



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

14812

Venezuela.

HACIA UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO INTEGRAL
DEL SECTOR ELECTRONICO EN VENEZUELA

DP/VEN/80/003

PROYECTO CONDIBIECA-ONUDI VEN 80/003

Carlota Perez

Borrador parcial para discusion interna

31 de enero de 1985

3610

2184

HACIA UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO INTEGRAL
DEL SECTOR ELECTRONICO EN VENEZUELA

<u>Borradores anexos:</u>	No. de pag.
1. INTRODUCCION.....	18
2. ESPECIFICIDAD DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA	
2.1. DISEÑO: FUNCION CLAVE.....	6
2.2. LA CUESTION DE LA ESCALA.....	7
3. EL SECTOR ELECTRONICO : HARDWARE Y SOFTWARE	
3.1. COMPONENTES.....	17
3.2. COMPUTADORES.....	14
3.3. SOFTWARE.....	11
3.4. EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES.....	18
	Total incluido.....91 pag.
<u>Trabajo en proceso:</u>	
3.5. INSTRUMENTACION Y OTROS EQUIPOS DE ELECTRONICA PROFESIONAL	
3.6. ELECTRONICA DE CONSUMO	
4. APROXIMACION A UNA ESTRATEGIA	
4.1. SITUACION DE PARTIDA EN VENEZUELA	
4.2. EL PAIS COMO PRODUCTOR	
4.3. EL PAIS COMO USUARIO	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6. Bibliografia	

HACIA UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO INTEGRAL DEL SECTOR ELECTRONICO EN VENEZUELA

Carlota Perez

CONDIBIECA - ONUDI

(Borrador Preliminar)

1. INTRODUCCION: CONTEXTO GENERAL

Las condiciones que han regido el proceso de desenvolvimiento economico de los paises en desarrollo han excluido la posibilidad de analizar los llamados "sectores de punta", al emprender planes de fomento industrial. En efecto, nadie en estos paises se plantea la entrada en el sector aeroespacial o en la explotacion de los fondos marinos y, en general, las areas de nuevos materiales y biotecnologia se ven aun como de interes solo para los grupos cientificos. Por que entonces dedicar atencion especial a la electronica e informatica? A continuacion se intentara dar respuesta a esa pregunta.

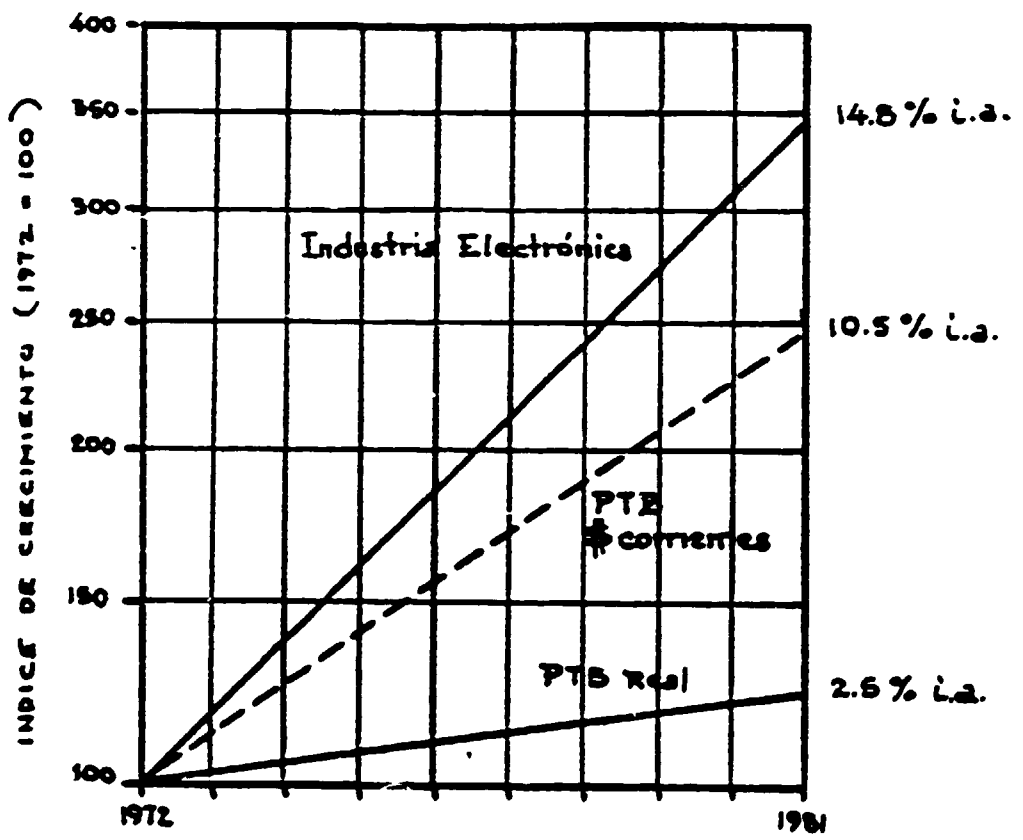
Analicemos primero lo que esta ocurriendo en el mundo:

Desde comienzos de los anos 70 la economia mundial esta atravesando un periodo de crecimiento lento con altos niveles de desempleo. A pesar de ello, la industria electronica crece aceleradamente. En EE.UU. (Fig. 1), entre 1972 y 1981, el PTB real crecio a una tasa promedio de 2,5% interanual (ajustado por la inflacion), mientras que la produccion de la industria electronica crecia seis veces mas rapido, al 14,8% interanual. Lo mismo ocurre en Japon (Fig. 2), donde entre 1977 y 1981, el PTB real crecio al 4,4% y la industria electronica al 14,7%.

Fig 1.

LA INDUSTRIA ELECTRONICA CRECE MAS RAPIDO QUE EL PTB

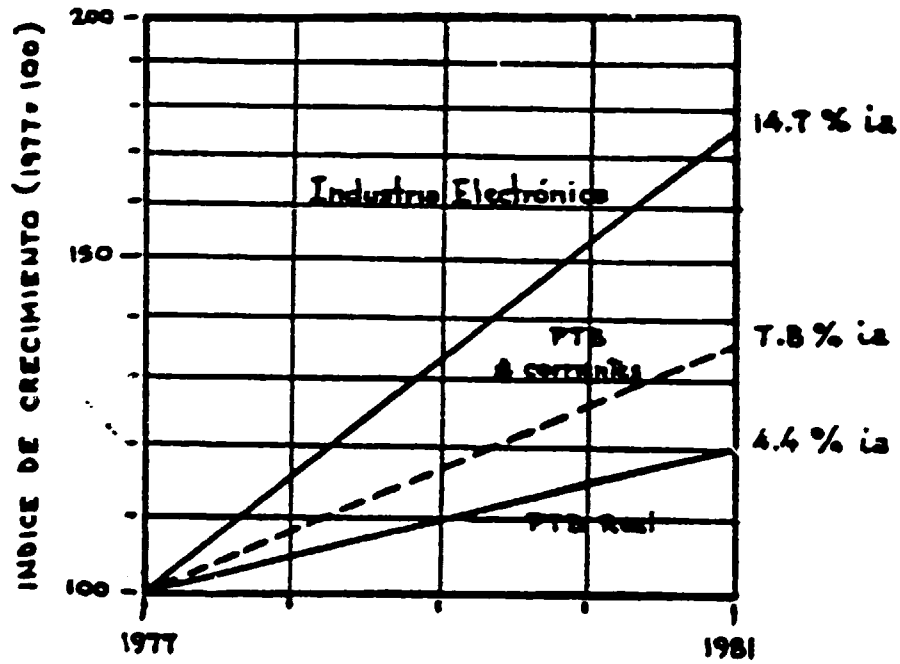
CRECIMIENTO PTB e INDUSTRIA ELECTRONICA EEUU. 1972-1981



Fuente: PTB: Eurostat 72-81
Electrónica: EIA Data Bank 1983

Fig 2.

CRECIMIENTO RELATIVO
PTB E INDUSTRIA ELECTRONICA
JAPON (1977-1981)



Como consecuencia, la importancia relativa de la industria electronica en la produccion y el empleo aumenta constantemente. En EE.UU., por ejemplo, el valor real de la produccion de la industria de computadores esta alcanzando al de los fabricantes de automoviles y en terminos de empleos ha superado (Fig. 3).

Otro tanto se observa si comparamos el area de insumos. En EE.UU. la produccion de acero medida en dolares corrientes representa el triple de la produccion de componentes electronicos. Pero, si se trata de medir la evolucion en volumen, ajustando por las tasas de inflacion correspondientes, la produccion de acero se ha mantenido estancada, mientras que la de componentes electronicos se ha triplicado en diez anos. En terminos de empleo, en el mismo periodo, la industria de componentes pasa de un tercio a medio millon de personas, alcanzando el nivel de empleo de la industria del acero (Ver Fig. 4).

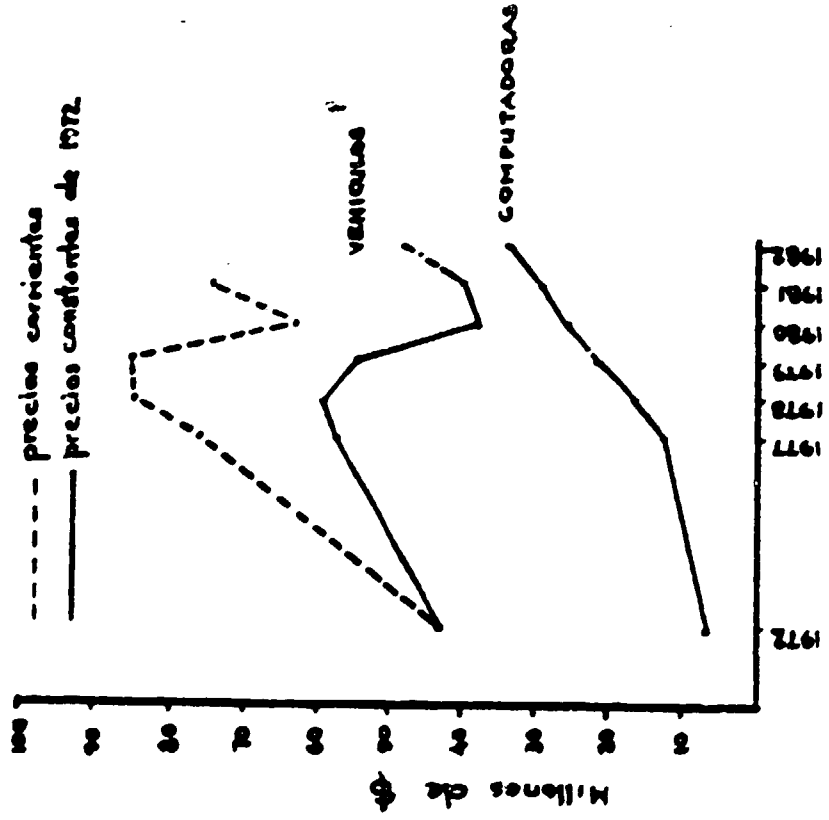
Ello sugiere que las fuerzas propulsoras del crecimiento economico a nivel mundial se estan desplazando de las ramas tradicionales (o "industrias del ocaso") a las ramas nuevas basadas en electronica e informatica. Pero, este rol propulsor no esta determinado solo por su propio crecimiento sino fundamentalmente por su poder transformador del resto del parque industrial y de servicios.

Dentro de la industria electronica misma, la produccion de bienes de capital crece mas rapido que la de bienes de consumo (Fig. 5), incluso en Japon, pais que lideriza el mercado mundial de electronica de consumo.

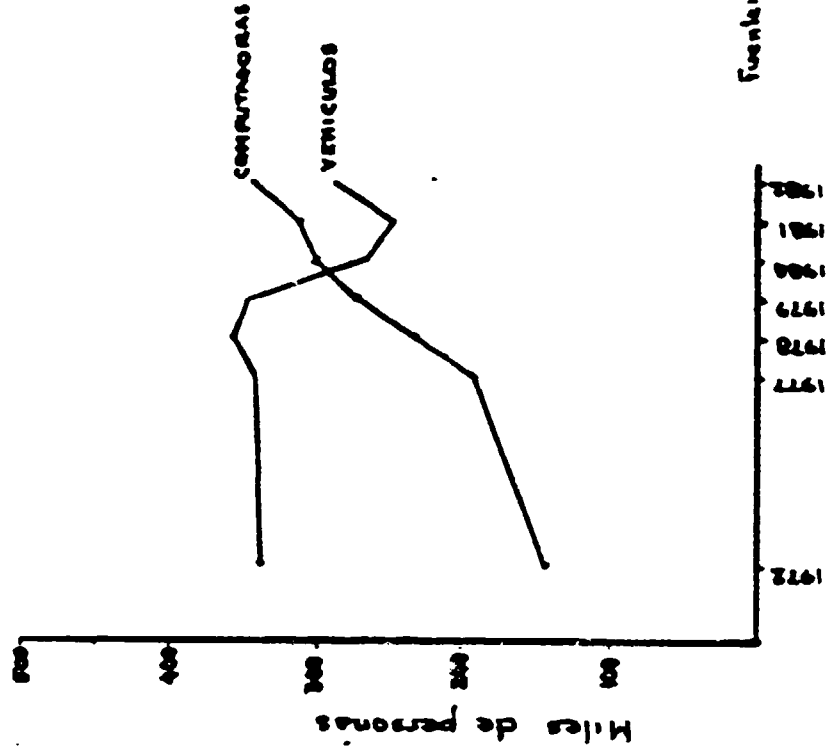
Fig 3

E.E.U.U.: PRODUCCION Y EMPLEO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y DE COMPUTADORAS (1972-82)

VALOR DE LA PRODUCCION



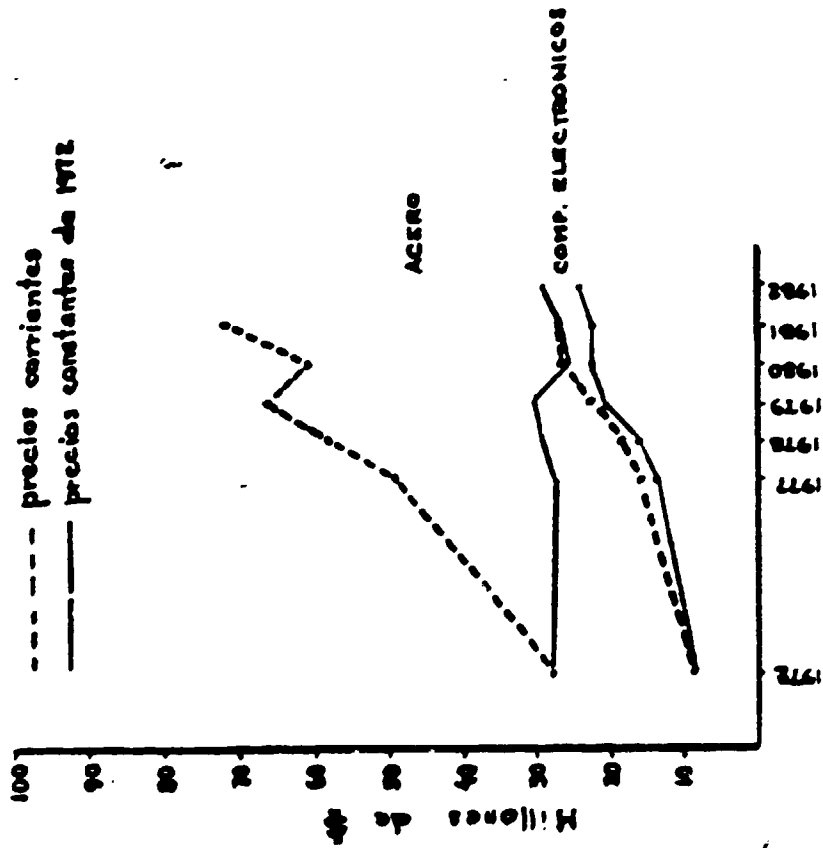
EMPLEO TOTAL



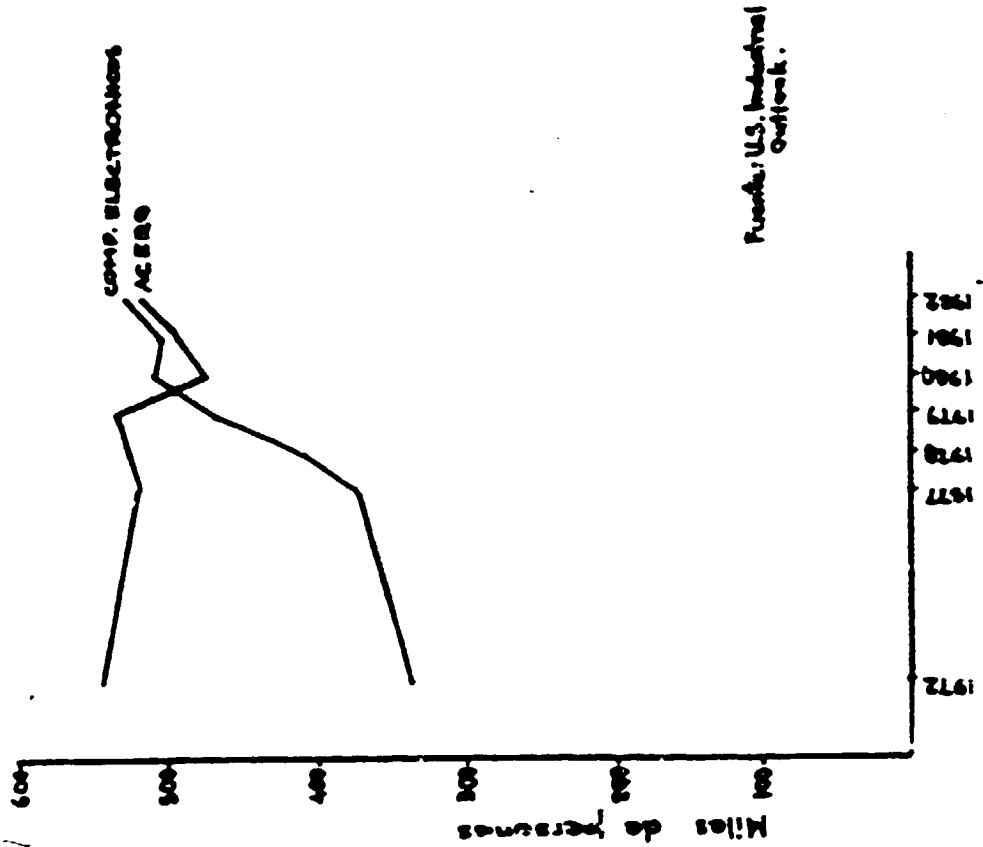
Fuente: U.S. Industrial Outlook.

Fig 4
E.E.U.U.: PRODUCCION Y EMPLEO EN LA INDUSTRIA DEL ACERO Y DE COMPONENTES ELECTRONICOS (1972-82)

VALOR DE LA PRODUCCION



EMPLEO TOTAL

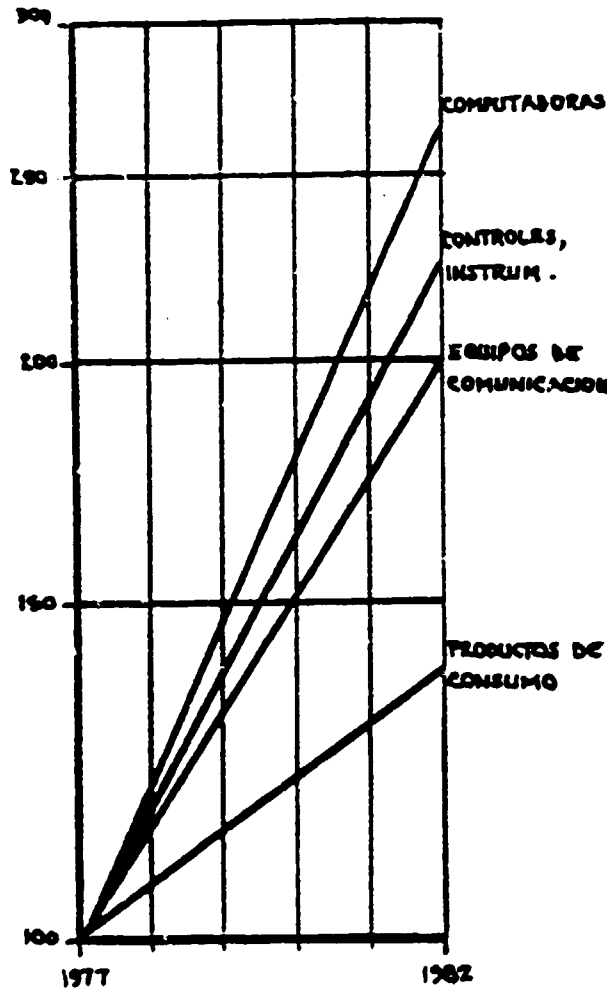


Fuente: U.S. Industrial Outlook.

