



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.

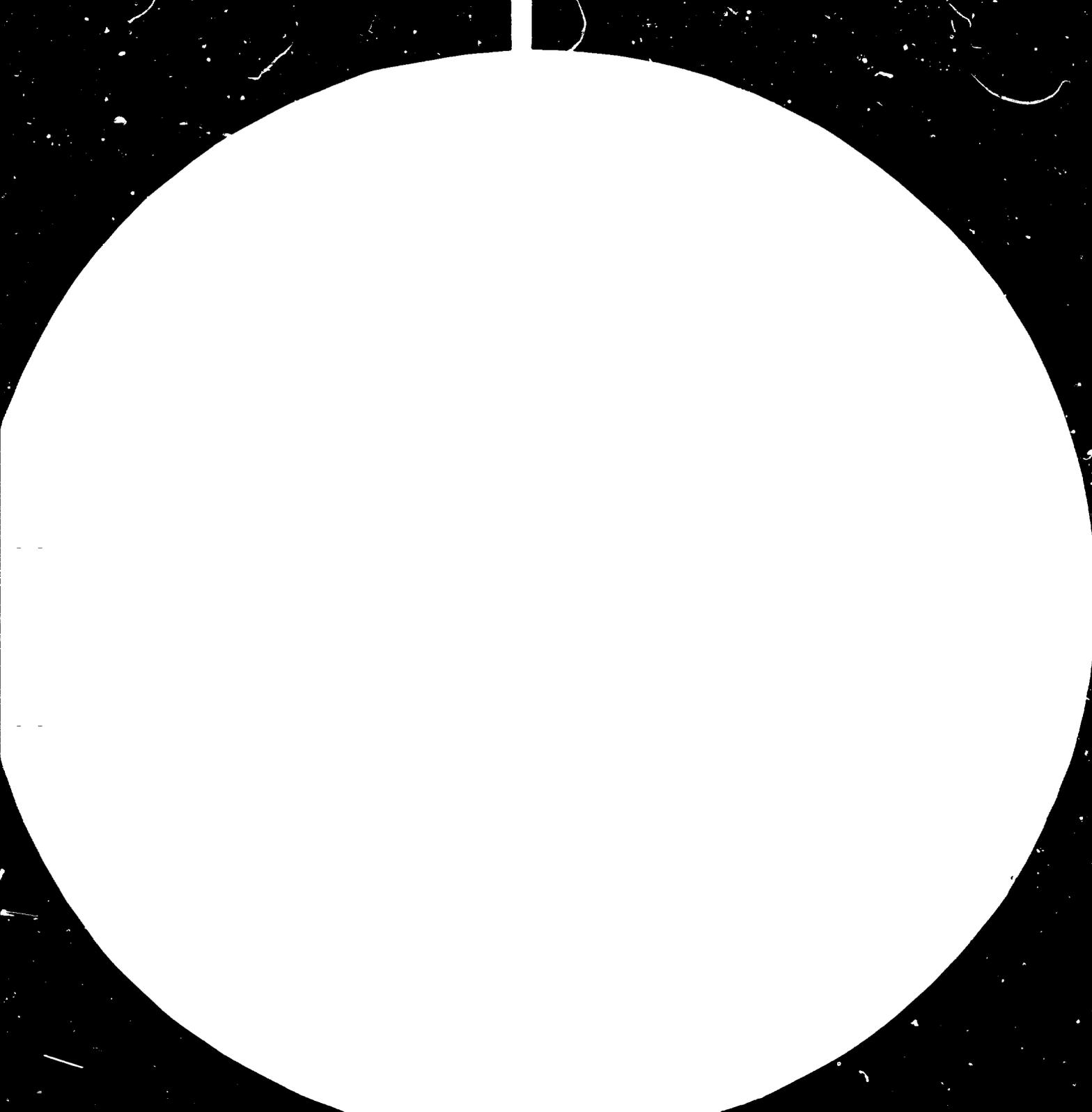
FAIR USE POLICY

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





28



32



McRae Optical Research, Inc. • 10000 McRae Blvd. • Dallas, Texas 75243

McRae Optical Research, Inc. • 10000 McRae Blvd. • Dallas, Texas 75243

McRae Optical Research, Inc. • 10000 McRae Blvd. • Dallas, Texas 75243



11739



Distr. LIMITADA

ID/WG.372/12

4 agosto 1982

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Original: ESPAÑOL

Reunión de Expertos ONUDI/CEPAL sobre las
repercusiones de la microelectrónica en
la región de la CEPAL

Ciudad de México, 7 - 11 de junio de 1982

EL DESARROLLO DE LA MICROELECTRONICA

EN LA ARGENTINA*

Monografía sobre el país

por

O. Filipello**

y

R. Sagarzazu***

00-010

* Las opiniones expresadas en este documento son las de sus autores y no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento no ha sido revisado por la Secretaría de la ONUDI.

