

83  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

LA ROBOTICA: SU INTRODUCCION EN LOS  
PROCESOS PRODUCTIVOS Y SUS  
REPERCUSIONES SOCIALES EN  
MEXICO

(EL CASO DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ)

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADA EN ECONOMIA  
P R E S E N T A :  
ISABEL LINA SANCHEZ CONTRERAS



MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INTRODUCCION

La Robótica es una de las nuevas tecnologías ligadas al desarrollo de la microelectrónica. Junto con la informática, la telemática y la biotecnología vienen a constituirse como la respuesta tecnológica a la crisis de valorización del capital, que en los países desarrollados empezó a gestarse a principios de los años setenta, y en nuestro país a mediados de esa década.

Como en el resto del mundo, en México, esta serie de innovaciones son parte de un proceso más amplio, el de la Modernización Capitalista, que está implicando: Una mayor integración a la economía estadounidense, la privatización de industrias estratégicas, el replanteamiento de la relación del Estado con las organizaciones sociales, la privatización del ejido y, por supuesto, la reconversión industrial, entre otras.

Si las anteriores transformaciones están relacionadas con la esfera económico-política, a nivel global, la reconversión industrial está directamente vinculada al núcleo de la crisis, las condiciones de extracción de plusvalor. Este proceso incluye

la modificación de los procesos productivos por medio de la introducción de la nueva tecnología, la aplicación de métodos japoneses de organización del proceso de trabajo, la destrucción de los contratos colectivos y las organizaciones sindicales; en resumen, la modificación de las relaciones capital-trabajo, hacia la flexibilidad.

Aunque por su número, los robots pueden parecer como una innovación técnica utilizada marginalmente y un fenómeno de poca importancia; son, sin embargo, la aplicación de la tecnología de punta más directamente ligada al proceso productivo (conjuntamente con las máquinas de control numérico) y, en ese sentido, la que desde ahora apunta las tendencias de la transformación de la producción en dirección a los requerimientos del capital. Su ubicación en la rama automotriz, pionera tradicional de las transformaciones del proceso de trabajo, permite vislumbrar que los impactos sobre las condiciones y las formas de regulación del trabajo que hoy afectan a los obreros del sector, tenderán a irradiarse a la par que la robótica termine implantándose en otros sectores productivos.

En un intento inicial por esclarecer la modalidades de aplicación de la robótica y su impacto sobre las condiciones laborales en México, se realizó para esta tesis un estudio de caso en la planta de Ensamble y Estampado de la Ford Motor Company de la Ciudad de Hermosillo. Se visitó dos veces la planta

durante la elaboración del trabajo, se realizaron entrevistas y se aplicaron encuestas a los dirigentes sindicales y a los trabajadores; además, de la observación directa del proceso productivo. También se nos proporcionaron algunos documentos, de estudios previos, realizados en la For de Hermosillo, los cuales contribuyeron al mejor entendimiento del objeto de estudio.

Antes de la presentación de los resultados de este estudio se desarrollan los capítulos II, sobre la Robótica, y III, sobre la Introducción de la Robótica a Nivel Mundial; además de la parte inicial del cuarto capítulo sobre la Crisis de la Industria Automotriz Mexicana y su Proceso de Modernización.

En el segundo capítulo hacemos una revisión histórica del desarrollo de esta tecnología, así como de las conceptualizaciones y tipologías de robots, concluyendo con las tendencias de desarrollo de estos mecanismos.

En el tercer capítulo, con un repaso del concepto de la crisis del modelo Fordista, ubicamos históricamente la entrada de los robots en las actividades productivas, describiendo ampliamente las tareas en que se localizan. Finalizamos esta parte con una descripción del estado actual del Mercado de la Robótica y un bosquejo de las repercusiones económicas y laborales de la misma.

Es necesario advertir que, esta parte de la tesis se mantiene a un nivel fundamentalmente descriptivo del objeto de estudio, con la inserción de algunos comentarios al respecto.

El tratamiento de la Crisis y Modernización de la Industria Automotriz, en el capítulo cuarto, comparte la misma característica. Se retoma el análisis de las transformaciones en el sector tal como se han planteado hasta ahora, para posteriormente confrontarlos críticamente en el Estudio de Caso.

Es en este aspecto, en el carácter crítico de la evaluación, donde consideramos está el aporte de este trabajo. Intentamos dejar de lado los esquemas acrílicos, que sobre el discurso de la reconversión industrial, se han elaborado hasta la fecha.

Más allá de los defectos y virtudes de este trabajo, consideramos que verdaderos procesos de investigación requieren apoyos efectivos que permitan acudir y contar con condiciones de trabajo en el lugar de los hechos, para observar directamente los fenómenos de estudio. Sin estos apoyos, la tendencia seguirá siendo la repetición de los esquemas ya elaborados a partir de una simple revisión bibliográfica.

La excelencia académica son  
condiciones dignas de estudio  
y de trabajo en la Universidad,  
no cuotas.

## CAPITULO 1.

### MARCO TEORICO

Partimos del punto de vista de que el marxismo es el único paradigma teórico consistente de la evolución del proceso de trabajo y de sus medios de trabajo (herramientas y máquinas, incluyendo los robots). En este sentido, el desarrollo histórico del proceso de valorización analizado, a través de este marco teórico, nos permite comprender la evolución que los medios de trabajo han tenido y su papel en el modo de producción capitalista.

Considerando que en una primera instancia, y en una diversidad de estudios, se presenta a los robots como máquinas y/o como resultados del avance de la ciencia y la tecnología, iniciamos esta revisión teórica a partir de la definición de máquina y su papel en el proceso de producción del capital.

Como es sabido, el proceso de producción se presenta como la dualidad del proceso de valorización y como el proceso de trabajo

comandado por el capital. Esta doble vertiente nos sirve para definir a la máquina en tales sentidos. Por un lado, como elemento del proceso de valorización una máquina:

"Es un medio para la producción de plusvalor." (Marx, 1979, pg. 491)

y en cuanto elemento del proceso de trabajo, la máquina aparece como un medio de trabajo. Marx define el concepto como:

"...una cosa o conjunto de cosas que el trabajador interpone entre él y el objeto de trabajo y que le sirve como vehículo de su acción sobre dicho objeto." (Marx, 1979, pg. 317)

La máquina es una forma específica del medio de trabajo caracterizada porque

"Toda maquinaria desarrollada se compone de tres partes esencialmente diferentes: el mecanismo motor, el mecanismo de transmisión y, finalmente, la siguina-herramienta o máquina de trabajo." (Marx, 1979, pg. 492)

## 1.1 LA MÁQUINA EN EL PROCESO DE VALORIZACION.

Dentro del proceso de valorización la maquinaria permite una reducción del tiempo de trabajo necesario dada una extensión de



la jornada de trabajo; consecuentemente provoca la prolongación del tiempo de trabajo excedente.

A nivel social, este mecanismo es conocido como la generación de plusvalor relativo, la máquina al introducirse en las ramas productoras de las mercancías necesarias para la reproducción de la fuerza de trabajo, disminuyen el valor de tales productos y, por este medio reducen el tiempo de trabajo necesario que los trabajadores requieren laborar para la reproducción de su fuerza de trabajo; aumentando, por tanto, el plusvalor.

A nivel particular, cada capitalista al introducir nueva maquinaria es capaz de realizar un mayor plusvalor, pues continúa en competencia con una diversidad de capitales que aún siguen utilizando la vieja maquinaria. Lo cual le permite vender su mercancía por debajo de su valor social, pero por arriba de su valor individual. Este resultado deriva de que la utilización de las máquinas está condicionada a que la cantidad de valor creado por la fuerza de trabajo desplazada sea siempre mayor al valor que transferirá la nueva maquinaria a cada una de las mercancías producidas; de aquí se advierte que la utilización de la máquina siempre deriva en la disminución del valor de las mercancías producidas.

En otras palabras, gracias a la fuerza productiva acrecentada que el trabajo desarrolla a partir de la nueva maquinaria se crea un trabajo potenciado, superior en confrontación con el trabajo medio desarrollado en la misma rama industrial por las otras empresas.

Marx señala al respecto:

"El [capitalista] lo paga como trabajo medio y lo vende por lo que es, 'trabajo superior, del cual una determinada cantidad es = a una cantidad superior de trabajo medio.'" (Marx, 1902-3, pp. 70)

Es necesario advertir aquí una necesidad inherente a la máquina que obliga al capitalista a hacer un uso intensivo de ésta. El hecho de que la maquinaria, por definición, en términos absolutos represente una mayor cantidad de trabajo muerto respecto a los anteriores medios de trabajo e implique una transferencia de valor a cada una de las mercancías producidas; requiere, por un lado, una reposición acelerada del valor de la maquinaria; y, por otro, una transferencia de la totalidad de su valor antes de que pueda ocurrir un cambio tecnológico que implique un desgaste moral, una pérdida de valor.<sup>2</sup>

---

2.- Es necesario destacar, desde la perspectiva de la ganancia y no del plusvalor, que en el caso de que los medios de trabajo transfieran la totalidad de su valor, es posible que continúen funcionando en el proceso de trabajo, sin participar, en el proceso de valorización. Lo cual haría posible, si bien no un incremento del plusvalor, sí un aumento de la ganancia; pues el total de capital adelantado siempre es menor, y el mercado reconocerá como si la maquinaria continuara transfiriendo valor al producto.

Obviamente se trata de la utilización provechosa del capital, más allá de las particularidades del desgaste físico-moral de la maquinaria, pues no sólo interesa el incremento de la tasa de plusvalor, sino también, la magnitud de la masa total de plusvalor generada; la cual está directamente relacionada con la cantidad de jornadas laborales que realiza un determinado número de trabajadores. Aquí la máquina aparece como un medio idóneo para incrementar el número de jornadas laborales, sin necesariamente hacer un desembolso adicional de capital fijo.

(Mars. 1982-11, pg. 92)

El uso intensivo de la maquinaria repercute no sólo en la obtención de plusvalor relativo, como ya se explicó anteriormente; sino también, en un incremento de la jornada laboral y de la intensidad del trabajo; es decir, repercute en la obtención del plusvalor absoluto:

'...el empleo de la máquina para la producción de plusvalor implica una contradicción inmanente, puesto que de los dos factores del plusvalor suministrado por un capital de magnitud dada, un factor, la tasa de plusvalor, sólo aumenta en la medida en que el otro factor, el número de obreros se reduce... es esta contradicción la que, a su vez, inyecta al capital, sin que el mismo sea consciente de ello, a una prolongación violenta de la jornada laboral para compensar, mediante el aumento no sólo del plusvalor relativo sino del absoluto, la disminución del número proporcional de los obreros que explota.' (Mars, 1979 pg.

496)

Este incremento en la capacidad productiva y duración de la jornada laboral es posible a partir de que la maquinaria requiere de un trabajo de aparente ligereza, que no choca con una imposibilidad física; provoca la descalificación de la fuerza de trabajo, es capaz de emplear mano de obra dócil; quebranta las bases objetivas de la resistencia obrera, sus formas concretas de control sobre el proceso de trabajo; e incrementa las filas del ejército de desempleados que inhibe cualquier oposición a esta tendencia.

La prolongación de la jornada laboral, aunque no vedada del todo, fue históricamente sustituida por el incremento en la intensidad de la misma, a partir de que ambas tendencias son incompatibles, puesto que un mayor gasto de trabajo en un tiempo determinado sólo es posible en el contexto de una jornada de trabajo reducida. El uso intensivo de la fuerza de trabajo es posible a partir de los ritmos que impone la máquina, al expropiar la fuerza y destreza del trabajador.

## 1.2 LA MÁQUINA EN EL PROCESO DE TRABAJO.

Retomando la definición anteriormente señalada, el medio de trabajo en la forma específica de la máquina, y en el contexto del esquema histórico desarrollado por Marx, es un mecanismo que opera con una serie de herramientas por medio de un mecanismo motor, en el cual no importa la fuerza motriz específica que lo mueve. La máquina-herramienta integra herramientas semejantes a la herramienta única con que el obrero de la manufactura desarrollaba su labor. Técnicamente, la máquina representa la unión de herramientas que gracias a la diversificación, especialización y simplificación ahora es posible integrar en un mecanismo único. Sin embargo, existe una diferencia fundamental entre una máquina y una herramienta:

"Acenas el instrumento es puesto en movimiento por un mecanismo, de instrumento del obrero -de instrumento cuyo rendimiento está condicionado por la habilidad del obrero y que exige el trabajo como interaediario en el proceso de elaboración se transforma en instrumento del mecanismo; la máquina sustituye al instrumento." (Marx, 1868-71, pp. 147-148)

He aquí un cambio fundamental, la acción de las herramientas sobre la materia de trabajo y el propio movimiento de la máquina, aún en el caso de que el trabajador siguiera siendo la fuerza motriz de ésta, dejó de depender de la capacidad física, de la

habilidad y del número de operaciones que la mano del obrero puede desarrollar. Esta es una diferencia fundamental:

"La inserción del proceso laboral como mero elemento del proceso de valorización del capital es puesta también desde el punto de vista material, por la transformación del medio de trabajo en maquinaria y del trabajo vivo en mero accesorio vivo de esta maquinaria, en medio para la acción de ésta." (Marx, 1902-11, pg. 214)

Si en la manufactura la organización del trabajo se da a partir de la destreza y de las habilidades del trabajador individual, en una escala jerárquica donde éste aparece como la unidad de esa forma organizativa, en la producción basada en máquinas se da una estructura donde reaparece la división del trabajo manufacturero pero ahora entre máquinas distintas y específicas, y no entre los trabajadores.

La máquina es expropiadora del conocimiento obrero. La posibilidad de desplazar al trabajador en su papel de unidad organizativa del proceso de producción, se da a partir de que la máquina sintetizado en su mecanismo el cúmulo de conocimientos desarrollados por él mismo, a través de su interacción en dicho proceso. Al ser expropiados los conocimientos e incorporados en el sistema de máquinas, su propio conocimiento se le presenta como un agente hostil, como una propiedad inherente al capital.

Los obreros son parcializados, deviniendo en simples apéndices de las máquinas y del sistema en su conjunto. El taller requiere de una nivelación general de las operaciones y no más del desarrollo de virtuosismos de la mano de obra.

"En el taller mecánico, la forma más desarrollada del empleo capitalista de la maquinaria, es esencial que muchos hagan la misma cosa. Es, además, se principio fundamental." (Marx, 1962-1, pp. 79)

A partir de la gran industria el obrero sólo necesita de una fuerza media y de una destreza y rapidez que sean compatibles con las velocidades propias de la máquina. Esta destreza no implica una especialización particular.

Hay que recordar aquí el debate sobre la descalificación y recalificación de la fuerza de trabajo. Marx al respecto emite una opinión que consideramos fundamental tomar en cuenta en la cuestión:

"Perfeccionar el taller mecánico significa lograr que, dentro de los límites de las posibilidades, se elimine todo virtuosismo, que reaparece sin embargo sobre una base más pequeña. En consecuencia este es un trabajo sumamente simple: está caracterizado por la futilidad y por la subordinación a la máquina operadora. Se trata de un trabajo insignificante que, como en el caso de la división del trabajo de la manufactura, exige la plena subordinación del individuo a la máquina. Esto frena el desarrollo de la especialización, pero al mismo tiempo especializa justamente la falta de especialización." (Marx, 1962-1, pp. 170)

Esta no es una visión lineal sobre la descalificación. Cuando Marx se está refiriendo a la máquina como fuerza hostil al obrero y como el medio para enfrentar las formas organizativas y la propia resistencia obrera atrincherada tras las viejas líneas de la división del trabajo; también se refiere implícitamente a que las modificaciones en las formas organizativas del proceso de trabajo permiten nuevas bases objetivas para la organización obrera. lo que está incluyendo la creación de nuevas destrezas y formas de control desarrolladas por los obreros. Pero no sólo se refiere a las trincheras de la división del trabajo de la manufactura, sino también, -desde nuestro punto de vista- podemos incluir, por extensión, las trincheras que no conoció Marx, incluidas, por supuesto, las cadenas fordistas o los actuales grupos de trabajo de la moderna industria automotriz.

No se niega la existencia de recalificación o el desarrollo de especializaciones y destrezas nuevas, únicamente se afirma que la tendencia histórica es a la descalificación de la fuerza de trabajo por la aplicación de la maquinaria en el proceso productivo.

Aunque la introducción de las máquinas, en el caso de los capitalistas individuales no tiene como objetivo la reducción directa del salario, a nivel social la tendencia a la descalificación, a la conversión de trabajo complejo en trabajo



simple se convierte de hecho en una reducción del salario. En otros términos, se desvaloriza la fuerza de trabajo. Si a esto sumamos la ampliación del mercado de fuerza de trabajo por la incorporación de la población capaz de realizar estas tareas a partir de su simplificación, y la presión que implica la masa de obreros desplazados por la misma máquina; encontramos la tendencia a la reducción del salario en las etapas de acelerada innovación tecnológica. Tendencia reforzada o contrarrestada por la correlación de fuerzas entre el capital y el trabajo y por las condiciones en que se encuentra el proceso de acumulación.

### 1.3 LOS ROBOTS.

A pesar de que existe una diversidad de enfoques desde los cuales se pueden analizar a las máquinas: desarrollo de las fuerzas productivas, aplicación de la ciencia, generación del tiempo libre, dominio de la naturaleza, enajenación; consideramos que abordarlo desde la perspectiva del proceso de valorización y del proceso de trabajo nos da las herramientas necesarias para efectuar el análisis de los robots y de sus repercusiones sobre los procesos productivos y la fuerza de trabajo.

Luego entonces, situamos a los robots como máquinas, a partir de las similitudes que tienen con las mismas y con el uso capitalista que de ellas deriva, puesto que en primera instancia, los robots a los que nos interesa estudiar son máquinas insertas en procesos capitalistas de producción y no simplemente desarrollo de la ciencia y tecnología, que por características de los mismos después son adaptados para su uso productivo. En esta vertiente, existe una tendencia a analizarlos como el resultado de la evolución de la microelectrónica que les permite el manejo de información necesaria para la realización de sus tareas.<sup>3</sup> Sin embargo,

---

3.- Más adelante hacemos una recapitulación de la evolución de los robots en este sentido. Ver al respecto el capítulo II, pp. 29.

"El 'descubrimiento' puede decair por toda la eternidad en los archivos de patentes interesantes pero irreales; los 'inventos' son los que pasan a la historia de la tecnología: fueron aquellos que subsistieron por el capital le deben su ser fundador, su realidad, el haber sido mediación de valorización del mismo capital." (MUSEO, pg. 88)

La utilización de los robots como cualquier máquina, incluida la máquina de vapor,<sup>3</sup> en la que existió una diferencia entre el tiempo de concepción y su posterior aplicación en el proceso productivo, está regulada por los objetivos de su aplicación y las condiciones que permiten su uso rentable para el capital. Sólo que en el caso de los robots, como en el de otras innovaciones tecnológicas, existe una diferencia sustancial, los inventos dejaron de originarse en la práctica concreta de los trabajadores y, en tanto el desarrollo de la ciencia pasó a ser un momento del proceso de valorización, se concentró en "tecnólogos", personal especializado en el desarrollo de esta ciencia al servicio del capital.

Menciona al respecto Mauro de Lisa, citando a Marx en la versión italiana de El Capital:

"El capital es precisamente el que se apropia de esta autonomización del conocimiento y, en consecuencia, de la separación de la ciencia, en cuanto ciencia aplicada a la producción, con respecto al trabajo inmediato, mientras que en los niveles anteriores de la producción un

3.- Ver al respecto el recuento que hace Marx del desarrollo de la máquina de vapor hasta convertirse en el motor primario común a la industria de su época. Marx, 1982-1, pgs. 53-57.

volvien limitado de conocimientos y experiencias estaba unido directamente con el trabajo

81580... (de Liza, pg. 84)

Los robots aparecen así como uno de los casos extremos de autonomización de la ciencia, respecto a las prácticas inmediatas del proceso de trabajo -de separación del conocimiento teórico y del conocimiento empírico-; en otros términos, de la conversión de las invenciones en rama de la actividad económica y de la subordinación de éstas a las necesidades del capital.

Más allá de las diferencias en el surgimiento de los robots, éstos comparten los mismos objetivos, condiciones de aplicación y repercusiones sobre la fuerza de trabajo que cualquiera de las máquinas de las que se hace un uso capitalista.

La diferencia fundamental del robot, con respecto a anteriores etapas tecnológicas y formas organizativas del proceso de trabajo, se puede englobar en el concepto de flexibilidad.

Los procesos de producción basados en la cadena taylorista/fordista encontraron un límite histórico en su rigidez: una producción en masa que implica un producto único; grandes concentraciones de trabajadores en plantas donde se tiende a centralizar todas las etapas del proceso productivo; obreros con calificaciones únicas y definidas, con una clara determinación de las tareas a desarrollar y en las que un

escalafón relaciona directamente los salarios con estas calificaciones; organizaciones corporativas, nacidas de las propias formas de organización del proceso productivo, que son expresión de las formas de resistencia práctica a los intentos de seguir incrementando la intensidad de las cadenas; correlación de fuerzas entre el capital y el trabajo plasmadas en contratos colectivos, convenios, o cualquier otra forma de regulación de las relaciones laborales, donde se establece los límites en la movilidad de la fuerza de trabajo, pagos, tareas, zonas de trabajo, etc. Todas ellas, condiciones que vienen a limitar la "libertad" del capital en el uso de la fuerza de trabajo, en su afán de modificar permanentemente las condiciones del proceso productivo en pos de una mayor ganancia.

Estas condiciones, esta inflexibilidad, ha sido enfrentada por el capital con una serie de cambios tecnológicos de organización del trabajo, de fragmentación del proceso productivo, de teorizaciones al respecto; que algunos autores llaman pos-fordismo y algunos otros los consideran como una profundización del fordismo.\*

Con respecto a los robots, estos representa sólo una parte de ese cambio tecnológico que se está implementando; pero, particularmente interesante, porque dentro del conjunto de

---

\*- Esta estrategia, a nivel del proceso productivo, será retomada en su relación directa con los robots, dentro del estudio de caso con el que concluye este trabajo.

nuevas tecnologías, son los más directamente ligados al objeto de trabajo.

Su papel dentro de la automatización se encuentra en dos niveles, estrechamente vinculados:

Primero, desde el punto de vista técnico, el robot realiza una serie de labores cada vez más amplias y variadas que tienen que ver con la manipulación: carga y descarga de materiales, alimentación y levantamiento; o con la transformación: soldadura, pintura, torneado, fresado y desbarbado. Si a esto agregamos que el robot es una máquina flexible en tanto es capaz: Primero, de efectuar una serie de operaciones por medio de un programa donde se definen los ritmos y las trayectorias necesarias para desarrollar estas tareas. Segundo, de seleccionar entre diferentes tareas programadas a partir de sensores que captan las particularidades del material de trabajo sobre el que ejecutarán su labor (KOPPEL, 1966, pag. 11-21), tenemos como resultado, que estas máquinas están permitiéndonos, junto con el resto de las nuevas tecnologías, solucionar los problemas de rigidez tecnológica que implicaba el fordismo.

En segundo lugar, y a partir de las tareas que realiza, el uso del robot permite, por un lado, desplazar y descalificar a los trabajadores; con lo cual, el capital logra retomar las riendas del proceso de trabajo e incrementar la productividad de estos. Por otro lado, la implementación de los robots coadyuva en la

competencia de los capitales, bajo el principio de la calidad de las mercancías.

Es de entenderse que no nos encontramos más con la máquina especializada de la cadena fordista; sino con un medio de trabajo capaz de realizar una diversidad de tareas a voluntad del operador y de intercambiar las herramientas con las cuales actúa. El trabajo se convierte en una actividad de control de los diferentes movimientos del robot. La máquina al convertirse en flexible demanda un obrero flexible, y posibilita, a su vez, como parte de la estrategia global del capital, la refuncionalización de las condiciones de explotación de la fuerza de trabajo.

## **CAPITULO 2.**

### **LA ROBOTICA.**

El presente capítulo contiene un repaso de la evolución tecnológica de los robots, desde su aparición en la mitología, hasta la actualidad, pasando por los primeros autómatas mecánicos del siglo XVII. Una revisión de las diferentes conceptualizaciones de robot, desde el punto de vista técnico, definiendo, por último, el que utilizamos en este trabajo. Enseguida, hacemos un recuento de los diferentes tipos de robots a partir de sus diversas utilidades y funciones en el proceso de producción. Concluyendo con las perspectivas tecnológicas que la investigación está delineando en la evolución de los robots.

#### **2.1 EVOLUCION TECNOLOGICA.**

El hombre desde siempre ha intentado construir máquinas que se parezcan al mismo hombre. En principio, tenemos que decir que el robot ha estado presente antes que en la ciencia, en el mito.



Por ejemplo, en la mitología griega, encontramos que Hefaiostos, el dios deforme, es servido por asistentes de oro que se asemejan a "jóvenes doncellas vivas, dotadas de inteligencia y de sabiduría." (Coburn, pp. 10) Dichas doncellas, se trasladaban hasta los sitios que les eran señalados y posteriormente regresaban a sus lugares de origen.

En Ancio, lugar de nacimiento de Nerón, lo mismo que en Hierápolis, en Frigia Mayor, había estatuas que caminaban de un lugar a otro; "...y el templo de Delfos se llenaba de voces melódicas, producidas por vírgenes de piedras." (Coburn, pp. 11) Pígalion, rey de Chipre, se enamoró de una estatua de marfil, esculpida por sus propias manos, a la cual prestó vida después Afrodita.

Es así como en estas leyendas de la mitología griega se pueden encontrar infinidad de referencias de autómatas de piedra, de bronce, de oro, etc., los cuales parecían tener vida y hasta inteligencia y sentimientos propios de los seres humanos.

Más allá de la mitología, en la ciencia "los primeros hombres mecánicos fueron las figuras móviles de los carpenteros de fines de la Edad Media." (Hilbert, pp. 27) La mayor parte de los primeros autómatas fueron construidos por manos de artesanos que querían ofrecer a sus reyes juegos y diversiones insólitos. Se

construyeron androides, como el pato de Jacques Vaucason en 1738, Wolfgang Vonkempelen, inventor del siglo XVIII, construyó en 1769 un androide en forma de maniquí que jugaba ajedrez. Entre 1770 y 1777 Pierre y Henri Louis Jaquet-Droz presentaron tres figuras llamadas el Escriba, el Dibujante y el Músico.

La mayoría de estos androides ejecutaban de modo preciso y repetitivo, una secuencia detallada de movimientos controlados por un programa (el juego de levas).

Se puede decir, que la construcción de todos estos autómatas, utilizando ciertos conocimientos científicos, fue esencialmente dirigida a proporcionar diversión al público, ante el cual se presentaban; porque las actividades que realizaban eran imitar ciertas actividades que el hombre desarrolla en su vida cotidiana.

Fue entre 1940 y 1950 que dos innovaciones técnicas dieron nueva vida a la perspectiva de construir máquinas de aspecto humano: "el control automático desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial... y el ordenador programable." (1987, p. 48)

Durante la Segunda Guerra Mundial, apareció, también, el ordenador electrónico llamada ENIAC (Integrador y Calculador Numérico Electrónico). Este ordenador trabajaba con el sistema decimal, no con el sistema binario; además sólo podía programarse

efectuando conexiones en un tablero, es decir, metiendo clavijas en cada uno de sus enchufes. Estas conexiones fijaban los caminos electrónicos con los cuales ENIAC llevaba a cabo sus cálculos.

El matemático de Princeton, John Von Neumann, tuvo la idea de que el ordenador debería almacenar su programa utilizando el mismo código electrónico de los datos que manipulaba. Así surgió de sus propias manos el siguiente ordenador, el EDVAC, en 1947, que disponía tanto de aritmética binaria como de almacenamiento de programa en memoria electrónica. Sumándose a estos inventos, Newel y Simon del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) aportaron el primer programa real "que podía considerarse como una herramienta para que un ordenador pensara. Lo llamaron el Teórico Lógico." Inmediatamente después, surgió el Solucionador General de Problemas elaborado por Newel, Simon y Cliff Shaw. El Solucionador general está diseñado para aplicar ciertos procesos generales (algoritmo) a la solución de problemas, incluyendo el análisis de medios, fines y planificación.

Lo anterior es de suma importancia, ya que para que el robot industrial hiciera su aparición, era preciso que existieran la electrónica y la microelectrónica, plasmadas en los ordenadores y en los programas de cómputo.

Para los años cincuenta, y especialmente en los años sesenta, la informática y la electrónica se desarrollan ampliamente y se empiezan a implementar, particularmente en las labores de oficina. No es sino hasta la década de los años setenta, que la informática y la electrónica incorporadas a los robots, empieza a introducirse en los talleres o en las fábricas en donde se realiza la producción de las mercancías.

El primer robot industrial fue el creado por la compañía Unimation de Estados Unidos en 1961; no es sino hasta la década de los años setenta que se empiezan a incorporar masivamente en los procesos productivos. Este robot "se presentó como una computadora que poseía un brazo compuesto de seis articulaciones para poder ejecutar con rapidez y precisión un gran número de operaciones industriales." (SOLUCCION, pp. 28) En general, los primeros robots llamados Unimates, tenían sistemas de control de realimentación, unidos a una memoria de ordenador.

"Un usuario manejaba un controlador manual para guiar la máquina a través de la secuencia deseada de pasos. Cada paso tenía que entrar en la memoria de la posición del Unimate. Luego, cuando el robot actuaba por su cuenta, sólo debía repetir y ejecutar los pasos registrados. La memoria proporcionaba una posición deseada, y los servomecanismos desplazaban el Unimate desde su posición anterior a la especificada." (MANNING, pp. 40)

En estas condiciones el desenvolvimiento técnico de la robótica se hizo de mayor interés entre los científicos que

trabajaban en el desarrollo de esta nueva tecnología; integraban a los nuevos robots, los conocimientos que iban adquiriendo en "Inteligencia Artificial"; es decir, la capacidad que posee el robot para captar información sobre su entorno, mediante cámaras de televisión que se les incorporan, ordenadores de problemas relacionados con el Solucionador General de Problemas, capacidad de desplazamiento propio, etc. En general, la inteligencia del robot sigue siendo hasta la fecha muy limitada.

Por otro lado, es importante tener claro que el robot, al igual que el uso de los procesadores, programas y demás elementos productos del desarrollo en la electrónica y la informática, no presentan como novedad la automatización de los procesos productivos; en realidad, estos nuevos elementos se vienen a sumar a los procesos de automatización iniciados desde fines del siglo XVIII, los cuales estaban basados en una tecnología desarrollada a partir de los principios generales de la mecánica.

En el momento del siglo XVIII, los fabricantes de máquinas, se proponían sustituir trabajadores, era lo que le pedían los manufactureros. El prospecto de la máquina de hilar de John Kay, en 1735, promete hilar sin los dedos. Los prospectos de robot Unimate, o del Sigma-Olivetti, prometen soldar, pintar, montar o reechar sin necesidad de manos.\*

La automatización actual de los procesos productivos no es  
nues algo novedoso, lo novedoso se presenta en las bases y los  
medios para hacerlo.

## 2.2 EL CONCEPTO DE ROBOT.

Hasta la fecha no existe una definición universalmente aceptada de robot; así, por ejemplo, si nos remitiéramos exclusivamente al origen de la palabra robot, encontramos que el término está emparentado con la palabra gótica arbi=herencia y también con la palabra gótica arbaiths=trabajo, faena, pena, apuro. Una palabra alemana afín es Arbeit=trabajo, y la equivalente en eslavo antiguo es robotaj; en checo y en polaco, robotaj=servidumbre, trabajo forzado.

Sin embargo, el tipo de definición o concepto de robot que nos interesa para los fines de este trabajo, es el que tiene que ver con la definición de robot industrial; es decir, aquel que a últimas fechas ha entrado al proceso de producción, a formar parte de éste. Por consiguiente, entre las definiciones de los robots de tipo industrial, algunas de las más difundidas son las siguientes:

- a).- El Robot Institute of America (RIA) define un robot como un:
- "multifuncional reprogramable, un manipulador diseñado para mover materiales, partes, herramientas o artefactos especiales, a través de un movimiento programado para la ejecución de una variedad de tareas." (Gonsky, pg. 261)

b).- Joseph Engelberger, presidente de Unimation, la firma pionera de robots en los Estados Unidos, define un robot industrial como "un manipulador programable con un número determinado de articulaciones." (Sanderon, pp. 22)

c).- Regie Renault define al robot como "una máquina automática universal destinada a la manipulación de objetos (herramientas o piezas) y dotada:

- de una capacidad de aprendizaje de un comportamiento tipo,
- de facultad de retener el entorno (percepción),
- de facultad de analizar la información así obtenida,
- y de posibilidades de modificar su comportamiento tipo."

(Carlat, 1980, pp. 26)

d).- La JIRA (Japan Industrial Robotics Association) ha definido cuatro niveles de robots industriales:

- Los manipuladores manuales que ejecutan secuencias de tareas las cuales son fijas.
- Los robots llamados Play-Back que repiten secuencias fijas memorizadas tras una secuencia de aprendizaje realizada por un operador humano.
- Robots controlados numéricamente que realizan tareas a través de una carga numérica de información.



- Los robots inteligentes que realizan tareas a través de sus propias capacidades de reconocimiento." (Baderon, p. 24)

- e).- La Organización Internacional de Normalización (ISO) "propuso en 1982 una definición que, con algunas variantes menores posteriores, tiende a imponerse. Según esta definición, el robot industrial es un manipulador multifuncional, programable, cuya posición es controlada automáticamente, posee diversos grados de libertad y es capaz de coger materiales, piezas herramientas o aparatos especializados para hacerles experimentar operaciones programadas." (García, 1983, p. 28)
- f).- Marco Somalvico, director del proyecto de Inteligencia Artificial del Politécnico de Milano, da la siguiente definición: "La robótica industrial puede ser concebida como el punto de encuentro entre la informática y la automática, en la realización, mediante robot, de la automatización de procesos discretos." (García, p. 27)
- g).- R. Montorsi y C. Ciborra, investigadores en informática industrial definen al robot como "una máquina que tiene la función de sustituir al hombre en algunas actividades productivas, en particular en las operaciones de manipulación, o sea en aquellas ejecutadas por medio de las

manos, de los brazos y eventualmente de una herramienta."

(Gerais, N., pp. 37)

Todas estas definiciones son similares, todas tienen como base la flexibilidad de la máquina; sin embargo, unas y otras carecen de ciertos elementos, esto se debe a que las definiciones se elaboran en base al tipo de robot que se construye en el caso de las industrias productoras de robots; y, en el caso de los institutos de investigación, la definición se da en base al tipo de robot que se desarrolla. Es decir, las definiciones en general se alejan de la puesta en práctica y de las necesidades que las empresas, que están introduciendo robots, presentan.

La mayoría carece de la consideración del entorno social en que esta maquinaria surge y las consecuencias que traen consigo. Por ejemplo, la definición de Renault limita el concepto de robot a unos cuantos tipos de ejemplares "no acepta considerar como robots únicamente a los materiales inteligentes, es decir, capaces de adaptarse por sí mismo a las modificaciones no previstas del entorno del robot." (Gerais, 1980, pp. 30)

La JIRA, que ha jugado un importante papel en la difusión de la robótica en Japón, amplía demasiado el término, y considera como robots a los simples manipuladores rígidos utilizados en la industria desde hace bastante tiempo.

Por otro lado, Marco Somalvico, del Politécnico de Milano, cree descubrir la novedad de la utilización del robot, en que automatiza los procesos discretos, hecho, que como ya se había señalado, es falso, ya que la automatización no es un fenómeno nuevo.

Finalmente, R. Montorsi, al hablar del robot como una máquina que sustituye al hombre, acierta en un punto fundamental; pero no es posible definir a los robots a partir sólo de una de sus consecuencias sobre la fuerza de trabajo; pues, finalmente toda máquina tiende a sustituir a está. Sin embargo, incorpora, aunque limitadamente, a diferencia de las otras definiciones, el aspecto social de la robótica; al señalar nos, que el actual robot industrial entra en la fábrica y sustituye al hombre "en algunas actividades productivas en particular en las operaciones de manipulación, o sea en aquellas ejecutadas por medio de las manos, o de los brazos y eventualmente de una herramienta."

