



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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.

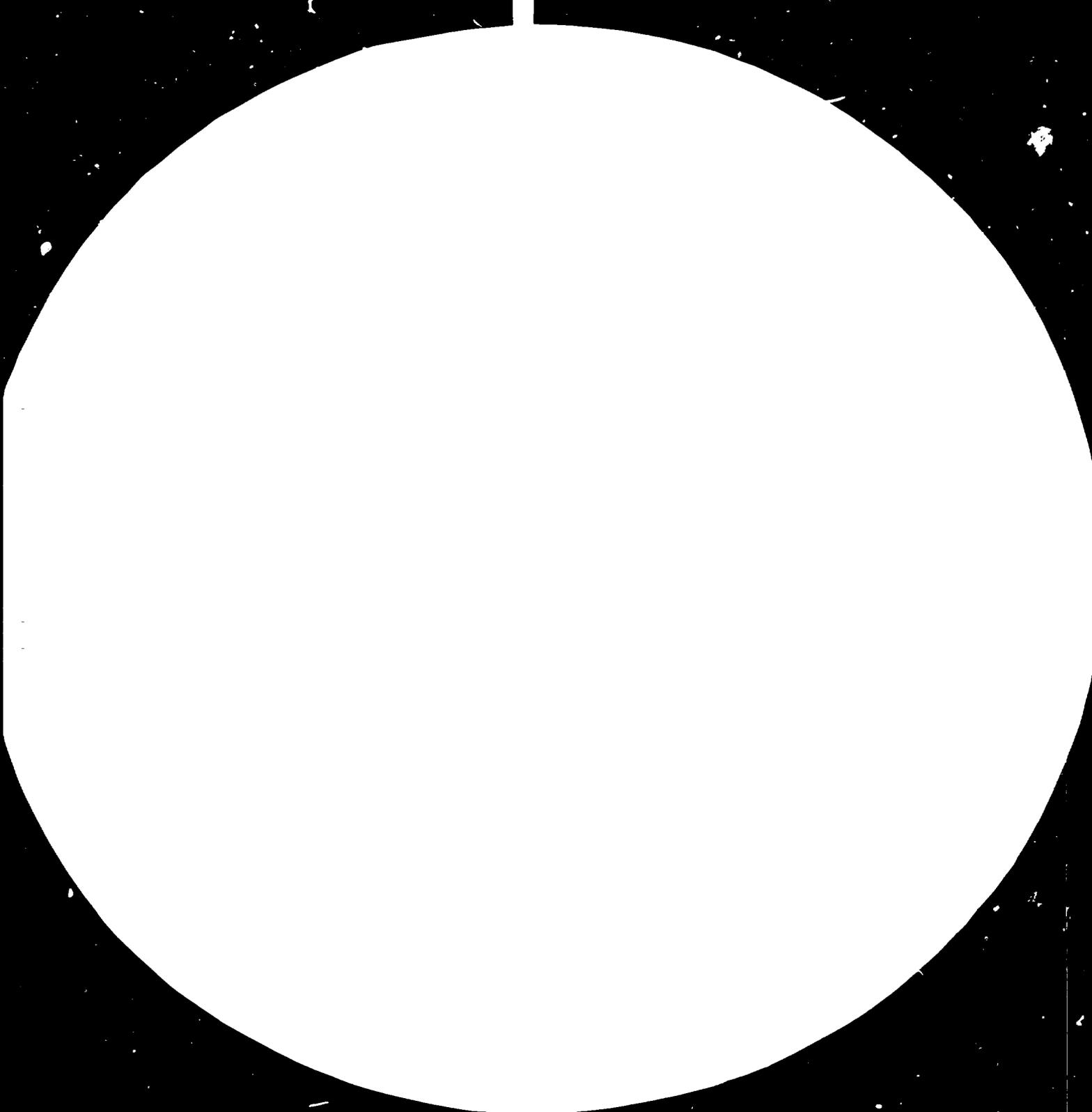
## FAIR USE POLICY

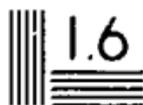
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