** Secretario Ejecutivo, Centro de Investigación en Componentes Electrónicos (CENICE), Buenos Aires.

*** CENICE.

V.82-29329

No es aventurado afirmar que los logros tecnológicos más importantes de los últimos años han dependido de la Microelectrónica. No hubiera sido posible sin el concurso de esta tecnología enviar hombres a la Luna, explorar el sistema solar, o construir las armas estratégicas que hoy dominan la política mundial. Microcircuitos integrados son esenciales en sistemas que van desde los satélites de telecomunicaciones hasta los relojes digitales hoy al alcance de todo el mundo. Quizás menos notorio pero sin duda más significativo ha sido el impacto sobre las computadoras. El desarrollo explosivo que ha tenido en estos últimos años la Microelectrónica ha permitido que el costo por unidad de memoria de una computadora haya disminuido un factor 25 en los últimos 10 años.

Este proceso ha convertido a la información en un recurso, con la particularidad de que no se consume con su utilización, y como tal, debe ser posible de manejarse en forma masiva. Como consecuencia de esto, es inevitable que los países desarrollados que protagonizan esta nueva revolución, pongan al alcance de los en vías de desarrollo una de las herramientas más importantes para la disminución de la brecha tecnológica, como es la información.

Por ejemplo, el acceso a los bancos de datos vía satélite permite a estos países obtener información en forma inmediata sin pasar por el paciente y a veces prohibitivo proceso de acumulación en importantes bibliotecas.

En otras palabras y como ha sucedido en otras circunstancias de la historia, el propio proceso de crecimiento que lleva a algunos países a convertirse en los más potentes del mundo, en esta ocasión a través de la tecnología genera las armas que permita a los países rezagados que las sepan aprovechar usarlas para alcanzar a los primeros.

Hoy en día la electrónica gracias a la Microelectrónica ha invadido todos los ámbitos de la actividad humana. Sistemas que ayer sólo eran considerados como posibles para las grandes empresas o los más ambiciosos programas científicos hoy son accesibles a las pequeñas organizaciones. Las ventajas evidentes que el uso de la electrónica otorgó a las actividades productivas, hace imposible pensar en un futuro sin el uso de ésta, así como después de la revolución industrial no subsistieron aquellos que no incorporaron la mecanización a su actividad.

Ante esta realidad, los países que no hagan un esfuerzo destinado a obtener y desarrollar tecnología en esta área no tendrán presencia relevante en el futuro.

Veamos ahora la problemática que plantea a la Argentina en este proceso de incorporación de tecnología en Microelectrónica.

La velocidad con que un país puede desarrollar una tecnología está acotada por los recursos que dispone para ello.

Por recursos entendemos los financieros, humanos e infraestructurales; de los cuales, los humanos e infraestructurales no pueden ser modificados sustancialmente en cortos plazos.

Uno puede pensar fácilmente que los recursos financieros asignados actualmente a proyectos en el área de Microelectrónica se incrementan en un orden de magnitud, sin embargo, no es posible pensar que de los 50 ó 100 especialistas en diversos temas relacionados a esta tecnología con que cuenta el País, se pueda pasar a disponer rápidamente de una capacidad humana de 500 ó 1000 personas entrenadas en esta área.

Igual razonamiento es aplicable a la infraestructura de apoyo que brinda el País. Pasar de un sistema de tratamiento de agua de laboratorio a uno que abastezca las necesidades de agua de ultra alta pureza para una planta piloto de transistores demandó en Argentina más de un año, debido a la falta de experiencia de la industria local.

Esta situación en un país como la Argentina obliga a que la inserción de una tecnología como la Microelectrónica sólo puede ser realizada trabajando simultáneamente en todos los frentes, entre la investigación aplicada y la industria.

Esto es así porque como precisamente se trata de instaurar y consolidar una tecnología que no existe en el País por lo tanto no hay ni industria que demande resultados, ni Universidades que formen recursos humanos en esta tecnología, ni investigadores que traten de resolver los problemas que plantea el desarrollo...

