

## LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA EN EL ESTADO DE JALISCO

*Cristina Ocampo García de Alba*

### INTRODUCCIÓN

El propósito de este artículo es hacer algunos comentarios sobre la situación actual de la industria electrónica en Jalisco y sobre las perspectivas de aplicación de la microelectrónica a procesos de manufactura, telecomunicaciones y educación.

Las observaciones que aquí se hacen surgieron de un trabajo de campo que se realizó en siete empresas de la rama electrónica, en una escuela técnica y en un centro de diseño de semiconductores y ASIC's. Seis de las empresas son filiales de multinacionales ubicadas en Jalisco y una es local.

Son varias las razones que estas empresas manifestaron para establecerse en México. Dos de ellas lo hicieron como fabricantes de equipo de telefonía y comunicaciones para TELMEX, y otra para abastecer de fuentes de poder a IBM.<sup>1</sup> En ambos casos, cuando IBM y TELMEX cambiaron sus planes de producción o de modernización, estas proveedoras tuvieron que buscar otras estrategias para subsistir.

Otras tres de las empresas filiales de multinacionales son maquiladoras, en el sentido de que importan todos los insumos y exportan todo lo que fabrican; su interés por establecerse en México radica en los salarios bajos y la flexibilidad y versatilidad de la fuerza de trabajo que contratan.

Una de estas tres empresas tiene otra filial establecida en el Parque Industrial CIVAC, y está integrada a una política corporativa muy estricta en términos de los procesos que realizan y los productos que fabrican: productos altamente estandarizados y procesos automatizados de ensamble. Las otras dos empresas tienen un sistema de producción en lotes, y utilizan tecnología convencional en los procesos.

Una de las empresas mencionó, entre las razones más importantes para establecerse en México, el

hecho de que aquí pagan un dólar por hora a trabajadores y trabajadoras, mientras que en Estados Unidos por trabajo, eficiencia y capacidad similares pagan ocho dólares la hora.

La sexta empresa filial de multinacional entrevistada se estableció en México por las facilidades de manufactura después de haber obtenido algunos logros en el mercado local de microcomputadoras.

Respecto a la empresa local visitada, ésta produce tarjetas de circuitos impresos, no hace diseño, pero mencionó que en caso de tener clientes que las pidieran, podría también diseñarlas. Tiene desde procesos automatizados y computarizados hasta procesos muy artesanales; puede producir desde una tarjeta hasta lotes de 50 mil o 100 mil de ellas. En términos de empleo, ésta es una empresa de menor capacidad que las otras analizadas.

### GENERACIÓN DE CONOCIMIENTOS E INNOVACIÓN

El proceso de elaboración de productos electrónicos al que aquí se hace referencia comprende desde el diseño de semiconductores hasta su ensamblado en tarjetas de circuitos impresos e inserción final en productos o equipos, que pueden ser de consumo final de aplicación en la industria de telecomunicaciones o manufacturas.

Un microchip, cuyo antecedente inmediato son los tubos al vacío y posteriormente los transistores, es una pastilla de silicio o galio, sobre la cual se graban circuitos integrados con diferentes grados de complejidad, cuya función puede ser amplificar, codificar o transmitir señales eléctricas. En la actualidad, en un microchip, que mide milímetros, se ha llegado a imprimir una pequeña computadora, que tiene memoria y es programable, y que se denomina microprocesador.

En la primera etapa de producción se distinguen dos procesos: diseño y manufactura. El diseño es el proceso de traducir una serie de instrucciones y características que el semiconductor debe tener y las funciones que ha de desarrollar en flujos de señales de pulsos eléctricos capaces de formar grupos de instrucciones susceptibles de ser almacenados en una memoria y ser ordenadas en programas que puedan activarse según las especificaciones requeridas.

En la etapa de diseño se definen las características más importantes de los semiconductores y, en muchos casos, las estrategias de proceso y producto que las empresas instrumentan. Las áreas en que se está dando la mayor parte de la investigación y el desarrollo es la correspondiente al tamaño y rapidez de proceso, la capacidad de memoria y la complejidad.

