



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.

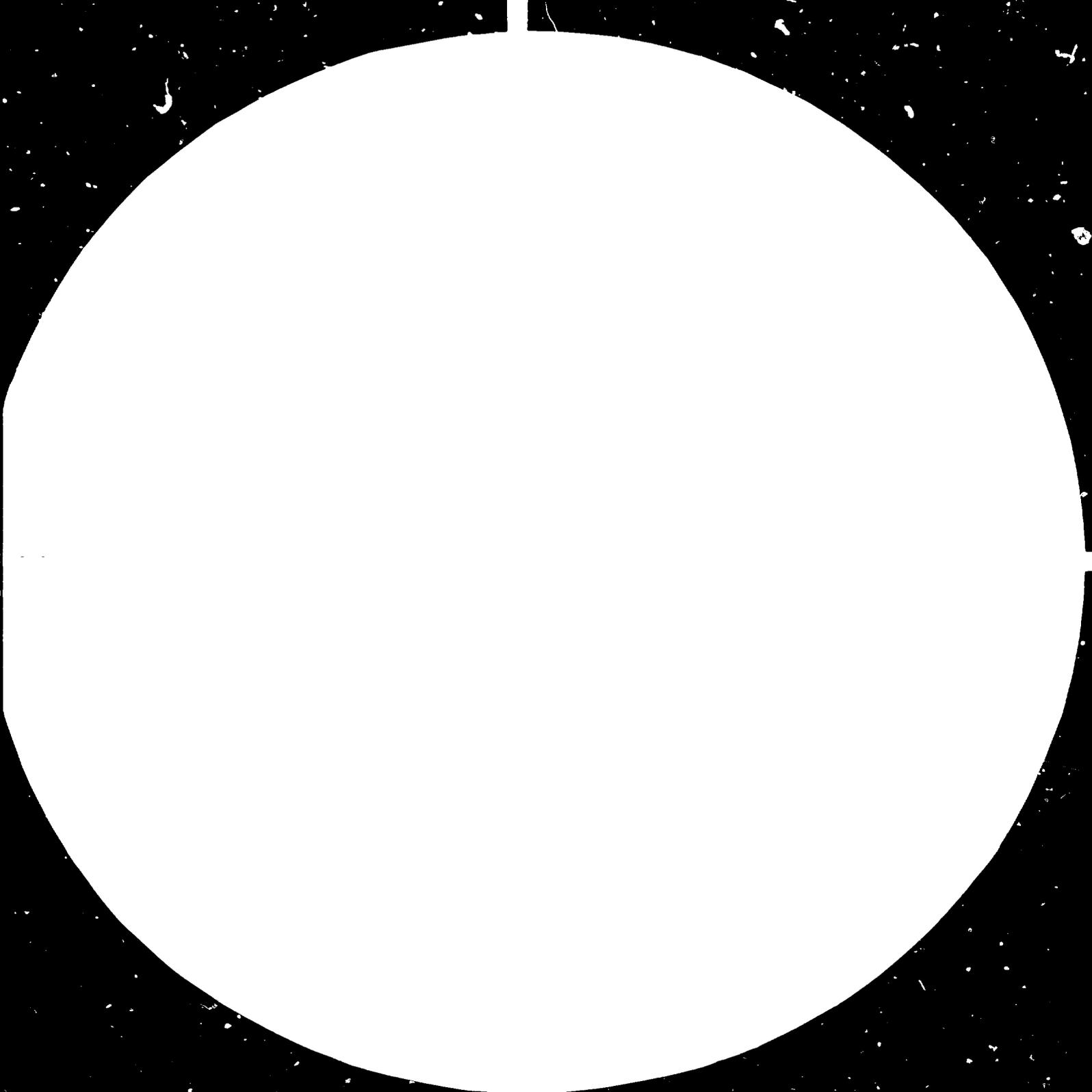
FAIR USE POLICY

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





25

22

20

18



1.25

A resolution test chart for 1.25 cycles per millimeter. It consists of a central number '1.25' flanked by two sets of five horizontal and five vertical parallel lines. The lines are black on a white background.

1.4

A resolution test chart for 1.4 cycles per millimeter. It consists of a central number '1.4' flanked by two sets of five horizontal and five vertical parallel lines. The lines are black on a white background.

1.6

A resolution test chart for 1.6 cycles per millimeter. It consists of a central number '1.6' flanked by two sets of five horizontal and five vertical parallel lines. The lines are black on a white background.

.....

..

..

.....



11500-S



Distr. LIMITADA

ID/WG.372/5
18 mayo 1982

ESPAÑOL
Original: INGLES

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Reunión de Expertos ONUDI/CEPAL sobre las
consecuencias de los adelantos de la
microelectrónica en la región de la CEPAL.

Ciudad de México (México), 7-11 junio 1982

MICROELECTRONICA: SUS IMPACTOS E
IMPLICACIONES DE POLITICA*

por

Juan F. Rada**

000 000

* Las opiniones expresadas en el presente documento son las del autor, y no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

** Consultor de la ONUDI.

V.-82-26551

El propósito de esta potencia es explorar dos temas estrechamente relacionados. El primer tema trata sobre las características generales del cambio tecnológico actual y el segundo trata de examinar los desarrollos actuales y probables en el campo de la electrónica con énfasis particular en el sector de componentes de la industria. Los dos aspectos son de crucial importancia para diseñar políticas públicas.

I. TECNOLOGIA Y DISEÑO DE POLITICA

El punto de partida necesario es un enfoque conceptual porque existe un concepto implícito o explícito de la tecnología en el diseño de política que necesita ser cuidadosamente revisado. La tecnología, desde el punto de vista de los países en vías de desarrollo ha sido tratada de tres diferentes y muy distintas formas. La primera se relaciona con las características de la tecnología que se va a usar para hacer la elección de tecnología compatible con el medio ambiente económico, con la riqueza de capacidades y con los objetivos de desarrollo de cualquier país determinado. Es en esta área que han emergido conceptos como tecnología apropiada, intermedia e híbrida. La búsqueda ha consistido en tratar de encontrar la adaptación de la tecnología a las condiciones locales, especialmente en áreas rurales y al así llamado "sector informal".

La segunda forma han sido los temas relacionados con los mecanismos de transferencia de tecnología especialmente las inversiones extranjeras, los convenios sobre licencias, el uso y la naturaleza de las patentes, los secretos industriales y otras formas de conocimiento técnico. El principal objetivo en esta área ha sido optimizar la facilidad de acceso a la tecnología mientras se minimiza el costo y las condiciones para los países en vías de desarrollo. El principal debate internacional en esta área -no completo aún- es el código de conducta sobre su transferencia de tecnología elaborado por la UNCTAD. Se han implementado varios mecanismos concretos para la compilación de información técnica y transferencia tecnológica a nivel intergubernamental y han intervenido también agencias como la ONUDI. Ha habido debates muy acalorados sobre los pro y los contra de la inversión extranjera y sobre las plantas de empresas extranjeras como mecanismos de transferencia de tecnología.

El tercer elemento ha sido el desarrollo de políticas de ciencia y tecnología para elevar el nivel de la infraestructura técnica y tener la capacidad de seleccionar tecnología e innovarla. Con demasiada frecuencia el énfasis en esta área se ha inclinado hacia instituciones de educación superior y

ciencia "pura" y no ha sido suficiente para fomentar en las empresas el interés para innovar y crear suficientes recursos humanos a nivel tecnológico y administrativo.

Estos tres puntos arriba mencionados no comprenden la totalidad de los aspectos del debate tecnología-desarrollo y el objetivo es enfatizar los dos elementos ausentes que no han sido debidamente subrayados.

El primero es el hecho que las tecnologías son dinámicas, que cambian constantemente, ya sea con lentitud o con saltos repentinos. El segundo es que las tecnologías hoy en día son un compuesto de un número de disciplinas y desarrollos. El efecto de la reunión de diversas áreas de tecnología es lo que ha producido las innovaciones más importantes durante este siglo. En esta forma, desde el punto de vista de la política, es importante desarrollar condiciones para la educación en determinadas disciplinas y lo es también, en igual medida, enfocar la investigación y el desarrollo para que estas disciplinas se reúnan e interactúen entre sí. Este último proceso es el que generalmente tiene lugar para transformar una invención en una innovación y es característico de programas exitosos comerciales de investigación y desarrollo.

El primer aspecto, a saber, el dinamismo de la tecnología, es un hecho reconocido. Además, es otro hecho reconocido que el cambio tecnológico ha acelerado su paso después de la segunda guerra mundial. Esto se debe en parte a la institucionalización de la función de investigación y desarrollo y la creciente fusión de la ciencia y la tecnología. Y de paso, debería mencionar aquí que el cambio tecnológico actual es el resultado de únicamente 30 años de esfuerzos sistemáticos de investigación y desarrollo, a pesar de que los elementos teóricos de la mayoría de las innovaciones pueden ser rastreados hasta mucho más atrás.

El dinamismo inherente de la tecnología en todos los campos no se incorpora fácilmente dentro de una política. La tecnología, ya sea para productos, procesos, para la agricultura, para tareas administrativas y para los trabajos de oficina es frecuentemente tomada -para propósitos de política- como dada, exógena en el proceso de planeación y, más peligrosamente aún, como algo que generalmente no entienden los que elaboran la política.

A medida que la velocidad del cambio tecnológico se acelera en un número de campos, una de las consecuencias más aparentes son los cambios importantes que sobrevienen en las ventajas comparativas causados por las alteraciones en la importancia relativa de uno o más de los componentes de las actividades económicas.

Este no es un fenómeno nuevo y la historia nos muestra numerosos casos en los cuales los nuevos descubrimientos e innovaciones han contribuido considerablemente a la realización de cambios en las ventajas comparativas. Lo que es importante en el cambio tecnológico actual no es simplemente que un sector (por ejemplo, las computadoras electrónicas de telecomunicaciones) los lleve la delantera a los otros, sino que la infraestructura productiva en su totalidad está cambiando su perfil tecnológico. Este cambio de perfil probablemente aumentará aún más a medida que la ingeniería de genética abandona la academia y entra en el mundo comercial y también a causa de desarrollos en materiales diseñados por el hombre.

El proceso combinado de cambio en todos los campos produce un conjunto explosivo de temas para estrategias de desarrollo y políticas de desarrollo también. Sin embargo, las áreas de interés inmediato aquí, son las de tecnología de información.

- La tecnología de información es el compuesto de:
 - Componentes electrónicos
 - Computadoras
 - Telecomunicaciones

Esta trilogía tecnológica se interesa esencialmente en la creación, procesamiento y recuperación de información. Su importancia se encuentra esencialmente relacionada con su fuerza de penetración, dado que ninguna actividad intelectual ni mecánica puede ocurrir sin alguna forma de intercambio de información.

Debe recordarse que esta área de desarrollo tecnológico es sólo una, y una en la cual nuestro conocimiento de sus consecuencias a nivel nacional e internacional se encuentra más avanzado. Desde el punto de vista de política proactiva, deben considerarse por lo menos otras dos áreas que simplemente mencionaré. Una es obviamente el desarrollo en la ingeniería de genética con tremendas aplicaciones potenciales en áreas que varían desde la industria farmacéutica hasta la agricultura y la minería. (1)

La capacidad de programar microorganismos para desempeñar determinadas tareas nos dará indudablemente un cambio en el tipo de ventajas de que disponemos, aun cuando todavía no es posible determinar el cómo. El otro es el

caso de los materiales, donde se está acelerando la tendencia hacia la sustitución con varios y muy importantes desarrollos en áreas tales como cristales, compuestos, cerámica y fibras ópticas.

El dinamismo del cambio tecnológico debe ser reconocido y esto implica un grado de incertidumbre en relación a los desarrollos futuros que no puede ser evitado en el diseño de política.

El segundo factor que se menciona es el carácter compuesto de la tecnología. Este carácter se origina en la naturaleza del cambio tecnológico actual así como en su complejidad y tiene dos importantes consecuencias para la división internacional del trabajo. La primera consecuencia es la creciente "incorporación" de la tecnología y de ahí las mayores y crecientes dificultades para el proceso de retro-ingeniería. Lo anterior se debe a los requerimientos del diseño de sistemas así como a las complejidades de la tecnología de proceso. Consecuencia inmediata de este proceso es la transferencia de valor agregado a los productores originales a nivel del sistema y a nivel de hardware.

Un segundo aspecto, estrechamente relacionado, es que la tecnología se está haciendo cada vez más "intangible", incorporada ya dentro de las personas, de las formas organizacionales, de los secretos del oficio y de largos procesos de aprendizaje de aprender-haciendo en lugar de aprender por medio del tradicional "plano-guía" de la era mecánica. El rol de la administración en este contexto sale a la superficie en una luz diferente y no sólo como un rol de coordinación, dado que la capacidad de motivar y "saber qué" se vuelve tan importante para el éxito como el "saber cómo", o sea, la tecnología.

Es importante y significativo en este respecto que hay ya una importancia decreciente de patentes y formas similares de protección de la tecnología a medida que las compañías confían más en los "intangibles". Esto se debe al hecho de que los desarrollos tecnológicos dinámicos son difíciles de describir en forma patentable. En segundo lugar, que las solicitudes para obtener patentes dan a conocer información que las compañías prefieren guardar en secreto. Finalmente, que dada la complejidad de los productos o de los procesos, una ligera modificación por parte de los competidores hace imposible que se pueda aplicar una rígida observancia de las patentes. Estos elementos hacen la transferencia de los procesos de tecnología mucho más compleja que en el pasado. La transportabilidad de servicios, que es una de las consecuencias más importantes de los desarrollos de tecnología de información, complica aún

más el proceso de transferencia de tecnología. Esto se debe al hecho de que se pueden transmitir instrucciones por medio de las redes de telecomunicaciones hacia máquinas y equipo en lugar de transmitir el software que hace posibles las instrucciones. Estos son los desarrollos en áreas como el diseño ayudado por computador y bases de datos para máquinas herramientas así como los antiguos servicios de procesamiento de datos o de tiempo compartido.