Dado lo anterior, para la continuidad de este trabajo, nos parece que la definición de la ISO (Organización Internacional de Normalización), agregando el aspecto social que propone R. Montorsi, nos sirve en gran medida para definir al Robot industrial.

El Robot industrial es entonces "un manipulador multifuncional, programable, cuya posición es controlada

automáticamente, posee diversos grados de libertad y es capaz de coger materiales, piezas, herramientas o aparatos especializados, para hacerles experimentar operaciones programadas"; esta máquina sustituye "al hombre en algunas actividades productivas, en particular en las operaciones de manipulación."

Con esta definición, estamos considerando al robot como una máquina que, desde la década de los años setenta, se ha venido incorporando a las nuevas formas de automatización que los procesos productivos están experimentando a nivel mundial. Lo cual implica entre otras cosas: flexibilización de los procesos productivos; una mayor sustitución de trabajo vivo por máquinas; nuevos requerimientos de calificación de la fuerza de trabajo; y, por supuesto, mayor productividad y ganancias.

## 2.3 LOS DIFERENTES TIPOS DE ROBOTS.

En este punto, como en otros temas de la robótica, existen diferencias entre los autores que lo estudian, respecto a la clasificación de los diferentes tipos de robots industriales.

Sin embargo, apegándonos a la definición de robot industrial propuesta en el punto anterior, consideraremos como robots a los siguientes manipuladores multifuncionales programables: El Robot de Transferencia (o Pick and Place), El Robot de Ensamblaje y El Robot de Proyección o de Trayectoria Continua.

Antes de avanzar en la explicación de la estructura de estas máquinas, consideramos necesario: en primer lugar, exponer a grandes rasgos los componentes de los robots en general, antes de hablar de las especificidades de cada uno; y, en segundo lugar, hacer una breve explicación de porque ciertos materiales que actualmente están interviniendo en la automatización de algunos procesos productivos, no pueden ser considerados como robots, según la definición propuesta y las características propias de los robots que expondremos más adelante.

Empecemos entonces con los componentes de los robots industriales.

Considerando al robot como objeto técnico, particular, resultado del desarrollo histórico de la maquinaria, en donde han convergido para su realización disciplinas tecnológicas distintas; tenemos, que como sistema técnico, el robot está constituido por tres grandes subconjuntos:

a).- **Estructura Mecánica o Función de Manipulación:** Consta de un brazo mecánico, y una muñeca, la muñeca puede ser provista de un instrumento accesorio llamado end\_effector (efector final) con el cual el robot ejecuta su trabajo.

La función del brazo, es llevar y traer al end\_effector a un punto específico del espacio, en donde será realizada la tarea ordenada.

"El término 'end effector', se refiere a: una pinza, un instrumento sostenido por una pinza, o un instrumento directamente montado en la muñeca del brazo." (Bancroft, pg. 21)

b).- **Sistema Electrónico:** Es el cerebro del robot. La función básica del sistema electrónico es dirigir el movimiento del brazo al lugar correcto, en el tiempo correcto. Cuenta con una memoria (generalmente de tipo ROM) "que almacena los programas, un input (suministro de información) y un output (centro de control). La sección de control recibe informaciones (input) de los traductores de posición y velocidad conectados con

el brazo; de los 'sensores de pulso' situados en la pinza, que informan de la presión o fuerza que deben realizar y de sensores externos que recogen información sobre el objeto de trabajo y sobre el medio ambiente." (SARTO, M., pg. 34) Con esta información, y con el programa contenido en la memoria (el cual es especificado anteriormente), el centro de control (output) opera sobre los actuadores dirigiendo el movimiento del mecanismo. El sistema de control, puede estar en una unidad separada.

Este elemento fundamental es lo que se denomina la Inteligencia del Robot.

Aquí, cabe destacar, que

"...si nos atenemos a la dimensión del sistema electrónico del robot, la automatización de las operaciones en la producción industrial resulta de la puesta en práctica de un doble principio:

Un principio de recogida de datos físico-químicos (concernientes a las operaciones y procesos) y de conversión de estos datos en señales eléctricas: es la función que realizan los 'sensores'.

Un principio de tratamiento de esos datos, de toma de decisiones y de transmisión de esas decisiones a los actuadores: es la función de los procesadores." (SARTO, 1969. pg. 34)

Todo esto, a su vez, ha sido posible gracias a los grandes avances que ha tenido y que continúan realizándose en la electrónica aplicada.

c).- **Organo Motor:** Es la fuente de energía que dirige los actuadores del robot (músculos). Dichos actuadores pueden ser, hidráulicos, neumáticos o electrónicos; lo cual depende del tipo de robot y por supuesto del uso que se le vaya a dar.

Aunque aquí encontramos empalmados el mecanismo de transmisión y la máquina herramienta, reaparece la estructura fundamental de toda máquina: el mecanismo motor, el mecanismo de transmisión y la máquina-herramienta. El mecanismo motor es, sin mayor explicación, el organo motor. El mecanismo de transmisión está conformado por la estructura mecánica y la función de manipulación, además de parte del sistema electrónico que comunica la información necesaria para efectuar las operaciones. Mientras que la máquina-herramienta es el efector final, y la otra parte del sistema electrónico (sensores). Para tener una idea aproximada de lo que es un robot, ver el gráfico 1.

Pasemos ahora a hablar de los diferentes tipos de robots y sus especificidades.

Consideraremos tres tipos de robots de acuerdo a las funciones que realizan y al tipo de control o sistema electrónicos que utiliza cada uno para ejecutar sus movimientos:

1.- Los Robots de Transferencia o Pick and Place.

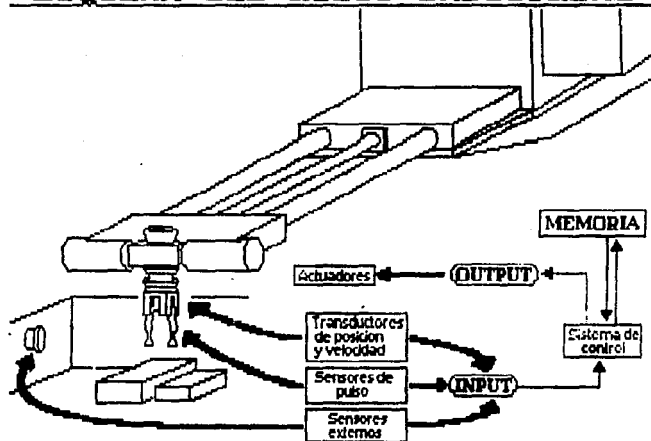


---

GRAFICO 1

## ESQUEMA DEL ROBOT INDUSTRIAL

---



**FUENTE:** García, M. A. 1980, pg. 22.

- 2.- Los Robots de Ensamblaje (Point-to-Point servo robots).
- 3.- Los Robots de Proyección o de Trayectoria Continua (Continuous Path servo robots).

Cabe aclarar, que en lo que a las funciones se refiere, en este punto sólo serán abordadas como señalamientos generales, ya que en el capítulo siguiente, al hablar de la introducción de los

robots en los procesos productivos, ampliaremos la explicación de las funciones de estos.

#### **I. Los Robots de Transferencia o Pick and Place.**

El movimiento de este tipo de robot es controlado automáticamente. Estos robots se mueven entre dos posiciones únicamente; están desprovistos de herramientas en sentido estricto. se utilizan para asegurar el desplazamiento de una pieza de un lugar a otro. Aunque dichos robots contienen un alto grado de seguridad y de precisión, están limitados a ejecutar tareas relativamente sencillas y repetitivas, como en la automatización de las prensas, en donde el robot coge las hojas de chapa, las posiciona en la prensa, las recupera tras el movimiento del piloto y las transfiere al siguiente puesto. A pesar de sus limitaciones, en estos robots se pueden efectuar posteriores reprograsaciones.

Robots típicos de este tipo son los de las marcas comerciales: Auto-Place, Seiko, Prab y Mobot.

## II. Los Robots de Ensamblaje.

Los controladores para estos robots incluyen secuencias electrónicas, minicomputadoras y complejos artefactos de memoria electrónica. Se diferencian del robot de transferencia, en que en su extremidad (muñeca), está fijada una herramienta capaz de actuar sobre la materia para transformarla. La mayoría de los robots en la actualidad, caen dentro de esta categoría.

Son usados en una gran variedad de aplicaciones industriales, incluyendo: la manipulación de materiales, la fabricación de maquinaria, en el ensamblaje y otros más.

Robots de este tipo son los fabricados por: ASEA, Cincinnati Milacron, Unimate, Armax y varios más.

## III. Los Robots de Proyección o de Trayectoria Continua.

Este tipo de robots difieren de los anteriores, en que el programa que ejecutará el controlador o sistema electrónico del robot de proyección, será de tipo continuo y no discontinuo como en el caso del robot de ensamblaje; es decir, en el caso del robot de ensamblaje, sólo los puntos finales de cada movimiento son almacenados en la memoria del sistema electrónico, y

ejecutados después, mientras que en el robot de trayectoria continua es registrada toda la trayectoria en su memoria.

Este robot, graba en el programa, los movimientos realizados por un hombre (obrero con experiencia) al ejecutar una tarea, y cuenta con el aprendizaje directo de las trayectorias del mismo robot, con la capacidad de afinar los movimientos aprendidos; además, es capaz de modificar su programa para desarrollar las trayectorias adecuadas que tiene que ejecutar sobre diferentes objetos.

El caso típico en donde este robot es usado es en la industria automotriz, donde el robot está provisto de una trompa, en el extremo de la cual una pistola proyecta pintura sobre los automóviles.

Algunas otras actividades industriales en que son utilizadas son: el pulido de materiales, la soldadura de tipo continuo, y otras operaciones de rociado de sustancias o aplicación de materiales plásticos.

Las marcas comerciales: Cynbotech, Nordson, Binks, Thermwood, y los fabricados por: Tralifa y Thermwood, pertenecen a esta categoría de robots.

Como mencionamos, al iniciar este punto, existen ciertos mecanismos (manipuladores y máquinas-herramienta) que están interviniendo en la automatización de algunos procesos productivos, los cuales no pueden ser considerados robots; estos sólo pertenecen a una fase de desarrollo del robot propiamente dicho.

De acuerdo a nuestra definición, necesitarían contar con más de 6 grados de libertad, ser controlados automáticamente y reprogramables, y tener la capacidad de trabajar con herramientas o aparatos especializados.

Sin embargo, es preciso señalar, que tales mecanismos han contribuido al desarrollo de los robots antes expuestos y que incluso coexisten en ciertos procesos industriales; por lo tanto, se considera, junto con los dispositivos más o menos sofisticados que se requieren junto a los robots y que constituyen lo que se ha dado en denominar, la peri-robótica, que forman parte de la robótica, como término genérico que engloba todo lo concerniente al desarrollo tecnológico de la nueva maquinaria que presenta las características anteriormente señaladas.

A grandes rasgos, los mecanismos de los que hablamos son los siguientes:

### 1.- Los manipuladores:

- a).- Los brazos de carga: Manipuladores sencillos, considerados como dispositivos rígidos; difíciles de reprogramar, a diferencia del robot al cual si es posible cambiar el programa. Carecen de toda inteligencia y sirven para alimentar máquinas o para garantizar el desplazamiento de un recorrido de producción a otro.
  
- b).- Los Telemanipuladores son también brazos de carga pero con un número mayor de grados de libertad (menor a 6), a pesar de ello, tienen que ser dirigidos por un operador y son utilizados para la exploración del mar, búsqueda de petróleo, manipulación de materiales radioactivos, etc.
  
- c).- Manipuladores programables: Están dotados de equipo electrónico y ejecutan las ordenes registradas durante una fase de aprendizaje; no poseen inteligencia propia y sólo ejecutan operaciones repetitivas. Se diferencian del robot, en que no cuentan con sensores de captura y tratamiento de información sobre el objeto de trabajo y el medio de

trabajo. Cuenta con un reducido número de grados de libertad.<sup>2</sup>

## 2.- Automatas programables y calculadores:

"Estos materiales consisten principalmente en medios de cálculo. Si se incluyen dentro de la robótica, es sin embargo, por ser posible conectarlos y espalarlos con herramientas exteriores a las que, de ese modo sirven de 'mando'." (CARLOS, 1968, pp. 20)

Se diferencian de un robot, en que están desprovistos de manipulador (brazo), de un robot sólo poseen lo que hemos llamado sistema electrónico o cerebro. Son usados para regular la circulación de las piezas o de los objetos que se elaboran a lo largo de los recorridos de producción.

## 3.- Máquinas-herramientas programables:

"Se trata de máquinas-herramientas programables y entre ellas, particularmente, las máquinas-herramientas con mando numérico (MNM)... lo que las diferencia notablemente del

---

2.- Grado de libertad es un concepto clave de la robótica. En términos técnicos, un grado de libertad equivale a un eje de rotación que puede reproducir uno de los siguientes movimientos: adelante, atrás, derecha, izquierda, arriba y abajo. En general, los grados de libertad que existen en la robótica son cuando menos dos y cuando más ocho. Los robots en sentido estricto tienen 3 o 4 grados. Un máximo grado de libertad, puede ser instalado montando al robot sobre un carril móvil (sobre el suelo o en alto) y un eje en instalado, el el carril permite mover el robot en 2 direcciones. En resumen, un típico robot con 6 grados de libertad cuenta con 3 ejes de movimiento montados en el brazo y 3 ejes montados en la muñeca y estrechidad.

trabajo. Cuenta con un reducido número de grados de libertad.<sup>3</sup>

## 2.- Automatas programables y calculadores:

"Estos materiales consisten principalmente en medios de cálculo. Si se incluyen dentro de la robótica, es sin embargo, por ser posible conectarlos y espalarlos con herramientas exteriores a las que, de ese modo sirven de 'mando'." (CORRAL, 1968, pp. 20)

Se diferencian de un robot, en que están desprovistos de manipulador (brazo), de un robot sólo poseen lo que hemos llamado sistema electrónico o cerebro. Son usados para regular la circulación de las piezas o de los objetos que se elaboran a lo largo de los recorridos de producción.

## 3.- Máquinas-herramientas programables:

"Se trata de máquinas-herramientas programables y entre ellas, particularmente, las máquinas-herramientas con mando numérico (MNM)... lo que las diferencia notablemente del

---

3.- Grado de libertad es un concepto clave de la robótica. En términos técnicos, un grado de libertad equivale a un eje de rotación que puede reproducir uno de los siguientes movimientos: adelante, atrás, derecha, izquierda, arriba y abajo. En general, los grados de libertad que existen en la robótica son cuando menos dos y cuando más ocho. Los robots de sentido estricto tienen 3 o 4 grados. Si cualquier grado de libertad, puede ser instalado controlando el robot sobre un carril móvil sobre el suelo o un sitio y un sistema se instalara, el el carril permite mover el robot en 2 direcciones. En resumen, un típico robot con 4 grados de libertad cuenta con 3 ejes de movimiento montados en el brazo y 2 ejes montados en la muñeca o entrecodo.



robot... es que el proceso de programación pasa por un lenguaje abstracto de descripción de los movimientos y de las trayectorias a efectuar.<sup>2</sup> (Carpent, 1980, pp. 32)

De todos estos mecanismos expuestos, los que cuentan con equipo electrónico, como es el caso del manipulador programable, de los autómatas programables y de las máquinas-herramientas programables, están llamados a un gran desarrollo tecnológico, debido a los avances que se han logrado y se siguen consiguiendo en la microelectrónica; por lo tanto, aunque no son considerados como robots en sentido estricto, es de sumo interés no perder de vista su posterior desarrollo.

## 2.4 TENDENCIAS TECNOLOGICAS DE LA ROBOTICA.

En la actualidad, muchas han sido las fantasías que la gente se ha creado en torno al mundo de la robótica. Hay quienes se imaginan a los robots industriales, similares aquellos que han hecho presencia en producciones cinematográficas, como en el caso de la película La guerra de las galaxias en donde los robots protagonistas tienen un comportamiento semejante al de los seres humanos.

Sin embargo, como ya quedó comprobado en los anteriores puntos de este capítulo, la realidad dista mucho de parecerse a lo que la ciencia ficción ha creado en torno a este tema.

Los actuales robots con todo y el gran desarrollo tecnológico que han experimentado, tienen aún grandes deficiencias; en las cuales, los investigadores de Inteligencia Artificial (IA), de los centros de desarrollo tecnológico mundiales, se encuentran trabajando, con el propósito de incorporar a las nuevas generaciones de robots, conocimientos que en esta área (IA) de la robótica se obtengan.

En general, tres son las grandes tendencias tecnológicas ha desarrollar dentro de la robótica.

La primera se refiere al sistema de visión de los robots. Hasta el momento, los robots industriales cuentan con un sistema de visión muy rudimentario; es decir, la mayoría de los sistemas de brazo tienen sujetadores especiales, sensores especiales, sistemas de visión y controladores que trabajan únicamente en dominios limitados.

Es este un problema difícil de resolver, ya que un sistema de visión que reconozca diversos objetos, necesita más que una cámara de televisión. Para comprender esto, sólo basta con pensar en la complejidad del sistema de visión humana.

Sin embargo, la incorporación de dicho sistema en los robots, permitiría "inspeccionar productos en la cadena de montaje, podría haber aplicaciones médicas utilizando la visión automática para estudiar muestras biológicas, para análisis cromosómicos, etc." (Minsky, pp. 93)

Este primer problema a resolver, está estrechamente vinculado con lo que es una segunda tendencia: lograr una mayor movilidad en los robots.

En la actualidad, la generalidad de los robots se encuentran estacionados en un sólo lugar de la fábrica; lo único que se mueve en ellos es el manipulador o brazo para ejecutar su labor.

Y si de hecho, es de un alto grado de dificultad proporcionar visión a las máquinas fijas, más difícil aún será proporcionárselos a máquinas móviles. En la Universidad de Stanford existe un proyecto de robot móvil desde 1968. En 1980, le hicieron navegar a través de entornos semi-realistas.

Las investigaciones sobre máquinas móviles continúan hoy en todo el mundo. En Estado Unidos, hasta el año de 1986, la máquina móvil más avanzada era el funcionide ODEXI, controlado por radio. Este robot de 30 kilos de peso en forma de araña contaba con 6 patas y podía avanzar a 6 kilómetros por hora.

Lograr una mayor movilidad en los robots, ha significado a su vez resolver además del problema de la visión, el problema del lenguaje. Se necesita un lenguaje informático diferente al incorporado a los robots fijos, debido a que el tipo y la cantidad de instrucciones, varían entre un robot móvil y un fijo.

La tercera gran tendencia, es desarrollar una capacidad táctil. Esto significa, que el robot pueda reconocer objetos por medio del tacto.

Esta capacidad, le permitiría al robot separar piezas en mal estado durante la operación que esté realizando. Podría también, por medio de un sistema de visión y de reconocimiento táctil,

elegir de un gran número de objetos, los adecuados para ejecutar su tarea.

En términos generales, estas son las tendencias que en el aspecto técnico se están presentando en la robótica.

Asimismo, aunque existen, como ya vimos, robots específicos para una tarea particular, parece ser que la tendencia que se observa es obtener una universalidad en el uso de los robots; lo cual quiere decir, que el robot sea capaz de realizar diferentes actividades (pluriactivo) mediante sencillas manipulaciones o cambios de artefactos, herramientas, brazos, programas, etc.; con el propósito de incorporarle todavía mayor flexibilidad de lo que la robótica en sí, va posee.

Lo anterior es posible gracias a que otra de las tendencias que se observan es mantener y superar la modularidad del robot. Los robots están compuestos de tres elementos básicos: la estructura mecánica, el sistema electrónico y el órgano motor; los cuales pueden ser considerados como autónomos; pero que al unirse permiten la construcción de un robot y su consecuente funcionamiento.

Esta particularidad posibilita, por lo tanto, modificar la estructura del robot con el fin de adaptarlo a diferentes tareas.

No todo está dicho en el tema de la robótica, las investigaciones en esta área de las nuevas tecnologías, han seguido avanzando, por lo que hay que estar a la expectativa de lo que falta por ocurrir. Recordemos que los robots que se han incorporando a los procesos productivos, apenas se empezaron a construir y desarrollar en la década de los sesenta, por lo que esta tecnología, está en sus inicios.

## **CAPITULO 3.**

### **LA INTRODUCCION DE LA ROBOTICA A NIVEL MUNDIAL.**

Iniciamos este apartado, sobre la introducción de la robótica en los procesos productivos, con una síntesis del análisis del modelo fordista y su crisis, para ubicar la entrada de los robots, en este contexto. Posteriormente describimos de manera amplia, la aplicación de los robots en diversos procesos de producción. Concluyendo con una exposición de la situación del mercado mundial de la robótica.

#### **3.1 EL MODELO FORDISTA Y SU CRISIS COMO ANTECEDENTE.**

Atendiendo a nuestro marco teórico, es preciso que ubiquemos el desarrollo de los robots industriales en una perspectiva histórica; es decir, a partir de ciertas condiciones originadas por el desarrollo combinado de diferentes factores (económicos,

políticos y sociales), que hacen posible la introducción de nuevas máquinas en la producción de mercancías.

En el caso de la robótica en particular, y de la microelectrónica en general, la introducción de estas nuevas tecnologías en los procesos productivos se ubica históricamente a partir de la crisis del modelo fordista, en el cual nos detendremos para explicar a grandes rasgos su desarrollo y su crisis, así como la vinculación de ésta con la puesta a punto de los robots.

Retomando la definición de Alain Lipietz, entendemos que por fordismo:

"...se designan dos cosas histórica y teóricamente unidas... el fordismo como modo de acumulación del capital... y el fordismo como modo de regulación de adaptación continua del consumo de las masas a los incrementos de productividad..." (Lipietz, 1987, pp. 33)

Empecemos por exponer, en términos generales, las raíces del fordismo, posteriormente su desarrollo, de acuerdo a la anterior definición.

El fordismo es la superación del taylorismo, el cual se refiere a un modo de organización del trabajo, que expropia al obrero los conocimientos y habilidades que son sistematizados en lo que se conoce como la Organización Científica del Trabajo



(OCT), separando aún más la concepción de la ejecución y aumentado la polarización entre técnicos y obreros. El taylorismo, por medio de las reglas establecidas en la OCT, reduce el grado de autonomía de los trabajadores y permite someterlos a los ritmos determinados por la cadencia de la maquinaria.

Este modo de organización del trabajo, (taylorismo), tiene como objetivo suprimir el control sobre las condiciones del trabajo que la autonomía relativa de los puestos permitía a los trabajadores. Esto puede ser así, gracias a que el taylorismo, logra el análisis del trabajo y su descomposición en un conjunto de gestos elementales, con ello se facilita la puesta a punto de dispositivos mecánicos susceptibles de asumir directamente algunas de las tareas anteriormente realizadas por los propios trabajadores, obligando a estos a efectuar únicamente un número limitado de movimientos repetitivos, logrando un mayor grado de descalificación del obrero.

El fordismo supera al taylorismo en dos aspectos fundamentales:

- a). Integra los diferentes segmentos del proceso de trabajo a través de un sistema de guías que permiten el desplazamiento de el objeto de trabajo en transformación y su conducción ante las máquinas-herramienta. Este mecanismo en conjunto ha

sido llamado cadena de producción semiautomática.  
"Representa una modificación de las fuerzas productivas porque reduce considerablemente el tiempo de desplazamiento y manipulación de objetos." (Aglietta, p. 93)

- b). El segundo aspecto se refiere a la profundización de la separación y la especialización de las funciones del obrero en los puestos de trabajo. Se trata asimismo, de la pérdida total de control de cada obrero sobre el ritmo de trabajo, ya que somete el ritmo del colectivo a la uniformidad del movimiento del sistema de máquinas.

Una vez descrito el fordismo como superación del taylorismo, volvamos al concepto planteado anteriormente.

El fordismo como modo de acumulación, se refiere, al estadio del régimen de acumulación intensiva, que se empieza a desarrollar en el período de entreguerras; pero no es sino hasta mediados de la década de los años cuarenta, que se manifiesta de una forma más nítida.

Ya veíamos que el taylorismo y el fordismo, mediante el sistema de máquinas, que introducen en los procesos productivos y, esencialmente, con la cadena de producción semiautomática, permiten el aumento de la intensidad del trabajo y la reducción de los tiempos muertos, con lo cual el régimen de acumulación

intensivo se caracteriza por grandes aumentos en la productividad, basados en la producción de plusvalía relativa.

En cuanto al fordismo como modo de regulación, se refiere principalmente a las formas de regulación salarial que se establecieron después de la Primera Guerra Mundial.

"asistimos a un alza importante del salario nominal y (aunque menor) del salario real... a fin de crear una capacidad de consumo susceptible de realizar la enorme masa de mercancías que el trabajo organizado según los métodos del fordismo, permite producir." (Coriat, 1976, pp. 142)

Era entonces necesario, para consolidar un consumo de masas, combinar ciertos elementos que garantizaran llevar a cabo dicho proceso, por ejemplo, instituir un salario mínimo con el fin de que el trabajador no tuviera día con día que negociar su fuerza de trabajo individualmente; el salario mínimo permite asegurar cierto nivel de demanda por parte de los asalariados. Asimismo, el Estado-benefactor aseguraba a la población un ingreso garantizado que incrementaba el poder de compra de la sociedad en su conjunto.

Sin embargo, a mediados de los años sesenta empiezan a aparecer los primeros signos de debilitamiento de este modo de acumulación y regulación.

El síntoma más claro de la crisis del régimen de acumulación es la disminución de los aumentos de productividad que se manifiestan en estos años. "...esos aumentos de productividad declinante, exigieron... un alza en valor de la composición orgánica del capital... pero los débiles aumentos de productividad no compensan ya el alza de la composición técnica de capital" (1971, 1973, p. 113), haciendo aparecer a la crisis como una crisis de rentabilidad. La existencia del Estado-benefactor, por medio del salario indirecto, detiene la baja del poder de compra global; por lo cual, la crisis asume la forma de un estancamiento con inflación y no de un derrumbe total de la producción.

La reducción de los aumentos de productividad en el trabajo mecanizado en cadena, conduce al capital a atacar frontalmente el poder de compra del salario directo, teniendo como resultado que a mediados de los años setenta se desencadenara una depresión de la demanda mundial.

Aunque la crisis alcanza al conjunto de las relaciones de producción y realización, perturbando el régimen de acumulación intensiva, permitiéndonos hablar de una crisis orgánica del capitalismo, la crisis del fordismo es ante todo la crisis de un modo de organización del trabajo.

Es aquí donde se encuentra la lucha de clases como origen de la disminución de la productividad.

El fordismo, por medio de la cadena de producción semiautomática, tenía entre otros objetivos reducir los tiempos muertos en el proceso productivo; sin embargo, cuando la parcelación de tareas alcanza cierto límite, surgen varios factores que obstaculizan este propósito, algunos de ellos son los siguientes:

El ritmo de movimiento del equipo mecánico, para algunos puestos de trabajo, es tan rápido que no les permite realizar su labor con exactitud, propiciando desperdicio de material, baja calidad de los productos, etc. Para otros puestos de trabajo, es tan lento, que los trabajadores tienen que esperar un determinado tiempo para que el material en transformación llegue a sus manos. Esa imposibilidad de distribuir igualmente los tiempos entre los diferentes puestos de trabajo, termina generando tiempos muertos.

En ese mismo sentido, los efectos de la progresiva intensificación del trabajo sobre el equilibrio psicológico y fisiológico de los trabajadores, redundan en una mayor cantidad de errores y accidentes de trabajo, incapacitando temporalmente al trabajador. La sujeción a un ritmo uniforme y creciente, sumado a la reducción de los tiempos de descanso aumenta la fatiga tanto física como psicológica, propiciando el fenómeno del ausentismo.

Es entonces, dentro de este contexto de agotamiento del modelo fordista, que la clase obrera comienza a presentar resistencia a la forma de organización del trabajo, recurriendo a diferentes formas de lucha: tortuguismo, ausentismo, sabotajes, huelgas, la destrucción de la maquinaria, etc.

Por otro lado, cabe destacar, un aspecto técnico relevante, que unido a lo anteriormente expuesto, se convierte también en un límite a la continuación del modelo fordista. La cadena de producción semiautomática se caracteriza por ser una instalación muy rígida, difícil de modificar. Las variaciones de la demanda que se agudizan durante la crisis, exigen de los procesos productivos una flexibilidad, para que la producción pueda responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda.

Estas son las características principales del modelo fordista y su crisis en los países centrales.

Pero ¿qué sucede en los países periféricos, como México, en relación a este modelo?

Desde el punto de vista de Alain Lipietz, en los países periféricos no existió el modelo fordista como tal, en todo caso, en los años sesenta y setenta, surgen "países que están integrados técnicamente a los circuitos de rama mundiales del

fordismo, sin poder controlar, por ello la lógica en un marco nacional autónomo y particularmente sin acceder a su modo de regulación social" (Lipietz, 1987, pg.42)

Del fordismo se exportó, únicamente, su aspecto técnico y su forma de organización del trabajo al interior de las fábricas. No se pretendía exportar el modo de regulación social que el modelo implica en los países industrializados: consumo de masas, incremento de salarios de acuerdo al incremento de la productividad, etc.; en el mejor de los casos, sólo en algunos países como Brasil y probablemente México, lograron con su introducción experimentar un crecimiento de su propio mercado a la medida del crecimiento de su producción.

Por lo demás, aún con esta limitante, sólo se implementó en ramas seleccionadas de la industria, tal es el caso de la textil, la electrónica y la del automóvil.

Su exportación a los países subdesarrollados se realiza, justamente, durante su crisis en los países desarrollados, teniendo como objetivos: la búsqueda de incrementos en la productividad, la búsqueda de zonas de salarios más bajos, así como, zonas protegidas por barreras aduaneras. En este sentido, para Lipietz, la conclusión es: "si existe una 'mundialización del fordismo' entonces se trata de la mundialización de la crisis del fordismo" (Lipietz, 87, pg. 44)

## LA APARICION DE LA ROBOTICA

Es en el escenario de crisis del fordismo, en el que el empleo de la electrónica y la robótica hacen su aparición, con el objeto de lograr una mayor automatización y flexibilidad en los procesos de producción, y superar los obstáculos tanto sociales como económicos a los que el fordismo había llegado.

"...el empleo de la robótica y la electrónica en la producción, está centrada en dos grandes objetivos:

- a). Intentar obtener un índice de productividad mayor de las máquinas y de los hombres reduciendo los tiempos muertos y los tiempos improductivos de circulación... que la cadena semiautomática conlleva.
- b). El segundo objetivo general es el de intentar aportar agilidad y flexibilidad a la rigidez de los recorridos de producción..." (Coriat, 1988, pg. 74)

### 3.2 APLICACION DE LOS ROBOTS EN ACTIVIDADES INDUSTRIALES.

En el capítulo anterior, hablamos de los diferentes tipos de robots que existen. Hacíamos una clasificación de estos, de acuerdo a las actividades que realizan y al tipo de control o



sistema electrónico que utilizan para ejecutar sus movimientos. Distinguimos entonces tres tipos de robots.

- I. Los Robots de Transferencia o Pick and Place.
- II. Los Robots de Ensamblaje (Point-to-Point servo robots).
- III. Los Robots de Proyección o de Trayectoria Continua (Continuous Path servo robots).

Y hablábamos, esencialmente, del sistema de control que cada uno posee y de las características técnicas, que los distinguen.

En este apartado, como el título lo indica, explicamos las características de la aplicación de dichos robots en diferentes actividades industriales.

#### **I. Los Robots de Transferencia o Pick and Place.**

Las aplicaciones industriales en las que se encuentran este tipo de robots son:

- Carga y descarga de máquinas.
- Transferencia de materiales o manipulación de materiales.

### Carga y descarga de máquinas

En esta aplicación, el robot es utilizado para mover el objeto de trabajo, transfiriendo piezas a una máquina de producción, o transfiriendo piezas desde una máquina.

Se pueden distinguir tres categorías dentro de esta aplicación:

- Carga/Descarga de máquinas. El robot sirve a la máquina materiales en bruto y descarga materiales acabados. Como en las operaciones de mecanizado.
- Carga de máquinas. El robot sirve el material de trabajo a la máquina; pero después del proceso que sufre, es descargada mediante otro procedimiento; es decir, sin utilizar un robot. Un ejemplo, es la operación de prensado.
- Descarga de máquinas. En este caso, el material de trabajo es cargado por otro medio que no implica el uso de un robot. Una vez terminado el proceso, el robot es quien descarga el material acabado. Ejemplos de esta categoría, incluyen aplicaciones de fundición y moldeado.

Los robots de carga y descarga de acuerdo a las características mencionadas anteriormente, se han utilizado en las siguientes operaciones de producción:

#### Fundición.

La operación de fundición consiste en inyectar metal fundido (aleaciones con zinc, titanio, plomo, aluminio, etc.) dentro de un molde o troquel. El molde consiste en dos piezas que son unidas con una alta presión, el cual se llena de metal derretido a través de una cavidad; una vez que el metal se ha solidificado, el molde se abre para retirar la pieza, los siguientes pasos son enfriar la pieza en agua y después colocarla en una prensa para eliminar las rebabas.

Las labores del robot dentro de esta operación consisten en descargar la pieza del molde una vez que ésta se ha solidificado, sumergir la pieza en un recipiente de agua, para su enfriamiento, y colocarla en la prensa para que le sean eliminadas las rebabas.

"El proceso de fundición en troquel representa una aplicación relativamente directa para los robots industriales. Las alteraciones necesitadas en la máquina de fundición en troquel son mínimas y el enclavamiento del ciclo del robot con el ciclo de la máquina se puede realizar mediante simples acoplamientos del robot." (Braver, 1969, pp. 402)

Existe otra forma de fundición, llamada fundición a la cera perdida; el proceso difiere un poco del anterior, en éste, primero se forma con cera la pieza que se quiere obtener. la cual será recubierta de una suspensión de aglomerantes químicos y bañada en arena; queda así el molde con la forma deseada. Finalmente, el metal fundido se vierte en el molde; una vez enfriado el metal, el molde se rompe y se saca la pieza.

A pesar de las diferencias con la fundición a troquel, los robots tienen casi las mismas tareas; sumergir el molde en la suspensión, retirarlo de ésta y colocarlo en agua para su enfriamiento.

El moldeado plástico es un proceso muy similar al de fundición, excepto por la diferencia en los materiales que son usados. En este proceso se introducen materiales termoplásticos para crear piezas. Sin embargo, las labores que realizan los robots son similares a las señaladas en la fundición.

#### **Prensa.**

La prensa se utiliza para cortar y formar piezas de láminas de metal. La tarea del robot en este tipo de operaciones es coger las piezas de lámina y colocarlas en la prensa; una vez efectuada

la operación, retirar y transferir la pieza a la siguiente prensa o puesto de trabajo.

Existen ciertas dificultades para la aplicación de robots en esta tarea. Por un lado, la duración del ciclo de la operación es demasiado reducida (menos de un segundo); es decir, el robot no puede trabajar tan de prisa, por lo que la única forma de que su uso sea rentable, es trabajando las 24 horas del día.

Por otro lado, habíamos mencionado, en el capítulo anterior, que los sistemas de visión en los robots todavía están en proceso de desarrollo, de modo que si se utilizan robots poco dotados de visión, en las operaciones de prensado, es necesario suministrar las piezas de forma ordenada y siempre en la misma posición.

#### **Mecanizado.**

El mecanizado consiste fundamentalmente en dar forma a una pieza después de que ha sufrido algún otro proceso, como es el caso de una pieza obtenida de un proceso de fundición; eliminando, por ejemplo, el exceso de material con una herramienta de corte.

En dicha operación, son por lo general las máquinas-herramientas las que se encargan de realizar el trabajo principal (afilado, lijado, desbarbado, etc.) y gracias al uso

del control numérico por computadora se puede intercomunicar con otros equipos, que en este caso se trata de robots.