2.5



W. J. ... ..  
... ..



11663 - S



Distr. LIMITADA

ID/WS.372/11

9 agosto 1982

ESPAÑOL

Original: INGLÉS

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

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

LAS APLICACIONES DE LOS MICROPROCESADORES Y EL  
DESARROLLO INDUSTRIAL\*

por

Robert T. Lund\*\*

000103

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

\*\* Consultor de la ONUDI

El microprocesador ha sido el instrumento de una innovación realmente revolucionaria en la producción. Este artefacto minúsculo ha hecho posible una serie de productos y de dispositivos de productos que hasta ahora no eran económica o técnicamente factibles. Reúne tantas ventajas inherentes -capacidad de cálculo, velocidad, fiabilidad, posibilidad de programación, larga vida, tamaño pequeño, bajo consumo de energía y poco costo- que ha llegado a ser un candidato atractivo para miles de aplicaciones diferentes. En los últimos cinco años se ha visto un florecimiento de las utilidades del microprocesador, que var. desde el juguete trivial hasta los aparatos médicos para el mantenimiento de las funciones vitales y desde el equipo de producción que vale cientos de miles de dólares a las calculadoras que no cuestan más de diez dólares.

En 1978 - 1979 nuestro Centro emprendió, para el Departamento de Industria británico, un estudio sobre aplicaciones de microprocesadores a diversos productos estadounidenses. El Gobierno británico se proponía aprender de la experiencia de las empresas estadounidenses, cuáles eran algunos de los factores claves comprendidos en la utilización provechosa de los microprocesadores.

El estudio investigó la gama de productos distintos de las computadoras en los que podían encontrarse microprocesadores. De esta serie seleccionamos ocho productos que representaban aplicaciones técnicamente atractivas hechas por empresas de diferentes tamaños, antigüedad e importancia en el mercado. Se hicieron estudios en profundidad de casos concretos de las ocho aplicaciones para tratar de hallar respuestas a las tres preguntas siguientes:

¿Cuáles eran las motivaciones de la utilización de microprocesadores?

¿Qué elementos entraña la creación de un producto de éxito basado en un microprocesador?

¿Qué repercusiones tienen las aplicaciones de microprocesadores sobre los productores, los usuarios, las aptitudes profesionales y el empleo?

Utilizando estas preguntas como directrices, desarrollamos datos sobre aplicaciones de microprocesadores en:

Controles de la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado

Automóviles

Elaboración de la palabra

Balanzas postales electrónicas

Control de procesos de elaboración separada de productos

Equipos médicos

Monitores para grúas hidráulicas

Máquinas de coser

Los resultados de nuestro estudio se publicaron en Gran Bretaña. <sup>1/</sup> Ya que el estudio está relacionado con la explotación de la microelectrónica por los países en desarrollo, hemos seleccionado dos de los casos para examen. Estos son el controlador de calefacción, ventilación y aire acondicionado fabricado por una empresa pequeña llamada Computer Controls Corporation y la máquina de coser eléctrica fabricada por la compañía Singer.

En diversos sentidos los dos casos presentan aspectos contrastantes. Un producto es utilizado para el control de un proceso industrial, el otro es un bien de consumo. Una de las empresas es una firma nueva, pequeña, que trata de entrar a un mercado dominado por firmas más antiguas y más grandes. La otra empresa es una firma más antigua que detenta la mayor participación en su mercado. La organización en la firma más pequeña es imprecisa y no estructurada; en la firma grande existe una burocracia industrial típica. Estos casos contrastantes nos darán oportunidad de someter a prueba nuestras observaciones, para ver si se aplican igualmente bien a cada extremo. Para un examen más completo de estos estudios de casos concretos, tal vez se desea leer el libro mismo.

Procedamos, pues, a una breve descripción de cada uno de los dos productos y a una enumeración de las enseñanzas que para el desarrollo industrial podemos sacar de cada uno. Después de presentar estos casos estudiados, desearía señalar algunos aspectos adicionales que pueden ser útiles en la elaboración de políticas nacionales para las aplicaciones de los microprocesadores.

Caso estudiado 1. Controles de la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado.