La consideración del dinamismo de la tecnología y de su creciente abstracción implica que los debates sobre tecnología deberían cubrir, a partir del punto de vista de los países en vías de desarrollo, el cómo los avances tecnológicos en los países desarrollados condicionan sus estrategias de desarrollo y sus capacidades para competir. Esto implica un proceso aun más sofisticado de diseño de políticas y una actualización de organizaciones productoras de políticas en consonancia con la capacidad del país y con los sectores que aparecen como estratégicos.

Para hacer un resumen, los avances tecnológicos necesitan y deben ser vistos dentro de una perspectiva más amplia considerando como esenciales, su dinamismo, su carácter compuesto, y su creciente "incorporación" y naturaleza.

II. EL PAPEL DE LA ELECTRONICA

Los desarrollos de la tecnología han cambiado a la electrónica desde ser considerada una industria ligera dirigida a producir productos para el consumidor hasta una industria esencial para influenciar en el futuro todas las actividades económicas. La importancia de la electrónica se encuentra en el hecho de que, como industria, se preocupa esencialmente del procesamiento de señales.

Se ha usado corriente eléctrica y voltajes para transmitir diferentes tipos de señales desde la invención del tubo de electrones en 1906. El cambio fundamental que tiene lugar ahora es el uso creciente de la electrónica digital (en contraste con la analógica) para transmitir señales en pulso de corriente y/o voltaje. Como consecuencia del desarrollo en circuitos integrados, en, especialmente, la microprocesadora y la microcomputadora, el bit electrónico o la unidad básica de información a causa de su capacidad de transmitir, procesar, almacenar y manipular información basada en una señal digital uniforme. Esto es revolucionario porque proporciona un "lenguaje universal" para tratar y manipular información de manera total, exacta y veloz. El desarrollo de la electrónica digital ha aumentado la velocidad, la confiabilidad y la complejidad de los dispositivos. Como resultado, más y más funciones que pertenecían al campo de la electrónica analógica pueden ser ahora llevadas a cabo por dispositivos digitales. Este proceso de aumento de "digitalización" y la capacidad de transformar señales analógicas a digitales y viceversa permite el acoplamiento de actividades que en el pasado estaban separadas aun cuando interactuaban entre sí. De esta manera, cada vez más componentes electrónicos operen con el mismo lenguaje de las computadoras y de los sistemas digitales de telecomunicaciones.

La tecnología de semiconductores se preocupa esencialmente de la manipulación de "señales" (información) por medios electrónicos. La comprensión de la tecnología a partir de esta perspectiva proporciona un enfoque correcto para evaluar sus implicaciones y potenciales. Esto explica la fuerza de penetración de una tecnología que proporciona un sistema que abarca totalmente el manejo y el procesamiento de información y el porqué mucho del equipo que se produce se conoce como "inteligente", con la microprocesadora como "cerebro" de los sistemas de manejo de información. La información y su uso ha provocado el desarrollo de nuevos conceptos como la emergencia de la "sociedad de información". El tratamiento de este tema sigue siendo superficial y el

análisis requiere mucho más refinamiento dado que la así llamada sociedad industrial no es posagrícola, ni la emergente textura social será posindustrial.

La producción industrial seguirá siendo central en relación con ella con cantidades crecientes de información incorporada dentro de los bienes, solidificados en productos. La naturaleza y calidad de las actividades cambian mientras que muchos aspectos de la sociedad siguen siendo básicamente los mismos. Sin embargo, al examinar las cosas desde la perspectiva de la información, la evidencia actual sí de hecho señala un cambio tanto cuantitativo como cualitativo en la estructura económica y social. (2)

En la base de la industria electrónica hoy en día se encuentran los componentes semiconductores. Los semiconductores son componentes electrónicos hechos de materiales como silicio o germanio que contienen pequeñas cantidades de impurezas que hacen que no sean ni buenos conductores eléctricos ni buenos aislantes. Sí pueden sin embargo, amplificar, cambiar y rectificar la corriente eléctrica. La industria de los semiconductores incluye dispositivos discretos de función individual como los díodos, rectificadores, transistores y circuitos integrados, tanto monolíticos (con miles de funciones por componente), e híbridos (con dispositivos discretos adjuntos). También se incluye en esta industria los dispositivos optoelectrónicos como las celdillas fotovoltaicas, los díodos emisores de luz (LED) y los díodos laser.

Los componentes de los semiconductores son esenciales para una amplia gama de productos y procesos que van desde los relojes de pulsera hasta los satélites. A medida que crece la industria, su estructura aumenta en complejidad con proveedores especializados de material (como el silicio), el equipo (como los probadores), piezas (como los paquetes de cerámica para componentes) y muchas otras actividades, inclusive el software para microprocesadoras y microcomputadoras. Dentro de la industria de los semiconductores, los circuitos monolíticos integrados, frecuentemente llamados dispositivos microelectrónicos, merecen atención particular. La microelectrónica es el nombre colectivo que se da a los circuitos que se caracterizan por los siguientes rasgos:

- Los circuitos se fabrican en forma integrada simultáneamente en un único ciclo de procesamiento.
- La forma integrada implica que no hay componentes individuales separables a pesar de que las diferentes partes desempeñan funciones individuales.

- La forma integrada, que elimina muchas conexiones y empaqueta a los circuitos conjuntamente, los hace extremadamente confiables y acorta el tiempo para que la señal eléctrica viaje desde un componente hasta el otro.
- El proceso de producción simultánea permite el agrupamiento de cientos de miles de componentes en una sustancia semiconductor, generalmente silicio (Si), germanio (Ge), y para ciertos tipos de aplicaciones, arsenita de galio (GaAs).
- La dimensión extremadamente pequeña de las líneas de los circuitos que alcanzan niveles de micrón y aun de submicrón con Integración a Muy Grande Escala, hace posible tener circuitos altamente complejos en un componente.
- Las características anteriores hacen que el precio por función o por elemento sea muy bajo y disminuya a medida que el nivel de integración o la densidad de los circuitos aumenta y se llega a la producción de volumen. (3)

La industria de los semiconductores se volvió importante con el descubrimiento de los transistores de punto de contacto de germanio, por Walter Brattain, John Bardeen y William Shockley en los Laboratorios Bell en diciembre de 1947. Este descubrimiento fue seguido por mejoras continuas de los transistores de germanio y el desarrollo del transistor de silicio llevado a cabo por Texas Instruments en 1954. En 1958, Jack Kilby de Texas Instruments, inventó el primer circuito integrado de germanio que era factible de ser producido de manera económica por medio del uso del proceso planar desarrollado por Fairchild Camera e Instruments Company en 1960-1961. El cuadro 1 muestra una lista parcial de las innovaciones a los productos y a los procesos en la industria de los semiconductores desde 1947 a 1981. Algunas de estas innovaciones son hitos de gran originalidad e influencia en el progreso técnico para productos y procesos, mientras que otros son cambios importantes de gran valor comercial. La selección de innovaciones es una tarea riesgosa porque es difícil establecer el comienzo exacto de un proceso innovativo. El propósito del cuadro es mostrar la naturaleza compuesta del progreso y del impresionante conjunto de cambios importantes durante los últimos 30 años.

En forma paralela a estos cambios, ha habido otras importantes innovaciones en electrónica de consumo, las computadoras, las aplicaciones militares, las telecomunicaciones y los instrumentos. El momento en que fue descubierto el transistor de punto de contacto de germanio, el Integrador y Computador Numérico Electrónico (ENIAC-1946), con 18.000 tubos, señaló el comienzo de la era de la computadora. Las computadoras transistorizadas entraron en el comercio en 1958 y las de circuito integrado en 1963-1964.

Los cambios acumulativos durante la década de los 60 condujeron al desarrollo de la microprocesadora que es la Unidad Procesadora Central (CPU) de una microcomputadora. Esta unidad es una extensión del circuito integrado que se usa en los sistemas lógicos programados (PLA's) que son circuitos lógicos de cableado rígido. La demanda de circuitos complejos a fines de la década de los 60, la creciente disponibilidad de la Integración a Gran Escala (LSI), de los Semiconductores de Oxido Metálico (MOS), y de las tecnologías bipolares llevaron al diseño de componentes de propósitos más generales. La primera microprocesadora la desarrolló Intel en 1971 para el mercado de las calculadoras y esta microprocesadora integraba todas las funciones aritméticas dentro de una única microprocesadora MOS/LSI. Hay un desarrollo relacionado con esta primera microprocesadora y es el de una microcomputadora que consiste de una o más microprocesadoras, componentes de apoyo y dispositivos discretos necesarios para producir una computadora programable. El tipo de aplicaciones determina la complejidad de la microprocesadora, el diseño y los componentes de la microcomputadora (MC). En 1975 Intel produjo una microcomputadora en una microprocesadora. El desarrollo de la microprocesadora (MP) en muchos aspectos ha tenido un impacto más profundo que los primeros desarrollos de la década de los 1950 y de los 1960, a pesar de que ni la MP ni la MC hubieran sido posibles sin estos desarrollos anteriores.

Para finales de la década de los 1970 la industria de los semiconductores no fabricaba sólo componentes discretos, circuitos integrados y dispositivos optoelectrónicos sino también computadoras, a causa de las tendencias económicas y tecnológicas.

Es esta convergencia tecnológica la que hace que la definición de la industria sea difícil. Por ejemplo, el diseño actual de circuitos depende cada vez más de los lenguajes de computadora que a su vez, es en su mayor parte un área de la industria de las computadoras. Al mismo tiempo que los sistemas modernos de conmutación de telecomunicaciones consisten en su totalidad en computadoras. Esta convergencia sugiere que cualquier enfoque de política referente a los semiconductores necesariamente incluiría muchos otros sectores de la industria electrónica.

A medida que el nivel de integración de los componentes electrónicos va en aumento, ocurren dos efectos importantes. Primero, el factor económico (precio/rendimiento) de los dispositivos aumenta con una disminución importante en el costo por función. Esto por sí mismo, aumenta su fuerza de penetración y las áreas de aplicaciones. En segundo lugar, con la creciente

Diagrama

Lista parcial de las más importantes invenciones e innovaciones de productos y procesos en la industria de los semiconductores, 1947-1974

| <u>Innovación</u> | <u>Principal fca. responsable</u> | <u>Año</u> |
|---|---|------------|
| Transistor de punto de contacto | Bell Laboratories (primera demostración) | 1947 |
| Desarrollo de cristal único (germanio) (proceso) | Bell Laboratories | 1951 |
| Refinamiento de zona (proceso) | Bell Laboratories | 1951 |
| Transistor desarrollado de juntas | Bell Laboratories | 1951 |
| Desarrollo de cristal único (silicio) (proceso) | Bell Laboratories | 1951 |
| Transistor de junta de aleación | General Electric Corp. | 1951 |
| Compuestos 3-5 (proceso) | Siemens | 1951 |
| Grabado a chorro (proceso) | Philco Corp. | 1953 |
| Transistor de barrera de superficie | Philco Corp. | 1954 |
| Transistor de junta de silicio | Texas Instruments | 1954 |
| Máscaras de óxido y difusión | Bell Laboratories | 1955 |
| Transistor difuso | Bell Laboratories/Texas Instruments | 1956 |
| Rectificador controlado de silicio | General Electric Corp. | 1957 |
| Transistor de efecto de campo de juntas | CPH General Electric Corp. - France (Primera demostración) (patente dada a RCA en 1957) | 1958 |
| Diodo de túnel | Sony | 1958 |
| Transistor de proceso planar | Fairchild Camera and Instrument Corp. | 1960 |
| Proceso epitaxial | Bell Laboratories | 1960 |
| Transistor epitaxial | Bell Laboratories | 1960 |
| Circuito integrado | Texas Instruments (solicitud de patente en 1958) | 1960 |
| | Fairchild Camera and Instrument Corp. (producción de volumen) | 1961 |
| Empaque plano (paquete) | Texas Instruments | 1962 |
| Transistor MOS | Fairchild Camera and Instrument Corp. | 1962 |
| Circuito integrado DTI | Signetics Corporation | 1962 |
| MOSFET (transistor de efecto de campo MOS) | RCA | 1962 |
| Circuito integrado TCTL | Pacific (TRW) | 1962 |
| Diodo Gunn | International Business Machines Corp. | 1963 |
| Conductor de haz (proceso) | Bell Laboratories | 1964 |
| Circuito integrado TTL | Pacific (TRW) | 1964 |
| Diodos emisores de luz (LEDs) | Texas Instruments | 1964 |
| Paquete dual en línea (paquete) | Fairchild Camera and Instrument Corp. | 1964 |
| Método flip-chip (paquete) | IBM | 1964 |
| Implantación de iones | Bell Laboratories en 1952. Primer uso comercial Ion Physics Corp. | 1967 |
| Aislante de difusión de colector | Bell Laboratories/Philips | 1969 |
| TTL Schottky | Texas Instruments | 1969 |
| Burbuja magnéticas | Bell Laboratories (comercial/Texas Instruments-1977) | 1969 |
| MOS complementario | RCA Corp. | 1969 |
| Dispositivo deople cargado | Bell Telephone Laboratories/Fairchild Camera and Instrument Corp. | 1970 |
| Silicio en zafiro | RCA | 1970 |
| Transportador de microprocesadora de cerámica (paquete) | CM Corp. | 1971 |
| Microprocesadora de 4 bits | Intel Corp. | 1971 |
| Lógica de inyección de integración | IBM/Philips | 1972 |
| Memoria rígida corregible eléctricamente programada (EPROM) | Intel Corp. | 1972 |
| Circuitos integrados a gran escala | Intel Corp./Texas Instruments | 1972 |
| Microprocesadora de 8 bits | Intel Corp. | 1972 |
| Sistema de proyección óptica directa sin contacto (proceso) | Perkin/Elmer Corporation | 1973 |
| Microprocesadora única de 16 bits | National Semiconductor | 1974 |
| Sistema de exposición de haz de electrones | Bell Laboratories | 1974 |

Cuadro 1 (cont.)

| <u>Innovación</u> | <u>Principal Cía. responsable</u> | <u>Año</u> |
|--|---|--------------|
| Microcomputadora única de 8 bits | Intel Corp. (patente solicitada por Texas Instruments en 1971) | 1975 |
| Memoria 16K | Intel Corp. | 1977 |
| Máquina Mann 485 paso-directo-a-chapa (proceso) | ECA Corporation | 1977 |
| Sistema litográfico radiográfico | Nippon Telephone and Telegraph/Nikon (primer cautivo comercial) | 1978 1979 |
| Microcomputadora microprocesadora única de 16 bits 64K RAM | Texas Instruments (no cautiva) IBM (cautiva) | 1979 |
| Microprocesadora de 32 bits | Intel Corp. | 1981 |
| 256 RAM | Hitachi/Fujitsu (muestras) | 1982 |

Fuente: Este cuadro está basado en un número de fuentes que incluyen los últimos anuncios. A continuación se proporciona la lista de las fuentes principales y su información ha sido corregida según lo que parece ser, hasta donde sabemos, las fechas correctas después de llevar a cabo verificaciones exhaustivas.