'El robot se utiliza típicamente para cargar una pieza de trabajo en bruto...en la máquina de herramienta y para descargar la pieza acabada a la finalización del ciclo de mecanizado.'

(Ayres, 1982, pg. 28)

Cabe destacar que existen algunos robots que cuentan con herramienta propia para efectuar el proceso de mecanizado; pero en general, estas operaciones son aún demasiado precisas para los robots industriales con que se cuenta; además, es necesario cambiar constantemente la herramienta al robot para efectuar diferentes operaciones sobre diferentes piezas. Por lo tanto, los usuarios de robots en el mecanizado, han preferido el método anteriormente señalado, el del robot que sólo traslada las piezas a las máquinas-herramientas y estas se encargan de realizar la operación.

#### **Transferencia o manipulación de materiales.**

Esta segunda aplicación de los robots Pick and Place, se refiere a una actividad muy sencilla.

'Una tarea común de manipulación de materiales en un proceso de fabricación, consiste en paletizar las piezas cuando salen de un transportador, y despaletizar las piezas para

colocarlas en un transportador. Los palets son plataformas en las que se pueden transportar y almacenar artículos." (Mazinov, 1965, pp. 54)

En esta actividad, como en otras, de los avances que se logren en los sistemas de visión y los sistemas táctiles, se desprenderá una gran difusión de los robots pick and place.

## II. Los Robots de Ensamblaje (Point-to-Point Servo Robots).

Como ya se había mencionado, una de las principales diferencias de este tipo de robots con respecto a los Pick and Place, es que cuentan con una herramienta como efector final.

Las actividades industriales a las que están dedicados son: Soldadura por punto, soldadura por arco y montaje que no se efectúa con soldadura.

### Soldadura por punto.

La soldadura por punto es probablemente la aplicación simple más común a los robots industriales, pues, se utiliza ampliamente en las líneas de ensamble de la industria automotriz.

El proceso de soldadura por punto es un proceso en el que dos piezas de metal se sueldan en puntos localizados.

Las dos láminas de metal deben ser prensadas por los electrodos (de cobre) que contiene la pistola de soldadura, en el punto donde los electrodos son posicionados en el área en que se va a efectuar la soldadura. A continuación, se hace pasar una corriente eléctrica a través de las láminas, generando de esta manera calor y creando la soldadura.

Los robots de soldadura por punto, en su mayoría, permanecen fijos en un lugar, mientras una cinta transportadora es la que posiciona los objetos que serán soldados, de modo tal que las piezas a soldar sean presentadas al robot en la posición correcta para llevar a cabo la soldadura.\*

Se desprende, de lo anterior, que la cadena de montaje no ha sido eliminada por completo en este tipo de operaciones con la entrada de nueva tecnología, como es el caso de la robótica.

---

\*- Ver el área de referencia en el estudio de caso, pg. 103.



**Soldadura por arco.**

En el caso de la soldadura por arco, a diferencia de la descrita arriba, se trata de unir las dos láminas por medio de una línea de soldadura continua, no por puntos.

En el proceso se utiliza una barra de metal unida al electrodo de la herramienta de soldadura. Las láminas de metal se juntan y se acerca la barra de metal a la superficie de las láminas; enseguida, se hace pasar una corriente eléctrica para formar un arco eléctrico entre la barra de metal y la superficie del material, produciendo una temperatura tal, que forma una depósito de metal fundido que fusiona las dos piezas.

La labor de los robots en soldadura por arco, es similar a la de los robots en soldadura por puntos. Es el robot el que se encarga de colocar la herramienta de soldar sobre las piezas que se van a unir y que son posicionadas por la cinta transportadora. La única pequeña diferencia, es que el robot de soldadura por arco utiliza una barra de metal unida al electrodo para formar la soldadura de forma continua.

En el caso de la soldadura por arco, la robotización del proceso se ha presentado más difícil por los problemas tecnológicos que implica. Uno de ellos, es que:

"la soldadura por arco se efectúa a menudo en áreas confinadas que son difíciles de acceder, tales como los interiores de tanques, depósitos de presión y cascos de buques. Los operarios humanos se pueden posicionar en estas áreas más fácilmente que los robots." (Maggio, 1990, pp. 418)

#### **Montaje que no se efectúa con soldadura.**

El montaje que no se efectúa a través de soldadura, incluye dos categorías: unión de piezas o coincidencia de piezas y sujeción de piezas por medio de tornillos, tuercas, pernos, etc.

Ejemplos de unión de piezas son: la inserción de una clavija en un agujero; el apilamiento, en donde algunos componentes se colocan uno encima de otro, tal es el caso del inducido de un motor o un transformador en el que se apilan las láminas individuales.

Con respecto a la sujeción de piezas, son ejemplos los siguientes: sujeción por medio de tornillos, en la cual el robot puede contar con un desatornillador motorizado; sujeción con retenedores, pasadores insertados a través de algunas piezas con el fin de mantener su unión.

En general, los robots de montaje sin soldadura, aún se encuentran en la fase de investigación y desarrollo o primeras

aplicaciones. Los avances en los sistemas de visión o sistemas táctiles implican un gran potencial de aplicación de estos robots en la industria.

### III. Robots de Proyección o Trayectoria Continua.

Estos robots son empleados en actividades que requieren acabados con pistola, como es el caso de la aplicación de pintura, poliuretano y otras emulsiones protectoras; deben ser de tipo continuo porque la distancia recorrida entre puntos es clave para el proceso.

Es recomendable que los robots dedicados a estas actividades sean hidráulicos, en lugar de robots eléctricos, ya que cualquier chispa en el motor eléctrico puede ocasionar un incendio en el lugar de trabajo, dado el tipo de materiales inflamables que se utilizan.

En la mayoría de los casos de aplicación de los robots de trayectoria continua, el robot se encuentra en una posición fija, mientras que las piezas de trabajo son presentadas al robot mediante un transportador.<sup>7</sup>

---

7.- Para el caso, revisar la descripción del área de pintura en el estudio de caso, pp. 190.

Es importante señalar que,

"En la mayoría de aplicaciones de recubrimiento al spray el método más conveniente de enseñar al robot es la programación gestual en la cual el paso del robot se lleva usualmente a través de la estructura de movimiento deseado por un operario humano." (Brever, 1969, pp. 491)

Estas son las actividades más representativas de cada tipo de robots y sus respectivas aplicaciones. Se trata hasta aquí de segmentos de producción precisos y determinados, no es en realidad la generalidad de los procesos industriales en donde se han introducido robots. Además, se observa en la mayoría de los casos señalados, que la cinta transportadora característica de la cadena de montaje se sigue conservando, mientras se sustituye al operario que se encargaba de realizar las tareas necesarias sobre la materia de trabajo. Es decir, ahora a quien se tiene ante la cinta transportadora (y en ciertas operaciones específicas) no es a un hombre, sino a un robot, que espera la llegada ante él del objeto de trabajo a procesar.

En el capítulo que corresponde al estudio de caso, analizamos más detalladamente este fenómeno y la forma concreta en que se manifiesta.

### 3.3 EL MERCADO DE LA ROBOTICA.

En el capítulo dos, sobre la evolución tecnológica de los robots, decimos que el primer robot industrial fue creado en 1961 por la compañía Unimation de Estados Unidos; sin embargo, no fue sino hasta la década de los años 70 que los robots empezaron a ser incorporados masivamente en los procesos productivos.

Pero, en números absolutos la cantidad de robots instalados sigue siendo reducida. Según informa el Annual Review of Engineering Industries and Automation, la base instalada de robots para 1989 sumaba 388,000 unidades, distribuidos de la siguiente manera:

	UNIDADES
- Japón (De acuerdo a la definición de la JIRA)	220,000
- Europa Occidental (De los cuales 40% pertenecen a la N.F.A.)	56,000
- Estados Unidos	37,000
- Europa del Este, Sur-Este de Asia y el resto del mundo *	75,000
TOTAL	388,000

\* Se tienen en consideración que es una estimación poco confiable, debido a las distintas definiciones de robot de Checoslovaquia y la URSS.

En el siguiente cuadro, donde la información está más desglosada, podemos observar, que en sólo seis países se concentraban aproximadamente el 90% de las unidades instaladas de robots en el

CUADRO 3.1

ROBOTS INDUSTRIALES INSTALADOS EN PAISES SELECCIONADOS  
1982-1989

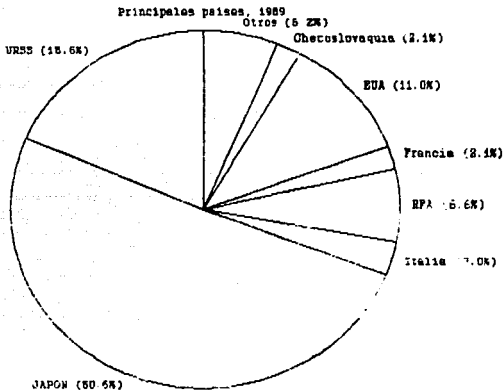
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Participación en %	
									1982	1989
Australia	--	--	520	--	800	925	1,200	1,350	--	0.48
Austria	55	68	115	170	250	385	446	--	0.15	--
Bélgica	361	514	775	975	1,035	1,17	1,231	1,403	1.02	0.42
Chipre	--	--	--	--	--	--	--	3	--	0.00
Checoslovaquia	--	--	--	--	--	--	5,961	7,007	--	2.07
Dinamarca	62	76	114	164	210	287	349	482	0.17	0.12
Finlandia	72	129	117	257	345	427	540	671	0.20	0.20
Francia	--	--	--	--	--	4,376	5,658	7,063	--	2.89
R.F.A.	3,500	4,800	6,066	8,000	12,400	14,900	17,700	22,395	9.05	6.63
Hungría	--	27	48	67	88	97	131	137	--	0.84
Italia	1,000	1,510	2,600	4,000	5,000	6,600	8,300	10,000	2.82	2.96
Japón <sup>1</sup>	20,000	--	47,637	--	85,260	--	134,230	170,906	50.56	50.60
Países Bajos	--	120	215	350	425	527	634	764	--	0.23
Nueva Zelanda	--	--	14	31	42	65	--	--	--	--
Noruega	150	200	250	323	376	431	524	556	0.42	0.16
Polonia	--	--	--	--	300	410	471	506	--	0.15
Singapur	3	6	6	8	33	70	80	1,305	0.01	0.41
España	--	433	325	600	859	1,153	1,470	1,751	--	0.32
Suecia	1,273	1,452	1,745	2,046	2,383	2,750	3,042	3,463	3.50	1.03
Suiza	73	110	191	290	382	500	707	1,000	0.21	0.53
Taiwán	20	70	140	227	292	437	602	965	0.06	0.29
URSS	--	--	--	34,000	44,071	53,115	59,210	62,339	--	10.46
Reino Unido	1,152	1,753	2,623	3,200	3,685	4,303	5,034	5,900	3.24	1.75
Estados Unidos	7,000	8,000	13,000	20,000	25,000	29,000	32,000	37,000	19.71	10.95
TOTAL	33,921	19,260	76,715	75,672	183,334	120,013	200,242	337,776	100.00	100.00

Fuente: Annual Review of Engineering Industries and Automation, Vol. 1, pp. 90-90, United Nations, 1989.  
1) Solo se contabilizan los robots inteligentes y los Play-Bach.

mundo: Japón<sup>1</sup> tenía 170,096 (50.6%), la URSS contaba con 62,339 (18.46%), los Estados Unidos con 37,000 (10.95%), la R.F.A. con 22,395 (6.63%) e Italia con 7,063 (2.09%). (Ver cuadro 3.1 y su gráfica respectiva).

0.- Solo se contabilizaron los robots inteligentes y los Play-Bach para la elaboración de los cuadros presentados aquí; no obstante, los fuentes a partir de los cuales se construyeron, no son lo suficientemente específicas, por lo cual no se tiene la certeza de que los cifras de aquí sean del todo correctas.

**GRAFICA 1**  
**POBLACION DE ROBOTS**



Los anteriores datos provienen del informe sobre automatización que la Comisión Económica Europea (ECE) proporciona a la ONU; la ECE, a su vez retoma la definición de robot de la Organización Internacional de Normalización (ISO), (la cual es utilizada en el presente trabajo), para elaborar sus estadísticas sobre robots; pero también recurre a la información de Institutos de Investigación, o Asociaciones de Industrias Robóticas para elaborarlos, tal es el caso de la JIRA de Japón,

que como ya se había mencionado tiene una amplia definición de robot, al igual que las informaciones proporcionadas por la URSS y Checoslovaquia. Dado lo anterior, es importante que tales cifras sean tomadas con reserva.

Teniendo en cuenta esta aclaración, principalmente para el caso de la URSS, es evidente que existe una distribución fuertemente jerarquizada, siendo Japón y los Estados Unidos quienes ejercen un dominio en el área. Sin embargo, Japón está avanzando con más fuerza y rapidez en la robotización que los Estados Unidos.

Durante la década de los ochentas Japón poseía más del 50% de la base instalada de robots a nivel mundial, mientras que los Estados Unidos han visto disminuir su participación; en 1982 contaban con el 19.7% y para 1989 sólo tenían el 10.95%. (Ver cuadro 3.1, p. 44).

En términos generales, la base instalada de robots a nivel mundial muestra un gran dinamismo durante la primera mitad de la década de los años ochenta, para después registrar un abatimiento en la segunda mitad de la misma; de 1981 a 1985 la tasa de crecimiento para los cinco principales países fue de 51.3% para Francia, 39.9% en Alemania Federal, 72.7% para Italia, 45.07% para Japón y 35.12% para Estados Unidos; de 1985 a 1989 la tasa de crecimiento desciende a 14.2% para Francia, 26.3% en Alemania



CUADRO 3.2

TASA DE CRECIMIENTO DE LAS EXISTENCIAS DE ROBOTS INDUSTRIALES EN PAISES SELECCIONADOS  
1986-1989

	TASAS DE CRECIMIENTO							
	82/81	83/82	84/83	85/84	86/85	87/86	88/87	89/88
Australia	--	--	--	--	--	15.6	29.7	12.5
Austria	37.5	45.5	43.8	47.8	47.1	22.8	46.2	--
Bélgica	49.2	42.4	58.8	25.8	6.2	7.9	18.2	14.8
Checoslovaquia	--	--	--	--	--	--	--	23.1
Dinamarca	21.6	22.6	58.8	43.9	28.8	36.7	21.6	15.2
Finlandia	185.7	51.4	65.1	37.2	36.8	25.8	28.3	22.4
Francia	75.3	38.6	43.2	58.9	27.8	--	29.3	24.8
R.F.A.	52.2	37.1	37.5	33.3	48.9	28.2	18.8	26.5
Hungría	--	--	--	--	--	18.2	37.1	4.6
Italia	122.2	51.8	72.2	53.8	25.8	32.8	25.8	28.5
Japón	52.4	46.9	41.6	38.8	24.7	21.6	24.8	14.8
Países Bajos	--	--	77.5	64.3	88.8	24.8	28.3	28.5
Nueva Zelanda	--	--	--	121.4	35.5	54.8	--	--
Noruega	--	33.3	25.8	29.2	21.6	8.8	21.6	6.1
Polonia	--	--	--	--	--	7.9	14.9	7.4
Singapur	8.8	188.8	8.8	33.7	312.5	--	--	--
España	--	--	11.2	31.8	24.9	34.2	23.2	23.3
Suecia	12.2	14.1	28.2	17.2	16.5	15.4	18.6	13.8
Suiza	--	58.7	73.6	51.8	31.7	38.9	--	--
Taiwán	19.8	298.8	89.7	33.4	28.6	56.5	49.2	41.5
URSS	--	--	--	--	29.4	28.5	11.5	5.3
Reino Unido	117.7	52.2	49.6	22.3	14.8	16.8	17.8	17.4
Estados Unidos	16.7	14.3	62.5	53.8	25.8	16.8	12.4	13.5

TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL PARA LOS PRINCIPALES PAISES  
(1981-83) y (1985-89)

	1981-1985	1985-1989
Francia	51.3	14.2
R.F.A.	39.9	26.3
Italia	72.7	25.7
Japón	45.1	24.8
URSS	--	16.3
Estados Unidos	35.1	16.6

FUENTE: Elaboración propia a partir del Annual Review of Engineering Industries and Automation, Vol 1, 1990, United Nations.

Federal, 25.7% para Italia, 24.0% en Japón y 16.6% en Estados Unidos (Ver cuadro 3.2).

Pero, ¿Para qué se están utilizando los robots industriales?

En 1989, los seis principales utilizadores de robots a nivel mundial, (Japón, E.U., Alemania Federal, Italia, Francia y la URSS), tenían la siguiente distribución por área de aplicación: aproximadamente el 50% se utiliza para el montaje que no requiere soldadura; el 21% para carga y descarga de máquinas, seguido por el 18% que se utiliza para el montaje con soldadura; 3% para acabados con pistola, 3.5% para la manipulación de materiales y el 0.3% y 0.2% para la inspección y para educación e investigación respectivamente, el resto se encuentra en la categoría otros o no especificados.

En particular, Japón y los Estados Unidos utilizan sus robots como sigue: En Japón el 80% se emplean para el montaje sin soldadura y sólo el 14% para el montaje con soldadura, siendo estas las dos áreas principales de aplicación; en el caso de los Estados Unidos, el uso de los robots esta ligeramente más diversificado; el 39% es usado en el montaje con soldadura, el 22% en carga y descarga de máquinas, 21% en el montaje sin soldadura y el 15% en acabados con pistola. (Ver el cuadro 3.3 y la subsiguiente gráfica).

CUADRO 3.3

ROBOTS INSTALADOS POR AREA DE APLICACION EN LOS PRINCIPALES PAISES USUARIOS  
(1989)

	JAPON <sup>1</sup>	EUA <sup>2</sup>	R.F.A.	ITALIA	FRANCIA	URSS <sup>3</sup>	TOTAL
<b>I DE TRANSFERENCIA O PICK AND PLACE.</b>							
a) Carga y descarga de máquinas (Fundición, Prensa, Mecanizado y otras)	7,645	8,234	3,700	3,392	1,749	40,587	65,387
b) Transferencia o Manipulación de materiales	4,31	22,32	16,51	33,91	24,82	65,11	21,11
	684	--	3,855	--	1,231	5,116	18,786
	0.41	--	17.11	--	17.41	8.21	3.51
<b>II DE ENSAMBLAJE O POINT-TO-POINT.</b>							
				2,673 <sup>4</sup>		3,118 <sup>4</sup>	5,791
a) Soldadura por punto	5,243	8,686	4,895	26.71	1,465	5.81	1.91
	3,11	23.32	18.21		28.71		19,399
b) soldadura por arco	18,727	5,783	3,918		1,844		29,384
	11.81	15.42	17.52		14.81		9.51
c) Montaje sin soldadura	137,357	7,731	4,158	1,253	951	3,116	154,568
	88.42	28.91	18.52	12.51	13.51	5.81	49.91
<b>III DE PROYECCION O TRAYECTORIA CONTINUA.</b>							
Acabados con pistola (Spraying Robots)	218	5,368	1,325	854	268	1,248	9,465
	0.11	14.51	6.82	8.51	3.71	2.81	3.11
<b>IV DE INSPECCION.</b>							
	221	--	98	374	124	--	889
	0.11	--	0.41	3.71	1.81	--	8.31
<b>VI PARA EDUCACION E INVESTIGACION.</b>							
	--	--	508	--	181	--	681
	--	--	2.21	--	2.61	--	8.21
<b>VII DE OTRO TIPO.</b>							
	889	1,358	688	688	58	1,672	5,265
	0.51	3.71	2.71	0.91	0.81	2.71	1.71
<b>No especificados</b>							
	--	--	--	766	--	7,482	8,248
	--	--	--	7.71	--	12.81	2.71
<b>TOTAL</b>	<b>178,986</b>	<b>37,088</b>	<b>22,395</b>	<b>18,888</b>	<b>7,862</b>	<b>62,339</b>	<b>389,783</b>
	<b>188.81</b>	<b>188.81</b>	<b>188.81</b>	<b>188.81</b>	<b>188.81</b>	<b>188.81</b>	<b>188.81</b>

FUENTES: Elaboración propia a partir del Annual Review of Engineering Industries and Automation, Vol 1, 1989, United Nations.

1) Sólo se contabilizaron los robots inteligentes y los robots playback. Esta distribución supone que la distribución del total de robots inteligentes y playback instalados mantiene la misma estructura que la de los robots instalados en 1989.

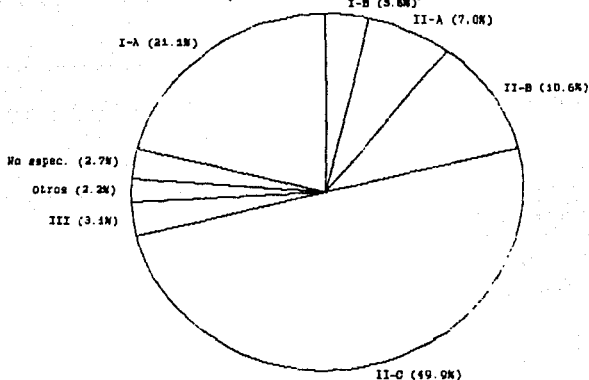
2) Esta distribución supone que la distribución del total de robots es similar a la de 1989.

3) Los cifras sobre los robots son reservas, ya que están derivados de una amplia definición de robots, lo cual origina una sobreestimación de los datos reales.

4) La cifra no distingue en qué tipo de soldadura son utilizados los robots.

## AREA DE APLICACION DE ROBOTS

(6 PRINCIPALES PAISES, 1985)



I: De transferencia; I-A) Carga y descarga; I-B) De manipulación. II: De ensamblaje; II-A) Soldadura por punto; II-B) Soldadura por arco. III: De trayectoria continua. Otros: De inspección, para educación e investigación, y de otros tipos.

Revisando lo concerniente a los productores de robots, tenemos que no hay una cuantificación exacta del número de firmas productoras de estos; pero ha sido estimado, que:

"...en 1985 había aproximadamente unas 300 firmas de productores de robots en el mundo.

Actualmente hay probablemente unos de 100 productores." (SCA, 1988, pp. 72)

De acuerdo al Anual Review of Engineering, Industries and Automation, la renta total de los productores de robots a nivel

mundial sumó aproximadamente \$1,700 millones de dólares en 1986. De esta cantidad, los productores más importantes de robots a nivel mundial: ABB, GMF y Yaskawa contaron con el 11.2%, 11.0% y 6.5% respectivamente. En 1987 la renta total disminuyó a 1,400 millones de dólares aproximadamente, de la cual ABB tenía el 17.4%, 8.6% para Yaskawa y 7.0% para GMF. (ICC, 1986-1987, p. 55)

La fase inicial del mercado de la robótica (segunda mitad de la década de los setenta) "está soportada por sólo tres fabricantes: UNIMATION, VERSATRAN y PRAB." (Angelo, p. 349) A partir de 1980, los acontecimientos se aceleran y se afirman modificaciones importantes. En los primeros años de la década surge un gran número de empresas pequeñas, debido principalmente a la recesión que ha afectado a las grandes, a la especialización e innovación de las nuevas empresas y a la gran demanda de robots por parte de la industria automotriz. Para una idea más completa de los principales productores de robots y su origen, ver el cuadro 3.4.

Estudiando el mercado de la robótica en las principales áreas del mundo encontramos lo siguiente.

En 1980 Unimation, Cincinnati Milacron y PRAB Robots, poseían más del 80% del mercado de los Estados Unidos (Ver cuadro 3.5 y su correspondiente gráfica) pero para 1982 su participación había descendido al 56%; correspondiendo el restante 44% a nuevos competidores. Por lo tanto, la oferta de robots en los Estados

## CAMBIO 3.4

## PRINCIPALES INDUSTRIAS PRODUCTORAS DE ROBOTS Y SU ORIGEN

EUROPA DEL ESTE	ESTADOS UNIDOS	JAPON
<b>AUTOMOTRIZ</b>		
Volkswagen (RFA)	General Motors	Toyoda (Toyota)
Fiat (Italia)	Fanuc	
Renault (Francia)	(DNF) Robotics	
Volvo (Suecia)		
<b>MAQUINARIA ELECTRICA, ELECTRONICA, COMPUTADORAS) INCLUYENDO CONJUNTOS CON CAPACIDADES ELECTRONICAS.</b>		
ASEA (Suecia)	IBM	Mitachi
Olivetti (Italia)	Unimation (Westinghouse)	Matsushita Electric
Siemens (RFA)	General Electric	Toshiba
DEA (Italia)		Sasawa Electric
		NEC
		Fujitsu Fanuc
		Mitsubishi Electric
		Fuji Electric
<b>INGENIERIA MECANICA; MAQUINAS-HERRAMIENTAS, MANIPULADORES, TECNOLOGIA DE PROCESAMIENTO, ETC.</b>		
Kuka (RFA)	Cincinnati Milacron	Kawasaki Heavy Industries
Traila (Noruega)	Bendix	
	Frab Robotics	

FUENTES: Production and Use of Industrial Robots, 1984, UCR.

Unidos se diversificó durante la primera mitad de los años ochenta.

Los nuevos productores de robots que entraron al mercado, en ese periodo, pueden ser clasificados en dos grupos:

a).- El primer grupo consiste en grandes empresas como General Motors e IBM, gigantes de la electrónica, las cuales tienen

## CUADRO 3.5

ESTIMACION DE LA CUOTA DE MERCADO DE LAS COMPAÑIAS FABRICANTES DE ROBOTS EN EUA  
(1980-1983, en miles de dólares)

EMPRESAS	1980		1981		1982		1983 <sup>a</sup>	
	Ventas	I	Ventas	I	Ventas	I	Ventas	I
Unimation	39,960	44.4	60,200	44.0	62,510	32.9	43,500	17.4
Cincinnati Milacron	29,980	32.2	50,045	32.0	31,730	16.7	34,000	15.6
Prab Robots Inc.	5,490	6.1	8,215	5.3	12,350	6.5	16,250	6.5
Devilbiss	4,950	5.5	6,510	4.2	23,560	12.4	21,750	8.7
ASEA Inc.	2,520	2.8	6,990	5.0	9,500	5.0	13,750	5.5
Copperweld Robotics	2,970	3.3	3,565	2.3	1,900	1.0	3,500	1.4
Total de las 6 grandes	84,870	94.3	145,545	93.9	141,550	74.5	122,500	53.0
Otras Compañías	5,130	5.7	9,455	6.1	40,450	25.5	117,500	47.0
Mercado total	90,000	100.0	155,000	100.0	190,000	100.0	250,000	100.0

FUENTE: Ansoev, Isaac y Prensall, E., "Robots", Océ Editores, Barcelona, España, 1980, pp. 124.

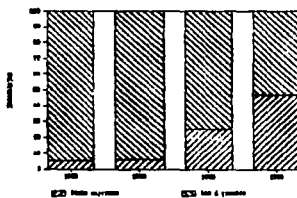
Notas: Las cifras de ventas de cada compañía se determinaron a partir de su porcentaje de participación en las ventas totales.

ya sea divisiones dedicadas a construir robots o bien tienen subsidiarias distribuidas en el mundo. Estas empresas, además, han llevado a cabo, por muchos años, investigaciones para desarrollar el campo de la robótica.

b).- El segundo grupo de firmas, consiste en un gran número de empresas pequeñas con antecedentes en electrónica, tal es el caso de Automatix. Por

GRAFICA 3

Estructura del mercado del Robots en los E.U.A.  
(1980-1983)



v a r i a s r a z o n e s (financiamiento, competencia, etc.) estas compañías han concentrado sus actividades en ciertos segmentos del mercado de robots, tales como sistemas de ensamblaje, sistemas de visión, instalación, etc.

En el caso de Japón, este país se encontró por primera vez con los sofisticados robots industriales en 1968, cuando Kawasaki Heavy Industries empezó a producir robots, gracias a una licencia concedida por Unimation, Inc. Desde entonces un gran número de firmas ha entrado al campo de los robots.

En Japón, los cinco fabricantes más importantes de sistemas de robots industriales son: Fujitsu, Fanuc, Kawasaki Heavy Industries, Yaskawa Electric, Hitachi y Mitsubishi Heavy Industries. (Ver cuadro 3.4). Tanto estos como los restantes fabricantes, están relacionados con la producción automovilística y electrónica, además de que la mayoría de las compañías japonesas construyen sus robots para el uso de sus propias industrias. Sin embargo, una política, por parte del gobierno japonés, de notable ayuda a la fabricación, implantación e investigación en el campo de la robótica, ha propiciado la posición puntera de este país; es previsible que en poco tiempo sus robots invadan los mercados internacionales.



Por su lado, Europa entró tardíamente al mercado de la robótica. "En el comienzo de la década de los 80, la procedencia de casi la cuarta parte de los robots instalados en Europa era AMERICANA." (Angulo, p. 373)

A pesar de esto, a partir de la década de los ochenta varias empresas han ingresado a la robótica. Países como Suecia, Noruega, y la República Federal de Alemania, tienen gran participación en el mercado mundial de robots.

Suecia con la empresa ASEA se ha extendido por todo el mundo siendo considerada una de las principales empresas en el mercado mundial. La robótica es sólo una de las actividades del grupo ASEA, deliberadamente orientado hacia la alta tecnología.

Otra empresa europea extendida por todo el mundo es la noruega Trallfa; en la R.F.A. las firmas Volkswagen y Kuka son las más importantes; en Italia y Francia han aparecido constructores de reconocida fama mundial a la sombra de grandes empresas; por ejemplo, en Italia Comau, pertenece al grupo FIAT y Osai S.A. a Olivetti. En Francia el principal constructor, ACMA-CRIBIER, abastece a Renault.

También en otros países europeos como Inglaterra, Finlandia y España, se ha iniciado una etapa de fabricación y desarrollo de robots, impulsada por las grandes compañías mundiales. En

Inglaterra hay fabricas montadas por Unimation, Inc. y Cincinnati Milacron, en España se abrió en 1983 una división de ASEA.

"Quitando en Europa dos excepciones (ASEA y Olivetti), las empresas del sector automovilístico son las que han destacado principalmente. FIAT en Italia mediante Cosau; Volkswagen en la RFA...Renault en Francia... a través de su filial ACMA. La etapa actual está marcada sin embargo, por la entrada en el sector de los grandes grupos de la electrónica, de la informática y de los bienes de equipo: Thomson y Matra en Francia; DEA en Italia; Kuka en RFA, BEC en Gran Bretaña." (CORTES, 1988, pp. 48)

Es importante destacar este hecho, muestra la forma en que los europeos han seguido los pasos tanto de los japoneses como de los estadounidenses, en dos sentidos: La similitud con los japoneses se encuentra en que son en muchos casos (sobre todo los de la industria automotriz) los productores de robots quienes usan sus propias unidades. La similitud con los norteamericanos es que sólo hasta últimas fechas, los grandes grupos de la electrónica, de la informática y de los bienes de equipo, han efectuado su entrada en la producción de robots. En los Estados Unidos este fenómeno es particularmente espectacular, ya que IBM, Westinghouse y General Electric sólo hasta ahora han entrado a la producción de robots.

Por otro lado, conjuntamente con la gran actividad que mostró la producción y la instalación de robots a nivel mundial, en la primera mitad de la década de los ochenta, también estos

años se caracterizaron por un gran dinamismo en los acuerdos firmados entre compañías de diferentes países para la producción, comercialización e instalación de equipos de robots.

General Motors uno de los mayores usuarios de robots conformó la compañía General Motors Fanuc Robotics, una sociedad conjunta con Fanuc de Japón. Además de la compra de Unimation por parte de Westinghouse, uno de los gigantes de la electrónica a nivel mundial.

"Estos y otros acuerdos no son sorprendentes... ya que el costo de desarrollo de un sólo robot prototipo es superior [en 1985] a 1 millón de dólares y el costo total de la entrada en el mercado va de 15 a 28 millones de dólares." (Castro, p. 141)

En general, hay varios métodos corporativos que los constructores de robots han adoptado para disminuir sus costos de construcción, de mercado, de instalación, etc. Los métodos más sobresalientes son: acuerdos de cesión de licencias, sociedades conjuntas, y apertura de subsidiarias en diferentes países. La importancia de los acuerdos internacionales en el área de los robots está claramente ilustrada en el cuadro 3.6 y en el gráfico dos.

De este cuadro, cabe hacer algunos señalamientos:

## CUADRO 3.6

## ACUERDOS INTERNACIONALES

ACUERDOS DE CESION DE LICENCIAS	OTORGANTE	CONCESSIONARIO
EUA-Japón	Unimation (Westinghouse) Prab	Kawasaki <sup>1</sup> Murata Machinery
Japón-EUA	Dainichi Iiko Hitachi Hitachi Hirata Komatsu Mitsubishi Nachi Fujikoshi Sankyo Seiki Yaskawa Yaskawa Yaskawa	GCA Automatix GE Autoatix Westinghouse Westinghouse Advanced Robotics IBM Machine Intelligence <sup>2</sup> Bendis Mobot Brothers
EUA-Noruega	Devaltass	Trallfa
EUA-Finlandia	Unimation	Nokia
EUA-B. Breaña	American Robots	Rediffusion Simulation
Francia-EUA	Socialv	Allegheny International
Italia-EUA	Basfer DEA Olivetti	Mordson <sup>3</sup> GE Westinghouse
R.F.A.-EUA	Nipco Volkswagen Jungheinrich	United Technologies GE Automatix
<b>SOCIEDADES CONJUNTAS</b>		
Japón-EUA	Fanuc Ransburg	GM Tokico <sup>4</sup>
Francia-EUA	Renault	Ransburg
Italia-EUA	Fiat-Cosau	Bendis <sup>5</sup>

a).- La mayoría de los acuerdos de licencia son entre los productores de Europa Occidental y Japón (otorgantes) con

#### SUBSIDIARIAS

EUA-G. Bretaña	Uniatim	Uniatim
Suecia-EUA	ASEA	ASEA
FABRICACION Y/O MARKETING	BE	A
EUA-Bélgica	Prab	Fabrique Nationale
EUA-Canadá	Prab	Canadian English
Japón-EUA	Dainichi Kiko Dainichi Kiko Hitachi	GCA Cincinnati Mila. Automatiz
Japón-Alemania	Famuc	Siemens

#### ACUERDOS DE FABRICACION CON MARCA DE CLIENTE

EUA-EUA	Therawood Therawood	Binit Cycloatic
---------	------------------------	--------------------

#### FABRICANTES DE EQUIPOS ORIGINALES

EUA-EUA	American Robots Therawood	Cycloatic Didde Graphics
---------	------------------------------	-----------------------------

- Fuente: *Inform. Isaac y Frontal, S. "Robota", S.A., Barcelona, España, 1979, pp. 140 y 141.*  
 Notas: Este cuadro no incluye todos los convenios internacionales sólo se muestra.  
 1) Este acuerdo está siendo renegociado.  
 2) Yokawa proporciona robots a Machine.  
 3) Nordson anunció, en enero de 1984, su retiro de la robótica.  
 4) Fenix es una subsidiaria de Fujitsu, Ltd., una empresa de telecomunicaciones.  
 5) Hitachi posee el 40% de Telect y otro, 4 en vez, posee el 25.0% de Hansburg Japan.  
 6) Bendix fue absorbida por Allied, en 1983.

los productores de Estados Unidos (concesionarios). Al mismo tiempo, varios constructores de Europa Occidental han adquirido derechos de licencias de los productores japoneses. Aunque también hay algunos ejemplos de acuerdos de licencias en la dirección opuesta; es decir de Europa y

Estados Unidos (como otorgantes) hacia Japón (como concesionario):

OTORGANTE	CONCESIONARIO
Unimation (EUA)	- Kawasaki Heavy Industries (Japón) - Nokia Steel (Japón)
Trallfa (Noruega)	- Kobe Steel (Japón)
DEA (Italia)	- Amada Engineering (Japón)

b).- Algunos productores de Japón, Norteamérica y Europa Occidental, han firmado acuerdos de licencias con productores de Europa Oriental, por ejemplo Bulgaria.

c).- En muchos casos los acuerdos han tomado la forma de Sociedades Conjuntas. Las principales alianzas en este sentido son:

General Motors (EUA)	Fujitsu Fanuc (Japón)
Siemens (R.F.A)	Fujitsu Fanuc (Japón)
Cincinnati Milacron (EUA)	Dianichi Kiko (Japón)
Machine Intelligence (EUA)	Yaskawa Electric (Japón)
Ransburg Corp. (EUA)	Renault Automation (Francia)

Bendix (EUA)

Comau (Italia)

IBM (EUA)

Ilsag (Italia)

Por último, es importante hacer algunas aclaraciones a cerca del gráfico 2 presentado a este respecto (,,. .).).