Computer Controls Corporation

Este caso es el de una empresa nueva que invade un mercado dominado por empresas grandes y ya establecidas. El mercado es el de la automatización de los sistemas de control de la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado (CVAC). El mecanismo CVAC (ventiladores, radiadores, enfriadores, humidificadores, bombas, etc.) ha sido controlado tradicionalmente por dispositivos

---

<sup>1/</sup> R.T. Lund, M.A. Sirbu y J.M. Utterback, Microprocessor Applications Cases and Observations, Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1980.

individuales utilizados ya sea con el propio mecanismo o en la parte del edificio en la que este mecanismo produce su efecto. Cada vez que se ha querido hacer un cambio en la regulación del termostato, el higróstato o el control horario de la temperatura o la humedad, un mecánico ha tenido que hacer los ajustes en forma manual. Debido al costo y a la dificultad de estar recorriendo repetidamente todo un edificio, existe la tendencia a ajustar dichos sistemas a unas condiciones medias y permitirles que funcionen a dicho nivel, independientemente de las necesidades reales.

Sin embargo, con el aumento enorme de los precios de la energía, ha llegado a ser importante desde el punto de vista económico controlar en forma mucho más estrecha el consumo de energía para calefacción o refrigeración. Esto ha creado un mercado grande y creciente para los sistemas automáticos de control ambiental basados en computadoras.

Los primeros sistemas de control por computadoras fueron diseñados y vendidos por empresas como Honeywell o IBM, utilizando grandes computadoras centrales. Esos sistemas fueron promovidos como Sistemas de Automatización de Edificios y su control abarcaba, más allá del de los sistemas CVAC, a los relojes, la seguridad, el alumbrado y también al equipo de detección de incendios. Fueron instalados en varias fábricas y edificios de oficinas grandes, pero tuvieron problemas. La falta de fiabilidad de la computadora central única fue un aspecto importante, los sistemas eran caros, inflexibles, demasiado complejos para ser entendidos fácilmente y difíciles de mantener. La generación siguiente de controladores CVAC fueron minicomputadoras, que proporcionaban siempre un control centralizado pero que eran de mayor fiabilidad y más simples, con un menor costo de funcionamiento. Sin embargo, una falla del controlador central significaba la pérdida de control de todo el sistema.

A la fecha de nuestro estudio (1978-1979), el mercado estadounidense de los controles CVAC era de unos 1.000 millones de dólares anuales y se duplicaba cada diez años. El mercado estaba dominado por unas pocas firmas grandes, de las que Honeywell era la mayor.

La Computer Controls Corporation fue iniciada por dos estudiantes del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) que idearon un sistema de control basado en un microprocesador en el que la inteligencia de la computadora estuviese descentralizada. Las unidades de computadoras ubicadas en cada máquina o grupo de máquinas, o cerca de cada máquina o grupo de máquinas, estarían programadas

para regular todas las funciones de dicho sector. Estas microcomputadoras descentralizadas estaban enlazadas a una microcomputadora central, por medio de la cual podía reprogramarse cualquier operación de control.

Un fallo de cualquiera de las computadoras locales afectaba sólo a las máquinas ubicadas en ese sector; todo el resto del sistema podía seguir funcionando. Del mismo modo, un fallo de la computadora central significaba sólo que las computadoras locales no podían reprogramarse o controlarse mientras la unidad central estuviese inactiva; no había pérdida de control. El tiempo y los costos de instalación se reducían, ya que el extenso cableado que requiere el control centralizado se limitaba a sólo un bucle de cables tipo telefónico de seis hilos metálicos.

Una característica adicional del sistema de la Computer Controls Corporation era que desde la sede de la empresa era posible comunicarse por teléfono con el sistema del cliente. Esto les daba la ocasión para localizar las averías por teléfono. Les daba la ventaja extra de poder introducir en cualquier momento mejoras en la dotación lógica (software) del sistema del cliente.