En la actualidad las empresas tienden a mantener una posición destacada en cierto tipo de semiconductores en los cuales tienen más experiencia, y buscan mejorarlos continuamente.

De acuerdo a la literatura sobre el tema, en la fase del proceso de producción son necesarios para concebir un chip los conocimientos de postgraduados en varias disciplinas, tales como electrónica, química, etc., y esto se realiza en laboratorios de las propias empresas o en cooperación con institutos de investigación en las universidades. Una vez que un micro-

procesador es concebido, se requiere construir la arquitectura del mismo. Para ello se necesitan los conocimientos de ingenieros que posiblemente adquieren sus habilidades en las fábricas o trabajando por su cuenta.<sup>2</sup>

En lo que se refiere a materiales, se ha introducido el uso de galio en lugar de silicio. Respecto a complejidad pueden ser de bipolaridad lineal, circuitos digitales o con memoria de óxido metálico.

En capacidad de memoria varían desde 1, 16 y hasta 46 megabits, los cuales aún no se producen a escala industrial. Éstos son semiconductores de memoria con acceso dinámico y aleatorio, llamados DRAMS.

Un reporte sobre la industria electrónica del Departamento de Comercio de Estados Unidos menciona que los costos del equipo para fabricar semiconductores con mayor cantidad de memoria se incrementan sustancialmente en la medida en que aumenta el número de megabits. En 1990 la inversión necesaria para producir semiconductores DRAMS de 16 megabit se incrementó de 600 a 700 millones; y para DRAMS de 64 megabits subiría a 10 billones de dólares.<sup>3</sup>

Sin embargo, un reporte de Naciones Unidas refiere que las ventas y ganancias de las mayores empresas productoras de semiconductores también se elevan anualmente. El Centro de Corporaciones Multinacionales menciona a 15 de las mayores empresas, cuyas ventas varían desde 997 millones de dólares anuales para la que ocupa el quinceavo lugar, hasta 3 240 millones de dólares para la mayor. Los datos muestran que el margen de ganancia varía entre ellas; como ejemplo, el correspondiente a la segunda mayor empresa fue de 15.4 por ciento, es decir, 8 mil 348 millones de dólares, en 1978, y para la catorceava empresa fue de 3.9 por ciento, o sea, mil 992 millones de dólares.<sup>4</sup>

La posición de vanguardia que las empresas mantienen en áreas específicas de la producción de semiconductores está cimentada en actividades de investigación y desarrollo realizadas en las propias empresas no sólo en semiconductores, sino también



en la aplicación de éstos a computación, robótica, telecomunicaciones, etcétera.

Durante el trabajo de campo que se realizó en la rama electrónica de la ciudad de Guadalajara, las empresas que producen semiconductores y las que los utilizan como insumos en procesos posteriores, manifestaron pagar a sus oficinas centrales licencias y patentes por uso de la tecnología incorporada en procesos y productos. Según Warman y Miller, las cantidades alcanzan aproximadamente el 46 por ciento del costo final del producto.<sup>5</sup>

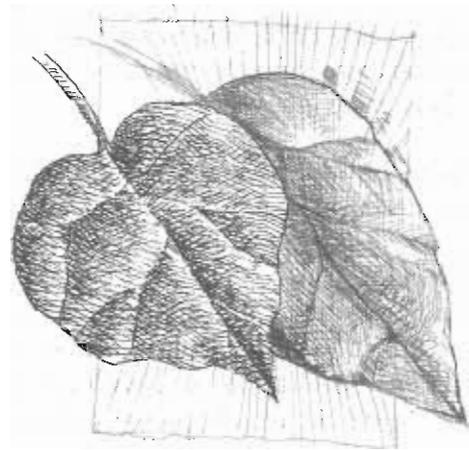
En lo que sigue se tratará de encontrar si en la actualidad se generan en Guadalajara los conocimientos necesarios para iniciar la producción de semiconductores y ASIC's, así como la aplicación de éstos a la innovación de procesos y productos; además, investigar sobre qué factores actúan para que esto no se lleve a cabo.