La información está basada en un gran número de fuentes: libros, reportes, artículos de periódicos, etc. Dado que la información en las fuentes referidas no es siempre verificable, probablemente hay partes de ésta que son incorrectas y otras que resultan incompatibles con el resto. Por esta razón, la información de dicho cuadro debe servir sólo como un indicador de los acuerdos internacionales.

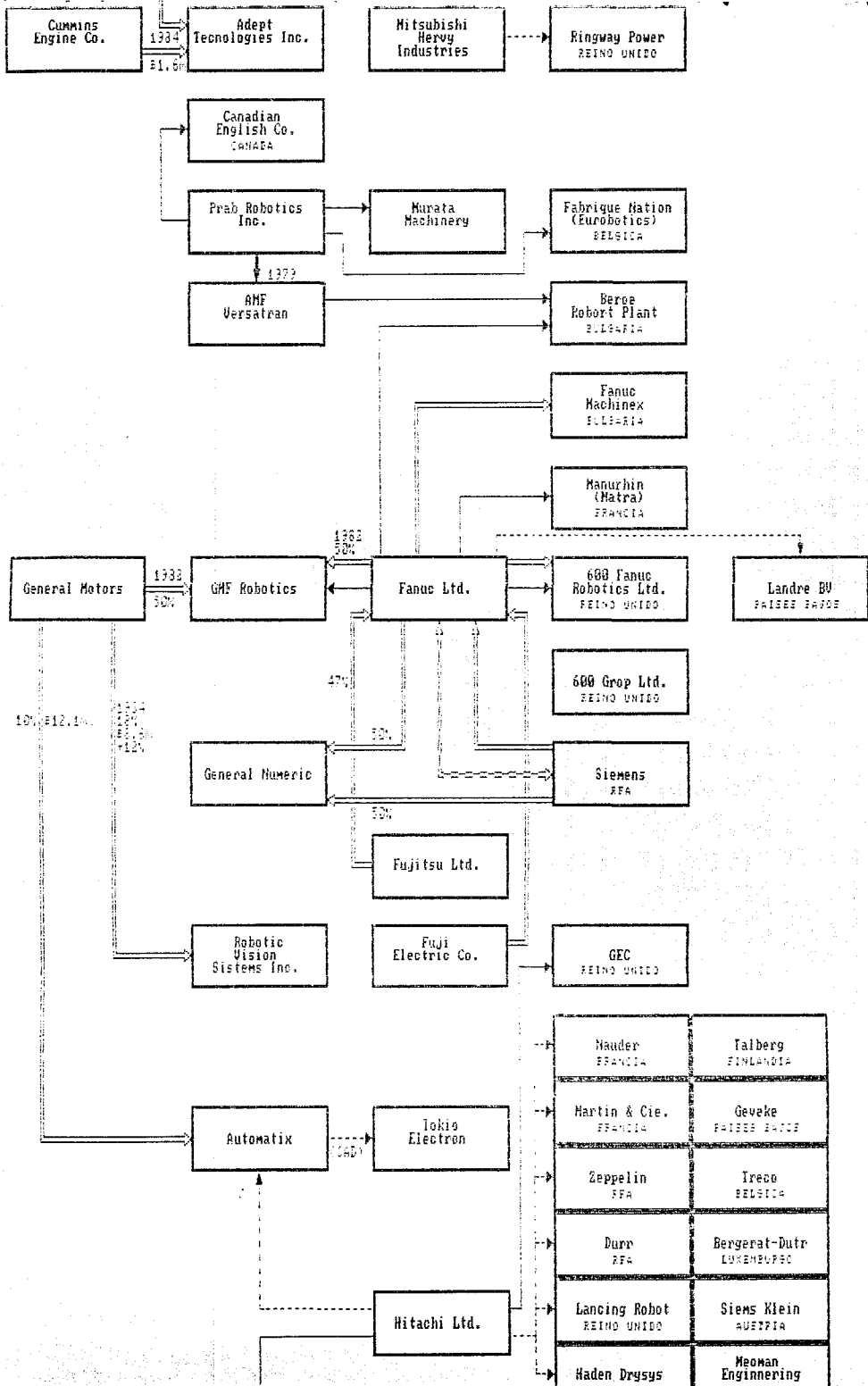
Así mismo, la información no es del todo completa, posiblemente hay algunos acuerdos que no están considerados, u otros que han sido suspendidos. A tales cuadros, hay que agregar los principales acuerdos que tuvieron lugar en 1988 y 1989:

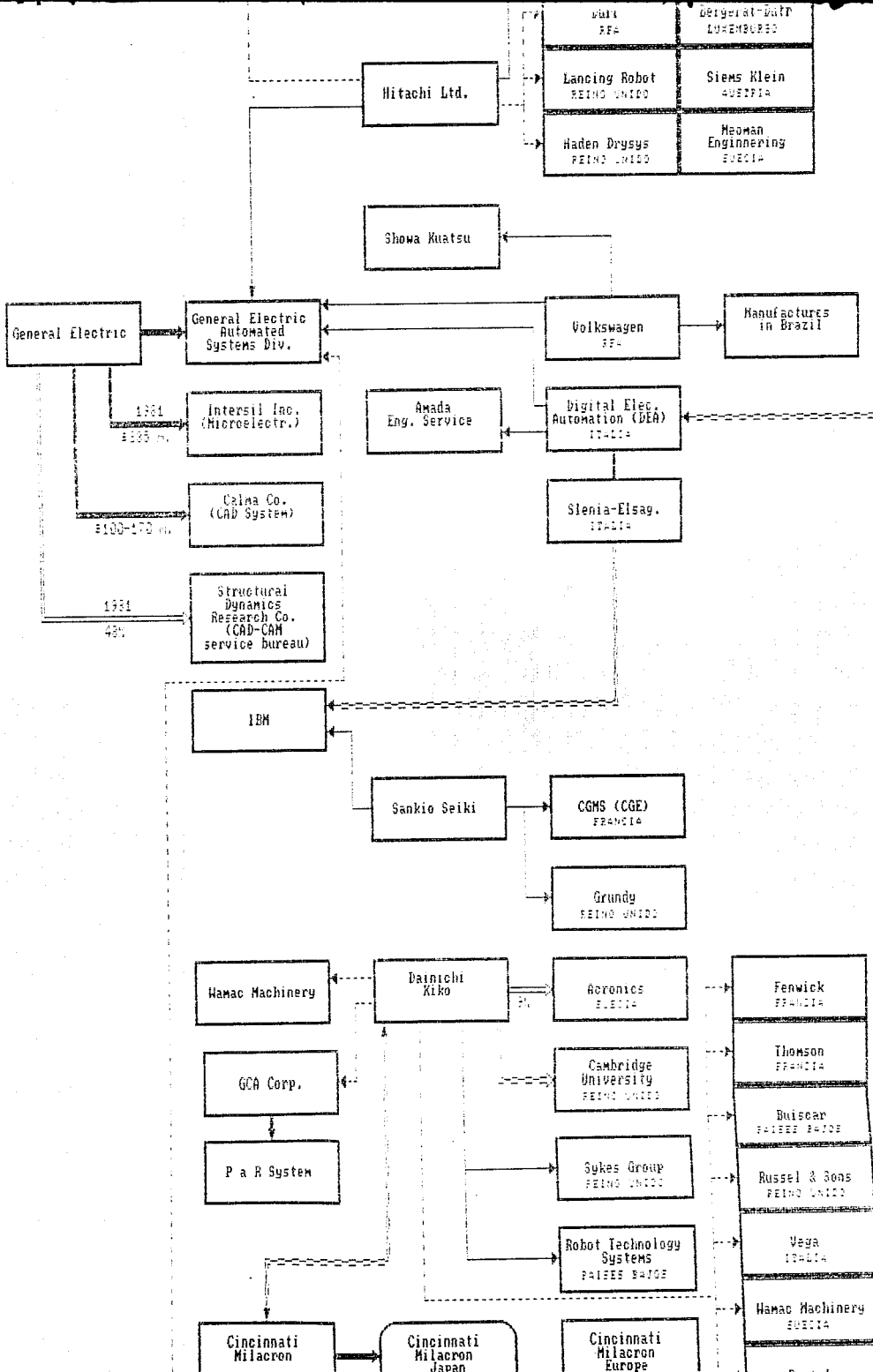
- ABB Robotics adquirió dos terceras partes de la propiedad de Montage and Test Automation GmbH (RFA) y adquirió el 12% de la propiedad de Selcom (Suecia).
- ABB Robotics y Matsushita Electric (Japón) acordaron que esta última compañía comercializará los robots de ABB en Japón.

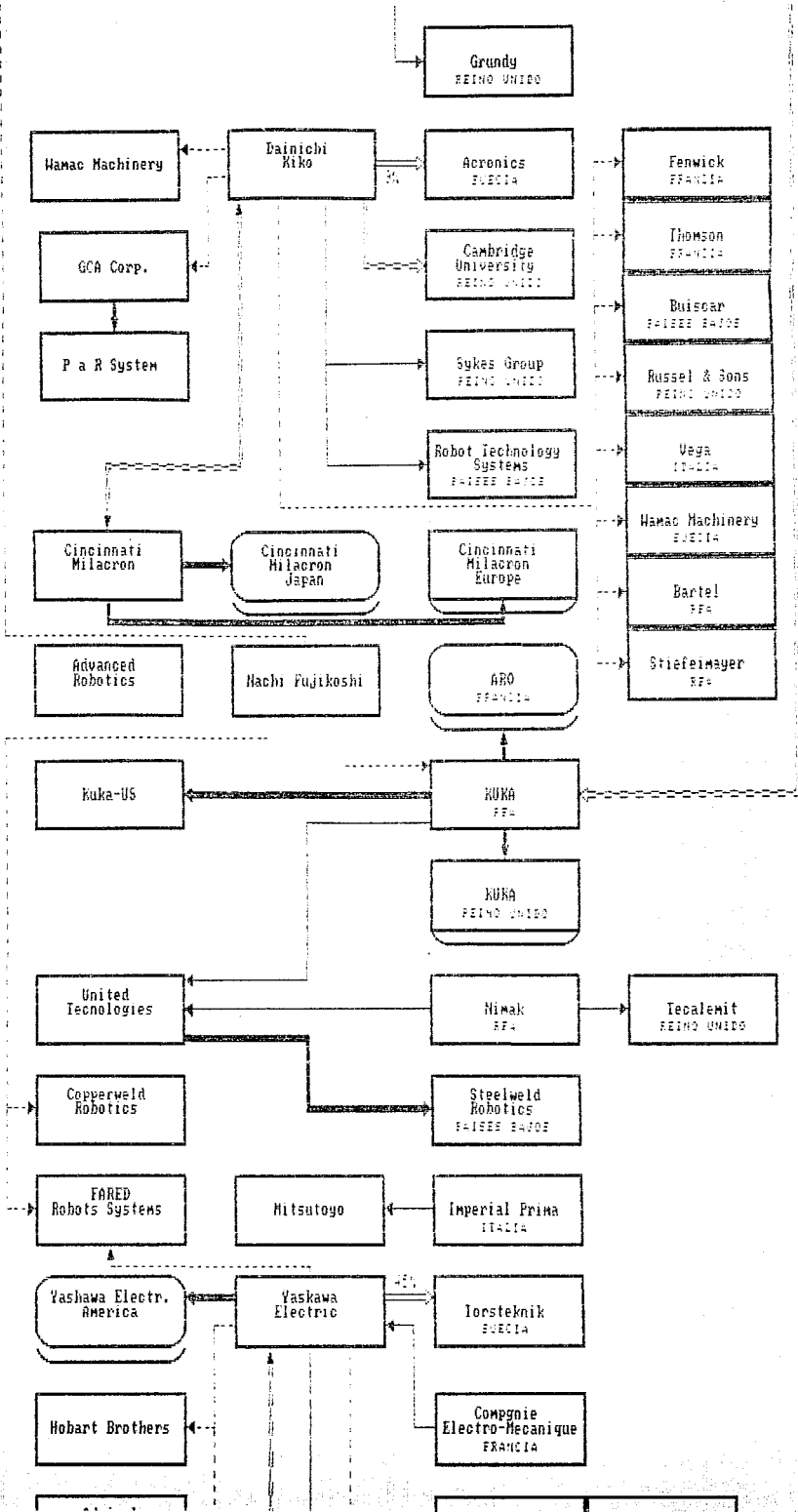
- El negocio de la automatización de Westinghouse fue vendido a Staubli International (Suiza).
  
- ABB Robotics (Suiza y Suecia) firmaron un acuerdo de cooperación con Samsung Heavy Industries Co. Ltd. (República de Corea), la cual comercializará los robots de ABB en Corea del Sur.
  
- Cincinnati Milacron Inc. (EUA) firmó un acuerdo de cooperación con Panasonic, una subsidiaria de Matsushita Industrial Equipments (Japón), la cual construirá robots de soldadura por arco para ser comercializados exclusivamente por Cincinnati Milacron en los Estados Unidos.





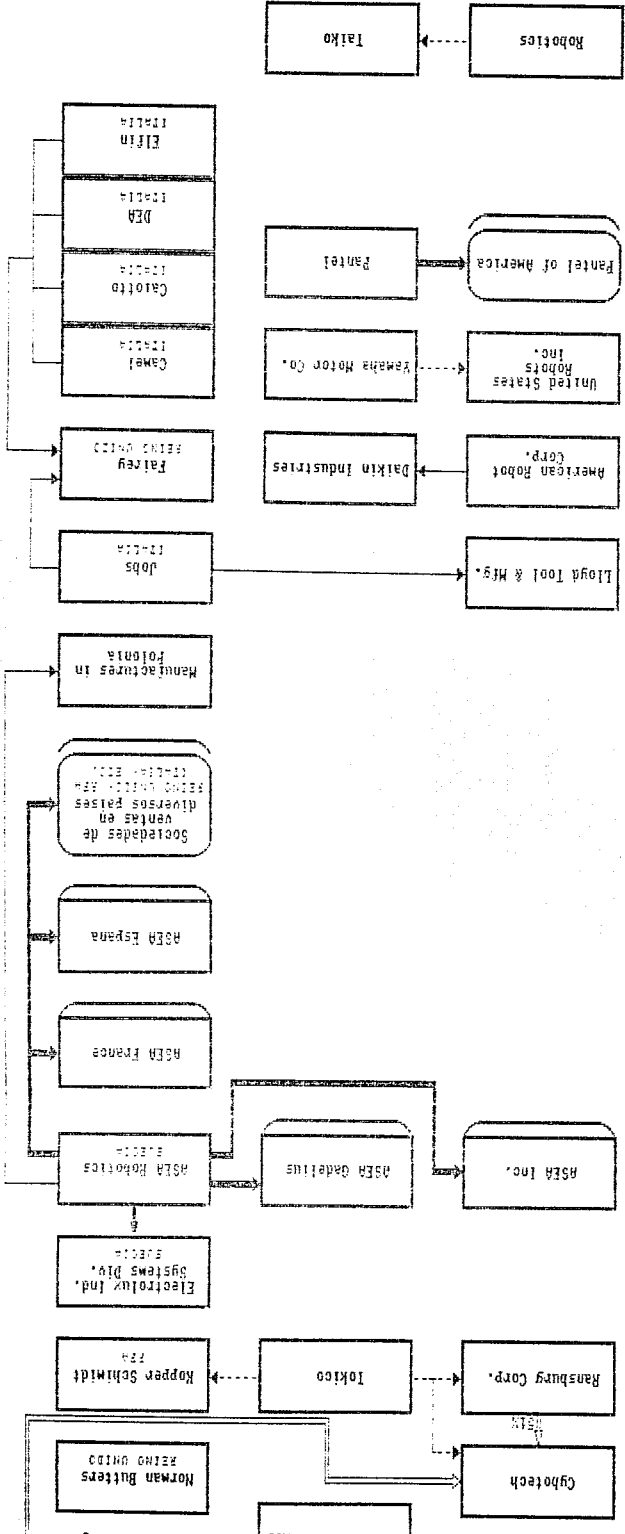


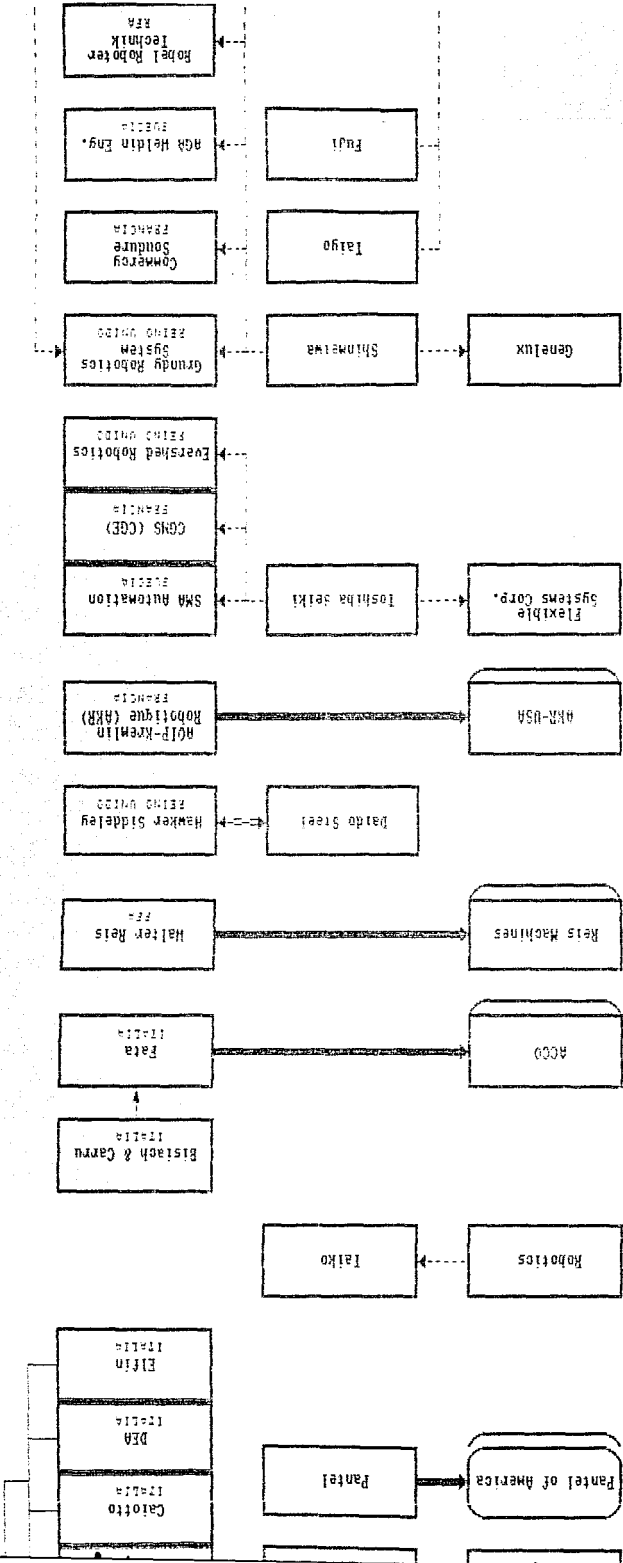




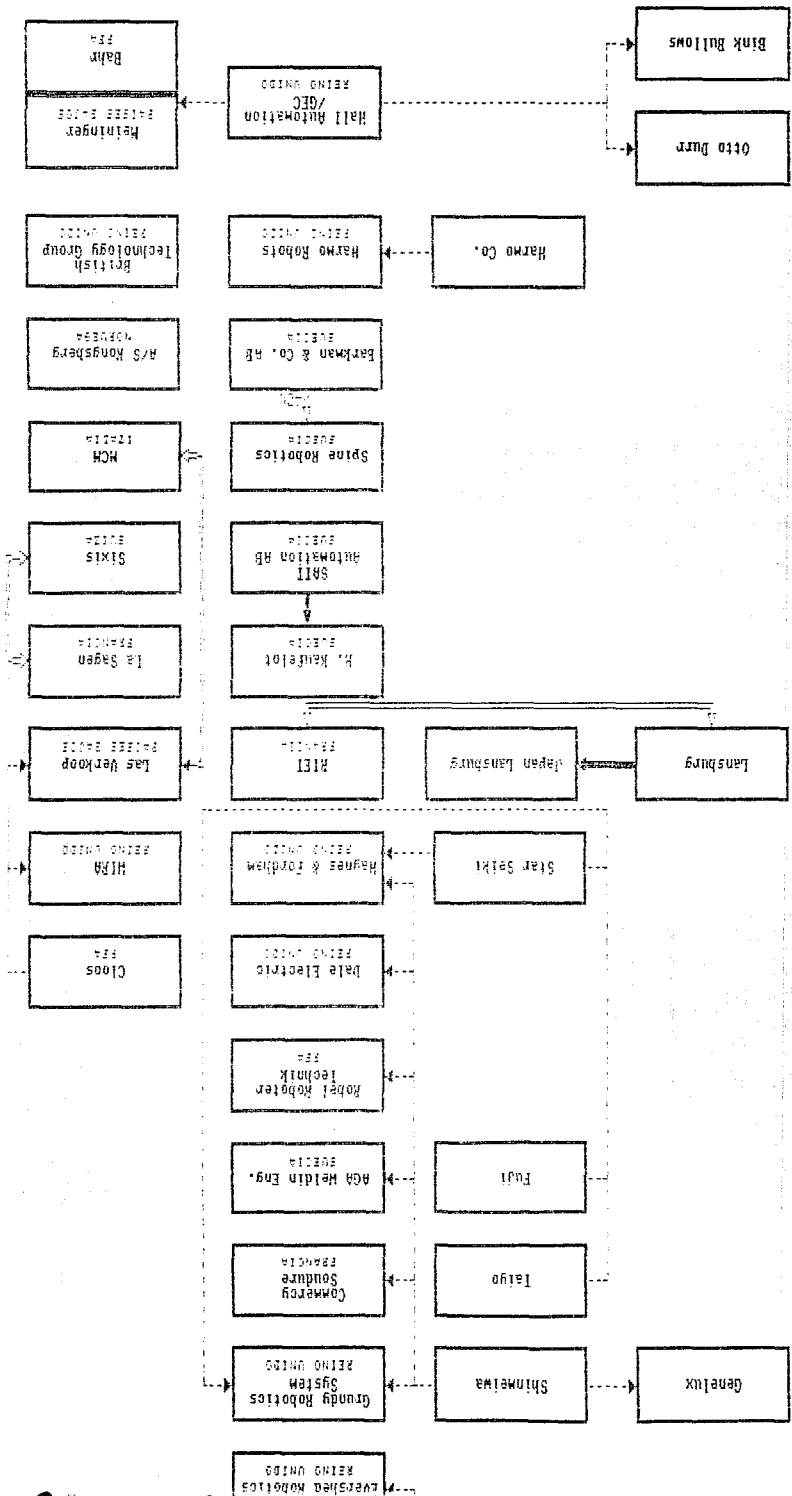


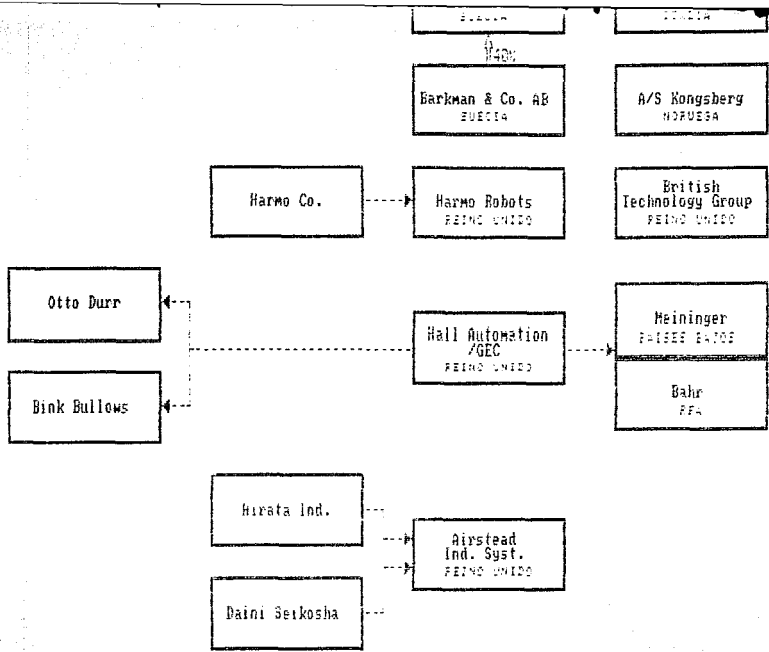




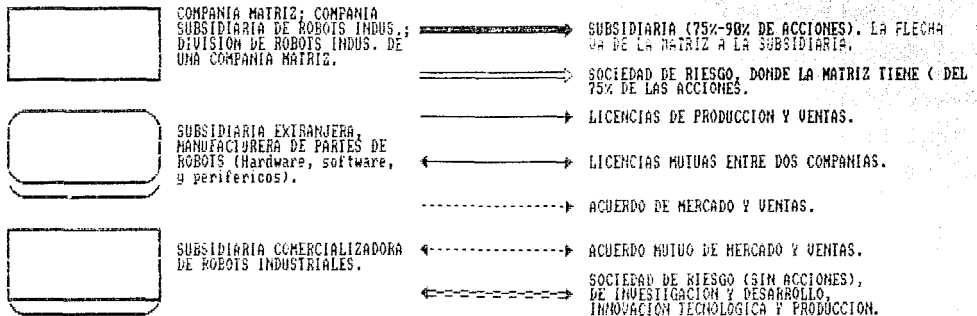








## SIMBOLOGIA



FUENTE: Datos tomados y traducidos de: Production and Use of Industrial Robots, 1996, ECE, pgs. 124-129.

### **3.4 REPERCUSIONES ECONOMICAS Y LABORALES DE LA ROBOTICA.**

En el siguiente capítulo analizaremos ampliamente los efectos económico-laborales de la introducción de los robots en un estudio de caso de la industria automotriz en México.

En el punto que en este momento se aborda, sólo se presentarán algunos señalamientos generales sobre dichos aspectos.

Cuando hablamos sobre el momento histórico en el que se introducen los robots en la industria, afirmamos, que esta entrada se ubicaba durante la crisis del fordismo y que la implementación de esta nueva maquinaria en el taller fordista está centrada en dos grandes objetivos:

Intentar obtener una mayor productividad reduciendo los tiempos muertos, los tiempos improductivos de circulación.

El segundo objetivo es intentar aportar agilidad y flexibilidad a la rigidez de los recorridos de producción.

Pues bien, para lograr estos objetivos, primeramente hay que señalar, que nos sólo se consideran a los robots como elementos

indispensables, sino que la robótica en general y los restantes elementos de la nueva tecnología, que tienen como objetivo incrementar la automatización, están incluidos como indispensables para el logro de los objetivos mencionados.

"En la forma más sencilla, se procede a una simple sustitución de los hombres por las máquinas. En la más elaborada, se automatiza un conjunto de tareas homogéneas en un taller o en una sección de taller. En este caso se trata de una automatización integrada." (COWI, 1969, pp. 70)

En el primer caso, el de la simple sustitución, se procede a sustituir las operaciones realizadas de manera manual por operaciones realizadas de manera mecánica o eléctrica. Los robots, pick and place que trasladan una pieza de un lugar a otro o bien para carga y descarga de maquinaria, son un ejemplo.

Esta nueva situación permite ahorros en los tiempos de operación, una mayor regularidad en la actividad a realizar y por supuesto un mayor grado de utilización de la maquinaria; es decir, en un robot programado con cierto tiempo para realizar la operación, a menos que surja un desajuste, la operación se realiza en el tiempo programado, con el mismo ritmo, permitiendo el uso constante de toda la maquinaria.\* Adicionalmente, como en

---

\*.- En el caso teórico, aumentase la necesidad inherente a la máquina de su utilización intensiva (ver pg. 121)

cualquier otra maquinaria. la regularidad de su actividad puede ser prolongada a todas las horas del día.

En el segundo caso, que se refiere a una automatización integrada, es más claro el objetivo de limitar los tiempos improductivos.

Lo anterior se obtiene gracias al trabajo conjunto de los robots con las computadoras y las máquinas-herramientas; siendo el centro de control quien organiza de manera estrictamente coordinada al resto de medios de trabajo.

Sin embargo, una gran parte de los medios de trabajo utilizados con este fin son tecnológicamente más antiguos. Además, en ocasiones, una parte de las labores de alimentación, de traslado y posicionamiento de materiales, no pueden ser automatizadas completamente y tienen que seguir siendo efectuadas de forma manual, teniendo como resultado el carácter heterogéneo de ciertos segmentos de producción, en donde, robots y hombres coexisten cotidianamente con otro tipo de maquinaria.

Dentro de esta categoría de automatización, existen diferentes niveles; pero lo importante a destacar es que, gracias a la automatización integrada, efectivamente se han disminuido los tiempos improductivos en el proceso de producción y se ha

incrementado la productividad considerablemente, un caso ejemplar es la industria automotriz, la cual en su momento será analizada.

Algunos ejemplos de las ventajas económicas obtenidas a través del uso de los robots industriales son presentadas en Production and Use of Industrial Robots. (1981, 1983)

-Chrysler reemplazó 200 soldadores con la introducción de 50 robots en una planta; la producción se incrementó de 50 a 65 carros por hora.

-Fiat aumentó su número de robots en un 30%, con el propósito de incrementar la automatización en las operaciones de soldadura por punto hasta en un 98%; el tiempo de trabajo directo por cada carro decreció en 1.5 horas.

-La introducción de 125 robots en la planta de Renault en Douai, en 1982, incrementó la producción anual a 80 carros por trabajador.

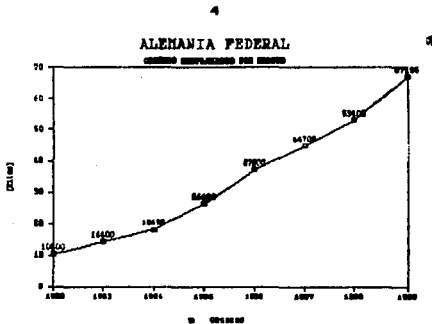
-El uso de un robot para unir materiales en British Leyland incrementó la rapidez de esa operación en 100%.

Otro elemento importante que contribuye al incremento de los beneficios de las industrias que utilizan robots, es la disminución en los costos, mediante la sustitución de hombres por

máquinas; en promedio según algunas estimaciones, un robot puede reemplazar de 2 a 3 trabajadores (ver los gráficos del 4 al 8). Por supuesto, la capacidad de sustituir la actividad humana no es un atributo único de los robots. En la práctica toda máquina responde a esta necesidad capitalista.

#### GRAFICOS

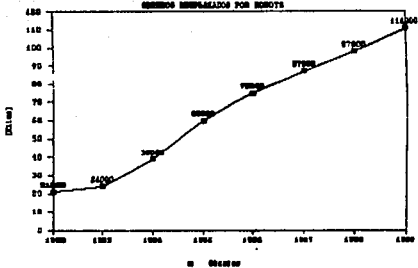
Número proyectado de trabajadores desplazados como resultado de la instalación de robots. Estas proyecciones se determinan multiplicando la base instalada del cuadro 3.1 por una tasa de sustitución de 3 trabajadores por robot. Como ésta es una tasa de sustitución considerada como alta, considérense con reserva.



5

## ESTADOS UNIDOS

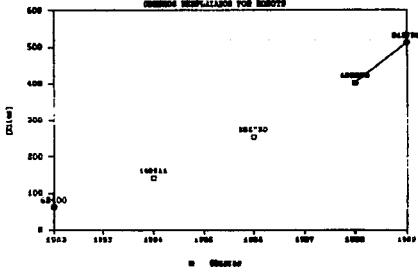
SERVICIO EMPLEADOS POR RESORTS



6

## JAPON

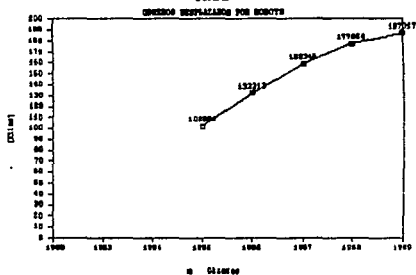
SERVICIO EMPLEADOS POR RESORTS





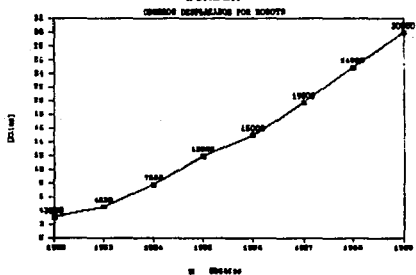
7

## URSS



8

## ITALIA



FUENTE: ECE, Working Party on Engineering Industries and Automatin, Production and Use of Industrial Robots, 1985.

Sin embargo, debido a que la robótica es una tecnología relativamente reciente, aún no existen elementos empíricos suficientes, muchos autores se resisten a plantear una tendencia concreta de largo plazo en lo que al trabajo y el empleo se refiere; más aún, existe una gran polémica cuyo espectro abarca desde posiciones que avalan y justifican la automatización hasta aquellas que la consideran como una proceso nefasto para la sociedad.

No obstante, a partir de la entrada de los robots a las fábricas, existen ciertos hechos que permiten visualizar cambios en el empleo y el trabajo que es necesario tener en cuenta.

Algunos robots han sido instalados en aplicaciones que se consideraban inseguras o desagradables para los obreros. Si bien el trabajador desplazado en estas aplicaciones fuera capaz de encontrar mejores empleos, en mejores entornos, entonces el impacto claro de la robótica sería mejorar la calidad de vida del trabajador. Pero las aplicaciones no están limitadas sólo a actividades no deseables o peligrosas para los humanos; el efecto de la entrada del robot al taller, significa desplazamiento del operario humano por nueva maquinaria. Por supuesto, tampoco es la motivación principal de quienes introducen robots, la eliminación de las tareas peligrosas o desagradables.

Los obreros especializados son los más afectados en esta tendencia; es decir, los que laboran en las actividades de mecanizado, montaje, soldadura, y en general aquellos que tienen una participación directa en el proceso productivo. He aquí algunos ejemplos de tal tendencia.

"...Una línea de soldadura instalada en la planta Volvo en Suecia, gracias a veintisiete robots Unimate, el trabajo de 07 soldadores lo desempeñan ahora siete obreros. Para el conjunto de la industria automotriz, una encuesta de la Society of Manufacturing Engineers (SME) predice que el 50% del ensamble directo de cada coche se llevará a cabo mediante automatización programable o robots para 1995." (Moston, 1981, pp. 80)

"Para el caso específico de Japón, un informe de la OCDE plantea que el uso de robots en ese país provocará una reducción de entre 200 mil a 500 mil empleos para 1985." (Moston, pp. 81)

Además del desplazamiento de mano de obra directa, con la entrada de los robots, otra gran tendencia es el crecimiento de las tareas de vigilancia y control, tareas que conllevan exigencias de nuevas calificaciones en la fuerza de trabajo; en donde los conocimientos de electrónica, electricidad y regulación, ocupan un lugar central.

En los niveles más altos de especialización obrera dentro de la fábrica; son precisamente dichos conocimientos lo que entran en acción,

"...Las tareas de programación se vuelven pesadas y complejas cuando se pasa de: simple ajuste de las herramientas mecánicas a unas tareas consistentes en introducir en las memorias de los autómatas o de los robots, los programas de las operaciones que deben repetirse después."