Fig 5

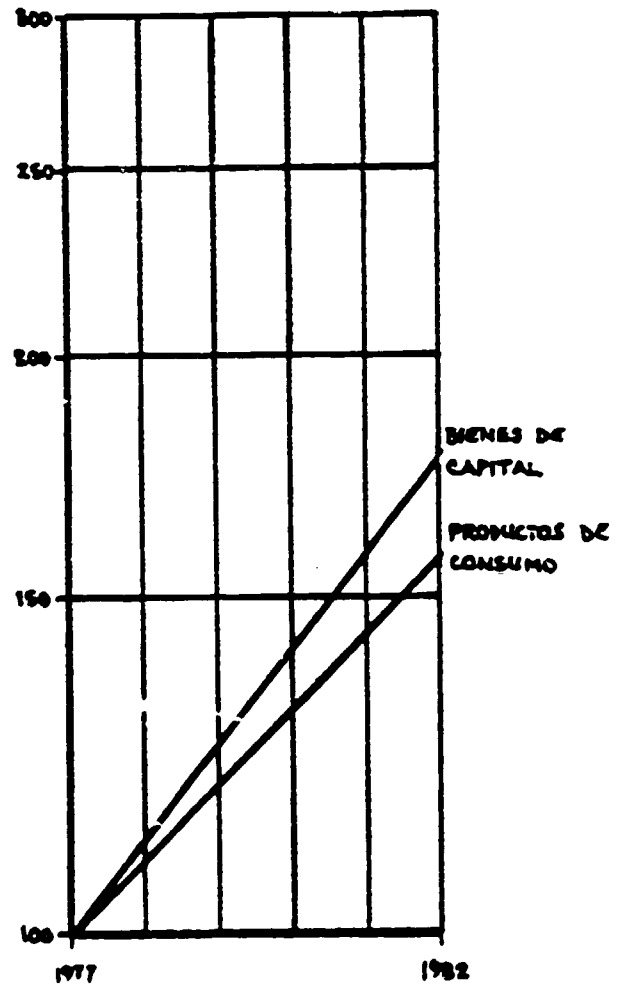
EN LA INDUSTRIA ELECTRONICA LA PRODUCCION DE BIENES DE CAPITAL CRECE MAS RAPIDO QUE LA DE BIENES DE CONSUMO

E.E.U.U. (1977-82)



Fuente: J.S. A. E. Data Book 1983

JAPON (1977-82)



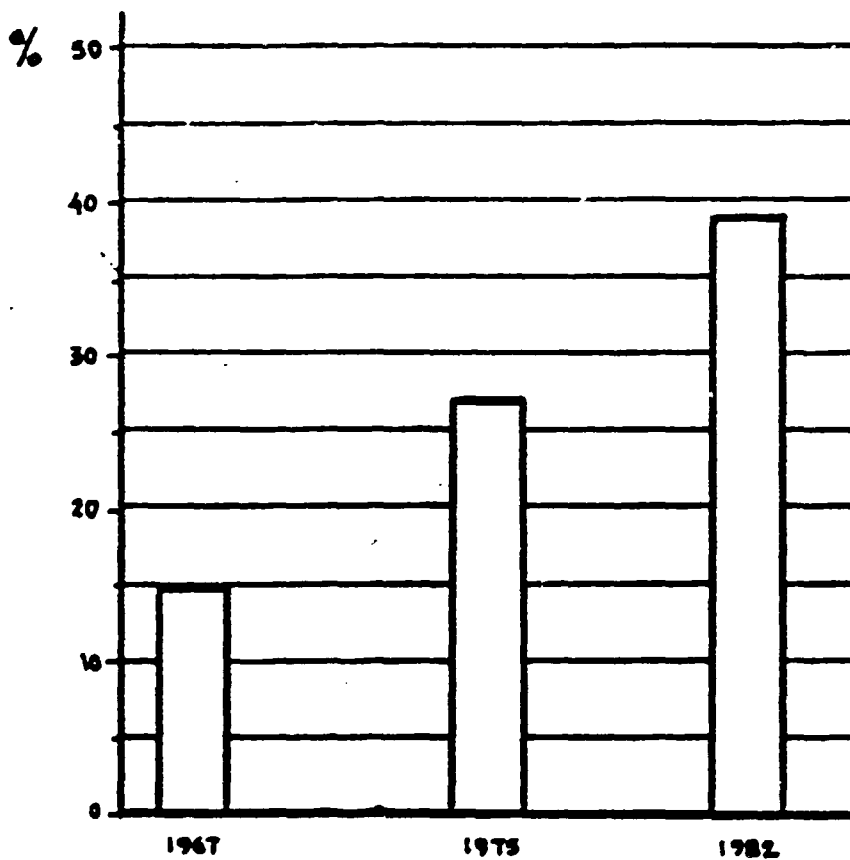
Fuente: Japan Electronics Almanac 1983

Las ventas de bienes de capital electronicos representan un porcentaje creciente de la inversion en maquinaria y equipo. Se puede estimar que en EE.UU. las ventas de tales equipos (sin contar las del sector militar) ya se acercan al 40% de la inversion total anual (Fig. 6).

A escala mundial, se esta en un periodo de rapida transformacion tanto de los productos como de los procesos de produccion pra aprovechar las ventajas que brinda la electronica. Para tener una idea del impacto que esta teniendo la tecnologia electronica sobre el resto de la industria, veamos el resultado de dos encuestas de difusion: una en Gran Bretana, abarcando todos los sectores industriales (Fig. 7), y otra en Japon, cubriendo el sector metalmeccanico (Fig. 8). Ambas indican que la difusion es diferenciada segun el tipo de industria pero que el impacto global supera ya el 30%.

Fig 6

E.E.U.U. - EQUIPO ELECTRONICO COMO PORCENTAJE DE LA INVERSION EN MAQUINARIA Y EQUIPO 1967- 1981 (Estimación)



Fuente: Inversión: OECB
Electrónica: Electronics Jan '84

Fig 7

DIFUSION DE EQUIPOS ELECTRONICOS EN LA INDUSTRIA GRAN BRETAÑA (1981-1983)

% de Difusión (proporción de empresas por sector)

ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO

QUIMICA Y METALURGIA

METALMECANICA

INDUSTRIA ELECTRICA

IND. AUTOMOTRIZ, NAVIERA Y AEROSPAICIAL

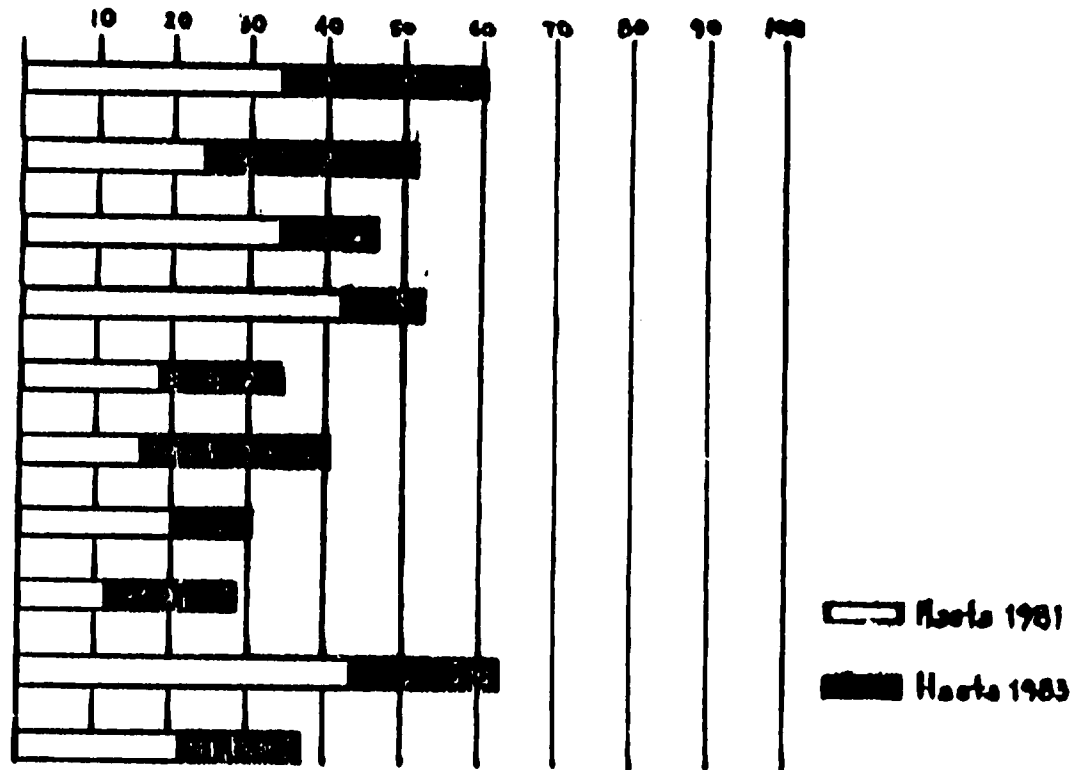
FABRICACION METALICA

INDUSTRIA TEXTIL

CONFECCION, CUERO Y CALZADO

PAPEL E INDUSTRIAS GRAFICAS

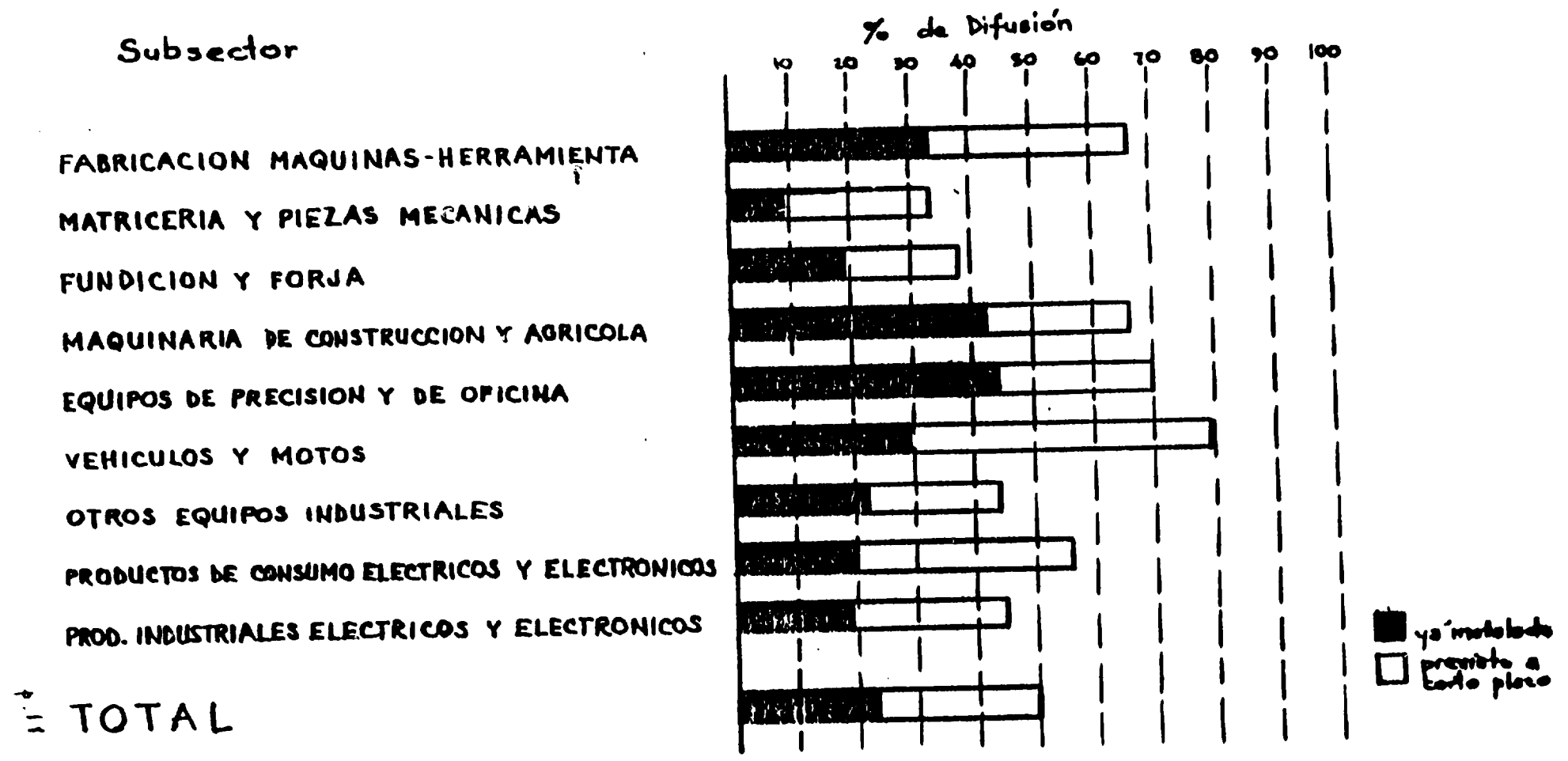
OTRAS



Fuente: Northcott and Rogers.

DIFUSION DE EQUIPOS ELECTRONICOS EN LA INDUSTRIA METALMECANICA

JAPON (1982)



Fuente: Nikkei Mechatronics

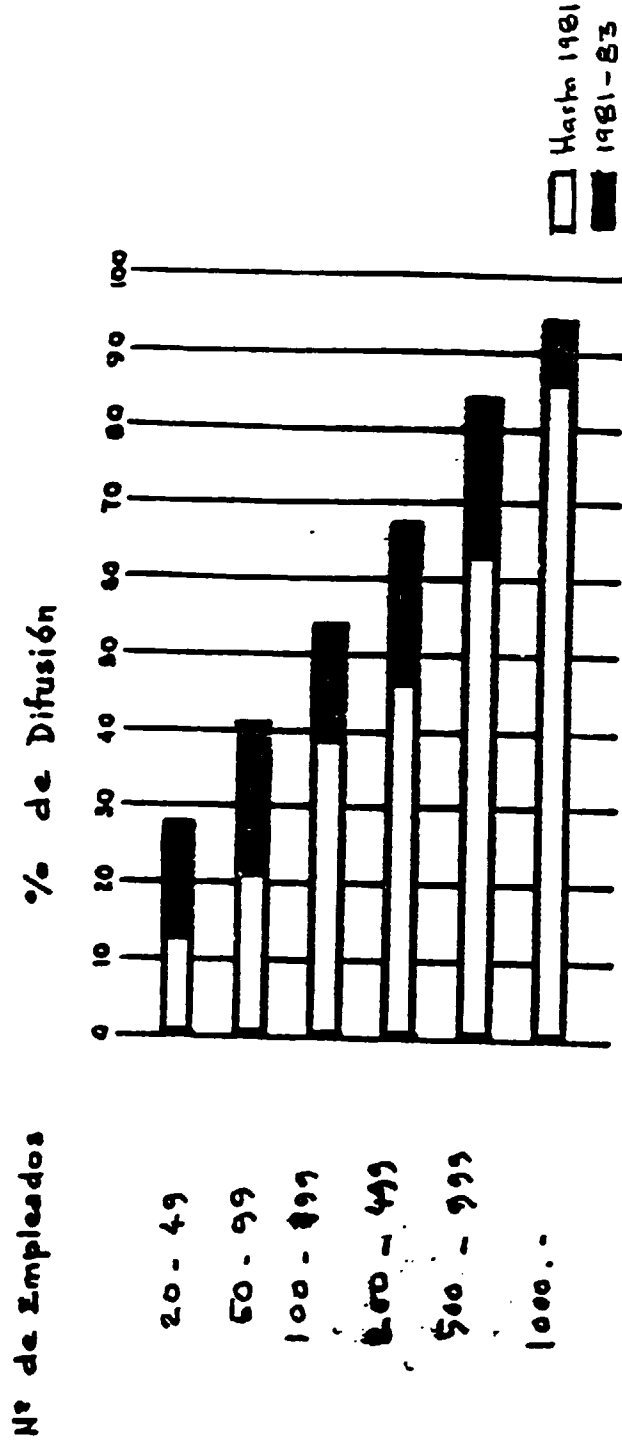
Es importante notar que la difusión no ocurre solo en las grandes empresas. La mencionada encuesta en Gran Bretaña observa que entre 28 y 42% de las empresas con menos de 100 empleados utiliza ya equipos electrónicos en sus procesos de producción (Fig. 9). Mas adelante veremos que estas tecnologías crean nuevas condiciones para la competitividad de las empresas pequeñas y medianas.

El proceso de difusión generalizada se explica porque la tecnología electrónica ofrece aumentos significativos en la productividad, tanto del trabajo como del capital. Dicha ventaja se observa claramente en el comportamiento relativo de los precios. En un mundo con altas tasas de inflación, los productos electrónicos bajan de precio, no solo en términos relativos sino incluso en términos absolutos.

El nivel general de precios de los productos industriales en Japón, por ejemplo, se elevó en un 65% entre 1972 y 1979. Mientras tanto, el costo promedio de los circuitos microelectrónicos se redujo a menos de la mitad (con lo cual en términos relativos se dividió por cinco). Al mismo tiempo los productos que contienen electrónica también experimentaron deflación o bajos niveles de aumento (Fig. 10).

Fig 9

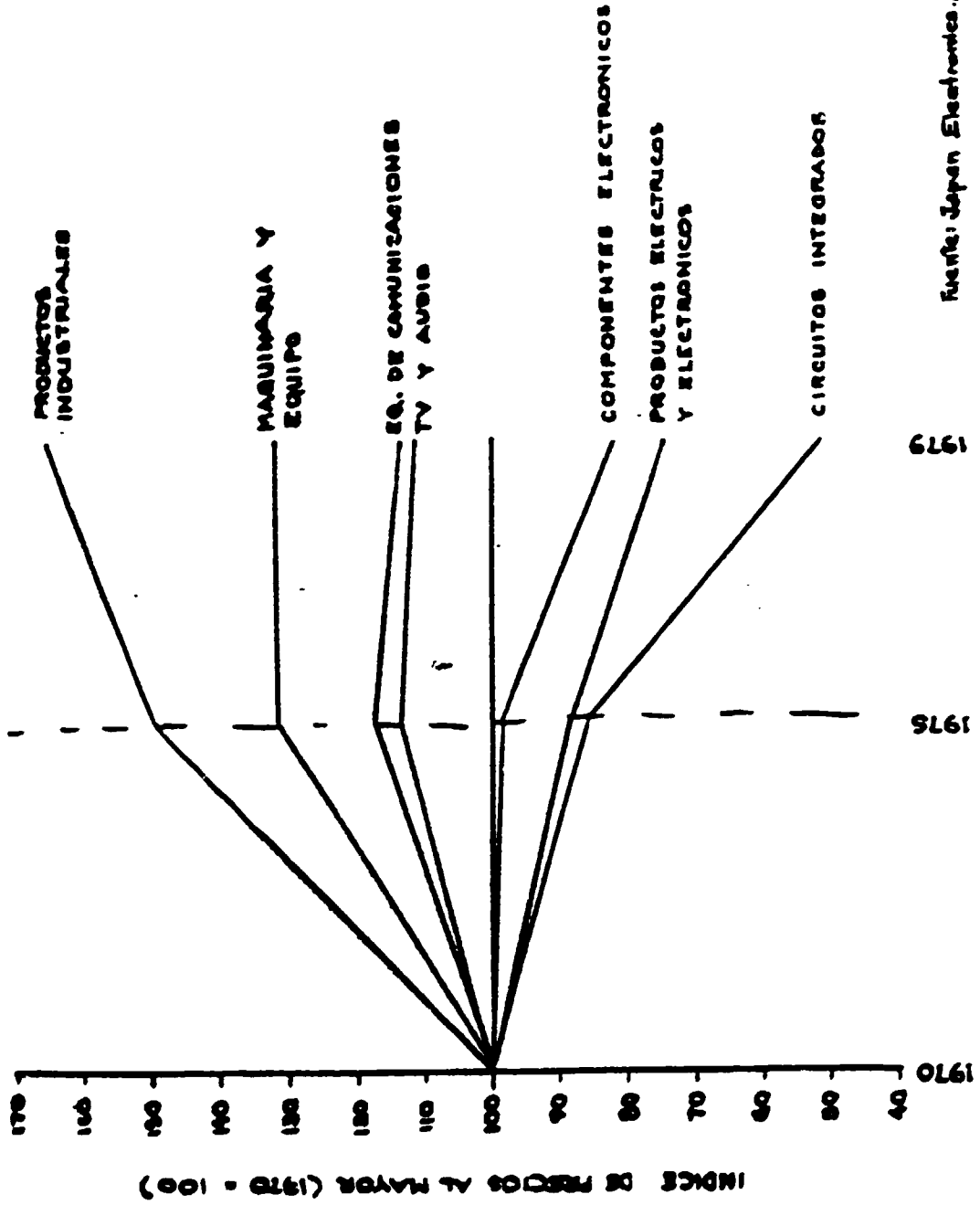
DIFUSION DE EQUIPOS ELECTRONICOS POR TAMAÑO DE EMPRESA
 GRAN BRETAÑA (1981-1983)



Fuente: Northcott & Rogers

Fig 10

COMPORTAMIENTO DE LOS PRECIOS JAPON (1970 - 1979)



Fuente: Japan Electronics Almanac 1988.

Este cambio sustancial y duradero en la dinamica de los costos relativos sustenta un proceso de transformacion profunda de los productos y los procesos de produccion. A nivel mundial estamos en un periodo de cambio estructural caracterizado por la transicion de una base tecnologica basada en la energia barata a otra basada en la electronica y la informacion baratas.

No obstante su alcance y profundidad, la transformacion que esta ocurriendo en los paises desarrollados pasa relativamente desapercibida para los paises en desarrollo, cuyo aparato productivo se desenvuelve tras barreras arancelarias. Son mucho mas visibles los cambios en los productos de consumo (tales como relojes digitales, calculadoras, juegos video-electronicos y video-grabadores) y en los pequenos computadores personales. Son tambien evidentes, para los especialistas, las profundas transformaciones en los sistemas de telecomunicaciones. Sin embargo, la computarizacion de la oficina tiende a verse mas como modernizacion que como parte integrante de sistemas de organizacion gerencial radicalmente nuevos. Igualmente, en terminos de bienes de capital, la introduccion de uno que otro equipo de control numerico o de instrumentacion digital se entiende mas como elevacion del nivel de sofisticacion o precision que como parte de un proceso de cambio profundo del modelo general de produccion.

