



Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ciencias e Ingeniería

Nombre de tesis:

**Determinación de los requerimientos
de automatización para la industria
metalmecánica en Baja California**

Presenta:

Ing. Acela Castellón Barraza.

Tutor:

M.C. Victor Nuño Moreno

Mexicali, B.C., Febrero del 2008

CONTENIDO

CAPÍTULO I

Antecedentes.....	3
1.1. Introducción	4
1.2. Alcance.....	7
1.2.1 Hipótesis.....	7
1.2.2 Objetivos.....	7
1.2.3 Metas.....	7

CAPÍTULO II

Marco teórico.....	8
2.1. Antecedentes	
2.1.1 Breve historia de la manufactura.....	9
2.2. Automatización	
2.2.1 Evolución de la automatización.....	10
2.2.2 Concepto de automatización.....	11
2.2.3 Metas de la automatización.....	11
2.3. Automatización programable	
2.3.1 Control numérico.....	10
2.3.2 Aplicaciones del NC.....	11
2.4. Robótica industrial	
2.4.1 Definición.....	12
2.4.2 Autonomía de un robot.....	14
2.4.3 Aplicaciones de los robots industriales.....	16
2.5. Sistemas flexibles de manufactura.....	17
2.6. Evolución y herencia de las políticas industrial y tecnológica en México.....	19
2.7. Cluster Industriales.....	20
2.8. La automatización en la industria.....	27
2.9. Panorama del sector metalmecánico.....	28
2.10.Oportunidades de crecimiento en la industria automotriz en México	
2.10.1 Estadísticas nacionales.....	29
2.10.2 Estadísticas en Baja California.....	30

2.11. La encuesta.....	30
2.11.1 Tamaño muestral.....	31
2.11.2 Algunas ventajas de las encuestas.....	32
2.11.3 Propósitos que deben cumplir las encuestas.....	33

CAPÍTULO III

Desarrollo del trabajo.....	34
3.1. Encuestas.....	35
3.2. Desarrollo de la encuesta.....	35
3.3. Principales empresas metalmecánicas en B.C.....	37
3.4. Resultados de las encuestas a Ingenieros y personal técnico.....	38
3.5. Resultados de encuestas a gerentes.....	40

CAPÍTULO IV

Conclusiones y propuestas de trabajo.....	42
4.1. Conclusiones en base a las encuestas sobre las necesidades de automatización de las empresas metalmecánicas en Baja California.....	43
4.2. Investigación de proyectos de automatización en Baja California.....	44
4.3. Propuestas de la automatización de las empresas metalmecánicas en Baja California.....	46
4.4. Conclusiones finales.....	56

ANEXOS

ANEXOS.....	60
1. Formato de encuestas.....	61
2. Gráficas de resultados de encuestas a Ingenieros y Técnicos.....	63
3. Gráficas de resultados de encuestas a Gerentes.....	70
4. Referencias bibliográficas	75

Capitulo I

Antecedentes

1.1 INTRODUCCIÓN

Un factor importante para el desarrollo económico en nuestro estado es la industria, que ha permitido incrementar el PIB y generar empleos para la población. En la actualidad se cuenta con una planta industrial diversificada que todavía no ha alcanzado niveles eficientes de producción que le permitan competir. Por lo tanto, se debe lograr y consolidar oportunidades de competitividad de los sectores productivos de la entidad, dentro de un marco de desarrollo sustentable, tecnológico que estimule la productividad la economía regional. [1]

En el noroeste del país se ha venido desarrollando un interesante proceso de consolidación industrial, el cual no está emparejado con un desarrollo tecnológico adecuado que pueda dar soporte al plan de industrialización gubernamental, enfocándose al desarrollo de capacidades y ventajas competitivas, que en un futuro inmediato pueden consolidar unos procesos sostenibles para dar inicio a un despliegue de transformación, hacia una sociedad industrializada basada en el uso y dominio de la tecnología en este marco, es necesario la realización de un estudio sobre los requerimientos específicos de automatización de procesos en la industria manufacturera en el sector metal mecánico que podría dar el inicio para unificar esfuerzos en la creación de capacidades y vocaciones tecnológicas basadas en la creación y desarrollo de tecnología regionalizada. [2]

Debido al incipiente desarrollo industrial que caracteriza a nuestro estado, obliga al sector académico a dar soporte tecnológico al sector industrial en el área metal-mecánica, especialmente en la automotriz y la aeroespacial. La necesidad de procesos automatizados para cumplir con los altos requerimientos y estándares internacionales de este sector, requiere del desarrollo y dominio de tecnologías como la automatización y la robótica para poder ofrecer procesos y productos competitivos para el mercado global más exigente. [3]

La especialización industrial de Baja California en el sector de “productos metálicos, maquinaria y equipo”, tanto en el ámbito de la micro y pequeña empresa como en el de las modernas plantas maquiladoras, se asocia a la existencia de una economía de redes entre empresas del sur de California y de los países de Asia, que se han instalado en la región.

Del crecimiento industrial de Baja California, resalta que de los 3.3 puntos porcentuales que ha crecido, 2.2 correspondan al sector de productos metálicos, maquinaria y equipo. Por su parte desde 1997, el área de Los Ángeles ha recuperado su vitalidad y diversidad, debido a la recuperación de la industria aeroespacial, cuyo impacto sobre las industrias metal-mecánicas. La importancia de Baja California como sitio de localización industrial para este tipo de empresas modernas y con altos niveles tecnológicos es tal, que en el estado se ubican alrededor del 35% de las plantas maquiladoras del país, que generan el 21% de empleos y el 22% del valor agregado. Tan sólo en Tijuana se encuentran 730 plantas que generan 150 mil empleos mientras que en Mexicali están 180 plantas con 50 mil empleos.

En las empresas metalmecánica, los factores o razones de su modernización residen particularmente en la trilogía calidad-productividad-competitividad.

Se trata de la misma lógica de las empresas líderes para las cuales innovar es:

«El resultado de un conjunto interconectado de determinantes, que revelan una postura agresiva de las empresas con respecto a sus mercados de actuación. (...) Las empresas utilizan las tecnologías con el fin de obtener un mayor control sobre un proceso de producción cada vez más flexible y que ofrezca mejores condiciones de trabajo, de modo de generar productos con mayor calidad. Estas razones «internas» de la firma están relacionadas con la búsqueda de un mayor poder de mercado por parte de las empresas: ... ampliar su participación en el mercado en que opera y abrir nuevos frentes en otros mercados serían las justificaciones para que la empresa introdujera nuevas tecnologías»
[4]

En cuanto a la automatización industrial, o innovaciones «físicas», en ambos casos se verifica la creciente adopción de productos de tecnología microelectrónica, como microcomputadoras, CNC (máquinas con comando numérico), CLP (controladores lógico programables) y controles digitales. El área de modernización más frecuente, en las empresas de metalmecánica y segmentos de manufactura, es la de máquinas-herramientas, mediante la implantación del comando numérico. Otro bloque significativo de innovaciones, también de naturaleza material, se concentra en el área de la calidad industrial, por la vía de equipos y de control, medición, verificación, pruebas, etc.

Las empresas de alto nivel tecnológico tienen ventajas en su función de costos; si la demanda aumenta, lo hacen sus beneficios, y si disminuye, sus beneficios se mantienen, pues son las empresas de reciente entrada a la industria las que tienden a salir.

Por todo lo anterior, de acuerdo con el carácter interactivo de la innovación, la naturaleza sistemática de la competitividad, sustentada en el aprendizaje y las innovaciones, colectiva y se origina en la cooperación entre empresas e instituciones. De aquí que se genera la necesidad de buscar las necesidades de automatización de las empresas metalmecánicas dentro del Estado y su vinculación con los fondos mixtos (CONACYT), gobierno del Estado de Baja California e instituciones académicas (UABC).

Por lo tanto, con este trabajo se pretende encontrar necesidades tecnológicas para las industrias metalmecánica en nuestro Estado que pudiera dar soporte tanto los docentes como estudiantes que integran la universidad, dando pie a una vinculación más estrecha en el sector privado y los niveles superiores académicos.

Con el recurso de la producción celular, apoyada por el *just-in-time* y la tecnología de grupo, las piezas/productos se organizan según su semejanza geométrica y de procesamiento. De este modo, pueden ser totalmente fabricadas en una célula que reúna los distintos tipos de máquinas y profesionales necesarios para su producción y, en general, también para el control de su calidad.

Una de las grandes ventajas de la modernización sincronizada, para las empresas, es permitir innovar sin provocar virajes en la planta y en la organización existente, lo que sería inviable desde una perspectiva técnico-económica e incluso cultural.

La búsqueda de *integración*, en una perspectiva sistémica, es uno de los nuevos conceptos que se imponen. Tanto en las empresas líderes como en las otras de la metalmecánica, se advierte que la modernización «física» (CNC, CLP, CAD/CAM) tiende a combinarse con innovaciones en la organización y en las formas de gestión, principalmente en el área de la calidad industrial (CEP, CCQ, CQT). Yendo más allá de lo que ocurría en los años 80, se busca la integración entre los dos procesos –de innovación física y de organización – y de las diversas «herramientas» o técnicas entre sí.

El otro concepto es el de *flexibilidad*, en torno al cual se ha desatado una amplia polémica, según como se defina, en el campo institucional o en el técnico-operativo. Se refiere a la capacidad de adaptación o cambio en productos, procedimientos, equipos, funciones, formas de gestión, como medio de enfrentarse con mercados cada día más exigentes y competitivos.

Las premisas de la modernización tecnológica son, sin duda: racionalización, búsqueda de productividad, eliminación de ociosidad y de desperdicios. [4]

Por lo cual, podríamos deducir que la automatización de las empresas metalmecánicas se orienta hacia la integración de sistemas flexibles de manufactura considerando una serie de condiciones fundamentales en la lógica de los procesos de producción, manufactura, calidad y costos, la conectividad de las máquinas, sensores, actuadores, a un nivel físico, puede llevarse a cabo a través de una red industrial. [5]

1.2. ALCANCE

1.2.1. Hipótesis

Establecer un modelo de automatización regional que cubra los requerimientos a mediano y largo plazo para las empresas metalmecánicas establecidas en el Estado con lo cual se mejore evidentemente la productividad.

1.2.2. Objetivo

Encontrar las necesidades de automatización dentro de la industria metal-mecánica con enfoque en el sistema flexible de manufactura considerando con orientación a nuestra región, con un estudio realizado en las industrias más representativas de este sector como Honeywell.

1.2.3 Metas

- a) Obtener información suficiente para establecer el modelo base de automatización requerido por el sector manufacturero en el área metalmecánica.
- b) Construcción de un sistema de manufactura automatizado integrado en una red de comunicación industrial

Capitulo II

Marco teórico

2.1 Antecedentes

2.1.1 Breve historia de la manufactura.

La manufactura no existía hasta aproximadamente a mediados de el siglo dieciocho. Antes de ese tiempo, mucha gente vivía en zonas rurales y producía su propia ropa y alimentos. Un cierto grado de especialización ocurrió cuando los artesanos empezaron a producir artículos para vender a otros. Incluso, después de los artesanos vinieron los especialistas en la producción de artículos, la localización de esta producción fue usualmente cerca de las casas de los artesanos. Como la carga de trabajo se incremento, los artesanos tuvieron que emplear otros asistentes para hacer el trabajo. Solo las formas más elementales de planeación y organización fueron seguidas.