Frente a esta situación surgen normalmente dos posiciones que suelen presentarse como contrapuestas, la del desarrollo autóctono versus la de compra en el exterior de tecnología. Sin embargo, esta es una falsa alternativa: pues, si bien la adquisición de tecnología implica un salto tecnológico momentáneo, si los recursos del País no permiten mantener esta nueva situación relativa con respecto a los países desarrollados, rápidamente se volverá a una similar condición de atraso. Por otra parte no es pensable el desarrollo totalmente local en todas las áreas de la Microelectrónica, cuando ni aún los países más desarrollados siguen esta vía. Se puede citar como ejemplo, los acuerdos mutuos de intercambio de licencias entre I.B.M. y las cinco mayores compañías japonesas que operan en el campo de los dispositivos semiconductores: N.E.C., Hitachi, Toshiba, Fujit

su, Mitsubishi.

De esta manera, la verdadera opción es una combinación de desarrollo local y adquisición de tecnología armonizada con las potencialidades del País y encuadrada en la política de desarrollo tecnológico nacional.

En Argentina con ese objeto fue formado el Centro de Investigaciones en Componentes Electrónicos - CENICE -, con el concurso de las instituciones estatales que representan a las áreas de Defensa, de la Ciencia y Tecnología y el consumo en electrónica; CITEFA, SUBCYT, CONICET y SUBSECOM, para :

- Hacer más eficiente el esfuerzo que ciencia y técnica realiza en el área.
- Asesorar a Organismos del Estado en negociaciones que involucren estas tecnologías.
- Satisfacer requerimientos especiales de dispositivos por parte de las Fuerzas Armadas, empresas de servicios y/o productoras de sistemas electrónicos profesionales.
- Transferir al sector productivo nacional tecnologías propias o extranjeras adaptadas y puestas a punto.
- Facilitar el desarrollo de sistemas electrónicos en el País.
- Garantizar la calidad de los componentes que se proveen a las Fuerzas Armadas y Organismos del Estado.

de la forma en que se mencionan en el Apéndice 1; habiendo alcanzado a la fecha el desarrollo que se puede ver en el Apéndice 2, donde se describen los principales aspectos del Centro.

Consideremos cual ha sido la velocidad con que se ha desarrollado la Microelectrónica en los países de alta tecnología. En el año 1964, Gordon Moore, Director de Desarrollo de Fairchild (U.S.A.), observó que desde la producción

de transistores planares, a fines de 1959, el número de elementos por circuitos integrado había ido duplicándose anualmente y predijo que esa tendencia se mantendría. Hasta el presente no se han producido desviaciones significativas de esta Ley, habiéndose aumentado la complejidad desde un simple transistor hasta circuitos integrados que incluyen más de 200.000 transistores en una misma pastilla. Es decir, la Ley de Moore se ha verificado a lo largo de 20 años para incrementos de 5 órdenes de magnitud.

La cantidad de componentes que pueden ser integrados en una pastilla es el mejor índice para evaluar la capacidad tecnológica en el área de la Microelectrónica. En lo que sigue utilizaremos este parámetro para cuantificar el desarrollo de la Microelectrónica en nuestro País.

Veamos cual es la situación en la Argentina.

Numerosos intentos de desarrollo de Microelectrónica se han ensayado desde la década del 60, sin embargo, recién en el año 1974 se comenzó a trabajar en transistores planares de silicio, en el Grupo Microelectrónica de CITEFA. La continuidad de trabajo en el tema de dicho grupo y su inserción dentro del CENICE (creado en 1977) permite estudiar la dinámica de crecimiento tecnológico del País en los últimos cinco años, en el área.

A partir de los datos obtenidos de este análisis, de las consideraciones citadas anteriormente y de las tendencias mundiales, se puede estimar la posible evolución futura.

En el año 1978 se obtuvo el primer prototipo de transistor con características comerciales y en 1980 se estaba produciendo transistores a nivel de Planta Piloto.

El disponer de la tecnología completa de fabricación de transistores ubicaba tecnológicamente al País en similar situación a la de Estados Unidos en el año 1960 es decir, teníamos 20 años de atraso.

Ya está diseñado y se encuentra en etapa de desarrollo de prototipos un circuito integrado que cuenta con 30 componentes activos y que entrará en Planta Piloto a fines de 1982.

Teniendo en cuenta las limitaciones que tiene el País debido a los aspectos considerados previamente, que surgen de la experiencia de los últimos años de trabajo y suponiendo que se cumple una ley similar a la enunciada por Moore es posible acotar la máxima velocidad posible de desarrollo en Microelectrónica en el País.

En la figura se ha representado esta cota junto a la ley de Moore. Se puede ver que de darse esta situación nuestro crecimiento sería más veloz que el seguido en los países centrales, lo que resulta enteramente explicable ya que el atraso nos da la oportunidad de contar con información y equipamiento que obviamente no disponían los pioneros, por lo tanto se debe suponer que al ir disminuyendo la brecha tecnológica disminuya también la velocidad de crecimiento.

