mundo en que vivimos. En los últimos decenios se ha visto una expansión enorme de las actividades de investigación y desarrollo de todos los países industrializados; y si bien los mayores motivos para proporcionar los recursos necesarios han sido los de defensa, de prestigio nacional y de progreso económico, a este período de expansión fue, para la ciencia, de euforia algo confiada. Tal cosa ha llegado a su fin, y tanto los legisladores como el público en general están poniendo en duda, no sólo los costos y beneficios de la investigación, sino los objetivos mismos que motivaron su expansión.

Los efectos secundarios no deseables, y a menudo imprevistos, de la tecnología, están claramente de manifiesto. Algunos de ellos son directos, como la evidente contaminación y el deterioro general del ambiente, así como la pérdida de satisfacción en el trabajo en las monótonas manufacturas industriales. Otras son más sutiles e indirectas, tales como el aumento de las frustraciones y las dificultades de la vida urbana, el incremento de los delitos y la violencia, la creciente inadecuación de la enseñanza contemporánea. Todos ellos se atribuyen con demasiada facilidad a la tecnología o a la especie de mundo que la tecnología ha construido.

Sin embargo, la tecnología ha sido el arma principal del hombre en su esfuerzo milenar por elevarse sobre el nivel de su subsistencia. La invención de las herramientas de piedra, de la rueda, de la palanca, el empleo del fuego y muchos otros descubrimientos técnicos, simples al principio pero cada vez más complicados, han sido las principales manifestaciones del ingenio humano. No cabe duda que todos fueron puestos en tela de juicio por la mayoría conservadora de la comunidad desde el mismo momento de su aparición, pero cada uno terminó por imponerse debido al poder que otorgaba a su poseedor. La aparición de la tecnología moderna suscita muchas de las mismas controversias. Pocos de los que más critican su influencia abogarían por un retorno al período primitivo, con un nivel tecnológico incapaz de sustentar a nuestra población actual. No se trata, pues, de desembarazarse por completo de la tecnología, sino de determinar a qué nivel tecnológico se debe tener un ojo, o bien decidir qué tipos de tecnología permitir y cuáles prohibir. Las posiciones con respecto al desarrollo económico son parciales; el gobierno no es elegir entre desarrollo y no desarrollo, como a veces se plantea, sino más bien decidir la calidad y el ritmo del desarrollo que se desea.

Es muy fácil echar a la tecnología toda la culpa de la sociedad. Ella no es la causa de sus dificultades, sino que constituye un instrumento que facilita al frágil ser humano un poder mediante el cual ha podido la humanidad dominar a la naturaleza y adquirir riqueza. La dificultad no está en la tecnología, el poder a

la riqueza, sino en que el hombre sepa hacer el debido uso de ellos. El hombre tiene que aprender a seleccionar, desarrollar, manejar y explotar la tecnología para provecho, en fin de cuentas, de la sociedad, donde falta sabiduría, el poder sólo puede ser destructivo.

Si convenimos en que el problema esencial no lo constituye la tecnología, sino el manejo de ella, surgen nuevas dificultades respecto a la índole de la sociedad que se desea y a aquella tecnología que ayudará a construirla y enriquecerla. Desde luego, esto es cuestión del sistema de valores y entraña toda clase de dificultades políticas y de consenso. En realidad, la tecnología ha servido bien hasta ahora a los objetivos convenidos de seguridad y desarrollo económico, tanto en las sociedades de economía de mercado como en las marxistas. ¿Y, por qué habríamos de reprochar su éxito a la tecnología? Sin embargo, para que se use igualmente bien en el futuro, hemos de ponernos de acuerdo sobre el tipo de sociedad que deseamos configurar. Existe poco consenso sobre este punto; sólo una vaga insatisfacción por el actual estado de cosas y aspiraciones igualmente vagas en cuanto al futuro: mejora de la calidad de la vida —lo que significa diferentes cosas para personas diferentes— la implantación de la justicia social, la igualdad de oportunidades y la eliminación de diversas clases de discriminación. No habiendo, pues, verdadero consenso ni precisión respecto a las características de una sociedad deseable y posible, es difícil volver a encauzar la tecnología o la investigación y el desarrollo que la respaldan. La tecnología tuvo éxito en el pasado porque sus objetivos estaban claramente definidos. Su futuro desarrollo será mucho más difícil porque sus metas no están formuladas con suficiente claridad. Vagas aspiraciones no bastan para llegar a soluciones técnicas satisfactorias.