En los procesos de producción la energía de los humanos y animales fueron usados, posteriormente el poder del agua fue utilizado como fuente de energía en máquinas a grande escala. El poder del agua se utilizo para moler trigo y otros granos. También se utilizó el poder del viento como energía pero no ha gran escala.

Las aplicaciones del vapor se extendieron en el siglo diecinueve resultando en una larga concentración de máquinas concentrada en un solo lugar. Los trabajadores que operaban las máquinas dejaron sus casas y tuvieron que viajar a los lugares donde se concentraron las industrias. Las fábricas de producción crecieron en el oeste de Europa y en Estados Unidos. La electricidad fue reemplazada por el vapor en las máquinas. [6]

El siguiente paso en el mejoramiento de la eficiencia de los operaciones de manufactura fue la automatización. Esta palabra fue introducida a mediados de 1940 por la industria automotriz en Estados Unidos. La necesidad de reducir la figura laboral en los costos del producto gradualmente porque se necesitaba mejorar la eficiencia y la flexibilidad de las operaciones de manufactura, particularmente por el incremento domestico y global de la competencia. [7]

2.2 Automatización

2.2.1 Evolución de la automatización

Fecha	Desarrollo
1500-1600	Poder del agua para trabajos con metales, molinos de rodillos para acuñación de tiras.
1600-1700	Torno manual para madera, calculación mecánica
1700-1800	Torno cortador (perforado, giratorio y roscado), prensa taladro
1800-1900	Torno de copiado,
1808	Hojas de metal con ponchado de orificios para control automático telares automáticos.
1863	Piano automático (Pianola)
1900-1920	Máquinas de roscado automático; máquinas automáticas para hacer botellas
1920	Primer uso de la palabra robot
1920-1940	Maquinas de transferencia, producción en serie (mass production)
1945	Primer uso de la palabra automatización
1948	Invento del transistor
1952	Primer prototipo de máquina-herramienta de control numérico.
1954	Desarrollo del lenguaje de símbolos APT (Automatically programmed Tool); control adaptable.
1957	Valor comercialización de máquinas-herramientas de NC (control numérico)
1959	Circuitos integrados; primer uso del término grupo tecnológico.
1960	Robots industriales
1965	Circuitos integrales a gran escala
1968	Controles lógicos programables
1970	Primer sistema de manufactura integrada, soldadura de puntos para Automóviles con robots.
1970s	Microprocesadores; robot controlados por microcomputadoras; sistemas flexibles de manufactura; grupos tecnológicos.
1980s	Inteligencia artificial; robots inteligentes; sensores; celdas de manufactura
1990s	Sistemas de manufactura integrado; máquinas inteligentes a base de sensores; telecomunicaciones y manufactura global de redes; redes neurales artificiales, herramientas de internet.

TABLA 1. Desarrollo en la historia de la automatización de procesos de manufactura. [7]

2.2.2 Concepto de automatización

La automatización en la manufactura podría definirse como el proceso de tener una serie de máquinas y medios de transferencia para realizar de forma automática una determinada secuencia de operaciones con un mínimo intervención humana, usualmente se usan equipo especializado y aparatos, que transforman y controlan procesos de manufactura.

La productividad fue de mayor importancia. Definida como el optimo uso de todos lo recursos (materiales, energía, capital, fuerza laboral y tecnología) o como la producción por empleado, por hora, productividad básicamente efectivas medidas de operación. Con avances rápidos en la ciencia y tecnología de manufactura, la eficiencia de las operaciones de manufactura se incremento y el costo total representado por los costos de la fuerza laborar disminuyo.

2.2.3 Metas de la automatización

La automatización tiene las siguientes metas globales:

- a) Integrar operaciones de manufactura, de calidad para minimizar los tiempos de ciclos y por consiguiente reducir los costos.
- b) Incrementar la productividad reduciendo los costos de manufactura teniendo un mejor control de la producción.
- c) Reducir la participación humana, la fatiga, y la posibilidad del error humano
- d) Reducir el daño de las piezas causado por el manejo manual de las piezas.
- e) Incrementar el nivel de seguridad del personal, especialmente en las condiciones de alto riesgo
- f) Economizar en espacio en la planta de manufactura

2.3 Automatización programable

2.3.1 Control numérico

Es un método para controlar los movimientos de los componentes de una máquina por la inserción directa de instrucciones codificados, en forma de números o letras, dentro del sistema. Los sistemas automatizados interpretan estos datos y los convierten a señales de producción. Estas señales, controlan varios componentes de la máquina. [7]

Los datos representan posiciones relativas entre un cabezal de sujeción y una parte del trabajo. El cabezal de sujeción representa una herramienta u otro elemento de procesamiento y la parte de trabajo es el objeto que se procesa. El principio general del NC es controlar el movimiento del cabezal de sujeción en relación con la parte de trabajo y la secuencia en la cual se realizan los movimientos. La primera aplicación del control numérico fue en el maquinado y ésta es todavía un área de aplicación importante. [8]

Un sistema de control numérico tiene tres componentes básicos:

- 1) *Un programa de partes:* es un conjunto detallado de comandos que va a seguir el equipo de procesamiento. Cada comando especifica una posición o movimiento que realizará el cabezal de sujeción en relación con el objeto procesado. Una posición se define mediante las coordenadas x-y-z. En las aplicaciones de máquinas herramienta, los detalles adicionales en el programa de NC incluyen la velocidad de rotación del eje, la dirección del eje, la velocidad de alimentación, las instrucciones de cambio de herramientas y otros comandos relacionados con la operación.
- 2) *Una unidad de control de máquina:* es una micro computadora que almacena el programa y lo ejecuta, convirtiendo cada comando en acciones mediante el equipo de procesamiento, un comando a la vez. La MCU está constituida por el hardware y el software. El hardware está formado por la microcomputadora, los componentes para hacer interfaz con el equipo de procesamiento y ciertos elementos de control de retroalimentación.
- 3) *Equipo de procesamiento:* realiza una secuencia de pasos para transformar la parte de trabajo inicial en una parte terminada, y opera bajo el control de la unidad de máquina de acuerdo con el conjunto de instrucciones que contiene el programa de partes.

2.3.2 Aplicaciones del NC

En muchos procesos industriales, debe controlarse la posición del cabezal de sujeción de acuerdo con la parte o producto en los que se trabaja. Dividimos las aplicaciones en dos categorías: 1) aplicaciones de máquinas herramientas y 2) aplicaciones que no son máquinas herramientas.

En la categoría de máquinas herramientas, el control numérico se usa ampliamente para operaciones de maquinado, tales como el torneado, el taladrado y el fresado. El uso del NC en estos procesos ha motivado el desarrollo de máquinas herramientas altamente automatizadas, llamadas centro de maquinado. Además hay otras máquinas herramienta controladas numéricamente son: 1) máquinas para esmerilado, 2) máquina para procesamiento en prensa de láminas metálicas, 3) máquinas para doblado de tubos, 4) procesos de corte térmico.

En categoría que no son para máquinas herramienta, las aplicaciones de NC incluyen: 1) máquinas de colocación de cinta y máquinas de devanado de filamentos para compuestos, 2) máquinas para soldadura de fusión, tanto para con arco como resistencia, 3) máquinas para inserción de componentes en ensambles electrónicos, 4) máquinas para cobertura de alambre eléctrico, 5) máquinas de dibujo, 6) máquinas de medición de coordenadas para inspección.

Entre los beneficios del NC relacionados con el equipo que se opera manualmente en estas aplicaciones están: 1) menor tiempo no productivo, lo que provoca ciclos más cortos, 2) tiempos de manufactura más cortos, 3) reparaciones más sencillas, 4) mayor flexibilidad de manufactura, 5) mayor exactitud y 6) menos errores humanos. [8]

2.4 Robótica industrial

2.4.1 Definición

Un robot industrial es una máquina programable de propósito general que posee ciertas características antropomórficas. La característica antropomórfica más evidente de un robot industrial es un brazo mecánico o manipulador. [8]

Más generalmente, un robot industrial fue descrito por la International Organization for Standardization (ISO) como sigue: Una máquina formada por un mecanismo incluyendo varios grados de libertad, a menudo tienen la apariencia de uno o varios brazos terminando en una muñeca capaz de sostener una herramienta, una pieza de trabajo, o un aparato de inspección. [7]

El concepto de un robot deriva de una obra escrita alrededor de 1920. Alrededor de 40 años después, se instaló el primer robot industrial en una operación de fábrica. [8]

2.4.2 Anatomía de un robot

Un robot industrial consta de un manipulador mecánico y un controlador para moverlo y realizar otras funciones relacionadas. *El manipulador mecánico* posee uniones que colocan y orientan el extremo del manipulador respecto a su base. La unidad controlada está formada por el hardware y el software electrónico para operar las uniones en forma coordinada, cuyo propósito es ejecutar el ciclo de trabajo programada. La anatomía de un robot se relaciona con el manipulador mecánico y su construcción.

Articulaciones y uniones para manipulación: Una articulación en un robot es similar a la del cuerpo humano. Proporciona un movimiento relativo entre dos partes del cuerpo. A cada articulación se conecta una unión de entrada y una de salida. Cada articulación mueve su unión de entrada en relación con su unión de salida. El robot manipulador consta en una serie de combinaciones unión-articulación-unión.

Diseño de manipulador: El manipulador se construye usando articulaciones de los dos tipos básicos, cada articulación separada de la anterior mediante una unión. La mayoría de los robots industriales se montan en el piso.

Los manipuladores de robot por lo general se dividen en dos secciones: 1) ensamble de brazo y cuerpo y 2) ensamble de muñeca. La función del brazo y cuerpo es colocar un objeto u herramienta y la función de ensamble de muñeca es orientar adecuadamente el objeto u herramienta.

Volumen de trabajo y precisión de movimiento: El volumen de trabajo se define como el área dentro de la cual un manipulador robot puede colocar y orientar el extremo de su muñeca. La cantidad de articulaciones determinan el área anterior, así como sus tipos y rangos, y los tamaños de las uniones. El volumen de trabajo es importante porque

representa una función esencial que determina cuáles aplicaciones puede ejecutar un robot.