Los aspectos de este caso estudiado relativos a las aplicaciones de microprocesadores en un país en desarrollo son los siguientes:

1. El producto basado en un microprocesador es una mejora de un producto existente en un mercado existente. Los elementos esenciales de cómo tenía que funcionar el producto estaban definidos y los clientes potenciales bien informados. El cliente podía apreciar fácilmente un concepto de diseño superior.
2. El diseño del producto llevó menos de tres años y requirió sólo unos seis años/hombre de trabajo. Encontramos que un diseño modesto y un esfuerzo de desarrollo eran características de las ocho aplicaciones de microprocesadores que estudiamos.
3. La flexibilidad del diseño se alcanzó por vía de la dotación lógica (software). Al hacer simple y frágil la parte del equipo físico (hardware) del sistema y al hacer recaer la complejidad del sistema en su dotación lógica, los diseñadores crearon un producto que era fácil de fabricar, requería un plazo pequeño para el equipamiento con las herramientas necesarias y podía perfeccionarse fácilmente.
4. Los jóvenes empresarios tuvieron la ayuda activa de un grupo comercial asesor. El MIT tiene un Centro de Innovaciones, puesto en marcha con fondos de la National Science Foundation, que orienta a los estudiantes inventores o innovadores en cuanto a las formas adecuadas para aprovechar sus ideas. Mucho del trabajo inicial de conceptos se hizo mientras los fundadores de la empresa eran estudiantes miembros del Centro de Innovaciones.

5. Durante los primeros años, gran parte del trabajo de producción se realizó fuera de la empresa. Talleres locales de trabajos varios fabricaron los circuitos impresos y montaron el equipo físico del computador. Las microplaquetas (chips), las unidades de visualización, los termistores y otros componentes se compraron a abastecedores ajenos a la empresa. Las instalaciones de los sistemas las hicieron contratistas eléctricos. La existencia de esta infraestructura industrial en las proximidades de la nueva empresa facilitó indudablemente sus comienzos.
6. A medida que aumentaba la demanda de los sistemas, la disponibilidad de programadores de computadoras calificados que podían adaptar el sistema a aplicaciones específicas constituyó otro recurso importante.
7. En diversas etapas de la evolución de la empresa los empresarios han dispuesto del capital social necesario.

Al momento de redactar nuestra evaluación del sistema previmos que la dotación lógica sería su aspecto esencial que determinaría el éxito de la empresa. Ahora, tres años después, dicha evaluación parece haber sido totalmente exacta. Examinamos recientemente con el Presidente de la Computer Controls Corporation, señor Phillip Doucet, lo sucedido desde 1979. La empresa ha sobrevivido, el número de empleados ha aumentado a 25 y tiene ahora en el mercado un sistema totalmente perfeccionado. Las limitaciones en el rendimiento de los primeros sistemas fueron eliminadas por medio de un proyecto intensivo de dos años sobre escritura en la dotación lógica. Actualmente cada computadora local puede modular continuamente los parámetros de la máquina que se supone que controla. Los primeros sistemas estaban limitados a una conmutación en dos posiciones, lo que constituía una deficiencia grave para el control complejo CVAC. La capacidad para rediseñar el sistema en su dotación lógica, más bien que en su equipo físico, significó ahorros en tiempo y en dinero. La empresa está actualmente preparada para explotar este producto perfeccionado. Con él, el señor Doucet está planificando competir no sólo por contratos del sistema CVAC, sino también por aplicaciones de control de procesos de elaboración, lo que no había sido posible con el primer sistema. Desde su comienzo la empresa ha instalado aproximadamente 350 microcomputadoras. Todavía es una empresa pequeña, pero sigue teniendo grandes posibilidades de ganarse su lugar en el campo de los controles automáticos.

#### Caso estudiado 2 Máquinas de coser electrónicas - La Compañía Singer

En muchos sentidos este caso contrasta directamente con el estudiado anteriormente. La Compañía Singer es una firma grande con 100 años de antigüedad, cuyo éxito se destaca en su principal mercado de productos, las máquinas

de coser. No es común que una empresa antigua, grande y bien establecida lleve a cabo una innovación radical del producto que fabrica, por lo que fue sorprendente descubrir que la Singer había logrado una ventaja técnica de cinco años sobre sus competidores al poner en el mercado una máquina de coser controlada por un microprocesador. Esta ventaja permitió a la Singer mantener sus ingresos provenientes de las ventas de máquinas de coser, en un momento en que su participación en el mercado se veía amenazada por competidores extranjeros y cuando la demanda total en los Estados Unidos de América estaba disminuyendo debido al interés cada vez menor por la costura en el hogar.