(CORPUS, 1989, p. 134)

En la práctica, la administración de la empresa orienta su atención hacia jóvenes para conducir y mantener las instalaciones automatizadas en perjuicio de los trabajadores de más edad y de los que se juzga que no tienen suficiente nivel de formación inicial.

Por lo demás, algunos autores coinciden en que los empleos creados, están lejos de compensar los empleos suprimidos.

**CAPITULO 4.****ROBOTICA EN LA INDUSTRIA  
AUTOMOTRIZ MEXICANA:  
UN ESTUDIO DE CASO.**

La robótica se empezó a introducir en nuestro país a finales de los años setenta. Tal proceso, localizado, esencialmente en la industria metal-mecánica, observa dos patrones de difusión:<sup>10</sup>

El primero tiene lugar a finales de la década de los setenta y se ubica en la industria automotriz terminal, en algunas industrias de bienes de capital, así como en algunas paraestatales como PEMEX y la CFE. "Es importante mencionar que este primer patrón de difusión casi siempre está asociado a la construcción de plantas nuevas o a proyectos nuevos." (Heraldo, pg. 222)

En los ochenta, se inicia el segundo patrón de difusión, en la industria de autopartes y en la industria de bienes de capital intermedio. La diferencia esencial, con respecto al primer patrón de difusión, es que las empresas usuarias son industrias medianas

---

10.- De acuerdo al estudio realizado por Heraldo Heron, 1980.

y pequeñas de capital nacional o mixto, aunque con licencias extranjeras algunas.

Como se observa, el estudio de la difusión de la robótica en nuestro país, es bastante amplio y rebasa los objetivos del presente trabajo. Es por ello que sólo se analiza la introducción de robots y sus repercusiones, en un estudio de caso realizado en la Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo, de la Ford Motor Company.

Es precisamente de la industria automotriz de donde se seleccionó realizar el estudio de caso, dada su gran importancia, y su papel como pionera en la estrategia de reconversión industrial a nivel internacional; en la cual, la introducción de nueva tecnología y específicamente de robots, ha jugado un papel importante, como parte de la respuesta del capital para salir de la crisis mundial, manifiesta desde la década de los años setenta.

Además, en esta rama productiva se concentra un alto porcentaje de los robots instalados en el país. De acuerdo a Ibarra, existen aproximadamente 500 robots en México, de los cuales la compañía Ford posee a más de 200 de estos. (Ibarra, pp. 10)

#### **4.1 LA CRISIS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA.**

Desde inicios de la década de los sesenta, la industria automotriz mexicana vivió un profundo desarrollo inducido, en mucho, a través de la política estatal.

Dicha expansión tuvo su cimiento principal en la producción para el mercado interno. Fue precisamente en este periodo, en el que la industria tiene una contribución importante en el endeudamiento del país, siendo dependiente del aprovisionamiento, no sólo de la maquinaria sino también de materias primas y de partes y piezas; por lo cual la balanza comercial del sector es negativa.

En 1976-1977, la industria sufre un primer periodo de recesión que, sin embargo, no la afectó de manera fundamental. De 1977 a 1981 la industria automotriz registra su periodo culminante de desarrollo. En este lapso, la producción se duplicó de 280,813 unidades producidas en 1977 a 597,118 en 1981, observando un gran dinamismo en el porcentaje de producción que corresponde a camiones, de 32.4% en 1977 a 38.85% en 1981, mientras que el de automóviles disminuye de 66.82% en 1977 a 59.53% en 1981. Cabe destacar que durante este periodo, la

producción de automóviles tendió a una creciente diversificación de líneas y modelos. (ver cuadros 4.1 y 4.2).

CUADRO 4.1

PRODUCCION DE VEHICULOS POR SEGMENTOS  
(1977-1981, EN UNIDADES)

	1977	1978	1979	1980	1981	I.A.C.P. %
Automóviles	187,637	242,519	288,849	387,856	355,497	17.32
Camiones	98,823	137,939	158,183	178,456	231,963	26.42
Tractocamiones	1,985	2,118	4,767	6,819	8,217	69.1
Autobuses Integrales	1,348	1,551	1,987	1,675	1,441	1.68
TOTAL	288,813	384,127	444,426	498,806	597,118	28.76

FUENTE: La Industria Automotriz en México en Cifras, ANIA, México 1982, pp. 40.  
% Tasa Anual de Crecimiento Promedio.

CUADRO 4.2

ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LA PRODUCCION DE VEHICULOS POR SEGMENTOS  
1977-1981

	1977	1978	1979	1980	1981
Automóviles	66.82	63.14	65.01	61.85	59.53
Camiones	32.34	35.91	35.58	36.42	38.85
Tractocamiones	0.36	0.55	0.98	1.39	1.38
Autobuses integrales	0.48	0.40	0.43	0.34	0.24
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia a partir del cuadro anterior.

En el mismo período, las ventas de la industria son de 289,248 unidades en 1977, pasando a 571,813 en 1981, lo cual significó un incremento del 97.6%. En la participación en ventas por empresa, en 1971, Volkswagen y Chrysler mantenían poco más del 20% del mercado cada una, seguidas por Ford Motor Company con 17.6%, General Motors con 11.9% y Nissan con 10.5%, en conjunto,



CUADRO 4.3

VENTAS POR EMPRESA Y SU PENETRACION EN EL MERCADO  
1977-1990

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Chrysler	59,458 28.7	77,695 21.7	98,611 21.6	105,771 23.2	114,611 28.4	75,614 16.4	48,125 14.7
Ford Motor	58,392 17.6	69,279 19.4	74,423 17.0	86,289 18.9	111,235 19.0	86,722 18.8	47,898 17.6
General Motors	33,988 11.9	50,991 14.3	54,466 13.0	38,224 8.4	60,143 18.7	52,788 11.4	32,537 12.0
Nissan	30,198 10.5	35,537 9.9	45,984 11.0	47,320 10.4	66,182 11.8	67,401 14.6	51,719 19.0
Renault	18,453 6.4	14,412 4.1	15,879 3.8	21,460 4.7	19,464 3.5	22,848 4.8	19,883 7.2
VAH	20,023 7.0	22,427 6.3	25,491 6.1	27,285 6.0	33,594 8.0	15,349 3.3	3,219 1.1
Volkswagen	65,363 22.0	74,402 20.0	93,131 22.2	108,477 23.0	138,014 22.5	127,325 27.6	71,788 26.4
Diesel Nacional	7,538 2.6	13,380 3.7	17,740 4.2	19,754 4.3	22,551 4.0	12,965 2.8	4,623 1.7
Total Empresas	286,725 100.0	357,311 100.0	418,984 100.0	456,372 100.0	561,249 100.0	461,622 100.0	272,489 100.0
Total Industria	289,248	361,829	425,251	484,411	571,813	466,663	272,815
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Chrysler	54,742 16.7	65,871 17.1	46,793 10.3	39,999 16.2	80,862 23.0	93,345 21.1	91,942 18.88
Ford Motor	51,815 15.6	74,872 19.2	40,591 15.0	33,972 13.6	61,718 18.2	87,219 19.7	89,584 16.43
General Motors	40,899 14.7	55,722 14.4	31,971 12.5	40,984 16.6	47,725 14.1	72,455 16.4	52,529 16.12
Nissan	55,674 17.0	67,492 17.5	80,512 23.6	70,227 28.5	84,598 24.9	95,621 21.6	112,810 20.71
Renault	19,212 5.9	18,611 4.8	6,628 2.6	295 0.1	--	--	--
VAH	5,784 1.8	5,287 1.4	--	--	--	--	--
Volkswagen	87,646 26.7	91,684 23.7	64,969 29.2	56,611 23.0	68,785 17.9	86,829 19.5	145,871 26.64
Diesel Nacional	4,974 1.5	6,466 1.7	3,611 1.4	3,047 1.2	2,268 0.7	4,273 1.0	--
Total Empresas	327,845 100.0	386,225 100.0	256,317 100.0	246,223 100.0	339,168 100.0	441,914 100.0	544,658 100.0
Total Industria	330,287	391,649	258,835	247,944	341,919	445,663	550,386

FUENTE: Organismo Informativo de la ANEP, Boletín 209, enero de 1982; y los Boletines de enero de 1980 y 1991.

mantenían el 84% del mercado. Para 1981, la distribución es casi similar, las dos primeras siguen manteniendo más del 20% del mercado, igualmente seguidas por Ford Motors Company con 19.9%, Nissan con 11.8% y General Motors con 10.8% (ver cuadro 4.3).

En cuanto al empleo, el número de obreros casi se duplicó, de 24,758 obreros en 1977 pasó a 44,074 en 1981; mientras, la categoría de empleados pasó de 9,458 en 1977 a 16,285 en 1981.

(ver cuadro 4.4)

CUADRO 4.4

FUERZA DE TRABAJO OCUPADA EN LA INDUSTRIA FABRICANTE DE AUTOMOVILES Y CAMIONES  
1977-1981

	OCUPACION	OBREROS	EMPLEADOS
1977	34,216	24,758	9,458
1978	38,472	27,517	10,955
1979	44,026	31,462	12,564
1980	50,697	36,217	14,480
1981	60,359	44,074	16,285

FUENTE: La Industria Automotriz en México en Cifras, ANIA, 1980, pg. 46.

La política gubernamental jugó un papel muy importante en el proceso de desarrollo de la industria, esencialmente a través del decreto de 1977, cuyos aspectos más sobresalientes son: la eliminación del control de precios y de las cuotas de producción y el impulso a las exportaciones.

No obstante que en el decreto se establece la obligación de las empresas automotrices de exportar el equivalente a sus

importaciones, e incrementar la proporción de partes nacionales, esto no se llevó a cabo. Para 1981, el 58% del saldo negativo en balanza comercial estuvo representado por el conjunto de la industria automotriz. Tal es así, que desde 1977 hasta 1981, el promedio de exportaciones sumó 275.5 millones de dólares, mientras que el promedio de importaciones sumaba 1,120 millones de dólares. (ver cuadro 4.5)

CUADRO 4.5

BALANZA COMERCIAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ  
(MILLONES DE DOLARES)

	1977	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Exportaciones <sup>1</sup>	191	348	296	412	843	1,372	1,395	1,843
Importaciones <sup>2</sup>	533	1,271	1,556	879	299	478	516	525
Saldo	(342)	(923)	(1,260)	(467)	594	894	877	1,318

FUENTE: Sara Toledo, Enciso, "Diez tesis equivocadas acerca de la...", en Carrillo, Jorge, (coordinador), "La nueva era de la industria automotriz en México", El Colegio de la Frontera Norte, México, 1998, pp. 142.

1) Exportación de Automóviles, partes y accesorios.

2) Importaciones netas de ensamblaje de Automóviles y refacciones para Automóviles y camionetas.

A partir de 1982 la industria entra en una severa crisis. Con respecto a 1981 la producción y las ventas se redujeron en 20% y 18% respectivamente, dicha caída, continuó hasta 1987, con un ligero repunte en 1984-1985. A partir de 1988 la tasa de crecimiento de estas variables empieza a ser positiva; sin embargo, con una tendencia a ser cada vez menor, hasta 1991. (ver cuadro 4.6).

De igual manera, el empleo disminuye en un 20%, entre 1981 y 1983. Los trabajadores ocupados en las 7 principales empresas de

## CUADRO 4.6

## PRODUCCION DE VEHICULOS 1980-1991

AÑOS	AUTOMOVILES	CAMIONES, TRACTOCAMIONES AUTOBUSES INTEGRALES	TOTAL	TASA DE CRECIMIENTO
1980	383,856	186,950	498,006	
1981	355,497	241,621	597,118	21.66
1982	300,579	172,858	472,637	-20.85
1983	287,137	78,348	285,485	-39.68
1984	244,784	113,294	337,998	25.48
1985	297,864	161,616	458,680	28.12
1986	288,469	132,583	341,052	-25.64
1987	277,488	117,858	395,258	15.98
1988	353,783	158,993	512,776	29.73
1989	438,632	282,643	641,275	25.86
1990	598,893	222,465	820,558	27.96
1991	726,384	268,989	989,373	28.57

## VENTA DE VEHICULOS 1980-1991

AÑOS	AUTOMOVILES	CAMIONES, TRACTOCAMIONES AUTOBUSES INTEGRALES	TOTAL	TASA DE CRECIMIENTO
1980	456,372	8,839	464,411	
1981	561,249	9,764	571,013	22.95
1982	461,622	5,841	466,663	-18.27
1983	192,852	88,763	272,815	-41.34
1984	217,658	112,637	338,287	21.87
1985	242,187	149,462	391,649	18.58
1986	168,878	98,169	298,835	-33.91
1987	134,152	93,792	247,944	-4.21
1988	218,866	131,853	341,919	37.98
1989	274,565	171,358	445,863	38.48
1990	352,688	197,642	550,270	23.42
1991	392,118	298,811	642,981	16.84

FUENTE: Departamento Interactivo de la OEA, años 1980 y 1992.

la industria sumaban 52,951 en 1981, para 1983 suman 41,593. (ver cuadro 4.7).

CUADRO 4.7

EMPLERO EN SIETE FIRMAS AUTOMOTRICES TERMINALES EN MEXICO  
1960-1986

AÑOS	NISSAN	VW	FORD	CHRYSLER	RENAULT	VAW	GM	TOTAL
1960	15	250	1,029	1,024	1,362	458	1,400	5,610
1965	200	1,021	3,931	2,411	2,002	1,150	4,330	15,053
1970	1,067	3,625	4,437	3,999	4,000	1,902	4,325	23,315
1975	2,735	9,515	4,410	5,649	7,622	1,072	4,951	36,702
1980	3,462	13,396	7,019	7,920	2,406	2,156	6,463	43,710
1981	4,114	15,334	9,129	9,010	2,501	3,437	8,610	52,951
1982	4,356	12,007	8,430	5,231	2,000	2,402	7,116	42,110
1983	4,516	12,416	6,419	5,650	2,203	1,566	8,541	41,593
1984	5,946	13,776	6,501	7,355	1,670	1,590	10,411	47,260
1985	5,934	14,036	6,364	10,453	1,370	1,193	10,347	49,747
1986	6,236	13,413	6,622	14,025	627		6,590	47,514

INDICES DE EMPLEO EN SIETE FIRMAS AUTOMOTRICES DE MEXICO  
(1960=100)<sup>a</sup>

	NISSAN	VW	FORD	CHRYSLER	RENAULT	VAW	GM	TOTAL
1960	0.4	1.6	11.3	10.4	50.5	13.1	17.2	10.6
1965	4.9	11.9	43.1	24.6	60.0	33.7	50.2	29.9
1970	25.9	23.6	40.6	40.7	163.1	57.7	50.2	44.4
1975	66.5	62.1	40.4	57.5	304.0	55.0	57.4	67.5
1980	84.2	87.4	65.7	60.7	99.4	62.7	75.0	82.5
1981	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1982	105.9	70.0	92.4	53.3	96.0	72.2	82.6	79.5
1983	109.0	81.0	70.3	59.6	91.3	45.6	99.1	70.5
1984	144.3	89.0	71.2	74.9	67.1	46.3	120.0	89.3
1985	144.2	91.5	69.7	106.0	55.6	34.7	120.1	93.9
1986	151.6	87.3	72.5	142.0	25.1	0.0	76.3	89.7

FUENTE: Carrillo, Jorge. "Estructuración de la Industria Automotriz en México: De la Industria Terminal a la Industria de Ensamble", en Carrillo, Jorge, coordinador. "La Nueva Era de la Industria Automotriz en México, El Colegio de la Frontera Norte, México, 1990, pg. 47.  
a) Elaboración propia a partir de la fuente anterior.

En suma, producción, ventas y empleo caen a los niveles de varios años atrás.

En este contexto de crisis, hay que señalar, que la política proteccionista del Estado, hacia esta industria, fue promotora de las condiciones obsoletas en que operaba,

'...en lugar de aplicar una estrategia basada en la disminución de costos, las empresas automotrices exacerbaron la lógica de obtención de ganancias extraordinarias por la vía de precios. Las empresas operaban gracias al mercado protegido y a la falta de interés en el abatimiento de costos.' (Arceaga, 1983, pp. 140)

La contrapartida de este creciente deterioro interno, es la vinculación que cada vez más tiene el sector con el mercado mundial, en particular con el de los Estados Unidos, siendo ésta la nueva estrategia que las empresas están impulsando para dar salida a la crisis. En este nuevo esquema de acumulación, destacan la transformación tecnológica y organizativa de las plantas, así como el desplazamiento geográfico hacia el norte del país. Para tener una idea de la magnitud del nuevo impulso, hay que señalar que entre 1979 y 1987 se realizaron inversiones por aproximadamente tres mil millones de dólares para la construcción y equipamiento de las nuevas plantas. Sin embargo, es importante tener claro que dicha reestructuración no se está llevando a cabo por igual en todas las plantas; sino que hay una diferenciación entre las nuevas plantas del norte y las del centro del país, mientras las del norte, en su mayoría, son abiertas en condiciones totalmente nuevas en términos de equipo, organización de trabajo, calificaciones, relaciones laborales, etc.; en las

plantas del centro, esta transformación ha venido siendo gradual, además de que se ha enfrentado con la mayor resistencia de los trabajadores.

## **4.2 MODERNIZACION EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.**

Dada la importancia de estos cambios, iniciados a mediados de la década pasada, realizamos una descripción más amplia de este proceso de modernización en la industria automotriz mexicana.

Inicialmente, es preciso mencionar que esta industria había comenzado a ser reestructurada durante los años setenta en los países desarrollados; pero en México, dicho proceso, se inicia en los ochentas. El primer rasgo característico es, como ya habíamos señalado, la apertura de nuevas plantas en el norte del país, dedicadas al ensamble de autos y a la producción de autopartes para la exportación; lo cual algunos autores han dado en llamar el tercer núcleo productivo de la industria automotriz.

Chrysler construyó, en 1981, la planta de motores de Ramos Arizpe, Coahuila; en 1982 producía 270 mil motores, 80% para exportación y el resto para consumo nacional.

Ford contaba en 1983 con dos plantas de motores en Chihuahua y una de ensamble de autos en Hermosillo, ambas dedicadas, casi por completo, a la exportación.



## **4.2 MODERNIZACION EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.**

Dada la importancia de estos cambios, iniciados a mediados de la década pasada, realizamos una descripción más amplia de este proceso de modernización en la industria automotriz mexicana.

Inicialmente, es preciso mencionar que esta industria había comenzado a ser reestructurada durante los años setenta en los países desarrollados; pero en México, dicho proceso, se inicia en los ochentas. El primer rasgo característico es, como ya habíamos señalado, la apertura de nuevas plantas en el norte del país, dedicadas al ensamble de autos y a la producción de autopartes para la exportación; lo cual algunos autores han dado en llamar el tercer núcleo productivo de la industria automotriz.

Chrysler construyó, en 1981, la planta de motores de Ramos Arizpe, Coahuila; en 1982 producía 270 mil motores, 80% para exportación y el resto para consumo nacional.

Ford contaba en 1983 con dos plantas de motores en Chihuahua y una de ensamble de autos en Hermosillo, ambas dedicadas, casi por completo, a la exportación.

CUADRO 4.8

INDICADORES SOBRE EL ESTABLECIMIENTO Y ACTIVIDAD DE  
LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MULTINACIONAL EN MEXICO  
1967-1988

PLANTAS	AÑO DE INICIO	UBICACION	NUMERO DE PLANTAS	ACTIVIDAD PRINCIPAL	EXPORTACIONES % UNIDADES
<b>FORD</b>					
Complejo Cuautitlán	1964	Cuautitlán	4	Autos y camionetas	n.d.
Planta Chihuahua	1983	Chihuahua	2	Motores	88-90 400,000
Planta Hermosillo (1)	1986	Hermosillo	1	Ensamble de autos	100 55,850
Favisa	1981	Cd. Juárez	3	Ventiladores	100
Coclixa	1986	Cd. Juárez	1	Radiadores y ventiladores	100
Auto Vespa	1987	Cd. Juárez	1	Tapicería	100
5M Componentes Mexicanos (2)	n.d.	Guadalajara	1	Tensores para cadena	100
La Mosa	1986	Hvo. Laredo	1	Convertidores catalíticos	100
<b>GENERAL MOTORS</b>					
Planta Cd. de México	n.d.	D.F.		Autos	n.d.
Planta Toluca	1965	Toluca	1	Autos y motores	n.d.
Planta Ramos Arizpe	1981	Ramos Arizpe	2	Motores y ensamble	88 400,000
Alambrados y Circuitos Eléctricos	n.d.	Cd. Cuautitlán	1	Arneses	100 38,217
Alambrados y Circuitos Eléctricos	n.d.	Cd. Juárez	1	Arneses	100
Alambrados y Circuitos Eléctricos	n.d.	Casas Grandes	1	Arneses	100
Cableados de Juárez	1984	Cd. Juárez	1	Arneses	100
Conductores y Componentes Eléctricos	n.d.	Cd. Juárez	1	Arneses	100
Delmas de Juárez	1979	Cd. Juárez	1	Controles, elevadores	100
Río Bravo Eléctricos	1979	Cd. Juárez	5	Arneses	100
Sistemas Eléctricos y Computadores	1979	Cd. Juárez	1	Interruptores y arneses	100
Ventiladores Fronterizas	1977	Cd. Juárez	1	Ventiladores	100
Deltrónicos de Matamoros	1981	Matamoros	1	Radios y Tableros	100
Rimir	1981	Matamoros	1	Defensas	100
Componentes Mecánicos de Matamoros	n.d.	Matamoros	1	n.d.	100
Delredo	1982	Hvo. Laredo	1	Magnetos de cerámica	100
Alambrados Automotrices	n.d.	Hvo. Laredo	2	Arneses	100
Alambrados Automotrices	n.d.	Sabinas	1	Arneses	100
ECSSA	n.d.	Monterrey	2	Arneses	100
Alambrados Automotrices	n.d.	Coahuila	4	Arneses	100
Delnosa	n.d.	Reynosa	1	Controles	100
<b>CHRYSLER</b>					
Planta Cd. de México	n.d.	D.F.	1	Ensamble	
Planta Toluca	1964	Toluca	2	Motores y ensamble	100 43,163
Planta Ramos Arizpe	1981	Ramos Arizpe	1	Motores	88 270,000
Auto Electrónica de Juárez	1986	Cd. Juárez	2	Partes eléctricas	100
Productos Eléctricos Diversificados	1979	Cd. Juárez	1	Arneses	100

CUADRO 4.8 (Continuación)

PLANTAS	AÑO DE INICIO	UBICACION	NUMERO DE PLANTAS	ACTIVIDAD PRINCIPAL	EXPORTACIONES	
					%	UNIDADES
<b>NISSAN</b>						
Planta Toluca	1978	Toluca	1	Ensamble		
Planta Aguascalientes	1984	Aguascalientes	2	Motores	65	350,000
Planta Cuernavaca	1987	Cuernavaca	1	Autos		
<b>RENAULT</b>						
Planta Edo. de Hidalgo						
Planta Gómez Palacios	1984	Gómez Palacios	1	Motores	88	350,000
<b>VOLKSWAGEN</b>						
Complejo Puebla	1964 (1968/67)	Puebla	3	Autos Motores	n.d. 85	242 500,000

FUENTE: Carrillo, Jorge, "Modernización de la industria automotriz en México. De la industria terminal a la industria de ensamblaje", en Carrillo, Jorge, (compilador), "La nueva era de la industria automotriz en México", C.F.N., México, pp. 84.

General Motors abre, en 1981, dos plantas en Ramos Arizpe, dedicadas principalmente a la producción de motores y ensambles de autos; destinados también, en su mayoría, a la exportación. (Ver cuadro 4.8)

Esta situación tiene su contrapartida en la disminución de la importancia del mercado interno. La tasa de crecimiento de las ventas internas de vehículos cada vez es menor durante el periodo. El deterioro que sufre a partir de 1982 continúa hasta 1987. A partir de 1988 la industria en su conjunto se empieza a recuperar, presenta tasas de crecimiento positivas en las ventas internas, pero con una tendencia a que los incrementos sean cada vez menores, hasta 1991. La tasa de crecimiento de las ventas para la exportación cae en 1988-1989 para recuperarse en 1990 y volver a disminuir en 1991. No obstante estos altibajos, la

producción para la exportación tiene una tasa de crecimiento acumulado mayor que la orientada al mercado interno (Cuadro 4.9).

CUADRO 4.9

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE VEHÍCULOS  
(UNIDADES)

AÑOS	PRODUCCIÓN TOTAL		EXPORTACIONES			VENTAS INTERNAS		
	UNIDADES	T.C.A.	UNIDADES	%	T.C.A.	UNIDADES	%	T.C.A.
1980	490,086		18,245	3.7		471,761	96.3	
1981	597,118	21.9	14,428	2.4	(28.9)	582,690	97.6	23.5
1982	472,637	(28.8)	15,819	3.3	9.6	456,818	96.7	(21.6)
1983	285,485	(39.6)	22,456	7.9	42.8	263,029	92.1	(42.4)
1984	357,998	25.4	33,635	9.4	49.8	324,363	90.6	23.3
1985	456,680	28.1	58,423	12.7	73.7	400,257	87.3	23.4
1986	341,852	(25.6)	72,429	21.2	24.8	268,623	78.8	(32.9)
1987	395,258	15.9	163,873	41.3	125.1	232,185	58.7	(13.6)
1988	512,776	29.7	173,147	33.8	6.2	339,629	66.2	46.3
1989	641,275	25.1	195,999	30.6	13.2	445,276	69.4	31.1
1990	828,558	28.8	276,859	33.7	41.3	543,699	66.3	22.1
1991	989,373	28.6	358,661	36.3	29.5	630,712	63.7	16.8

FUENTE: Elaboración propia a partir de: "La Industria Automotriz en México", 1980-1989 y 1992; IMESI, México 1984; y "La Industria Automotriz en México en Cifras, ANIA", 1993.

Este primer rasgo del proceso de reestructuración de la industria automotriz nos señala, que la orientación de la producción se está trasladando del mercado interno hacia el mercado externo, en donde la producción de motores para exportación, juega un papel fundamental. En 1980 la venta de motores al exterior sólo representaba el 7.2% del total de exportaciones del sector, para 1982 representaba el 48.2% y para 1985 era el 64.4%. A partir de 1986 y hasta 1990 se recuperan las exportaciones de automóviles para transporte de personas; sin embargo, las exportaciones de motores, siguen representando una

parte importante del total de ventas al exterior. (Ver cuadro 4.10).

Por supuesto, la política gubernamental mantiene su importancia en la nueva estrategia que ha adoptado el sector automotriz. Desde 1977 se formuló un decreto donde se fijaban las bases para orientar la producción del sector hacia la exportación. En septiembre de 1983 se emite un nuevo decreto para fomentar las exportaciones y racionalizar la producción,

'...el ordenamiento reduce el número de modelos, prohíbe la fabricación de motores de ocho cilindros y autoriza la fabricación de nuevos modelos siempre que el 50% de la misa se destine a la exportación... En el Plan Nacional de Desarrollo y en otros como el Programa Nacional de Fomento a la Industria y al Comercio Exterior, en 1985, el Estado define al sector automotriz como prioritario' (CARRASQUO, 1988-1, pp. 75)

Entre los primeros y más importantes resultados de este nuevo proceso de desarrollo de la industria; tenemos que, de un déficit comercial de más de 1,000 mdd en 1981, se pasa a un superávit de más de 800 mdd en 1984, y para 1986 alcanza más de 1,000 mdd (Cuadro 4.5 pp. 117).

Una segunda característica distintiva, de la reestructuración del sector, es la introducción de nueva tecnología, fundamentalmente en las nuevas plantas del norte del país; equipadas tecnológicamente con niveles similares a los

CUADRO 4.10

EXPORTACIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ 1980-1985  
(en miles de dólares)

	1980	1981	1982	1983	1984
Automóviles p/transporte de personas	98,525	70,853	66,924	72,446	119,140
	23.21	15.71	12.51	9.91	7.51
Automóviles p/transporte de carga	38,116	39,454	14,385	11,743	26,747
	7.11	8.61	2.71	1.61	1.71
Chasis con motor p/toda clase de vehículos	1,812	1,464	372	54	11
	0.21	0.31	0.11	0.01	0.01
Motores para Automóviles	38,458	61,489	214,162	395,426	782,684
	7.21	13.41	48.21	54.11	62.21
Huellas y sus hojas para Automóviles	14,484	18,443	28,588	7,836	47,255
	3.41	4.01	5.31	1.01	3.01
Partes sueltas para Automóviles	289,437	165,028	131,422	152,236	278,222
	49.31	36.01	24.61	28.01	17.11
Partes y/o piezas para motores	28,337	21,855	27,482	35,936	46,856
	4.81	4.81	5.11	4.91	3.01
Otros:	28,624	81,197	58,237	55,455	86,456
	4.91	17.71	9.41	7.61	5.51
TOTAL	424,996	450,993	533,332	728,332	1,579,571
	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01
	1985	1986	1987	1988	1989
Automóviles p/transporte de personas	116,637	516,448	1,381,837	1,397,684	1,534,892
	7.21	22.21	38.91	39.51	40.31
Automóviles p/transporte de carga	24,383	29,387	23,525	95,618	32,724
	1.51	1.31	0.71	2.71	0.91
Chasis con motor p/toda clase de vehículos	124	64	379	8,364	17,471
	0.01	0.01	0.01	0.21	0.31
Motores para Automóviles	1,839,729	1,152,716	1,238,875	1,366,516	1,366,382
	64.41	49.61	38.61	38.61	35.91
Huellas y sus hojas para Automóviles	47,663	18,787	45,888	49,384	53,156
	3.01	0.51	1.41	1.41	1.41
Partes sueltas para Automóviles	248,743	373,788	444,398	443,484	376,759
	14.91	16.11	13.31	12.51	18.41
Partes y/o piezas para motores	49,633	88,873	98,398	97,765	187,645
	3.11	3.51	2.91	2.81	2.81
Otros	96,147	159,598	144,588	81,485	296,262
	6.01	6.91	4.31	2.31	7.01
TOTAL	1,615,859	2,322,655	3,348,912	3,548,256	3,884,427
	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01

FUENTES: La Industria Automotriz de México, 1980-1985. INEGI, México, 1986, pp. 37.

empleados en áreas específicas de las plantas de los países desarrollados. Es precisamente la homogenización tecnológica y productiva con respecto a las condiciones medias imperantes a nivel mundial, lo que posibilita la exportación de productos automotrices elaborados en México.

Las innovaciones tecnológicas pueden ser caracterizadas en dos grupo: Tecnología Dura y Tecnología Blanda.<sup>11</sup>

El concepto de tecnología dura se refiere a la nueva maquinaria, equipo y materiales; esto es, al proceso técnico. La Tecnología blanda tiene que ver con la administración y organización del proceso productivo. A continuación detallamos ambas ideas.

Tecnología Dura. Se trata de casos específicos en cada planta, en cada departamento o área, e incluso dentro de las operaciones en una misma línea de producción. Se introducen robots, prensas automáticas, máquinas-herramientas de control numérico y en general equipo relacionado con la microelectrónica, base fundamental de la nueva ola tecnológica.

Sin embargo, estos cambios tecnológicos no se realizan homogéneamente en todas las plantas de la industria automotriz, e

---

11.- Se alude a la clasificación de algunos autores.

incluso, como ya se hizo referencia más arriba, en una misma planta coexisten áreas o departamentos altamente automatizados con otros en donde la mano de obra sigue siendo el elemento más importante para la producción; es decir, se crean islas automatizadas en medio de los antiguos procesos, en una misma planta.

En todo caso, las plantas más automatizadas son las de reciente apertura en el norte del país, mientras que las plantas del Distrito Federal y estados aledaños, han tenido un proceso limitado en la introducción de tecnología dura.

Ejemplos de lo anterior son los siguientes: la planta de Ford en Chihuahua está altamente automatizada, el caso de la Ensambladora de Motores de General Motors de Ramos Arizpe es el de una planta semiautomatizada; en contraste, en la planta de ensamble de autos de la Ford en Cuautitlán existen sólo dos robots, siendo ésta una de las tecnologías más avanzadas en la planta, por lo tanto se trata de una planta de escasa automatización (Cuadro 4.11).

De la información disponible en el cuadro, se desprende que existen, 4 plantas altamente automatizadas (A.A), todas localizadas en el norte y orientadas al mercado externo; 4 semiautomatizadas (S.A), 6 con escasa automatización (E.A) y 3 no automatizadas (N.A). Entre las plantas orientadas al mercado





CUADRO 4.11 (Continuación)

	ESTADOS DE LAS INNOVACIONES		EMPL. OPERARIOS TOTAL (1988)	TECNICOS	ADM. MISTRA TIVOS	OPERARIOS	
	AUTOMATIZACION (1)	ORGANIZACION				HOM.	MUJ.
<b>RENAULT</b>							
Planta Edo. de Hidalgo		Cerro operaciones en 1986.					
Planta Gómez Palacios		S.A. n.d.	788	33	54	13	n.d. n.d.
<b>VOLKSWAGEN</b>							
Complejo Puebla		S.A. CC/ET	13473	77		23	92 8

NOTAS: (A.) Altimiento Automatizado/ (B.A.) Semi-Automatizado/ (E.A.) Mecanismo Automatizado/ (M.A.) No Automatizado. (J) Justo a Tiempo/ (CEP) Control Estadístico de Procesos/ (CC) Círculos de Calidad/ (ET) Equipos de Trabajo/ (I) Inexistente en el Estado/ (n.d.) No disponible.  
Los números son un asterisco corresponden únicamente a las tres primeras plantas de esa firma. Los números son doble asterisco corresponden a 1980.

FUENTE: Carrillo, Jorge, "Modernización de la industria automotriz en México. De la industria terminal a la industria de ensamblaje", en Carrillo, Jorge, (compilador), "La Nueva era de la industria automotriz en México", C.F.M., México, pp. 87.

interno existen, 1 S.A, 1 E.A y 2 N.A, todas localizadas en el centro del país.

Tecnología Blanda. A diferencia de lo que pasa con la Dura, la introducción de la Tecnología Blanda es más o menos homogénea en todas la plantas de la rama, sean de reciente apertura o las establecidas a mediados de los años sesenta.

Con la implementación de este tipo de tecnología, el objetivo general es que la organización y administración del proceso productivo tienda a la flexibilización; entendiendo por ello, la amplia movilidad en turnos, puestos de trabajo, categorías de calificación, el mayor flujo de comunicación entre las diferentes jerarquías, etc.

Es preciso señalar, que los japoneses son los creadores y pioneros en la utilización de esta nueva forma de organización y administración del proceso productivo.

## I. A NIVEL ADMINISTRATIVO

De entre las innovaciones más usuales, en la administración de la producción, se encuentran el sistema de inventarios Justo a Tiempo, el cual pretende producir sólo lo necesario para el mercado, en el menor tiempo posible, reduciendo de esta manera los inventarios, en materias primas, así como, en productos terminados.

Otra innovación de este tipo es la conocida como Zero Error, que pretende fundamentalmente reducir los rechazos de mercancías terminadas, mediante un incremento en los mecanismos de control de la calidad del producto. Este sistema implica varias técnicas, una que está ampliamente generalizada es la del Control Estadístico del Proceso. En el caso de las plantas del norte, la calidad es revisada en un 100% en estaciones de control automatizadas y altamente modernas.

"Dado que desde un principio no hay (o hay menos) errores, se reducen, hasta donde sea posible, los trabajadores de inspección y de reparación, así como el desperdicio. De esta manera se logra disminuir los costos de personal y material." (KAWANO, pp. 204)

## II. A NIVEL ORGANIZATIVO

En relación a las innovaciones en la organización del trabajo, (Cuadro 4.8 <sup>1983</sup>) de entre las más generalizadas -con diferentes denominadores en cada firma- se encuentran; el Involucramiento en el Empleo, en el que se pretende fomentar que los trabajadores adquieran una conciencia de calidad, al tiempo de aumentar la cooperación y la coordinación en la prevención de errores. Traspasando de esa manera, responsabilidades a los trabajadores, sobre todo en aquellas áreas en que los trabajos de inspección son eliminados.

