



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



14749 - S



Distr. LIMITADA

ID/WG.440/11
24 junio 1985

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ESPAÑOL
Original: INGLÉS

Reunión Regional para el Establecimiento
de una Red Regional de Microelectrónica
en la Región de la CEPAL (REMLAC)*

Caracas (Venezuela), 3 a 7 de junio de 1985

CRITERIOS PARA EL PROGRAMA REGIONAL DE
COOPERACION EN MATERIA DE MICROELECTRONICA**

Preparado por
S. Wajnberg***

* Copatrocinada por el SELA y la CEPAL.

** El presente documento se basa en un estudio provisional. Las opiniones expresadas en él son las de su autor y no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la secretaría de la ONUDI.

*** Secretario Ejecutivo, Grupo Interministerial Ejecutivo para Componentes y Materias Primas (GEICOM), Río de Janeiro (Brasil).

INDICE

	<u>Página</u>
I. Observaciones sobre la industria electrónica brasileña	1 - 2
II. Criterios aplicables a un programa de cooperación regional en microelectrónica	2 - 8
A. Industria	2 - 6
1) Proyectos sobre elementos microelectrónicos	2 - 3
2) Producto final	3 - 4
3) Insumos	4 - 6
B. Investigación y desarrollo	6 - 7
1) I y D en la universidad	6
2) Institutos de I y D	6
3) I y D en la industria	6
C. Recursos humanos	7 - 8

I. Observaciones sobre la industria electrónica brasileña

En 1983 el Brasil produjo equipo electrónico por valor de 3.700 millones de dólares, originando una demanda equivalente a 190 millones de dólares en el sector de semiconductores.

Para atender a dicha demanda interna, 17 fabricantes de semiconductores produjeron el equivalente de 130 millones de dólares, de los cuales 28 millones correspondieron a exportaciones. Ello requirió la importación de insumos valorados en 26 millones de dólares. Por otra parte, la importación de semiconductores acabados ascendió a 90 millones de dólares.

En fecha reciente, el diseño de equipo se ha visto afectado en gran medida por la tendencia cada vez mayor de la tecnología de circuitos integrados a incorporar un número creciente de funciones en una sola microplaqueta. Por esta razón, el diseño de equipos se está fusionando progresivamente con el de microplaquetas.

Dado que la industria electrónica brasileña no domina la elevada complejidad del know-how que caracteriza al sector de semiconductores (desde la fase del diseño a la de la comercialización), ha tendido a hacerse cada vez más dependiente, sobre todo por la utilización cada vez mayor, en los sistemas modernos, de circuitos integrados hechos según las especificaciones de los clientes.

En 1983 la cifra de ventas de los diez principales fabricantes de semiconductores del mundo se elevó a 9.500 millones de dólares, o sea el 55% del mercado mundial. Las ventas de cuatro de ellos superaron los mil millones de dólares. Únicamente Texas y Motorola produjeron por valor de más de 3.000 millones de dólares, cifra 16 veces mayor que el total del mercado brasileño.

La industria brasileña ha tropezado con grandes dificultades al tratar de establecer el ciclo completo de producción de semiconductores. Entre dichas dificultades, cabe consignar las siguientes:

- la carencia de escala industrial para la producción masiva de equipo;
- la gran diversidad de tipos y cantidades de semiconductores, debido sobre todo a la diferente procedencia del diseño de los equipos fabricados en el país;
- la falta de tecnología actualizada;
- las limitaciones en personal calificado.

La industria de semiconductores es capital-intensiva, e incluso una planta industrial pequeña requiere grandes inversiones. Las prácticas de comercialización de los grandes fabricantes multinacionales -consistentes en producir en grandes cantidades para el mercado mundial y en introducir una corriente constante de nuevos productos a precios muy bajos- hacen difícil que los fabricantes nacionales de productos estándar alcancen la escala industrial necesaria para que la implantación del ciclo completo de producción sea viable en el país.

El ritmo de evolución tecnológica registrado actualmente en la microelectrónica es uno de los más rápidos. Inversiones de gran volumen pueden resultar obsoletas en poco tiempo sin haber dado el rendimiento previsto. En muchos casos las empresas incapaces de seguir esta evolución son absorbidas por otras, para evitar soluciones más radicales.

Si bien Brasil cuenta con varios equipos de especialistas en centros de I y D y en la industria, su número es limitado y trabajan con recursos financieros insuficientes. Por ello, no se ha podido marchar al ritmo de la avanzada tecnología existente a nivel internacional, y en consecuencia nuestra producción no puede competir aún en el mercado mundial.