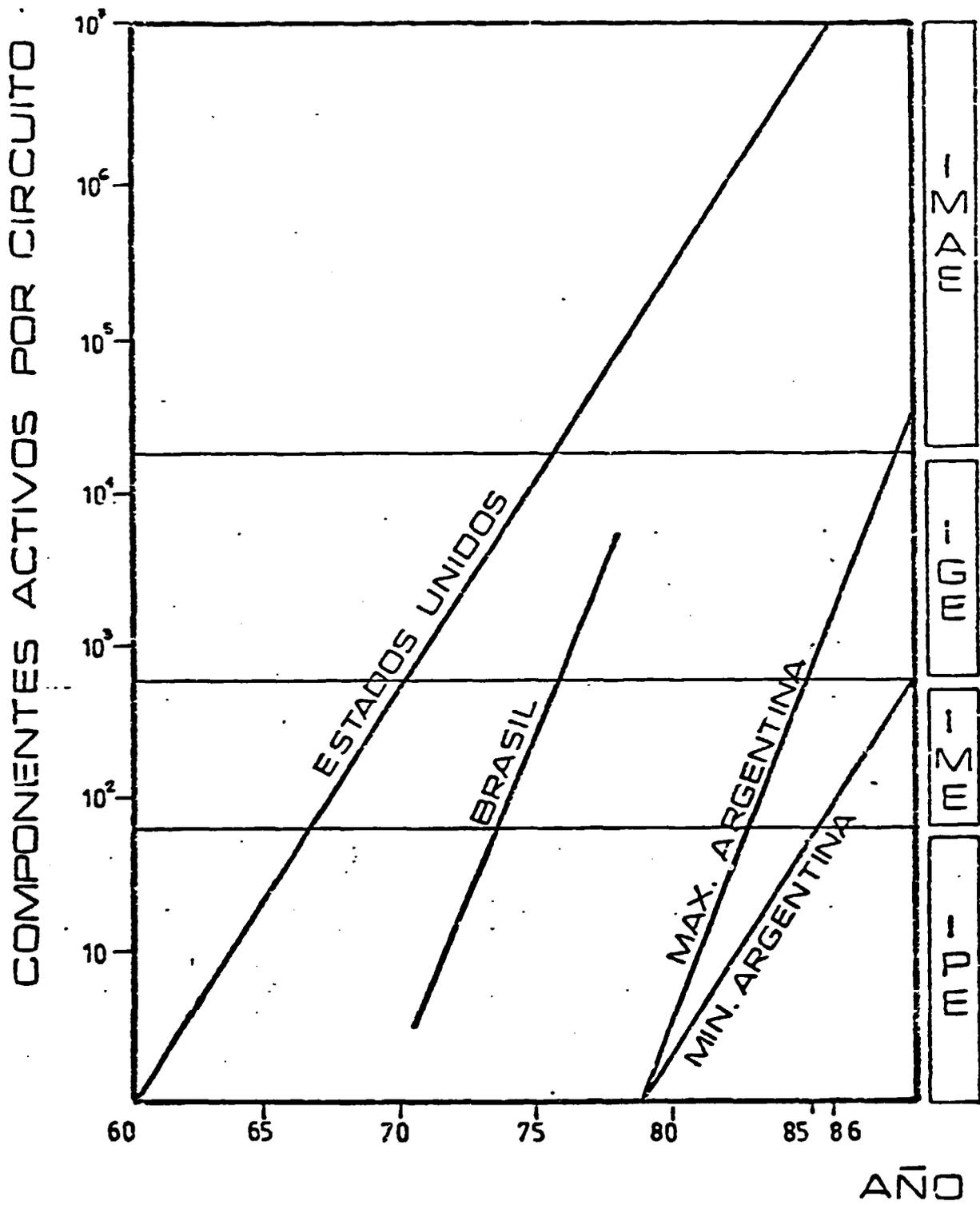
Si los recursos no hacen posible aventajar a los países líderes, lo razonable es fijar un atraso en el cual se pueda evolucionar a la misma velocidad que éstos. Si la decisión fuera mantener la actual distancia tecnológica la velocidad de crecimiento sería la que se indica en la figura como velocidad mínima. Naturalmente resultaría totalmente desaconsejable un programa de menor velocidad de desarrollo que ésta.