Inclusive, la creciente presion de la competencia de precios de ciertos productos importados no se ve como posible indicador de transformaciones tecnologicas modificando la productividad y los precios relativos. El fenomeno tiende a atribuirse al monto de los subsidios de origen, a practicas de "dumping" para ganar contratos en mercados deprimidos, o a cualquier otro factor de naturaleza coyuntural. Aunque estos elementos entran ciertamente en juego, detras de ellos se esconde un proceso de naturaleza estructural, cuyo reconocimiento a tiempo es decisivo en el exito de una estrategia de desarrollo. El uso de la nueva tecnologia electronica en mas y mas ramas industriales y de servicios, conduce a una reduccion real de los costos de produccion.

Los paises desarrollados que enfrentan fuertes presiones competitivas de Japon, por ejemplo, recurren a manipulaciones de las tasas de cambio o a reclamos sobre subsidios

ocultos, pero, en terminos generales, tienen plena conciencia de la brecha tecnologica. En Europa, todas las politicas industriales incluyen financiamiento especial tanto para el desarrollo del sector electronico como para la conversion de la industria existente al uso de las nuevas tecnologias.

En realidad, la transformacion que hoy tiene lugar va mucho mas alla de la sustitucion de un tipo de equipo por otro. El cambio afecta tambien las formas de organizacion de la produccion, el modelo de gerencia, el diseno de los productos, las escalas optimas, las formas de competencia, las areas de especializacion y las formas de comportamiento de las empresas transnacionales, la distribucion de ventajas comparativas a nivel mundial y la estructura del comercio internacional. De alli que en la planificacion del desarrollo sea desaconsejable -y riesgoso!- basarse en extrapolaciones a partir del pasado.

El proceso general de transformacion es, por supuesto, relativamente lento. Pero su curso es tan inexorable como la generalizacion de la linea de ensamblaje para la produccion en masa a partir de los anos veinte. Los aumentos de productividad resultantes de la introduccion de la tecnologia electronica amenazan la sobrevivencia de las empresas rezagadas e impulsan una mayor difusion del cambio tecnologico bajo el acicate de la competencia.

Como consecuencia, buena parte del parque industrial y de las tecnologias adquiridas en los paises en desarrollo seran obsoletas a mediano plazo. En esencia, estan cambiando los parametros de la carrera del desarrollo, por lo cual, toda estrategia de desarrollo con posibilidades de exito ha de insertarse desde ahora en el muy distinto mundo del manana. Y, el mundo del manana estara fuertemente moldeado por la tecnologia electronica.

Por ello, un plan de promocion de la industria electronica no puede ser visto hoy en dia como un proyecto aislado para una industria mas. Se trata de garantizar el futuro desarrollo global del pais, desarrollando un elemento cada vez mas esencial de la nueva infraestructura de todo el aparato productivo.

Lejos de constituir una reduccion de las posibilidades de

desarrollo el nuevo marco puede en realidad brindar un nuevo punto de partida con condiciones nuevas y en algunos aspectos mas favorables. Dar el salto a una nueva tecnologia no depende necesariamente de cuan avanzado se este en la anterior. En muchos casos, la experiencia o la inversion atadas a la tecnologia desplazada resultan un obstaculo mas que una ventaja para la adopcion de la nueva. El ejemplo clasico es el paso de la iluminacion de las calles con lamparas de gas a la iluminacion electrica. Inglaterra, que era el unico pais con un sistema completo a gas, fue rapidamente sobrepasada por el resto de Europa a comienzos de siglo. Los ultimos faroles a gas desaparecieron de las calles de Londres en la decada del cincuenta!

Pero, mas alla de las anecdotas, este fenomeno se desprende de las caracteristicas del proceso de evolucion de toda tecnologia radicalmente nueva. Las etapas iniciales son en realidad, a pesar de su apariencia sofisticada, relativamente primitivas. Han de pasar varias decadas antes de que los nuevos procesos se perfeccionen y optimicen. En consecuencia es, en principio, mas dificil ingresar de manera autonoma a la produccion en base a una tecnologia madura que en base a una tecnologia en proceso de definicion y desarrollo.

Tomando en cuenta el contexto descrito, el presente trabajo abordara la estrategia del sector electronico en dos vertientes interconectadas: El pais como productor y el pais como usuario de las nuevas tecnologias. La primera apunta al aprovechamiento de las nuevas oportunidades que brinda la tecnologia electronica para el desarrollo de una industria autonoma. La segunda, intenta trazar las rutas mas convenientes para adoptar de manera selectiva el nuevo potencial en el resto del aparato productivo.

En la primera parte del trabajo se analiza la especificidad de la industria electronica y las nuevas oportunidades que ofrece. En la segunda parte se realiza un breve examen exploratorio de cada uno de los subsectores de la industria electronica, incluyendo el area de software. Para cada uno se presenta una breve descripcion y clasificacion de los productos, una discusion de las condiciones de produccion y se da una mirada general a la estructura internacional de la industria y los mercados.

La tercera parte traza los lineamientos generales de una

estrategia para Venezuela. En la seccion inicial se analizan las condiciones de partida. Seguidamente se presentan las recomendaciones de una politica de promocion de la industria electronica y de "software" -el pais como productor- y luego algunos criterios de politica para orientar la difusion de la tecnologia en el resto de la industria y los servicios - el pais como usuario-.

La parte final contiene conclusiones y recomendaciones sobre el tipo de estructura organizativa mas adecuada para promover y regular al sector, asi como sobre los estudios en profundidad que habria que emprender a breve plazo.

2. LAS CONDICIONES QUE RIGEN LA INDUSTRIA ELECTRONICA

(Párrafos introductorios)

2.1. EL DISEÑO COMO FUNCION CLAVE

A diferencia de la abrumadora mayoría de los productos tradicionales donde la capacidad operativa es crucial, el elemento determinante de la competitividad -y de las posibilidades de entrada y sobrevivencia- en el sector electrónico es la capacidad de diseño.

Esto se debe en parte al estadio particular de desarrollo en que se encuentran las diversas tecnologías. La fase de madurez de las tecnologías de producción se caracteriza por la obtención de las máximas economías de escala, lo cual en términos de productos se traduce en las máximas economías de estandarización. Las tecnologías nuevas, en cambio, incluso las más sofisticadas, atraviesan un período inicial de aprendizaje, caracterizado por cambios graduales y complementarios en el diseño tanto del producto como del proceso, hasta llegar a un cierto nivel de estabilización y optimización. A partir de allí, la interacción del crecimiento del mercado y la experiencia productiva, bajo el acicate de la competencia, conducen a la elevación de la productividad a través de economías de escala. En el primer período, el acento está en el producto, en una fase intermedia, se establece la complementariedad entre producto y proceso y, en la fase de madurez, con un producto básicamente estandarizado, el énfasis pasa al proceso.

No obstante, en lo que concierne a la industria electrónica no se trata solamente de grado de madurez relativa de la tecnología. El papel clave de la función diseño se debe a las características intrínsecas de la tecnología electrónica misma y, por lo tanto, tenderá a mantenerse más allá de las fases iniciales. Esta situación sin precedentes surge de tres fenómenos complementarios, los cuales en cierto modo definen la naturaleza de la revolución electrónica:

- a) La velocidad de desarrollo en el area de componentes electronicos, alimentando un alto ritmo de cambio tecnico en los productos que los incorporan.
- b) La integracion de la funcion diseno como actividad directamente productiva, basada en la utilizacion de bienes de capital y "software" y estrechamente relacionada con la produccion.
- c) La ampliacion del papel de la funcion de diseno, como actividad independiente post-produccion, en base a la versatilidad de los productos

2.1.1. El desarrollo en el area de componentes

El elemento central de la revolucion tecnologica en proceso de difusion es el circuito integrado ("chip"), capaz de comprimir el equivalente de decenas de miles (hoy incluso hasta un millon) de componentes tradicionales en medio centimetro cuadrado a un costo cada vez mas bajo.

Aunque la capacidad de integracion alcanzo los limites de resolucion fotolitograficos, ya las tecnologias capaces de pasar a niveles submicronicos estan en pleno desarrollo y las rutas tecnicas para continuar avanzando en esa direccion estan claramente definidas.

CUADROS:

En terminos de precios, las reducciones de costos medidas ya sea en terminos de funcion equivalente o de costo promedio por "chip" son impresionantes. La continuacion de esta tendencia, tanto por la via de mayor densidad de circuito

como por la via de automatizacion de la produccion y economias de escala, esta prevista por largo tiempo hacia el futuro.

CUADROS:

Este fenomeno ha conducido tambien a un intenso desarrollo tecnico en el area de componentes pasivos con miras tanto a la miniaturizacion como a la reduccion de costos.

CUADROS:

La consecuencia principal de este fenomeno es la rapida obsolescencia de los productos basados en una determinada familia de componentes. De alli que el desarrollo caracteristico de todo producto electronico tiende a describirse por "generaciones", cada una de las cuales tiene un ciclo de vida de pocos anos (en algunos casos incluso de meses). Esta forma tipica de evolucion es casi inevitable por la sencilla razon de que cada nueva generacion es al mismo tiempo mas potente, mas versatil, mas confiable y significativamente mas barata. Y esto ocurre no solo en base al menor costo relativo de cada salto en capacidad de los componentes microelectronicos, sino tambien por la reduccion de partes complementarias y la reduccion en tamano del producto final.

CUADROS:

2.1.2. El diseño integrado al proceso productivo

En la medida en que el progreso en el área de componentes propulsa la constante modificación de los productos finales, la actividad de diseño se convierte en un elemento crucial del proceso de producción, constituyéndose además en el arma más efectiva en términos de competitividad.

Esta elevación significativa de la importancia de la ingeniería de diseño ha conducido a su vez al desarrollo de una serie de bienes de equipo destinados a facilitarla así como a integrarla más estrechamente con los equipos directamente productivos. De esta manera, la actividad de diseño se torna cada vez más capital-intensiva y su nivel de productividad se mide con igual interés que la del proceso de producción propiamente dicho.

Entre los equipos de mayor difusión en esta área se encuentran los utilizados para el diseño de los componentes mismos y, en el área de aplicaciones, los llamados "sistemas de desarrollo" o computadores especiales para el diseño de circuitos, capaces de simular el comportamiento de los "chips" y de todo el sistema. Otro tanto está ocurriendo en el área de "software" donde se calcula que el costo promedio de una línea de programación es de unos \$10. Enormes sumas están siendo destinadas en Japón y Estados Unidos para desarrollar equipos eficientes para reducir los costos de producción de software.

Pero, el fenómeno no se limita a la industria propiamente electrónica. En otras industrias, como la aeroespacial, de automóviles y de maquinaria se utilizan los sistemas de CAD (diseño apoyado por computadoras); en la industria gráfica no solo el texto sino también la diagramación se realizan con equipos o software especiales y muchas áreas de consultoría de diseño (arquitectura, ingeniería civil, ingeniería eléctrica y de procesos) están adoptando métodos computarizados.

CUADRO (DATOS U.S.A.)

Esta tendencia al aumento de la intensidad de capital en el area de diseno conduce a garantizar un papel central para esta actividad en el largo plazo para la industria en general y especialmente en la industria directamente ligada a la electronica.

Paralelamente, a medida que se introducen equipos electronicos en los procesos de produccion y en las actividades perifericas tales como control de inventarios, manejo de materiales, control de calidad, etc., se produce tambien una tendencia a fundir el proceso de diseno con el proceso de produccion de manera directa, estableciendo conexiones directas de computador a procesador. De esta manera, el proceso de diseno del producto converge con el diseno operativo, convirtiendo la actividad de diseno en una funcion de gerencia de produccion.

2.1.3. El diseno adaptativo post-produccion

Dentro del sector electronico se podria decir que existen cuatro niveles de diseno:

- a. el diseno de circuitos integrados
- b. el diseno de productos en base a esos circuitos
- c. el diseno de software en base a esos productos
- d. el diseno de sistemas en base a productos y software

A grandes rasgos estos cuatro niveles van de mayor a menor distancia entre el productor y el usuario final y, en consecuencia, de mayor a menor proporcion de productos estandarizados. Esta caracteristica del sector electronico, basada en la versatilidad intrinseca de sus productos, permite la conversion del area de diseno en una actividad productiva en si misma.

Esto se une al inmenso campo de oportunidades que ofrece la

necesidad de modificar los productos para adaptarlos a las necesidades particulares del usuario, así como el diseño de interfases de hardware o software para compatibilizar diversos equipos.

Este amplio espectro de actividades amplía y diversifica los mercados hasta cubrir los nichos más estrechos, en base a capacidad de diseño.

Aunque podría decirse que el diseño de sistemas es fundamentalmente similar a lo que venía haciendo la consultoría tradicional en ingeniería de diseño de procesos, la ampliación del mercado usuario en este caso es de tal magnitud que es válido tomarlo en cuenta como un fenómeno cualitativamente nuevo. Ocurre también que en una parte del espectro se hace borrosa la diferencia entre empresa de fabricación y de consultoría. En la medida en que para una aplicación especial es posible escoger entre utilizar un producto existente en el mercado para adaptarlo con modificaciones de "hardware" o con "software" especial o más bien requerir el diseño de un producto específico, los departamentos de ingeniería de las empresas fabricantes juegan en cierto modo un papel de consultores.

2.2 LA CUESTION DE LA ESCALA:
NUEVOS PARAMETROS EN LA DETERMINACION
DE LA ESCALA OPTIMA DE PRODUCCION

Constatar el nuevo papel clave de la capacidad de diseno para ingresar y competir en el sector electronico no implica, por supuesto, que la capacidad operativa pierda su importancia, sino que, segun las condiciones y el producto esta tiene mayor o menor peso relativo.

Como primera aproximacion se puede afirmar que, al igual que en las tecnologias tradicionales, mientras mayor sea el volumen de mercado, mayor es el peso especifico de la tecnologia de produccion frente a la capacidad de diseno en la determinacion de la competitividad y del umbral de inversion de entrada.

Hasta ahora la industria se ha caracterizado por permitir un amplisimo rango de tamanos de empresa con capacidad competitiva, desde los gigantes como IBM y las grandes firmas japonesas hasta pequenas empresas de menos de diez personas.

De nuevo, esto se debe solo en parte al grado de madurez de la tecnologia. Es cierto que las pequenas empresas pioneras en el area de circuitos integrados, a la vuelta de diez anos se redujeron drasticamente en numero y, si no fueron absorbidas por gigantes, crecieron ellas mismas hasta lo que hoy son niveles prohibitivos de intensidad de capital. Otro tanto ocurrio con las empresas que originaron las mini y micro-computadoras, muchos de los juegos electronicos y los perifericos compatibles. Sin embargo, en muchas otras areas de aplicaciones y en software, siguen apareciendo empresas pequenas nuevas con alta competitividad.

Esto indica que, dada la capacidad de diseno, es posible captar mercados y crecer en base a productos nuevos. Y, en vista de que la gama de productos posibles es amplisima, este fenomeno puede continuar por cierto tiempo.

Para tener una idea del rango de productos abierto por la

electronica, veamos una clasificacion en funcion de las formas de identificacion del producto.

TRANSFORMACION
DE PRODUCTO
EXISTENTE

- ANTES MECANICO (reloj pulsera o de mesa)
 - ANTES ELECTROMECHANICO (calculador, cajas registradoras, centrales telefonicas, maquinas de bordar o coser, etc.)
 - ANTES ELECTRONICO NO DIGITAL (instrumentos de control, medicion y prueba, equipos medicos, etc.)
 - YA DIGITAL (nueva generacion de menor costo, mayor versatilidad o confiabilidad, mejor funcionamiento, etc.; adaptacion especifica para un usuario individual, para un grupo restringido de usuarios, para las condiciones especiales de un pais o region, etc.)
-

CREACION
DE PRODUCTO
NUEVO

- ACTIVIDAD ANTES MANUAL O MENTAL RUTINARIA (cajero bancario automatico, emisor de cheques, robots de ensamblaje, equipos de control de calidad, etc.)
 - ACTIVIDAD ANTES BASADA EN EXPERTICIA (software para manejo de inventarios, sistemas de diagnostico o "expertos", sistemas de informacion, equipos de diseno computarizado, control numerico para maquinas herramienta, etc.)
-

ESPECIFICIDAD - ESCALA

Esta vastisima gama de posibilidades de identificacion de mercados sugiere que por cierto tiempo continuara siendo posible para empresas pequenas innovadoras entrar al mercado en base a productos nuevos, tanto en bienes como en "software". Aunque buena parte de esas posibilidades pueden ser vistas como una especie de loteria de riesgo creciente, hay razones para sostener que las posibilidades de subsistencia, en condiciones competitivas, de un numeroso grupo de empresas pequenas y medianas en el sector son amplias y duraderas.

Esto se debe a dos elementos caracteristicos de la industria electronica:

- a) La capacidad de individualizar los productos, a costos relativamente bajos y
- b) Los metodos de produccion flexible basados en tecnologia electronica.

2.2.1. La individualizacion de los productos

A diferencia de las condiciones en la industria tradicional, la industria electronica no se limita a cubrir el mercado de productos con alto volumen de demanda. La relativa facilidad de diseno y el bajo y decreciente costo de los componentes, abre un potencial sin precedentes para la constante ampliacion de la gama de productos hasta alcanzar los mas estrechos nichos de mercado. Y esto no solo en terminos de cada genero de producto sino tambien en la variedad de versiones de cada uno en funcion del usuario y de las condiciones generales de operacion en una industria particular, o un pais o region.

De esta manera, los productos electronicos -tanto de "hardware" como de "software"- pueden clasificarse a grandes rasgos segun la especificidad del sector de destino en productos standard masivos, semi-dedicados y dedicados.

En todos el diseno juega un papel central, pero, en terminos de peso especifico, a mayor estandarizacion, mayor es el papel de la tecnologia de produccion en la determinacion de la productividad y el precio. Y a mayor especificidad mayores

son las ventajas comparativas obtenibles en base a capacidad en ingeniería de diseño.

Aunque mas adelante modificaremos esta segunda afirmacion en funcion del contenido no electronico del producto, por ahora veamos las razones de este fenomeno en terminos de la parte electronica o de "software".

Dado que el contenido fisico del producto, tanto en tamaño como en costo es cada vez menor, los precios de producción dependen cada vez mas de la inversión en equipos, los costos de personal y los costos de mercadeo. Parte de la mayor productividad obtenible en la fabricación de productos standard es absorbida en la formación del precio por la amortización de la inversión y el mercadeo. En los productos de volumen reducido para mercados específicos, la menor productividad se compensa parcialmente con la menor inversión y los bajos costos de comercialización.

A esto se agrega que para muchas aplicaciones no existe producto standard ni se justificaria en terminos de volumen de mercado. En estos casos, dada la existencia de demanda, aunque pequeña, la capacidad de diseño genera una ventaja comparativa absoluta. Algo similar ocurre cuando el producto standard sobrepasa las verdaderas necesidades del usuario o no cubre especificaciones adaptadas al medio particular. Podemos citar dos ejemplos de Venezuela: 1) Los sistemas de identificación de abonados diseñados y fabricados por Microtel para la CANTV bien ser adaptables a centrales electromecánicas de diversos fabricantes, lo cual no era obtenible en el mercado internacional; 2) Los reguladores de voltaje standard estan diseñados para variaciones de mas o menos 15%, pero, como la red eléctrica venezolana tiene variaciones mayores, los reguladores fabricados por Avtek fueron diseñados para un rango de mas o menos 25%.

Por ultimo, la naturaleza misma de la actividad de diseño, cuya productividad, dado el mismo nivel de equipos de apoyo, no depende solo del tiempo dedicado sino tambien de la experiencia, talento y originalidad del personal profesional, puede generar ventajas comparativas en terminos de adaptación al usuario y sencillez de fabricación.

2.2.2. Los metodos de produccion flexible

Dicho lo anterior acerca de las ventajas de las empresas pequenas en mercados especificos, hay un elemento esencial de la revolucion electronica en terminos de sistemas de produccion que debe ser tomado en cuenta para relativizar de manera adecuada las perspectivas reales: los metodos flexibles de produccion.

Con las tecnologias convencionales, generalmente disenadas alrededor de un producto especifico, es costumbre referirse a la escala de planta en terminos de volumen de produccion. Mas aun, por la misma razon, se habla de una planta de televisores o de telefonos o de chasis y no de una ensambladora de productos electronicos o de una planta de maquinado, moldeo y ensamblaje. La excepcion la constituia la industria de bienes de capital, cuyo caracter multiproducto (determinado por el pequeno tamano del mercado de cada uno de ellos) llevaba a denominaciones mas amplias como "estructuras metalicas" y en algunos casos a la especializacion por procesos, tales como fundicion o forja.

La diferencia fundamental entre la produccion en masa de unidades identicas y la fabricacion de productos diversos estaba en la posibilidad de utilizar equipos dedicados y una organizacion fija de acciones repetitivas, cuyos resultados en terminos de productividad real superaban con creces lo logvable con equipos de uso general y con cambios frecuentes de productos. Las nuevas tecnologias, basadas en controles electronicos, abren la posibilidad de convertir las plantas multiproducto en procesos practicamente continuos. Igualmente, los equipos de proposito general funcionan con una productividad similar a la de los equipos dedicados.