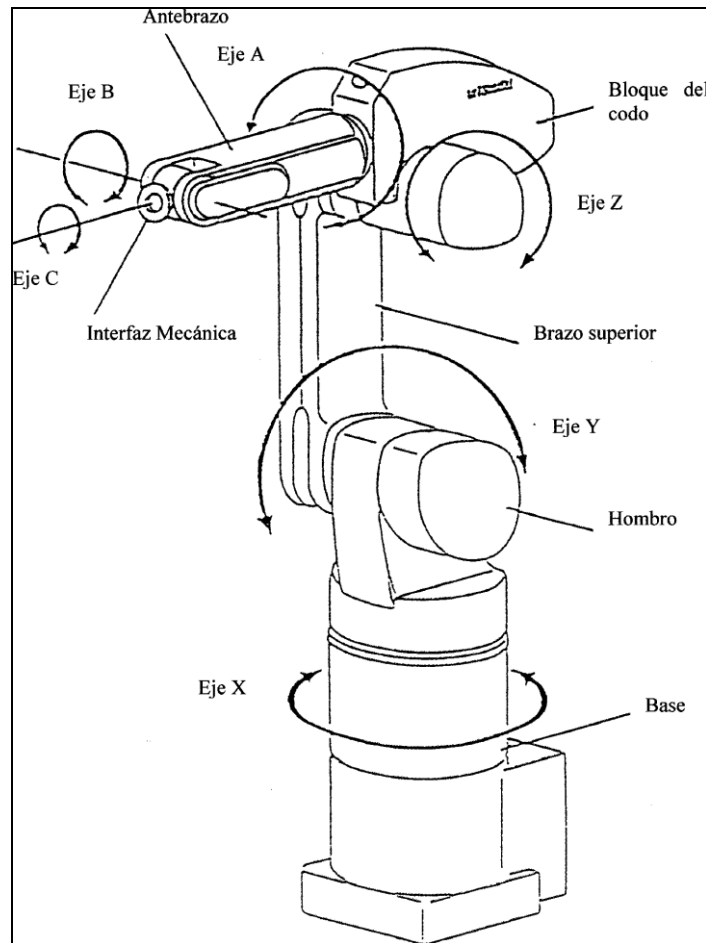


Figura 1. Robot industrial con manipulador. [8]

Actuadores ejecutores: Para que un robot sea útil en una aplicación particular debe equiparse y habilitarse con herramientas diseñadas especialmente para una aplicación. Un actuador final es la habilidad especial de herramientas que se conectan al extremo de la muñeca del robot para realizar la tarea específica. Existen dos tipos de generales de actuadores finales: herramientas y sujetadores (grippers). Las herramientas especiales incluyen pistolas para soldadura de puntos, herramientas para soldaduras con arco, boquillas para pintar por aspersión, ejes rotatorios, sopletes para calentamiento y herramientas de ensamble. El robot se programa para manipular la herramienta que se necesita para la parte de trabajo que se procesa.

Los sujetadores están diseñados para asir y mover los objetos durante el ciclo de trabajo. En general, los objetos son partes de trabajo y el actuador final debe diseñarse específicamente para la parte. Los sujetadores se usan para aplicaciones de colocación de partes, carga y descarga de máquinas y para colocar piezas sobre pallets.

2.4.3 Aplicaciones de los robots industriales

Algunos trabajos industriales se prestan para las aplicaciones de robots. Las características más importantes que tienden a promover la sustitución de un trabajador humano por un robot, en ciertas condiciones de trabajo, son las siguientes:

- 1) el ambiente de trabajo es peligroso para las personas,
- 2) el ciclo de trabajo es repetitivo,
- 3) el trabajo se realiza en una posición estacionaria,
- 4) el manejo de la parte o herramienta sería difícil para los humanos,
- 5) es un operación de cambios múltiples,
- 6) hay largas líneas de producción y los relevos no son frecuentes,
- 7) la colocación y orientación de las partes se establecen al inicio del ciclo de trabajo, dado que la mayoría de los robots no pueden ver.

Las aplicaciones de los robots industriales que tienden a cumplir con estas características se dividen en tres categorías básicas:

- 1) *Manejo de material:* Implican el movimiento de materiales o partes de una posición y orientación a otra. Para realizar la tarea de colocación, el robot está equipado con un sujetador. Las aplicaciones de manejo de material incluyen la transferencia de materiales (colocación de partes, manejo de pallets) y carga y descarga de máquinas.
- 2) *Las operaciones de procesamiento:* requieren que el robot manipule una herramienta como el actuador final. Entre las aplicaciones están la soldadura de puntos, la soldadura continua con arco eléctrico, el recubrimiento por aspersión y ciertas operaciones de corte y eliminación de rebabas en metal, en las cuales el robot manipula una herramienta especial.
- 3) *Ensamble e inspección:* Las aplicaciones de ensamble frecuentemente requieren el apilamiento de una parte sobre otra, lo cual es básicamente una tarea de manejo de partes. Asimismo, las operaciones de inspección en ocasiones requieren que el robot coloque una parte de trabajo en relación con un dispositivo de inspección o que cargue una parte en una máquina de inspección, mientras otras aplicaciones implican la manipulación de un sensor para realizar una inspección.[8]

2.5 Sistemas Flexibles de manufactura (SFM)

Un sistema flexible de manufactura son celdas de manufactura que consisten en un grupo de estaciones de procesos (usualmente máquinas herramienta con CNC) interconectadas por un alimentador de material automático y sistema de almacenaje controlado por un sistema integrado por computadora. Un FMS es capaz de procesar una variedad de diferentes partes simultáneamente bajo un programa de control NC en las diferentes estaciones de trabajo.[7]

Este sistema es altamente automatizado y es capaz de optimizar cada paso de un total de operaciones de manufactura. Estos pasos pueden involucrar uno más procesos y operaciones (como maquinado, cortado, torneado, taladrado, fresado) como flujo de material, inspección y ensamble. Las aplicaciones más comunes de FMS a la fecha son las operaciones de maquinado y ensamble. Una gran variedad de tecnología FMS está disponible en manufactura de máquinas herramienta.

Los sistemas flexibles de manufactura representan un alto nivel de eficiencia, sofisticación y productividad que se tendría que conseguir en las plantas de manufactura. La flexibilidad de FMS pueden tener una gran variedad de partes configurables y para producir en cualquier momento.

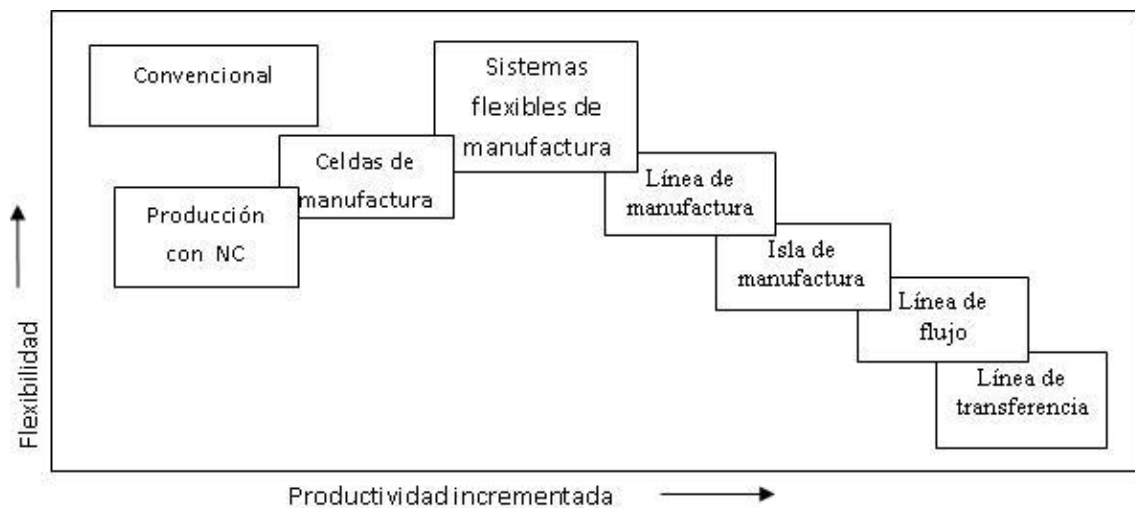


Figura 2. Flexibilidad y productividad de varios sistemas de manufactura. [7]

Un FMS es un sistema diseñado para tener una programación y control de un proceso automático de una variedad de productos a través de celdas y o maquinas de producción. La operación total debe ser controlada por una computadora central la cual se comunicara con todos los equipos, maquinas, sensores, actuadores, etc., por medio de una red de comunicación. Un FMS puede tener un a gran cantidad de maquinas de procesos de manufactura, de manejo y transporte, de inspección y de administración de herramental. La computadora central o Host integra en red a todos los equipos y los controla de forma directa a través de comunicación directa con los controles autónomos de cada una. 1(Koshal)

Las celdas flexibles de manufactura se constituyen por un grupo de 2 a 6 maquinas que son controladas por una computadora. Las maquinas tienen un mecanismo de alimentación y manejo para maquinado o ensamble automático, una celda debe considerar en su diseño la posibilidad de su incorporación a un SFM (FMS por su siglas en Ingles)

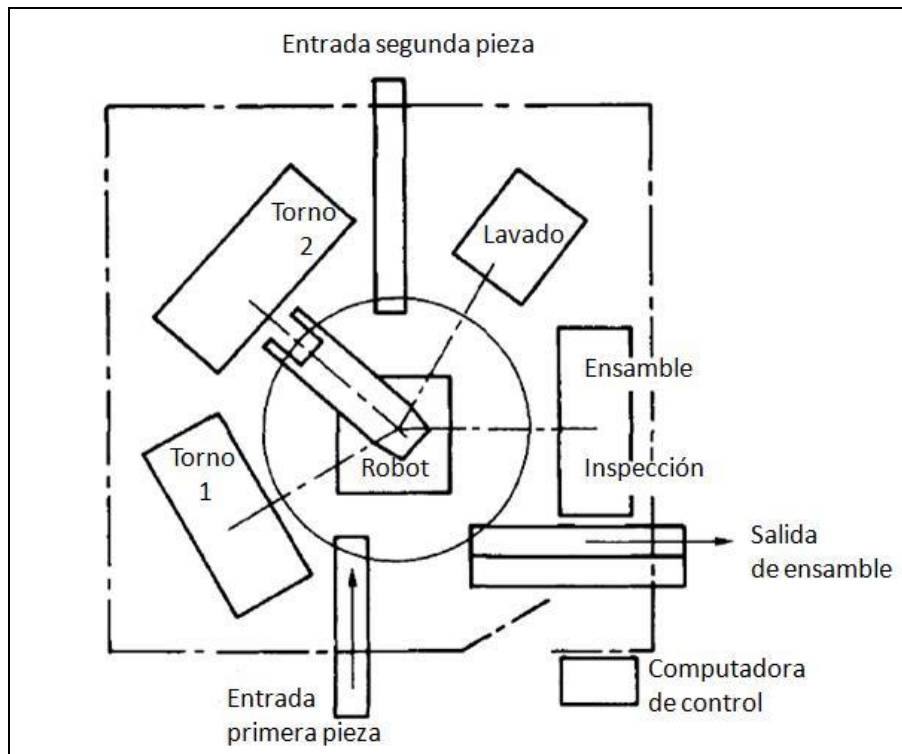


Figura 3. Arreglo típico de una celda flexible

La manufactura automatizada y sus procesos de control requieren que la transmisión de información sea eficiente y confiable para la medición y el control de dispositivos y maquinas en el piso de producción. La competencia, los requerimientos de los consumidores continúan elevándose las empresas necesitan ser más efectivas y eficientes para automatizar y controlar sus procesos productivos.