Una segunda innovación organizacional es la relacionada con los Equipos de Trabajo y los Círculos de Calidad. Ambos conceptos son similares; en realidad, la única diferencia es que los segundos están más difundidos y ponen el énfasis sobre el método de discusión para realizar el trabajo; mientras que los primeros, hacen más referencia a sus tareas y formas de organización.

Los Equipos de Trabajo funcionan en ciclo cortos generalmente eslabonados entre sí, están conformados por lo general entre 8 y 12 trabajadores que realizan su labor en su sección de producción en forma relativamente autónoma; existe un sistema participativo y de retroalimentación, donde los

trabajadores califican su desempeño en el trabajo en forma individual y auto-certifican la calidad de su producto. Aumentado de esta manera las responsabilidades del trabajador en la producción, así como el control de la gerencia sobre las actividades y desempeño de los mismos.

Los Círculos de Calidad son grupos pequeños de trabajadores, que se reúnen para solucionar problemas que surgen en su sección de trabajo. "Por lo general este grupo se reúne durante una hora a la semana dentro del horario de trabajo. La propuesta de solución, elaborada durante la discusión, es hasta donde es posible, efectuada por el grupo mismo." (Kotter, pg. 266) En todos estos conceptos para el mejoramiento de la calidad, es el reconocimiento y no la compensación económica lo que constituye el mecanismo de recompensa al trabajador.

Son precisamente estas condiciones innovadoras en maquinaria y equipo, así como en la administración y organización del trabajo, las que han permitido a las firmas del sector automotriz en nuestro país acceder a nuevos niveles de productividad; lo cual, a su vez, ha determinado sus nuevas condiciones de competencia.

Sin embargo, no han sido sólo las recientes innovaciones en tecnología blanda y dura, las que han dado paso a la nueva situación del sector automotriz; también dichas innovaciones

están estrechamente ligadas a modificaciones en el empleo, en la contratación, en los salarios, y en general en las relaciones capital-trabajo.

### III. RELACIONES LABORALES.

Existen diferencias entre las plantas de reciente apertura en el norte del país y las establecidas a mediados de los años sesenta en el Distrito Federal y estados aledaños, en lo que a modificaciones en el empleo, niveles salariales, clasificaciones y contrato colectivo se refiere.

Salta a la vista el aumento en el volumen del empleo dentro del sector, de poco más de 50,000 empleados en 1981 a cerca de 80,000 en 1987 (Cuadro 4.7, p. 117). El cuadro 4.11 (p. 117) muestra parte de la reestructuración en el empleo, si observamos detenidamente el cuadro, y a pesar de los datos no disponibles, destaca un desplazamiento del empleo hacia las plantas para exportación; es decir, el empleo aumenta, sin embargo este aumento es originado esencialmente por las nuevas contrataciones en las plantas para exportación.

Otro aspecto importante es el de las calificaciones<sup>12</sup>, el cual ha sido modificado esencialmente en el caso de las plantas de recién apertura, debido a la entrada de la nueva tecnología, aunque dicha modificación también se realiza en ciertas áreas de las plantas del centro del país que han sido automatizadas parcialmente.

Así, el requerimiento de nuevas habilidades para el manejo de la maquinaria y con el argumento de lograr un mayor involucramiento y compromiso en el aumento de calidad, por parte de la mano de obra, los directivos de las plantas modernas tomaron la decisión de contratar fuerza de trabajo joven y sin experiencia laboral, procedente de las escuelas de educación técnica; para ser capacitada por la empresa, dentro o fuera del país.

"Allí donde antes de la automatización, el trabajador tradicional en la cadena, todavía actuaba según un determinado ritmo de trabajo, encontramos ahora, después del salto a la automatización, sólo algunos trabajadores de instalación y antenadores. Estos tienen que ser capaces de comprender los contextos técnicos de funcionamiento para controlar las líneas de transferencia automatizadas y hacer una regulación posterior." (Smith, pp. 224)

Como consecuencia de este proceso, existen grandes diferencias entre la fuerza de trabajo de las plantas del centro

---

12.- Nos referimos a los conocimientos adquiridos por los trabajadores, y no al aspecto contractual de caso son reconocidos estos; en este sentido son analizados posteriormente.

y las del norte, respecto a la edad y la experiencia laboral y sindical. Mientras que en las nuevas plantas la edad de los trabajadores oscila entre los 20 y 25 años, en las plantas viejas oscila entre los 35 y 45 años; de la misma manera, en las plantas del norte existe una fuerza de trabajo sin experiencia laboral -y por tanto sindical-, mientras que en las del centro, una cantidad importante de trabajadores cuenta con una antigüedad promedio de 20 años.

Así mismo, se reduce el número de clasificaciones principalmente en las plantas del norte

"En la Ford de Cuautitlán, por ejemplo fueron reducidas de 32 a c y en su planta Ford-Favosa a J... así mismo, para un trabajo similar de corte o de ensamble de vestidura, dentro de la misma firma la clasificación resultó diferente en tres plantas de la Ford." (CARRILLO 1990-1, pp. 92-93)

También la movilidad de los trabajadores ha sido modificada al interior de las plantas, ya que en éstas la empresa puede cambiar libremente a sus trabajadores de una Área a otra, de una tarea a otra, e incluso de un turno a otro, además de que la jornada de trabajo es mayor que en las plantas del centro.

"En la duración de la jornada de trabajo de la planta de GM en Ramos Arizpe, los trabajadores tienen ocho horas de trabajo más a la semana. Las horas extra, por otra parte, no están reglamentadas a diferencia de la planta en el D.F.." (CARRILLO, op. cit.)



Otra diferencia fundamental, en cuanto a relaciones laborales se refiere, es la que tiene que ver con los niveles salariales. El salario base horario en las plantas ubicadas en el norte es 30% menor en relación a los salarios de las plantas del centro.

Con datos de 1986, tenemos que en la planta de Ford en Hermosillo, en la más baja categoría el salario horario era de 541 pesos y en la más alta de 770 pesos. Mientras que en la planta de Cuautitlán de la misma firma, la categoría más baja era de 7,809 pesos por hora (44% mayor y la más alta de 1,417.8 pesos por hora (91% mayor).<sup>13</sup>

"Paradójicamente los trabajadores que perciben menores salarios son los más productivos al contar con una base técnica y productiva acorde con los niveles medios que rigen a nivel internacional." (Artiaga, 1987, pp. 88)

Todas estas modificaciones en las relaciones laborales, han sido legalizadas en los Contratos Colectivos de Trabajo (CCT), que sobre todo, para el caso de las plantas del centro ha significado una larga lista de conquistas devaluadas y regresiones en las condiciones laborales.

---

13.- Datos tomados de Artiaga, 1987 y Micheli, 1986.

Algunas de las principales modificaciones son las siguientes: Se reduce el número de cláusulas y páginas contenidas en los CCT. El deterioro económico es claro; disminuyen las categorías de calificación y puestos de trabajo y con ello los salarios; se reducen también las prestaciones sociales; tienden a desaparecer las compensaciones por antigüedad.

La capacidad de negociación de los sindicatos, establecida a nivel del contrato, tiende a decrecer, se excluye a los sindicatos de las decisiones sobre reducción de personal, cierre y traslado de instalaciones, desarrollo tecnológico, movilidad del trabajador dentro de la planta, etc.

Por lo tanto, es evidente, que no sólo el aspecto técnico del proceso productivo esta siendo flexibilizado, sino que también las relaciones fuerza de trabajo-capital están siendo trastocadas, con el propósito de que la flexibilidad técnica se compatibilice con la flexibilidad del obrero dentro de las plantas.

Como resultado de esta situación tenemos una desvalorización<sup>14</sup> de la fuerza de trabajo, producto de la reclasificación de la estructura en el empleo (reducción de calificaciones), la intensificación en el trabajo y la reducción

---

14.- Entendida en los términos clásicos, y no como aplicación alternativa al problema de la descalificación-recalificación provocada por las nuevas tecnologías (ver pg. 19).

de los salarios; elementos estos, que diferencian a los trabajadores del centro de los del norte del país, que no en pocos casos realizan el mismo trabajo, pero con diferentes categorías, salarios y jornadas.

Es precisamente, dentro de este contexto de profunda transformación y, en el que la nueva tecnología juega un papel fundamental, donde se ubica la entrada de robots -tema central de esta tesis- dentro de los procesos productivos.

Como se planteó en la introducción, este trabajo está dividido en dos partes fundamentales: la primera es una descripción formal de la situación de la robótica y su introducción; la segunda parte se refiere a un estudio de caso tomado de la industria automotriz. En esta última se pretende analizar el papel de los robots en la estrategia de reorganización de los procesos de trabajo dentro de la industria del automóvil.

Es decir, no nos hemos limitado a sólo investigar los robots como aspecto técnico en la producción; sino como parte de un proceso más amplio de reordenamiento de la industria automotriz en México. El análisis siguiente aborda los aspectos más relevantes del proceso productivo, que están experimentando cambios al interior de la Ford Motor Company, en particular en su planta de Hermosillo. Así mismo, confrontamos la serie de ideas que han sido retomadas en el anterior capítulo, con una evaluación

crítica de sus formas de funcionamiento y, en ese sentido, de la lógica interna que tiene la aplicación de estas medidas.

#### **4.3 ESTUDIO DE CASO: FORD MOTOR COMPANY, PLANTA DE HERMOBILLO.**

##### **I. ANTECEDENTES DE LA FORD EN MEXICO.<sup>10</sup>**

La Ford Motor Company estableció en 1925 su primera planta de ensamble en México. Ubicada en los terrenos de San Lázaro, contó con 259 trabajadores que armaban un total de 59 vehículos diarios. Esta fue la primera línea de ensamble en Latinoamérica, a partir de que la compañía había sido fundada en 1903, en los Estados Unidos.

En 1932 se construyeron las instalaciones de La Villa, para un total de 250 trabajadores y una capacidad de producción de 100 vehículos diarios.

Tras la crisis provocada por la Segunda Guerra Mundial, que implicó que se parara la producción y se despidiera a la mayoría de la planta laboral, a partir de 1949, se dio una serie de ampliaciones en la planta de La Villa. En 1951 se creó un Centro de Procesos de Datos con máquinas IBM de registro unitario. En

---

<sup>10</sup>- Este apartado está basado fundamentalmente en los datos recogidos de García, G., 1986.

1957 se inició la edificación de la sección de refacciones y accesorios, concluyéndola en 1962; y de la planta de operaciones de exportación para la fabricación de herramientas de ensamble, esta última instalada en Tlalnepantla.

En el contexto del decreto del 62, sobre la integración de la industria automotriz terminal, un año después, se inició la construcción del complejo industrial de Cuautitlán, que fue inaugurado en noviembre de 1964. La planta contó desde su instauración con una área de fundición, de las más modernas de su época, y otra de motores, con la única planta de pruebas existente en América Latina; así como laboratorios de ingeniería y control de calidad. Para 1970 fue incorporada al complejo la línea de ensamble de camiones; y para 1980 se agregó una línea de ensamble de automóviles, que incluía al sistema electroforético de pintura anticorrosiva.

En 1984 la planta de La Villa fue cerrada al trasladarse la producción del modelo Mustang a las instalaciones de Cuautitlán.

En la nueva fase de expansión de la industria automotriz en México, con una inversión de 400 mdd y un gasto de 5,000 mdp para la capacitación de 384 obreros, Ford inauguró en noviembre de 1983 la planta de motores Ford-Chihuahua, considerada como la más grande de América Latina. Los motores de cuatro cilindros, en un

90%, se destinarían a abastecer los mercados de Estados Unidos y Canadá.

Se estimaba que para 1984 se estarían produciendo 400,000 unidades anuales, con un total de 1,200 obreros. En ese año, la planta de motores de Cuautitlán produjo 120,000 motores anuales con 1,500 trabajadores.

La planta contó desde sus inicios con el Sistema Automático de Almacén y Control de Inventarios (SAACI), interconectado con el Sistema Automático a Control Remoto de Alimentación de Material a las Líneas de Maquinado (SACRAMI). Como sus nombre lo indican, estos sistemas reciben el material, distribuyen y alimentan las líneas de maquinado de manera automática.

A la fecha, 1er semestre de 1992, las instalaciones de Chihuahua se encuentran cerradas, y los trabajadores a medio sueldo, debido a un proceso de reestructuración en el que no se han definido las condiciones de reapertura.

En 1983, la Compañía Ford, después de haber descartado a Taiwán, Canadá y Portugal, realizó en el norte del país una serie de encuestas para recabar información sobre las características de la mano de obra de la región. Los resultados de la investigación realizada en la ciudad de Hermosillo revelaron:

"una fuerza de trabajo suavesente dócil, flexible, de escasa sindicalización y de reducida capacidad de negociación en los contratos colectivos de trabajo". (Garrillo, 1988-1, pp. 9)

El 16 de noviembre de 1986 fueron inauguradas las instalaciones de la Planta de Estampado y Ensamble de la Ford Motor Company en la Ciudad de Hermosillo, Sonora. El siguiente apartado describe las características de la misma.

## II. LA FORD-HERMOSILLO: PRINCIPALES CARACTERISTICAS.

La inversión requerida para la apertura de las instalaciones de la Ford en Hermosillo fue de un total de 500 mdd<sup>18</sup> de los cuales 200 mdd fueron inversiones directas en maquinaria. Se trata de una coinversión con la empresa Toyo Kogyo de Japón, en la cual la Ford participa con el 24.3% del capital.

La planta se encuentra localizada en el Parque Industrial de Hermosillo, Sonora. Dicho parque nació de un acuerdo entre la compañía y el gobierno del estado, en el que este último donó una superficie de 120 hectáreas para las instalaciones de la compañía, asegurando los servicios de agua, energía eléctrica y servicio telefónico, sin cargo alguno para la empresa; además, construyó una línea subterránea de abastecimiento de gas natural

---

18.- Las cifras presentadas en este punto son tomadas de Gandoval, 1986 y de las entrevistas hechas al personal administrativo de la planta.



y una conexión directa al sistema de Ferrocarriles del Pacífico, en la que se incluye la construcción de un patio de clasificación con capacidad de almacenamiento para 400 carros de ferrocarril; el costo de la conexión de ferrocarril fue compartido por ambas partes. A todo esto, se sumó la aportación gubernamental de 200 mdp para la construcción de una planta de tratamiento de agua residual; la donación de 10 hectáreas para terrenos de descarga de los deshechos de la planta; la ampliación a cinco carriles de la carretera número 16, que se conecta con la vía Hermosillo-Guaymas-Nogales y una serie de apoyos menores. Además de estos apoyos directos, la banca nacional otorgó un préstamo de 108 mdd que representa la mitad de la inversión total en maquinaria y equipo de la planta. (CARRILLO, 1994: p. 11)

El nivel de integración es de un 33% de partes nacionales, abastecidas desde ocho ciudades por medio de 29 proveedores. En el mismo parque se encuentran siete empresas dedicadas al suministro de partes, con una inversión total de 7,910 mdp. Las partes extranjeras provienen principalmente de Japón, consistiendo en la carrocería, la transmisión, el motor y la tapicería.

Además de los apoyos en infraestructura, de los créditos, y de los resultados de la encuesta anteriormente señalada, uno de los factores fundamentales para la selección de la ciudad de Hermosillo, para la inversión de la Ford, fue la cercanía con el

puerto de Guaymas, que permite que los abastecimientos lleguen del puerto a la ciudad en sólo tres días; y con la ciudad de Nogales, desde la cual sólo tardan dos días. Al puerto llegan los insumos provenientes de Japón, haciendo escala en Long Beach, tardando un total de veinte días. A la segunda llegan los abastecimientos provenientes de Estados Unidos en trece o seis días, dependiendo de la utilización del ferrocarril o de traileres. Además, esta ubicación geográfica permite, a menores costos, la conexión con los abastecedores del Estado de México, Monterrey, Chihuahua, el D.F. y Querétaro.

A la apertura de la planta, en lo que la Administración llamaba proyecto CI-18, se producían automóviles subcompactos de los siguientes modelos: Tracer de la División Lincoln Mercury en 4 puertas y la camioneta tipo Guayin; el Escort de la división Ford (en sus versiones LX, GT y Pony 3 puertas) y la camioneta Guayin LX. Todos estos vehículos con motores de 4 cilindros de inyección electrónica, tracción delantera, y con la opción de transmisión manual o automática.

La capacidad instalada con la que arranca la planta es de 32 vehículos por hora y una capacidad anual de 13,000 unidades. Sin embargo, la producción efectiva a la apertura fue de 18 unidades por hora. En marzo de 1987 se había alcanzado una producción de 28 vehículos y para noviembre de 1987 se hacían 35.5 autos por hora.

El 2 de abril de 1990 entra en funcionamiento el proyecto CI-20, para esta fecha la capacidad de producción se ubica en 40 unidades por hora y 17,000 anuales. Actualmente se están produciendo 45 unidades por hora. Para la aplicación del CI-20 se requirió una inversión de más de 400 mdd en la modernización de las plantas de Wayne y Hermosillo. A partir del cambio, en esta última se producen el Ford Escort en los modelos hatchback, de 3 y 5 puertas, así como la camioneta; y el Mercury Tracer con cajuela normal, en 2 y 4 puertas, y en camioneta. Más allá de los nombres de los modelos, el cambio consiste en que se ofrecen 7 modelos en lugar de uno solo, en los que la flexibilización del producto es lo característico: 14 diferentes tipos de carrocerías, 64 tipos de defensas, 154 molduras de carrocería, 2 tipos de motores.

A continuación presentamos, de forma resumida, los cambios que implicó el proyecto CI-20 en las instalaciones:

## CUADRO 4.12

## CT - 2B. EL CAMBIO

INSTALACIONES	1986	1990	UNIDADES
-Construcción techada	140,104	150,978	M <sup>2</sup>
-Lomas exteriores	11,676	49,685	M <sup>2</sup>
-Robots	97	120	Equipos
-Lineas de Prensas	3	4	Equipos
-Unidades de aire acondicionado	85	104	Equipos
-Aire acondicionado para confort del personal	7,300	0,440	Ton. de refr.
-Enfriamiento para el proceso	2,250	2,500	Ton. de refr.
-Filtros purificadores de aire	4	7	Equipos
-Planta de tratamiento de agua	-	1	Equipos
-Radios	71	109	Equipos
-Dweepers	74	112	Equipos
-Canales terrestres de datos (Hillo Detroit)	2	2	Canales
-Canales de comunicación via satélite (Intelsat)	2	2	Canales
-Canales de radio	4	5	Canales
-Computadoras personales	45	150	Equipos
-Mimicomputadoras	4	5	Equipos
-Computadoras personales para la producción	-	15	Equipos
-Displays en Producción	-	250	Equipos
-Tím line (directo Detroit)	20	16	Lineas
-Fases	2	6	Equipos
-Sistema telefónico	00	00	Lineas
	1989	1990	
-Capacidad de unidades por hora	32	40	Unidades
-Capacidad instalada (anual)	13,000	17,000	Unidades
-Unidades producidas (total)	39,523	-	Unidades
-Consumo Energía Eléctrica	60,000,000	117,000,000	Kw/Hora/Año
-Consumo de agua	615,493	607,000	M <sup>3</sup> /Año
-Consumo de gas natural	2,670,316	5,640,000	M <sup>3</sup> /Año

Fuente: Ford-Herasosillo, Revista Tiempo, Edición Especial, abril, 1990, pg. 4.

## II.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION

La línea de producción se encuentra dividida en cuatro áreas principales: la planta de estampado, y los departamentos de carrocería, pintura, y ensamble final, además de las secciones de materiales y control de calidad.

### a) ESTAMPADO

Como un factor para aumentar la calidad, desde su apertura, la planta de Hermosillo integró el proceso de estampado y el proceso de ensamble. Se trata de la primera ocasión en toda América del Norte -en el caso de la Ford-, en que son incorporados ambos procesos en una misma instalación.

En la planta de estampado se inicia el proceso productivo con el corte de las láminas, con una prensa *Blanking*, a partir de las cuales se conformarán las piezas de la carrocería del vehículo. En el área se cuenta con tres prensas del tipo *Landis*, que estampan los cortes de lámina, y trabajan en base a controles automáticos programables. Cada una de las prensas conforma a partir de ella una línea de troquelado; en la primera de ellas, llamada de transferencia, se estampan las piezas pequeñas; mientras que en las dos restantes las piezas de mayor tamaño. En cada una de las líneas se encuentran 4 tipos de prensas con

funciones diferentes: la primera realiza el embutido, la segunda el corte, la tercera el punzonado y la cuarta -llamada de conformado- realiza el acabado final de las piezas.

El CI-20 implicó la introducción de una nueva línea de prensa, para sumar un total de cuatro. Esta tiene una capacidad de hasta 412 piezas por hora, cuando el resto no sobrepasa las 225 y puede prensar dos puertas interiores con sólo seis matrices, mientras que antes eran necesarias cinco matrices para una sola puerta.

Las actividades de los trabajadores se limitan a asegurar un traslado fluido de las piezas entre las prensas, acorde al tiempo programado en las mismas. Sólo se requiere un total de 8 operarios en la línea de producción, el resto de los técnicos realizan labores de mantenimiento. Esto hace que la planta de estampado sea una de las áreas más automatizadas de la planta, quizá cercana al 98%. (Gardner, 1980, pg. 177)

#### b) CARROCERIA

El departamento de carrocería se compone de ocho áreas de trabajo: Sub-ensamblaje, Laterales, Pisos, Estación Magon, Puertas, Erasing, Erasing-respot y Bolt-up. Estas tres últimas constituyen la línea central del ensamble, el resto son secciones

alimentadoras o de apoyo de esta línea. Es específicamente en el Eraming y Eraming-respot donde están concentrados la totalidad de los robots del área.

El flujo de producción se inicia propiamente en dos estaciones ubicadas fuera de la línea central, la de Pisos y la de Sub-ensamble, donde se ensamblan el marco del radiador, la pared llamada paso de fuego, el piso delantero, el piso trasero y el refuerzo del túnel.

La línea central se inicia en el área de Eraming donde se conforma la base del vehículo, al ensamblarse el compartimiento del motor con el piso trasero y delantero; mientras, en las áreas Laterales a la línea son armados los costados. Al piso le es agregado el tablero de instrumentos y posteriormente soldada la estructura delantera, que proviene de una área lateral específica. Posteriormente a esta estructura, en el Eraming-respot, le son soldados los lados de la carrocería, abastecidos por ambos costados. A continuación, es soldado el techo a la carrocería e incorporadas las puertas alimentadas desde una línea de Sub-ensamble. En la parte final de la línea central, en el área de Bolt-up, se realizan las últimas operaciones de soldadura y se fijan los tornillos para los accesorios (salpicaderas, cofre, puletas, cajuela, y portalón). La Estación Wagon, no mencionada en esta descripción constituye una línea separada donde se realiza la estructura de la vagoneta,

que más adelante se incorporará a las áreas Erasing donde se le monta el techo, el paso de rueda, y las piezas pequeñas.

En la línea principal las estructuras están montadas sobre un carril y transportadas con ayuda de dispositivos aéreos (~~elevador-transportador~~ y ~~transporte aéreo~~ controlado o libre) que mantienen sobre una posición fija los componentes de la línea para que se puedan realizar las tareas de soldadura. El ritmo de desplazamiento del material lo marca la línea. El control de los materiales utilizados se realiza mediante una lectora de códigos y se recibe información por medio de una pantalla. En las líneas laterales el transporte del material de trabajo se realiza a partir del esfuerzo físico del trabajador y con el auxilio de grúas electromecánicas y electropneumáticas. Ver gráfico 4.

## ROBOTS

En esta área funcionan dos tipos de robots, el Kawasaki point to point, y cuatro del tipo Puma teach in. (Descritos ampliamente en el 2do. capítulo de este trabajo). Cada uno realiza aproximadamente más de 35 puntos de soldadura, por lo que en promedio, en 1998, realizaban 4000 de los puntos requeridos por unidad, mientras que los trabajadores realizaban los 600 restantes. El kawasaki realiza soldadura por resistencia; se compone de un panel de control programable (de uso exclusivo de

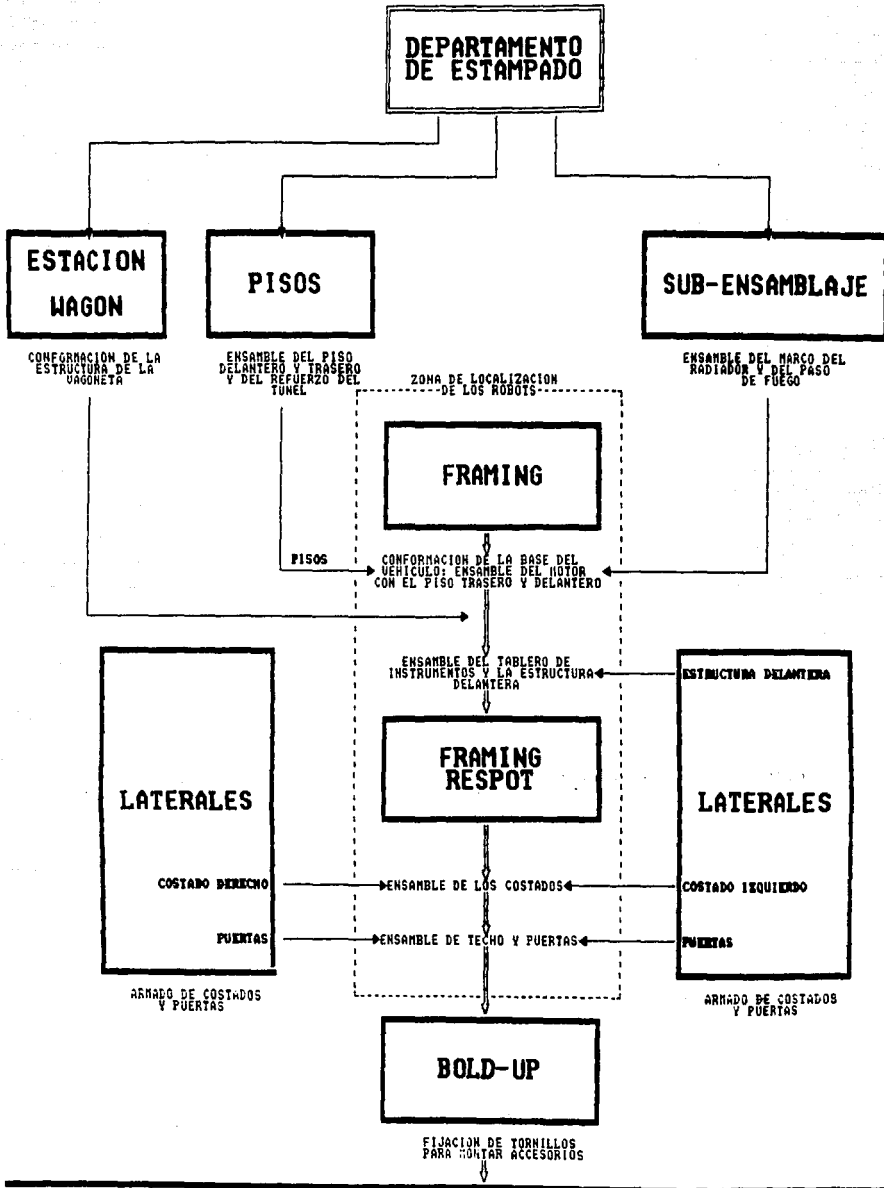


los supervisores) y de seis motores que le permiten realizar más de 800 movimientos. El Puma trabaja con la soldadura MIG, realizando trabajos más finos que los de soldadura de varilla, pues une partes de hierro-bronce por medio de soldadura de cordón. Del total de puntos de soldadura los robots realizaban, en 1988, el 95% de estos.

La soldadura que se siguen realizando de manera tradicional, por parte de los técnicos, se localizan en la estructura interior del automóvil y en el acabado metálico. En este último, se trata de rellenar todas las uniones de techos y costados, o los huecos donde los robots no pueden penetrar o su operación se ve dificultada por el empalme con la realización de otros puntos de soldadura. El resto de técnicos realiza tareas de supervisión, mantenimiento y sustitución de las partes de rápido desgaste de los robots. En 1988 trabajaban 140 operarios en esta área con un total de 95 robots.

Entre los cambios del CI-28 se encuentra la incorporación al departamento de carrocería de 25 robots adicionales.

**FLUJO DE PRODUCCION DEL DEPARTAMENTO DE CARROCERIA**



### c) PINTURA

Para realizar el pintado de la unidad, ésta se trasladada a través de un sistema de ocho estaciones. En las tres primeras, la estructura es limpiada de polvo, aceite, partículas de metal y otras impurezas. La limpieza es realizada con los sopladores a presión de aire y agua caliente. En la cuarta y quinta etapa, mediante aspersión se le baña en una solución de fosfato de zinc disuelta en agua, que conforma un enlace entre la lámina y la capa primer de pintura, con lo que queda conformada una superficie resistente a la oxidación.

Hasta que la pintura no es aplicada, la unidad debe ser protegida con un enjuague de ácido crómico y agua desionizada, llamada Ecroat, que protege a la capa recién aplicada de su deterioro. Este procedimiento incluye de 20 a 26 minutos de secado del recubrimiento, en su horno específico.

Antes de aplicarse la pintura, en el Área de sellado se coloca tape (cinta adhesiva) a la parte inferior de la carrocería, para proteger los filtes de tornillo y otras partes. Después, en su cabina respectiva, es aplicado el PVC por dos trabajadores que utilizan pistolas neumáticas en la labor, y que retiran el tape anteriormente colocado. Al salir la unidad de la cabina, varios técnicos aplicaban, antes de 1990, PVC blanco a

otras partes de la carrocería; además de chequear los golpes de la misma, para su reparación.

En la siguiente estación, es aplicada una capa protectora de PVC al estribo donde empotra la puerta. Enseguida las unidades son conducidas al horno de sello donde se seca el PVC. Antes de llegar al almacén del primer, cuatro técnicos chequean el trabajo realizado.

El Área de primer se inicia con el lijado de la capa de E-coat, por cuatro trabajadores que laboran con papel lija y herramientas neumáticas. Luego, dos técnicos limpian las unidades con aire a presión y otros dos con líquidos y tela.

Propiamente la aplicación de la pintura inicia con la aspersión de la unidad con un reactivo que le proporciona una protección electrocapa con carga negativa. Esta capa permite que la pintura, cargada positivamente, se adhiera a la unidad. Tras una estación de enjuague que elimina los residuos de la electrocapa, la pintura se seca en un horno.

Una segunda capa de pintura es aplicada en una cabina de aspersión controlada automáticamente, en ella se inyecta aire en forma descendente, para que posteriormente la pintura sobrevisada pueda ser retirada con un lavado de agua. La aplicación de la pintura cuenta con un sistema de enjuague cerrado contra

corriente, que filtra la pintura, reciclándola. La última capa es aplicada por cuatro equipos de pintura automática para posteriormente dirigir la unidad al horneado. Si se trata de pinturas metálicas se le debe adicionar una última capa de barniz.

### ROBOTS

A partir del CI-28 son utilizados dos robots GME para la aplicación del PVC en los estribos de los marcos de las puertas. Para que los robots puedan aplicar de manera recta la capa de PVC, debido a que la unidad sufre balanceos por ser trasladada de forma aérea, hay una cámara que monitorea constantemente la posición de la carrocería; de modo que el robot reciba la información de la posición exacta del objeto de trabajo.

Durante la operación un técnico chequea visualmente los robots, sin el apoyo de tableros ni ningún otro instrumento. En esta estación se mantienen otros dos robots de este tipo, a manera de reserva.

Desde la apertura de la planta cuatro robots realizan la aplicación del primer. Los dos primeros aplican el reactivo cargado eléctricamente; enseguida, los otros dos -cada uno con 8 inyectores para cubrir la totalidad de la unidad- aplican el

primer. Cada robot es controlado por un técnico por medio de una pantalla e indicadores luminosos. Estos robots están programados para reconocer el modelo sobre el cual aplican la pintura, seleccionar la secuencia correcta y aplicar diferentes colores.

Aunque la sección de pintura incorpora las innovaciones más recientes que la Ford ha introducido en sus plantas (superando a sus competidores japoneses por la simplificación de estas operaciones), la aplicación de la pintura en los interiores de la carrocería la realizan cuatro técnicos con pistolas neumáticas; de la misma manera se ejecuta la aplicación del **black-out**, el color negro de los marcos de las ventanas.

#### d) ENSAMBLE FINAL

En contraste con las anteriores áreas esta es la menos automatizada. Las operaciones se desarrollan primordialmente con herramientas manuales y de tipo neumático; por lo que se concentra aquí la mayor cantidad de trabajadores.

Las operaciones inician con el retiro de las puertas de la unidad para permitir que el operario tenga la movilidad adecuada para colocar las piezas interiores. Las puertas viajan en transportadores, a la par que sus respectivas unidades, para que al final del proceso sean nuevamente colocadas.

En el taller de vestidura son instalados los cables, componentes eléctricos, vestiduras internas, alfombras, vidrios, forros, mecanismos interiores de las puertas; así como los tableros de instrumentos y las vestiduras exteriores. Después de probar el sistema eléctrico, finalmente el vehículo pasa al taller de chasis donde son instalados suspensión, chasis, parrilla, asientos, motor, transmisión, escape, llantas, freno y radiador.

Cabe destacar, que a partir del CT-20 se cuenta con dos robots para la aplicación del uretano en los cristales delantero y trasero.

#### **e) CONTROL DE CALIDAD Y MATERIALES**

La última área del proceso de ensamblado es la sección de control de calidad, donde es llevada a cabo la revisión completa del estado del vehículo.

El control inicia en la zona "H" de ensamble final en donde en cinco estaciones checan la velocidad, el motor, las luces, los frenos, el claxon, etc.; y se hacen pequeñas reparaciones. En caso de fallas mayores, los coches van al departamento de reparaciones, a lado de cada una de las estaciones. Si no es el

caso, serán conducidas directamente al departamento de control de calidad.

Sobre una banda se chequean puertas y cofre; para después entrar en un túnel de pruebas de agua. Una parte del lote será probado directamente en las pistas. Si no son necesarias reparaciones, los carros salen al almacén.

El área de materiales está conectada al sistema Justo a Tiempo, que posteriormente describimos. (ver pp. 157)

En esta área existen 19 andenes de descarga de trailers y dos estaciones de descarga de furgones de ferrocarril, que están conectados directamente con el interior de las instalaciones. A esta zona llegan todos los proveedores para descargar sus pedidos y ser trasladados directamente por bandas a las áreas donde serán utilizados.

## II.2 EL SISTEMA SOCIO-TECNICO

Al caracterizar a la planta de Hermosillo la administración de la misma subraya a la organización del personal como la característica más sobresaliente de la operación, la cual permitiría que las innovaciones técnicas y administrativas, tuvieran sustento.



En este sentido, la organización por grupos, trabajando en base a una filosofía, desarrollada a partir del enfoque socio-técnico (a diferencia de las empresas tradicionales), partiría de la consulta a los trabajadores de cómo se deben realizar las labores, suprimiría una serie de símbolos de jerarquía al interior de la planta y situaría el reconocimiento de las ideas como el factor fundamental para desarrollar la participación y superación de los trabajadores.

De acuerdo a la empresa esta filosofía fue conformada a partir de los grupos de trabajo y recibió una actualización para la implantación del proyecto CI-20. Sin embargo, desde 1984, la empresa trabajó a nivel internacional en la adaptación de la filosofía participativa de su socia japonesa Mazda.

De acuerdo a Jordy Micheli (1997:110, 1998:11, 24, 33) la filosofía se resume en los siguientes conceptos:

- La gente es confiable.
- La gente actúa responsablemente cuando tiene claras sus obligaciones.
- Existiendo el medio para expresarse la gente se esfuerza en dar su máximo potencial.
- Los objetivos comunes y definidos hacen que la gente coopere y trabaje en equipo de manera efectiva.