Dos factores motivaron la innovación en el diseño de la máquina de coser. El primer factor fue la proliferación creciente de los textiles sintéticos de diversas texturas, estructuras y mezclas de fibras, que requerían tratamientos de costura diferentes. Por ejemplo, los materiales de punto que se estirarían, necesitaban una puntada que se estirase con el material. Esto creó la necesidad de máquinas de coser que pudieran hacer diversos tipos de puntadas. La industria de las máquinas de coser ha respondido con perfeccionamientos mecánicos, levas y engranajes extras, que el usuario podía arreglar para producir puntadas diferentes.

Además de cambios en las exigencias relativas a la costura, la Singer enfrentaba una competencia cada vez más fuerte en cuanto a rendimiento y precio del producto de otros fabricantes de máquinas de coser -especialmente de los del Japón- y de comerciantes en gran escala, como Sears, Roebuck y Compañía, que vendían máquinas japonesas de alto rendimiento y de diseño tradicional.

En 1975 la Singer lanzó al mercado la Athena 2000, la primera máquina de coser controlada electrónicamente. Apretando un botón, el operador podía seleccionar cualquiera de 25 puntadas diferentes y el microprocesador de la máquina controlaba al instante la posición de la aguja y de la tela para reproducir la puntada deseada. Algunas de las puntadas eran muy complejas, como el contorno de un perro o de un tulipán (figura I).

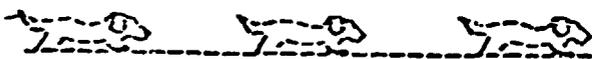
Para cualquier puntada determinada el microprocesador tiene que recordar de una a no más de alrededor de 30 posiciones de la aguja y de la tela. El control de las posiciones de la aguja y de la tela se logró por medio de dos motores lineales o sarrollados especialmente para la máquina de coser. En el nuevo diseño se eliminaron cientos de piezas tradicionales. El trabajo de elaboración cambió radicalmente de la fabricación y montaje mecánico a la

Figura 1

Puntadas decorativas hechas con máquinas de coser electrónicas



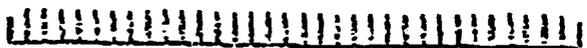
Puntada de hoja - Para costuras decorativas



Puntada de perro - Un diseño nuevo, apropiado especialmente para ropa de niño



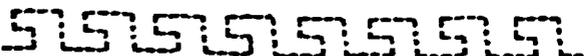
Puntada de oleaje - Atractiva para bordes y trabajos de recosido ornamental con hilo elástico



Puntada de punto París - Un diseño tradicional utilizado para hacer dobladillos, calados, bordes diente de rata y diseños aplicados



Puntada de tulipán - Pibeteado ideal para cuellos y puños en vestidos para niñas



Puntada de llave griega - Un diseño tradicional, ideal para bordes decorativos, dobladillos y acabados de orillos

Fuente: "Aplicaciones de la costura", Compañía Singer, 1975.

adquisición de elementos y al montaje electrónico liviano. Se redujo la necesidad de mano de obra especializada y se necesitaron menos operarios para fabricar estas máquinas.

La microplaqueta (chip) utilizada fue diseñada por el cliente según la aplicación que se le iba a dar. La Singer se vio obligada a hacerlo así por el estado de la técnica de los microprocesadores en el período 1971-1975. Si hubiese comenzado su diseño en 1979, habría utilizado una microplaqueta normal y la habría programado para manejar la labor de costura.

La historia del desarrollo de la máquina de coser electrónica es fascinante, ya que es casi un libro de texto sobre una innovación a fondo en un producto. En nuestro libro esta materia se trata de forma mucho más detallada. Sin embargo, veamos cuáles fueron algunas de las características de este programa de desarrollo del producto que tienen repercusiones en empresas de países en desarrollo.