Resulta interesante observar el desarrollo que ha seguido en este tema Brasil, un país que en cierta medida enfrenta dificultades similares a las nuestras en sus programas de desarrollo tecnológico. En el año 1968 se creó el Laboratorio de Microelectrónica en la Universidad de San Pablo, el que ha venido trabajando sin interrupción hasta la fecha con el objetivo de:

- Formación de personal
- Investigación y Desarrollo
- Apoyo a la industria brasilera

De una reciente publicación de la U.S.P. se han sacado los datos que permiten determinar los logros alcanzados por el Brasil. El crecimiento en el nivel de integración ha seguido una ley también similar a la de Moore y con una derivada igual a la establecida como de máxima para la Argentina. Esto sugiere que el modelo de crecimiento que se ha enunciado es correcto y debe ser tenido en cuenta al definir las políticas de desarrollo tecnológico en el área.

En el caso de la Argentina, para continuar creciendo según la hipótesis de máxima velocidad se requiere una inversión aproximada de 4 millones de dólares por año en investigación y desarrollo en Microelectrónica.



Referencias:

- ipe : Integración en pequeña escala
- ime : Integración en mediana escala
- ige : Integración en gran escala
- ime : Integración en muy alta escala

APENDICE 1

1.- COMO HACER MAS EFICIENTE EL ESFUERZO QUE CIENCIA Y TECNICA REALIZA EN EL AREA:

- Disponiendo de un centro de excelencia que garantice la investigación y desarrollo en el área y permita la formación y captación de recursos humanos.
- Absorbiendo desde resultados de investigación básica hasta procesos industriales por su elevado nivel y amplio rango de intereses que va desde principios físicos de dispositivos hasta plantas piloto.
- Desarrollando capacidad creativa propia que le permita innovar en el área.
- Facilitando la formación de recursos humanos mediante cursos de posgrado, entrenamiento técnico especial y montaje de laboratorios especializados

2.- COMO ASESORAR A ORGANISMOS DEL ESTADO EN NEGOCIACIONES QUE INVOLUCREN ESTAS TECNOLOGIAS:

- Disponiendo de expertos capaces de caracterizar las tecnologías que se adquieren.
- Evaluando la factibilidad de fabricación local
- Evaluando tecnologías alternativas
- Recomendando la inclusión de cláusulas que permitan el acceso de expertos argentinos a información tecnológica que facilite el proceso de puesta a punto de tecnologías de interés para nuestro País.

3.- COMO SATISFACER REQUERIMIENTOS ESPECIALES DE DISPOSITIVOS POR PARTE DE LAS FUERZAS ARMADAS, EMPRESAS DE SERVICIOS Y/O PRODUCTORAS DE SISTEMAS ELECTRONICOS PROFESIONALES.

- Mediante la fabricación en las líneas piloto, como se hace actualmente en el caso de circuitos híbridos, de dispositivos que por cualquier razón no están disponibles (razones estratégicas, de tiempo, de demanda reducida, etc)

4.- COMO TRANSFERIR AL SECTOR PRODUCTIVO NACIONAL TECNOLOGIAS PROPIAS O EXTRANJERAS ADAPTADAS Y PUESTAS A PUNTO.

- Mediante el desarrollo tecnológico hasta el nivel de planta piloto.
- Adaptando tecnologías disponibles en empresas multinacionales obtenidas mediante negociaciones gracias al poder de compra del Estado.