Algunos estudios, entre ellos el del profesor A. Mercado, proporcionan datos que hablan de que en la actualidad se generan conocimientos en dichas actividades a nivel del contenido de los cursos de ingeniería y postgrado en electrónica en las universidades e institutos de educación superior del Distrito Federal y de varios estados de la república.<sup>6</sup>

Dichos cursos imparten a los estudiantes conocimientos en microelectrónica, control e informática que eventualmente podrían aplicarse a la producción y al diseño de nuevos procesos y productos en la industria manufacturera, de la comunicación y en educación.

En Guadalajara, el ITESO y la Universidad Autónoma de Guadalajara introdujeron cursos en informática y automatización flexible aplicada a la manufactura. Además, sin mencionar al Instituto Politécnico Nacional, la Fundación Arturo Rosenblueth también imparte cursos de maestría y licenciaturas en informática, automatización flexible y semiconductores y circuitos integrados.

Es posible que la ausencia de cursos de semiconductores y circuitos integrados haya conducido a empresas como Hewlett Packard, Wang e IBM a traer



una maestría en estas áreas de la Universidad de Stanford para ser impartida por la Universidad Autónoma de Guadalajara.

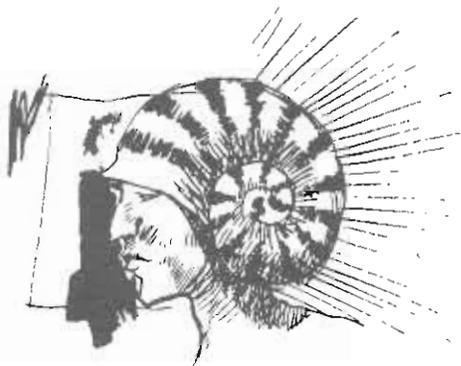
La existencia de cursos de licenciatura y postgrado en electrónica y otras ingenierías, con sus respectivas especialidades, no es suficiente para explicar la situación tecnológica que prevalece en la industria electrónica. Habría primero que considerar lo que hacen los egresados de dichos estudios en las fábricas y cómo aplican los conocimientos adquiridos; y, en segundo lugar, considerar el proceso de generación de conocimientos de los ingenieros, técnicos y trabajadoras durante el proceso de producción que se realiza en las fábricas, para explicar la dinámica tecnológica e innovadora en la rama electrónica.

Generar un proceso dinámico de innovación tecnológica haciendo converger los conocimientos que se producen en las universidades con los generados en las fábricas, requiere instrumentar estrategias de capital riesgosas e inciertas, y estrategias laborales que mantengan, induzcan y motiven dicha dinámica.

Difícilmente las empresas multinacionales invertirían en proyectos de desarrollo tecnológico en los cuales no estén interesadas directamente, a menos que el impulsar proyectos en estas áreas les brinde opciones alternativas que incluyan el logro de sus objetivos.

Parecería que las iniciativas locales para aplicar a procesos de producción conocimientos generados en las universidades y en las empresas son necesarias para impulsar este tipo de procesos y darles un carácter dinámico e innovador.

Las empresas multinacionales tienen diferentes estrategias de cooperación y negociación con los gobiernos y las agrupaciones empresariales y laborales locales. Un ejemplo es el Centro de Tecnología de Semiconductores, que surgió en cooperación con IBM y que ofrece a fabricantes servicios de consultoría en capacitación de diseño y prueba de ASIC's, diseño de circuitos impresos y diseño automatizado CAD.



Inicialmente, IBM participó en la organización y el funcionamiento del Centro. Muchos de los clientes que acudían a solicitar asesoría eran empresas americanas ubicadas en Estados Unidos que mantenían alguna relación con IBM. En la actualidad, IBM terminó sus proyectos y el Centro ya es completamente autónomo.

Los clientes envían al Centro las características del semiconductor que necesitan y éste, dependiendo de la complejidad del mismo, puede dedicar días o semanas en traducir esas especificaciones en "bloques lógicos". Una vez que se obtiene el diseño del semiconductor, lo envía a Estados Unidos para ser manufacturado, lo cual consiste en traducir las especificaciones lógicas en señales eléctricas que viajan por circuitos y transistores.