En consecuencia, los grandes fabricantes de productos electronicos no tienen necesariamente que limitarse a la produccion de bienes para mercados masivos. La escala de planta, la cual puede ser un multiplo de lo que se consideraba gran escala, se define en funcion de una familia variada y cambiante de productos, algunos de los cuales pueden ser producidos en volúmenes relativamente pequenos. En su conjunto, todos los productos gozarian de economias de escala o de lo que se ha dado en llamar "economias de cobertura".

Para dar un ejemplo, uno de los equipos de ^{ensamblaje} automático de ~~tarjetas~~, ofrece la posibilidad de ensamblar 30.000 tarjetas por mes para cuarenta productos distintos, con un promedio de 180 componentes por tarjeta. El costo es de tres millones de dolares, lo cual amortizado en un año significa menos de 0.8 centavos de dolar por tarjeta ensamblada.

Sin embargo, esta relativización de la cuestión de la escala, no hace más que mover los parámetros de lo que se consideran series largas, medianas y cortas. En términos del sistema recién mencionado, por ejemplo, una serie "corta" son unos 400 o 500 ejemplares por mes.

Por otra parte, hay ciertos productos electrónicos cuyo mercado y sistemas de producción estaban ya establecidos antes de la revolución microelectrónica, en particular los televisores y equipos de sonido. En estos, las series se miden en varias decenas de miles por mes y los sistemas de producción pueden llegar a los más altos niveles de automatización, aun con cambios de diseño relativamente frecuentes. Las microcomputadoras están gradualmente entrando en ese rango: La planta más reciente para producir el "Mackintosh" de Apple, está diseñada para llegar a dos mil computadores por día! En estas áreas, es decir en la mayoría de los productos de consumo masivo, en los bienes de capital standard, en el área de software en "paquetes" standard y en la mayoría de los componentes, tanto microelectrónicos como convencionales, la inversión en equipos es considerable, la tecnología incrementa constantemente la escala óptima. El diseño, aunque también exige una alta proporción de gastos (de 3 a 10% de las ventas brutas), tiene menos peso específico que la eficiencia operativa.

Pero, en el otro extremo del espectro, especialmente en el área de bienes de capital ^{software} específicos para determinadas ramas de la industria y los servicios, existen y continuarán existiendo mercados de volumen reducido que pueden ser atendidos con alta sofisticación en diseño y control de calidad y métodos de producción sencillos con baja intensidad de capital.

En consecuencia, se puede decir que mientras más especializado sea el uso del producto o el "software" mayor es el peso específico de la capacidad de diseño y mayores

por lo tanto las posibilidades de entrada para empresas pequeñas.

A esto se agrega la importancia de los servicios de mantenimiento y adaptación tanto de "hardware" como de "software", las cuales generan ventajas de "localización" para empresas pequeñas con capacidad y agilidad de respuesta y bajos costos de movilización.

En resumen, las tecnologías flexibles basadas en electrónica no se limitan en su trayectoria de aumento de la productividad a perseguir economías de escala. Una de las características del potencial que brindan las nuevas tecnologías es la posibilidad de lograr altos niveles de productividad y competitividad en base a economías "de cobertura", "de especialización" y "de localización", todas, naturalmente, basadas en la capacidad de diseño antes discutida.

3. EL SECTOR ELECTRONICO: "HARDWARE" Y "SOFTWARE"

(Párrafos introductorios; cuadro con clasificación del sector; explicación sobre la manera como se abordara cada uno de los subsectores y razón por la cual algunos se analizan de manera más extensa que otros.)

3.1. COMPONENTES

(Párrafos introductorios)

3.1.1. LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

3.1.1.1. Breve descripción y clasificación

El circuito integrado -el llamado "chip"- es el componente articulador de la revolución microelectrónica actual. Como su nombre lo indica, se trata de la integración de un circuito electrónico completo, compuesto de varios miles o decenas de miles de transistores y otros componentes interconectados, sobre una delgada lámina de material semiconductor de menos de un centímetro cuadrado.

La velocidad de aumento en la densidad de integración ha sido y sigue siendo vertiginosa. En apenas diez años, desde la invención del circuito integrado en 1959, se llegó a los mil componentes por chip. Para 1980 son comunes los chips de 64 mil componentes y ya está previsto el de un millón de funciones para 1985-86.

De manera muy gruesa, los circuitos integrados se pueden clasificar en cuatro grandes familias: memorias, unidades de lógica, circuitos lineales (o analógicos) y microprocesadores. Con pocas excepciones, todo producto electrónico es un sistema que combina varios tipos de circuitos integrados.

Las memorias sirven para almacenar información bajo forma de

datos o de instrucciones. Casi todos los equipos electronicos utilizan uno o varios chips de memoria. Estas pueden ser estaticas o dinamicas. Las primeras conservan la informacion incluso al desconectar el sistema, las dinamicas la reciben y almacenan mientras el sistema este funcionando y la pierden al desconectarlo. El uso mas comun de las memorias estaticas es el almacenamiento de los programas de funcionamiento. En este caso, las memorias utilizadas son las llamadas "read-only" o ROM (de lectura solamente), programadas en el proceso mismo de fabricacion. Existen tambien chips de memoria programables por el fabricante del producto (PROM) o borrables y reprogramables (EPROM). En otros casos, especialmente en el area de computacion, se requieren memorias cuyo contenido pueda cambiar tantas veces como sea necesario. Estas son las llamadas "read-write memories" o RWM. Las mas comunes en este grupo son las RAM o DRAM "dynamic-random-access-memories", cuya caracteristica es que se puede acceder rapidamente a cualquiera de los datos almacenados en cualquier punto de la memoria, para utilizar su contenido o cambiarlo. Por su estructura modular repetitiva, los chips de memoria son los que mas rapidamente permiten alcanzar altos niveles de integracion y altos volúmenes de produccion de disenos standard, a costos decrecientes.

Las unidades de logica son fundamentalmente conjuntos de transistores para realizar operaciones de logica. Al igual que las memorias, estas tambien son de diseno modular y tienden a ser de disenos basicos standard, adaptables a los diversos requerimientos de diseno del fabricante usuario.

Los circuitos lineales son en cierto modo la interfase con el mundo no digital. Esta familia esta compuesta de convertidores, amplificadores, reguladores de voltaje, comparadores, y en general todas las funciones que el sistema tenga que realizar con senales electricas o de voz, imagen, etc. Por ello son comunes en los equipos de audio, video y telecomunicaciones.

Pero, el corazon ejecutor de cualquier equipo electronico moderno es el microprocesador. Este es equiparable, para los sistemas procesadores de informacion, a lo que representa el motor para un equipo electromecanico. Lo que define un producto electronico es el o los microprocesadores que utiliza. Su estructura es mucho menos repetitiva y mas

compleja que la de los chips de memoria por lo cual su costo unitario tiende a ser relativamente mas alto. Pero su versatilidad y su capacidad para reducir el numero de otros componentes en el sistema y el tamaño del producto compensa con creces el costo directo.

Los microprocesadores de uso general pueden tener memoria integrada o ser conectados con chips de memoria (PROM) en los cuales se almacena de manera fija -"firmware"- el programa de instrucciones que definira su funcionamiento especifico. Aunque esta programabilidad brinda enorme flexibilidad al usuario, hay muchas aplicaciones que requieren el diseño de un chip especifico.

Segun la universalidad o especificidad de su uso, los chips pueden ser clasificados en standard, semi-dedicados ("semi-custom") y a pedido ("custom").

Los chips standard se adaptan a millares de aplicaciones distintas, siendo utilizados directamente o programados por el fabricante del producto. Esta categoria representa casi el 90% de la producción de circuitos integrados de los cuatro tipos mencionados. Existen tambien ciertas aplicaciones especificas en productos suficientemente masivos para justificar la producción de chips standard de alta complejidad. Es el caso, por ejemplo, de los microcomputadores que integran en un solo chip todo el corazón operativo de un computador. Dichos micros son utilizados por diversos fabricantes de computadores personales asi como de otros equipos "inteligentes". Otro tanto ocurre con los circuitos standard para relojes, calculadoras, juegos, etc.

Al otro extremo se encuentran los chips "custom" o a pedido, cuyo diseño es especificado o realizado por el fabricante del producto. Sin embargo, el costo de esta ruta es prohibitivo a menos que se trate de un uso masivo (de varios millones de unidades) como en algunas aplicaciones de la industria automotriz.

El esfuerzo por alcanzar la maxima versatilidad y adaptabilidad a niveles razonables de costo condujo a desarrollar las llamadas tecnologias "semi-custom". Hasta ahora el concepto basico consiste en la fabricación masiva de un chip universal modular con millares de componentes.

pero omitiendo la ultima fase del proceso de produccion, es decir, la capa que establece las conexiones entre los componentes, definiendo el funcionamiento del circuito. De esta manera, el disenador de un producto cualquiera puede especificar el circuito que necesita, utilizando la estructura modular basica. La diferencia en costo y tiempo es enorme. Producir un circuito a pedido, de unos 500 a 1000 componentes puede tomar un ano y costar un cuarto de millon de dolares. El mismo circuito por la via "semi-custom" toma dos meses y medio y puede costar unos ocho mil dolares (Ernst). En general se estima que esta forma de produccion de chips en dos fases esta destinada a crecer en importancia.

Hay ademas una tercera clasificacion de los circuitos integrados segun la tecnologia utilizada. La mas comun hoy en dia es la tecnologia MOS. Pero, segun las exigencias del sistema al cual esta destinado (velocidad, densidad, disipacion de energia, etc.) pueden ser de tecnologias mas costosas como CMOS, bipolar o incluso de materiales distintos del silicio como arsenuro de galio.

El mundo de los circuitos integrados consiste pues de una vasta gama de productos distintos en constante proceso de ampliacion y cambio.

3.1.1.2. Las condiciones de produccion

El proceso de produccion de los circuitos integrados consiste de tres fases principales:

Diseño y preparacion: Es la fase de definicion del chip tanto en su funcionamiento y caracteristicas como en su geometria, materiales y tecnologia de produccion. El diseño generalmente se realiza con ayuda de computadoras, al igual que la preparacion del conjunto de "mascaras" a utilizar en las diversas etapas de procesamiento.

Fabricacion: Es el proceso de "impresion", a traves de diversos y sucesivos procesos fotolitograficos y fisico-quimicos, de los componentes, los aislantes y elementos conectores de centenares de chips sobre obleas ("wafers") de cristal semiconductor, generalmente de silicio. El proceso culmina con la prueba y el corte computarizado de los chips individuales.

Ensamblaje y empaque: Cada chip requiere la soldadura de los conectores externos, su encapsulacion en un empaque generalmente plastico y la prueba final.

La primera fase exige personal altamente calificado; la segunda es intensiva en capital y "know-how" y la tercera intensiva en mano de obra de poca calificacion.

La mayoria de las empresas fabricantes son integrales, desde el diseno hasta la prueba final. Sin embargo, una alta proporcion del ensamblaje y empaque se realiza en filiales en paises del Tercer Mundo con mano de obra barata. Se estima que el ahorro por unidad puede ser de 20 a 40% segun el diferencial de salarios. En los ultimos anos, sin embargo, esta tendencia ha ido disminuyendo por la introduccion de equipo automatizado para realizar estas tareas.

Algunas empresas se especializan en diseno solamente, para circuitos "custom" o "semi-custom". Y, en los ultimos anos se ha desarrollado una practica con el extrano nombre de "fundiciones de silicio" ("silicon foundries"), la cual consite en ofrecer capacidad ociosa de fabricacion para procesar chips de empresas de diseno o de otras empresas fabricantes. Esto apunta a la posibilidad de que se establezcan empresas con ese unico fin.

Es importante aclarar que la industria de ensamblaje de chips no es equiparable al ensamblaje de automoviles o bienes durables de consumo que fue tipica de los procesos de sustitucion de importaciones del pasado. En primer lugar, porque no es posible elevar gradualmente el valor agregado nacional, tratandose solo de empacar un chip que viene en una sola pieza. En segundo lugar, porque es tipicamente una plataforma de re-exportacion (para estar destinada al consumo interno requeriria una industria electronica desarrollada que los incorpore). Por esto la industria empacadora ha tenido como objeto la creacion de empleo para el pais receptor y la reduccion de costos de mano de obra para la empresa matriz.

En paises del Tercer Mundo que aspiran a desarrollar una industria electronica propia, puede tener sentido considerar el establecimiento de plantas integrales. Para esto hay varios obstaculos considerables.

Por el momento no se avizora ninguna tendencia por parte de las empresas transnacionales a establecer filiales integrales en países fuera del mundo industrializado, donde les puede interesar en busca de ampliación y garantía de mercados. Tampoco parece fácil lograr la transferencia efectiva de tecnología. Pero aun suponiendo esto, las exigencias son muy altas en varios sentidos.

En primer lugar, la producción de circuitos integrados está ya en un período de obtención de economías de escala en todas las fases del proceso. Los niveles de producción competitivos son de muchos millones de chips al año. Los montos de inversión, que en el pasado fueron de uno a tres millones de dólares, son hoy de unos \$50 millones para chips convencionales a no menos de \$100 millones para el caso de plantas en la frontera tecnológica, y el ritmo de inversión para mantenerse al día es de 16 a 20% de las ventas anuales.

En segundo lugar, la dinámica de la industria exige una alta proporción de reinversión en investigación y desarrollo (de 6 a 10% de las ventas). El diseño de una sola familia de chips cuesta no menos de dos millones de dólares. Y esto es evitable si se aspira a mantener mercados de exportación. Incluso en aquellos raros casos donde toda la producción pudiese ser absorbida por el mercado interno, los fabricantes compradores se verían afectados negativamente si no pueden modernizar sus productos con chips más avanzados.

Por último, la producción de chips, además de recursos humanos calificados, requiere una gran cantidad de insumos especiales (silicio monocristalino, sustancias químicas, etc.) y otros insumos y servicios auxiliares (el mantenimiento de ambientes con exigencias de pureza mayores que las requeridas en una sala de cirugía, por ejemplo), cuya ausencia sería una gran desventaja frente a empresas instaladas en países con una infraestructura completa.

Los países del Tercer Mundo que están tratando de superar esos obstáculos son aquellos que tienen ya una larga tradición de ensamblaje de productos electrónicos para exportación, generalmente los del sudeste asiático, y los que han venido desarrollando una política agresiva de industrialización -los llamados NIC's- en particular Sur Corea, India, Singapur, Brasil y México.

Venezuela parece tener muy pocas condiciones favorables al establecimiento de una industria de circuitos integrados. Mas adelante discutiremos algunas rutas estrategicas alternativas.

3.1.1.3. El Mercado Interracional

La industria de los circuitos integrados esta dominada por EE.UU. y Japon. La produccion mundial en 1983 fue de unos 16 mil millones de dolares, de los cuales EE.UU. produjo \$11MM y Japon \$4MM, lo cual representa el 94% del mercado mundial. Aunque ambos producen todos los tipos de chips, los EE.UU. tienen el liderazgo en el area de microprocesadores y microcomputadores y, en general, en los chips de diseno mas complejo. Japon domina el mercado de memorias (pasando de menos de 10% del mercado mundial en 1977 a cerca de 60% hoy en dia) y tiene una fuerte posicion en circuitos lineales. Pero la intensidad de la investigacion y la inversion es tan alta en ambos paises que las posiciones relativas en mercados especificos cambian constantemente.

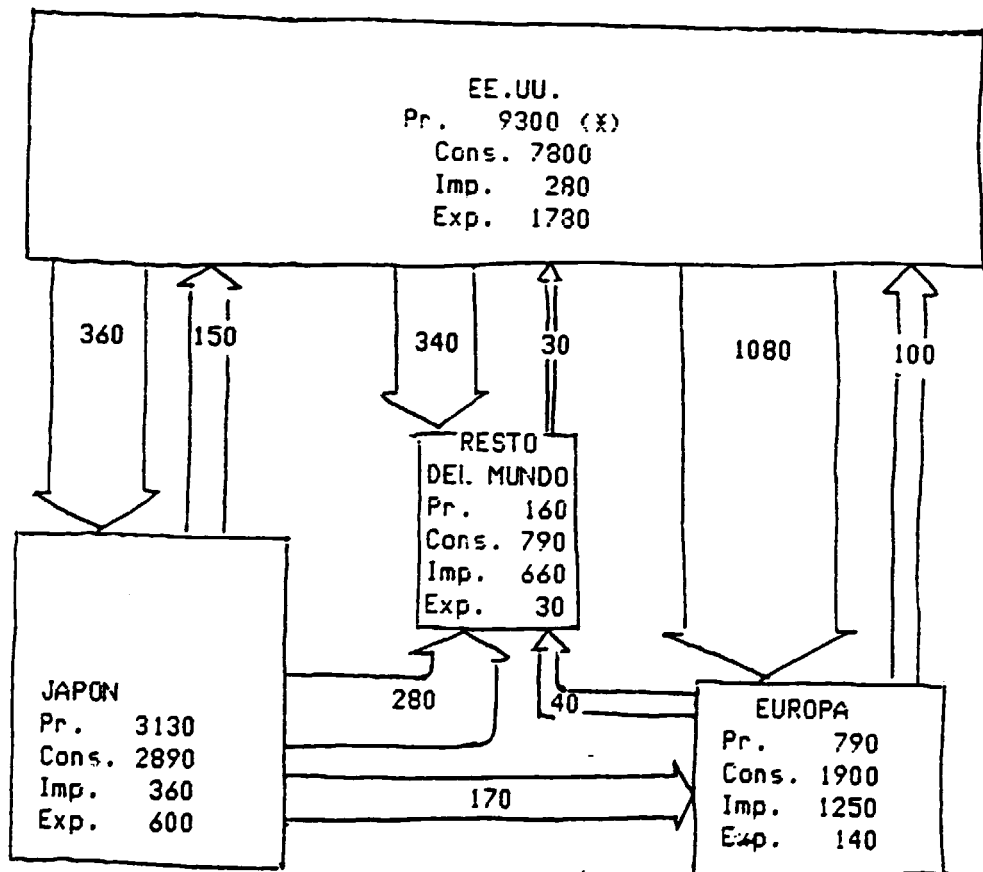
La produccion de Europa, a pesar de que los paises europeos han venido haciendo esfuerzos titanicos para desarrollar una industria que consideran clave para su futuro economico, fue en ese ano de unos \$1MM solamente. La estrategia Europea ha consistido de tres lineas principales: establecer "nichos" de mercado en chips especializados de alto valor; asociarse con las empresas de punta norteamericanas mediante diversos tipos de arreglo y atraer inversiones de EE.UU. y Japon.

La produccion en el resto del mundo no alcanza los 200 millones de dolares (la mayoria de ensamblaje solamente).

Aproximadamente un quinto de la produccion mundial de circuitos integrados se mueve en el mercado mundial (ver cuadro). Se supone que una muy alta proporcion de las importaciones de componentes del Tercer Mundo son para las plantas ensambladoras de productos, mientras que las exportaciones son en su mayoria la re-exportacion de los chips empacados a las empresas de origen.

Cuadro No. X

Produccion, Consumo y Flujos de comercio mundial
en circuitos integrados - 1982
(millones de dolares)



Fuente: Mackintosh Consultants

(X) Nota: Una parte significativa de la producción de chips esta integrada verticalmente en las empresas fabricantes de computadoras y otros equipos. En EE.UU. por ejemplo, la producción cautiva es aproximadamente un tercio (OTA 1984). Se estima que a escala mundial solo un 80% de la producción de chips sale al mercado.

La estructura del mercado en terminos de tipos de chips, cambia constantemente a medida que se se desarrollan los diversos mercados usuarios. El boom de las memorias RAM y de los chips microcomputadores por ejemplo esta asociado a la explosion del mercado de computadores personales.

En conjunto, las memorias representan actualmente la mayor proporcion tanto en valor como en volumen. En EE.UU. representan mas de un tercio, seguidos por los circuitos lineales y las unidades de logica. Los microprocesadores constituyen la fraccion menor porque muchos equipos contienen uno solo o unos pocos frente a varias decenas de memorias y otros circuitos auxiliares. No obstante pasaron de solo un 7% del mercado total en 1975 (cuatro años despues de su introduccion) a 12% en 1980 y se estima que llegaran al 19% en 1986, sustituyendo muchos de los chips de logica tradicionales, cuya proporcion decrece.

Cuadro No. X

EE.UU. - Ventas de circuitos integrados por tipo
(%) 1975-1986

Tipo	1975	1980	1986(est)
Memorias	27	36	38
Lineales	27	27	29
U. de logica	39	25	14
Microprocesadores	7	12	19

Fuente: OTA 1984

En cuanto a los circuitos custom y semi-custom, estos representan cerca del 9% del mercado mundial total en terminos de valor, pero por ser relativamente mas costosos, su proporcion en volumen es sin duda menor. Hay quien estima, sin embargo, que para 1990 los circuitos semi-custom pueden llegar a constituir el 40% del mercado (% Cane, 1981).

En cuanto a la estructura de la industria, apenas diez empresas a nivel mundial (cinco norteamericanas, cuatro japonesas y Philips de Holanda) controlaban el 54% del mercado en 1983 y para 1984 subieron a 56%. Parece probable

que la competencia y los costos de entrada lleven la industria gradualmente hacia la concentracion en manos de unas pocas empresas gigantes (tipo lo que ha sido la industria petrolera o la del acero); mientras que las empresas menores se mantendrian en nichos de mercado (X Ernst). Pero, aun no es posible discernir la estructura definitiva.