Con todo, la tendencia mundial a utilizar circuitos integrados más adaptados a las especificaciones del cliente respecto de las grandes series de producción de equipo, y el hecho de que los circuitos integrados adaptados en parte a las especificaciones del cliente sean económicamente viables en series más pequeñas, abren nuevas perspectivas al permitir que las industrias de los países en desarrollo diseñen y produzcan componentes microelectrónicos para satisfacer sus necesidades. Así pues, podemos desarrollar una actividad tecnológica avanzada y un ciclo completo de producción, de modo que nuestra industria microelectrónica nacional pueda competir a nivel internacional en muchos sectores del mercado.

Ahora bien, el desarrollo de los medios necesarios exige una elevada capacidad tecnológica en metodologías de diseño y en instrumentos de diseño con ayuda de computadoras.

Un programa de cooperación regional permitiría a los países en desarrollo aplicar en este sector de la producción:

- nuevas metodologías y procesos de producción;
- desarrollar y fabricar insumos;
- adquirir, mejorar, diseñar y producir maquinaria y herramientas;
- capacitar personal calificado.

La cooperación regional puede constituir también una forma de mejorar el número y los resultados de los trabajos de los centros de investigación, así como las aplicaciones en el país merced a la organización de un programa de I y D de alcance regional que evite la duplicación de esfuerzos. Debe destacarse asimismo que el intercambio de experiencias entre investigadores y técnicos acelerará la labor de estos centros.

Los países con niveles tecnológicos similares pueden aplicar un programa de cooperación eficaz en desarrollo de recursos humanos. Esta sería sin duda la manera más rápida y económica de mejorar su capacidad en esta esfera de tecnología avanzada, lo que a su vez redundaría en un desarrollo socioeconómico menos dependiente de los países desarrollados. Un programa de cooperación regional deberá propiciar, asimismo, el funcionamiento conjunto de las industrias de insumos y las de semiconductores acabados, para reducir los costos de producción.

II. Criterios aplicables a un programa de cooperación regional en microelectrónica

A. Industria

1) Proyectos sobre elementos microelectrónicos

En la moderna microelectrónica la industria tiende a la centralización de los procesos de producción y a la descentralización del diseño. La calidad de los microcircuitos depende tanto del equipo de producción como de los instrumentos de diseño, por lo que ambos elementos deben optimizarse y

actualizarse constantemente. En consecuencia, en el plazo de tres años Brasil necesitará una dotación cinco veces mayor de personal especializado en equipo físico, dotación lógica y sistemas de documentación y comunicación. Esta es una condición indispensable para mejorar la eficacia de los grupos de proyectos existentes en Brasil.

En el campo de la microelectrónica la cooperación regional podría ser de la mayor utilidad al promover el desarrollo de un proyecto de sistema integrado en los países de la región.

- . Esta cooperación tendría como objetivo constituir un número adecuado de proyectos de microelectrónica parcial y plenamente adaptados a los clientes. Incluiría las especificaciones, la medición y la comprobación de los circuitos integrados.
- . Un número adecuado de personas que desarrollen instrumentos de diseño CAD para comprobar gate-arrays, circuitos integrados, células estándar y circuitos digitales y analógicos totalmente adaptados a las especificaciones del cliente.
- . Proyectos de circuitos integrados que puedan distribuirse entre un número cada vez mayor de usuarios a precios competitivos.
- . Programas de investigación con miras a mejorar los instrumentos de diseño para circuitos integrados.
- . Ejecución de procesos de producción en la región, junto con la aplicación de procesos creados en el país.
- . Establecimiento de un centro regional de proyectos con una biblioteca completa de células de circuitos integrados interconectada por medios de comunicación (DATA TX) con los diferentes centros nacionales de proyectos de bajo costo, a fin de elaborar una parte considerable de los programas necesarios para cada proyecto.

Este objetivo podría alcanzarse merced a las siguientes actividades:

- Normalización de la dotación lógica y el equipo físico necesario para la comunicación y la portabilidad de los programas utilizados.
- Métodos de proyecto y diseño establecidos con arreglo a procedimientos nacionales y/o extranjeros.
- Documentación y bibliotecas profesionales de dotación lógica para el proyecto.
- La búsqueda de personas que ya hayan propuesto, creado, preparado, caracterizado y evaluado nuevas estructuras o materiales.
- Disponibilidad de cursos.