John E. Tilton, "Difusión internacional de tecnología: El caso de los semiconductores", Washington, D.C., the Brookings Institution, 1971, págs. 16-17. Anthony M. Golding, "La industria de los semiconductores en Gran Bretaña y los Estados Unidos; estudio de los casos de innovación, crecimiento y difusión de tecnología", no publicada D. Phil. Tesis, Sussex, Inglaterra: Universidad de Sussex, 1971, pág. 81. William F. Finan, "Transferencia internacional de tecnología a través de firmas basadas en los Estados Unidos", estudio no publicado, New York: Oficina Nacional de Investigación Económica, octubre de 1975, págs. 33-36.

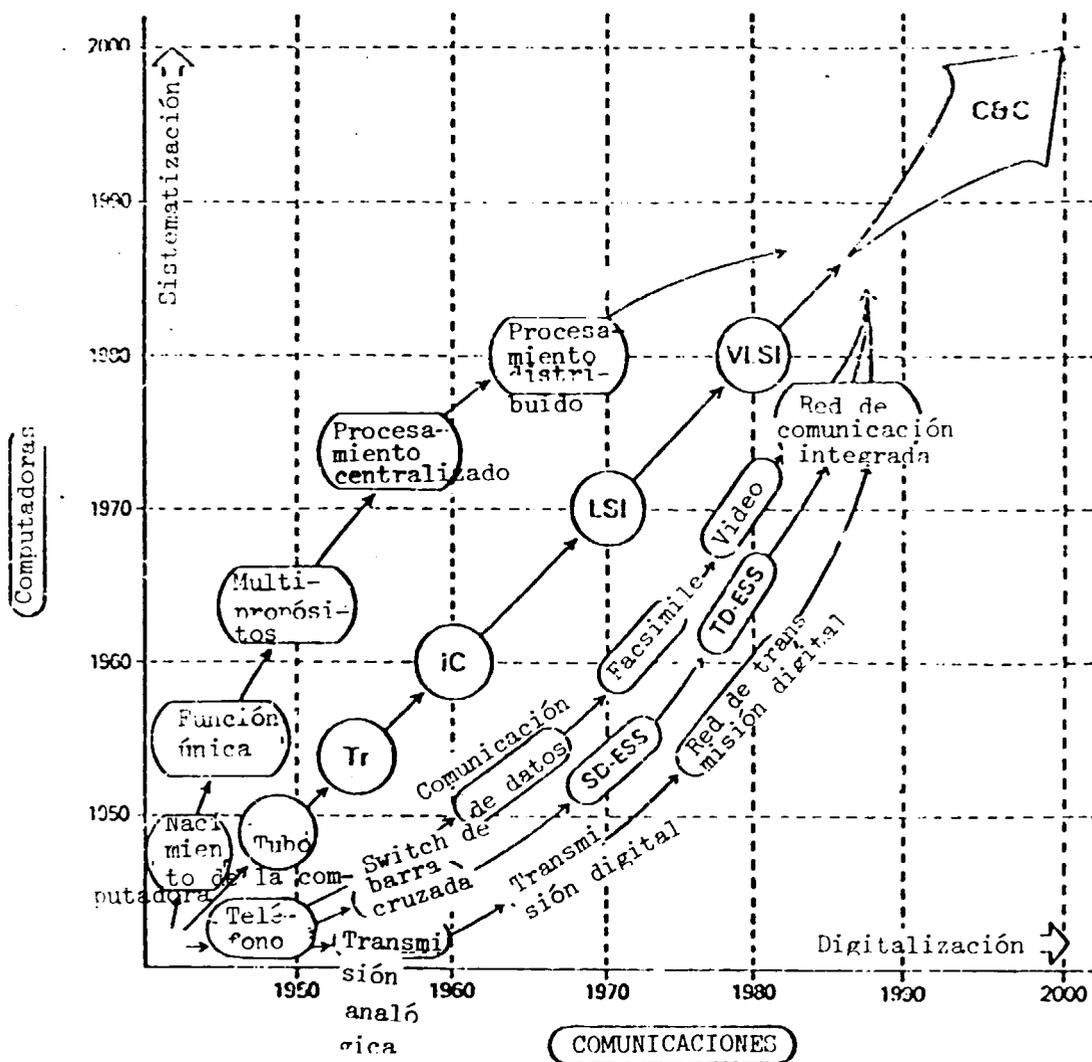
E. Braun y S. MacDonald, "Revolución en miniatura", Cambridge University Press, 1978. Electrónica internacional, "Era de innovación", McGraw-Hill, 1981.

integración, los componentes se convierten en sistemas por derecho propio y a su vez están sujetos a ser programables. En otras palabras, hace diez años un transistor era considerado un componente. En la actualidad es un elemento entre miles en una microprocesadora, la cual, a su vez, es considerada un componente. El efecto importante de este proceso es que, a medida que el nivel de integración aumenta, con todos sus efectos en el factor económico y el rendimiento, la convergencia entre computadoras, telecomunicaciones y componentes aumenta también. Esto se puede ver ilustrado en la Figura I.

El cambio tecnológico produce por lo tanto, un cambio en la perspectiva de la electrónica y altera la estructura de la industria misma, transformándose en un complejo de información o informática.

Además, la industria, para ser viable, necesita mercados mundiales y tener alcance mundial. Así, a diferencia del pasado, el proceso de difusión de la tecnología es más rápido.

Figura I. Convergencia de componentes, computadoras y comunicaciones



Fuente: Kobayashi, Koji. "La industria telefónica japonesa en el año 2000" en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), ITT Foro Mundial de Telecomunicación, Parte 1, pág. II, 6.4.UIT, Ginebra, 1979.

III. AREAS DE APLICACION

Para entender debidamente la importancia de la electrónica es necesario hacer una breve revisión de sus áreas de aplicación. Esta revisión se puede hacer por medio de una lista de sectores que tienen probabilidades de ser afectados. Es preferible sin embargo, hacer un corte horizontal a través de las actividades económicas para entender mejor las aplicaciones actuales y posibles.

a) Cambios en los productos

Debidos a un o a una combinación de los siguientes factores:

- a) Reemplazo de componentes mecánicos (e.g. relojes);
- b) Reemplazo de componentes electromecánicos (e.g., calculadoras, registradoras, máquinas vendedoras);
- c) Reemplazo de componentes eléctricos y electrónicos antiguos (e.g., computadoras, sistemas de conmutación, terminales, aparatos de TV);
- d) Actualización de productos tradicionales y aumento de capacidad por medio de la adición de controles electrónicos (e.g., procesadoras de palabras, máquinas herramientas);
- e) Productos nuevos (e.g., habla y deletrea).

Esta lista implica a muchos sectores industriales que van desde la ingeniería de precisión hasta la electrónica y el equipo de oficina. El hecho más importante es el impacto en las así llamadas áreas tradicionales como la ingeniería de precisión. El ejemplo clásico aquí es lo que sucedió a la industria de relojes de pulsera y de pared y cómo la industria está aún cambiando mucho a medida que se añaden nuevas características y elementos a la función tradicional del reloj de pulsera. Hay un factor importante en el caso de los cambios en los productos; este factor es que el proceso de fabricación cambia y también lo hacen muchas de las actividades comerciales que rodean el proceso de fabricación, como la mercadotecnia y la posición estratégica de compañías o países. Ilustremos esto aún más con los ejemplos de los relojes y las registradoras. El cuadro 2 muestra como las diferentes funciones vitales en un reloj de pulsera que son desempeñadas por componentes mecánicos han sido reemplazadas por componentes electrónicos.

Es innecesario decir que el proceso ha cambiado totalmente, y que la mayor parte del valor que se le añadió, especialmente a los relojes de pulsera baratos, fue transferido al fabricante de los componentes electrónicos. Se puede aplicar el mismo proceso de sustitución a muchas áreas de la ingeniería

de precisión como las máquinas de coser, los mecanismos de control, el equipo de télex, taxímetros, instrumentos, balanzas, máquinas vendedoras, equipo del punto de venta y muchos otros.

Es de interés adicional en el caso de los relojes de pulsera que la estructura de mercadotecnia, las características de la fuerza de ventas y del mantenimiento han cambiado por completo. El reloj de pulsera, desde ser un artículo de lujo, se convirtió en un producto de consumo que se vende en grandes cantidades en tiendas generales en lugar de relojerías especializadas. (Ver cuadro 2).

El reloj de pulsera sin embargo, sigue en esencia proporcionando el mismo servicio con algunos añadidos (e.g. zonas de tiempo, reloj marcador para deportistas o calculadora); en otros casos la función que se ha agregado ha cambiado también la naturaleza misma de las operaciones del producto. La caja registradora electrónica es un buen ejemplo de esto último. Una vez que la registradora de ventas se ha vuelto electrónica, es posible hacer con ella muchas cosas nuevas, no sólo en el punto de venta, como sacar los totales y subtotales consolidados, sino ir bastante más lejos. Si se marcan los artículos para ser reconocidos por medio de analizadoras ópticas o de láser, las posibilidades son aún mayores. De hecho, la registradora de ventas electrónica puede actualizar minuto a minuto los movimientos generales de bienes, tipo de bienes que se venden, los gastos promedio del cliente, etc. Las diferentes funciones que puede desempeñar dependen, por supuesto, del grado de sofisticación del equipo. Si se encuentra conectada con la computadora del negocio, se pueden consolidar las cifras y conocerse los niveles de ventas instantáneamente haciendo además pedidos automáticos en caso necesario al almacén general, a los proveedores y distribuidores.

Todo esto nos ha llevado a importantes cambios en las ventas al detalle; tal vez lo más importante en el futuro sea que, una vez que las tiendas al detalle estén ya en línea, especialmente los supermercados, no hay razón para que no puedan proporcionar estas mismas tiendas, por ejemplo, servicios financieros o de agencias de viajes (como ya lo hacen algunas).

Brevemente, la sustitución de componentes mecánicos por componentes electrónicos en las registradoras las convierte en una terminal de anotación o registro de datos y no sencillamente una máquina sumadora. Esto obliga a los productores a proporcionar compatibilidad superior, capacidad para interconectarse por medio de las telecomunicaciones, y en el futuro, para entregar

Cuadro 2

Comparación del reloj de pulsera mecánico, analógico y digital*

| | Base tecnológica | No. de componentes | No. de funciones | Base de tiempo | Fuente de energía | Transmisión | Apariencia |
|------------------|---|--------------------|---|---|-------------------|--|---|
| <u>Mecánico</u> | Ingeniería de precisión | 100+ | Hora/día/fecha | Rueda espiral de balance de más o menos 4 x's por segundo | Resorte tenso | Conjunto de piñones y ruedas | Mancuernas/Carátula |
| <u>Analógico</u> | Ingeniería de precisión/ Circuitos integrados | Como 15 básicos | Hora/día/fecha/ otros | Cristal de cuarzo que vibra a alrededor de 32.768 veces por segundo | Pilas | Motor sincronizado con el conjunto de piñones y ruedas | Mancuernas y carátula |
| <u>Digital</u> | Circuitos integrados; apariencia de cristal líquido | Como 6 básicos | Hora/día/fecha/ calculadora/ marcador deportivo/ despertador/ segundero/ otros | Cristal de cuarzo que vibra a más o menos 32.768 veces por segundo | Pilas | Conductores y circuitos integrados | Cifras en carátula de cristal líquido (LCD) |

* Aquí se consideran sólo las principales características, la joyería no está incluida.

Fuente: Entrevistas a industria.

productos más interactivos, con la capacidad de verificar los registros de crédito en el momento o transferir fondos directamente al banco de la tienda. Así el productor necesita ofrecer compatibilidad de sistemas y para poderlo hacer, su producto tendrá que ser parte de un sistema total. Se verá obligado a aumentar su base de conocimientos y de su producto y por lo tanto, su estrategia y concepto del negocio. Por otra parte, las nuevas capacidades de las registradoras obligan a los proveedores de bienes a marcarlos de manera compatible con el sistema y también a ofrecer registro de computadora para los pedidos que vienen de las diferentes tiendas. Este tipo de reacción o efecto en cadena se está volviendo típico de los cambios actuales, como sucede también con las tendencias en equipo de automatización de oficinas.

El ejemplo de las registradoras es conceptualmente aplicable a muchas otras áreas. Un caso de éstos son las máquinas herramientas en donde, una vez que el control está computadorizado, la compatibilidad hacia arriba es sencillamente cuestión de tiempo.

La conexión con las bases de datos para máquinas herramientas será realidad para fines de 1984 y CDC ya ha ofrecido a los Estados Unidos, Gran Bretaña y República Federal de Alemania servicios CAD/CAM de tiempo compartido por teléfono, lo cual hará que estas herramientas altamente sofisticadas estén al alcance de pequeños y medianos productores. Este es el fenómeno de convergencia en el cual los componentes, las computadoras y las telecomunicaciones trabajan unidos en un sistema único. En el futuro, será difícil determinar en dónde se está llevando a cabo un procesamiento a causa de la proliferación de redes dedicadas con valor agregado.