2.6. Evolución y herencia de las políticas industrial y tecnológica en México

La política industrial en México ha estado ligada al modelo de Sustitución de Importaciones que tuvo vigencia por más de 40 años. Este modelo trajo consigo un conjunto de rasgos que forjaron la herencia del quehacer en materia de política industrial y tecnológica, así como de la acción de los actores privados (empresas) de suerte que el contexto de globalización y competitividad tecnológica actual han obligado a modificar sustancialmente la acción institucional y empresarial. Podemos caracterizar al menos dos etapas modelo de la industrialización sustitutiva (años 50 a fines de los 70), mientras que a partir de los 80 comienza un periodo de transición para finalmente llegar a los 90 al diseño de políticas en un nuevo marco regulatorio donde la tecnología, la innovación y la dinámica global-regional de los mercados adquieren un papel esencial para el desempeño económico de las empresas, y de los países en conjunto.

La primera etapa se caracterizó por la atracción de capitales para impulsar el proyecto nacional de industrialización. Fueron épocas en que predominó la inversión de grandes empresas transnacionales en los sectores industriales más dinámicos como la metalmecánica, la química y la farmacéutica, la automotriz y electrodomésticos. Para algunos autores, en ésta etapa la estrategia que se vislumbró fue simplemente de *laissez-faire*, de acoger cualquier inversor que tuviera intenciones de fabricar bienes en el país.

La segunda etapa, que podemos ubicar en los años 70 se caracterizo por establecer medidas de industrialización más selectas, tratando de propiciar el desarrollo industrial con capitales nacionales. Fue la época en que aparecieron leyes de protección para industrias estratégicas y para regular de manera más estricta la inversión extranjera y la transferencia de tecnología. Se trató de una estrategia más bien defensiva que intentaba disminuir la importancia económica de las empresas extranjeras, a favor de los grupos industriales nacionales para crear empleos y nuevos mercados, hacer un uso más racional de recursos naturales, etc.

En la segunda mitad de los 80 comienza a darse cambios importantes del marco regulatorio para el funcionamiento del aparato económico en general y por lo que respecta al comercio, la industria y los servicios en particular. Estos cambios se dieron en ámbitos como la apertura a la competencia internacional; la liberación de la inversión extranjera; eliminación de subsidios estatales; promoción de exportaciones; aumento en la productividad de las industrias nacionales.

Uno de los aspectos centrales de este periodo de transición, que abarcó hasta mediados de los años 90, fue un cambio en el papel que se adjudicó a la dimensión tecnológica de los procesos productivos. En efecto se llevaron a cabo medidas y programas para impulsar la cultura de la calidad y la tecnología, o para crear incentivos a la adquisición de tecnologías nuevas. Asimismo comenzaron a modificarse las reglas de financiamiento público de las actividades científicas y tecnológicas, apareció una nueva legislación sobre

propiedad industrial y se crearon instancias adecuadas para a certificación y la metrología de los procesos productivos.

Es hasta la mitad de los años 90, donde inicia un periodo de acelerada competencia ya no sólo de bienes considerados de alta tecnología y valor agregado, sino que también de productos fabricados en sectores tradicionales y de tecnología madura, procedentes de muchos países que tienen menores costos laborales como los del sudeste asiático y China. [25]

2.7 Clusters industriales

La globalización, desde el punto de vista económico, es un proceso que se caracteriza por el progreso tecnológico, la apertura de mercado, la creciente interdependencia entre los países y la integración de las economías de todo el mundo a través del comercio, trayendo como consecuencia la formación de grandes bloques económicos, en los que la premisa fundamental para sobrevivir es el nivel de competitividad de los países, de sus economías, y por ende de sus empresas.

Junto con la globalización económica, el rápido cambio tecnológico es otro factor que influye sobre el desenvolvimiento de las industrias, las cuales deben desarrollar mecanismos que les permitan ser proactivas para adelantarse a los cambios y adaptarse a ellos adecuadamente. El entendimiento y adaptación a la nueva dinámica competitiva requiere de una evaluación sistemática, profunda y continua del entorno y, sobre todo, transformar estos resultados en productos y servicios que con calidad y que ofrezcan un valor agregado a los consumidores.

Es creciente la importancia de la formación de Agrupamientos Industriales o Clusters Industriales, estrategia adoptada en la mayoría de países desarrollados, a diferencia de los países en vías de desarrollo donde no existe una cultura de cooperación interempresarial suficientemente desarrollada. [14] Porter, señala que “Normalmente los sectores más exitosos de una nación suelen estar vinculados mediante relaciones verticales (comprador/proveedor) u horizontales (clientes, tecnologías)”.

Porter, citado por Molina, [19] define los clusters industriales tradicionales como “Un grupo de compañías geográficamente próximas e interconectadas, y asociaciones institucionales de un campo en particular, unidas por aspectos comunes y complementarios”. Esta concepción tradicional de clusters ha ido evolucionando, ya que las tecnologías de información y comunicación (TIC) ha permitido que la distancia geográfica no sea un factor limitante para la constitución de agrupamientos industriales.

La Competitividad

En el ámbito macroeconómico, la competitividad puede definirse como la capacidad de la economía para mantener o incrementar el nivel de vida de la sociedad a la vez que continúe siendo productiva.

En el ámbito empresarial la competitividad se refiere a la capacidad permanente con que cuentan las empresas para afrontar la competencia. Las empresas son competitivas en la medida en que sus productos y sus precios se adecuen a los requerimientos de los consumidores y también en la medida en que puedan mantener su rentabilidad. Es decir, que la competitividad en general radica en satisfacer la demanda del mercado sin comprometer los recursos existentes.

Las empresas logran ventajas competitivas por medio de habilidades, recursos, y capacidades de los cuales dispone la empresa y que la diferencia de la competencia; para mantener estas ventajas competitivas a largo plazo las empresas deben seguir ciertos lineamientos formales encuadrados en el marco de la Administración Estratégica.

Así mismo Hitt [18], señala que “La eficiencia, la calidad, la innovación y la capacidad de satisfacer al cliente pueden considerarse como las cuatro dimensiones para lograr ventajas competitivas.” El objetivo básico de la formulación de estrategias es lograr ventajas competitivas. Fundamentalmente hay dos tipos básicos de ventajas competitivas que puede lograr una empresa como son: costos bajos y diferenciación.

En el caso de las empresas industriales para lograr mantener o mejorar su competitividad estas deben reestructurar su sistema de producción para poder adaptar su producción a las necesidades de los clientes, en este caso la competitividad radica en generar productos con valor agregado, es decir, productos que se diferencien de la competencia, para así lograr el acceso a nuevos mercados.

Así mismo, otro aspecto importante para el mejoramiento de la competitividad es que las empresas reemplacen sus estructuras verticales tradicionales por conceptos de organización horizontal, para que puedan ser más flexibles y adaptables a las exigencias del mercado global. Otro punto importante es la especialización de la mano de obra y la innovación tecnológica.

Otro aspecto considerable para el desarrollo de la competitividad en un país es la estructura macroeconómica y las políticas fomentadas por el Estado que generen las condiciones necesarias para la estabilidad económica y por ende el fortalecimiento de los distintos sectores productivos de la nación, por lo tanto el Estado debe formular políticas que garanticen el desarrollo de las empresas y la inversión y así contribuir al aumento de la competencia entre las empresas.

En este orden de ideas Hitt, habla de la hipercompetencia y lo define como “Un termino que se emplea a menudo para expresar las realidades del nuevo panorama competitivo”. (D’Aveni) citado por Hitt, define hipercompetencia como “Una condición de competencia en rápido aumento con base en el posicionamiento por el precio y la calidad, la competencia para crear nuevas prácticas, para proteger o penetrar nuevos mercados, y con base en la creación de alianzas.”

Por esta razón, Hitt señala que las empresas al momento de realizar el análisis de su perfil competitivo deben tener en cuenta no sólo sus competidores directos, sino que a su vez

debe considerar diferentes fuerzas del entorno que influyen positiva o negativamente en la competitividad, de acuerdo con esto Michael Porter desarrolló el modelo de las cinco fuerzas de la competencia las cuales se describen a continuación:

Amenazas de los Competidores Potenciales

Esto se refiere a la posible entrada de nuevos competidores al mercado que afecten el nivel competitivo de la empresa, Hitt indica que esta situación hace necesario que las empresas establezcan diversas estrategias para intentar ser más eficientes y efectivas y de esta manera minimizar el riesgo de entrada de competidores potenciales, entre las estrategias planteadas se encuentra la creación de barreras de entrada.

Entre las posibles estrategias a emplear por las empresas para establecer barreras de entrada se encuentra la creación de economías de escala, las cuales contribuyen a reducir los costos de producción por medio de la fabricación en serie y la compra de materia prima en grandes volúmenes, ya que al aumentar la producción se reducen los costos de fabricación por unidad de producto.

Los agrupamientos empresariales facilitan la creación de economías de escala, ya que entre los objetivos de éstos está precisamente la adquisición de materia prima en forma conjunta lo cual hace posible la compra de grandes volúmenes de materia prima a un mismo proveedor, en consecuencia se logran reducir los costos de compra de materia prima. El liderazgo en costo es una de las estrategias genéricas a las que pueden recurrir las empresas para lograr ventajas competitivas.

Otra de las estrategias genéricas, que ayudan a crear barreras de entrada al mercado, es la diferenciación de productos, es decir, la creación de productos con valor agregado que satisfagan de manera exclusiva las exigencias de los consumidores, lo cual dificulta la entrada de competidores potenciales, ya que éstos tienen que crear productos con igual calidad o bien ofrecer productos a precios más bajos, lo que puede generar pérdidas para la empresa.

Poder de Negociación de los Proveedores

Cuando existen pocos proveedores que satisfagan un determinado sector industrial se puede convertir en un factor que afecte la competitividad de la empresa, ya que los proveedores pueden usar esto como excusa para elevar el precio de la materia prima. La formación de agrupamientos puede facilitar la contratación de proveedores comunes o bien incluirlos como miembros del agrupamiento.

Poder de Negociación de los Compradores

Satisfacer las necesidades de los clientes es el objetivo fundamental de las empresas, por ello es necesario que ante una demanda cada vez más exigente las empresas establezcan estructuras flexibles que se adapten rápidamente a los cambios y exigencias

de los consumidores, de esta manera surge la necesidad de invertir en factores de producción avanzados y especializados para ayudar a satisfacer las necesidades.

Amenaza de los Productos Sustitutos

Los productos sustitutos son aquellos bienes que son diferentes pero que cumplen la misma función, estos productos pueden constituir una amenaza para la competitividad de la empresa cuando el precio de los productos sustitutos es más bajo que los de la empresa o cuando tienen una calidad superior, de aquí la importancia de la estrategia de diferenciación de productos, ya que reduce las posibilidades de amenaza de los productos sustitutos.

Rivalidad entre las Empresas Competidoras

[18] Hitt, indica que “La competencia entre rivales a menudo se basa en el precio, la innovación del producto, entre otros, los cuales se llevan a cabo para lograr la diferenciación del producto.” Para evitar quedarse rezagados ante sus competidores las empresas se ven en la necesidad de invertir en nuevas tecnologías de información u otros factores como la capacitación de recursos humanos especializados, infraestructura, investigaciones de mercado, entre otros. Diferentes factores influyen en el grado de competitividad entre empresas como son: gran cantidad de empresas de un mismo sector o pocas empresas que se encuentren en un mismo nivel competitivo, estos dos factores hacen que la rivalidad se intensifique, por esta razón es importante la creación de productos que se diferencien de la competencia.