El concepto mismo de los efectos secundarios indeseables de la tecnología plantea dificultades constantes. Estamos comprendiendo poco a poco la interdependencia y la interacción de los diversos problemas de la sociedad, y, por consiguiente, que los intentos para mejorar la situación dentro de un sector influirán en la de otros sectores, tanto positiva como negativamente. En realidad, no sólo existe interrelación entre los diferentes objetivos nacionales de seguridad, adelanto económico, empleo, mejoras sociales, mejor atención de la salud, etc., sino también un grado considerable de conflicto. El éxito en una esfera puede que se logre a expensas de otras. Las mejoras de la agricultura, por ejemplo, pueden aumentar la producción de alimentos, pero, al mismo tiempo, causar desempleo, éxodo del campo y mayores presiones urbanas. Niveles altos de desarrollo económico, aunque contribuyan al bienestar material del individuo, pueden ocasionar una disminución de la calidad de la vida en otros aspectos. Del mismo modo, los adelantos tecnológicos hacia un objetivo determinado pueden también tener influencia positiva o negativa sobre otros. Este éxito con una innovación tecnológica concreta en la industria puede tener una influencia negativa a través de la contaminación del ambiente o el descontento del trabajador. Por otro lado, la investigación con fines militares puede tener un efecto positivo sobre la economía civil e incluso sobre la medicina.

La gestión de la tecnología en amplio interés social es, pues, un proceso muy complicado que debe tener en cuenta los costos y beneficios sociales así como económicos y prever los efectos a largo plazo de sus realizaciones sobre la gran variedad de las actividades humanas. Para su empleo óptimo, los objetivos deben ser formulados de manera que sea más clara que actualmente, y mientras así no sea, la gestión de la tecnología sólo puede aspirar a evitar los grandes inconvenientes, tratando al mismo tiempo de alcanzar sus objetivos directos.

Entre otros algunos de las cuestiones tratadas en las discusiones de la Cuarta Reunión de Ministros de Ciencia de los países de la OCDE, celebrada hacia fines de 1971. Las

Conclusiones generales de esta reunión fueron que la ciencia y la tecnología habían tenido hasta ahora una influencia abrumadora sobre el desarrollo nacional, pero que, en el futuro, debería ser reorientada considerablemente para contribuir a los objetivos sociales así como a los económicos. Los ministros, estando de acuerdo en que se requería un continuo estímulo de la innovación tecnológica para alcanzar un desarrollo tanto cualitativo como cuantitativo, subrayaron que la nueva tecnología debía ser socialmente deseable y aceptable. Consideraron que esto exigía una gestión y un control mucho más eficaces de la tecnología en aras del bien común. Reconocieron que, para una política en materia de ciencia, era una importante tarea evaluar las consecuencias así beneficiosas como perjudiciales del desarrollo tecnológico y prever las consecuencias científicas y tecnológicas. Decidieron comparar el esfuerzo de llevar a cabo tales estudios e intercambiar los resultados, para desarrollar métodos más eficaces y evaluar estudios de casos nacionales.