1. Como en el caso del controlador CVAC, el esfuerzo de diseño para la máquina de coser electrónica fue modesto. Participaron aproximadamente 25 personas. El proyecto demandó cuatro años desde su concepción hasta la salida de la primera producción. Esto constituye un tiempo normal de desarrollo para un producto destinado a un mercado masivo. El costo de diseño, elaboración y fabricación de las herramientas necesarias en el período de 1971 a 1975 fue de unos 10 millones de dólares EE.UU.
2. En el equipo de diseño había dos personas claves. Uno era un integrador técnico, que podía combinar su conocimiento de los requisitos funcionales del producto, con un conocimiento de las disciplinas técnicas que debían emplearse en el diseño del producto. La segunda persona era un "programador creativo" o diseñador de sistemas, que podía producir un soporte de programación eficaz y eficiente. Cuando en los proyectos que estudiamos figuraban estas dos personas en los equipos de diseño, los productos resultantes representaban una buena asociación de componentes microelectrónicos, sensores, accionadores y otros componentes eléctricos y mecánicos.
3. La dotación lógica podía modificarse fácilmente. Como la Singer lo demostró ulteriormente, podía introducirse un nuevo modelo de máquina electrónica con nuevas características (una puntada de locomotora en lugar de una puntada de perro corriendo) cambiando simplemente un programa de la dotación lógica y el diseño del botón del tablero de selección.
4. Esto era una aplicación compleja de un microprocesador en un producto de consumo. Sin embargo, la complejidad del microprocesador era invisible para el usuario sin mayores conocimientos, que se servía del método simple de selección de la puntada.
5. El producto pasó a ser más fácil de fabricar. Se redujo la especialización de la mano de obra requerida y el volumen de trabajo. Los montajes electrónicos podían probarse electrónicamente, reduciéndose así la necesidad de una inspección material.

6. La utilización de microplaquetas diseñadas por el cliente hizo que la empresa fuese más vulnerable a las interrupciones en el abastecimiento. Una microplaqueta normal fabricada por más de un solo abastecedor hubiese sido preferible. Esto sería de especial importancia para las empresas en países en los que las microplaquetas tienen que importarse de fuentes lejanas.
7. Tuvo que prestarse atención al apoyo local para las nuevas máquinas. Los conocimientos especializados de los técnicos de mantenimiento de máquinas de coser en muchos mercados al por menor de la Singer tuvieron que mejorarse para que pudieran ubicar los fallos y reparar las nuevas máquinas electrónicas.

Por medio de su explotación con éxito de la máquina de coser radicalmente nueva, la Singer pudo postergar las consecuencias de un mercado decreciente. El hecho de haber cumplido tan sensacional proeza tuvo un efecto rejuvenecedor temporal sobre toda la empresa. Se creó incluso una Oficina de Innovación colectiva para explotar otras ideas de productos. Lamentablemente, el entusiasmo por la innovación en los productos parece haber mermado con las tensiones de tiempos más difíciles y la organización establecida para fomentar las innovaciones ha desaparecido. Sin embargo, este caso demuestra que con una atención adecuada a la gestión y con unos pocos recursos esenciales, aun las empresas apegadas a la tradición pueden producir resultados extraordinarios.

#### Observaciones finales

Este estudio se ha centrado en factores específicos de las aplicaciones de los microprocesadores. La mayoría de las cuestiones se examinaron a nivel del producto o a nivel de la empresa. Se dejaron de lado aquellos aspectos que podrían ser pertinentes para toda empresa nueva, como fuentes de capital, desarrollo de mercados, selección de la ubicación, reglamentaciones fiscales, problemas de la importación y la exportación y otros semejantes. En general, estas materias no parecen plantear problemas extraordinarios para las aplicaciones de los microprocesadores, si bien podrían ser importantes en un país determinado.

Sin embargo, habrá problemas en las esferas de la transferencia de tecnología y del suministro de una infraestructura de apoyo para una empresa innovadora. Hemos encontrado que la transferencia de tecnología requiere niveles comparables de competencia técnica tanto en la organización que proporciona la tecnología como en la organización receptora. Hay necesidad también de agentes que faciliten la transferencia de información. Estos pueden ser miembros de la organización donante o de la organización receptora, o expertos de terceras partes. Su labor es llevar a cabo la comunicación entre la fuente y el usuario de la tecnología y mejorar el nivel de conocimientos técnicos del receptor.

Una preparación con tiempo y cuidadosa para la transferencia de tecnología, si ésta es necesaria en un país en desarrollo para dar comienzo a la fabricación de un producto basado en un microprocesador, dará excelentes resultados.