En conclusión, se tiene que la competitividad en el nuevo panorama económico en el que la globalización impone nuevos esquemas de calidad, eficiencia, productividad, hace necesario que las empresas creen productos diferenciados o productos que generen un valor agregado a los clientes, por esta razón Galgano [20], indica que “La calidad total es la clave para la competitividad de las empresas”, en un mundo con economía globalizada.

Importancia de La Calidad Total para la Competitividad de las Empresas

El proceso de globalización ha generado una libre competencia entre los países, las fronteras ya no representan barreras para la comercialización, por esta razón los países en desarrollo se ven en la necesidad de amoldarse a las nuevas reglas que rigen el panorama económico mundial, en el cual las empresas tienen que adoptar nuevos enfoques y técnicas para lograr ser competitivas a nivel mundial, esto significa que las empresas ya no sólo compiten con las empresas de la región sino con las empresas de todo el mundo. Por esta razón, la calidad total se presenta como una herramienta que cada vez más empresas en todo el mundo adoptan para lograr mayores niveles de competitividad y brindar productos y servicios de calidad.

La calidad total es un término que fue introducido por primera vez en Estados Unidos en la década de los veinte, pero su significado real para los procesos productivos de la empresa se lo dan los japoneses, cuando en 1968 deciden dar a su estructura industrial el nombre de Company-Wide Quality Control (CWQC), a su vez en 1951 se crea el premio

Japanese Union of Scientists and Engineers, para premiar a las empresas con el mejor sistema de calidad. Los japoneses han hecho de la calidad total la base para su renacimiento industrial y de esta manera sus industrias se han convertido en las más eficientes y competitivas del mundo.

Factores que Afectan la Competitividad

La organización como un sistema abierto se encuentra influenciada por diversos factores tanto externos como internos, por esta razón, es de gran importancia determinar con certeza cuales de estos factores inciden directamente sobre la competitividad de la empresa, estos se denominan factores claves. [17] Certo, indica que “El ambiente de la organización está compuesto por un conjunto de fuerzas internas y externas que influyen en su rendimiento”.

Por lo tanto, al momento de establecer estrategias competitivas es necesario el análisis del ambiente de la organización para así poder determinar las fortalezas y debilidades internas y las oportunidades y amenazas del entorno, este análisis constituye la primera etapa del proceso de la administración estratégica explicada anteriormente.

Certo, expresa que se suele dividir el ambiente organizacional en tres niveles: el nivel general que está compuesto por factores que tienen incidencia a largo plazo sobre la dirección y las estrategias empresariales. El nivel operativo cuyos componentes inciden de manera inmediata en la empresa.

El siguiente nivel es el ambiente interno, compuesto por las capacidades y habilidades que desarrolla la organización y cuya característica principal es que son factores controlables. Para el análisis del ambiente interno (Porter) citado por [17] Certo, propuso el método de análisis de la cadena de valor por medio de la cual la empresa puede establecer las actividades claves que contribuyen a la competitividad. Estas actividades se dividen en primarias y de apoyo.

Factores Externos

Los factores externos representan oportunidades y amenazas para las empresas las cuales aumentan cada día debido a los diferentes avances en tecnologías de información. La globalización económica es otro factor importante que afecta el ambiente competitivo de la empresa. Los diferentes cambios que se producen en el ambiente de la organización se traducen en cambios en la demanda de productos, lo importante para una empresa es identificar las variables ambientales claves que afectan su competitividad. Entre los factores externos se encuentran:

- Innovaciones tecnológicas
- Condiciones de la demanda
- Condiciones políticas
- La regulación empresarial
- Tarifas de impuestos
- Educación promedio de los trabajadores
- El entorno macroeconómico

Factores Internos

De la misma manera, los factores internos que influyen en la competitividad de la empresa se traducen en fortalezas y debilidades para la misma, estos factores se encuentran determinados por la capacidad de la empresa para responder a las fuerzas del entorno, para ello es necesario por una parte que la empresa cuente con los recursos suficientes y por la otra que establezca las estrategias adecuadas. Para que esto sea posible debe existir una adecuada interrelación entre las áreas funcionales de la empresa, lo cual se facilita de manera importante gracias a los diferentes sistemas de información. Entre los factores internos se encuentran:

- Procesos de gestión
- Procesos productivos
- Actualización tecnológica
- Costos de materia prima
- Recursos Financieros
- Métodos de Planificación
- Los Agrupamientos o Clusters Industriales

[16] Perego, define agrupamientos o clusters industriales como “Una concentración sectorial o geográfica de empresas que se desempeñan en las mismas actividades o en actividades estrechamente relacionadas y con la posibilidad de llevar a cabo una acción conjunta en búsqueda de eficiencia colectiva”. En la actualidad las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) sirven de apoyo para la formación de agrupamientos industriales, ya que facilitan el flujo de información entre las empresas.

[15] En esta reseña, se define los clusters como “Concentraciones de pequeñas y medianas empresas que están ubicadas en una misma región u organizadas en torno a una misma actividad, que actúan coordinadamente y que participan en cadenas exportadoras”. A su vez indica que "No hay recetas estrictas para que un proyecto de este tipo funcione. Tan sólo se necesita una buena articulación local".

Así mismo, actualmente las empresas se agrupan más por sus funciones o competencias claves que por sus productos, por lo tanto se puede encontrar empresas agrupadas por proveedores de materia prima, por tipo de tecnología, por estrategia, por tipo de compradores o por competidores de otras industrias.

Los agrupamientos o clusters industriales se pueden considerar como un tipo de asociatividad, existen diversas teorías que explican la razón por la cual se forman los agrupamientos industriales, una de las más importantes es el Modelo de Michael Porter [14]. Este modelo explica que existen cuatro aspectos básicos en el ambiente empresarial o de negocios que determinan las ventajas competitivas de las empresas y que la manera como interactúan entre sí estas cuatro fuerzas permiten explicar como hacen las empresas para generar, mantener o perder sus ventajas competitivas.

De acuerdo con lo anterior se reconoce a la empresa como un sistema abierto que se ve afectada constantemente por las variaciones del entorno, de esta manera al establecer sus estrategias competitivas debe considerar ciertos aspectos básicos del entorno, entre los cuales se encuentran los siguientes:

Las condiciones de los factores: como la infraestructura, la información, el sistema legal, los institutos de investigación de las universidades, los cuales deben ser eficientes para hacer posible la innovación.

Los esquemas de estrategia y rivalidad: estos esquemas tienen que ver con las reglas e incentivos que rigen la rivalidad local. En una economía poco productiva la rivalidad entre empresas se sustenta en el precio de los productos y no en la innovación, por consiguiente para que una empresa pueda competir en este tipo de mercado debe mantener niveles de salario bajos.

Cuando las economías de los países son productivas existe mayor rivalidad entre las empresas provocando la innovación y la inversión, para que esto sea posible es necesario mejorar la eficiencia en la manufactura y la prestación de servicios.

Condiciones de la demanda: la existencia de consumidores sofisticados y exigentes obliga a las empresas a innovar y a la creación de productos diferenciados, es decir, productos con valor agregado. En una economía globalizada la calidad de la demanda local importa mucho más que su tamaño.

Industrias afines y de apoyo: la ubicación de estas empresas dentro de un cluster puede proporcionar un mayor acceso a los insumos ya que estos pueden ser proporcionados por los mismos integrantes del cluster.

Por lo tanto, la integración de estas cuatro fuentes de competitividad crean las condiciones propicias para la creación de los clusters industriales y a su vez la formación de clusters influirá en las fuentes de competitividad. Los clusters afectan la competitividad aumentando la productividad de las empresas que los conforman, mejorando su capacidad de innovación y estimulando la formación de nuevas empresas.

El agrupamiento de empresas es un fenómeno que se presenta en la mayoría de los países con economías avanzadas, en los cuales las condiciones de las fuentes de competitividad antes mencionadas, propician el agrupamiento de los sectores competitivos de una nación. [14] Porter, señala que “Normalmente los sectores más exitosos de una nación suelen estar vinculados mediante relaciones verticales (comprador / proveedor) u horizontales (clientes, tecnologías)”.

Por lo tanto, el agrupamiento de los sectores industriales que se desempeñan en actividades conexas o de apoyo, es un factor de gran importancia para la generación de ventajas competitivas en las empresas, puesto que una vez que se desarrolle un agrupamiento el conjunto de empresas que lo conforman se prestan apoyo mutuo. [14] Porter indica que en Italia más del 40 % de las exportaciones tienen su origen en agrupamientos de sectores vinculados a los alimentos o la moda, así mismo en Suecia más del 50 % de las exportaciones totales provienen de agrupamientos del sector transporte”.

La generación de ventajas competitivas por parte de las empresas que forman un agrupamiento provoca a su vez un estímulo para que las mismas realicen mayores inversiones en tecnología, infraestructura y recursos humanos especializados, incrementando así el interés por parte del Estado, las Universidades y demás agentes que tienen un papel importante en el desarrollo de estos modelos. [9]

2.8 La automatización en la industria

Las compañías tienen que moverse rápidamente para competir porque con la información tecnológica lleva solamente días el aumento o pérdida una ventaja competitiva. La tecnología Información de la fabricación los sistemas apoyan hoy la producción funciones de la operación de compañías.

Las funciones de producción de la operación incluyen las actividades referidas al planeamiento y control de los procesos usándolos para producir bienes y servicios. Las computadoras son hoy en día la raíz de estos procesos. Los sistemas de información de manufactura basadas en las computadoras utilizan varias técnicas para el soporte de la manufactura integrada por computadora (CIM). La Manufactura Integrada por computadora es un proceso total que tensiona metas del uso de la computadora para la fabricación automatizada y debe incluir lo siguiendo [10]:

- Simplificar / reingeniería de procesos de producción, diseño de productos, y automatización de fábrica.
- Automatizar procesos de producción y las funciones del negocio con computadoras y robots.
- Integrar toda la producción y procesos soportes usando las computadoras y las telecomunicaciones red.

Para mejorar los procesos de manufactura, los ingenieros de manufactura usan lo sistemas computarizados como Computer-Aided process planning (CAPP). Las computadoras también son usadas para identificar y planear los requerimientos de materiales necesarios para producir un producto.

Las computadoras y los robots son usados para fabricar, ensamblar y empaquetar productos. Para monitorear y controlar los procesos de producción en una fábrica (control de piso) es experto para controlar directamente un proceso físico (control de procesos), una máquina herramienta (máquina de control numérico) o una máquina con capacidades humanista (robots).

La inteligencia artificial (AI) tiene hoy en día un largo impacto en el sector manufacturero [11]. AI permite la integración de información para la realización de tomas de decisiones haciendo un diseño conceptual, digiriendo, planeando, programando, fabricando, evaluando, enviando y servicio al cliente [12]. Otros temas de AI incluyen: Sistemas expertos, Visión artificial, reconocimiento de voz natural y voz reconocida.