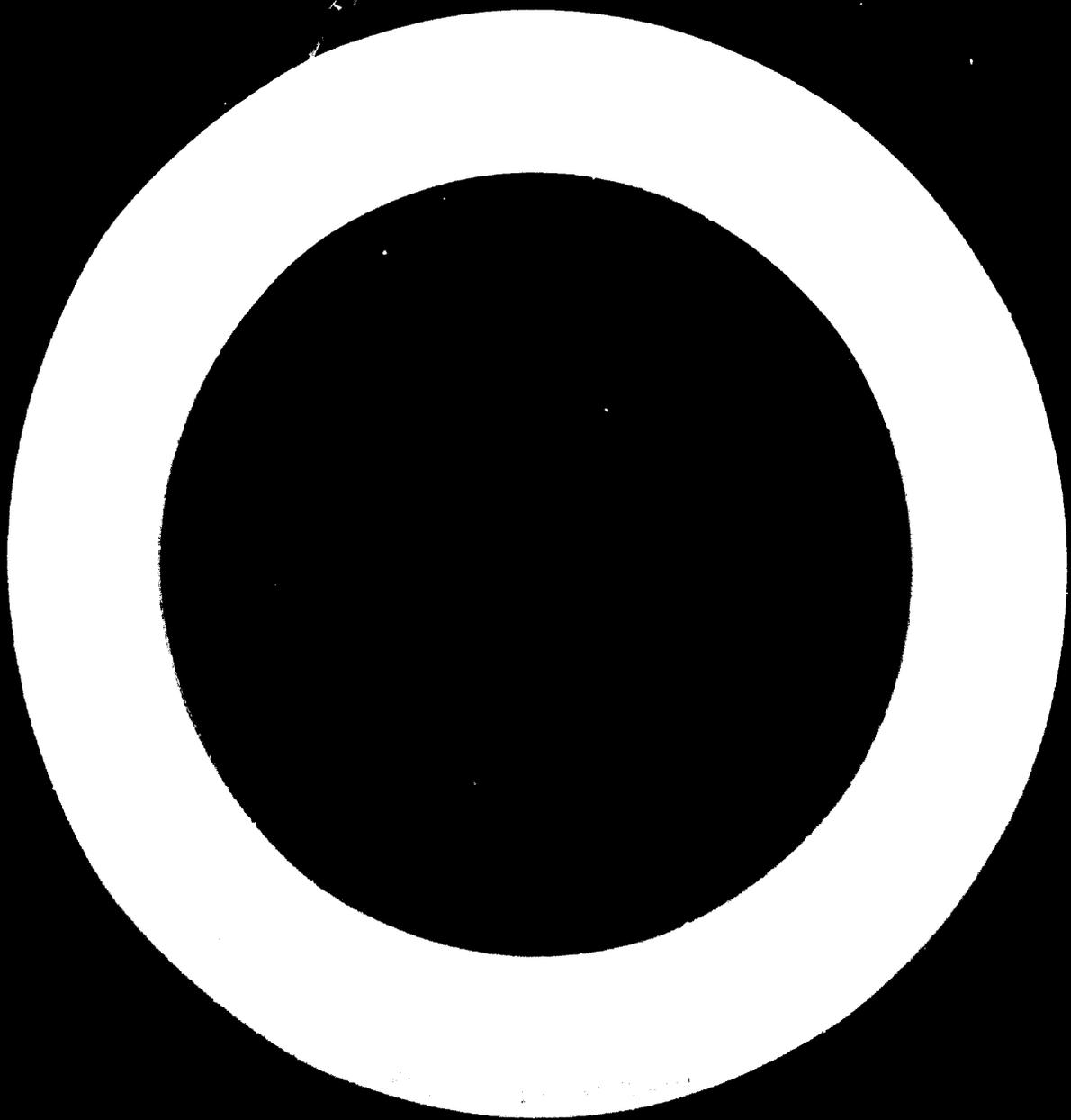
De este modo, la evaluación de la tecnología se concibe como un instrumento de la gestión de la tecnología, como un vínculo necesario entre la investigación y el desarrollo, por un lado, y las necesidades de la sociedad, por otro. Se vio que, naturalmente, habrían de tomarse por ello decisiones difíciles. Por ejemplo, los gobiernos que apliquen políticas para dar un estímulo general a las innovaciones tecnológicas relacionadas con el desarrollo económico podrían tener que desalentar o prohibir ciertas innovaciones, a base de criterios sociales.