Cuando los productos cambian, ha habido dos importantes efectos económicos inducidos por la tecnología. El primero, como dijimos antes, es la transferencia de valor agregado para el fabricante de componentes para que, cuando 300 diminutos elementos mecánicos de una máquina de coster son reemplazados por una microprocesadora, se pierde el valor agregado obtenido por la fabricación y montaje de los mismos. Lo mismo pasa con el desarrollo de circuitos electrónicos para reemplazar las piezas mecánicas o electromecánicas en cámaras, juguetes, dispositivos de control, etc. Este tipo de productos frecuentemente requieren circuitos hechos a la medida que solamente se pueden producir de manera económicamente favorable en grandes cantidades. Sin

embargo, actualmente es posible producir, por medio de una técnica conocida como Sistemas Lógicos No Específicos (Uncommitted Logic Arrays o Gate Arrays) para producir de manera económicamente favorable cantidades pequeñas de circuitos hechos a la medida. Al mismo tiempo, se imprimen cantidades crecientes de instrucciones dentro de los circuitos mismos en forma de firmware haciendo así que los diferentes tipos de circuitos (e.g., ROMs) vayan saliendo hechos también a la medida. Esto aumentará el valor que se integre dentro de los componentes, y a medida que se convierten en sistemas a través de Integración a Gran Escala, la incorporación de valor agregado será aún mayor. Este es una de las razones por las cuales los fabricantes de componentes prefieren fabricar sistemas; Intel es el último caso en que esto sucedió. A medida que las funciones se van incorporando en componentes y se van haciendo más económicamente favorables, las compañías no pueden percibir ingresos únicamente a partir del hardware.

El segundo efecto es que, a medida que la integración va aumentando, también lo hace la incorporación de tecnología por medio de, esencialmente, dos mecanismos: a) la complejidad de la fabricación de componentes y b) la necesidad de conocimientos de sistemas y de diseño. Este tipo de tecnología es esencialmente "intangibile", adquirido por medio de procesos de aprender-haciendo y de formas de organización. Frecuentemente este conocimiento se clasifica como secreto y no patentable.

B. Cambios en procesos

En muchos casos, no ocurren cambios importantes en los productos, pero el proceso de fabricación sí llega a alterarse de manera importante. Este es el caso de los automóviles, ropa, zapatos y artículos de cuero y las industrias procesadoras de madera. Los cambios básicos ocurren:

- a) A través de la incorporación de funciones y capacidades en el equipo, (e.g., máquinas-herramientas controladas por computadora y robots);
- b) Por la creciente complejidad, flexibilidad, y capacidad de los sistemas de control y de los dispositivos de monitoreo para la producción continua (e.g., el uso de métodos de fabricación con ayuda de computadora (CAM) y de diseño con ayuda de computadora (CAD)).

La consecuencia en esencia es una: que se permiten mayores niveles de flexibilidad en el proceso de fabricación, y también la posibilidad de automatizar funciones que anteriormente sólo podían ser desempeñadas por seres humanos. A medida que la "inteligencia" del equipo aumenta, las posibilidades de sustitución y mejora del trabajo humano aumentan también.

La fabricación flexible es posible por la programabilidad de las máquinas o de procesos enteros en los casos en los cuales lo que se cambia es el programa y no la máquina, cuando se necesite otro tipo de especificaciones. Hay una combinación muy poderosa en estos casos y es el CAD/CAM (Diseño Ayudado con Computadora/Fabricación Ayudada con Computadora) lo cual permite mayor flexibilidad y también una más corta transición entre las etapas de diseño y producción. En última instancia, el objetivo son los procesos que se auto-optimizan, por medio de los cuales se automatizan los pedidos de suministros al almacén y también los procesos de fabricación y envío. El área de talleres estará a su vez interconectada con el área profesionales-empleados y será difícil distinguir entre las dos. Con frecuencia se compensa la falta de capacidad de las máquinas con cambios en el producto que manejan para permitir la automatización. En esta forma, la mayoría de los colores de los productos del área de talleres no son apropiados para la visión de los robots y se usa por lo tanto un proceso de coloración determinado en lugar de mejorar la visión del robot, que tecnológicamente, es mucho más complicado.

Los procesos actuales son muy apropiados para la producción en lotes, esto es, la producción de pequeñas cantidades en forma continua con cambio de especificaciones. La programabilidad en este caso mejora la utilización de la máquina y reduce considerablemente el tiempo muerto. Esto permite la producción en masa con economías de alcance (individualizar artículos) en lugar de las tradicionales economías de escala.

Más importante aún para el futuro es la automatización del montaje en lugar de las simples operaciones de fabricación. Esta es el área que cubre la mayor parte del costo y mano de obra de los procesos de fabricación y se están haciendo grandes esfuerzos para automatizarla, especialmente con el uso de robots. Todos los productores de robots tienen la vista puesta en este sector, dado que es el que promete ser el que tendrá mayor crecimiento.

Las áreas principales de tecnologías de proceso con desarrollos muy importantes en la actualidad y para el futuro son:

- Diseño de Ayuda de Computadora (CAD)
- Fabricación con Ayuda de Computadora (CAM)
- Tecnología de Grupo y Celdas de Fabricación
- Inspección Automática
- Almacenamiento Automático
- La Tecnología de Los Robots.

Todo esto significa que el proceso de fabricación se está convirtiendo lentamente en un proceso en el cual, lo más importante es la utilización del uso del equipo y del capital. Esto ya sucedió en las plantas químicas como en las plantas petrolquímicas, pero ahora se está generalizando en muchos otros sectores de la industria. Esto explica los esfuerzos por trabajar para operar las plantas en tres turnos; el tercer turno trabaja automáticamente. Y este sencillamente es un reconocimiento de que la producción es, en gran medida, el resultado del capital y no el resultado del otro factor, como la mano de obra por ejemplo. Desde el punto de vista histórico, esta tendencia se hizo evidente primero que nada en la agricultura. Pero a medida que aumenta la intensidad del capital, hay también economías de capital por unidad de producción, por un número de razones. Entre las más importantes se encuentran: mayor poco tiempo muerto del equipo, menor tiempo empleado en el transporte o movimiento de cosas en el taller, utilización de las dimensiones de las existencias por medio de rotación rápida, resistencia a la obsolescencia del equipo debido a programabilidad y en muchos casos la posibilidad de automatización rápida eliminando procedimientos caros de error y prueba y de eliminación de defectos, típicos del equipo construido al-hoc.

Como comentario general en el área de la tecnología de procesos, es necesario señalar que bajo condiciones de bajo crecimiento, se está enfocando mucha más atención hacia las áreas de fabricación debido a las limitaciones en los costos y a la competencia. En la era de alto crecimiento, las áreas de mercadotecnia y finanzas se encontraban mucho más arriba en la lista de las prioridades administrativas y fue posible que ocurriera una baja prioridad en fabricación. Con creciente frecuencia en los países desarrollados, especialmente debido al éxito de Japón en la tecnología de procesos, se están enfocando crecientes esfuerzos, investigación y desarrollo y fondos hacia esta área y se ven ya resultados evidentes en la racionalización de compañías automotrices, generalmente al frente en el proceso de automatización.

C. Trabajo de oficina

Parte de la "cultura industrial" es la división de actividades comerciales en talleres y trabajo-de-oficina (trabajadores de camisa blanca o de camisa azul). Desde el punto de vista de la tecnología, esta distinción será cada vez más difícil de hacer. Parte de la razón es que la tendencia es hacia manejar negocios singulares con un circuito cerrado de información. Por lo tanto, se podía decir que la automatización en fabricación y la automatización en la oficina son transiciones hacia los "sistemas comerciales integrados", lo

cuales es posible ahora vislumbrar por medio de la tecnología de información. Además la mezcla de capacidades ya cambiada en el taller está haciendo que la distinción entre los estratos de la empresa se haga socialmente difícil. La transición será larga, pero la tendencia ya empezó a existir.

El llegar a un cierto grado de automatización en la oficina es posible hoy en día:

- a) Por medio de mayor automatización de trabajo formalizado (e.g., procesamiento de datos y procesamiento de palabras);
- b) Aumentando la independencia de los canales tradicionales de flujo de información para aquellos que trabajan en un medio ambiente menos formalizado (e.g., sistemas en línea).

La importancia de la automatización de oficina se ve en dos hechos muy distintos entre sí. Primero que es poco probable que se llegue a aumentos importantes de productividad de las actividades únicamente de fabricación, y tradicionalmente, las actividades de oficina siempre han estado atrasadas en productividad. Además, la mayoría, o si no la mayoría, un número creciente de personas se dedican al trabajo de oficina. En segundo lugar, que el sector de oficinas se encuentra subcapitalizado, con inversiones por trabajador en una proporción de 1 a 30 comparadas con las del área de fabricación.

La búsqueda de la productividad comercial total justifica la frenética búsqueda de automatización llevada a cabo para el área de trabajo de oficina. Todavía no es claro cuál es el impacto exacto que la automatización del trabajo de oficina tendrá en la productividad en general, ni es clara tampoco la influencia sobre la situación de las empresas. Lo que sí es claro sin embargo, es que el trabajo de oficina consiste mayormente de manejo de información y su procesamiento y por lo tanto es muy apropiado para las características de la tecnología de información.

Es innecesario decir que los cambios en el trabajo de oficina afectan a todos los sectores independiente de sus actividades. La velocidad de difusión de la tecnología es sin embargo diferente, más que nada, porque no se puede percibir con claridad cómo podría afectar la capacidad para competir y también por el número de barreras culturales y sociales.

En las áreas en donde son necesarias las respuestas rápidas, servicio al cliente o hay grandes cantidades de actividades rutinarias, la difusión es rápida. El uso de procesamiento distribuido, computadoras de escritorio baratas y procesadores de palabras económicos, aumentará aún más la penetración de la automatización del trabajo de oficina a medida que aumenta la cohesión del equipo.

Es de importancia crucial para la automatización de la oficina la compatibilidad del equipo y su capacidad para comunicarse. En este aspecto, la infraestructura de las telecomunicaciones se encuentra retrasada de las actuales capacidades del equipo. El uso de los cables coaxiales y de la fibra óptica alterarán, en el futuro próximo, este aspecto en gran medida en muchos países desarrollados.

D. Flujos de servicios e información

Las aplicaciones de tecnología de información en esta área son tal vez las más evidentes aunque al mismo tiempo son las más complejas.

Los cambios en los servicios ocurren:

- a) Permitiendo la transportabilidad de los servicios (e.g., bancos);
- b) Aumentando el auto-servicio (e.g., gasolineras);
- c) Por medio del creciente reemplazo de servicios de ser humano a ser humano por servicios proporcionados por aparatos (hay muchos ejemplos aquí que nos llegan del pasado, como la sustitución de los servicios de lavandería por máquinas lavadoras; un ejemplo muy claro ahora son las reducciones de requerimientos de mantenimiento debidas a los sistemas de auto-diagnóstico y reparaciones modulares);
- d) Desarrollo de servicios nuevos (e.g., teletexto)

Los cambios en los flujos de información ocurren:

- a) Por medio de la extensiva digitalización de todos los tipos de señales (e.g., redes digitales);
- b) Por medio del uso de vastas redes para transferir, procesar y recuperar información (e.g., interfases computadoras-telecomunicaciones (telemática)).

La característica esencial de cambios en los servicios es que por primera vez en la mayoría de los casos, muchos servicios se convierten en transportables y esto a su vez, crea la posibilidad de grandes números de servicios nuevos. Esto por supuesto, además de los cambios dentro de la producción de los servicios mismos a través de la automatización del trabajo de oficina o más auto-servicio. Por lo tanto hoy es posible transportar el contenido de una biblioteca, usando las telecomunicaciones, a cualquier parte. Igualmente, un servicio bancario se puede transportar a un centro comercial o a muchos otros lugares utilizando los puntos de cajeros automáticos conectados con la computadora del banco central para verificar el estado de cuenta, o en el futuro, el tele-banco. A medida que el costo de las comunicaciones disminuye, la cantidad de servicios a transportar aumenta. Por analogía, se trata de un proceso similar al que tuvo lugar cuando surgió el barco de

vapor que, al disminuir el costo del transporte, fue posible transportar grandes cantidades de carga y transporte a granel de manera económica. La consecuencia fue que las ventajas comparativas internacionales en la producción de bienes se hicieron muy evidentes una vez que el costo de los transportes ya no constituyó una barrera "natural". Igualmente, a medida que los costos de telecomunicación disminuyen, se hace evidente la ventaja comparativa en la producción de servicios, especialmente los de información intensiva. Un caso son los servicios de tiempo compartido, las bases y los bancos de datos, las bibliotecas electrónicas y los servicios de teletexto. Esto añade una nueva dimensión al comercio internacional en servicios para el cual, ni el sistema legal internacional ni los elaboradores de políticas están preparados aún. Los cambios en servicios mencionados, son aquellos relacionados con bienes (e.g., seguros), y también los servicios "puros" (e.g., bases de datos).

Se debe recordar que los cambios en servicios ocurren dentro del contexto del creciente "contenido de servicio" de las actividades manufactureras y se debe recordar también que crecen los servicios en el sentido tradicional de "sector terciario". El ejemplo que usamos antes sobre las máquinas registradoras, es una buena ilustración del "contenido de servicios" de las actividades manufactureras. La tendencia en máquinas-herramientas es similar. Con las computadoras, la tendencia ha sido clara durante varios años. Es probable que se repita este patrón con muchos productos a medida que se van electrificando. En este momento, hoy en día el costo del hardware disminuye según se le compare con el costo total de sistema, según se ve a continuación. (Ver cuadro 3).

Cuadro 3
Software como porcentaje del costo de sistemas de
microcomputadoras grandes

| <u>Año</u> | <u>Hardware</u> | <u>Desarrollo del software</u> | <u>Software mantenimiento</u> |
|------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1970 | 55% | 24% | 21% |
| 1975 | 45 | 30 | 25 |
| 1980 | 35 | 33 | 32 |
| 1985 | 30 | 35 | 35 |

Fuente: Creative Strategies International, 1981.

El aumento más importante, según se puede ver en el cuadro, se concentra en el mantenimiento del software, que es un servicio recurrente y el costo variable para el usuario final. Además nuevos "servicios" están emergiendo rápidamente por medio del uso de cables de TV, equipo audiovisual más portátil y económico, estaciones satélite-tierra baratas, computadoras en el hogar y redes locales o nacionales.