Y como punto que consideramos fundamental:

- La gente desarrolla sus destrezas y habilidades cuando existen los incentivos y existe el entendimiento de las operaciones que realiza para determinar sus necesidades de aprendizaje.

Dentro de la organización socio-técnica, los Grupos de Trabajo son definidos por la empresa como las unidades básicas de responsabilidad. Cada grupo de trabajo está integrado por técnicos, no por obreros especializados, a los cuales se les fija una área de trabajo y un conjunto de herramientas y máquinas que están asignadas para el conjunto y no para los técnicos en lo individual; pues la labor a desarrollar es una responsabilidad de todos los integrantes del grupo.

Dentro de las obligaciones del grupo están integradas la supervisión de la calidad, y la realización del mantenimiento y las reparaciones -que en las plantas tradicionales se desarrollan en áreas específicas y separadas-; además, de la certificación del dominio de las tareas del área de trabajo, y de la definición de la organización interna para cumplir los objetivos del grupo. Tales objetivos están determinados por los más amplios y generales que ha establecido la empresa.

El concepto de grupo se resumiría en un conjunto de técnicos capaces de desarrollar una variedad de tareas, a diferencia del

obrero especializado; la estrategia de capacitación camina en ese sentido.

A la apertura de la planta, la totalidad de los 667 trabajadores recibió un curso de entrenamiento de seis meses. Trescientos de ellos fueron enviados a cursos de capacitación en el extranjero, (Japón, España, y Bélgica) con el propósito de tener un personal capaz de resolver los problemas generados en el arranque de la producción.

Los cursos tienen un carácter general para todos los obreros y están divididos en dos partes fundamentales: la primera, la enseñanza de la filosofía y del funcionamiento de los grupos de trabajo; y la segunda que consiste en los conocimientos teórico-básicos (hidráulica, mecánica, soldadura, pintura, etc.) relacionados con las diferentes áreas de la planta. Una vez asignados los trabajadores al área donde laborarán reciben un curso práctico sobre el funcionamiento de la maquinaria y herramientas con las que trabajarán.

Ya laborando, los grupos están encargados de entrenar a los miembros del mismo y de realizar una certificación de la experiencia mediante células que establecen el grado de dominio de la tarea: desde los conocimientos básicos de la misma, hasta la habilidad de ser instructor calificado. Ver gráfico 5.

**CEDULA DE ENTRENAMIENTO**

**DEPARTAMENTO DE VESTIDURA**

**GRUPO I**

**OPERACIONES**

**TECNICOS**

**SUB-ENSAMBLAJE DE PARABRISAS.**

**INSTALACION DE PARABRISAS.**

**SUB-ENSAMBLAJE DE CRISTALES PUERTA.**

**INSTALACION DE CRISTALES PUERTA.**

**SUBENSAMBLAJE DE COLUMNA DIRECCION.**

**INSTALACION DE COLUMNA DIRECCION.**

**INSTALACION DE TUBERIA DE FRENSOS.**

**INSTALACION DE CALAUEAS.**

**INSTALACION DE ASIENTOS.**

**INSTALACION DE TABLEROS.**

	JOSE GOMEZ MURTADO	MANUEL DIAZ GARZA	MARCO GUBIOLA	JORGE SILVA MARTINEZ	SAMU LARA GUILJANO	FERRO BORJA GUEZADA
SUB-ENSAMBLAJE DE PARABRISAS.						
INSTALACION DE PARABRISAS.						
SUB-ENSAMBLAJE DE CRISTALES PUERTA.						
INSTALACION DE CRISTALES PUERTA.						
SUBENSAMBLAJE DE COLUMNA DIRECCION.						
INSTALACION DE COLUMNA DIRECCION.						
INSTALACION DE TUBERIA DE FRENSOS.						
INSTALACION DE CALAUEAS.						
INSTALACION DE ASIENTOS.						
INSTALACION DE TABLEROS.						

**SIMBOLOGIA**



CONOCIMIENTOS BASICOS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA OPERACION, PUEDE REQUERIR ASISTENCIA PARA EFECTUAR LA OPERACION AL 100%.



TODO LO MENCIONADO EN EL PUNTO ANTERIOR, MAS LA HABILIDAD DE ESCRIBIR HOJAS DE PROCESO PARA EL TRABAJO Y PARTICIPAR EN LAS MEJORAS DEL TRABAJO.



PUEDE EFECTUAR EL 100% DE LA OPERACION SIN ASISTENCIA, INCLUYENDO AJUSTES RUTINARIOS AL EQUIPO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y BUENOS HABITOS DE SEGURIDAD.



TODO LO MENCIONADO EN EL PUNTO ANTERIOR, MAS LA HABILIDAD DE SER INSTRUCTOR DE TRABAJO.

La certificación de los conocimientos no es sólo una de las tareas de los grupos de trabajo; sino el criterio que viene a sustituir a la antigüedad, en la definición de la categoría de los trabajadores. En realidad, en el caso de Hermosillo sólo existe una categoría: Técnico Ford, la cual se subdivide en diez niveles salariales.

Desde el punto de vista de la flexibilidad buscada por la empresa esto se manifiesta en varios cambios sustanciales. El trabajador es un obrero polivalente, no sólo capaz de realizar una variedad de tareas pertenecientes a su área de trabajo, sino obligado por esta estructura de categorías a desarrollar estas tareas. El trabajador no está ubicado en un puesto de trabajo, merced a la calificación que posee, en el que nadie más puede realizar su tarea; sino que está ubicado en una zona de trabajo en tanto su calificación no depende de su especialidad, de la destreza y habilidad con que puede realizar un tipo determinado o particular de labor. Y por último, la movilidad del trabajador está determinada a partir de su adaptación a esta estructura organizativa y no a la permanencia en el mismo puesto, es decir, a su antigüedad. El cambio de este principio concentra la transformación de la anterior forma organizativa del proceso de trabajo.

Para empatar la nueva filosofía y los cambios en la organización del trabajo, con la organización administrativa, la

planta de Hermosillo adoptó las innovaciones japonesas de Justo a Tiempo, Cero Inventarios y Oficina sin Papeleos.

Justo a Tiempo tiene que ver con la circulación de materias primas y productos intermedios durante el proceso de producción; así como con su calidad. En las plantas tradicionales existe un gran monto de capital inmovilizado, gastado improductivamente en la existencia de almacenes y en la revisión y distribución del material; con el Justo a Tiempo, se propone evitar esta inversión de capital que permanece ociosa hasta no ser ocupada. Con él, se trata de organizar los flujos de mercancía entre los proveedores, de tal manera que los inventarios se vean reducidos a su mínima expresión. En páginas anteriores habíamos descrito la red de conexiones marítimas y terrestres con que cuenta la planta para lograr este objetivo; así como, su infraestructura al interior de la planta para recibir hasta 9 suministros simultáneos, y la existencia de varios de sus principales abastecedores en el mismo parque industrial. (ver pgs. 147, 148)

El Justo a Tiempo tiene relación directa con el concepto de Cero Inventarios; pero este último, no sólo se refiere a cero inventarios de materias primas y productos intermedios; sino también, a Cero Inventarios de productos terminados. Es decir, en Hermosillo se produce de acuerdo a un determinado número de pedidos con lo cual se evita la existencia de un almacén de productos terminados.

Para lograr el objetivo de tener el material necesario para la producción justo a tiempo y posibilitar los cero inventarios, la Ford dispone, además, de un moderno sistema de comunicaciones por satélite, a través del cual mantiene comunicación constante y directa con Japón y Detroit. Cuenta también con una máquina procesadora de palabras tipo Wang y 20 circuitos para transmisión de datos. Para establecer contacto con sus proveedores al interior de la República cuenta con 2 de estos circuitos conectados a las oficinas de Ford en Cuautitlán; 6 canales para sistema de radio, teléfono libre de interferencia, y 10 líneas de Telex. De tal suerte que con estos modernos sistemas se hace posible el tercer concepto en técnicas administrativas modernas: la Oficina sin Papeles.

Las nuevas formas de organización y las innovaciones técnico-administrativas conforman la planta de Hermosillo, el modelo, de lo que sus diseñadores pensaron, es una planta flexible. Flexibilidad que, como cualquier concepto relativo, se manifiesta al compararla con la situación opuesta; en este caso, con la rígida.

El siguiente apartado se centra en hacer evidentes estas diferencias en lo que respecta a los CCT y a los salarios.

### II.3 CONTRATO COLECTIVO DE TRABAJO

La flexibilidad se encuentra plasmada en el contrato, por todo lo que dice, y por lo mucho que a diferencia de los contratos de las plantas del centro, deja de decir.

En Hermosillo, el contrato establece una sola categoría, la de Técnico Ford con 10 niveles salariales. Del 1-4 son no calificados, 5-6 semicalificados, 7-8 calificados y de 9-10 altamente calificados. Sin embargo, a partir de la revisión de 1990 los trabajadores de nuevo ingreso inician a partir del tercer nivel.

Las condiciones de avance de nivel especificaban el cumplimiento del plan de entrenamiento; la certificación por parte del gerente, sindicato y coordinadores de Área del incremento de habilidades; y la acumulación de un año de experiencia efectiva. Ahora, por la revisión de 1990, sólo son necesarios 6 meses de trabajo.

En si, el contrato de Hermosillo es una versión mutilada del que regula las condiciones de trabajo en Cuautitlán. Las únicas novedades son las ya referidas a los grupos de trabajo y a la estructura salarial; además de la que limita la jurisdicción del contrato a las instalaciones de la planta de estampado y ensamble de Hermosillo.



Presentamos a continuación las diferencias fundamentales en prestaciones entre las dos plantas:

CUADRO 4.13

HERMOSILLO	CUAUTITLAN
<b>JORNADA DE TRABAJO</b>	
45, 42.5 Y 40 hrs. La última se puede extender en media hora de tiempo de trabajo extra, con carácter obligatorio.	40, 37.5 Y 35 hrs.
De no laborar la jornada completa	Pago de las horas efectivas trabajadas, más un 40% de compensación por los descansos semanales.
Pago del tiempo efectivo de trabajo y de la parte proporcional de los días de descanso.	
<b>VACACIONES</b>	
Por un año de antigüedad	
18 días con pago de 178 hrs.	7 días con pago de 160.4 hrs.
Por 3 años de antigüedad	
18 días con pago de 285 hrs.	11 días con pago de 245.2 hrs.
Por 6 años de antigüedad	
12 días con pago de 285 hrs.	12 días con pago de 275 hrs.
<b>DIAS DE DESCANSO OBLIGATORIO</b>	
12 días al año.	17 días al año.
<b>APOYO POR MUERTE DE CONYUGE</b>	
320 mil pesos.	-Un millón 250 mil pesos. -900 mil en caso de muerte de los padres.

## SEGURO DE VIDA

325 días de sueldo	Un año de antigüedad	495 días de sueldo
375 días de sueldo.	De 2 a 4 años de antigüedad	555 días de sueldo.
500 mil pesos.	Ayuda para sepelio	2 millones 500 mil pesos. 30 días de salario.

## AGUINALDO

30 días de salario. 33 días de salario.

## FONDO DE AHORRO

Por aportación patronal, 6% del salario. Por aportación patronal, 12% del salario.

## CUPONES DE DESPENSA

12% sobre el salario base. 7% sobre el salario recibido.

NOTA: En el caso de las comparaciones en que la prestación se presentada en términos de días de salario, hay que recordar la diferencia que existe entre los salarios de Hermosillo y los de Cuautitlán.  
FUENTE: Elaboración propia a partir de los CCT de Cuautitlán (1982, 1985-87 y 1991-92) y Hermosillo (1988-1992).

Pero más importante que lo que cambió el CCT de Hermosillo, son los asuntos a los que no hace ninguna referencia en el contrato o deja en total libertad a la empresa de realizarlos de acuerdo a sus necesidades. Mencionamos los más destacados y, en algunos casos, la forma en que están regulados en Cuautitlán:

- Procedimiento de ingreso: por medio de una bolsa de trabajo, el sindicato regula las pruebas, su aplicación y la selección del personal. Además los acuerdos respectivos y la contratación del personal temporal y eventual por medio de un escalafón

- Los **balances conjuntos de línea** para evitar las **sobrecargas de trabajo**.
- El **pago de horas extras**: de un **100%** suplementario por lo que exceda al horario normal; de un **200%** en caso de superar las 9 horas semanales de trabajo extra, o por una jornada completa de trabajo extra, o por laborar en días de descanso; y de un **300%** por las horas extras de un día de descanso.
- Los **permisos sin goce de sueldo**.
- La **regulación de las incapacidades médicas** y su pago.
- La **transportación y alimentación**.
- La **regulación de las condiciones de higiene y seguridad**.
- Las **finiquitaciones de contrato**.

Estas ausencias destacan aún más si tomamos en cuenta lo que el propio CCT de Cuautitlán había perdido respecto al de 1983, mencionemos solo las referidas a:

- La **obligación de la empresa de mantener al máximo la producción**, como medio de evitar las reducciones de personal.
- Al obrero que es **removido dos veces de puesto el pago del salario del puesto de un cubreausentismo**. Este pago implicaba entre 5 y 8.5% en salario suplementario.

- El límite de cinco días a los cambios de puesto por balanceo a la línea y el pago de la bonificación correspondiente.
- Al obrero que cubre la vacante de una categoría superior, el pago íntegro que corresponde a esa categoría.
- Los reacomodos de personal, sin perjuicio de salario, por automatización de la línea.
- La valuación periódica de los puestos y de los pagos respectivos que genere su reclasificación.
- La prohibición de generar sobrecargas de trabajo por aumentos en la velocidad de la línea.
- El pago de 110 pesos, por arriba del salario recibido, por realizar labores de instructor (el mínimo de salario era de 147 pesos y el máximo de 266).
- Los planes de retiro.
- Los estímulos a la puntualidad

La flexibilidad que implican estos cambios en el contrato, también se pueden analizar como reducciones en el salario indirecto. Este al igual que los ingresos de los trabajadores han tendido a caer.

## II.4 SALARIOS<sup>17</sup>

A la apertura de la planta, el salario con que se remuneraba a los trabajadores de Hermosillo representaba pagar al obrero con más alta calificación el salario de los trabajadores con menor categoría de la planta de Cuautitlán; por lo que su monto no llegaba ni siquiera al 50% de los que se pagaban en el centro del país. Esta diferencia ha disminuido, pero no por un aumento en Hermosillo; sino por la mayor reducción de los ingresos de los trabajadores en Cuautitlán. En 1983, poco después de desatarse la crisis de la industria a nivel nacional, los salarios por hora fluctuaban, en términos reales, en pesos de 1978, entre los \$28.25 y los \$51.26. Sólo siete años después, este rango variaba entre los \$11.83 y los \$24.69 (ver gráfica 4.1).

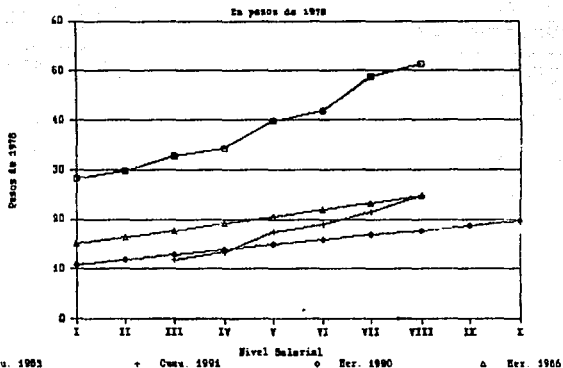
Esta drástica modificación ha hecho que los salarios que hoy se pagan en Cuautitlán sean semejantes a los que se pagaban en la planta de Hermosillo, al momento de su apertura (de \$15.28 a \$24.84). Para darse una idea de la magnitud de estos cambios hay que recordar que la Ford, en 1985, pagaba los salarios más altos de la industria automotriz, un 38% por arriba del promedio.

Hermosillo inició con remuneraciones de por sí bajas, lo que se ha venido agravando con la caída del salario real. Si

---

17.- Los salarios fueron obtenidos de los Contratos Colectivos de Trabajo de Cuautitlán (1982, 1991-1992) y Hermosillo (1990-1992).

## Salarios Reales

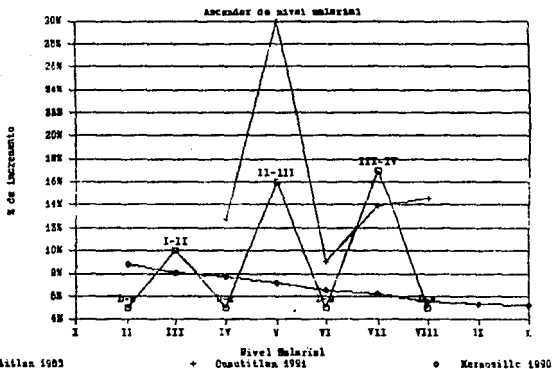


GRAFICA 4.1

comparamos la evolución de la categoría más baja, de 1986 con la de 1990 (la I con la III), ha caído el salario un 15%; si lo hacemos respecto a la categoría más alta (la VIII con la X), éste ha caído en un 20%. Los datos no nos presentan la reducción en toda su magnitud, porque ahora los trabajadores ingresan a partir de la tercera categoría y existen dos categorías más. Si confrontamos categoría con categoría, la reducción es de un 28%.

Además del nivel de los salarios es importante hacer una revisión de la peculiar estructura salarial que mantienen tanto

## Incremento porcentual al



Para Cuautitlán 1983, los puntos b-a corresponden al cambio de grado dentro del mismo nivel salarial; los puntos I-II, II-III y III-IV corresponden a los cambios de nivel respectivos.

en Cuautitlán como en Hermosillo. Para 1983, en Cuautitlán se habían reducido los niveles salariales a un total de B<sub>3</sub>+<sup>18</sup> divididos en cuatro grupos, en los cuales se distinguía entre el grado "B" y "A". Esta estructura del tabulador, vía el incremento de ingresos que implicaba el paso a la categoría superior, fomentaba en ascenso de los trabajadores por el mismo (ver gráfica 4.2).

18.- Anteriormente, el número de categorías era de 32. También el número de puntos fue reducido, al pasar de 363 a 149.

El paso de un grupo a otro podría repercutir en aumentos, siempre crecientes, de entre 10% y 17% (los puntos I-II, II-III y III-IV de la gráfica); mientras que los movimientos de ascenso dentro de uno de esos grupos, de grado a grado, recibían aumentos de 5% en todos los casos (los puntos marcados como b-a).

A partir de 1987, la estructura del escalafón fue cambiada. Desapareció el primer grupo, con sus dos grados. Dejaron de existir grupos y grados, para ya sólo referirse a niveles. La diferencia salarial, entre la primera y última categoría, se concentró en el paso de la categoría IV a V, (29.9%); mientras las restantes no superan el 15%. Sin embargo, a pesar de la reducción de los puestos del escalafón, esta diferencia pasó del 81.5% al 108.6% (ver gráfica 4.3).

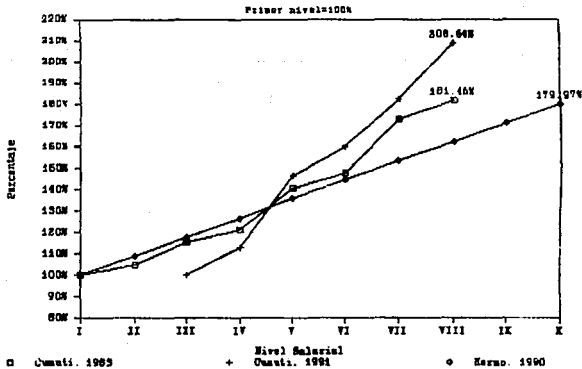
En el caso de Hermosillo, se ha mantenido la misma estructura del escalafón desde la apertura de la planta.<sup>17</sup> Existen 10 niveles salariales, y la diferencia entre el mayor y el menor es de casi 80%. Si consideramos que el ingreso de los trabajadores se da a partir del nivel III, esta diferencia es de sólo 52.8%. Por otra parte, el incremento de sueldo por cambio de nivel es cada más reducido: desde un 8.8% a un 5.2% (ver gráfica 4.2). Esto hace que, en todos los casos, el estímulo para subir de categoría sea siempre mayor en Cuautitlán.

---

17.- Aunque en su apertura existieron tan sólo ocho niveles; posteriormente se agregaron los últimos dos y se suplieron, en los hechos, los dos primeros, al ingresar directamente al nivel III los nuevos trabajadores.



## Niveles salariales



GRAFICA 4.3

Hasta aquí realizamos un breve recuento de las principales características de la planta de ensamble de la Ford en Hermosillo. En el próximo apartado evaluaremos el funcionamiento de las innovaciones organizativas a partir del concepto de flexibilidad. Este es uno de los primeros intentos que se hacen al respecto, la mayoría de los estudios se limitan a retomar acríticamente la aplicación de los modelos japoneses de organización. Nuestra evaluación, por las restricciones propias de la investigación, espera contribuir a una visión crítica de estos fenómenos.

#### 4.4 EVALUACION<sup>20</sup>

El concepto de flexibilidad parece integrar los cambios implementados en las nuevas plantas exportadoras. Esta no sólo es una visión a partir del análisis, forma parte del discurso justificador de estas innovaciones. En este sentido, evaluamos los ámbitos en los que se manifiesta y las contradicciones entre el discurso de cómo funciona y la realidad.

Como mencionamos, uno de los centros de la nueva forma de organización es trabajar con técnicos polivalentes y no con obreros especializados. Los candidatos a laborar en la planta salen de los cursos de capacitación para integrarse inmediatamente a la producción; esto supone que la parte fundamental para producir este tipo de trabajadores es la capacitación, pues se trata de una mano de obra sin experiencia.

Repasemos sus rasgos más importantes. La mayoría de los trabajadores tienen entre 18 y 23 años (57.3%) y sólo el 7.6% tiene más de 30 años. Es de entenderse que por tan jóvenes la mayoría de ellos ingresa directamente de las escuelas a la

---

20.- En este apartado, se utilizaron los datos obtenidos a través de los encuestas y entrevistas que se realizaron a una muestra de trabajadores y a los dirigentes sindicales de la planta. Fueron cruzados con la información proporcionada por un estudio de caso elaborado por la OIT (proporcionado por el sindicato), así como, del trabajo de Arteaga y otros, 1989.

planta, "...sin ese potencial de conflicto que comúnmente se asocia a la experiencia laboral". (CARRILLO, 1999-01, pp. 22) Sólo un 33.6% había laborado anteriormente, mientras un 38.6% inauguraba su vida laboral en la Ford. Esta inexperta fuerza de trabajo proviene fundamentalmente de las preparatorias de la zona (62.5%) y de las secundarias (22.9%); con una minoría proveniente de las escuelas técnicas (7.2%). Es importante destacar que el 71% de ellos eran solteros.

Estas características especiales no son un dato con el que se enfrenta la empresa; es una clara opción en oposición a la fuerza de trabajo que labora en las plantas del centro del país.

La fuerza de trabajo en Cuautitlán, como en la mayoría de las plantas tradicionales se caracteriza por poseer una larga experiencia; la antigüedad laboral en la empresa es de entre 10 y 15 años. Por esto mismo, a diferencia de Hermosillo, el promedio de edad fluctúa entre los 30 y 35 años, y el 91% de ellos son casados, con un promedio de 5 hijos. Respecto al nivel educativo, la mayoría no rebasa el nivel primaria.

Al optar por una mano de obra sin experiencia, la capacitación debe resolver los problemas originados por esta opción; pero, además, intentar crear al obrero polivalente sin socavar las virtudes, que esta falta de experiencia, representa

para la empresa. En palabras de un gerente de la planta de motores de Ford Chihuahua:<sup>21</sup>

\* (La fuerza de trabajo joven) no se vio agitada por acuerdos negociados o acuerdos no escritos que pudieran dañar las operaciones en la planta. La gente tiene más tiempo para prestarle atención a los aspectos serios del negocio... no está arrancando a partir de 25 años de negociación, 25 años de conflicto entre adversarios; son nuevos y no tienen la costumbre de parar\*. (Moshon, 1989, pp. 25)

Estas precauciones hicieron que la empresa optara por desechar cualquier participación de los obreros de Cuautitlán en la capacitación, o de los especialistas calificados de las plantas de los Estados Unidos. Para tal efecto se recurrió a los mismos proveedores de la maquinaria para capacitar al personal; en un intento para evitar el contagio de "malos hábitos", y la comparación entre las condiciones en que laboran los obreros de otras plantas de la Ford.

Esto está plasmado en la estructura de los cursos. El 76% de los trabajadores recibió 15 o menos días en el área de producción. Dándose una diferencia radical con la forma de capacitación de los Estados Unidos, de hasta 4 años al lado de un

---

21.- En esta oportuna referencia frecuentemente al estudio de Harley Shelton realizado en la planta de motores de Ford-Chihuahua, considerando que la estrategia aplicada en éste, en sus rasgos fundamentales, responde a la misma lógica de la que es aplicada en la planta de Mercedes.

oficial calificado; y con la que se realiza en Japón, donde la preparación se obtiene en el empleo mismo. (Soyuzet. pg. 100)

La mayor parte del curso se centra en la trasmisión de la llamada filosofía, en que los trabajadores terminen asumiendo como suyos los objetivos de la compañía, en una especie de simbiosis entre sus intereses y los de la empresa. En palabras de un miembro del Comité Nacional del Sindicato: "Terminamos el curso preguntando cuándo empezariamos a contratar a los trabajadores".

Si los cursos tratan de crear un obrero polivalente, el corto tiempo de duración y su marcada orientación hacia la filosofía ponen en duda que la polivalencia pueda emanar simplemente de la capacitación. Mas la idea misma, de que los técnicos Ford sean obreros polivalentes, también está en duda.

La rotación<sup>22</sup>, uno de los indicadores de la polivalencia, desapareció a partir de la aplicación del CT-20. Sólo subsiste, por iniciativa de los trabajadores, en el área de pisos traseros y en los puestos de ensamble, donde es necesario introducirse al vehículo para poder operar.

---

22.- Entendido, en este caso, como el paso de una tarea a otra. El término es utilizado indistintamente en esta acepción o con el significado de los obreros que ingresan y abandonan el trabajo.

Al parecer, la desaparición de la rotación obedeció a la misma lógica que la limitó en la Ford de Chihuahua; las presiones en la producción obligan a mantener a los trabajadores en los puestos que ya dominan. (Shalton, 1997, pp. 87)

Otro indicador importante de la polivalencia es el número de tareas que dominan los trabajadores. En una encuesta realizada en 1990, se registra un dominio de una a dos operaciones para el 48.3% de los trabajadores, de tres para el 17.4% de ellos y de cuatro a seis operaciones para el 20%; es decir, en promedio dominan 3.38 tareas cada obrero. (Carrillo, 1990-11, pp. 54, cuadro 11)

Este bajo índice se ve agravado por el reducido promedio de antigüedad de los obreros, menos de 16 meses; aunque no existe ninguna evidencia de que el número de tareas dominadas crece con la antigüedad. (Carrillo, 1990-11, pp. 37)

El otro factor importante tiene que ver con esta última. En teoría, se debía haber roto con el principio de la antigüedad como factor regulador de las relaciones laborales; y, en lo particular, como determinante del nivel de calificación de los trabajadores. Sin embargo, si revisamos la relación entre calificación y antigüedad, aparece que el 100% de los trabajadores con menos de 1 año de trabajo, tienen calificación baja, mientras que el 97.9% de los trabajadores con más de 4 años de trabajo tienen calificación alta. Que tanto influye la

evaluación de los conocimientos adquiridos, nos lo puede mostrar que el 96% de los trabajadores duró el tiempo mínimo, marcado en el contrato, para poder pasar a otra categoría. Estamos ante dos opciones: o la capacitación está funcionando de una manera óptima, o la antigüedad persiste, en la práctica, como criterio para determinar las categorías.

Al igual que la polivalencia, el funcionamiento de los equipos de trabajo tiene características peculiares en su aplicación.

A diferencia de Japón y Alemania, donde esta forma de organización se liga a la seguridad en el empleo, a una jornada de trabajo reducida, y, en el caso de Alemania, a una organización sindical fuerte, que asegura las retribuciones de acuerdo a la calificación; el caso de México es el de una interpretación sui generis del concepto. La jornada, en lugar de verse reducida, es mayor a la de las plantas del centro; incluso en la Ford de Chihuahua, está contemplada la necesidad de un 13.36% de horas extras para poder alcanzar la capacidad instalada de producción. Además, es sabido que se quebrantó el poder de negociación sindical y que no existe ninguna seguridad en el empleo.

Al interior de la planta, la aplicación de los grupos de trabajo también manifiesta ciertas divergencias respecto al

modelo. Existen zonas determinadas para el control de calidad y el mantenimiento, donde personal especial, en áreas específicas, realiza estas labores, que debiera estar integradas a las tareas del grupo. A partir del CI-20, el especialista, el representante de la empresa ante el grupo, es el único con la posibilidad de convocarlo y de fijar los temas a discutir. La capacidad de decisión y la iniciativa de los trabajadores se encuentra seriamente limitada.

En la encuesta realizada por la OIT (1971, 1972)<sup>23</sup>, sobre la percepción de los trabajadores respecto a quién decide: ritmos de trabajo, planificación, cambios de grupo, secuencia de tareas, puestos que ocupa, etc.; los resultados muestran que la empresa siempre se encuentra por arriba del grupo y del obrero mismo en la determinación de estas cuestiones.

CUADRO 4.14

PERCEPCION DEL TRABAJADOR DE QUIEN Y EN QUE GRADO DETERMINA:

	NADA	MUY POCO	POCO	BASTANTE	MUCHO
EL RITMO DE TRABAJO					
El mismo			16	52	
El grupo			16	49	

23.- Preparado por el Comité Ejecutivo del Sindicato Local de la Ford-Hormel, Inc.



La empresa			25	45
El sindicato	23	35		

**LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCION**

El aseo	53		16	
El grupo	53		19	
La empresa			21	62
El sindicato	39	28		

**LAS HERRAMIENTAS, MAQUINARIA Y MATERIALES A UTILIZAR**

El aseo			38	25
El grupo		25	29	
La empresa			36	42

**PERCEPCION DEL TRABAJADOR DE SI PUEDE DETERMINAR:**

		CASI NUNCA	DE VEZ NUNCA	MUCHAS EN VEZ VECES	SIEMPRE
--	--	---------------	-----------------	---------------------------	---------

**SU CAMBIO A OTRO GRUPO**

El aseo	91				
El grupo	29	31			
La empresa				24	59
El sindicato	54				

**LAS INTERRUPCIONES DEL TRABAJO**

El aseo	29	35		
---------	----	----	--	--

## PERCEPCION DEL TRABAJADOR DE SI DETERMINA:

	NO	SI
<b>LA SECUENCIA DE LAS TAREAS</b>		
El mismo	52	
El grupo	58	
La empresa	88	
<b>SI LA CALIDAD ES LA ADECUADA</b>		
El mismo	58	58
El grupo		55
La empresa		96
<b>EL PUESTO QUE OCUPA DENTRO DEL GRUPO</b>		
El mismo		72
El grupo		55
La empresa		87.5
<b>SI SE REUNE EL GRUPO</b>		
El mismo	74	

PUNYER Estudio de caso realizado por la DIT (misos) en la Ford-Herzogenell.

Nota: Para mayor claridad, nada más se incluyen las dos opciones con los porcentajes más altos. Aunque el resultado de la encuesta sólo se pueda tener como un indicador de la tendencia, pues la percepción no deja de estar determinada por factores subjetivos; es interesante destacar que las opciones de "la empresa", siempre obtienen una opinión bastante concentrada; lo que no sucede en los otros casos.

Esta percepción ha sido acompañada de medidas concretas. Los trabajadores suspendieron su participación en la gestión, en el aporte de propuestas para mejorar la producción, hasta que ésta no fuera reconocida por medio del pago.

No es de extrañar estos resultados. Ya Sergio Sandoval, en su estudio de los equipos de trabajo en la Ford, remarcaba que en las formas de mando y en las tomas de decisiones se manifiesta la voluntad de la empresa de incorporar sólo los principios que son funcionales con la visión tradicional del trabajo humano.

Pero los trabajadores parecen responder, también, de forma tradicional. De la inicial coincidencia de sus intereses con los de la empresa, al salir de la capacitación, pasan pronto a considerar que "de la filosofía no se come".

Repasemos algunos datos que dan sustento a esta afirmación. De los 667 trabajadores con que empezó a trabajar la planta, y que fueron objeto del "importante" plan de capacitación, para abril de 1990, sólo quedaban 143, el 21%; en contraste, 763 trabajadores tenían menos de un año de antigüedad. Destaca que un tercio de las renunciaciones voluntarias tuvo como argumento los bajos salarios, mientras un 43.5% alegaba el motivo de mejorar. De los despidos, el 48% fue por "romper las reglas", posible eufemismo que trata de encubrir que la mayoría de los despidos son a causa del ausentismo, como es en el caso de la Ford-Chihuahua. (Sandoval, 1990, pp. 27) El ausentismo en Hermosillo, osciló entre el 6.5% y el 8.8%, durante 1987.

De acuerdo a la encuesta de la OIT, el 52% de los trabajadores considera que el puesto de trabajo en que laboran es inadecuado, dado su mayor nivel educativo. El 55% considera que no ha encontrado desarrollo personal en la empresa, lo que les impide identificarse con los principios de la compañía; al igual que el 54% que estima que la Ford no ha compensado sus esfuerzos.

Los altos índices de ausentismo y de rotación,<sup>24</sup> contrastan con los resultados que tiene la GM en la aplicación de las formas organizativas japonesas. De 1984 a 1987, el ausentismo fue del 1.06% al 3%, con una meta de 2%; mientras que la rotación tuvo un máximo de 14.67% en 1985, y en abril de 1988 registraba un 6.31%. Basta recordar que la tasa mensual de rotación en Hermosillo es del 1.8%.

A las formas tradicionales de resistencia pasiva a las nuevas normas de organización: al ausentismo, la rotación, hay que agregar las respuestas organizadas. Estas rompen con la idea de una mano de obra dócil y flexible, de la cual partió la empresa en la selección de su personal.

En menos de tres años los trabajadores realizaron una huelga de hambre, demandando la modificación de las condiciones de

---

24.- Entendida como la entrada y salida de personal.

trabajo; dos paros sindicales, en apoyo a la huelga de hambre y en protesta por la revisión de 1988; un sabotaje que dañó 90 unidades; y, el movimiento más importante, la huelga de 1987, desde el primero de marzo al 9 de abril.<sup>28</sup>

La mayoría de estos conflictos fueron generados a partir de la problemática salarial.

No es necesario argumentar sobre las razones de este fenómeno, los datos señalados anteriormente son lo bastante elocuentes. Mas nos interesa puntualizar un aspecto que consideramos fundamental en la evaluación de la filosofía.

La estructura de los niveles salariales en lugar de motivar la polivalencia, por ser este el factor para ascender de categoría, tiende a inhibirla. Como podemos ver en la gráfica 4.2 (a. 1981), los incrementos recibidos al ir ascendiendo de categoría son cada vez más pequeños, lo que viene a agravar su reducida magnitud. Además, en los términos del contrato de 1986, se habría necesitado 8 años para llegar a la última de las categorías y obtener un aumento nominal de 62% en el salario.

Si lo que se intenta es fomentar la polivalencia y la identificación con la filosofía, lo que se logra es estimular el

---

28. Acerca de la huelga ver a Tondoval, 1988, pp. 197.

descontento de los trabajadores y la resistencia a las formas de organización.

Creemos que no se trata de obtener los objetivos de la filosofía, tal como se plantean, ni los resultados contraproducentes de la resistencia de los trabajadores. Pensamos que otro es el objetivo: la recomposición de las condiciones de utilización de la fuerza de trabajo de los obreros de la Ford.