Los programas de ciencia y tecnología de la Organización han sido modificados considerablemente a raíz de la reunión ministerial, y ahora recalcan los aspectos sociales y las limitaciones de la política en materia de ciencia, aclarando, por ejemplo, el papel y las posibilidades de la investigación en las ciencias sociales con respecto a la política de las ciencias y a la toma de decisiones en general, mediante el estudio de los procesos de innovación en el sector de servicios y en relación con la evaluación tecnológica.

El presente libro intenta situar el tema de la evaluación tecnológica en su perspectiva social y económica, definir su esfera y esbozar los diferentes enfoques metodológicos que ha suscitado hasta ahora. El tema se encuentra aún en una fase inicial de definición y de método, en la que sería útil presentar una sinopsis de lo realizado. Es un campo de estudio en el cual se reconoce

que hay mucho por hacer, y en que aún es poco lo concretamente realizado. Los gobiernos están seriamente preocupados por la necesidad de una evaluación de la tecnología, pero sólo en algunos casos existen instituciones para llevarla a cabo. Por eso ofrece interés la decisión tomada recientemente por el Congreso de los Estados Unidos para crear un organismo de evaluación de la tecnología bajo su propio control. La creación de dicho organismo sujeto al Poder Legislativo y no al Ejecutivo resulta un precedente novedoso.

Si, como parece probable, estamos entrando en una fase en la cual la adopción de decisiones tendrá que buscar un equilibrio más cuidadoso que en el pasado entre los criterios sociales y los culturales, ello exigirá una amplia gama de nuevos instrumentos, además de los indicadores sociales apropiados. La evaluación de la tecnología representa no tanto una técnica como una esfera de investigación, en la que tendrán que concebirse toda una serie de nuevos instrumentos analíticos, incluso los que han de medir los efectos recíprocos. La esfera de investigación es diversa en sí misma. Puede resultar relativamente fácil prever el más importante de los efectos sociales de dos posibles opciones tecnológicas y tener una idea mejor de la difusión tanto de los beneficios económicos como de los costos sociales. Se requerirán enfoques muy diferentes al evaluar las probables consecuencias culturales y sociales de una nueva esfera de investigación o de aplicación tomada en su conjunto y sobre una escala cronológica prolongada, por ejemplo, la influencia que tendrá en la enseñanza el empleo cada vez más extendido de las computadoras. También en este caso, una evaluación definitiva podría inducir a error. Por ejemplo, si a comienzos de siglo se hubiera intentado evaluar las consecuencias sociales, etc. de la introducción del automóvil, la atención podría haberse concentrado sobre su peligro para la vida rural, para los perros y los pollos, etc. Hubiera sido difícil prever la situación que existiría algunos decenios después, cuando el transporte motorizado hubiera revolucionado el sistema de distribución y contribuido de manera tan asombrosa a la movilidad y libertad individuales. Si se hubiera estudiado el mismo problema desde la situación actual de ciudades congestionadas y contaminadas, el resultado también podría haber sido diferente. La evaluación tecnológica, para que algo signifique, debe ser un proceso continuo. El libro del Sr. Hetman examina estos y otros muchos aspectos.



Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales se publica en tres idiomas español, francés e inglés. Los lectores de Africa y Europa que deseen abonarse, deben escribir a