Es difícil hoy en día disociar los cambios en los servicios y las telecomunicaciones; ambos se encuentran estrechamente relacionados. La digitalización de flujos de información, el desarrollo de poderosas redes de valor agregado, emisión directa por satélite, y los satélites de procesamiento y comerciales, necesariamente alterarán las ventajas comparativas en determinadas áreas, notablemente los servicios. Desde el punto de vista de la política, esta área presenta un número creciente de problemas que van desde las barreras arancelarias y no arancelarias para servicios, hasta la distribución de frecuencias en el espectro de radio. Esto va más allá del propósito de esta ponencia, pero es suficiente decir que ya no es viable, ni siquiera aceptable, diseñar políticas de manera fraccionaria o desordenada debida a la interconexión técnica tanto como de política de las diferentes áreas. Esto presenta un claro desafío a la planeación tradicional y a los métodos de política industrial y requiere un enfoque mucho más orgánico.

Las áreas de aplicación que se describen produjeron un "efecto de jalón" sobre por lo menos, las siguientes áreas, aparentemente no relacionadas entre sí:

- Materiales (e.g., cristales, plásticos, fundiciones);
- Sensores y activadores;
- Motores eléctricos (e.g., miniaturización y desempeño);
- Desempeño de fuentes de energía (e.g., pilas, baterías);
- Periféricos (e.g., impresores, graficadores, impulsos de disco);
- Sistemas de exhibición (e.g., C.R.T., exhibiciones de plasma);
- Desempeño de piezas mecánicas (e.g., cojinetes de rodamiento, litografía de mantenimiento);
- Transmisiones de comunicación (e.g., cables coaxiales, fibras ópticas, tecnología láser).

Estas áreas ilustran únicamente los cambios relacionados, pero de ninguna manera abarcan todas las alteraciones posibles.

En esencia, lo que está ocurriendo desde el punto de vista de los países en vías de desarrollo, es que las industrias tradicionales que en un momento dado se pensó transferir a los países en vías de desarrollo, pueden ser potencialmente viables en los países avanzados. Esto se hizo ya evidente en áreas tales como el montaje de componentes de semiconductor y podría también suceder en otras áreas. Esto ocurre mientras que, al mismo tiempo, una creciente concentración y también transnacionalización de servicios de "información intensiva" ocurre.

Dado que los cambios actuales están basados en sistemas y son intensivos en habilidades técnicas, se puede esperar una difusión disparada entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo. Históricamente, la revolución industrial mostró que el dominio de la tecnología era crucial para alterar lo que anteriormente se percibía como ventajas tradicionales.

Brevemente, el camino de la industrialización se está haciendo más estrecho dado que las opciones están disminuyendo a medida que los países avanzados se "re-industrializan".

IV. TAMAÑO Y ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA
DE LOS SEMICONDUCTORES

Los envíos a nivel mundial de los artículos producidos por la industria de los semiconductores representan en el año de 1981 alrededor de 20 mil y medio millones de dólares. Este es el pilar sobre el cual se basa el mercado electrónico mundial de 180 mil millones de dólares. El impresionante crecimiento de esta industria no tiene paralelo. El valor de los embarques de semiconductores hechos por firmas norteamericanas en 1952 fue de 19 mil millones. En 1981, se calculó que los embarques de los Estados Unidos de IC's solamente alcanzaron los 5.288 millones de dólares, o sea el 75% del total de los embarques de semiconductores americanos. (4). El cuadro 4 que sigue a continuación proporciona un resumen de los envíos de semiconductores a nivel mundial que se predicen para 1985 y el porcentaje del cambio anual.

Los segmentos de microprocesadoras y microcomputadoras de esta industria nacieron hace 10 años. En menos de diez años, la industria, a nivel mundial, sobrepasó la marca de los mil millones de dólares, o sea 1.244 millones en 1980. Se espera que crezca a alrededor de 5 mil millones de dólares para 1985, una tasa compuesta de crecimiento anual de 32%.

Hay muchos indicadores que reflejan estos cambios impresionantes, uno sumamente interesante es el consumo per cápita de IC en los países desarrollados que refleja, con más exactitud que las cifras totales del mercado, la fuerza de penetración de la tecnología así como la tasa de difusión. (Ver cuadro 5).

Cuadro 4

Embarques mundiales de semiconductores

| | <u>envíos en miles de millones (% subtotal*)</u> | | | | <u>Porcentaje</u> | <u>Annual de cambio</u> | |
|--------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------------|--------------|
| | <u>1979</u> | <u>1980</u> | <u>1981</u> | <u>1985</u> | | <u>79-80</u> | <u>80-81</u> |
| DISPOSITIVOS DISCRETOS | | | | | | | |
| Señal pequeña | 1,91 (38) | 1,98 (36) | 2,06 (35) | 2,62 (29) | 4 | 4 | 6 |
| Energía | 2,41 (48) | 2,61 (48) | 2,82 (48) | 4,41 (49) | .8 | 9 | 12 |
| Optoelectrónica | 0,71 (14) | 0,84 (15) | 0,97 (17) | 1,88 (21) | 18 | 15 | 18 |
| Subtotal, discretos | 5,03 (100) | 5,43 (100) | 5,85 (100) | 8,91 (100) | 8 | 8 | 11 |
| % del total de semiconductores | 36% | 31% | 29% | 19% | | | |
| CIRCUITOS INTEGRADOS | | | | | | | |
| Analógico | 1,90 (21) | 2,33 (19) | 2,69 (18) | 6,39 (17) | 23 | 15 | 24 |
| Bipolar digital | 2,33 (26) | 3,05 (25) | 3,47 (24) | 7,89 (21) | 31 | 14 | 23 |
| Digital MOS | 4,80 (53) | 6,75 (56) | 8,49 (58) | 24,00 (63) | 41 | 26 | 30 |
| Subtotal CI | 9,03 (100) | 12,13 (100) | 14,65 (100) | 38,28 (100) | 34 | 21 | 27 |
| % del total de semiconductores | 64% | 69% | 71% | 81% | | | |
| TOTAL | | | | | | | |
| SEMICONDUCTORES | 14,06 | 17,56 | 20,50 | 47,19 | 25 | 16 | 23 |

* Las fracciones del porcentaje se han redondeado.

** Tasa compuesta promedio anual.

Fuente: Mackintosh International citado en Financial Times, 1^o de julio de 1981.

Cuadro 5

Consumo IC per cápita

| | <u>1965</u> | <u>1975</u> | <u>1985</u> |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| EE.UU. | 0,3 | 5,7 | 15,9 |
| M.C. EUROPEO | ---- | 2,9 | 8,5 |
| Japón | ---- | 4,4 | 16,2 |

Fuente: Mackintosh, I., "Pronóstico de la inminente batalla intercontinental en LSI" en las publicaciones Mckintosh, "La microelectrónica en la década de los 1980", Luton, Inglaterra, 1979, pág. 66.

Los circuitos integrados (CI) son el semiconductor más importante y aquellos en los cuales se ha concentrado más cambio tecnológico. Representaron el 78, el 66 y el 62 por ciento del mercado de los semiconductores de los EE.UU., Europa y Japón, respectivamente.

Además de subrayar la creciente importancia de los CI, estas cifras también muestran más características fundamentales de las industrias electrónicas de cada área. Los Estados Unidos, por ejemplo, se han orientado más hacia la electrónica profesional en lugar de la electrónica del consumidor, lo cual explica la histórica tendencia a concentrarse en los CI. Los Estados Unidos tienen una casi abrumadora supremacía en la industria de la computación, la cual sigue siendo el cliente principal de los productores de CI. En contraste, Japón concentra en productos para el consumidor, aun cuando esto está cambiando considerablemente.

El segmento de mayor crecimiento dentro de los circuitos integrados son los componentes de las microprocesadoras y microcomputadoras así como de las memorias dinámicas. Este mercado, que no existía en 1971, alcanzó 1.240 millones de dólares en 1980. La importancia de las microprocesadoras consideradas aisladamente, es mínima dado que representa en 1980 sólo el 3% de los ingresos totales en semiconductores. (5) Sin embargo, cuando se toma en cuenta la generación total de los ingresos que resulta del uso de las microprocesadoras (componentes de apoyo, cartas, sistemas de desarrollo, software y capacitación), el total de la industria de las microprocesadoras/computadoras alcanza más o menos el 30% de las ventas en semiconductores.

El cuadro 6 muestra la tendencia y el desglose geográfico de los mercados.

Cuadro 6

Pronóstico geográfico del mercado a nivel mundial
ventas de microprocesadora/microcomputadora
microprocesadoras, cartas y sistemas
1980-1985

(Miles de millones de dólares de 1980)

| | 1980 | | Tamaño del mercado - consumidores | | | | 1984 | | 1985 | | Tasa de crecimiento | | |
|-------------------|-------------|------------|-----------------------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------------|------------|-----------|
| | \$ | % | 1981 | 1982 | 1983 | \$ | % | \$ | % | | | | |
| EE.UU. y Canadá | .74 | 60 | .95 | 55 | 1,20 | 52 | 1,42 | 49 | 1,75 | 47 | 2,27 | 45 | 25 |
| Japón | .18 | 14 | .29 | 17 | .41 | 18 | .56 | 20 | .78 | 21 | 1,11 | 22 | 44 |
| Europa occidental | .30 | 24 | .45 | 26 | .62 | 27 | .81 | 28 | 1,46 | 29 | 1,46 | 29 | 37 |
| Resto del mundo* | .02 | 2 | .04 | 2 | .07 | 3 | .11 | 3 | .15 | 4 | 0,20 | 4 | 58 |
| | <u>1.24</u> | <u>100</u> | <u>1,73</u> | <u>100</u> | <u>2,30</u> | <u>100</u> | <u>2,90</u> | <u>100</u> | <u>3,73</u> | <u>100</u> | <u>5,04</u> | <u>100</u> | <u>32</u> |

*Esto incluye a los países en vías de desarrollo y a las economías de planificación centralizada.

Fuente:: Creative Strategies International, 1981.

Además de la distribución de los mercados entre los países desarrollados, es importante darse cuenta que el resto del mundo representaba únicamente el 2% en 1980 y representará alrededor del 4% en 1985, 20 millones y 200 millones de dólares respectivamente. Esta categoría incluye a todos los países en vías de desarrollo así como a los de economías centralmente planificadas. Si se dispone de un desglose más detallado, probablemente mostraría que únicamente un puñado de países representan el grueso del mercado.

Hay otro elemento adicional que es importante en esta categoría de productos avanzados. Este elemento es la rápida obsolescencia y corto ciclo de producto que se observa cuando el mercado es separado por la arquitectura. (Ver cuadro 7).

Cuadro 7
Pronósticos de ingresos por arquitectura en
las microprocesadoras a nivel mundial

| | <u>1980</u> | <u>1985</u> | <u>Tasa compuesta de crecimiento anual</u> |
|----------|-------------|-------------|--|
| 4 - Bit | \$ 50 | \$ 60 | 4% |
| 8 - Bit | 105 | 184 | 12 |
| 16 - Bit | 38 | 391 | 59 |
| 32 - Bit | --- | 100 | 88 |
| Otros | 24 | 228 | 56 |
| Total | 217 | 963 | 35 |

Fuente: Creative Strategies International, 1981.

La microprocesadora de 4 - bit que abrió el campo en 1971, representó el 23% del mercado total de microprocesadoras en 1980, pero representará únicamente el 6% en 1985.

La industria de los semiconductores es un blanco en rápido movimiento. Los componentes más poderosos tienden a reemplazar más que a complementar los anteriores. El caso de las memorias es similar. El 4K RAM (Memoria Dinámica con Acceso Aleatorio), que representó un mercado norteamericano de \$91,5 millones en 1979, representará únicamente \$1 millón más o menos en 1984. El 64K RAM, basado en la tecnología VLSI, representó un mercado norteamericano de \$1,4 millones en 1979 y subirá hasta \$472 millones o más para 1984. (6)

En el contexto de una industria grande y creciente, la estructura ha cambiando considerablemente durante los últimos años y es probable que cambie aún

más en el futuro. Hoy en día la industria de los semiconductores se caracteriza por la presencia de grandes compañías integradas verticalmente que dominan el mercado mundial y pequeñas compañías innovadoras que explotan nichos especializados. Esto no fue lo que sucedió al principio de la década de los 70 cuando las compañías medianas y las pequeñas compañías innovadoras dominaron el mercado de CI a escala mundial.

Los productores de semiconductores se pueden dividir en productores cautivos que fabrican para satisfacer sus propias necesidades; los productores cautivos y de mercado, que producen para sus sistemas y venden también en el mercado libre, y finalmente, los productores de mercado que venden a la OEM's (fabricantes de equipo original).

El pensamiento básico aquí se concentra en los dos últimos grupos dado que los productores cautivos tienen una dinámica y un comportamiento muy propio de ellos, con procesos de diseño y fabricación específicos.

Los cambios más aparentes interrelacionados en la estructura de la industria, han sido la integración vertical; la concentración con gran número de adquisiciones de compañías y una cantidad creciente de conexiones y enlaces tecnológicos. Esto ha llevado a mayores obstáculos para la entrada.

Hay muchas razones para estos procesos, incluyendo elementos tecnológicos y económicos. El proceso de integración vertical se explica esencialmente por la necesidad de los fabricantes de componentes para avanzar hacia sistemas y éstos últimos avanzar hacia componentes. Los productores de semiconductores no pueden mantener los ingresos constantes únicamente por medio de los componentes. A medida que van progresando por la curva de aprendizaje, necesitan aumentar las ventas con igual rapidez que va disminuyendo el precio para mantener los ingresos dentro de un medio ambiente ferozmente competitivo. Además se maximizan los valores agregados y los ingresos por medio de la venta de cartas, sistemas y software, esto es, por medio de la venta de "soluciones" en lugar de la venta de componentes. Esto se va haciendo más complejo y aumentado por el crecimiento en el nivel de integración lo cual de facto implica que los productores de componentes ya están en los sistemas, como sucede en el caso de VLSI. Así, la tecnología y la economía obligan a los productores a avanzar de componentes hacia sistemas. De hecho los dos mayores productores de componentes (i.e., Texas Instruments y Motorola) generan menos de la mitad de sus ventas, de las ventas de componentes. La tendencia es similar con otros productores, el más reciente es el avance de

Intel hacia las minicomputadoras. Las implicaciones de este proceso son que, en el futuro, el productor independiente de componentes tenderá a desaparecer, a excepción de los nichos del mercado, dado que ellos serán en esencia, productores de sistemas. Intel se encuentra ahora en el área de las computadoras y comunicaciones de oficina (en acuerdo con Xerox y Digital), como sucede en el caso de Texas Instruments. En el caso de los productores de sistemas, la necesidad de individualizar su equipo y la cantidad creciente de firmware que entra en las microprocesadoras, los obliga a considerar detalladamente la fabricación de componentes. Así, las compañías que dependen mucho de los componentes han adquirido esta capacidad ya sea por medio de la compra de compañías como sucedió con United Technologies y General Electric o por medio del desarrollo de instalaciones cautivas, como en el caso de NCR y de ASUAG. Las razones para el desarrollo de instalaciones-cautivas está relacionado por supuesto, con el volumen de necesidades así como con la base tecnológica.