## CAPITULO 3

### CONCLUSIONES

En la primera parte del trabajo, a pesar de que se trata de una descripción meramente formal del objeto de estudio de esta tesis, podemos señalar algunas conclusiones:

No queda duda que los robots representan una fase más del desarrollo de la maquinaria y que están respondiendo a las necesidades de aplicación de tecnología en los procesos productivos, por parte del capital y que al igual que otras máquinas, es posible encontrarlos con diferentes niveles de tecnificación, de acuerdo al uso que se les dará.

Nos queda claro, también, que los trabajadores, que fundamentalmente están siendo desplazados por los robots, son aquellos con calificación media o alta, tal es el caso de los soldadores y los pintores, en un intento más del capital, por retomar el control sobre el proceso de trabajo; pero además, de recuperar competitividad, en terminos de calidad, con respecto a los productores japoneses principalmente.

La robótica es una de las nuevas tecnologías que ha permitido modificar los procesos de producción en que se ha implementado y está llamada a un gran desarrollo tecnológico y a una expansión de su mercado, pero esto sucederá, sólo en la medida en que coincida con las necesidades de valorización del capital.

Sin embargo, no es la nueva tecnología, por sí sola, la que ha permitido esta modificación; su combinación con la innovadora forma de organización del trabajo, basada en la filosofía japonesa, son el fundamento principal de las transformaciones al interior de los procesos productivos.

Todos estos elementos, son más evidentes si nos remitimos al estudio de caso:

Se pudiera pensar, por los comentarios vertidos en la evaluación anterior, que la implementación de las nuevas formas de organización del proceso de trabajo tienen resultados absolutamente negativos. Mas esto es una idea que sólo puede resultar de la confrontación entre el discurso y los hechos, respecto a los objetivos de la filosofía. En realidad, los resultados<sup>26</sup> logrados en niveles de calidad, productividad, disminución de tiempos muertos, muestran un balance positivo de

---

26.- Para los resultados en la producción ver p. 147. Respecto a la calidad; en mayo de 1988, la planta ingresó al "Grupo 99 los 300", que consiste en obtener niveles de calidad registrados mediante el Sistema Unificado de Aseguramiento del Producto (IUPAQ); en junio de 88 registraba 138 IUPAQ, y en febrero de 89 al "Club de los 300 IUPAQ". En julio de 89 la planta de Morencillo aparece en el tercer lugar en la lista mundial de las que construyen los automóviles con menores problemas.



estos cambios. Obviamente un balance solamente positivo para la empresa, no así para los trabajadores.

La contradicción entre discurso y hecho, se origina por una peculiaridad de la filosofía; es la primer modificación de los métodos de organización del proceso capitalista, que cuenta con un discurso ideológico de justificación de sus acciones. Tanto el Fordismo como el Taylorismo, en una simbiosis de profunda claridad y de cinismo, plantean de manera directa cuales son sus objetivos en las modificaciones del proceso de trabajo.

Taylor ve así el problema de la resistencia de los trabajadores:

"...difícilmente se encontrará en cualquier establecimiento moderno importante, cualquiera que sea el modo de pago de los salarios, un obrero competente que no dedique una parte importante de su tiempo a estudiar cual es la lentitud límite a la cual puede ir, convenciendo al mismo tiempo a su patrón de que va a su ritmo normal."<sup>27</sup>

Por su lado, Ford plantea cual es una de las estrategias para solucionar este problema:

No es necesario para un departamento determinado saber lo que hace cualquier otro. Al realizar su trabajo, una persona no tendrá tiempo de asumir otro. Compete a aquellos que planean el

---

27. Citado por Corstet, 1976, pg. 69.

trabajo entero ver que todos los departamentos laboren debidamente y hacia el mismo fin. No es necesario tener reuniones para establecer buenas relaciones entre los individuos o los departamentos. Tampoco es necesario que las empresas las establezcan entre ellas para poder trabajar juntas. Demasiado compañerismo, incluso, puede ser un aspecto muy negativo, ya que puede llevar a que unos encubran los errores de otros. Ello es malo para ambos.<sup>24</sup>

En su lugar, la filosofía, forma peculiar de adaptación del "Toyotismo" japonés, habla de enriquecimiento del trabajo, de obreros polivalentes y participativos, de equipos de trabajo.

A diferencia del Fordismo, la filosofía se enfrenta a las formas de organización de los trabajadores, y a su discurso ideológico, en el terreno de las ideas. Aunque, ésta no es la única explicación de porque está integrado un discurso a las modificaciones del proceso de trabajo. No se trata simplemente de expropiar el control que los trabajadores tienen del proceso; sino que también se incluye una respuesta a la serie de cuestionamiento sobre el carácter parcial del trabajo fabril. Si tomamos a la filosofía a partir de sus conceptos; la flexibilidad cuestiona directamente la rigidez de la forma de organización fordista; así mismo, la competencia entre los capitales es trasladada al concepto de calidad, como el objetivo de la producción.

---

24.- Citado por Knuth, pg. 296.

La automatización flexible es una respuesta ante las diferentes problemáticas que implica la reestructuración del proceso de valorización. Es así, que la filosofía, como expresión de la misma, integra una serie de aspectos mas allá de la recuperación del control del proceso de trabajo por parte del capital; por ejemplo, la competencia entre los diversos capitales, para mencionar sólo alguno de ellos.

A pesar de la diferencia señalada, al igual que en las anteriores formas de organización, su implementación es una confrontación directa con el trabajo. No es necesario hacer una exhaustiva revisión de las condiciones de implementación de la misma, para saber que en todos lados, en mayor o en menor medida, ha implicado despidos, mutilación del contenido de los contratos, rompimiento de las organizaciones sindicales. (Lafont, 1989, pp. 17-23) En términos clásicos, se trata de una recomposición del ejército industrial de reserva y de una fragmentación de la clase obrera; ya que, se crean empresas formalmente independientes, con contratos diferentes; con trabajadores que obtienen la "seguridad" en el trabajo a costa de la eventualidad del resto de los obreros; de concesiones para la participación en la gestión de la producción a costa del derecho de huelga.

Si ha existido respuesta por el lado de los trabajadores, esta está determinada por condiciones objetivas: formas de organización, tradiciones de lucha, niveles de conciencia; en

resumen, por una correlación de fuerzas determinada. No es posible analizar la respuesta ante las nuevas formas de organización a partir de vagos conceptos sobre la percepción del conflicto y del consenso, que generan estas formas. Esta manera de analizar el problema sólo nos puede llevar a definiciones tan contradictorias como la imposición con consenso.

El conflicto existe, este es un hecho innegable. Como confrontación, se presenta a dos niveles: el de acrecentar la obtención de plusvalor y el de la flexibilización del uso de la fuerza de trabajo.

La creación de nuevas plantas de la Ford, ha implicado la reducción del salario y el alargamiento de la jornada. Podríamos pensar, como en la mayoría de los análisis, que estos fenómenos tienen que ver con la obtención de ventajas comparativas respecto a los competidores del exterior; sin embargo, desde la óptica de la producción misma, se vinculan con una mayor tasa de plusvalor. Esto parecería una contradicción con el grado de automatización de las plantas, mas es un claro resultado de la debilidad de la clase obrera, que permite mezclar alta tecnología con bajos salarios.

El otro nivel importante es el de la flexibilización. Al revisar el mutilado contrato que regula las relaciones laborales en Hermosillo, no sólo nos enfrentamos con una serie de lagunas

sobre aspectos que en el contrato de Cuautitlán estaban establecidos puntualmente; sino que, además, estamos ante la destrucción de las conquistas de un largo periodo histórico. Tanto en la industria automotriz nacional, como en otras industrias, aparece el mismo fenómeno (Petróleo, Siderurgia, Comunicaciones, Electricidad; así como en otros sectores), la obtención de contratos flexibles.

Tener un contrato manejable permite eliminar la serie de restricciones en el uso de la fuerza de trabajo, que fueron generadas a partir de la anterior forma de organización del proceso laboral. En base a la fijación rígida de funciones, a la asignación precisa de tareas, a la simplificación de la ejecución del proceso de trabajo, al establecimiento de puestos ligados a los niveles de calificación; el capital conformó una estructura de producción que hoy se presenta demasiado rígida para poder incrementar la extracción de plusvalor. Parte de esta inflexibilidad es que los trabajadores crearon, a partir de esto, las nuevas "trincheras" de lucha contra el capital. Formas de control sobre el proceso de trabajo, estructuras de organización, modalidades de resistencia, emanaron de la cadena fordista.

Hoy es necesario flexibilizar estas estructuras. Mas no se trata de que el obrero pasa de la parcialidad del fordismo, que le otorga su especialidad, a una capacidad múltiple de tareas; sino que la empresa deja de disponer de sus trabajadores en

condiciones muy restringidas, y recupera la flexibilidad en el uso de la fuerza de trabajo. Ahora, puede mover a su arbitrio al trabajador, no importando si es un puesto de menor o mayor categoría, si otros obreros han creado derechos sobre ese puesto; no importa, han desaparecido los escalafones. Ahora, puede incorporar responsabilidades (el control de calidad, mantenimiento, capacitación), tareas, zonas de trabajo mayores.

Estas modificaciones para ganar flexibilidad en el proceso, tienen otra variante, dejan de costarle a la empresa. Anteriormente, los incrementos en la intensidad o en la duración de la jornada, el desplazar al trabajador a otro puesto, el incorporarle tareas adicionales; estaban regulados y limitados por medio de pago suplementarios al salario.

Además de la "reducción de costos", los cambios están destruyendo una de las principales trincheras sobre la que se baso la resistencia del trabajo. En el pasado, por la posibilidad de establecer un nexo inmediato entre el tiempo de trabajo y la cantidad de producto, los trabajadores tenían una percepción precisa del monto de lo producido. Ahora, con la elaboración de distintos productos en la misma línea, con la posibilidad de modificar la interconexión entre las áreas de trabajo, y con la incorporación de diversas tareas; los trabajadores pierden el control sobre la productividad de su trabajo; es decir, sobre la cantidad de trabajo erogado en un lapso de tiempo determinado.

La empresa cuenta con elementos nuevos para lograr los incrementos en la productividad. La organización en base a grupos de trabajo crea una presión a nivel "moral", los trabajadores temen aparecer en las evaluaciones públicas de la empresa como pertenecientes al grupo más ineficiente.<sup>29</sup> La otra forma de presión es la que terminan ejerciendo los mismos integrantes del grupo. Al existir una responsabilidad conjunta de las tareas asignadas al mismo, pero una retribución individual, los trabajadores se convierten en sus propios capataces. En casos extremos, llegan a sancionarse ellos mismos, pues, como es lógico, las faltas o ineficiencias de algún integrante repercuten en sobrecargas de trabajo para el resto.

Pero la obtención de un aumento permanente de la productividad no es posible lograrlo con sólo nuevas formas de presión, es necesaria la tecnología para forzar al trabajador a dar su máximo rendimiento. La tecnología de punta es medio y condición para lograr este resultado.

Como pocas de las empresas automotrices instaladas en el país, la Ford le ha apostado a la nueva tecnología como el fundamento para la recomposición de las condiciones de explotación del trabajo. La siguiente y última parte de estas

---

29.- Al lado de la línea de producción existen pantallas donde se informan de los cambios en la línea de producción, del desempeño de la empresa respecto a sus competidores; así como el de los grupos de trabajo.

conclusiones abordan este punto, y el del papel que los robots tienen en el mismo.

La Ford de Hermosillo comparte con otras plantas orientadas a la exportación el uso de tecnología de punta. Mas se destaca por ciertas innovaciones: por contar con una probadora de matrices en el área de estampado, la única en el mundo a su instalación; por la forma de aplicación de la pintura mediante una electrocapa, y por la cantidad de robots que son utilizados en el área de ensamblado.

La utilización de los robots está restringida a áreas determinadas, en las restantes se utiliza la tecnología adecuada para su flexibilización o se mantienen las antiguas formas de trabajo. Por ejemplo, las prensas de estampado son automáticas, mas no flexibles, esta cualidad se podría adquirir a partir de la utilización de robots para la alimentación de la línea de transferencia, y para el cambio de las matrices en cada una de las prensas. En pintura, la mayor parte de la flexibilidad se ubica en las cabinas automáticas de pintado y no en los robots que sólo aplican la capa inicial del proceso. En el ensamble final, la flexibilidad no se da a partir de la tecnología, sino de los métodos de organización.

Expresión del mismo fenómeno, la necesidad de la reestructuración del proceso de trabajo, los robots responden a



la misma lógica de la utilización de este nivel tecnológico. Sin embargo, existen peculiaridades que explican su utilización en ciertas áreas y los impactos que sobre la fuerza de trabajo tienen.

Como ya señalamos, la mayoría de los robots se concentran en el área de ensamble. El resto se ubica en el área de pintura y en la de ensamble final. La utilización de robots en estas dos últimas áreas, parece obedecer fundamentalmente a los estándares de calidad demandados en el mercado norteamericano. Los utilizados en pintura realizan el sellado mediante la aplicación del PVC y aplican la capa de pintura primer. Los dos procesos, uno necesario para pasar las pruebas en el túnel de agua y el otro determinante de la calidad de las restantes capas de pintura, son imprescindibles para alcanzar los niveles adecuados de calidad. Los localizados en el ensamble final colocan el uretano de los cristales, y comparten el mismo principio con los que realizan el sellado.

Los robots utilizados en carrocería comparten esta premisa, aunque existe otros determinantes en su utilización.

De acuerdo a Benjamin Coriat, el 10% de los puntos de soldadura determinan la calidad de una unidad. En Hermosillo el 95% del trabajo de soldadura es realizado por robots. La diferencia entre estos porcentajes debe responder a otra lógica.

Al instalarse la planta de Hermosillo, se pensaba que los puntos de referencia, este 10% del trabajo de soldadura, deberían ser automatizado en función de la calidad; mientras que el resto del trabajo, debería explotar las ventajas del bajo costo de la mano de obra. Hoy parece claro que esta no es la situación de la Ford. No corresponde en este espacio realizar un análisis exhaustivo del problema. Creemos que corresponde, en términos generales, a un cambio en la inserción de las plantas mexicanas en la organización productiva mundial de esta compañía.

Pero podemos adelantar algunas ideas al respecto. Si los robots están siendo utilizados de manera masiva en el área de carrocería; es porque, en comparación con los costos en mano de obra, resultan rentables. Como ya comentamos, la rentabilidad no es la única razón para la aplicación de tecnología, existen otras causas, pero estas aparecen subordinadas a la propia rentabilidad, o bien, tienen sus formas concretas de expresión.

Cuando hablamos de rentabilidad, entendemos por ésta dos ámbitos: El de la extracción directa de plusvalor, y el de la competencia con los otros capitales. El gran volumen de capital fijo utilizado en esta planta puede responder a la búsqueda de ganancias extraordinarias, o al intento de igualar costos con respecto a las empresas más competitivas.

Creemos que la segunda posibilidad es más realista y acorde con el papel que hasta ahora han tenido las inversiones en los países subdesarrollados. No es posible pensar que sólo a partir de la ventaja de una mano de obra barata se pueda competir en el mercado mundial; para poder hacerlo, es necesario combinar esta condición con niveles adecuados de productividad, con altas inversiones de capital en algunas de las áreas de producción.

Esto no significa que exista un movimiento de continuidad con respecto al modelo tradicional, sino que existen puntos de ruptura y puntos donde parece prevalecer el mismo modelo.

En el ámbito de la rentabilidad ligada a la extracción de plusvalor, subsisten áreas, como el ensamblaje final, y tareas, como la alimentación de las prensas de estampado, donde existe la tecnología para automatizar dichas labores mediante el uso de robots. En estas áreas subsiste la ventaja de la baratura de la mano de obra. Esta heterogeneidad tecnológica permite una estructura donde la utilización de los robots en la carrocería impone el ritmo y la flexibilidad al resto de la producción.

En Hermosillo están incorporados dos procesos que regularmente han permanecido separados físicamente en la producción automotriz: el estampado y el ensamblaje. Aunque unidos en la misma planta, por las ventajas que el justo a tiempo implica, sigue centrándose en el área de carrocerías la

determinación del ritmo de la línea. Los robots se encuentran exclusivamente en dos de las tres áreas que constituyen la columna vertebral del ensamble, por lo que fijan el ritmo a las demás áreas de la carrocería y lo establecen para el resto de la cadena. Ver gráfica 3 en el anexo.

La flexibilidad se impone a partir de la capacidad de los robots de estar manufacturando diversos tipos de unidades. En el caso de Cuautitlán nos encontramos con una diversidad de líneas de producción para cada uno de los modelos de automóvil, aquí sólo existe una, donde los robots son capaces de reconocer las tareas que tienen que realizar sobre cada uno de los modelos, por lo cual, el resto de las áreas quedan supeditadas al tipo de objeto de trabajo con que las está alimentando la fase inicial del proceso.

Los robots no sólo imponen la flexibilidad al resto de las áreas donde no se utiliza tecnología flexible, también la imponen a la misma área donde están establecidos. Habíamos concluido el Marco Teórico con la idea de que las máquinas flexibles demandan obreros flexibles. Una parte de esto ya lo hemos señalado en lo que respecta a la mutilación del contrato colectivo. La otra parte, se refiere a que la máquina determina las características de la fuerza de trabajo que somete. La mano de obra debe ser flexible por la diversidad de objetos de trabajo con el que se enfrenta y, como otra forma de verlo, por el reagrupamiento en un

robot de varios conocimientos que antes se encontraban dispersos en una zona más amplia de trabajo. Antes, este conocimiento estaba fragmentado en una serie de máquinas especializadas, diferentes, o en obreros manipuladores de su herramienta; ahora se concentra en una máquina flexible. Si el fordismo y el taylorismo tendieron a fragmentar las tareas y el conocimiento, la automatización flexible aparece como el proceso inverso, pero no materializándolo en el trabajo vivo, sino en el trabajo muerto.

En general, la maquinaria tiene diferentes efectos a partir de la forma productiva que tiende a transformar. El trabajo de los punteadores (soldadores) es un trabajo semicalificado, en el que utilizan directamente las herramientas para la transformación del objeto de trabajo. Esto hace, que por fuera del ritmo que le puede imponer la cadena, mantienen una autonomía relativa en cuanto al control y ritmos de trabajo, pues su herramienta no ha sido incorporada directamente a la máquina. Estas condiciones les permitieron ser el centro de la organización obrera y dirigir la lucha en torno a los ritmos impuestos por la cadena.

Los robots no requieren de descomponer los movimientos de los trabajadores, como en el fordismo y el Taylorismo, para lograr la expropiación de sus conocimientos; ésta es posible mediante una apropiación en bloque de dichos conocimientos. En la cinta de computadora que controla a los autómatas queda

materializada la destreza del trabajador, cuando en el programa se registran los movimientos necesarios para realizar la operación, el mejor ejemplo es el de los robots pintores. En el caso del trabajo de soldadura, la expropiación se logra a partir de un control central que asegura que el objeto de trabajo se encuentra en la ubicación espacial adecuada, en el momento en que el robot aplica el punto de soldadura. Aquí la expropiación no se hace a partir de la copia de los movimientos del operario, como en el caso de la pintura, sino que el diseño de los movimientos del robot de soldadura permiten que estos puedan realizar las labores. Al ocurrir esto, el trabajador es desplazado por completo de la tarea.

En un balance de los cambios que implica la robotización de las tareas de soldadura, aparece que hay un decrecimiento importante del porcentaje de punteadores en el total de trabajadores; crecen en importancia los que realizan labores de retoque; y, todavía más, los que realizan las tareas de alimentación de la línea. Se crean nuevos puestos, los que realizan la alimentación de la tarea de los robots y cambian las partes de rápido desgaste de su mecanismo; y los de responsables de las líneas de transferencia, que son trabajadores calificados, con conocimientos de electrónica. Una parte pequeña de los técnicos de mantenimiento requiere nuevos conocimientos en torno a la programación y al mantenimiento de este tipo de sistemas.

Estos puestos más calificados no compensan de ninguna manera el crecimiento de las tareas de baja calificación.

Comparada con una área de carrocería donde el trabajo de soldadura es realizado directamente por los punteadores, se da una disminución drástica del número de trabajadores.

Tanto en el empleo como en la calificación se dan disminuciones relativas. La calificación se encuentra en un movimiento continuo de creación de nuevos conocimientos y obsolescencia de alguno de ellos, el resultado es un mayor o menor control por parte del capital del proceso de producción. Control que sólo tiene sentido como condición para la mayor extracción del plusvalor, y no como fin en sí mismo, por lo que aparece el capital, y no el trabajo, como sujeto de este proceso.

Entre las modificaciones a las formas de organización, se argumenta que los grupos de trabajo, al romper con las tareas de ciclos cortos, permiten el enriquecimiento del trabajo y demandan una mayor calificación. Mas allá de la eficiencia con que es aplicado este concepto, es difícil encontrar evidencias de que los integrantes de los grupos estén en un proceso de enriquecimiento de sus labores. Si cambiamos de perspectiva, del obrero individual al conjunto del grupo, no encontramos un cambio cualitativo en el tipo de tareas que realizan, sino la necesidad

de sustituir la antigua forma de control social del fordismo por una nueva, que pasa por la tecnología.

La recalificación no es una dádiva del capital, surge constantemente de la práctica de los trabajadores en el proceso laboral. Aunque necesaria en el proceso de trabajo, esta calificación se presenta como un obstáculo para el proceso de valorización, en tanto es la base de la resistencia de los trabajadores. Como proceso contradictorio, los "técnicos Ford" terminarán creando nuevas formas de calificación, de control, y sus formas de reconocimiento monetarias. Por el momento, con la aplicación de la tecnología flexible, el capital tiene la ofensiva en la descalificación de los trabajadores.

La robótica, como parte de esta tecnología, empieza apenas a bosquejar los posibles impactos que su aplicación en los procesos productivos puede tener sobre la clase obrera. No sólo por su lento proceso de difusión sino porque los cambios en las formas de organización del proceso de trabajo se presentan todavía, hasta ahora, como negación de las prácticas fordistas.

Siendo la industria automotriz el espacio donde está concentrada la implantación de los robots, la posible apertura del mercado común entre México, Estados Unidos y Canadá, plantea la posibilidad de rompimiento de la estructura dual que hasta ahora mantiene la industria instalada en el país: las plantas del



norte, modernas respecto a su tecnología y flexibles en cuanto a sus formas de organización; y las del centro, donde subsisten formas rígidas en los procesos.

Si este es el caso, es posible que nos enfrentaremos a un aceleramiento de la difusión de la robótica en México y del resto de tecnologías flexibles en la producción.

Esto es sólo una posibilidad. Los cambios no llevarán necesariamente a la aplicación de alta tecnología en todas las áreas de la producción. Hoy, el uso de la nueva tecnología se ha dado en combinación con las formas más tradicionales de incrementar la extracción de plusvalor, como lo es el alargamiento de la jornada. Esto se ha dado por la profunda debilidad de las organizaciones de la clase obrera. La tecnología como los robots no traen de suyo la degradación de las condiciones de trabajo; es la utilización capitalista la que les imprime este carácter.

Si en los métodos de trabajo no existen aspectos que escapen a la lógica capitalista de la organización del proceso de producción, a partir de una tecnología dada es posible refundar el proceso de producción desde otra perspectiva. Los robots, y el resto de tecnologías flexibles, abren la posibilidad de la reapropiación del conocimiento obrero y de una organización del

proceso de trabajo que tenga como base al trabajador y no a la máquina.

El conocimiento obrero expropiado, que hoy se encuentra plasmado en las pantallas de control de los robots, en las cintas de computadora, se constituye en las condiciones materiales para resolver el futuro cuestionamiento sobre quiénes deben controlar el proceso de trabajo y bajo que principios. Actualmente, con los sistemas de automatización flexible, está al alcance de la mano del obrero el sistema de control de la maquinaria, lo cual posibilita reprogramar las tareas de los robots, definir la interconexión entre las diferentes áreas de trabajo; reorganizar bajo otra lógica el proceso productivo, reapropiarse del control del proceso de trabajo.

La filosofía, con su discurso de enriquecimiento del trabajo, participación, trabajo en grupo, terminará revirtiendo el discurso justificador de las nuevas medidas de organización; en el mismo sentido

Esta posibilidad de largo plazo va encontrar en las luchas inmediatas de los trabajadores demandas concretas, que pueden ser el eje de reagrupamiento de la clase obrera. El acortamiento de la jornada de trabajo, la seguridad en el empleo, la retribución que corresponde a los incrementos de productividad que implican el uso de nueva tecnología, el reconocimiento de las

calificaciones que se están creando, son algunas de estas demandas.

Por supuesto, el uso e impactos de la tecnología y en particular de los robots no es un problema técnico, ha de dilucidarse en el terreno de la lucha política, en la confrontación entre el capital y el trabajo.

## BIBLIO-HEMEROGRAFIA

Aglietta, Michel, Regulación y Crisis del Capitalismo, Siglo XXI, México, 1979.

AMIA, Boletín, Órgano Informativo de la AMIA, varios números.

AMIA, La Industria Automotriz en México en Cifras, México, varios números.

Angulo, J. M. y Avilés, Rafael, Curso de Robótica, Paraninfo, España, 1988.

Arteaga, Arnulfo, Innovación Tecnológica y Clase Obrera en la Industria Automotriz en Butiérrez, G. Esthela (coordinadora), Testimonios de la Crisis, No. 1, Siglo XXI, México, 1985.

Arteaga, Arnulfo, El Nuevo Modelo de las Relaciones Capital Trabajo en la Industria Automotriz en México en Brecha No. 3, primavera de 1987, México.

Arteaga, Arnulfo y Carrillo, Jorge, Automóvil. Hacia la Flexibilidad Productiva, El Cotidiano, No. 21, enero-febrero, 1988, UAM Azcapotzalco, México.

Arteaga, Arnulfo y otros, Transformaciones Tecnológicas y Relaciones Laborales en la Industria Automotriz, Doc. de Trabajo, No. 19, Fundación Friedrich Ebert, México, 1989.

Asimov, Isaac y Frankel, Karen A., Robots. Maquinas e Imagen y Semjanza del Hombre, Plaza & Janes, Barcelona, España, 1985.

Ayres, Robert U. and Miller, Steven M., Robotics Applications and Social Implications, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Massachusetts, USA, 1983.

Carrillo, Jorge y Micheli, Jordy, Organización Flexible y Capacitación en el Trabajo, un Estudio de Caso, Doc. de Trabajo No. 30, Fundación Friedrich Ebert, México, 1990.

Carrillo, Jorge, Maquilización de la Industria Automotriz en México. De la Industria Terminal a la Industria de Ensamble en Carrillo (1-1990).

Carrillo, Jorge, La Nueva Era de la Industria Automotriz en México, Colegio de la Frontera Norte, México, 1990.

Cohen, John, Los Robots en el Mito y en la Ciencia, colección Dina, Editorial Grijalbo, México, 1969.

Conde, Raúl, La regulación, una Teorización Intermedia, en Conde Raúl (compilador), La Crisis actual y los modos de regulación del capitalismo, UAM, México, 1984.

Coriat, Benjamín, Ciencia Técnica y Capital, Herman Blum, Madrid, España, 1976.

Coriat, Benjamín, La Robótica, Editorial Revolución, Madrid, España, 1985.

Coriat, Benjamín, Del Sistema Taylorista al Taller en Serie Robotizado en Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, No. 121, julio-septiembre, 1980, Nueva Epoca, México, 1980.

Corona, Leonel, Revolución Científico-Técnica, Texto de discusión del Seminario de Economía Política de la Ciencia y la Tecnología, DEFFE-9, Facultad de Economía, UNAM, agosto, 1982, México.

De la Garza, Toledo Enrique y otros, México: Crisis y Reconversión Industrial en Brecha, No. 3, primavera de 1987, México.

De la Garza, Toledo Enrique, Diez Tesis Equivocadas acerca de la Modernización en México, en Carrillo (1-1998).

Dhose, Von K. y Jurgens, Ulrich, Autorregulación Cercana a la Producción o Control Central: Estrategias de Comercio en el Proceso de Reestructuración de la Industria Automotriz en Carrillo (1-1990).

Drucocq, Albert, Las computadoras y los robots, CONACYT, México, 1987.

Dussel, Enrique Estudio Preliminar al Cuaderno Tecnológico-Histórico, en Marx, Carlos, Cuaderno Tecnológico-Histórico, Universidad Autónoma de Puebla, México, 1984.

Ford Motor Company: Pilar en el Surgimiento de una Cultura hacia la Calidad, Mejoramiento Continuo, Año 1, vol. 7, septiembre-octubre, edición especial, Hermosillo, México, 1991.

García, G. Patricia, Proceso de Trabajo y Proceso de Acumulación en la Industria Automotriz en México, un Estudio de Caso, Tesis de Licenciatura, Facultad de Economía, UNAM, México, 1986.

García, Miguel A., Nuestros Robot (Notas para una crítica marxista de la revolución informática, I) en Debate No. 13, abril-mayo, 1988, España.

Gasman, berardo, Automatización de la Producción: el caso de la industria de los robots en Mapa Económico Internacional, No. 6, CIDE, México, 1982.

Billy, Adolfo, La Mano Rebelde del Trabajo en Coyoacán, No. 13, julio-septiembre, 1981, Ediciones El Caballito, México.

Grover, Mikell P., Weiss, Mitchell y otros, Robótica Industrial. Tecnología, Programación y Aplicaciones, Mc Graw Hill, España, 1989.

Hunt, Allan y Hunt, Timothy, Consecuencias de la Robótica Sobre los Recursos Humanos en Revista Perspectivas Económicas, No. 49, El Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Washington, EUA, 1985.

Ibarra, Sannatha Juan M., Robots Industriales en Información Científica y Tecnológica, No. 176, mayo de 1991, CONACYT, México.

INEGI, La Industria Automotriz en México, 1980-1985, SPP México, 1986.

Knuth, Von, Autoregulación Cercana a la Producción o Control Central en Carrillo (1-1998).



Kussel, Corinna, La Calidad Tiene Prioridad No. 1 en Carrillo (1-1990).

Lipietz, Alain, ¿Hacia una mundialización del fordismo?, en revista Teoría y Política, no. 7-8, Ed. Juan Pablos, México 1987.

Lipietz, Alain, La Mundialización de la Crisis del Fordismo. 1967-1984 en Revista Teoría y Política, Número extraordinario, agosto de 1985, México.

Marx, Carlos, El Capital, Tomo 1, Vol. 2, Siglo XXI, México, 1979.

Marx, Carlos, Elementos Fundamentales para la Crítica de la Economía Política. Grundrisse, Siglo XXI, México, 1982.

Marx, Carlos, Progreso Técnico y Desarrollo Capitalista, Cuadernos de Pasado y Presente, No. 93, Siglo XXI, México, 1982.

Micheli, Jordy, La Reorganización Laboral en la Industria Automotriz de Estados Unidos y México en Cuadernos Semestrales. CIDE, segundo semestre de 1986, México.

Minsky, Marvin y otros, Robótica, La Última frontera de la alta tecnología, Editorial Planeta, Barcelona, España, 1986.

Montiel, Yolanda, Trabajadores y Reestructuración en Volkswagen de México, en Carrillo (1-1990).

Morales, Martha G., El Impacto de la Robótica en la Industria Mexicana en Economía: Teoría y Práctica, No. 11, primavera de 1988, UAM, México.

Fries, Ludger, Tendencias Racionalizadoras y Cambios de la Calificación Profesional en la Industria Germano Occidental del Automóvil en Carrillo (1-1990).

Sanderon, Ronald J., y otros, Industrial Robots a Summary and Forecasts for Manufacturing Managers, Naperville, Illinois; Teach Tran Corporation, 1982.

Sandoval, Godoy Sergio, Los Enlaces Económicos y Políticos de la Ford Motor Company en Hermosillo. Internacionalización Productiva y Nuevas Tecnologías en Ramirez, José C., (coordinador), La Nueva Industrialización en Sonora: El caso de los sectores de alta tecnología, El Colegio de Sonora. Hermosillo, México. 1988.

Sandoval, Godoy Sergio, Los Equipos de Trabajo en la Planta Ford en Revista de El Colegio de Sonora. No. 2, 1990, Hermosillo, México.

Shaiken, Harley, Computadoras y Relaciones de Poder en la Fábrica en Cuadernos Políticos No. 30, octubre-diciembre de 1981, Editorial Era, México.

Shaiken, Harley, Automatización y Producción Global, Facultad de Economía, UNAM, México, 1990.

Talavera, Fernando y Muñoz, Francisco, El Movimiento Democrático de los Trabajadores de la Ford (1987-1991), Taller de Economía del Trabajo, Facultad de Economía, UNAM, México, 1991.

#### OTROS DOCUMENTOS

ECE, Annual Review of Engineering Industries and Automation, 1986-1989.

Contratos Colectivos de Trabajo de la Planta de Estampado y Ensamble de Hermosillo de Sonora y de la Planta de Cuautitlán, varios años.

ECE, Working Party on Engineering Industries and Automation, Production and Use of industrial Robots, 1985.

Ford Hermosillo Folleto de Presentación de la Planta, s/f.

Ford Hermosillo, Revista Tiempo, edición especial, abril, 1990.

Ford Hermosillo, This is a project, Folleto informativo, México, 1986.

OIT, Estudio de Caso, Mimeo., México, 1991.

## INDICE

INTRODUCCION	6
<b>CAPITULO 1.</b>	
MARCO TEORICO	10
1.1 LA MAQUINA EN EL PROCESO DE VALORIZACION.	11
1.2 LA MAQUINA EN EL PROCESO DE TRABAJO.	16
1.3 LOS ROBOTS.	21
<b>CAPITULO 2.</b>	
LA ROBOTICA.	27
2.1 EVOLUCION TECNOLOGICA.	27
2.2 EL CONCEPTO DE ROBOT.	34
2.3 LOS DIFERENTES TIPOS DE ROBOTS.	40
I. Los Robots de Transferencia o Pick and Place.	45
II. Los Robots de Ensamblaje.	46
III. Los Robots de Proyección o de Trayectoria Continua.	46
2.4 TENDENCIAS TECNOLOGICAS DE LA ROBOTICA.	52
<b>CAPITULO 3.</b>	
LA INTRODUCCION DE LA ROBOTICA A NIVEL MUNDIAL.	57
3.1 EL MODELO FORDISTA Y SU CRISIS COMO ANTECEDENTE. LA APARICION DE LA ROBOTICA	57
3.2 APLICACION DE LOS ROBOTS EN ACTIVIDADES INDUSTRIALES.	66
I. Los Robots de Transferencia o Pick and Place.	67
Fundición.	69
Prensa.	70
Mecanizado.	71
II. Los Robots de Ensamblaje (Point-to-Point Servo Robots).	73
Soldadura por punto.	73
Soldadura por arco.	74
Montaje que no se efectúa con soldadura.	76
III. Robots de Proyección o Trayectoria Continua.	77
3.3 EL MERCADO DE LA ROBOTICA.	80
3.4 REPERCUSIONES ECONOMICAS Y LABORALES DE LA ROBOTICA.	101

## CAPITULO 4.

ROBOTICA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA: UN ESTUDIO DE CASO.	111
4.1 LA CRISIS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA.	113
4.2 MODERNIZACION EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.	122
I. A NIVEL ADMINISTRATIVO	132
II. A NIVEL ORGANIZATIVO	133
III. RELACIONES LABORALES.	135
4.3 ESTUDIO DE CASO: FORD MOTOR COMPANY, PLANTA DE HERMOSILLO.	142
I. ANTECEDENTES DE LA FORD EN MEXICO.	142
II. LA FORD-HERMOSILLO: PRINCIPALES CARACTERISTICAS.	145
II.1 DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION	150
a) ESTAMPADO	150
b) CARROCERIA	151
ROBOTS	153
c) PINTURA	156
ROBOTS	158
d) ENSAMBLE FINAL	159
e) CONTROL DE CALIDAD Y MATERIALES	160
II.2 EL SISTEMA SOCIO-TECNICO	161
II.3 CONTRATO COLECTIVO DE TRABAJO	169
II.4 SALARIOS	174
4.4 EVALUACION	179

## CAPITULO 5

CONCLUSIONES	192
BIBLIO-HEMEROGRAFIA	213