2) Producto final

Empresas nacionales, tales como SIDMICROELECTRONICA, HELIO DINAMICA, AEGIS e ITAU COMPONENTES, pueden tener interés en crear un programa de cooperación tecnológica y en un programa de complementación industrial de productos e insumos para su producción, respecto de:

- equipo de producción (difusión y armado)
- procesos de producción
- control de la calidad (recepción, procesos de producción y pruebas)
- capacitación de personal
- fabricación y suministro de máscaras
- difusión y suministro de microplaquetas
- suministro de productos acabados (para complementar la línea de comercialización de productos)

3) Insumos

a) Silicio de grado electrónico

Los centros de I y D y las industrias de Brasil pueden cooperar con las industrias extranjeras proporcionando tecnología y capacitación de mano de obra en las siguientes esferas:

- Silicio de grado metalúrgico
- Triclorosilano
- Silicio policristalino
- Silicio monocristalino
- Obleas cortadas y/o pulidas (para la producción de células solares)

b) Obleas de silicio

La industria brasileña requiere obleas de gran resistencia obtenidas a partir del silicio monocristalino producido con el método de flotación, para la difusión de circuitos integrados. Se estima que se necesitan dos millones de dólares para producir 300.000 obleas de 75 a 100 mm de diámetro.

c) Fotomáscaras

En Brasil se usan muy poco las fotomáscaras. La pequeña cantidad utilizada no resulta económicamente viable. Sin embargo, hay que considerarlas como una necesidad estratégica para los proyectos de semiconductores elaborados en el país.

Habida cuenta de la capacidad de producción de las industrias brasileñas en particular y latinoamericana en general, un solo centro de producción de fotomáscaras cubriría las necesidades de las industrias nacionales en lo que se refiere a circuitos integrados a gran escala. Una fábrica de este tipo podría copiar fotomáscaras de trabajo, y también elaborar fotomáscaras en base a los diseños realizados por los laboratorios de I y D de las industrias.

En una etapa ulterior podrían instalarse otros sistemas en las industrias de dispositivos semiconductores.

- Metal de elevado grado de pureza
- Cables delgados y otros cables para evaporación

En Brasil se utilizan en cierta medida cables extradelgados de oro y aluminio. En 1982 las industrias de armado y manufactura emplearon tres millones de metros de cable de oro (diámetros 25, 50 y 75 micrones) y 300.000 metros de cable de aluminio (25 micrones). El cable de oro de 80 micrones ya lo fabrica una industria brasileña y se comercializará en fecha próxima.

Dado que el refinado y el perfilado de microcables ya se efectúa en Brasil, la escala industrial que puede alcanzarse mediante la cooperación regional (la instalación de un sistema de fabricación supondría una inversión de 500 millones de dólares) para ese propósito parece viable.

d) Estructuras y cajas

El elevado valor agregado en los costos del producto acabado y la inversión relativamente baja, así como la posibilidad de comercialización a nivel mundial, hacen que las estructuras y cajas de plomo sean los productos más económicos para la industria microelectrónica.

A fin de aumentar la escala industrial de la producción y reducir los costos, deberá reducirse el número de configuraciones geométricas de las estructuras de plomo y promover a este respecto la producción de aleaciones metálicas.

En Brasil actualmente están trabajando tres compañías en este objetivo. Los expertos estiman que harán falta 250.000 dólares para la producción de aleaciones y planchas.

La industria brasileña puede suministrar herramientas de estampado para la fabricación de bastidores de plomo.

e) Productos químicos

La industria química electrónica no se ha desarrollado lo suficiente para la producción de alta calidad y carece de capacidad de I y D.

Inicialmente será necesario refinar a nivel electrónico los ácidos orgánicos y los solventes, que se utilizan mayormente en la industria local. En una etapa posterior, se fabricarán fotorresistentes, adulterantes, gases y otros productos.

f) Epoxis y silicios

Estos productos tienen una gran importancia económica y exigen una tecnología muy avanzada. El nivel de calidad electrónico de estos productos deja todavía que desear en la industria química brasileña. Al respecto cabe citar:

- Cápsulas de arcilla metalizadas
- Supercubiertas desóxidas y bases para semiconductores
- Tubos de cuarzo para difusión

Estos insumos no se fabrican en Brasil.

Podrían aplicarse otros programas industriales de cooperación regional, por ejemplo:

- Programa de técnicas de producción industrial en microelectrónica con objeto de intercambiar y crear nuevas técnicas de producción industrial, orientando la industria y los esfuerzos de I y D hacia la creación de técnicas básicas para la aplicación de nuevos productos y métodos.
- Programa de desarrollo de técnicas de verificación y de garantía de la calidad, con miras a establecer cuáles de esas técnicas son apropiadas para los métodos y los productos de la microelectrónica.
- Programa de equipo e instrumentos de microelectrónica, con el fin de mejorar y crear nuevos equipos e instrumentos. Habrá que alentar la participación de las industrias, los centros de I y D, y las universidades en este programa.
- Programa de metrología microelectrónica, considerando que los proyectos de fabricación y la catalogación de métodos constituyen un factor básico para el control de la calidad y de los productos de la microelectrónica.