Además de la integración vertical, hay otro fenómeno estrechamente relacionado de concentración comercial.

El grado de integración vertical distingue a los productores japoneses, americanos y europeos, y explica con bastante claridad su comportamiento y estrategia. La industria japonesa se encuentra dominada por cinco compañías integradas verticalmente que producen productos terminados ya sea para los mercados profesionales o de consumidor. Los cinco principales productores de semiconductores en Japón tienen el 74% del mercado en 1979, y los diez principales, el 92% del mercado. Todos ellos, con excepción de OKI, son también las mayores compañías electrónicas de Japón. (7) En Europa la situación es similar a la de Japón, dado que los mayores productores son también los mayores fabricantes electrónicos y de ingeniería eléctrica, como Philips, Siemens, AEG-Telefunken y Thomson-CSF (parte del grupo Thomson-Brandt). La diferencia con el Japón es la fuerte presencia de los productores americanos y japoneses en el mercado europeo. Así, en 1979, los cinco principales productores tuvieron el 65% del mercado de los semiconductores, pero solamente los dos principales eran europeos; el resto eran compañías americanas. Los diez principales productores tenían el 78% del mercado, pero sólo cuatro son europeos, con compañías basadas en Europa, mientras que el resto son compañías americanas. En el caso de CI, los niveles de concentración son similares, con 51% en los cinco principales y el 77% en los diez principales, con una compañía japonesa entre ellos (NEC). (8) En los Estados Unidos la situación es más difícil de determinar, dado que toda la producción cautiva sería

más o menos el 36% de la producción total. Aquí hay compañías como IBM, AT and T, Burroughs, Digital y muchas otras. En el mercado abierto en 1979, los primeros cinco productores tenían el 53% del mercado, y los primeros diez, el 70%. (9) En los cinco primeros, sólo uno era una subsidiaria de propiedad extranjera (Fairchild, subsidiaria de Schlumberger y AMD que es propiedad en parte de Siemens (21%)). Entre los diez principales productores basados en los Estados Unidos, tres son parte de compañías verticalmente integradas, ya sea como división o como subsidiaria (Signetics, Motorola y RCA). Mostek es una subsidiaria de United Technology, la compañía norteamericana número 26 según el tamaño, y que es extremadamente dependiente de electrónica, especialmente para la defensa y el aerospacio. Los semiconductores representan un muy alto porcentaje de las ventas totales de las principales compañías americanas, diferentes de los productores de Japón y de los principales productores europeos. Y esto no significa que los otros no son igualmente dependientes en la tecnología de los semiconductores, sino que, debido a una diferente mezcla de ventas, sus estrategias son diferentes. Por ejemplo, una compañía japonesa o europea tiene un mercado cautivo para componentes nuevos que podrían permitirles avanzar por la curva de aprendizaje más rápidamente y también explotar economías de alcance. Esta integración vertical los coloca en una posición relativamente fuerte para el futuro, a pesar de que no han alcanzado la capacidad de innovación de los Estados Unidos, excepto en algunos campos (i.e., Japón, en memorias).

El resultado de la integración vertical es que el productor no puede únicamente permitirse menores tasas de utilidades en los componentes, pero puede también invertir a fondo para asegurarse una importante sección del mercado. Y en contraste, hay productores que trabajan bajo diferentes tipos de limitaciones dado que su fuente principal de ingresos y evaluación en los mercados financieros son los componentes. Al mismo tiempo, las compañías verticalmente integradas están mejor equipadas para comprar tecnología por medio de la compra de capital en compañías innovadoras, como ha sido el caso con NEC, Philips, Siemens y General Electric, entre otras. Sin embargo, en la etapa actual de la industria, la participación en el capital y las inversiones conjuntas se volverán más importantes que las fusiones de compañías. El hecho es que no hay productores importantes de tamaño medio sin importantes relaciones con corporaciones.

La necesidad de capital o tecnología ha contribuido de manera importante a cambiar la estructura de tal manera que las pequeñas compañías que necesitan capital lo han conseguido por medio de participación en el capital social de diversas corporaciones (e.g., Zilog con Exxon) o grandes compañías que necesitan mayor capacidad y tecnología han adquirido firmas (e.g., Philips adquirió Signetics). Así, la situación en los Estados Unidos desde 1967 se puede ver en la gráfica que presentamos a continuación.

Los enlaces también han aumentado mucho ya sea por medio de fuentes secundarias, o de convenios para desarrollar productos complementarios, y, muy importante durante los últimos meses, programas conjuntos de Investigación y Desarrollo especialmente en las áreas de investigación básica.

Detrás de estos cambios de estructura hay dos razones principales interrelacionadas, a) aumentos en el costo de fabricación e investigación y desarrollo, y b) complejidad tecnológica.

La industria en los Estados Unidos necesitará alrededor de 15 mil millones de dólares durante la década de los 1980 para mantenerse a nivel con un crecimiento del 18% en las ventas de semiconductores. Este cálculo es una proyección ajustada basada en la estimación de que la industria de los semiconductores en los Estados Unidos necesitó 3 mil millones de dólares en capital en 1979, para más o menos 6,5 mil millones de dólares en embarques. (Una proporción de 1 dólar de capital por 2,5 dólares de ventas.) (10)

Para los competidores actuales en el área de las microprocesadoras, se necesita una "masa crítica" de más o menos 25 a 30 millones de dólares en capital contable para las operaciones normales, mientras que un nuevo participante probablemente necesite el doble o el triple de esta cantidad. (11)

En el período 1975-1979 los miembros de la Asociación de Industrias de Semiconductores de los Estados Unidos aumentaron sus gastos de capital en una tasa anual de 75%, mientras que las ventas para el mismo grupo de compañías aumentaron en un 31%. El cuadro 8 muestra los cambios en porcentaje por año.

Firmas de semiconductores en los EE.UU. - Principales adquisiciones por año

| <u>Compañía</u> | <u>Año</u> | <u>Comprador</u> |
|--------------------------|------------|--|
| Monolithic Memories | 1969 | Morthern Telecom (12%) |
| Amperex | 1972 | Philips |
| Exar | 1972 | Toyo Electronics (53%) |
| Zilog | 1974 | Exxon (80% en 1979) |
| Dickson | 1974 | Siemens |
| Signetics | 1975 | Philips |
| MOS Technology | 1976 | Commodore Int. nono nono segmento minoritario de interés - |
| Supertex | 1976 | Exxon) |
| Semtech | 1976 | Signal Co. (12%) Teledyne (11%) |
| Frontier | 1977 | Commodore Intern. |
| Micropower Systems | 1977 | Seiko |
| Adv. Micro Devices | 1977 | Siemens (20%) |
| American Micro Systems | 1977 | R. Bosh Gmbh (25%) (Ver 1981) |
| Analog Devices | 1977 | Standard Oil of India |
| Litronix | 1977 | Siemens |
| Interdesign | 1977 | Ferranti |
| Synertek | 1978 | Honeywell Inc. |
| Spectronics | 1978 | Honeywell Inc. |
| Electronics Arrays | 1978 | Nippon Electric Co. |
| Precision Monolithics | 1978 | Bourns Inc. (96%) |
| Western Digital | 1978 | Emerson Electric |
| Fairchild | 1979 | Schlumberger |
| Unitrode | 1979 | Schlumberger (15%) |
| Mostek | 1979 | United Technologies (93%) |
| Siliconix | 1979 | Lucas Industries (22%) |
| Databit | 1979 | Siemens |
| Microware Semiconductors | 1979 | Siemens |
| Intersil | 1980 | General Electric |
| Solid State Scientific | 1980 | VDO Adof |
| Shinling (25%) | | |
| Semiprocesses | 1980 | CIT-ALCATEL (25%) |
| Threshold Technology | 1980 | Siemens |
| Maruman IC | 1980 | Toshiba |
| American Micro Systems | 1981 | Gould |

Cuadro 8

Aumento en erogaciones de capital de productores en los EE.UU.
(porcentaje)

| | <u>1975</u> | <u>1976</u> | <u>1977</u> | <u>1978</u> | <u>1979</u> | <u>1980</u> |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Aumentos de gastos de capital | 140 | 63 | 67 | 46 | 59* | 51* |
| (%) | | | | | | |

Fuente: Asociación de la Industria de Semiconductores: "Tasas económicas de la industria de los semiconductores", SIA, 1981 pág. 11.

* Incluye únicamente a siete productores, Rosen Research, según fue reportado por The Economist, 1^o de marzo de 1980.

... de las compañías miembros de la Asociación de la Industria de Semiconductores de los EE.UU. que cubren a su vez a los fabricantes de componentes generales, equipos y equipos. Así, el sector de capital requiere a finales internacionales para el período siguiente, en porcentajes, los 1975 y 1979.

| <u>1975</u> | <u>1979</u> | <u>1975</u> | <u>1979</u> | <u>1975</u> | <u>1979</u> |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 |

Fuente: Asociación de la Industria de Semiconductores, "Tasas económicas de la Industria de Semiconductores", 1981, op. cit., pág. 10.

Las mayores adquisiciones y fusiones de las compañías de semiconductores llevadas a cabo por grupos y corporaciones mayores, tiene lugar precisamente durante y después de 1977.

La necesidad de capital es una de las explicaciones del uso todavía muy extenso de inversión extranjera en plantas fuera del país (maquiladoras) dado que la mayor parte de los gastos se encuentra por el momento concentrada en el procesamiento de wafers más bien que en aumentar la intensidad de capital para el ensamblado.

Sin embargo, hay un aumento en gastos de capital en el ensamblado según se puede ver en el cuadro 9 siguiente:

Cuadro 9
Distribución de gastos de capital por categoría
(en porcentaje)

| <u>Categoría</u> | <u>1975</u> | <u>1979</u> |
|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Diseño | 5,9 | 4,1 |
| Procesamiento de wafers | 29,0 | 39,0 |
| Ensamblado | 5,7 | 11,8 |
| Pruebas | 9,3 | 14,9 |
| Otros | 46,4 | 13,8 |
| Equipo de investigación y desarrollo | <u>3,9</u> | <u>16,6</u> |
| Total* | 100,0 | 100,0 |

* (Posiblemente la suma no dé 100 debido a que se redondearon las cifras).

Fuente: Asociación de la Industria de Semiconductores, "Tasas económicas de la industria de semiconductores", op. cit., pág. 11.

Desde 1979, la tendencia se ha acelerado debido esencialmente a las decrecientes economías de las plantas en el extranjero (sud-este asiático) y más importante aún, a causa de consideraciones de calidad, OEM's y el consumidor de componentes en general exigen normas de calidad que obligan a los productores a tomar un enfoque de no intervención humana para el ensamblado. Esto nos lleva hacia plantas integradas con fabricación de wafers y ensamblado en el mismo sitio utilizando habitaciones limpias para el proceso entero. Las necesidades de capital aumentarán en el futuro y por lo tanto, la estructura de las compañías, así como las características del medio ambiente económico en su lugar de origen, condicionarán sus capacidades para competir. Es en este punto que existe una gran diferencia entre las compañías japonesas, americanas y europeas.

Hay más detalles que no especificaremos en este punto, pero para mencionar únicamente la estructura del capital, el costo del capital y los márgenes de utilidad de las compañías japonesas las coloca en una posición muy fuerte en la electrónica y todas las áreas que requerían larga madurez. A esta luz, los gobiernos americanos y europeos están diseñando mecanismos de política pública para ayudar a la industria en términos de capital, fondos para investigación y desarrollo y el seguimiento de una política de "compras nacionales". (12)

Se dijo antes que el aumento en costos cubre también el área de investigación y desarrollo.

Dentro del amplio espectro de la industria eléctrica/electrónica, los semiconductores son tal vez la actividad de investigación más intensa, por lo menos en el caso de los EE.UU. No es posible determinar la situación exacta en Japón y Europa debido a la integración vertical de las compañías y de las reglas de emisión de información. Se puede suponer que todos los productores gastan cantidades similares dado que nadie puede gastar ni de más ni de menos en esta área.

En 1980, seis grandes productores de los Estados Unidos, incluyendo los cuatro mayores, gastaron un promedio de 8,5 por ciento de sus ventas en Investigación y Desarrollo. (AMD, AMI, Intel, Motorola, National Semiconductors y Texas Instruments). Este porcentaje se compara con un promedio de 2,35 por ciento de toda la industria en los EE.UU. Por sector, las cinco más importantes compañías en los Estados Unidos fueron las siguientes. (Ver cuadro 10).

Cuadro 10
Gastos de investigación y desarrollo en sectores
de la industria norteamericana

| | <u>Gastos de IyD como</u> <u>porcentaje de</u> <u>ventas</u> | <u>Gastos de IyD como</u> <u>porcentaje de</u> <u>utilidades</u> | <u>Dólares de IyD</u> <u>por empleado</u> |
|---|--|--|--|
| Semiconductores (6 compañías) | 8,5 | 135,5 | 3.266 |
| Computadoras (20 compañías de las cuales por lo menos 11 tienen producción cautiva de semiconductores) | 6,4 | 64,1 | 3.979 |
| Procesamiento de información (servicios perifé- ricos) (31 compañías) | 5,9 | 126,2 | 3.060 |
| Fármacos (27 países) | 4,9 | 51,3 | 3.466 |
| Procesamiento de información (equipo de oficina) (12 compañías) | 4,3 | 63,9 | 2.659 |

Fuente: "R and D Scoreboard", Business Week, 6 de julio de 1981.