Los beneficios de los sistemas del CIM incluyen:

- Incremento de la eficiencia a través de la simplificación del trabajo y automatización.
- Mejoramiento de la utilización de las instalaciones de la producción.
- Reducción de la inversión en inventarios en producción mediante la práctica del Just-in-time.
- Mejoramiento del servicio al cliente

Estos son algunos de los caminos de la información de tecnología que puede ser usada en los procesos de manufactura.

La nueva manufactura esta llena de oportunidades para las compañías que continúan innovando en este rápido mercado global cambiante.

Predicciones

- Las compañías manufactureras incrementarán su capital de inversión en enfocarse en información tecnológica. Regresando en ganancias para ellos mismos.
- Las compañías acertadas podrían ser transparentes o integradas junto con la vía mundial de internet para extender sus clientes para pensar que son una sólo compañía. Esto les gustara mucho a los compradores caseros quien conseguirán créditos para sus negocios, pero no en confiar en su contratistas (ejemplo; plomeros, electricistas, etc.) para entregar una producto de alta calidad.
- Muchas compañías manufactureras no pueda competir en este ambiente y por lo tanto, terminan saliendo del negocio. Deben piense fuera de la caja. Es justo el comenzar y es potencial de crecimiento
- ¡no se ha observado todavía! [13]

2.9 Panorama del sector metalmecánico

El sector metalmecánico en EU maneja 322 mil millones de dólares anuales. La demanda en el mercado estadounidense no sólo alcanza el producto final, sino también sus procesos, donde pueden participar fabricantes y distribuidores. En México se cuenta con una sector que está muy relegado, las ventas de exportaciones de México en 1998 fue de 32 millones de dólares. [21]

Los sectores de mayor crecimiento en México para el año 2003 fue la industria automotriz y autopartidista. Especialmente porque el crecimiento de la inversión de México se produjo a raíz de que muchos de los procesos que se hacían en Estados Unidos se trasladaron a México. Últimamente, en México se ha presentado que por cuestiones de costo se han movido muchas plantas autopartidistas y fabricantes de automóviles hacia México. Sin embargo, ahora también se está viendo una importante migración de estas plantas hacia China, que está abriendo sus puertas a nuevos negocios, En el futuro esta situación puede ser un riesgo porque ofrece una producción a costos menores que los de México. Sin embargo, la cercanía de México con Estados Unidos es una ventaja competitiva difícil de superar.[22]

2.10 Oportunidad de crecimiento en la industria automotriz en México

2.10.1. Estadísticas Nacionales

En la actualidad se observa como el mercado automotriz a aumentado en los últimos años. México esta siendo uno de los más importantes jugadores del mercado global automotriz. En marzo del 2006, México produjo un record de 192,643 vehículos; esto es un incremento del 67% arriba del mes de marzo del 2005.

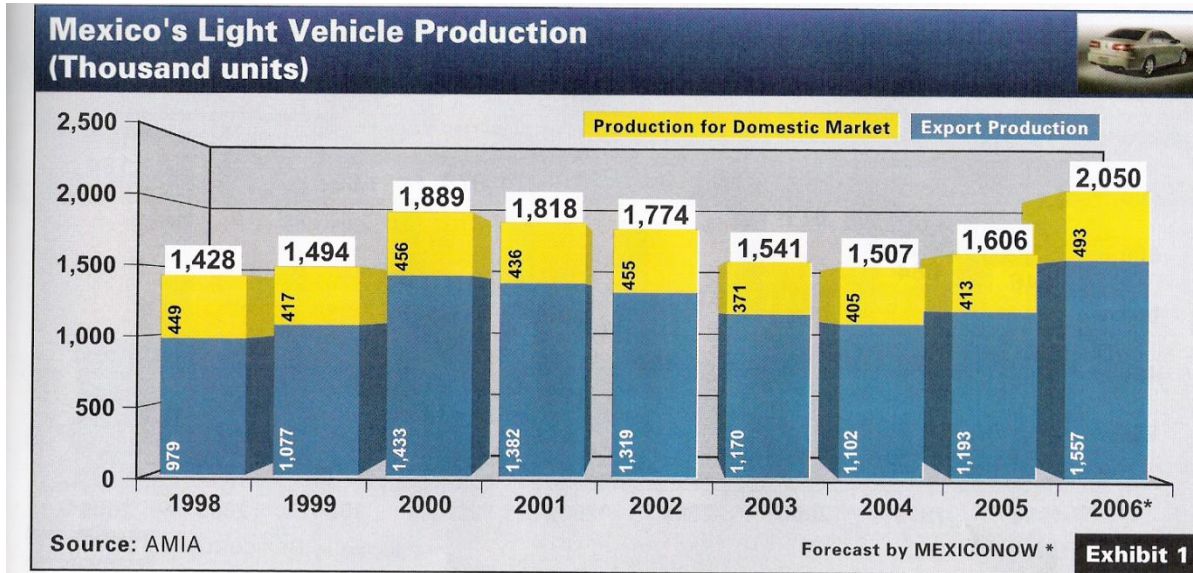


Figura 4. Que nos muestra la producción anual de vehículos a nivel nacional [23].

Además, se espera un crecimiento de alrededor del 4 al 5% anual en la industria automotriz. También se observa un aumento en la producción de auto partes. México se encuentra en el tercer proveedor más importante de auto partes para Estados Unidos, con un 14% de importaciones; Canadá (30%) y Japón (24%). [23]

Con esto la OEM (Manufactureros de equipo original), predice un aumento de actividad a la industria automotriz. Debido a que industrias de EU, quieren invertir en México por la cercanía a su país que facilita la exportación de autos y auto partes hacia su país. También se ha observado que la industria aeroespacial ha tomado importancia en nuestro país sin tomar en cuenta que existe una diferencia entre ellas ya que la industria automotriz tiene un alto volumen de fabricación a diferencia de la aeroespacial.

2.10.2 Estadísticas en Baja California

Baja California es el tercer estado con mayor inversión recibido en el 2005 con 1,007.7 millones de dólares. Donde gran parte de esta va dirigida a la industrial metalmecánica con la apertura de empresas como Toyota en Tijuana.

Del crecimiento industrial en Baja California del 3.3 puntos porcentuales, los cuales corresponden al 2.2 sector metalmecánico.

Por su parte desde 1997, el área de Los Ángeles ha recuperado su vitalidad y diversidad, debido a la recuperación de la industria aeroespacial, cuyo impacto sobre las industrias metal-mecánicas. La importancia de Baja California como sitio de localización industrial para este tipo de empresas modernas y con altos niveles tecnológicos es tal, que en el estado se ubican alrededor del 35% de las plantas maquiladoras del país, que generan el 21% de empleos y el 22% del valor agregado. Tan sólo en Tijuana se encuentran 730 plantas que generan 150 mil empleos mientras que en Mexicali están 180 plantas con 50 mil empleos. [24]

2.11. La encuesta

La investigación por encuestas consiste en establecer reglas que permitan acceder de forma científica a lo que las personas opinan (León y Montero, 1993). Con esta metodología se presentan cuestiones a un conjunto de individuos, de los que se presume que son representativos de su grupo de referencia, para conocer sus actitudes con respecto al tema o temas objeto de estudio.

Sin embargo, resulta obvio que cuando las poblaciones que se quieren estudiar tienen un tamaño medio o grande, obtener información de cada uno de los miembros del grupo resulta inviable, tanto por los costos que conlleva un estudio de tales características, como por el tiempo que requiere recabar una cantidad tan importante de información. Por ello, se entrevista a un subgrupo representativo del colectivo que sea el objetivo de este estudio. Es decir, extraemos la información de una parte de ese grupo, lo que se denomina una muestra, y tales resultados los extrapolamos al resto de la población.

La utilización de una muestra frente a la población total será adecuada en relación a la razón coste/beneficio. Podemos hablar así de tres elementos en este tipo de investigación: a quien se encuesta: el encuestado; con que instrumento: el cuestionario; como se realiza la investigación: la entrevista.

El encuestado es una parte fundamental en la investigación mediante encuesta, ya que constituye la fuente de todos los datos. Su relevancia se debe, fundamentalmente a dos factores, los relativos a la validez y los que tienen que ver con la precisión de los datos obtenidos.

El cuestionario es el instrumento con el que se apresa el contenido el objeto de estudio. Por una parte, es el sistema de comunicación que conecta al que solicita los datos y el entrevistado, pero además es el instrumento de trabajo para los que realizan el tratamiento informático de los datos. Su papel es doble. Por una parte, permite que todos los sujetos encuestados estén en una situación similar, que garantice la homogeneidad de las respuestas, permitiendo que estas sean comparables.

La recogida de información en la investigación mediante encuesta se puede realizar de diversas maneras: mediante entrevista personal, telefónica o por correo. Cada una de estas formas de realizar la encuesta presenta ventajas e inconvenientes, por lo es tarea del investigador elegir el método de recogida de datos que mas se adecue a sus objetivos.

Una encuesta es una investigación. El procedimiento específico de este tipo de investigación supone las siguientes etapas:

1. Formulación del problema y planteamiento de los objetivos que se pretenden con el estudio.
2. Selección y tamaño de la muestra.
3. Construcción y administración del cuestionario piloto.
4. Entrenamiento de los encuestadores
5. Organización del trabajo de campo.
6. Análisis y presentación de resultados.
7. Discusión de resultados, fase común a cualquier investigación.

En la investigación por encuestas es primordial entender los siguientes conceptos básicos: Población, muestra y unidad muestral.

Podemos definir *población* como el conjunto de todos los casos de interés para los objetivos de la investigación planteada.

Entendemos por *muestra* el subconjunto de la población que se utiliza para obtener información acerca de esta y por *muestra representativa* el subconjunto de una población que tiene las mismas características generales que la población. Por ultimo, *unidad muestral* es la persona que responde a la encuesta. (*Borges, Diseño y Análisis de encuestas*).

2.11.1 TAMAÑO MUESTRAL

Una cuestión que va íntimamente unida a la selección es la determinación del tamaño muestral. La determinación del numero de sujetos óptimos esta en función del tipo de técnica de muestreo probabilística, del tamaño de la población, del parámetro que se desee estimar, del error máximo aceptable por el investigador y del nivel de confianza que este fije.

Para calcular el tamaño ideal que debe tener una muestra en caso específico para encuestas, de manera que ésta sea representativa de una población, de la cual se requiere estimar la proporción de casos con una determinada característica.

Dicho tamaño se determina tomando en consideración:

- El tamaño de la *población* de interés;
- El nivel de *confianza* deseado;
- El grado de *error* aceptable y;
- La *variabilidad* (supuesta o conocida) en la población de interés.

El cálculo está basado en la fórmula:

$$n = \frac{t^2(p.q)}{e^2 + \frac{t^2(p.q)}{N}}$$

Donde:

n = el tamaño de la muestra

t = el valor de *t-student* correspondiente al nivel de confianza deseado, dado el tamaño de la población.

p = la proporción (conocida o propuesta) de casos en la población de interés con una característica específica (probabilidad de éxitos estadísticos).

q = 1-p, o la proporción de casos que no tienen la característica esperada.

e = el nivel de error que está dispuesto a correr.