Una infraestructura de apoyo incluye muchos aspectos que los tecnólogos de los países desarrollados tienden a dar por sentados. La energía eléctrica, los enlaces telefónicos de datos, los abastecedores de repuestos, los talleres mecánicos y los servicios de instalación, mantenimiento y reparación compatibles, son algunas de las partes de la infraestructura que pueden tener importancia para la empresa que trata de desarrollar y fabricar productos basados en microprocesadores. La Computer Controls Corporation, por ejemplo, está ubicada justo en las afueras de Boston, en una zona conocida como "incubadora" de empresas nuevas de alta tecnología. La infraestructura en esta ubicación es excepcionalmente fuerte. En ella se incluye la disponibilidad de capacitación técnica para todas las especialidades que ofrecen las diversas escuelas de la zona de Boston.

Debido a que la microelectrónica es un campo nuevo en rápido desarrollo, puede haber una escasez aguda de personas con los conocimientos necesarios que puedan ayudar a la innovación en los productos de los países en desarrollo. Puede haber escasez no sólo de ingenieros de diseño y programadores, sino también de agentes de compra, supervisores de producción, ingenieros en calidad, técnicos electrónicos y personal de reparaciones sobre el terreno. Una conclusión alentadora de nuestro estudio es que para diseñar y desarrollar la aplicación de un producto, en particular si uno anterior ya ha sido fabricado y comercializado, se necesitan relativamente muy pocos especialistas con gran capacitación.

Cabe destacar algunas de las ventajas de las aplicaciones de los microprocesadores. En la aplicación de un microprocesador las microplaquetas y los componentes normales pueden adaptarse para satisfacer las necesidades especiales de los usuarios, otorgando así el máximo de flexibilidad al diseño y a la utilización del producto. Para simplificar la reparación y el mantenimiento, pueden incorporarse programas de prueba y de diagnóstico corrientes. La programación del microprocesador puede ser tan compleja que una persona no especializada puede utilizar el producto sin darse cuenta de su existencia. Finalmente, si el producto está bien diseñado, puede llevarse a cabo una modificación posterior cambiando simplemente el programa almacenado, en lugar de introducir cambios profundos en el equipo físico.

Pero también hay problemas con los microprocesadores. Tienden a ser sensibles a la interferencia de radiofrecuencias y a la descarga de electricidad estática. Los cajeros en los almacenes minoristas se preocuparon al darse cuenta que las memorias de sus nuevas cajas registradoras de pronto no funcionaban. Se encontró que la causa eran los clientes que al caminar sobre el alfombrado y tocar luego las máquinas, habían desarrollado cargas estáticas. Se observa a veces que los circuitos de los microprocesadores son muy frágiles y que pueden ser sensibles a las altas temperaturas. En el caso de la Compañía Singer encontramos que la utilización de microprocesadores imponía la necesidad de una mayor precisión y coherencia con las partes mecánicas que interactúan con las electrónicas. Una queja común en muchos campos potenciales de utilización de microprocesadores es que no existen los sensores e impulsores necesarios para informar al microprocesador y llevar a cabo sus instrucciones. El diseño de estos dispositivos puede demandar mucho esfuerzo y tiempo. Precisamente por esta razón se han visto obstaculizadas muchas utilidades atractivas de microprocesadores.

En resumen, el microprocesador es un dispositivo enormemente versátil que está cambiando el carácter de nuestros productos y de nuestros procesos. No cabe duda de que esta tendencia continuará. Como ya lo señalamos en 1979, la cuestión no es si un país debe alentar el desarrollo y la fabricación de productos basados en microprocesadores, sino en qué forma hacerlo.

En esa época el precio de la admisión en el mundo de la microelectrónica no era muy alto. Desde entonces, se han realizado muchas de las aplicaciones más simples y claras. El precio de ingreso puede comenzar a subir en la medida en que aumenta el tiempo y los costos de desarrollo. Si un país tiene los recursos necesarios para entrar en el campo de las aplicaciones de los microprocesadores, deberá estar ya elaborando estrategias para acelerar el proceso. No hay momento más propicio que el actual.