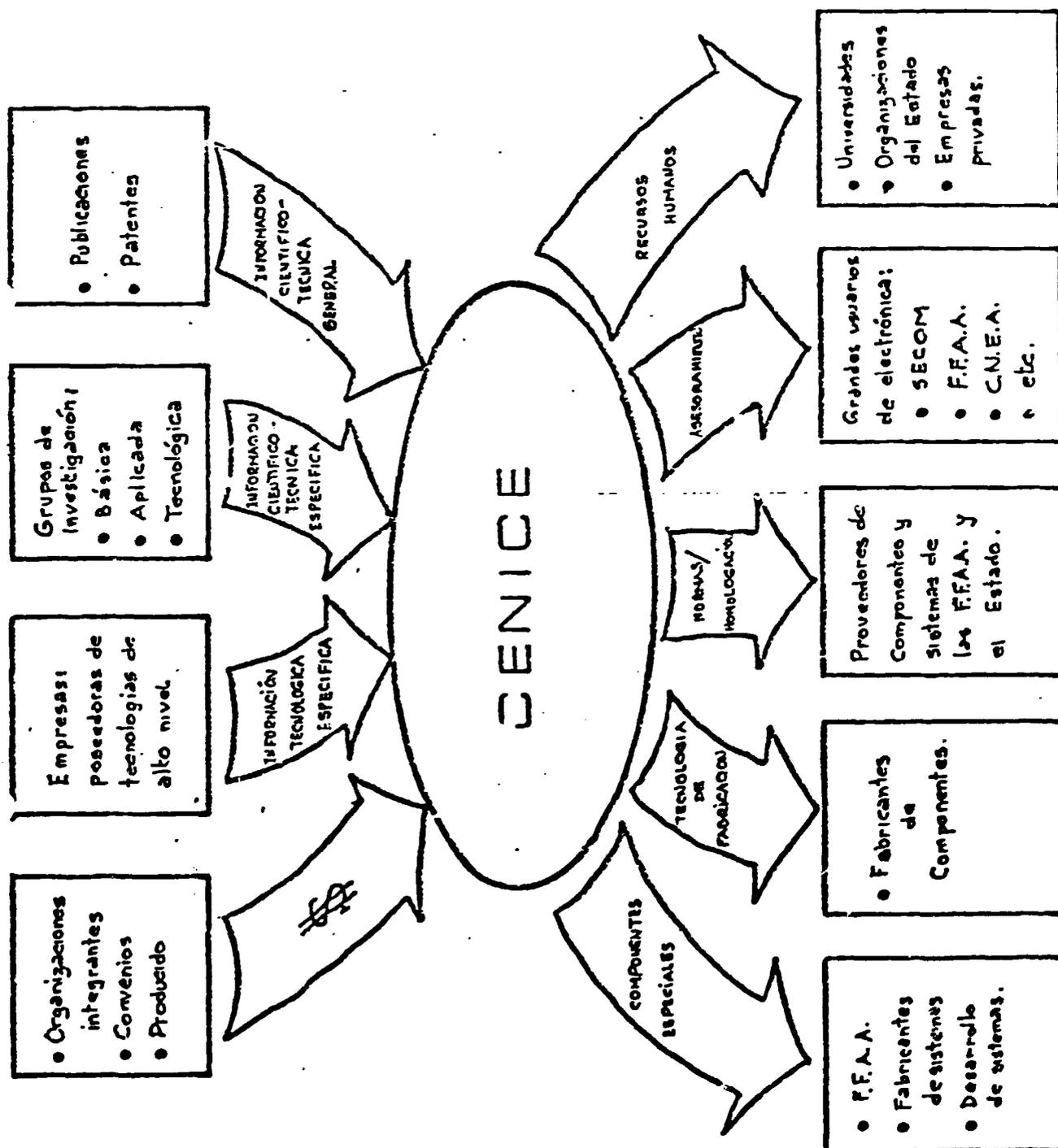
5.- COMO FACILITAR EL DESARROLLO DE SISTEMAS ELECTRONICOS EN EL PAIS

- Mediante el diseño de microcircuitos "a medida" (custom design) a utilizarse en la fabricación de sistemas donde sea requerido por la complejidad, miniaturización, o necesidad de conservar el secreto de los circuitos.

6.- COMO GARANTIZAR LA CALIDAD DE LOS COMPONENTES QUE SE PROVEEN A LAS FF.AA Y ORGANISMOS DEL ESTADO

- Mediante la emisión de normas y homologación de componentes de acuerdo a éstas.

CENICE : Esquema de recursos y resultados.



APENDICE 2

Febrero 17, 1982

C E N I C E

Centro de Investigaciones en Componentes Electrónicos

1.- Objetivos del Grupo:

- Facilitar el desarrollo de sistemas electrónicos en el País.
- Transferir al sector productivo nacional tecnologías propias o extranjeras adaptadas y puestas a punto.
- Satisfacer requerimientos especiales de dispositivos por parte de las Fuerzas Armadas, empresas de servicios y/o productoras de sistemas electrónicos profesionales.
- Asesorar a Organismos del Estado en negociaciones que involucren estas tecnologías.
- Garantizar la calidad de los componentes que se proveen a empresas, a las Fuerzas Armadas y Organismos del Estado.
- Hacer más eficiente el esfuerzo que Ciencia y Técnica realiza en el área.

2.- Evolución del Grupo y perspectivas:

Evolución:

El CENICE ha evolucionado en los últimos 10 años desde un pequeño laboratorio sin experiencia en el área de la microelectrónica hasta disponer hoy de una capacidad inmediata de responder a los pedidos de dispositivos especiales de mediana y baja complejidad y de alto nivel de calidad y confiabilidad adecuada para usos militares.

Posee personal entrenado que puede intervenir en las negociaciones que tengan lugar referidos a esta tecnología con idoneidad y experiencia.

Puede realizar la homologación de acuerdo a normas militares de componentes de cualquier procedencia.

Esto se ha logrado pese a que durante algunos períodos de su vida no se ha recibido el apoyo necesario.