Nota: Los gastos de investigación y desarrollo son dólares gastados en investigaciones patrocinadas por la compañía en 1980, según se reportó a la Comisión de Seguridades e Intercambio en la Forma 10K. Excluye cualesquier gasto para investigación y desarrollo llevado a cabo bajo contrato para otros, como las agencias gubernamentales de los EE.UU.

Como se puede ver a partir de este cuadro, todos los sectores excepto los de fármacos basan su funcionamiento en componentes electrónicos, a pesar de que los fabricantes de componentes llevan la delantera a los otros en términos de gastos de investigación y desarrollo como porcentaje de las ventas y utilidades. Los gastos para investigación y desarrollo no expuestos en la forma 10K, pueden ser de las mismas dimensiones que lo que gasta la compañía misma en proyectos patrocinados por ella, lo cual altera el significado de las estadísticas.

En términos absolutos, sin embargo, la industria de los semiconductores gastó mucho menos que los otros sectores aunque su "intensidad de investigación

y desarrollo" es la más alta. Así los seis productores antes mencionados gastaron juntos en 1980, 556 millones de dólares en investigación y desarrollo patrocinados por la compañías, según se comparan, con, por ejemplo, 1.520 millones de dólares erogados sólo por IBM.

En todos los casos, inclusive Japón, los gastos por investigación y desarrollo crecen con más rapidez que las ventas. En todas las áreas principales de la producción de semiconductores, las compañías reciben fondos importantes del sector público, ya sea directa o indirectamente. La complejidad tecnológica también contribuye al aumento en fondos provenientes del gobierno y a los enlaces entre compañías.

En los países desarrollados se puede distinguir en general entre el apoyo del gobierno y estrategia como enfoques sumamente diferentes. En gran parte de Europa y Japón hay una estrategia que subraya la interrelación entre los diferentes mecanismos de política pública para lograr resultados. En el caso de los Estados Unidos, los mecanismos consisten esencialmente en el apoyo por medio de los gastos para defensa y espacio, aunque están teniendo lugar importantes cambios en la actualidad. En esencia, consiste en el uso de gastos de defensa para obtener la última palabra en tecnología más bien que para obtener productos. Esto se debe en parte a la importancia estratégica de la industria y al hecho de que en muchas áreas la última palabra es dictada por tecnología comercial más bien que militar, al revés de lo que sucedía en el pasado. (13)

Para resumir, tenemos un cambio en estructura debido a los requerimientos de capital, a la fabricación y a la complejidad tecnológica. La principal conclusión a partir de esto es que pocas compañías podrán seguir siendo competitivas a nivel internacional. El nombre de los actores no cambiará mucho aunque el "ranking" (categorización) sí lo hará, con las compañías japonesas en marcha ascendente.

V. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS PARA AMÉRICA LATINA

Desde el punto de vista de los países de la América Latina hay ciertos aspectos que merecen consideraciones específicas. Obviamente, la capacidad en electrónica y el poder de negociar en términos de dimensiones del mercado nacional son muy diferentes de país a país. Brasil y México están a la cabeza, en la parte superior, seguidos por Argentina; los tradicionales "tres grandes" en términos de capacidad industrial. Cuba, como siempre, sigue siendo un caso excepcional con capacidades domésticas bien desarrolladas pero con sus relaciones básicas en lo que concierne a la economía y al comercio con el COMECON.

La experiencia de Cuba, sin embargo, podría ser de gran importancia para otros países, especialmente como experiencia en el desarrollo de investigación, desarrollo e innovación nacional.

En este tipo de contexto heterogéneo, las generalizaciones son arriesgadas y son posibles solamente en ciertos campos.

Hay dos elementos a explorar:

- 1) La fuerza penetrante de la electrónica, sus aplicaciones y el camino de industrialización y política a seguir a la luz del actual cambio tecnológico y,
- 2) El dilema en relación a los componentes electrónicos.

1) Fuerza de penetración, aplicaciones y política

Se ha dicho que lo que está cambiando es el perfil tecnológico de toda la estructura productiva y esto, por sí mismo, nos obliga a hacer un replanteo de las políticas actuales de desarrollo en la región. El extendido uso y la fuerza de penetración de la tecnología electrónica no deja ningún camino excepto el de la evaluación de las posibilidades de las aplicaciones, y, donde sea posible, de la producción en áreas específicas. Aunque tarde o temprano la electrónica afectará a todos los sectores desde el punto de vista de la política, lo que es de interés es unir aplicaciones con los sectores estratégicos de cada economía, en lugar de dirigirnos hacia un amplio frente. Las aplicaciones en la industria, en la agricultura y en los servicios deben ser selectivas y dirigirse hacia la maximización de la eficiencia en aquellas áreas que constituyen el motor de la economía. El punto que hemos discutido en esta ponencia muestra que el camino de la industrialización se está estrechando y esto implica que se necesita tener visión a largo plazo.

Las aplicaciones de la electrónica podrían, en muchas circunstancias tener importantes efectos sociales, especialmente en términos de empleo y polarización de habilidades. Esto sucede especialmente cuando ocurren cambios en los productos y en la automatización de procesos. Hay otro renglón que es el de la "fuga de cerebros" entre el personal altamente calificado debido a la escasez en los países desarrollados.

En el sector de servicios, hay una situación bastante diferente, puesto que, con excepción del procesamiento de datos, la mayor parte de las otras actividades normales de oficina siguen siendo bastante competitivas con el hardware actual en gran parte del Continente. En aquellas áreas en donde se introduce equipo, éste tiende a conducir hacia una disminución de la velocidad de creación de empleo más que a desempleo.

Todo esto necesita ser colocado dentro de un contexto tal que, desde el punto de vista del empleo, la mecanización de la agricultura tienda a tener un efecto mucho mayor que la tecnología basada en la electrónica. Esta es una importante consideración de política.

Por otra parte, el impacto social de la pérdida sistemática de ventajas comparativas en la industria, algunos productos agrícolas, y materias primas, podría tener unos efectos aún mayores que la introducción selectiva de la tecnología. Se pueden recordar los efectos sobre la economía chilena con el desarrollo de nitrato artificial y la suerte de Manaos y su región, una vez la capital cauchera del mundo. Por lo tanto, las implicaciones de una más estrecha industrialización son: una política de selectividad y especialización dentro de un panorama a largo plazo. Como consecuencia, también implica un objetivo específico de sectores, investigación y desarrollo y política científica.

2) El dilema de los componentes electrónicos

La política actual en la región, especialmente la de Brasil y últimamente México, ha subrayado la construcción de sistemas y equipo. Las herramientas principales han sido la integración nacional y los convenios tecnológicos diversificados. Además, especialmente en el caso del Brasil, hay segmentos del mercado reservados para equipo ensamblado en la nación. Se ha dado también énfasis a los periféricos, modems y otros equipos auxiliares. Brasil ha autorizado un número de productores con diferentes tecnologías extranjeras. (Ver cuadro 11).

Cuadro 11
Fabricantes brasileños autorizados

| <u>Compañía</u> | <u>Modelo</u> | <u>Tecnología</u> |
|--|---------------|----------------------------------|
| COBRA - Computadores e Sistemas Brasileiros S.A. | COBRA-300 | COBRA |
| | COBRA-400 | SYCOR (US) |
| | COBRA-530 | COBRA |
| Edisa-Electronica Digital S.A. | ED-300 | FUJITSU (Japón) |
| LABO Electronica S.A. | LABO 3034 | NIXDORF (Alemania Occidental) |
| SID-Sistemas de Informação Distribuida S.A. SISCO-Sistemas e Computadores S.A. | SID-5000 | LOGAPAX (Francia) |
| | SCC-5000 | SISCO |
| | MB-800 | SISCO |

Cuadro 12
Importantes proveedores de DP brasileños

| 1980 Categorización según ingresos | Compañía | Cálculo de | Capital | En Brasil |
|--|-----------------------|--|--------------------|------------------------|
| | | ingresos por DP (en millones) 1979 | registrado 1980 | (en millio- nes \$) |
| 1 | IBM | 350 | 330 | 130 |
| 2 | Cobra* | 70 | 104 | 9 |
| 3 | Borroughs | 100** | 100** | 2** |
| 4 | Sid* | 19 | 30 | 5 |
| 5 | Labo* | 5 | 22 | 2 |
| 6 | Edisa* | 7 | 13 | 3 |
| 7 | Sisco* | .6 | 10 | .8 |
| 8 | Globus* | .8 | 10 | .8 |
| 9 | Elebra Informatica | 15 | 9 | 2 |
| 10 | Scopus* | 5 | 9 | .8 |
| 11 | Honeywell-Bull | 7 | 8 | 3** |
| 12 | Polymax | .4 | 7 | .4 |
| 13 | Microlab* | 2 | 6 | 1 |
| 14 | Coencisa* | 5 | 5 | ? |
| 15 | Prologica* | 2 | 5 | .05 |

* Los datos sobre estas compañías fueron proporcionados por DIGIBRAS, una compañía de propiedad federal que proporciona respaldo técnico y financiero a los fabricantes nacionales de hardware.

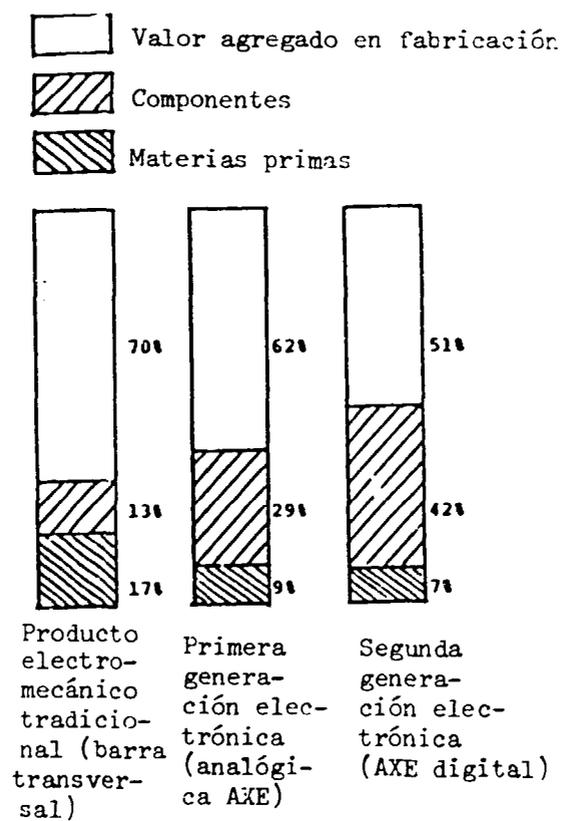
** Datos proporcionados por la compañía.

Fuente: Datamation, mayo de 1981.

El cuadro 12 muestra que a pesar de que los fabricantes extranjeros en Brasil siguen siendo los mayores, COBRA ha podido llegar a ocupar un segundo lugar en términos de ingresos DF. Esto se puede explicar en parte por la política de reservación de segmentos del mercado y también por el hecho de que los propietarios de COBRA son también grandes consumidores de equipo DP. Otro componente muy importante de la estrategia actual es el desarrollo de software local y capacidad de servicio. El análisis de esta área es la puerta de entrada adecuada para ver los dos dilemas básicos sobre componentes, a saber, a) qué le sucede a los sistemas y al software con la creciente integración, y b) ¿es posible desarrollar políticas de fabricación y aplicación sin una política informática general?

A medida que el nivel de integración de los componentes va en aumento, empiezan a invadir el área de sistemas y se hace posible incorporar más software dentro del hardware en la forma de firmware. Esto implica que, a la larga, un grupo de microprocesadoras o una "caja negra" desempeñan la función de un sistema. Ayer, una computadora era un conjunto de componentes; hoy en día, es obtenible en un componente pero necesita ser programada y relacionada con el medio ambiente. De manera similar, una procesadora de palabras hoy en día consiste de varias cartas, docenas de memorias, varias microprocesadoras y componentes de interfase. En el futuro, por medio de la miniaturización, se incorporarán más funciones y el productor de sistema proporcionará la caja, unos cables y un VDU, que con mucha probabilidad será una pantalla plana del plasma de tipo LCD. En esencia, los componentes se llevarán la mayor parte del valor agregado. Los componentes hechos a la medida y los desarrollos actuales en Sistemas Lógicos No Específicos (Uncommitted Logic Arrays) (ULA's) están acelerando esta tendencia. Esto se ilustra en seguida en el caso de los sistemas de interruptores de teléfono. (Ver figura II).

Figura II. Cambios en la estructura del costo de fabricación: equipo para conmutación de teléfono



Fuente: Lamborghini, B., "El impacto en la empresa", en Microelectrónica y sociedad, Pergamon Press, Oxford, 1982, pág. 132.

La alternativa estratégica de la compra de componentes y de ensamblarlos en sistemas (e.g., las minicomputadoras o mecanismos de control) es entonces menos clara de lo que solía ser. Por otra parte, no es posible saltar a fabricación de semiconductores dado que las barreras de entrada son extremadamente altas, con la excepción de componentes discretos y circuitos integrados de pequeña escala.

Por tanto, hay dos preguntas que necesitan hacerse. Primero, dado que la tendencia es hacia la mayor integración en componentes, los criterios para integración nacional deben contener un parámetro tecnológico. En otras palabras, si la integración nacional implica solamente valor/volumen/peso, esto no tiene sentido para la electrónica, dado que el valor real se encuentra en el componente. De hecho, en un caso latino-americano y usando estos criterios, la integración nacional de un sistema fue grande y consiste básicamente de las cajas, cables, enchufes y muy poca electrónica.

A medida que la tecnología se vuelve más "intangibile" e "incorporada", la relevancia de los criterios tradicionales de integración nacional disminuirá, a menos que haya algunos parámetros tecnológicos que se le incorporen. Esto podría significar el diseño y/o servicios de software y no necesariamente la fabricación de componentes.