B. Investigación y desarrollo

1) I y D en la universidad

El principal impedimento lo constituyen las grandes limitaciones de personal calificado. Deberán desplegarse mayores esfuerzos de capacitación en la universidad. Un factor básico para acelerar la formación de personal a un nivel adecuado es el intercambio estudiantil con instituciones extranjeras. En la investigación hay que dar más importancia a la competencia profesional que a la producción. Será menester actualizar los problemas de investigación a fin de que los estudiantes puedan lograr y/o seguir los avances mundiales más recientes.

2) Institutos de I y D

La cooperación internacional y regional es un factor básico para obtener buenos resultados en cualquier esfera. No deberán autorizarse inversiones en las actividades de investigación tecnológica más avanzada para fines de adquisición de equipo especializado; esos fines deben ser resultado de la evolución natural de los trabajos de investigación. Será preciso tomentar las actividades por grupos, sobre todo en lo que respecta a MOS, Bipolar, 12 L, película delgada y gruesa, óptica cuántica, crecimiento epitaxial y tecnología de la implantación de iones. así como en investigación sobre materias primas y creación de nuevos métodos de medición eléctrica.

Habrá que prestar especial atención a la investigación con miras a la consolidación industrial de tecnología, utilizando geometría de 1,5-2 μ m para microestructuras a mediano plazo y de 1 μ m para las de largo plazo; también debería prestarse atención a la creación de programas sobre capacidad de los proyectos y a la fabricación y catalogación de dispositivos de potencia.

3) I y D en la industria

Las industrias deberán realizar actividades de I y D relacionadas con todos los productos que se quieran fabricar a escala industrial.

En consecuencia, los esfuerzos de I y D deberán concentrarse en la tecnología utilizada por la propia industria.

Las empresas de semiconductores deberán desarrollar actividades de I y D especialmente en la esfera de:

- Proyectos de dispositivos;
- Nuevas técnicas de proyectos;
- Nuevas técnicas de producción;
- Control de calidad y métodos de análisis de defectos;
- Nuevos sistemas y métodos de armados;
- Criterios y métodos de ensayo.

Un programa de cooperación regional que coadyuvara a la implantación de I y D en las empresas sería sumamente conveniente.

C. Recursos humanos

En 1982 Brasil contaba con 335 especialistas en microelectrónica, de los cuales 42 eran graduados. Este número es sumamente reducido en comparación con los 8.000 expertos en microelectrónica de BELL LABORATORIES (EE.UU.).

Los 293 expertos restantes trabajan en las fases de empaquetado y ensayo. Unos cuantos tienen cierta experiencia en las fases de difusión y concepción de circuitos. A nivel industrial, la difusión y concepción de circuitos es prácticamente desconocida en Brasil, con excepción de un pequeño grupo que trabaja en SID SEMICONDUCTORS.

En los próximos cinco años se necesitarán, entre otras cosas, 35 expertos en métodos y 100 expertos en proyectos en los centros de I y D, así como 240 expertos para las universidades.

Otras actividades de apoyo (ingeniería industrial, mantenimiento, control de la calidad, etc.) requerirán asimismo calificaciones técnicas. La industria necesitará 50 expertos graduados en métodos y 200 expertos graduados en proyectos. La capacidad con que se cuenta para formar personal de esta categoría es inadecuada.

La falta de recursos humanos e inversión y las limitaciones de tiempo hacen que este programa sea una tarea que sólo puede realizarse merced a una amplia cooperación regional e internacional.

Habrá que invitar a profesores extranjeros para que dicten cursos en los centros existentes, y deberá ponerse en práctica un programa de perfeccionamiento de graduados en el extranjero.

Para obtener personal podría recurrirse a la cooperación regional respecto de las siguientes categorías:

- Técnicos;
- Graduados;
- Postgraduados.

En los niveles de los técnicos y los graduados habría dos propósitos básicos: la formación de expertos para la producción y para la selección de nuevos investigadores, que recibirían una formación adicional.

Las materias se relacionarían con temas especiales, tales como ingeniería de materiales, microelectrónica, física del estado sólido, química, metalúrgica, etc.

Los estudios de postgrado deberían conferir altas calificaciones para desempeñar las funciones de investigador, profesor y técnico en los diversos sectores de la microelectrónica.

En vista de la falta de recursos humanos y a fin de lograr una mayor eficiencia, sería conveniente especializar a los centros docentes existentes en varios países de la región.