Perspectivas:

En el futuro se podrá disponer de la fabricación de dispositivos de complejidad creciente para satisfacer requerimientos de las Fuerzas Armadas y del sector profesional, concretar nuevas transferencias de tecnología a la industria en la medida que ésta lo requiera y contar con un avanzado centro de diseño de circuitos integrados que permitirá resolver exitosamente el desarrollo local de equipos y sistemas, proveyendo el diseño de los circuitos integrados especiales, aún en el caso que luego éstos no sean fabricados en el País, lo que permitirá que el nivel tecnológico de nuestra industria electrónica sea comparable al de los países más avanzados y asegurar cuando sea necesario el secreto de los desarrollos.

También se podrá contar con una eficiente capacidad de asesoramiento que permita la realización de negociaciones internacionales que involucren estas tecnologías.

3.- Proyectos actualmente en realización:

- Desarrollo de tecnología de fabricación de circuitos híbridos de alta confiabilidad para usos militares.
- Fabricación de circuitos híbridos a pedido para el desarrollo de sistemas electrónicos dentro del área de las Fuerzas Armadas y para satisfacer demandas del sector productivo, especialmente en el área de comunicaciones y nuclear.
- Investigación de nuevos procesos de fabricación de circuitos híbridos: multicapas, cruces de conductores, ajuste funcional.
- Instalación de una planta de montaje y encapsulado de circuitos híbridos e integrados de alta confiabilidad
- Fabricación de transistores bipolares de silicio de aplicación en la industria electrónica profesional y militar.
- Desarrollo de la tecnología de fabricación de circuitos integrados bipolares.
- Desarrollo de nuevos procesos de fabricación de dispositivos semiconductores especiales.
- Diseño de circuitos híbridos e integrados no convencionales bajo requerimiento.
- Desarrollo de un sistema de aseguramiento de calidad y confiabilidad para componentes electrónicos.
- Realización de un curso para la formación de ingenieros en el diseño de circuitos integrados, en colaboración con la Universidad de Buenos Aires.
- Proyecto para la construcción de una planta piloto de tecnología CMOS.

4.- Medios disponibles por este Centro:

El Centro dispone de los siguientes medios:

- Planta Piloto de Circuitos Híbridos.

Superficie: 193 m²
Equipamiento por valor de: U\$S 400.000
Personal: - Profesionales: 4
 - Técnicos: 3
 - Auxiliares: 5

- Planta Piloto de Tecnología Bipolar.

Superficie: 148 m²
Equipamiento por valor de: U\$S 410.000
Personal: - Profesionales: 3
 - Técnicos: 4
 - Auxiliares: 3

- Laboratorio de Desarrollo.

Superficie: 160 m²
Equipamiento por valor de: U\$S 300.000
Personal: - Profesionales: 4
 - Técnicos: 1
 - Auxiliares: 1

- Aseguramiento de Calidad.

Superficie: 60 m² (*)
Equipamiento por valor de: U\$S 250.000
Personal: - Profesionales: 2
 - Técnicos: 1

- Infraestructura Técnica.

Superficie: 101 m² (*)
Equipamiento por valor de: U\$S 217.000
Personal: - Profesionales: 1
 - Técnicos: 10
 - Auxiliares: 1

- Montaje y encapsulado.

Superficie: 45 m² (*)
Equipamiento por valor de: U\$S 270.000

- Control Económico.

Superficie: 75 m² (incluye depósito)
Equipamiento por valor de: U\$S 17.000
Personal: 5

(*) En construcción

Resumen:

- Area total disponible: 822 m² (**)
- Monto del equipamiento: U\$S 1.869.000.-
- Personal total incluyendo Jefatura y Secretaría Técnica-Administrativa :

Régimen Científico:	18
Plantel Permanente:	1
CLO:	11
Otros:	<u>21</u>
TOTAL	51

(**) De los cuales 206 m² están en construcción.

5.- Fuentes de financiación:

Las fuentes de financiación de este proyecto son:

DIGID
CITEFA
SUBCYT
CONICET
SUBSECOM

6.- Recursos recibidos:

Los recursos recibidos en los dos últimos años son:

1980

En pesos :	2.445.000.000.-
En dólares:	1.319.481.-

1981

En pesos :	5.626.480.000.-
En dólares:	1.590.000.-

7.- Logros científicos y aplicaciones prácticas:

- Puesta en marcha de los laboratorios y las Plantas Pi-
loto y la compleja infraestructura necesaria (agua ul-
trapura, gases ultrapuros, etc.)
- La transferencia de tecnología de fabricación de cir-
cuitos híbridos de película gruesa a la industria pri-
vada.
- Fabricación de dispositivos especiales para satisfa-
cer requerimientos de las Fuerzas Armadas.
- Fabricación de dispositivos para el mercado profesio-
nal (telecomunicaciones) homologados por empresas lí-
deres en la materia como Siemens, Thomson, GTE.
- Fabricación de series de transistores que satisfacen
las especificaciones de los actualmente utilizados por
Fabricaciones Militares.
- Obtención de transistores de alta frecuencia a reque-
rimiento de la empresa Texas Instruments para una fu-
tura producción de los mismos.