En todo caso, es de esperarse que dicha concentracion no impida la libre disponibilidad de los diversos tipos de chips en el mercado mundial. Lo que si podria pasar es que en epocas de escasez de ciertos tipos de circuitos, serian los usuarios mas debiles quienes sufririan las consecuencias. Tambien podria manifestarse cierta tendencia a mantener cautivas por cierto tiempo las ultimas familias de chips, dando ventaja a los fabricantes integrados verticalmente. Pero, en general, no pareciera que la concentracion en el area de componentes amenace con impedir el desarrollo de una industria usuaria independiente.

3.1.2. COMPONENTES SEMICONDUCTORES DISCRETOS

Ademas de los circuitos integrados, la industria electronica utiliza todavia gran cantidad de componentes semiconductores discretos, principalmente transistores, diodos, rectificadores, etc.

Claro que el numero de componentes discretos por producto se ha reducido y continua reduciendose drasticamente. (agregar ejemplos de Japon).

No obstante, el vertiginoso crecimiento de la industria electronica, su expansion hacia areas antes no electronicas y la aparicion de productos cada vez mas complejos, alimenta todavia el crecimiento del mercado total de componentes discretos. Esto, debido ademas a que hay muchas funciones que requieren y seguiran requiriendo este tipo de componentes.

Su naturaleza tambien ha cambiado para responder a nuevas y mas exigentes características, por lo cual, lo que parecia una tecnologia madura, ha vuelto a ser un area de intensa investigacion y desarrollo. Las areas mas dinamicas en este sentido son el sector de potencia (transistores de efecto de campo -FET-, tiristores, etc.) y el de optoelectronica (diodos emisores de luz -LED-, celulas fotovoltaicas, componentes para sistemas de fibra optica, etc.).

3.1.2.1. Condiciones de produccion

La produccion de semiconductores discretos del tipo tradicional (transistores de baja potencia, diodos, etc.) es mucho menos compleja que la de circuitos integrados, pero su bajo costo por unidad se obtiene mediante economias de escala. La instalacion de plantas nuevas solo se justificaria en base a un consumo interno masivo y mas o menos estable. Sobre todo en vista de que su consumo es el que mas fuertemente se ve afectado por la incorporacion de chips y ello va generando capacidad ociosa a nivel mundial.

Los semiconductores mas avanzados, cuyo mercado tiene mayores perspectivas de crecimiento en el largo plazo, no solo requieren tambien economias de escala y una solida base en el mercado interno, sino ademas alta inversion en investigacion y desarrollo. Entrar en este campo puede ser sin embargo importante si se aspira a desarrollar una industria electronica productora de equipos para el sector electrico y/o el de telecomunicaciones.

3.1.2.2. El mercado mundial

El mercado mundial de semiconductores discretos crece a una tasa de alrededor del 9% interanual y alcanza mas de cinco mil millones de dolares, lo cual representa el 20% del mercado total de semiconductores. Esta porcion tiende a decrecer frente a la mayor tasa de crecimiento de las ventas de circuitos integrados (Ver cuadro).

Cuadro No. X
Produccion mundial de semiconductores 1982-86
(Mill de \$. y %)

Año	Circ. integr.		Discretos		Total \$Mill.
	\$Mill.	%	\$Mill.	%	
1982	13 425	75	4 450	25	17 875
1983	16 585	77	4 820	23	21 405
1984	20 955	80	5 265	20	26 220
1985*	26 035	82	5 740	18	31 755
1986*	32 265	84	6 250	16	38 515

Fuente: I.C. Engineering Corp. * Estimado

La distribucion mundial de la produccion es un poco menos dispereja que la de circuitos integrados. Alrededor del 20% de la produccion de semiconductores discretos se realiza en Europa y algo mas del 4% fuera del mundo desarrollado (Ver cuadro).

Cuadro No. X

1982 - Distribucion mundial de la produccion de semiconductores integrados y discretos por area geografica.

	Discretos	Integrados
	%	%
EE.UU.	41.4	69.8
Japon	34.3	22.8
Europa	20.0	6.2
Otros*	4.3	1.2

Fuente: I.C. Engineering Corp.

* Excluye paises socialistas, incluye R.P. China.

Pero, en general, el desarrollo y produccion de los componentes de tecnologia mas avanzada es realizado por las mismas empresas que dominan el mercado de circuitos integrados y, por tanto, es liderizado por EE.UU. y Japon.

3.1.3. LOS CIRCUITOS HIBRIDOS

Un tipo de componente intermedio entre el circuito integrado monolitico y los componentes discretos son los circuitos hibridos. Estos integran varios componentes (incluyendo a veces chips) sobre un sustrato generalmente de ceramica. Su tamaño es bastante mayor que el de un circuito integrado pero menor que un circuito equivalente no integrado, pues los componentes discretos pueden ser miniaturizados, los conectores son impresos y el empaque es comun al conjunto. Su costo por funcion es bastante mayor que el de un chip pero mucho menor que el equivalente en componentes individuales.

Hay varios tipos de circuitos hibridos. Los mas comunes son los de lamina gruesa "thick-film", y los de lamina delgada "thin-film". Los primeros son utilizados en controles de aparatos electromecanicos, productos de consumo y algunas aplicaciones no muy sofisticadas en telecomunicaciones. Los segundos son mas costosos y se destinan a equipos mas

exigentes.

La tecnología de fabricación de híbridos utiliza procesos similares a la de los circuitos integrados, pero es más accesible porque no requiere la formación de componentes a escalas submicrónicas. Por otra parte, la mayoría de los circuitos híbridos se realiza a pedido, por lo cual la escala de producción es mucho menos determinante en el costo que en el caso de los semiconductores discretos. Por esta razón puede constituir una buena ruta de aprendizaje tecnológico en el mundo de los semiconductores.

El mercado mundial de circuitos híbridos también está dominado por EE.UU. y Japón y es de un volumen unas diez veces menor que el de circuitos integrados. Sin embargo, su tasa de crecimiento es el doble del de los semiconductores discretos. El uso de circuitos integrados ha llevado a la industria usuaria a preferir reducir al mínimo el número de conexiones externas, cuya confiabilidad es menor. Por esto, es probable que se siga expandiendo el uso de circuitos híbridos a expensas de los componentes discretos tanto activos como pasivos.

3.1.4. OTROS COMPONENTES, PARTES Y PIEZAS

EL mundo de la microelectronica cubre fundamentalmente los componentes activos (procesadores de senales) y solo abarca una pequena porcion de los pasivos (algunas resistencias, condensadores y otros). Todo circuito electronico, sin embargo, requiere un cierto numero de componentes pasivos discretos tradicionales y de otros que realizan tareas especificas como cristales, switches, reles, etc. Igualmente necesitan partes funcionales tales como conectores, cables, cabezales magneticos, micromotores, etc.

Este conjunto de productos es un amplio y variado universo. Cada producto se subdivide en categorias y subcategorias segun sus parametros de funcionamiento, tamano o tecnologia de fabricacion. La mayoria requiere escalas de produccion relativamente altas para ser competitivos. Algunos estan en medio de un intenso esfuerzo de investigacion y desarrollo para responder a las crecientes exigencias de miniaturizacion, confiabilidad y reduccion de costos que plantea el desarrollo en el area de semiconductores y la ampliacion de las aplicaciones de la microelectronica.

Lo indicado para evaluar la conveniencia de fabricacion de cualquiera de estos componentes es estudiar cada uno de manera especifica, a medida que el crecimiento de la produccion de equipos electronicos vaya generando mercados suficientes.

Hay sin embargo una parte esencial para todo producto electronico: el circuito impreso, cuyo papel clave en el desarrollo de una industria electronica autonoma justifica analizarlo aqui.

3.1.4.1. LOS CIRCUITOS IMPRESOS

Los circuitos impresos son las tarjetas que brindan soporte mecanico y proporcionan la interconexion entre los diversos componentes discretos o integrados que constituyen el sistema electronico de un producto. Consisten de un sustrato de material aislante, sobre el cual se graba en cobre u otro conductor lo que seria el sistema de "cableado" entre los

diversos componentes, y se perforan los orificios donde dichos componentes seran insertados y soldados.

Los circuitos impresos no son en realidad un componente "electronico", en el sentido estricto del termino, pero constituyen un elemento indispensable de todo producto que lo sea. Cada producto puede requerir una sola tarjeta o decenas de ellas, segun la complejidad del o de los circuitos que lo compongan y el numero de componentes.

Hay cuatro tipos basicos de circuitos impresos: sencillos (impresos por una sola cara), doble faz, multi-capa y flexibles. Los dos primeros son los mas comunes y cubre la abrumadora mayoria de las aplicaciones (94% en Japon, por ejemplo). Los de doble faz permiten armar un circuito muy complejo sobre una superficie relativamente pequena, por establecer los conectores mediante una especie de "bordado" de un lado a otro de la tarjeta. Los multi-capa fueron desarrollados con el mismo objetivo, permitiendo establecer la red de conexiones agregando una o varias capas intermedias. Su mayor costo los restringe a aplicaciones de muy alta complejidad, donde el tamano total deba ser reducido al minimo. Los circuitos flexibles (algunas veces multicapa) son tambien mas costosos y de aplicacion en casos especiales de productos de formas curvas o muy pequenos, aunque su uso tiende a extenderse.

Todos los circuitos impresos son fabricados a especificacion del cliente, pues su geometria es la red de conectores definida por el diseno de cada producto especifico. Por esta razon, cualquier pais que posea una industria electronica que incluya productos de diseno propio requiere fabricacion local de circuitos impresos.

Por trabajar a pedido y gozar de ventajas de ubicacion, las instalaciones de circuitos impresos son competitivas cuando su escala se adapta a las dimensiones y requerimientos de la industria usuaria local. La escala apropiada depende no solo del tamano total del mercado, sino tambien del numero de tarjetas distintas y del tamano de serie de cada una. Incluso en paises con una industria electronica desarrollada, la industria de circuitos impresos no es de alta concentracion. En Japon, por ejemplo, se estima que hay unas 180 empresas fabricantes, de las cuales el 80% son pequenas y cubren cerca del 60% del mercado (p. 206).

La exportacion de circuitos impresos como tales no es usual debido a la estrecha relacion necesaria entre usuario y productor. En la mayoria de los casos lo que se registra como exportacion son las tarjetas que forman parte de los kits de ensamble vendidos por la empresa matriz a sus filiales o licenciarios.

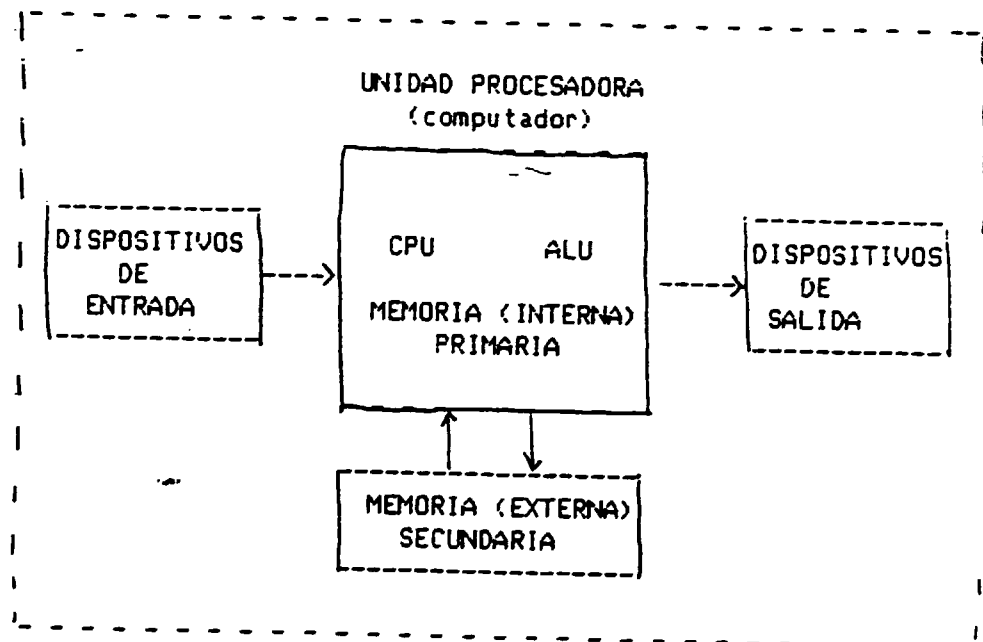
Esta es pues una industria que puede y debe crecer de manera complementaria con la industria local de la cual es proveedora. Pero, hay tres condiciones de gran importancia para garantizar su papel como soporte efectivo de la industria usuaria: Flexibilidad en la organizacion de la produccion; tiempos de entrega razonables y confiables y garantia de calidad (pues la falla de una sola conexion puede hacer fallar el producto completo). Esto ultimo exige a menudo que una alta proporcion de la inversion total se dedique a equipos de analisis y pruebas. Las dos primeras requieren desarrollo de la capacidad de gerencia y, en paises que no poseen una industria quimica desarrollada, puede exigir el mantenimiento de altos niveles de inventarios.

3.2. EQUIPOS DE COMPUTACION

Así como el circuito integrado es el insumo determinante en el desarrollo de la revolución electrónica en general, el computador es el equipo nuclear de lo que globalmente se denomina la revolución informática.

Un computador es fundamentalmente un equipo procesador de información conformado por un corazón operativo conectado a uno o varios dispositivos de entrada y salida.

DIAGRAMA DE UN SISTEMA DE COMPUTACION



De manera estricta, el término computador debería aplicarse solo al núcleo operativo conformado por el CPU ("central processing unit") que dirige los movimientos de datos y las operaciones, la unidad de lógica y aritmética (ALU) que realiza las operaciones y la unidad interna de almacenamiento de datos (memoria primaria) que mantiene la información a ser procesada. Un chip microcomputador contiene todo esto en una superficie de 6mm. x 6mm. y cuesta

unos 200 dolares. Pero, para ser util el computador requiere un conjunto de equipos perifericos para la entrada, salida y almacenamiento de datos. La configuracion completa seria mas apropiadamente denominada un sistema de computacion.

Lo que usualmente llamamos un microcomputador utiliza tipicamente un teclado como dispositivo de entrada de datos, un monitor de TV y una impresora como dispositivos de salida y una unidad de disquetes magneticos como sistema de almacenaje de memoria secundaria.

Esta distincion entre corazon computador o unidad procesadora y perifericos tiene importancia por dos razones. En primer lugar porque permite comprender que todo equipo electronico desde un reloj pulsera, pasando por los instrumentos de control hasta una gran central de telecomunicaciones es en realidad un computador de proposito especifico. Llevando el concepto al extremo podria decirse que, en esencia lo que distingue uno de otro son los perifericos y el "software". En segundo lugar porque desde el punto de vista tecnologico la unica parte del sistema que es estrictamente electronica es la unidad procesadora; la gran mayoria de los perifericos incorpora dispositivos electronicos en un equipo fundamentalmente electromecanico.

En el area de unidades procesadoras, la velocidad de descenso del costo en relacion a la capacidad ha sido tan vertiginosa como la de los chips que utilizan. Hoy en dia un microcomputador tiene mas potencia que la de los primeros computadores gigantes, a una millonesima del costo. Esto ha generado una enorme presion en el area de perifericos, en la cual, a traves de un intenso y consistente esfuerzo tecnologico se ha logrado mantener un flujo constante de innovaciones y una reduccion paralela en los precios. El costo por unidad de memoria de disco magnetico, por ejemplo, se ha reducido a razon de 30:1 desde 1965. Con todo esto, los perifericos pueden aun representar bastante mas del 50% del costo total de un sistema (excluyendo el "software", sobre el cual hablaremos en la seccion siguiente).

Este mismo descenso en costos, acompanado de una constante elevacion en capacidad, va haciendo obsoleta la clasificacion entre macro, mini y micro-computadores. A mediados de la decada del se'enta se les podia distinguir claramente por el precio, el cual era una buena representacion de las

diferencias en capacidad. Hoy, un macrocomputador ("mainframe") puede costar lo que antes costaba un minicomputador (unos \$100.000) y un microcomputador por menos de un decimo de ese precio tiene mas capacidad que la que tenia un minicomputador. (Ver cuadro)

Precio de computadores por tamaño

	1974	1984
Macro-computador ("mainframe")	> \$ 1.000.000	> \$ 100.000
Minicomputador	\$ 100.000	\$10.000-\$100.000
Microcomputador	\$ 10.000	\$ 200 - \$ 10.000

Por esta razón, en años recientes, el mercado ha tendido a estratificarse más por tipo de usuario y configuración del sistema que estrictamente en términos de precios. Un microcomputador puede ser un producto de consumo o el equipo de procesamiento general de una empresa pequeña o el terminal individual "inteligente" de una red construida alrededor de una mini o de un macro en una empresa grande. Es también usual que una red de minicomputadores sea utilizada en lugar de un macrocomputador. Esto ha llevado a una distinción que se hace cada vez más significativa entre computadores de usuario único ("single-user" o "desktop") y computadores de usuarios múltiples ("multi-user").

Los tipos de configuración son muy variados, desde el sistema centralizado en forma de "estrella", donde todos los terminales son subsidiarios de un computador central y pueden compartir los periféricos de salida (impresoras, etc.) hasta el sistema de "aro" donde los computadores se comunican entre "iguales", compartiendo la información. Esto conduce a la convergencia entre la tecnología de procesamiento de datos (computación) y la de transmisión de datos (comunicaciones). A medida que se desarrollan los sistemas de transmisión entre computadoras y entre estas y los periféricos, estos tienden a converger con los sistemas de transmisión de voz e imagen, ambos también digitalizados, comunicando todos los equipos de oficina internamente y al

conjunto con el mundo exterior. Esta tendencia sera discutida en la seccion sobre telecomunicaciones.

Otra distincion importante es entre los computadores que realizan las labores de procesamiento por lotes ("batch-processing") y los que funcionan en permanente interaccion, en linea y en tiempo real. Los primeros eran comunes en la epoca de los grandes computadores centralizados. El segundo modo de procesamiento es crucial en los computadores destinados a controlar operaciones industriales o a realizar servicios en constante interaccion con los usuarios. Sin embargo, la tendencia general, en la ruta hacia los sistemas multiusuario es hacia la optimizacion en el uso de la creciente capacidad y velocidad de las unidades procesadoras mediante operacion en linea. En la practica, el sistema operativo asume funciones de distribucion del tiempo de procesamiento por fracciones de segundo para permitir el acceso simultaneo a varios usuarios en una red o a varios programas en un computador individual. Algunos de estos sistemas incorporan tambien niveles de prioridad para poder interrumpir las operaciones que pueden esperar y realizar las de mayor urgencia.

En la frontera del desarrollo en computacion esta la llamada quinta generacion, la cual es un intento de dar un salto cualitativo tanto en "hardware" como en "software", hacia lo que se ha dado en llamar "inteligencia artificial". En esencia se trata de pasar de formas de procesamiento secuencial a formas mas complejas de procesamiento paralelo, que tratan de imitar el funcionamiento de los sentidos y del pensamiento humano.

3.2.1. Condiciones de produccion

En los primeros tiempos un computador era producido y vendido o alquilado como un sistema completo con todos sus perifericos y cantidades variables de memoria. El desarrollo de los minicomputadores y luego de los micros fue llevando a toda la industria hacia el concepto modular, el cual tendia a permitir un cierto nivel de intercambiabilidad en los perifericos. Esto tuvo y tiene importancia en terminos de economias de escala en muchos de los productos electro-mecanicos como las impresoras, las unidades de disco y los

teclados. Ello condujo tambien a la necesidad de establecer normas para elevar el grado de compatibilidad.

En la decada del setenta se produjo un crecimiento explosivo de empresas fabricantes de perifericos mas baratos que los ofrecidos por el fabricante original (fuese IBM o DEC o cualquiera de principales computadores en el mercado), pero plenamente compatibles (los llamados "plug-compatible"). Tambien aparecieron empresas fundamentalmente electronicas ofreciendo micros o minis de diseno propio con perifericos subcontratados con varios otros fabricantes, asi como empresas esencialmente consultoras especializadas en disenar configuraciones en funcion de los requerimientos del usuario especifico.

Aunque esta tendencia modular sigue caracterizando a la industria, el propio dinamismo ha impedido el establecimiento de normas universales y falta mucho camino por recorrer en la ruta hacia la estandarizacion general (la cual quizas no se logre nunca). Este problema afecta el area de "hardware", pero es aun mas complejo en lo que se refiere al "software", como veremos mas adelante.

La industria de computadoras consta pues de infinidad de tipos de empresas distintas, desde las totalmente integradas como IBM que producen computadores y perifericos de todos los tamanos, para los cuales disenar y fabrican incluso sus propios "chips", hasta empresas pequenas que disenar y fabrican solo el corazon computador, o las que reunen subensamblajes de diversos fabricantes en una configuracion propia. Todas, incluso IBM, adquieren partes de otros fabricantes o subcontratan la produccion de ciertos equipos.