La segunda pregunta se relaciona con la estructura de la industria en el Continente que, en muchos casos, es altamente dispersa y fragmentada. Cualquier estrategia requerirá, por necesidad, la racionalización de la estructura industrial, buscando economías de escala, la capacidad de financiar investigación y desarrollo y la especialización. El Gobierno del Japón (MITI) y el de Francia han forzado en parte un cambio en la estructura a principio de la década de los 70 por medio de fusiones y absorciones de compañías mientras que al mismo tiempo, mantuvieron un nivel de competencia entre los productores nacionales.

Todo esto es sólo válido en el contexto de una búsqueda para obtener cierto nivel de capacidad tecnológica a lo largo de líneas como las que siguen los países avanzados y la cuestión real es cómo cambiar de un estado de dependencia total hacia la dependencia "controlada", y ulteriormente, hacia la interdependencia. No hay duda sobre la "independencia" en la electrónica, ni siquiera para los países más avanzados. Aquí se ha hablado sólo de componentes, pero se debe reconocer que equipos complejos son necesarios para

fabricación que empieza con silicio puro hasta los paquetes de cerámica, sin mencionar diseño e investigación y desarrollo.

Estas reflexiones no son válidas si un país o región desarrolla una industria detrás de barreras protectoras con criterios diferentes de obsolescencia técnica. Esta alternativa es posible con enormes mercados nacionales (i.e., India) y también considerable capacidad tecnológica e industrial. Se dice que para el tipo de aplicaciones de los países en vías de desarrollo, la integración a media escala será suficiente y se debería llegar a alcanzar la independencia a este nivel. Este argumento podría ser válido para un país como la India con un mercado potencial mayor que todo el continente latinoamericano.

De la situación nacional de cada país se deben desarrollar estrategias específicas y aquí estamos solamente revisando criterios generales. La puerta de entrada fue el software y los servicios y yo he dicho que los componentes están incorporando más valor agregado. La alternativa es entonces pasar a la creación de software, mantenimiento y servicio.

Se dijo antes que una de las características del cambio actual es la transportabilidad de los servicios, inclusive el software en todas sus etapas. Y es aquí donde surge la cuestión de la subordinación de políticas de aplicación y fabricación a políticas de informática general.

A medida que los costos de las telecomunicaciones disminuyen la importación de software y su servicio inclusive mantenimiento, servicios de tiempo compartido, etc., la obtención de éstos se hace económicamente posible a través de las líneas y así todas las ventajas obtenidas en aplicaciones se podrían perder a causa de la incapacidad de la industria local de la información para competir con las casas de software y servicio internacional. Esto podría suceder aún si las necesidades de software son culturalmente específicas.

Además, el ciclo de productos del software, el 20-40% de los ingresos son generados por las creaciones de él dado que el resto es generado por servicio y mantenimiento (esto no es aplicable a paquetes de software). En otras palabras, los desarrollos de software se deberían dirigir a la integración hacia adelante (i.e., servicio y mantenimiento) y también como integración hacia atrás (i.e., cartas y circuitos hechos a la medida).

Por lo tanto, la "industria de la informática", estando compuesta de hardware, software y servicios (e.g., bases de datos) requiere una estrategia integrada que hará que todos los elementos interactúen.

Los servicios de informática tienen economías específicas de escala, requerimientos de capacidad, mercadotecnia y necesidades administrativas. La ventaja es que las barreras de entrada, todavía son bajas en muchas áreas y servicios, y éstos son exportables siempre y cuando la estructura de mercadotecnia sea adecuada. Las inversiones conjuntas son muy apropiadas en esta área., en lugar de hacer sencillamente arreglos de subcontrato.

Los argumentos que acabamos de mencionar muestran que la alternativa de "hacer" o "comprar" no es fácil y se encuentra estrechamente interrelacionada con todos los aspectos de las políticas de informática.

Según la experiencia de las compañías europeas, lo que es importante es la experiencia para controlar el acceso a la tecnología y ser parte del proceso tecnológico de cambio. Los convenios sobre licencias proporcionan acceso a determinada tecnología en lugar de al cambio tecnológico. El acceso al cambio es posible a través del desarrollo de capacidades nacionales y también del control del capital en los países avanzados. En principio, no hay razón del por qué las grandes compañías latinoamericanas no podrían comprar capital en pequeñas compañías innovativas americanas o europeas para obtener tecnología dentro de una estrategia planeada.

Haciendo un círculo completo, la cuestión de la selectividad se vuelve a originar, la cual implica especialización relacionada con sectores estratégicos de la economía del país. Además de las posibilidades de la electrónica de consumo, hay nichos especializados abiertos en instrumentos y otra clase de equipo, siempre y cuando se establezca alguna forma de cooperación regional. Esto se puede hacer a diferentes niveles como por ejemplo, el diseño conjunto, investigación y desarrollo, la división del trabajo en manufactura, etc. Las compañías estarán mejor equipadas para tratar con estas formas de colaboración en lugar de crear complicadas burocracias.

El meollo de lo que se acaba de decir se relaciona con la tecnología del producto. Es importante reconocer que hay un número de áreas en donde la tecnología de proceso es tan crucial como la tecnología de producto, si no es que más. El ejemplo de Japón viene inmediatamente a la memoria, dado que en el área de la electrónica obtuvo licencias a tecnologías de

producto mientras se concentraba mucho en la mejora de los procesos. Su ventaja sobre calidad y precio de los artículos producidos por la electrónica inclusive los componentes, se explica básicamente por sus esfuerzos en mejorar procesos.

La clave de la competitividad en áreas de tecnología relativamente "estable" como las máquinas impresoras, modems, impulso de disco, etc., son proporcionados por proceso. La identificación de este sector según las capacidades nacionales, es esencial y es un área en donde la política pública podría ser útil a través de un número de medidas que incluyen la rápida amortización del equipo, incentivos fiscales para exportaciones e incentivos de investigación y desarrollo. En diferentes áreas la situación se puede resumir como sigue:

Componentes

- La barrera de entrada cada vez más alta (pocos competidores quedarán que se puedan clasificar como participantes en el "estado del arte");
- Complejas combinaciones de política para tener acceso a la tecnología;
- Menos barreras de entrada en componentes discretos y SSI;
- Opciones de mercado semi-abiertas y/o cerradas, dependiendo de los segmentos;
- Tendancia a integración vertical;
- Creciente cantidad de valor agregado a los componentes;
- Parámetros industriales cruciales
 - Acceso al capital
 - Base tecnológica

Software y servicios

- Barrera de entrada relativamente baja;
- Intensiva respecto al uso de mano de obra más que al capital;
- Necesidad de integración hacia adelante o hacia atrás debida a necesidades de generación de ingresos;
- Estrechamente relacionada con la política de informática, especialmente las telecomunicaciones;
- Desarrollo de servicios para exportaciones;
- Opciones de mercado semi-abiertas y/o abiertas dependiendo de los segmentos;
- Parámetros industriales cruciales:
 - Recursos humanos
 - Base tecnológica

- Parámetros cruciales de fabricación:

- Calidad
- Servicios

Productos

- Posibilidades en la electrónica de consumo y nichos especializados;
- Énfasis en constantes mejoras en tecnología de procesos;
- Crecientes barreras de entrada
- Parámetros industriales cruciales:
 - Tecnología de procesos
- Parámetros cruciales de manufactura:
 - Volumen/calidad (mercados de masas)
 - Calidad/servicio (nichos especializados)
 - Pedidos a la medida/servicio (nichos especializados).

CONCLUSIONES

La importancia de la electrónica se encuentra no sólo en el tamaño del sector y su potencial, sino también en sus características de convergencia. Es difícil identificar a un sector en donde no se pueda aplicar la tecnología basada en la electrónica. Las áreas de aplicación que hemos revisado dejan pocas dudas de que grandes transformaciones de profundas consecuencias están ya en camino en una gran cantidad de sectores. Desde el punto de vista de los países en vías de desarrollo y especialmente de América Latina, las opciones son cada vez más complejas. Por una parte, la tecnología produce impactos sociales que necesitan ser minimizados y por otra, el dinamismo en sí del cambio tecnológico, implica que las ventajas comparativas tradicionales están sufriendo erosión y de ahí la necesidad de actualizar el perfil tecnológico de las industrias estratégicas. Es más fácil decir esto que hacerlo, como lo muestra el caso de la agricultura latinoamericana. Desde el punto de vista socio-económico, las principales áreas de impacto se encuentran en el empleo, aunque en este momento no parecen ser serias, debido a la velocidad de la difusión de la tecnología y los efectos de otras tecnologías en áreas socialmente más importantes tales como la agricultura.

Hay efectos sociales mayores en los cambios en la mezcla de habilidades en la industria y los servicios.

Sin embargo, de mayor importancia a corto plazo cuando América Latina se mueve hacia la producción y las exportaciones de artículos manufacturados y semi-manufacturados, es el impacto sobre el sector externo y su posible rendimiento.

Hay diferentes medias que se pueden usar para evaluar el impacto socio-económico. Por ejemplo, el rendimiento del sector externo, debido a las características del desarrollo económico latinoamericano, que ha subrayado la diversificación de las exportaciones y especialmente de los artículos semi-manufacturados y manufacturados.

Sin meternos de cabeza dentro del debate ya muy discutido, sobre la sustitución de importaciones o la economía abierta, parece ser claro que, dado que las ventajas comparativas están cambiando y el así llamado "sector moderno" está obligado a hacer sus ajustes, los desniveles del desarrollo industrial y los enlaces inter-industria ciertamente aumentarían. La consecuencia se siente primero en el mercado del trabajo y la ulterior polarización en distribución de los ingresos.

En muchas áreas, se podrían superar cuellos de botella cruciales, como en las de ingeniería de precisión, electrónica, servicios de computación, sector maderero, cueros, etc., especialmente cuando involucra la modernización de los procesos.

Dos condiciones parecen ser esenciales para explotar la tecnología con objetivos de desarrollo. Ninguna de las dos son originales. La primera es la cooperación regional en términos de evaluación, proyección y diseño de política en sectores de importancia estratégica para la región/país. La selección de tecnologías y la especialización parecen ser cruciales para los desarrollos en la década de los 80. A nivel regional, deberían existir instrumentos para monitorear las tendencias tecnológicas en áreas cruciales para la economía de la región. Innecesario es decir que esto es válido para las materias primas y la agricultura, tal como lo es para la industria. La diferencia se encuentra en el hecho que, en la exportación de materias primas o en los países exportadores de productos primarios, ya de facto se está trabajando como "economías-abiertas" que confrontan competencia a nivel internacional. Este esfuerzo de monitoreo o control debería ser parte de un esfuerzo concertado para aumentar los enlaces Sur-Sur y especialmente en transferencia de tecnología. La segunda condición es la fuerte necesidad de

actualizar la política y la maquinaria de toma de decisiones, especialmente en relación con la política industrial como se explica en la primera parte de esta ponencia.

Corriendo el riesgo de simplificación, parece ser, desde el punto de vista de la política, que la región está dividida en dos conjuntos distintos de grupos, con algunas notables excepciones. Uno que, sobre todo, enfatiza las distribuciones de riqueza e implícitamente o explícitamente supone que la creación de esta riqueza será capaz de cuidar de sí misma. El otro supone que la creación y distribución de la riqueza cuidará de ellos si la intervención del Estado se minimiza y se abre la economía a la competencia internacional. Se debe subrayar que ambos grupos parecen estar en el proceso de revisar suposiciones.

Las dos opiniones no reconocen que en todos los países donde se han desarrollado industrias avanzadas, ya sea en el Norte o en el Sur, se ha seguido una política explícita o implícita y el Estado ha desempeñado un papel crucial en la comprensión del proceso de creación de riqueza. En algunos países estas fallas ya están claramente trabajando. Cuando no existe la política pública, lo cual es equivalente a tener una política, la industria en general y la electrónica en particular ha disminuido en importancia y sus desarrollos tecnológicos o están inmóviles o no existen. Cuando existe política, tiende a ser fragmentaria y desordenada, dispersa, con falta de consistencia y a corto plazo.

Parece ser que los ingredientes para el éxito son todo lo contrario. Los cambios actuales ocurren a una velocidad que hace que la consideración de ellos se vuelva urgente y si los países de la región no son capaces de dominar la complejidad de política que se necesita, el impacto socioeconómico será grande, los beneficios mínimos y otra vez el continente estará en un ciclo de "eterna convalecencia".

Notas y Referencias

- 1) - Congreso de los Estados Unidos, Oficina de Evaluación de Tecnología, (OTA), "Impactos de la Genética Aplicada: Microorganismos, plantas y animales", Apéndice 1-B, 1981.
- 2) - Este punto es tratado en detalle en un reporte a la OIT, aún en preparación, Rada J. "La economía de información y la División Internacional del Trabajo".
- 3) - El Impacto Social de la Microelectrónica", Reporte del Grupo Asesor Rathenau, Oficina de Publicaciones del Gobierno, La Haya, 1980.
- 4) - Comisión Comercial Federal, "La Industria de los Semiconductores", Washington, D.C., 1977, pág. 11, y Asociación de la Industria de los Semiconductores, "Indicadores económicos de la Industria de los Semiconductores", California, 1981.
- 5) - Estrategias Creativas Internacionales, 1981.
- 6) - Electronics International, "World Markets Survey", "Inspección de Mercados Mundiales", enero 13, 1982.
- 7) - Banco de Asia, "La Industria de los Semiconductores en Japón", Hong-Kong, 1980.
- 8) - Basado en datos de Mackintosh Consultants, "Perfil de la Industria Europea de los Semiconductores", Luton, 1981.
- 9) - Basado en datos de Dataquest, California, 1981.
- 10) - Stern, J., "Diferencias Estructurales Internacionales en el Financiamiento", en Asociación de la Industria de los Semiconductores, "Respuesta Americana al Desafío Industrial Extranjero en las Industrias de Alta Tecnología", California, 1980, pág. 132.
- 11) - Estrategias Creativas Internacionales, 1981.
- 12) - En este punto, ver Rada, J., "Europa: Compitiendo en tecnologías avanzadas", en Outlook N.5 (Revista Trimestral de Booz, Allen and Hamilton), 1982.
- 13) - En este punto ver varios reportes del Congreso de los EE.UU., el último en el Comité de Economía, "Competencia internacional en los sectores industriales avanzados: comercio y desarrollo en la industria de los semiconductores", Washington, 1982.