- Desarrollo de una capacidad de diseño que permitirá fabricar a pedido circuitos integrados de alta confiabilidad y complejidad.
- Estudio y desarrollo de los procesos de fabricación de circuitos híbridos e integrados que están contenidos en: 192 informes técnicos, 3 especificaciones de insumo, 8 especificaciones de mantenimiento, 34 normas de control, 35 normas de proceso, 1 especificación de producto.

8.- Vinculaciones con otros organismos:

- En los sectores públicos nacionales:

- . DIGID
- . Fabricaciones Militares
- . SUBSECOM
- . SUBCYT
- . CONICET
- . CNEA
- . INTI
- . Universidad de Buenos Aires
- . Universidad Nacional de Rosario
- . Universidad Nacional del Litoral

- Empresas locales:

- . LACI
- . SIEMENS
- . GTE
- . THOMSON
- . ITALTEL
- . TEXAS INSTRUMENTS
- . ELCOMAT

- Universidades y centros tecnológicos del exterior:

- . Massachusetts Institute of Technology (EE UU)
- . Universidade de Berkeley (EE UU)
- . Universidad de Delaware (EE UU)
- . LETI - Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'information (Francia)
- . Institut fur Festkorper Technologie (Alemania)
- . Telebrás - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (Brasil)

9.- Publicaciones, patentes, etc.:

"Desarrollo de transistores planares de silicio"

C. Cortés, A. Boselli, O. Filipello, M. Maciel, J. Albisu, J. Bragagnolo

- . Presentado como comunicación en la 61ª Reunión Científica de la Asociación Física Argentina - Buenos Aires - 16/17 de junio de 1975. Comunicación A-2 publicada en la revista de la Asociación Física Argentina (AFA) Vol. 1, N° 4, tomo 2 pág. 371 (1976).

"Desarrollo de baterías solares de $CdS-Cu_2S$ "

J. Bragagnolo, J. Albisu, A. Boselli, C. Cortés, J. Molina.

- . Presentado como comunicación en la 61ª Reunión Científica de la Asociación Física Argentina - Buenos Aires - 16/17 de junio de 1975. Comunicación A 10 publicada en la revista de la AFA. Vol 1, N° 4, tomo 2 pág 377 (1976).
- . Presentado en el : 1º Congreso Latinoamericano de Energía Solar - Buenos Aires - 21/25 de julio de 1975. Comunicación E 20.
- . Presentado en el 5º Simposio Latinoamericano de Física del Estado Sólido. Lima (Perú) - 14/25 de febrero

de 1977. Comunicación 311.

"Obtención y caracterización de películas de Cds serigrafadas"

J. Albisu, C. M. Cortés, S. J. Liberman.

- . Presentado en la 2ª Reunión de trabajo de Energía Solar. Salta 21/24 de julio de 1976.
- . Publicado en las Actas respectivas editadas por la Asociación Argentina de Energía Solar.

"La situación energética Nacional".

J. Albisu, J. A. Bragagnolo.

- . Este estudio fue utilizado como documento de trabajo en la 1ª Reunión para la coordinación de un plan nacional de aprovechamiento de la energía solar. Vaqueñas - Córdoba - (1975)

"Effects of Contact Resistance and Dopant Concentration in metal - Semiconductor Thermoelectric Coolers".

Carlos M. Cortés, Robert G. Hunsperger.

- . IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-27, Nº 3, marzo 1980 (pág. 521).

"El Desarrollo de la Microelectrónica en la Argentina".

C. Filipello, R. Sagarzazu

- . Presentado en el Congreso Científico de Electrónica - La Falda (Córdoba) - Oct. 1979.
- . Presentado en el Simposio sobre tecnología de microelectrónica. Technical University de Munich - Alemania
- . Presentado en el IV Simposio Latinoamericano de la pequeña y mediana empresa - INTI - Bs. As. - Set. 1980. Publicado en las Contribuciones - Tomo II.
- . Presentado en el Congreso sobre Impacto de la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo. Universidad del Comahue. Bariloche. 1980.

Está en trámite la patente de:

"Un nuevo método para la elaboración de fotorresistores mejorados"

C. Cortés, J. Albisu

. Patente en trámite ante el Registro Nacional de la Propiedad Industrial bajo N° de Acta 278083.

"Echo Cancellor for a 80 Kb/s Baseband Modem".

G. Agazzi, David A. Hodges, David Messerschmitt.