A mediano plazo, por el tamano del mercado y su inmenso potencial de crecimiento, es probable que la industria de computadores, en sus diferentes segmentos, se estructure a nivel mundial segun un patron algo similar al que caracterizo a la industria automotriz. Ya la mayoria de las empresas grandes tiene una red mundial de filiales comercializadoras, fabricantes o licenciatarias. A diferencia del ensamblaje de circuitos integrados, las filiales de fabricacion tienden a ser destinadas al mercado local o regional. Las principales causas motivadoras del despliegue son, en diversas combinaciones, la competencia por los mercados, las barreras proteccionistas y la disponibilidad

de mano de obra barata. En general el area de diseno es cubierta por la empresa matriz, excepto en algunas de las filiales europeas de empresas norteamericanas.

Es posible que esta tendencia lleve a la oligopolizacion a escala mundial, eliminando a las empresas mas pequenas en los paises industrializados y ahogando los varios intentos de diseno y produccion autonoma en los paises en proceso de industrializacion mas avanzado (los llamados NIC's). No obstante, la especificidad de la industria electronica, la gran variedad de tipos, tamanos y configuraciones en el campo de las computadoras, y la mayor capacidad adquirida por ciertos paises en desarrollo para trazar y llevar a cabo politicas mas ambiciosas en terminos de dominio de la tecnologia, puede resultar en una estructura en esta industria mucho mas flexible y variada que en la automotriz. En este caso habria espacio para una gama mucho mas variada de actores.

En uno u otro caso, el creciente peso de los equipos de computacion en la balanza de pagos, obliga a todo pais a analizar las opciones abiertas para fijar una politica al respecto.

Para estos propositos interesa distinguir la unidad de procesamiento de los perifericos. La primera es un sistema electronico, los segundos conforman una variada gama de productos con mayor o menor proporcion de mecanica de precision, ingenieria electrica y circuitos electronicos.

El diseno y fabricacion de la gran mayoria de los perifericos requiere conocimiento y experiencia en mecanica de precision (a excepcion quizas de los monitores, los cuales son fundamentalmente un equipo de TV). Su produccion a precios razonables depende de economias de escala, las cuales son dificiles de lograr en el mercado interno, no solo por el volumen total de dicho mercado sino por las dificultades de estandarizacion. Los niveles de confiabilidad y calidad necesarios imponen una alta intensidad de capital en control de produccion, aunque las labores de ensamblaje pueden ser intensivas en mano de obra. En paises en desarrollo con poca experiencia previa en mecanica de precision, el establecimiento de instalaciones de fabricacion en el area de perifericos requiere generalmente inversion extranjera o contratacion de tecnologia y el

patron de desarrollo de la industria tenderia a asemejarse a la evolucion tipica de un programa de sustitucion de importaciones (o a plataformas de ensamblaje para la exportacion, segun el caso).

Las opciones en el area de unidades de procesamiento son algo mas amplias y la definicion de una estrategia es un problema mas complejo.

El diseno y fabricacion de estos equipos desciende rapidamente en complejidad cuando se pasa de macros a minis y a micros. En el caso de los macros y las minicomputadores de mayor capacidad, es evidente que solo en paises desarrollados con grandes mercados se justifica siquiera considerar su diseno. Su fabricacion en filiales tiene sentido en paises con un mercado significativo para ese tipo de equipos o con capacidad para servir de base para un mercado regional.

Al otro extremo estan los microcomputadores, los cuales representan el segmento mas dinamico del mercado, incluso en el largo plazo. Estos se configuran alrededor de chips microcomputadores standard, ampliamente disponibles en el mercado y en constante proceso de aumento en capacidad y versatilidad. Su diseno es por lo tanto accesible para un equipo de ingenieros electronicos capaces.

En cuanto a la fabricacion, un microcomputador consiste de tarjetas ensambladas con los diversos componentes del circuito, una fuente de alimentacion electrica, el sistema de conectores internos y externos y la "caja" metalica o plastica. Segun la escala de produccion, la inversion puede ser relativamente pequena y la generacion de empleo sustancial por unidad de capital. Aunque existen instalaciones de fabricacion totalmente automatizadas como la planta de produccion del Mackintosh de APPLE, capaz de producir un millon de computadores al mes, puede pasar mucho tiempo antes de que el costo de produccion en ese tipo de instalaciones determine el precio de mercado.

Las ventajas economicas de tener produccion local son entonces varias: ahorro de divisas, generacion de empleo, generacion de mercado para la produccion de partes (circuitos impresos, cables, switches, conectores, etc.), subensamblajes (fuentes de alimentacion) y partes metalme-

canicas (cajas). Tecnologicamente los computadores son un buen terreno de aprendizaje para el desarrollo de otros equipos y, si se logran altos niveles de confiabilidad, los usuarios se benefician de disponibilidad de servicios de mantenimiento y adaptacion al mismo tiempo que la industria local de "software" puede contar con una cierta estandarizacion del parque de computadoras. Hay, sin embargo, un peligro fundamental: la dinamica de la industria es tal que una escogencia equivocada de tecnologia o lentitud en la modernizacion de los disenos puede afectar la competitividad de los usuarios. Por ello, garantizar la posesion de capacidad de diseno y modificacion es crucial. De alli que las politicas de fomento, proteccion, normalizacion y, en general, el ambiente legal de desarrollo de esta industria han de ser distintos de los que han tipificado la sustitucion de importaciones.

En principio, el diseno original es accesible. En el mundo hay hoy centenares de pequenas y medianas empresas, en paises tanto industrializados como en desarrollo, produciendo microcomputadores de diseno propio. Sin embargo, en terminos economicos y comerciales esta ruta pareciera haber perdido vigencia como opcion viable, en vista de la gran cantidad de equipos ya establecidos y plenamente puestos a prueba en el mercado. Algo un poco mas economico en terminos de tiempo y costo es la "copia" o "adaptacion creativa" de alguno de los microcomputadores existentes en el mercado mundial. Esta ruta ha sido seguida con exito por algunas empresas en el Sudeste Asiatico y Brasil.

Pero, el logro de la autonomia a largo plazo se basa menos en el diseno inicial, el cual a estas alturas del desarrollo de la industria implica alto costo y riesgo, que en la capacidad de realizar modificaciones y mantener la dinamica del producto y del proceso. Esto puede lograrse mediante nuevas formas de colaboracion con empresas extranjeras, para cuyo logro el presente clima de intensa competencia internacional crea un ambiente propicio, en especial si el pais puede ofrecer un mercado apetecible. Una de las opciones es la inversion extranjera "inversa" en alguna empresa con alta capacidad tecnologica necesitada de capital y mercados. Pero, en general, podria decirse que la diversidad de acuerdos posibles en terminos de transferencia o colaboracion tecnologica es tan amplia como son diversas

las empresas en competencia. Este camino puede resultar costoso en terminos economicos y de tiempo durante el proceso de negociacion, aunque puede rendir excelentes frutos en el largo plazo.

Existe por supuesto la opcion tradicional de promover la inversion extranjera directa, la cual generalmente implica negociar con las transnacionales mas poderosas. Incluso en este caso, la competencia internacional es tan intensa que, hay un cierto margen de manobra tanto en la seleccion de empresas como en las condiciones de operacion exigibles.

3.2.2. El Mercado mundial

La enorme diversidad de productos, de empresas y de formas de comercializacion que conforman el mercado de computacion complica la medicion de la industria. Es dificil compatibilizar las estadisticas por las diferencias en definicion (algunas incluyen computadores de control industrial, por ejemplo) y por las diversas proporciones de perifericos y software incluidas en los datos. Pero, sea cual sea la forma de medida, el sector de computacion es el mayor segmento de la industria electronica mundial, constituyendo mas de 40% del mercado total. Frente a esta, la industria de bienes electronicos de consumo solo representa alrededor del 30%.

Segun un estimado las ventas mundiales de computadores superaron \$70.000 millones, en 1982, mas que triplicando las ventas de \$20.000 millones en 1975 (X). Este crecimiento a un promedio del 20% interanual en valor subestima -al igual que en el caso de los circuitos integrados- el verdadero crecimiento en capacidad y volumen. Mas aun, esa tasa promedio de aumento esta compuesta por un modesto crecimiento en el area de macrocomputadores y tasas por encima del 50% en el campo de los microcomputadores.

En el mercado norteamericano las ventas de microcomputadores de uso individual alcanzaron \$27M en 1984, representando 44% del mercado y superando el nivel de \$16M alcanzado por los macro-computadores. Se estima que para 1985 los microcomputadores estaran muy por encima del 50% de las ventas y que esta tendencia continuara acentuandose (ver cuadro)

Cuadro No. x
 VENTAS DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS EN EE.UU.
 (miles de millones de dolares)

Tipo de sistema	1983	1984	1985est.
MICROS (de uso individual)	13,8	27,0	45,3
MINIS y SISTEMAS MULTI-USUARIO (incl. redes de micros, supermicros, minis y super-minicomputadores)	16,0	19,2	16,9
MACROCOMPUTADORES	14,3	15,6	16,8
TOTAL	44,1	61,8	79,0

Fuente: Electronics Week, 1-1-85.

Esta distribucion de las ventas en el mercado de EE.UU. contrasta con el patron de distribucion de la produccion mundial de las empresas norteamericanas y sus filiales. Dentro de estas, los despachos de macrocomputadores ("mainframes") constituyen la mayor proporcion, mientras la produccion de microcomputadores esta por debajo del 10% del total. (Ver cuadro)

Cuadro No. X

Produccion de las empresas norteamericanas
en la industria de computacion
(casas matrices y filiales a nivel mundial)

Tipo	1981		1980est.	
	\$MM	%	\$MM	%
Microcomputadores	1,2	4,4	3,5	6,9
Minicomputadores	8,8	32,4	22,2	44,0
Macrocomputadores	17,2	63,2	24,8	49,1
Total	27,2		50,5	
Perifericos	13,9		16,7	

Fuente: Datamation

Aunque los dos cuadros presentados no son comparables (entre muchas razones porque no es posible determinar cuanto de los perifericos corresponde a cada tipo de sistema), si es posible tomarlos como un indicador del grado descendente de concentracion en la industria a medida que se pasa de macros a minis y a micros.

Vista la industria en su conjunto, las empresas norteamericanas liderizan ampliamente el mercado mundial, con mas de 50% del mercado global asi como de cada pais de la OCDE, excepto Inglaterra y Japon (OTA p.xx). IBM por si sola detenta el 70% del mercado de macrocomputadores, y en muy corto tiempo el IBM-PC capturo una porcion sustancial del mercado de micros. La produccion en Japon cubre el 13% del mercado, en cuatro paises Europeos el 23% y 6% en el resto (ver cuadro).

Cuadro No. X

Produccion de la industria de computadores por pais

Pais	1981 (\$MM)	% crecim. ia. 1978-81	% de la prod. mundial
EE.UU.	29,53	23,2	57,7
Japon	6,70	17,5	13,1
Francia	4,28	18,1	9,5
Alemania Occ.	3,50	13,3	6,8
Gran Bretana	2,33	12,2	4,6
Italia	1,19	30,4	2,3
Otros	3,07	..	6,0

TOTAL \$51,20MM 20,6 %i.a. 100,00 %			

Fuente: U.S. Industrial Outlook, 1983

Pero, la distribucion geografica subestima la concentracion por empresas de origen. Si se toman las 17 mayores empresas en la industria, las empresas estadounidenses dominan mas de dos tercios del mercado (Ver cuadro).

Cuadro No. X
Produccion de las mayores empresas
en el area de computacion.

Origen	Empresa	1981 (\$MM)	% prod.
EE.UU.		43,95	82,8%
	IBM	24,48	
	DEC	3,59	
	NCR	3,07	
	CDC	2,89	
	Sperry	2,78	
	Burroughs	2,67	
	Honeywell	1,77	
	Hewlett Packard	1,73	
	Xerox	0,97	
JAPON		3,54	6,7%
	Fujitsu	2,03	
	NEC	1,51	
	Hitachi	1,31	
EUROPA		5,60	10,5%
	ICL (Inglat.)	1,44	
	CII-HB (Francia)	1,34	
	Olivetti (Italia)	1,09	
	Nixdorf (RFA)	0,89	
	Siemens (RFA)	0,84	
TOTAL 17 EMPRESAS MAYORES		53,09	100,0%

Fuente: Prognos 1984

Estas cifras enfatizan el nivel de concentracion en el area de macrocomputadores y minis. Una altisima proporcion de la produccion de "mainframes" corresponde a IBM y a las otras empresas norteamericanas. Los otros fabricantes son Fujitsu y Hitachi en Japon y CII-Honeywell Bull en Francia. En minicomputadores, aunque la porcion norteamericana de la produccion mundial es quizas mayor que en la de "mainframes", hay mas empresas independientes tanto en Japon como en Europa. El area de maxima dispersion de la

produccion es la de microcomputadores, en la cual, ademas de redes de filiales, hay numerosas empresas independientes de todos los tamanos en paises europeos y en varios paises del Sudeste Asiatico y de America Latina. Dichas empresas no aparecen en la lista anterior y no hay informacion segregada disponible.

Aproximadamente un tercio de la produccion mundial de computadores sale al mercado de exportacion. Los siguientes cuadros dan una idea de la diversidad de flujos en el mercado.

(Agregar cuadros flujo de importaciones y exportaciones por pais de origen y destino de EE.UU. y Japon).

3.3. SOFTWARE

Un sistema electrónico sin instrucciones es como un automóvil sin conductor. El término inglés "hardware" significa literalmente "ferretería"; frente a este se creó por juego de palabras el término "software" para denominar el conjunto de instrucciones o programas que dirigen el funcionamiento del sistema para los propósitos del usuario. El concepto se ha establecido y su significado enriquecido hasta tal punto que es difícil encontrar un equivalente satisfactorio en castellano. Por lo tanto, aquí se utilizará el anglicismo sin comillas.

Si se llevara el concepto de programación al extremo podría decirse que incluso el diseño en "hardware" del circuito de cualquier equipo electrónico es en realidad un sistema permanente de instrucciones de funcionamiento. Un reloj electrónico es un programa único, fijado en el "hardware". Pero, incluso, trazando la línea allí, existe un campo intermedio. Los equipos de intensa interacción con el exterior, como los de telecomunicaciones por ejemplo, tienen enormes cantidades de programas, organizados en complejas jerarquías, grabados eléctricamente en chips de memoria. Esto ha llevado a introducir el término de "firmware" como concepto intermedio para referirse a lo que son esencialmente programas de software grabados en "hardware". En el caso de los computadores el software se incorpora normalmente en medios magnéticos como cintas o discos y se introduce al sistema desde el exterior. Últimamente, sin embargo, hay una creciente tendencia a incorporar ciertos paquetes de software básico en forma de "firmware". Uno de los motivos detrás de esta práctica, aparte de su efectividad y economía, es la búsqueda de protección efectiva contra las copias ilegales.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) define SOFTWARE como "una creación intelectual incluyendo los programas, procedimientos, y cualquier documentación asociada, en relación con la operación de un sistema de procesamiento de datos. El software es independiente del medio portador" (1981).

A su vez, la Organizacion Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) define un PROGRAMA como "un conjunto de instrucciones, el cual al ser incorporado en un medio legible por una maquina, es capaz de hacer que una maquina con capacidad de procesamiento de informacion indique, realice o logre una funcion, tarea o resultado particular".

Segun su proposito, existen dos familias principales de software: basico y de aplicaciones. El software basico define el funcionamiento y orienta la capacidad del sistema mismo. El software de aplicaciones define el proposito para el cual sera utilizado el sistema.

El principal componente del software basico es el sistema operativo, el cual es una especie de gerente administrativo de los recursos del sistema. Sus funciones, ademas de traducir a lenguaje de maquina, incluyen la coordinacion eficiente de las operaciones de procesamiento y el control de los perifericos de entrada y salida. En este sentido el sistema operativo es el puerto de entrada al equipo para todos los programas de aplicaciones.

Tambien se consideran software basico los compiladores y los sistemas coordinadores de las comunicaciones entre computadores y entre estos y otros equipos en las redes integradas.

El otro grupo de programas en esta area es el llamado software de apoyo. Las funciones de este tipo de software estan mas relacionadas con el manejo eficiente de la informacion, independientemente de cual sea su contenido. A este tipo pertenecen los manejadores de base de datos (especie de bibliotecarios electronicos), los editores de texto, los manejadores de graficos, los "cross-assemblers" o traductores de lenguajes de alto nivel, etc.. En general, el software de apoyo sirve de intermediario entre el sistema operativo y el software de aplicaciones.

El area de aplicaciones incluye una extensa y potencialmente infinita gama de productos, en funcion de las necesidades de los usuarios. Este grupo puede subdividirse segun el grado de especificidad en tres grupos principales:

Un primer grupo comprende las aplicaciones de uso general como los procesadores de palabras, las hojas de calculo, los sistemas de presentacion grafica, los programas generales de informacion gerencial, contabilidad, manejo de inventarios, nomina, etc. Estos son programas de amplia adaptabilidad para todo tipo de usuarios. Un segundo grupo incluye las aplicaciones de uso especializado dirigidas a un sector determinado aunque amplio de usuarios, tales como programas para operaciones bancarias, calculo de estructuras en ingenieria civil, programas para el diseno computarizado (CAD), generadores de texto para abogados, sistemas de informacion medica, sistemas de reservaciones aereas, etc. Por ultimo, se distinguen las aplicaciones "custom" disenadas a pedido para un proposito particular o en funcion de una configuracion especial de un sistema. Cualquiera de los programas antes mencionados puede ubicarse en esta categoria, en la medida en que el usuario considere que sus necesidades particulares ameritan mayor especificidad de diseno que la ofrecida por un programa general o especializado. A su vez, algunos disenos a pedido pueden convertirse en sistemas de uso especializado o incluso de uso general.

Desde el punto de vista del proceso de elaboracion, se puede clasificar el software en terminos del lenguaje utilizado. En principio la maquina solo "entiende" dos simbolos "uno y cero" y de alguna manera hay que cubrir la distancia entre ese lenguaje y el idioma natural del usuario. Esto se logra mediante una jerarquia de lenguajes traductores. A la base de la escala se encuentra el codigo de maquina, el cual en principio solo se utiliza para programar la base de hardware. En la zona intermedia estan los llamados lenguajes de bajo nivel, con un numero muy reducido de simbolos y todavia muy cercanos al lenguaje de maquina. En general el software basico es realizado en estos lenguajes. En la zona superior de la jerarquia se ubican los lenguajes de alto nivel, en los cuales se realizan la mayoria de las aplicaciones. Los mas comunes son FORTRAN, PASCAL Y PL1, para usos matematicos y cientificos, COBOL, para usos comerciales, y BASIC, un lenguaje general utilizado en la mayoria de los microcomputadores.

El diseno de los paquetes de software basico es realizado por ingenieros de sistemas con amplios conocimientos del "hardware". El software de aplicaciones, segun su

complejidad, puede ser llevado a cabo por programadores en lenguaje de alto nivel. En la mayoría de los casos se requiere la estrecha colaboración de especialistas en el área usuaria, para la especificación de las funciones a cumplir.

La división entre software básico (o del sistema) y de aplicaciones define también en cierta forma el tamaño del mercado para los diversos paquetes de software. El software básico está estrechamente ligado a las características del sistema y a su vez las determina. En general cada equipo utiliza un solo Sistema Operativo, un solo DBMS (sistema de manejo de base de datos), etc. De tal manera que el mercado para software básico es más o menos equivalente al mercado de computadores. El mercado de aplicaciones, en cambio, puede ser varias veces superior. En principio, no hay límite en el número de paquetes distintos utilizables en cada sistema. Sin embargo, como el diseño de cualquier aplicación depende del sistema operativo, un parque de computación con bajo grado de estandarización conduce a la pulverización del mercado de software de aplicaciones.

Aun se está muy lejos de lograr la normalización en los sistemas operativos. En los últimos años el CP/M se convirtió en una especie de standard de facto para los microcomputadores. Incluso los fabricantes que mantienen su propio sistema operativo, tienden a ofrecer CP/M opcional. En el área de computadores más grandes el sistema UNIX ha venido siendo aceptado como norma por su alto grado de adaptabilidad y portabilidad. Es posible que ciertas versiones de UNIX sean adoptadas como standard para los nuevos microcomputadores más potentes (de 16 y 32 bits). Pero en este campo hay tal cantidad de intereses en juego que es difícil hacer predicciones. En todo caso, las incidencias de este proceso serán determinantes para la estructura de la industria del software.

Desde el punto de vista tecnológico podría decirse que los logros en el área de software se han quedado muy atrás frente al ritmo de reducción de costos de los equipos y su dramático avance en capacidad y versatilidad. Hoy se dedican grandes esfuerzos de investigación y desarrollo para superar lo que se define como el "cuello de botella del software". Uno de los resultados es el desarrollo de software para hacer software. Estos paquetes están basados en un concepto

estructural y permiten elaborar programas en base a combinaciones de modulos completos en vez de instruccion por instruccion.

En cuanto a las aplicaciones mismas, la tendencia principal es hacia lograr la maxima facilidad para el usuario, el llamado estilo "amigable" ("user-friendly"). La idea es utilizar un lenguaje lo mas parecido al idioma natural y establecer una estrecha interaccion con el usuario no especializado en computacion, mediante la presentacion de un "menu" de opciones e instrucciones claras, simples y faciles de aprender. Algunos paquetes generales incluso permiten que un usuario no programador elabore sus propias aplicaciones con relativa facilidad.