Una vez que el Centro recibe el semiconductor, lo prueba y lo envía a su cliente; o bien lo ensambla en

los ASIC's que diseña y ensambla. El Centro sigue manteniendo y acrecentando el número de sus clientes norteamericanos. También ha realizado promoción de sus actividades en empresas locales, pero no ha encontrado interés. Ello se debe a que estas empresas no son innovadoras de productos y, por lo tanto, casi no hay innovación en procesos.

Por otra parte, la razón por la que el Centro envía a Estados Unidos a manufacturar sus semiconductores es porque en México no existe quien lo haga.<sup>7</sup>

Otra empresa, filial de una multinacional, estableció un centro de investigación en la ciudad de Monterrey, con cuatro investigadores. Sin embargo, éste desapareció, y los investigadores emigraron a Estados Unidos.

A manera de conclusión respecto a la situación que guardan el diseño y la manufactura de semiconductores, y en general la microelectrónica y su aplicación a la industria en Jalisco, fuera de las fábricas electrónicas hay una escasa producción o aplicación de la microelectrónica a procesos de manufactura y telecomunicación y/o educación. La demanda de estos productos como insumos industriales es generalmente satisfecha desde el exterior y ya ensamblada e integrado a bienes de producción o de consumo finales. Los conocimientos y habilidades para desarrollar estas actividades se generan en los institutos, centros tecnológicos y universidades, y los empleados al incorporar estos conocimientos y habilidades al proceso de producción en las fábricas, pueden a su vez dar lugar a un proceso dinámico de generación de conocimientos y habilidades.

El trabajo de campo que se realizó mostró que este proceso se desarrolla en las trabajadoras de línea, técnicos e ingenieros por la continua cooperación/aplicación y generación de conocimientos y habilidades.

Particularmente los departamentos o gerencias de proceso y producto de las fábricas se realiza un mayor esfuerzo por aplicar procesos de prueba y control de calidad y actividades de diseño, desde circuitos impresos hasta el producto final. ■

## NOTAS

- <sup>1</sup> La IBM no concedió entrevista, pero parece ser que prefiere animar a empresas a establecerse como proveedores o participar de la inversión en lugar de emprender *joint ventures* con empresas locales (Weintraub, 1990).
- <sup>2</sup> En el desarrollo de la industria electrónica en el Valle del Silicio en California se dieron ambas formas, la cooperación de empresas con las universidades y de ingenieros que o bien eran recién egresados y se asociaban con otros con experiencia en empleos en fábricas e iniciaron negocios en diseños que después vendían a las empresas. Una descripción interesante de este proceso se encuentra en Freiberger P. y Swaine M., 1986, y Rogers E.M. y Larsen J.K., 1986.
- <sup>3</sup> Departamento de Comercio de Estados Unidos, *US Industrial Outlook*, 1990. Posiblemente que el aumento de la inversión se refiere a que los equipos son cada vez más tecnológicamente sofisticados.
- <sup>4</sup> UNCTC, *Transnational corporations and the transfer of new and emerging technologies to developing countries*, cuadros 1 y 4, pp. 30 y 33.
- <sup>5</sup> Warman J. y M. Miller, 1989, p. 24.
- <sup>6</sup> A. Mercado, 1990, varios capítulos.
- <sup>7</sup> El Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica y el Laboratorio de Semiconductores de la UAP producen semiconductores a nivel experimental.

## BIBLIOGRAFÍA

- Freiberger P. y Swaine M. *Microinformática: orígenes, evolución y desarrollo*, McGraw Hill, 1986.
- Mercado A., Informe de investigación de IIPE, núm. 88.
- Instituto Nacional de la Educación (UNESCO), *La tecnología asistida por computadora en México y sus implicaciones laborales y educativas*, Paris, 1990.
- UNCTC, *Transnational corporations and the transfer of new and emerging technology to developing countries*, New York, 1990.
- US Department of Commerce, *US Industrial Outlook*, 1990.
- Warman J. Miller M., *Competitividad de la industria electrónica mexicana: Estudios de caso*, CETEI, Fundación Friederich Ebert, México, 1989.
- Weintraub S., "Consecuencias imprevistas de la política industrial de México", *El Trimestre Económico*, vol. LVII(2), Abril-Junio de 1990.