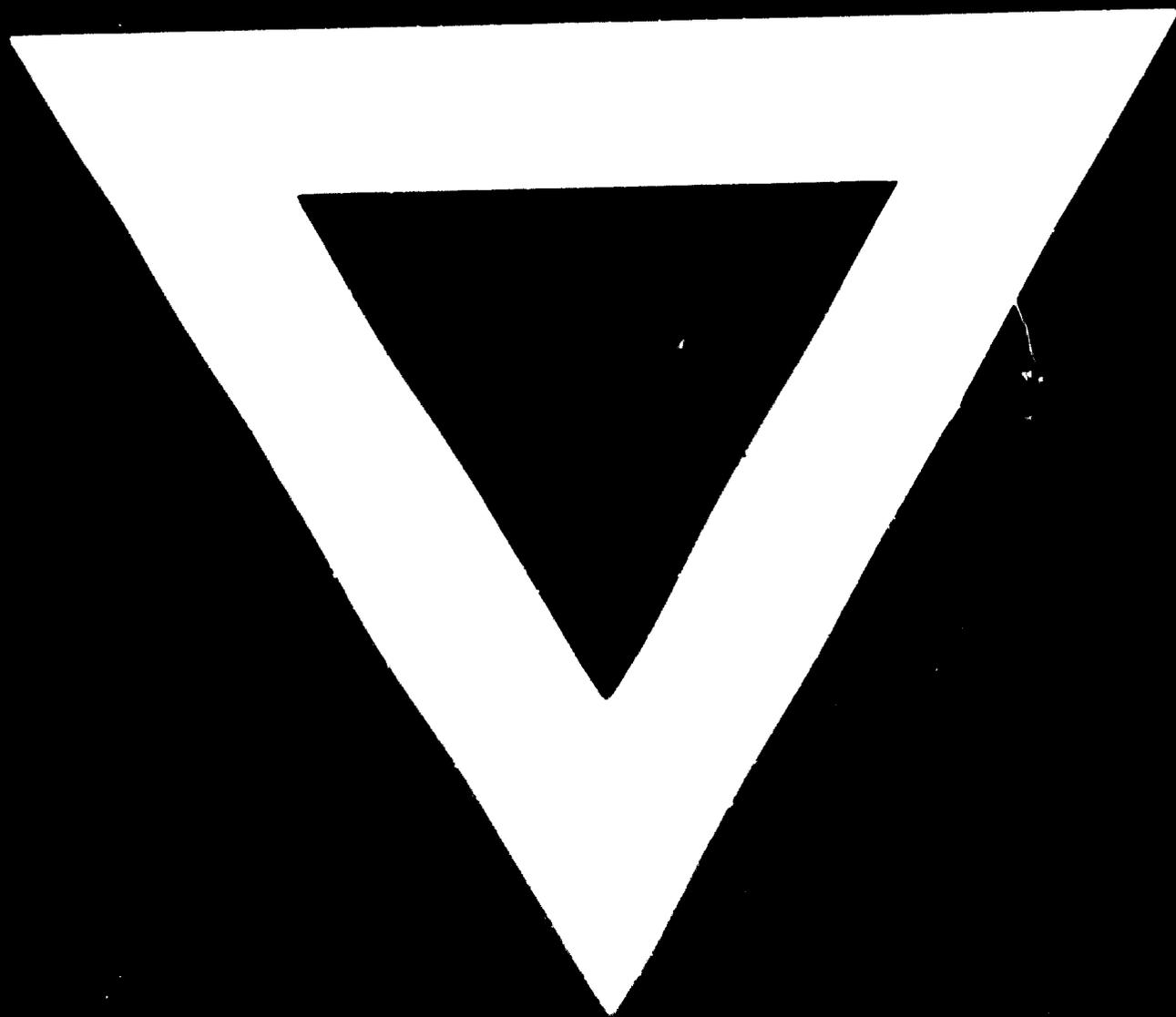
United Nations Publications
Palais des Nations
CH - 1211 Ginebra 10
Suiza

Los lectores de otras partes del mundo deben enviar sus pedidos a:

United Nations Publications
LX 2300
Nueva York 10017, Nueva York
Estados Unidos de América

Los artículos que se presenten con miras a su publicación, las observaciones sobre el material publicado y las sugerencias de futuros temas, deben enviarse a:

**Redactor jefe de
Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales**
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
Apartado de Correos 707
A-1011 Viena
Austria



75. 11. 19