N = el tamaño de la población de interés.

(Programa VISTRAN SAMPLE SIZE)

2.11.2 Algunas ventajas de las encuestas

- Permite planificar previamente que es lo que se va a preguntar, de tal manera que asegura que no se olvidarán los puntos más importantes, y que se precisará tanto como se desee en las preguntas.
- Es más económica que otras técnicas puesto que permite la aplicación masiva, es decir que se puede encuestar a un gran número de personas.
- En el caso de variables complejas, la encuesta permite desglosar estas variables en distintos aspectos de las mismas, de tal manera que a través de diversas preguntas se puede conocer la variable compleja.
- La encuesta permite la comparación con otras investigaciones que sobre ese tema se hayan realizado. Además, pueden derivarse estudios posteriores que profundicen o amplíen el tema en cuestión.

2.11.3 Propósitos que deben cumplir las encuestas:

- El primero es el de traducir los objetivos de lo que se quiere averiguar en preguntas específicas. Cada pregunta debe llevar a la persona o a la organización a la que se encuesta, la idea o el grupo de ideas requerido por el objetivo de lo que se pretende conocer; para cada pregunta deberá recibirse una respuesta susceptible de análisis, de manera que los resultados satisfagan los objetivos de la encuesta. Las preguntas deberán formularse de manera que la respuesta refleje exacta y cabalmente la posición de la persona o de la organización a la que va dirigido.
- El segundo propósito de la encuesta es ayudar al entrevistador a provocar motivaciones en el encuestado, para que transmita la información requerida. Debe ayudar a crear las circunstancias para que el encuestado se comunique plena y libremente.

Capitulo III

Desarrollo del trabajo

3.1 Encuestas

Para el desarrollo del trabajo se utilizará el método de encuesta. Ya que esta nos permitirá obtener información sobre un problema o aspecto de éste, a través de una serie de preguntas, previamente establecidas, dirigidas a las personas implicadas en el tema de estudio.

3.2 Desarrollo de la encuesta

Para la investigación del análisis de las necesidades de automatización de la industrial metalmecánica en el Estado se realizaran una serie de cuestionarios dirigidos principalmente a gerentes e ingenieros involucrados directamente con los procesos de automatización dentro de sus empresas. Como paso principal se elabora la siguiente encuesta (ver anexo 1):

TIPO DE ENCUESTA

Inicialmente se elaboro un cuestionario de 10 preguntas con opción múltiple la cuales van dirigidas principalmente a gerentes, los cuales se encuentran más relacionados con los planes estratégicos de automatización en las líneas de ensamble dentro de su empresa, los cuales nos pueden brindar una información general de tales planes.

OBJETIVO

Identificar la situación actual de automatización; establecer los planes de automatización de líneas de ensambles dentro de las empresas metalmecánicas en el Estado.

COBERTURA DE LA ENCUESTA

Los puntos principales que se tocaron en la encuesta es:

Función de la empresa

Definición de la capacidad de la empresa

Planes estratégicos

Planes de automatización dentro de las líneas de ensamble

Situación actual de automatización en la empresa

MÉTODO DE LA ENTREVISTA

Se empleó el método de entrevista directa, con personal debidamente capacitado y entrenado para tal fin y que visitó las empresas a encuestar con citas previas, durante el período de recolección de información.

DISEÑO MUESTRAL

Se determinó las empresas más reconocidas y destacadas en el área metalmecánica en nuestro estado, además del acuerdo con el que se cuenta para este trabajo entre gobierno del estado, empresa privadas e instituciones académica. Además de observar cuales contaban con la tecnología para la elaboración de sus productos.







Baja California cuenta con 35 empresas del sector aeroespacial y 84 del automotriz, para nuestro estudio se aplicó la encuesta a una muestra de estas industrias por lo cual se utilizaron métodos estadísticos para determinarla, utilizando un programa llamado **“vistrain sample size”** sirve para determinar el tamaño de la muestra en encuestas, de la siguiente forma (utilizando fórmula de pag. 32):

Introduzca datos							Calcular muestra
Tamaño de la población		119		Probabilidad de éxito (default = 0.5)		0.5	
Error	10.0%	7.5%	5.0%	2.0%	1.0%	0.1%	
90.0%	12	19	36	87	109	119	
92.5%	13	22	40	90	110	119	
95.0%	16	25	45	94	112	119	
98.0%	21	33	55	100	114	119	
99.0%	25	38	61	103	115	119	
99.9%	36	52	75	109	116	119	

Figura 5. Tabla de tamaño de la muestra en el programa **“vistrain sample size”**.

Para lo cual se realizaran un muestreo de 12 encuestas con un nivel de confianza del 90% y una probabilidad de error del 10%.

3.3 Principales empresas metalmeccánicas en B.C.

EMPRESA	NOMBRE	DIRECCION	ACTIVIDADES
	Honeywell Aerospace de México S.A. de C.V.	Circuito Aeroespacial No. 2, Mexicali, Baja California Norte	Fabricación de productos y partes aeroespaciales Producción de motor de avión y piezas de motor Producción de las demás piezas de avión y equipo auxiliar
	Honeywell productos automotrices, s.a. de c.v.	Blvd. Lázaro Cárdenas no.2545	Ensamble turbocargadores
	Gulfstream Interiores Aéreos, S.A. de C.V.	Blvd. Lázaro Cárdenas no. 2385, Col. Elías Calles, C.P. 21397. Mexicali, B.C.	Esta empresa tiene como giro comercial la fabricación de aviones privados. En Mexicali, Baja California Norte, construye arneses eléctricos, piezas estructurales de aluminio y ensamblajes estructurales para los Jets Privados
	Kenworth Mexicana, S.A. de C.V.	Km 2.5 Carr. San Luis RC.	Líder del mercado en ensamble de camiones y tractocamiones ofreciendo productos y servicios de alta calidad, y hechos a la medida de las necesidades de los clientes.
	GKN Aerospace Chem-tronics Mexicali	Parque industrial EX-XXI	Manufacturas de las cubiertas exteriores de las turbinas de Boeing
	Toyota Motor Manufacturing de Baja California, S. de R.L. de C.V. (TMMBC)	Carretera Libre Tijuana Tecate # 33143, Tijuana Baja California, México CP 36102	Camionetas Tacoma Cajas para camionetas Tacoma para ser usadas en TMMBC y New United Motor Manufacturing, Inc. - una planta que es parte de una joint venture en Fremont, California, propiedad de Toyota y General Motors

3.4. Resultados de encuestas a Ingenieros y personal técnico

Después de la aplicación de encuestas a diferentes empresas metalmecánicas en el Estado de Baja California, para detectar la situación en que se encuentra su nivel de automatización actual; se pueden observar los siguientes resultados (Ver Anexo 2, para gráficas).

Distribución de aplicaciones de robots

Se puede observar que en cuanto a la pregunta ¿Sobre la utilización de robots dentro de alguna área de su empresa?. Se determina que el 28% de las empresas los utilizan para el manejo de material en carga y descarga; seguido de corte de material con un 18%, y en tercer lugar con un 16% utilizado en ensamble.

Marca de robots más comunes

Se encontró que las marcas más comunes de robots dentro de las empresas es con un 17% la marca FANUC, seguido de TOWA y EPSON con un 8.6% cada uno.

Grados de libertad del robot

En relación con el uso de los grados de libertad que se utilizan en el robot industrial se evidencia que el 28% cuenta con robots de 3 grados de libertad, seguido de un 24% con robots de 4 grados de libertad, seguido con un 17% robots con 6 grados de libertad.

Grados de libertad (tipo)

En cuanto a la pregunta de que tipo de grados de libertad se utilizan (cartesianos y articulados) se observó en las empresas encuestadas que un 58% cuentan con tipo cartesiano, el 21% articulado y el 11% del tipo Cilíndrico. Es preciso indicar que el tipo articulado es el sistema más complejo pero con menor capacidad de carga, y los sistemas requieren de programación más compleja que los cartesianos y cilíndricos.

Fuentes de energía del robot

En lo que respecta a la fuente de energía utilizada por dichos robots se ofrecen los siguientes resultados: el 49% son eléctricos, el 44% neumáticos y en el 7% hidráulicos, se puede concluir que los en las empresas del área de electrónica se usan los sistemas eléctricos y neumáticos, y en la industria metal mecánica los hidráulicos, principalmente en lo referente a procesos de trabajos de prensa y transporte de carga muy pesada, aun así en ciertos procesos se utilizan robots industriales articulados en celdas centradas en Robots como el caso de Kenworth y Alu-Wheel, los cuales manejan piezas de gran peso pero con mucha precisión en los procesos de carga a las máquinas CNC y CMM (CNC Control Numérico Computarizado, CMM máquina de medición por coordenadas).

Nivel de inteligencia del robot

Con respecto al nivel de inteligencia con la que cuentan los robots se obtuvieron los siguientes resultados: un 40% son programación a secuencia fija, un 28% con robots controlados numéricamente, en donde el operador proporciona programas de movimiento, y finalmente un 26% cuenta con robots de secuencia variable, donde el operador proporciona programas de movimiento (a través de un controlador manual o por

PC). Estos sistemas son aquellos que tienen la posibilidad de integración a redes de comunicación y sus controladores tienen la opción para comunicación en diferentes formatos, como lo serían a través de PLCs, tarjetas de comunicación a red Ethernet y redes can bus y Device Net.

Este tipo de sistemas es actualmente utilizado por los grandes corporativos, como lo fue el caso de Honeywell Automotriz en donde se observó en sus sistemas de carga, manufactura y verificación dimensional el control a través de sistemas de comunicación tipo red industrial, Red Can tipo Device Net (este tipo de casos es el menor y sólo se observa en empresas con alto nivel de requerimientos de calidad y gran soporte en inversión económica)

Clasificación por nivel de control

En el nivel de control en los robots es del 45.2% de ellos cuentan con un nivel de Servo control, un 31% un nivel de modo de control y un 23.8% con un nivel de inteligencia artificial.

Tipo de actuador final empleado

Con respecto a el tipo de actuadores finales con el que cuenta el robot en un 61.1% utilizan un actuador neumático, un 33% actuadores electrónicos y un 5.6% actuadores hidráulicos.

Comunicación para interactuar y programar con el robot

La manera en la que se comunican para interactuar y programar con el robot es en 40% de los casos mediante el CPU del robot, el 36% mediante computadora, 19% en cable serial y en forma de red de Internet sólo con el 6%.

¿Por qué emplea un robot para realizar las tareas encomendadas?

En la gráfica anterior, se muestra porque son empleados los robots para realizar las tareas encomendadas, podemos observar que en un 28.74% son utilizados porque son costeables y ahorran a la compañía, en un 28.74% se utilizan para aumentar / mejorar la calidad y un 17.24% se utilizan para efectuar tareas imposibles para un humano.

Productos diferentes que manejan el robot

Los robots dentro de las empresas manejan de entre 1 y 9 productos diferentes con un 68.97%, seguido con un 13.79% de productos de entre 20 a 29 productos diferentes.

Volumen de producción diaria

En esta gráfica observamos el volumen diario de producción con lo que cuenta los robots que en su mayoría con un 35.90% con más de 10000, 30.77% producen más de 1000 menos de 10000, 17.95% tiene un producción de menos de 100, 15.38% con más de 100 menos de 1000.