Una linea paralela de investigacion es la llamada "inteligencia artificial", ya mencionada. Alli se estan desarrollando nuevos conceptos de programacion de caracter sintetico y no secuencial. Un subsector de particular interes son los llamados "sistemas expertos". Su proposito es incorporar los conocimientos de un experto en un campo determinado, no solo en terminos de datos sino especialmente en cuanto al proceso de inferencia. La idea es utilizar el paquete para realizar consultas y obtener diagnosticos y sugerencias de accion. Su uso se esta extendiendo en medicina, agricultura, mantenimiento, exploracion petrolera y muchos otros campos. Su impacto como sistema de transferencia de tecnologia es potencialmente enorme.

3.3.1. Las condiciones de produccion

El rasgo esencial de la produccion de software es su caracter de proceso de diseno realizado por personal calificado. En teoria la produccion podria llevarse a cabo con papel y lapiz; en la practica se utilizan equipos y software de apoyo de diversos grados de complejidad. Pero, en ultima instancia, la calidad del software depende del talento, la originalidad, la competencia y la experiencia de los recursos humanos.

Todo paquete de software se produce una sola vez. La reproduccion es un proceso trivial. De tal manera que, como primera aproximacion, se podria decir que el costo de un

paquete de software es el costo de diseno dividido por el volumen total del mercado. Esto significa que, dada la disponibilidad del personal calificado, las ventajas comparativas en el proceso de diseno estan relacionadas con los niveles relativos de salarios.

No obstante, en el caso de los paquetes standard, el costo de reproduccion de la documentacion y los gastos de publicidad y mercadeo pueden ser considerables. Esto hace que mientras mas general sea un paquete, mas determinante es disponer de un alto volumen de mercado para llevar el costo unitario a niveles competitivos. En el otro extremo, mientras mas especifico sea un sistema de software mayor importancia cobran otros elementos tales como la localizacion (por la relacion estrecha con el usuario, tanto en el periodo de diseno como en el mantenimiento posterior), la especializacion, la calidad del personal y la agilidad de respuesta.

Por otra parte, las labores de desarrollo de software no se limitan al diseno original. La no estandarizacion de los equipos genera complejas tareas de conversion para "transportar" paquetes de un equipo a otro. En el area de aplicaciones, especialmente las "amigables", se requiere traducir al idioma del usuario tanto el lenguaje de comunicacion a traves del teclado y el monitor como los manuales. Igualmente, muchos usuarios requieren modificaciones, adaptaciones y ampliacion de capacidades de paquetes standard o el establecimiento de sistemas de comunicacion entre diversos equipos. Las empresas capaces de realizar estas labores, asi como las tareas de mantenimiento y entrenamiento, gozan de ventajas casi absolutas de localizacion frente proveedores ubicados en el extranjero.

A causa de estas características, el espectro de tamanos de empresas competitivas va desde el experto por cuenta propia hasta laboratorios gigantes con vasto equipamiento en hardware y software de apoyo. Con esto se cruza una gama igualmente amplia de grados de especializacion que va desde estrechisimos nichos de aplicacion hasta la cobertura de los mercados mas diversos en tipos y tamanos, en software tanto basico como de aplicaciones.

Como indicador de cuan independiente es la competitividad de

la escala, vease el Cuadro X. Allí puede observarse que en Japon el porcentaje del mercado captado por las diversas empresas es directamente proporcional al porcentaje del empleo.

Cuadro No. X
Japon - Distribucion de las ventas y el empleo
en las empresas independientes de software, por tamaño.

Tamaño de empresa por Numero de empleados	% del empleo total	% del mercado total
De 1 a 4	0,7	0,8
De 5 a 9	2,3	2,5
De 10 a 29	12,5	11,5
De 30 a 49	12,5	13,0
Mas de 49	72,0	72,2

(Año 1978 - Empleo total 77313 personas -Ventas \$2,3MM)

Fuente: Japan Computer News, 11-81 (citado por Narasimhan, 1984)

Los tipos de calificación requeridos para el desarrollo de software son distintos según el objetivo. Un Comité Técnico de la UNESCO distingue las siguientes categorías:

- a) Programadores, con capacidad para analizar un problema de procesamiento de datos, diseñar o seleccionar algoritmos apropiados y construir un programa de computación bien estructurado.
- b) Programadores de sistemas, con conocimiento y habilidad especial para desarrollar el software requerido para la eficiencia de un sistema de computación i.e. sistemas operativos, compiladores, intérpretes, software de comunicaciones...
- c) Programadores de aplicaciones, con conocimiento de campos específicos de aplicación y de técnicas de procesamiento de datos y habilidad para construir programas complejos y software en paquetes para los usuarios.
- d) Codificadores (asistentes de programación), con conocimiento detallado de lenguajes de programación apropiados y

capaces, bajo la supervision de a), b) o c), de producir programas que funcionen bien en sistemas de computacion.

e) Especialistas en sistemas de informacion, capaces de analizar los requerimientos de informacion de organizaciones a fin de disenar sistemas apropiados, dentro de los cuales los computadores pueden tener un papel, asi como de implementar dichos sistemas con la asistencia de programadores y personal de operacion de computadores.

g) Personal de operacion en computacion (hasta el nivel de gerente de servicios de computacion) capaces de supervisar el manejo de datos, la operacion de los equipos y el software y de programar la secuencia de entrada de los trabajos al sistema de computacion.

h) Gerentes de procesamiento de datos, con conocimiento y experiencia en las necesidades de computacion de una organizacion y habilidad para administrar un servicio de computacion, el cual puede incluir personal de todas las categorias mencionadas, en beneficio de todos los usuarios.

i) Cientificos e investigadores en computacion, cuya atencion principal se dirige a nuevos desarrollos en los principios y tecnicas de computacion o informatica.

Esta ultima categoria, junto con las cinco primeras son la base de una industria de software independiente. Los profesionales en el area de gerencia son mas pertinentes en las grandes organizaciones usuarias.

En el marco hasta aqui esbozado, los tres elementos a tomar en cuenta para dibujar las lineas optimas de desarrollo de la industria del software en un pais determinado son:

- 1) La disponibilidad de recursos humanos en cantidad y nivel de calificacion y la capacidad para formarlos.
- 2) Las características técnicas del parque de computadores (incluyendo las del software básico que utilizan), tanto existente como en perspectiva.

- 3) Los requerimientos previsibles del mercado usuario de software, en terminos cuantitativos y cualitativos.

Los tres elementos son dinamicos por motivos endogenos y de origen externo y todos son modificables mediante politicas. Pero, ademas, las condiciones de desarrollo de la industria del software estan tambien ligadas al estado y caracteristicas de la industria fabricante de equipos. El desarrollo de cada una enriquece las oportunidades de desarrollo de la otra.

3.3.2. El mercado mundial

La industria del software se encuentra en una fase de crecimiento explosivo. Por una parte estan apareciendo millares de empresas nuevas, el numero de nuevos productos se multiplica aceleradamente y los mercados estan creciendo aun mas rapidamente que en muchas areas de hardware. Por otra parte, a causa de lo anterior, se estan invirtiendo enormes sumas en el desarrollo de equipos especializados, nuevos conceptos y tecnicas de apoyo a la programacion, con miras a agilizar y abaratar el proceso de diseno y ampliar el mercado usuario.

A diferencia del area de componentes o equipos, las posibilidades de oligopolizacion y concentracion en la industria del software en su conjunto son casi nulas por caracteristicas intrinsecas. La concentracion es mas probable en las areas de software basico, estrechamente ligadas al hardware, y en algunas areas de aplicaciones de uso muy generalizado. En estos casos, el proceso tendra a ser paralelo al de concentracion en la produccion de equipos.

El mercado de software es dificil de medir. Ademas de las empresas dedicadas exclusivamente al desarrollo y venta de software, la mayoria de las empresas fabricantes de computadoras tienen sus propios departamentos de desarrollo y produccion de software tanto basico como de aplicaciones. Se estima que el software comercializado se divide por mitad entre estos dos tipos de empresas. Pero, hay tambien numerosas empresas y organizaciones usuarias que desarrollan

buena parte de sus propias aplicaciones y en algunos casos las venden a terceros. Por ultimo, muchas empresas de consultoria en diversos campos se han venido gradualmente transformando en empresas de software.

En el mercado total, cada uno de los tres tipos de software -basico, de apoyo y aplicaciones- representa actualmente aproximadamente un tercio del mercado. Sin embargo, se espera que el mercado de aplicaciones acreciente rapidamente su tamano relativo. Su tasa de crecimiento se acerca al 50%, mientras que la demanda de software basico crece a un ritmo de 30%.

Como es de esperarse, las empresas fabricantes de equipos concentran una mayor porcion del software basico y las independientes se especializan mas en aplicaciones. Las cifras estimadas de ventas de las empresas norteamericanas son un indicador disponible al respecto (ver cuadro)

Cuadro No. x
Ventas mundiales de empresas norteamericanas:
Distribucion porcentual por tipo de empresa
segun el tipo de software

(1984 est.)

Tipo	Empresas Fabricantes de equipos	Empresas de Software	Mercado Total \$Mill.
Basico ("systems")	81%	19%	3.879
De apoyo	47%	53%	3.776
Aplicaciones	16%	84%	3.509
Total	49%	51%	11.164

Fuente: International Data Corp.

La misma fuente indica que, segun el tipo de computador de destino, los paquetes para minicomputadores constituyen mas de la mitad del mercado y los destinados a microcomputadores alrededor del 20%.(ver cuadro). En este terreno, sin embargo, no hay diferencia sustancial en las proporciones cubiertas por empresas de equipos o de software. La

diferencia principal esta en las tasas de crecimiento del mercado: entre 30 y 40% en el destinado a macros y minis y alrededor de 50% en el de software para microcomputadores.

Cuadro No. X
Distribucion de las ventas mundiales de software
de las empresas de EE.UU.
Segun el tipo de equipo de destino
(1984 -est.)

Equipo de destino	\$ Mill.	%
Macrocomputadores	2.979	26,7
Minicomputadores	5.920	53,0
Microcomputadores	2.265	20,3
Total	11.164	100,0

Fuente: International Data Corp.

Hoy se considera que el costo del software representa el 27% del costo de los equipos de computacion. A la larga se estima que este podria llegar hasta el 80% a medida que se abaratan los equipos y se amplia el campo de aplicaciones para cada uno.

En volumen global, se calcula que el mercado mundial de software supero \$20MM en 1981 y que para 1988 sobrepasara \$30MM. Las tasas de crecimiento varian entre el 15 y mas del 30% interanual segun paises y subsectores. Las empresas se cuentan por decenas de millares y su numero sigue creciendo, tanto en los paises industrializados como en los paises en desarrollo. No hay sin embargo estadisticas disponibles sobre el desarrollo de esta industria en el Tercer Mundo.

Borrador

3.4. EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

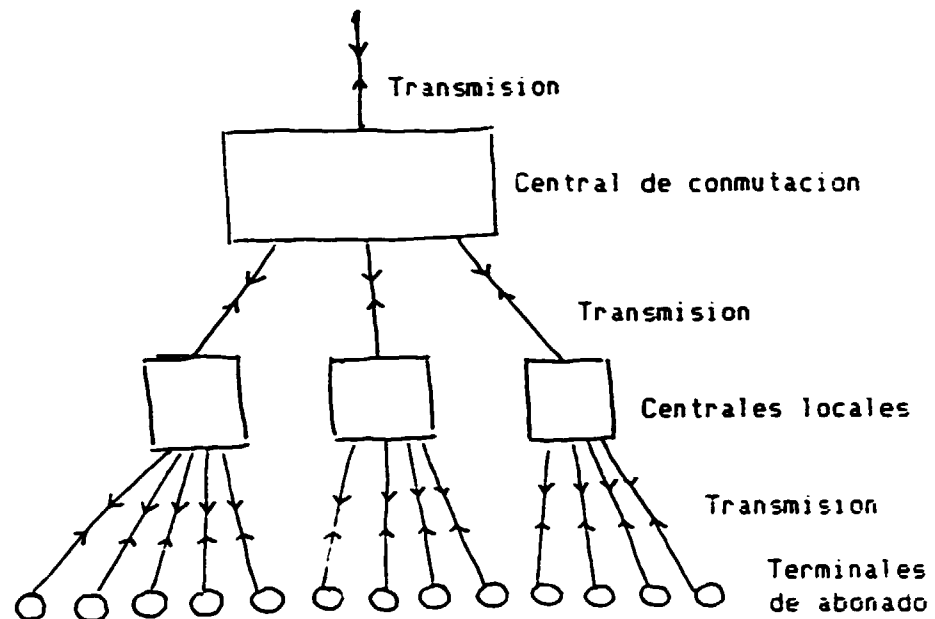
El sistema de telecomunicaciones es la infraestructura de la revolucion de la informacion. Su papel como plataforma basica facilitadora del desarrollo economico es equivalente al de la red de carreteras, puertos y aeropuertos en el pasado.

Con la introduccion de la microelectronica, lo que fue una red telefonica transmisora de voz se transforma en una red de transmision digital capaz de transmitir indistintamente voz, datos o imagenes, en un lenguaje comun.

Un sistema de telecomunicaciones esta conformado por tres tipos de equipos:

- a) Los equipos perifericos o terminales (tradicionalmente aparatos telefonicos), utilizados por el suscriptor para transmitir y recibir informacion.
- b) El equipamiento de transmision (cables, radio, satelites y procesadores de senales), capaz de transportar la informacion de un terminal a otro con un minimo de distorsion.
- c) Los equipos de conmutacion o centrales - cerebro dirigente de la red-, encargados de establecer las interconexiones solicitadas por los abonados, a traves de las rutas de transmision.

Estos equipos se organizan en un esquema jerarquico con dos o tres niveles intermedios entre la central principal y las centrales locales:



Los tres componentes del sistema estan siendo transformados radicalmente:

a) Los equipos de conmutacion

Los equipos mas antiguos establecian las conexiones "paso a paso" mediante el movimiento fisico de reles electromecanicos (uno por cada numero discado). Una generacion intermedia (Crossbar) introdujo reles electromagneticos y controles electronicos. Las centrales mas modernas son computadores de conmutacion, controlados por programas de software (SPC - "Stored-Program-Control"), los cuales establecen las interconexiones por medios electronicos, sin partes moviles.

Estos equipos son mas economicos, mas pequenos (hasta diez veces menos espacio), de mayor calidad de servicio, de mayor confiabilidad y menor necesidad de mantenimiento, incluso con capacidad de autodiagnostico. Pero, ademas son

infinitamente mas versatiles. Los programas pueden ser modificados para agregar nuevos servicios, establecer y modificar complejos sistemas de tarifas, recopilar estadísticas detalladas, etc. Por ultimo, son mas flexibles, tendiendo a permitir instalacion modular segun las tendencias de la demanda.

b) Los equipos de transmision

El equipamiento de transmision ha venido cambiando en tres aspectos complementarios: en la forma de la senal transmitida, en la manera de acoplar y desacoplar varias senales para transmision conjunta y en los medios mismos de transmision.

Tradicionalmente, la voz humana era transformada por un transductor en una senal electrica (analogica) y transmitida por un cable (un "par") de cobre, viajando largas distancias con equipos amplificadores intermedios y a veces conexiones por radio, hasta llegar al receptor. La calidad de la conexion era por ello, inversamente proporcional a la distancia. Con los nuevos sistemas, la senal analogica de voz es codificada en impulsos digitales que representan amplitud y frecuencia. Este sistema se denomina PCM o "Pulse-Code-Modulation" (Modulacion codificada por impulsos) y los equipos que realizan esta labor de traduccion son los CODEC (codificadores-decodificadores). Este tipo de senal digital es mas inmune a las deformaciones por tener solo dos valores "uno" y "cero" y es mas facil de regenerar en el camino por equipos denominados "repetidores".

Mas importante aun, la transmision digital abre el camino para transmitir imagenes y para establecer comunicacion entre computadores. Sin embargo, cuando un computador envia datos digitales por una red telefonica de este tipo, necesita un MODEM (modulador-demodulador) que la codifique como si fuera "voz digital".

Otra transformacion de gran importancia se refiere a la manera de reunir varias senales en un solo medio conductor (transmision multi-canal). para optimizar el uso de la red. En esta area se ha pasado de un sistema de distribucion o division espacial, basado en la reparticion del espectro de frecuencias de radio, a un sistema de distribucion por tiempo. El primer sistema es analogo a una pista de

hipodromo, donde cada caballo representa un rango de frecuencia portadora y cada jinete una conversacion. El sistema de division de tiempo es como un campeon de ajedrez jugando varias partidas simultaneas. Para cada jugador hay impresion de continuidad, aunque el campeon juega un pedacito de partida con cada uno. Los equipos que realizan la compaginacion de las senales de entrada y su redistribucion a la salida se denominan MULTIPLEXORES FDM (analogicos, de division de frecuencia), en el primer caso, o TDM (digitales, de division de tiempo), en el segundo.

Por ultimo, se estan transformando los medios portadores. Los tres medios tradicionales son los pares de cobre utilizados para la red periferica, reunidos en gruesos cables multipares; los cables coaxiales para redes troncales, donde el par esta formado por una varilla conductora central y un tubo metalico externo (a veces de aluminio), varios de los cuales se reunen en grandes ductos, bajo tierra o submarinos; y los sistemas de radio microondas terrestres con antenas retrasmisoras para las redes interurbanas.

Todos estos medios portadores mantienen su vigencia con el cambio en la forma de las senales, pero, la introduccion de fibra optica y satelites ofrece ampliar la capacidad y la calidad de los sistema en forma dramatica.

La proliferacion y el impresionante aumento en capacidad de los satelites, permite complementar el sistema de cables submarinos y reducir la necesidad de establecer grandes troncales o series de antenas de relevo a larga distancia o hacia zonas de dificil acceso en las redes nacionales.

La fibra optica es un finisimo hilo conductor de vidrio de alta pureza, inserto en un tubo tambien de vidrio que mantiene la senal en el conductor. A traves de la fibra, la senal digital es enviada en forma de luz, mediante equipo laser. El espectro de frecuencia de la luz tantisimo mas amplio que una sola fibra optica, del grueso de un cabello, puede portar varios millares de canales de voz simultaneamente. Para esto se requieren convertidores de laser y multiplexores especiales.

Para enlaces de alta densidad de trafico, se justifica ampliamente la fibra optica. Su instalacion es ademas mucho

menos costosa que la del equivalente en cables coaxiales, por ser infinitamente mas livianos y delgados que estos y por permitir distancias varias veces mayores entre repetidores.

La tecnologia de fibra optica esta todavia en una epoca relativamente temprana de su desarrollo, por lo cual en los proximos anos es de esperarse que ocurran grandes avances en la tecnologia de fabricacion con aumentos en la capacidad y reducciones significativas de costos.

c) Los equipos terminales

El equipo terminal estaba hasta hace un tiempo constituido unicamente por el telefono individual con discador decadico (de una a diez conexiones de rele). Las grandes organizaciones tenian centrales privadas (PABX), las cuales realizaban un servicio de conmutacion interna, permitiendo la interconexion entre extensiones y concentrando un gran numero de estas para el uso eficiente de un numero limitado de lineas de acceso a la red publica. Tambien se utilizaba el TELEX electromecanico, a traves de lineas telefonicas dedicadas y conmutadores especiales.

Hoy los telefonos utilizan teclado multifrecuencial (un tono unico para cada numero bajo el mismo principio de division espacial de frecuencia antes mencionado) y utilizan microprocesadores y memorias para incorporar funciones de rediscado, bloqueadores de larga distancia, registro de llamadas y otras muchas implementadas y posibles. Existen tambien telefonos inalambricos (utilizando ondas de radio o el espectro infra-rojo). Por ultimo, ya estan saliendo al mercado las unidades computador-telefono que realizan las funciones de ambos equipos.

Las PABX son hoy esencialmente computadores digitales con toda la flexibilidad de una central publica. Algunas centrales privadas llegan a controlar millares de lineas internas y centenares de lineas publicas, con lo cual se asemejan a lo que antes se consideraba una central publica rural.

Por otra parte, se esta empezando a difundir el sistema de telefonos instalados en automoviles. Estos funcionan en base a una red de antenas que utiliza sistemas de microprocesa-

dores para redistribuir las frecuencias de una zona o "celula" a otra dentro de un perimetro urbano. Estos sistemas de radiotelefonía celular móvil están llegando a costos cada vez más accesibles.

Los TELEX se van haciendo obsoletos frente a sistemas electrónicos de TELETEX, capaces de transmitir y recibir mensajes en mayúsculas y minúsculas, espacios, formatos, etc. y los sistemas FAX (telefacsimile) para transmitir imágenes.

En general, dada la forma de transmisión digital, el equipo terminal se amplía del manejo de voz al manejo indiferenciado, de cualquier tipo de datos y a la comunicación entre computadores. Para esto, además de los MODEMS, puede requerirse un equipo especial que organice la información en forma de "paquetes" de un determinado formato, para permitir su transmisión, aprovechando los intersticios en los sistemas de división de tiempo. Este es un servicio económico, llamado "PACKET SWITCHING", que está siendo incorporado a las redes públicas de los países desarrollados, para optimizar el uso de las líneas aprovechando las variaciones en densidad de tráfico.

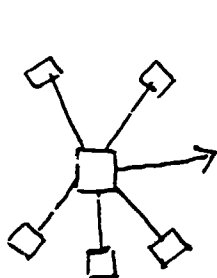
Estas transformaciones tomadas en su conjunto modifican profundamente la naturaleza misma del servicio telefónico, tendiendo a transformarlo en lo que a la larga será la denominada "Red de Datos de Servicio Integral" (ISDN o "Integrated Service Data Network").

La introducción del cambio es por supuesto un proceso gradual, el cual ha de tomar en cuenta la planta existente y mantener su coherencia y continuidad de funcionamiento. Esto significa que las instalaciones de viejo tipo requieren equipos electrónicos de interfase para interconectarlas con las nuevas. Un ejemplo son los CONVERTIDORES que traducen las señales de los discadores decádicos a señales multifrecuenciales comprensibles por las centrales electrónicas, o a la inversa de un teléfono multifrecuencial a una central vieja. Otro son los IDENTIFICADORES DE ABONADO, los cuales permiten el discado directo internacional para los abonados conectados a centrales electromecánicas, permitiendo la atribución automática del costo de la llamada.

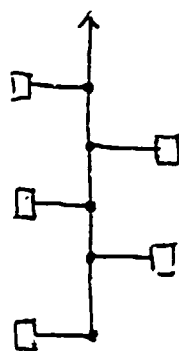
Para las empresas a cargo de la red, el proceso de transición implica abandonar muchos de los conceptos establecidos y aprender todo un nuevo conjunto de tecnologías que afectan tanto las labores de planificación, instalación, operación y mantenimiento, como las nociones del papel de la empresa y del tipo de servicios que ofrece.

Unido a esto, la industria fabricante de equipos de telecomunicaciones da un salto tecnológico de la electromecánica a la electrónica. De tal manera que las empresas de computación están invadiendo el terreno de las empresas de telecomunicaciones y a la inversa.

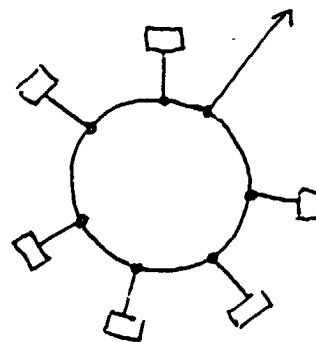
Un ejemplo son las llamadas LAN ("Local Area Networks") o redes de área local. Si en una empresa u organización hay una PABX para intercomunicación telefónica y una red conectora de los equipos de procesamiento de datos, nada más natural, dada la digitalización de ambas redes, que convertirías en un solo sistema integrado. La configuración final depende de cual de los dos sistemas "dirige" al otro. Los fabricantes de PABX favorecen la estructura en "estrella" a través de un centro de conmutación; los de computadores, la estructura en aro o lineal, como los "buses" que interconectan redes de minis y periféricos.



"Estrella"



"Lineal"



"Aro"

A la larga, puede esperarse que esta confrontación en las formas de abordar la tecnología se lleve al terreno de los equinos de la red pública. Las grandes empresas de telecomunicaciones apenas acaban de realizar la transición.

Todas las centrales plenamente digitales existentes en el mercado mundial pueden considerarse como de "primera generacion". Es logico suponer que el peso en ellas de las viejas concepciones electromecanicas es aun muy alto, entre otras razones por conveniencia de aprovechar la vasta experiencia adquirida y por la necesidad de facil interconexion con la vasta planta existente. La idea de la gran piramide jerarquica entre la central de conmutacion principal y varios niveles inferiores de centrales intermedias, podria ser una herencia del pasado.

Hasta un cierto punto, la nocion de procesamiento distribuido ha sido incorporada en la estructura interna de algunas de las centrales nuevas, permitiendo incluso la separacion fisica de modulos, tipo unidades remotas, para cumplir un papel similar al de las "centrales rurales". Pero, no seria demasiado aventurado suponer que generaciones posteriores de equipos de conmutacion puedan estructurarse de manera mas autenticamente modular, con intercomunicacion entre "iguales" de menor tamano y un minimo de jerarquizacion.

La vision que se tenga de la orientacion futura de los equipos tiene enorme importancia para la estrategia tanto de las empresas que brindan el servicio de telecomunicaciones como de las que conforman la industria fabricante de equipos.

Un ultimo aspecto que vale la pena mencionar es la eventual convergencia entre las redes de television, de correo y de telecomunicaciones.

Algunos observadores estiman que los sistemas de TELETXT Y FAX podrian en el futuro ser brindados por oficinas de correos con terminales y distribucion local tipo telegrama. Pero en el area de la combinacion de television y telefonia el proceso de convergencia se esta acelerando. El objetivo esencial es el establecimiento de comunicacion bidireccional. Esto se esta logrando por dos vias: la combinacion de redes de computadoras con lineas telefonicas y el establecimiento de TV por cable bidireccional.

Ejemplo del primero es el sistema VIEWDATA, mediante el cual los suscritores del servicio, utilizando aparatos de television ligeramente modificados y provistos de un

teclado, se comunican a través de líneas telefónicas, con una base de datos, para solicitar información. Este sistema es ampliamente utilizado por agencias de viajes y está siendo implementado en forma experimental para operaciones bancarias desde el hogar y compras por "catálogo electrónico".

El segundo tipo es la TV por cable interactivo, la cual establece redes coaxiales con principios y configuraciones similares a los de la red de telefonía.

Es concebible que con la introducción de fibra óptica y la ampliación de la capacidad de transmisión de TV por satélite, las redes de uno y otro tipo de servicio tiendan a converger o a ser utilizadas de manera complementaria.

Hemos querido mencionar todos estos elementos, cuyo impacto principal se dará en el largo plazo, porque si se toman en su conjunto, las nuevas tecnologías en el área de comunicaciones exigen alguna forma de coordinación entre las estrategias de los entes que regulan y prestan los diversos servicios.

Igualmente, una estrategia de desarrollo de capacidad industrial en este amplio y cambiante sector requiere una fuerte y constante interacción entre los compradores -con frecuencia entes estatales- y los diversos fabricantes y proveedores de software, existentes o potenciales.

3.4.1. Condiciones de producción

El nuevo mundo de las telecomunicaciones ya no tiene partes móviles. Las impresionantes hazañas tecnológicas y de dominio del "know how" de mecánica de precisión, que fueron las centrales del pasado, son sustituidas por la utilización inteligente de componentes microelectrónicos integrados. Para la industria ya instalada la transición es dramática. Se modifican los equipos de desarrollo, fabricación y prueba; se reduce drásticamente el volumen de empleo y se modifica de manera fundamental su composición. Muchas de las calificaciones del personal de ingeniería y de los muchos niveles técnicos intermedios se hacen innecesarias,

conformandose un perfil de empleo con personal de alta calificación por una parte y personal de escasa calificación por la otra. Y la transformación es igualmente radical en el perfil de la industria suplidora de partes y componentes.

Esto constituye un difícil problema para los países que tenían capacidad instalada de fabricación, pero es una enorme ventaja para establecer una industria nueva. La razón, al igual que en otras áreas analizadas, es la facilidad con la cual personal calificado en el área de electrónica y software puede abordar el diseño de productos, en base a especificaciones bien definidas de funcionamiento, mediante el uso de los componentes disponibles en el mercado. Y, en este caso, a diferencia del área de computación, todo el sistema es electrónico, por lo cual, teóricamente, se puede abordar el diseño de cualquiera de los equipos componentes de la red.

Una segunda ventaja la constituye el largo periodo de transición que ha de caracterizar necesariamente la modernización de la red. Por mucho tiempo, se requerirán diversos tipos de interfases especiales entre partes de la red de distintas procedencias, generaciones y modos de funcionamiento. El diseño e instalación de este tipo de equipo relativamente transitorio y muy ligado a las características de la red local es un excelente terreno de entrenamiento para el aprendizaje tecnológico del personal de las empresas fabricantes y de la empresa de servicio.

En los países en desarrollo, existe generalmente la ventaja adicional de poder establecer planes de desarrollo industrial para el sector en colaboración y coordinación estrecha con los planes del ente estatal que usualmente detenta el monopolio de las telecomunicaciones. En este contexto es posible modular el ritmo de incorporación de los diversos tipos de equipo tomando en cuenta el ritmo de acumulación tecnológica en la industria suplidora local.

Desde el punto de vista de fabricación, se trata del ensamblaje de tarjetas, generalmente con fuentes de alimentación, en bastidores y cajas metálicas. La mayor complejidad está en el sistema de control de calidad, puesto que cada equipo tiene que ser a prueba de fallas. En los equipos pequeños y sencillos, los sistemas de prueba pueden ser diseñados por el mismo personal que diseña el producto.

En los productos de mayor envergadura se requieren grandes y costosos laboratorios de prueba con equipo altamente especializado.

En la mayoría de los casos, en los países en desarrollo, la abrumadora mayoría de los componentes serían importados, sin embargo, el costo de los componentes es una proporción cada vez menor del costo del equipo, frente al diseño de "hardware" y software, el ensamblaje y el proceso de prueba. A corto plazo, la incorporación de partes es en el área metalmeccánica y circuitos impresos, a más largo plazo se puede generar suficiente volumen de demanda para los componentes más sencillos.

Las posibilidades de abordar el diseño y fabricación dentro de la vastísima gama de equipos requeridos varían según el tamaño y complejidad del producto y su volumen de demanda. A continuación se presenta un breve análisis de cada uno de los grupos de productos.

a) Equipos de conmutación

Las áreas que pueden ser abordadas por empresas pequeñas y medianas son los equipos de menos de dos mil líneas de las secciones periféricas de la red. Estos son en esencia PABX de creciente complejidad. Por ello, el incremento gradual en tamaño y capacidad es la trayectoria natural del aprendizaje tecnológico tanto en ingeniería de diseño como de fabricación, prueba y servicio. En este rango se incluyen los "concentradores" para ampliación de capacidad en zonas rurales o residenciales y el equivalente de las "unidades remotas" de las centrales nuevas. La posibilidad de diseñar estas últimas depende de tener acceso a las especificaciones y protocolos de comunicación, los cuales son distintos en centrales de distinta procedencia.

Un segundo terreno abordable es la modificación de las centrales viejas para adecuarlas a los nuevos componentes de la red y para agregar servicios.

La experiencia en esos dos campos puede crear capacidad para abordar centrales medianas (hasta 10,000) líneas. Los países que han llegado a este nivel, tipo Brasil, lo han hecho en base a grandes laboratorios donde la empresa estatal colabora con el sector privado. Uno de los cuellos de

botella para dar el salto era la creciente complejidad del software y la necesidad de realizarlo en lenguaje de bajo nivel, con gran dificultad para detectar errores. Esto esta siendo facilitado por la disponibilidad de software de apoyo especializado para usos en telecomunicaciones, el cual permite programar en una version de FORTRAN u otro lenguaje de alto nivel.

Las grandes centrales tienen hasta ahora costos de desarrollo prohibitivos, en el orden de mil millones de dolares o mas. Su fabricacion mediante inversion extranjera amerita un cuidadoso analisis. Si se trata de simple ensamblaje sin departamento de investigacion y desarrollo, su proyeccion en terminos de desarrollo autonomo del sector puede ser insignificante. Incluso, aunque la inversion puede ser considerable, su impacto en la balanza de pagos puede ser nulo y hasta negativo y la capacidad empleadora puede ser baja: Una planta de fabricacion de centrales de conmutacion de escala minima (500 mil lineas por ano) requeria con la tecnologia anterior 3.500 personas. La misma produccion en centrales digitales, requiere solo 120 (incluyendo la fabricacion metalica). El grueso del valor agregado y del empleo esta ahora en el area de investigacion y desarrollo, en el diseno de software y hardware.

b) Equipos de transmision

Fuera del area de cables, fundamentalmente metalmeccanica, la red de transmision requiere un sinnúmero de equipos: repetidores, CODECs, multiplexores de varios tipos y convertidores para compatibilizar equipos nuevos, viejos y muy viejos. En este campo las posibilidades de diseno y fabricacion son amplias, para empresas relativamente pequenas, especialmente en las zonas de la red de menor trafico y menor velocidad de transmision. Estos equipos pequenos, tienen ademas la ventaja de ser los mas numerosos.

En terminos generales, el aprendizaje se realiza avanzando de los equipos mas pequenos hasta llegar gradualmente a los de mayor complejidad, dado que los principios son similares. En muchos casos buena parte de la diferencia se cubre con componentes mas potentes.

Sin grandes laboratorios y vasta experiencia previa en los equipos antes mencionados, no es accesible el desarrollo de equipos para transmision por fibra optica ni mucho menos el diseno de satelites. Esto ha sido logrado en Brasil, sin embargo, en apenas diez anos de desarrollo intensivo de la industria y de la capacidad tecnologica.

c) Equipos terminales

Si las centrales se producen en series relativamente cortas y los equipos de transmision en series medianas, el equipo terminal es el terreno de la produccion de mediana a gran escala. Los telefonos de los tipos mas variados, las centralitas, los MODEMS, los telefonos moviles y todo tipo de interfases convertidores, constituyen un amplio mercado abordable por empresas de todos los tamanos. Su produccion genera una demanda no desdeñable hacia la industria de partes mecanicas y plasticas y hacia la industria grafica. En su proceso de expansion, puede generar demanda suficiente para justificar la fabricacion de ciertos componentes discretos o hibridos.

Hemos centrado la discusion en las oportunidades de desarrollar la capacidad de diseno por el papel determinante que esta juega en la vitalidad e incluso en la sobrevivencia de la industria electronica en general, pero ademas, porque el sector de telecomunicaciones en particular ofrece un terreno fertil y naturalmente protegido para favorecer el desarrollo y expansion de una industria electronica local. Esto no niega que la estrategia de cualquier pais deba ser combinada con diversas formas de participacion extranjera a traves de inversiones o arreglos de transferencia de tecnologia. Apunta simplemente a destacar la importancia y sobretodo la posibilidad de establecer la acumulacion tecnologica como criterio y objetivo central en oposicion a la simple capacidad de fabricacion.

Por otra parte, como se vera seguidamente, la competencia en el mercado internacional es muy intensa y las posibilidades de negociacion de acuerdos favorables tanto para la importacion como para la fabricacion son mucho mayores que en otro tipo de industrias e incluso mayores que en otros

sectores de la industria electronica.

3.4.2. El mercado mundial

La demanda de equipos de telecomunicaciones ha estado tradicionalmente en manos de empresas publicas con el monopolio del servicio. Incluso el equipo terminal era -y en muchos caso aun es- provisto por las mismas empresas.

Con la proliferacion de PABX y telefonos electronicos con funciones especiales, se fue generalizando la apertura a la competencia privada en el area de equipo terminal, bajo supervision tecnica de las empresas publicas.

Ultimamente, en los principales paises industrializados se ha roto el monopolio estatal a todos los niveles. Por una parte, se estan privatizando las empresas de propiedad publica (Gran Bretana, Japon) y seccionando los monopolios privados regulados (Bell Telephone en los Estados Unidos). Por la otra, se han venido estableciendo una gran cantidad de redes paralelas, algunas alquilando lineas del sistema publico (como SWIFT para transacciones financieras interbancarias a nivel internacional), otras totalmente independientes (IBM, XEROX e ITT tienen su propia red de comunicacion por satellite).

La celeridad con la que se ha venido difundiendo el cambio tecnologico no ha permitido lograr acuerdos oportunos de normalizacion internacional. Los protocolos de comunicacion entre los componentes de los sistemas no son universales, en el area de transmision de television a color siguen existiendo tres normas distintas y, en el area de comunicacion digital hay dos normas distintas, una norteamericana y otra europea, de codificacion analogico digital (para los CODEC). Y esta incompatibilidad se encuentra una y otra vez en las diversas areas del sector.

De este modo lo que una vez fue un mercado maduro, claramente estructurado y con condiciones de comercializacion conocidas, se ha convertido en un complejissimo campo de batalla, donde cambian constantemente las reglas, los actores, las condiciones y las posiciones relativas de

compradores y vendedores.

Segun el tipo de equipos, el mercado se distribuye en tres partes mas o menos iguales: 31% en equipos de conmutacion, 30% en equipos de transmision y -la porcion relativamente mayor- 39% en equipos terminales.

La mayor concentracion de la produccion esta en el area de conmutacion donde las empresas no llegan a una veintena. La mayoria de ellas estan integradas verticalmente desde la epoca electromecanica y producen todo tipo de equipos. En el area de transmision hay grandes empresas especializadas en la fabricacion de cables y ahora la fibra optica incorpora a los gigantes del vidrio tipo Corning Glass.

Sin embargo la estructura de la industria esta cambiando sustancialmente. El cambio tecnologico ha permitido la entrada de millares de empresas electronicas pequenas y medianas al campo de equipos terminales y algunas de ellas, habiendo adquirido experiencia en PABX estan invadiendo otros terrenos. Este proceso de desintegracion vertical puede tender a ampliarse en el futuro. Pero, la situacion se complica por la tendencia convergente entre computacion y telecomunicaciones, la cual puede llevar a nuevas formas de integracion multiple. IBM adquirio ROLM, una empresa fabricante de PABX, y ha declarado su intencion de entrar plenamente al campo de las redes integradas y Western Electric acaba de recibir autorizacion para reunir sus empresas de equipos de telecomunicaciones y de procesamiento de datos en una sola. Las empresas japonesas (Hitachi, NEC, etc.) estan en ambos campos, al igual que varias de las empresas europeas. El proceso de reestructuracion de la industria suplidora va ademas en paralelo con la reestructuracion en la organizacion, las formas de propiedad y el caracter de los entes que prestan el servicio de telecomunicaciones, a nivel nacional e internacional. Por ello es de esperarse que el campo se mantenga fluido durante varios anos. La estructura definitiva del sector puede tardar mas de una decada en cristalizar.

En terminos de volumen, el mercado mundial de telecomunicaciones supera los 50 mil millones de dolares y crece a tasas entre el 7 y el 10% interanual. Dado que el desarrollo de la

red de telecomunicaciones esta muy correlacionado con el nivel de desarrollo economico, alrededor del 90% de la demanda mundial se concentra en los paises industrializados (ver cuadro).

Distribucion del Mercado Mundial de Equipos de Telecomunicaciones (%) por Continente 1980 y estimacion 1985-90

	1980	1985	1990
MERCADO TOTAL (%) Mill. de \$	40.200	60.700	87.900
Region	%	%	%
Norteamerica	42,3	41,2	40,6
Asia (incl. China)	24,9	27,5	30,5
Europa (Este y Oeste)	26,9	25,7	23,7
Latinoamerica	3,0	3,0	2,7
Oceania	2,0	1,6	1,6
Africa	1,0	1,0	0,9

(%) Incluye satelites y sistemas de television por cable.
Fuente: A.D. Little

A primera vista estas cifras confieren una importancia minima a los mercados del Tercer Mundo. Sin embargo, una característica que ha tipificado el desarrollo de esta industria es la alta proporción de mercados cautivos. La mayoría de las empresas del sector tiene su plataforma de desarrollo en el mercado interno en estrecha relación con los entes públicos nacionales que proveen el servicio. En 1981 la proporción de la producción que salió al mercado de exportación se encontraba alrededor del 10%. Sin embargo, esta proporción puede elevarse hasta el 80% como en el caso de la Ericsson en un país pequeño como Suecia. En general, mientras más reducido sea el mercado del país de origen de una empresa mayor importancia cobra el mercado de exportación. Las empresas estadounidenses concentran más del 40% de la producción mundial, pero las exportaciones de

EE.UU. son menos del 14% de las exportaciones mundiales. En cambio las empresas de Alemania y Suecia realizan el 5 y el 2% de la producción y ambos países registran exportaciones de cerca de 16% del total mundial (ver cuadro)

Cuadro No. X
Distribución estimada de la Producción y Exportación de equipos de telecomunicaciones en los principales países productores - 1981 (X)

		Producción	Exportación
TOTAL	Mill. de \$	46.600	4.901
Pais		%	%
EE.UU.		46,8	13,3
Canada		4,7	6,1
Japon		12,0	18,6
Francia		10,3	6,5
RFA		8,4	16,5
Gran Bretana		5,2	6,8
Italia		3,0	2,9
Suecia		2,3	15,8
Otros Europa		7,1	13,5

(X) Las cifras de producción y exportación no son estrictamente comparables. Las primeras miden la producción de las empresas según su origen; las segundas las exportaciones del país en el renglón SIC 3661 solamente.
Fuente: U.S. Dept. of Commerce (recopilación de varias fuentes)

Esto indica que si el mercado de exportación se encuentra alrededor de los 5.000 millones de dólares, el mercado Latinoamericano de más de mil millones de dólares en 1980, supera el 20% del mercado no comprometido, lo cual es una porción considerable.

Esta importancia relativa se acentúa aun más en el caso de las nuevas centrales digitales de conmutación. Cada una de

Las empresas principales ha invertido ingentes sumas en investigación y desarrollo, en el orden de los 300 hasta los 1000 millones de dolares. Entre todas se disputan un mercado no comprometido que alcanza apenas de dos a tres mil millones de dolares por ano.

La intensidad de la competencia ha conducido a ofrecer extraordinarias condiciones de credito en mercados particularmente apetecibles. El gobierno frances ofrecio credito blando y un favorable arreglo de ayuda a la India para apoyar a CIT-Alcatel; la ITT ofrecio credito de 25 anos al 1% para competir con los franceses en China.

Es caracteristico de esta industria batirse ferozmente por "poner un pie en la puerta". La no compatibilidad de los equipos hace que una vez instalada una seccion de la red con equipo de una empresa, se garantiza un flujo de ordenes futuras quizas varias veces mayor que el primer contrato. De alli que la capacidad de negociacion del comprador es muy alta en las fases de introduccion de nuevos equipos y decrece rapidamente en las etapas posteriores. Y esto se aplica tanto a los contratos de importacion como a los acuerdos de fabricacion.