3.5. Resultados de encuestas a Gerentes

Para conocer los planes de automatización dentro de las empresas metalmecánica en el Estado se realizó una encuesta dirigida hacia los gerentes o administrativos (ver anexo 1), para lo cual obtuvimos los siguientes resultados que son de vital importancia para identificar las necesidades de automatización dentro de sus líneas de ensamble (ver anexo 3, para gráficas).

Principal función de las empresas

La función principal de las empresas encuestadas es principalmente de subensambles con un 44.44%, después de producto terminado con un 33.33% y por último la elaboración de partes con un 22.22%.

Las empresas actuales con las que contamos en B.C. están en su mayoría orientadas a fabricación de componentes maquinados y subensambles de sistemas no primarios y a la producción especializada de elementos de componentes menores bajo procesos específicos.

Volumen de capacidad instalada

50%, de las empresas encuestadas tienen una capacidad instalada de más de 100,000 unidades, un 16.67%, de 50,000 a 100,000, con porcentaje igual las de 10,000 a 50,000 y las de menos de 10,000. En la actualidad, la industria metalmecánica en el estado está orientada a la manufactura de alta mezcla y a bajos volúmenes de producción (high mix, low volumen)

Visión de las empresas

Con respecto a la visión que las empresas a mediano y largo plazo es de empresa de calidad con un 57.14% y con un 42.86% como fábrica inteligente.

La razón es porque la innovación en B.C. está enfocada principalmente en la mejora de procesos, equipo y en algunas ocasiones en la mejora del producto.

Planeación estratégica de desarrollo

El diseño de la planeación estratégica de las empresas se realiza mediante el corporativo con un 57.14% y de forma interna con un 42.86%.

Esto es muy común, ya que la investigación en nuevas tecnologías, así como diseño de producto es usualmente desarrollada en los corporativos ya que cuentan con las certificaciones y autorizaciones por parte de los ensambladoras OEM's, así como el peso tecnológico para promover las mejoras ante instituciones reguladoras y empresas [28].

Porcentaje de automatización

En el plan de desarrollo de las empresas estas tienen contemplado incrementar su producción con la automatización entre un 20-30% con un 50% de las empresas, después entre 10-20% con un 37.50% y por último de entre 30-40% y de 40-50% con un 12.50% ambas.

Tiempo de automatización

Las empresas tienen un tiempo para realizar la automatización de sus procesos de producción de un 1 año en un 57.14%, de 2 años con un 37.50% y de 5 años con un 14.29%. La mayoría de las empresas están en expansión y adquisición de equipo y de productos.

Tipo de automatización

El tipo de automatización que las empresas realizarán será principalmente de celdas flexibles con un 25%, de líneas de ensamble y Equipos CNC con un 18.75%.

Inversión para automatización

El monto de inversión para la automatización que las empresas tienen contemplado es principalmente de entre 100,000-500,000 dls. Con un 42.50% de las empresas, después de entre 50,000-100,000 y más de 500,000 con 28.57% cada uno.

Inversión para capacitación

Las empresas tienen contemplado para capacitación en tecnología de la automatización un monto aproximado de entre menos de 10,000 dls, 10,000-15,000 y 15,000-20,000 con un 28.57% cada uno. Esto es debido a que las empresas se han visto en la necesidad de adquirir personal mejor calificado, desde nivel técnico a nivel ingenierías. A nivel técnico, las empresas han capacitado al personal común de ensamble de manufactura básica a llevarlos a un nivel requerido del sector aeronáutico y automotriz [28].

Contratación de personal para automatizar

Para lograr la automatización de la empresa estas contratará a personal interno y empresas locales con un 33.33%, después a empresas nacionales con un 25%.

Capitulo IV

Conclusiones del trabajo

4.1. Conclusiones en base a las encuestas sobre las necesidades de automatización de las empresas metalmecánicas en Baja California.

La mayoría de las empresas metalmecánicas en BC tienen sus corporativos en California y en el resto de EUA y algunas razones para esto son:

- La ubicación geográfica con cercanía a los corporativos
- Los corporativos tienen un mayor control de su suministro de los productos manufacturados en su subsidiaria en BC.
- En esta industria existen tanto empresas familiares (americanos normalmente) como grandes corporativos.
- Las empresas locales están en expansión
- Las empresas que están en BC iniciaron con certificación proporcionada por el corporativo.

Se puede observar que en la mayoría de las empresas metalmecánica en Baja California no se cuenta con sistemas automatizados muy complejos y más bien, muchas de ellas se encuentran en proceso de modernización, la combinación de procesos manuales con semiautomatizados o automatizados es una práctica común, aun en empresas que se pueden considerar de alta tecnología, esto evidencia que en una mayoría todavía prevalece el concepto de uso de actividades de fundamentadas en la mano de obra intensiva para reducir costos de producción ante la alternativa de una inversión económica alta para automatizar.

La mayoría de los procesos automatizados en donde se utilizan robots o sistemas cartesianos robotizados estos se siguen utilizando principalmente en su mayoría para transporte de material (carga / descarga) y en algunos procesos de ensambles básicos. También se evidencio el uso de sistemas basados en tecnologías de control básicas a través de conectividad directa con PLC (Dispositivos de Control programables) y generalmente en el concepto de islas de automatización, esto es procesos automatizados aislados y no integrados a un administrador de control central. También se evidencio el uso sistemas robotizados con pocos grados de libertad los cuales cuentan con una comunicación muy sencilla utilizando en su mayoría el controlador del sistema o la misma computadora de la máquina.

4.2. Investigación de proyectos de automatización en Baja California

Baja California ha sido un Estado donde la inversión industrial ha aumentado significativamente y esto nos ha colocado en la mira de diversas empresas internacionales, como se vio con el establecimiento en Tijuana de la empresa Toyota que instaló una planta de producción de cajas para camioneta Tacoma, con un costo de \$140 millones de dólares, produciendo 180,000 cajas para camionetas y 30,000 vehículos Tacoma por año.

Otro proyecto importante realizado en el Estado fue la ampliación de la planta de Kenworth. Durante el 2006 ha trabajado constantemente en la ampliación de su planta para flexibilizarla, agregar áreas productivas con más eficiencia para lograr la calidad y cantidad de unidades necesarias para el logro de sus metas. La elección fue Mexicali, una competencia agguerrida por 78 millones de dólares que hicieran de una de esas plantas un gran lugar productivo.

En la actualidad Baja California cuenta con varios proyectos para la generación de empleos, en el área industrial, a partir de 2006 se empezará a construir en las faldas del Cerro El Centinela un parque industrial que será llamado Silicon Border o Frontera del Silicio ocupando en su primera etapa 1800 hectáreas, un sitio especializado en nanotecnología, que pretende ser una ampliación del Valle del Silicio que se ubica en California. No se trata de un simple servicio de maquila, sino de un complejo industrial especializado en el desarrollo del conocimiento y productos de alta tecnología.

Con la construcción de este parque, México contará con unos 100 mil puestos de trabajo en los próximos 20 años. Se catapultará así como uno de los países que manufacturan tecnología y se convertirá en el origen de futuras naves industriales similares a lo largo del país.

Como parte de la construcción de la Frontera de Silicón, el gobierno de California tiene previsto construir cuatro universidades cercanas al parque, tender carreteras e infraestructura y operar vuelos directos entre la Silicon Border y el Silicon Valley. Como parte del proyecto también se tiene previsto llevar a cabo desarrollos residenciales en esa zona, para quienes trabajen en el nuevo parque industrial, con lo cual se reactivaría de manera importante la economía de esa localidad.

Estos proyectos son un paso en la dirección correcta, ya que este tipo de medidas permiten que un país salga del subdesarrollo y se inscriba de manera directa en lo que conocemos el mundo desarrollado.

Consideramos que de cara a este tipo de proyectos, el gobierno de México debe otorgarle a estos empresarios estímulos fiscales para que puedan contar con las garantías necesarias para invertir y crear empleos en México.

De concretarse a plenitud este proyecto, podemos adelantar que nuestra nación tendría grandes posibilidades de retener en su territorio a sus habitantes, con lo cual se frenaría

de manera importante la migración de mano de obra especializada que tanta demanda tiene en Estados Unidos.

Aún que este proyecto no involucra a la industria metalmecánica es importante mencionarla debido a este proyecto abrirá la puerta a nuevos proyectos de tecnología y de generación de empleos en otras áreas en nuestro Estado. Las industrias ya establecidas tendrán que tomar un rumbo orientado a la automatización de sus procesos para estar a la par con el mercado mundial.

También algunos proyectos en el Estado es como la inversión que tendrá la empresa Honeywell, con la creación de dos laboratorios aeroespaciales, en el cual se invertirán unos 40 millones de dólares y generará hasta 800 empleos en una primera etapa. Este servirá para realizar los procesos de prueba que no estuviera dentro de las instalaciones donde manufacturan sus aeronaves y escogieron México, concretamente la ciudad de Mexicali.

Este tipo de proyecto ayudará a consolidar el agrupamiento aeroespacial de Baja California, que registra el 43 por ciento del cluster dentro de la industria de este tipo en México, con lo que la entidad mantendrá el liderazgo. Además vendrán otras empresas que se establecerán durante los próximos meses que traerán inversiones, empleos y una fuerte proyección para la entidad.

Como podemos ver Baja California se ha establecido como un lugar importante a nivel industrial que atrae inversiones transnacionales colocándonos en uno de los Estados más importantes a nivel nacional. Por esto, la importancia de la investigación de las necesidades de automatización en empresas ya establecidas o en próximas inversiones en nuestro estado, ya que esto ayudará a que estas empresas puedan actualizarse y nivelarse con las industrias a nivel mundial para poder sobrevivir a los cambios que se generan.

4.3. Propuesta de automatización de las empresas metalmecánicas en Baja California

Con el estudio realizado en el capítulo anterior de las empresas metalmecánicas en Baja California, se elaboró un modelo tecnológico de automatización propuesto para estas empresas que cubran los requerimientos más urgentes para hacer más efectivos los procesos automatizados dentro de dichas industrias.

Por lo cual, se puede afirmar que el modelo de automatización más adecuado para el sector metalmecánico regional es a través de la integración de maquinaria industrial (la cual puede contar con conectividad o no) en una red de comunicación industrial que administre y controle un proceso o una línea de producción, los beneficios de contar con una red son amplios y más aun si esta red es del tipo CAN (Control Área Network).

Actualmente los requerimientos de la manufactura moderna se fundamentan en 3 factores: flexibilidad (tanto de procesos como de productos), altas velocidades o razones de producción y tolerancias muy cerradas sobre especificaciones, esto sólo se logrará con sistemas automatizados de manufactura, de transferencia y de medición. La interacción de estos sistemas debe ser coordinada, de tal forma que se genere un flujo de producto ágil y eficaz para ello estos deben estar integrados a una red de comunicación que controle los procesos y el tráfico de los productos considerando la simplificación en la conectividad a través de puntos de control indirectos cuando no exista en los dispositivos de sensores y máquinas.

Por lo tanto, un equipo de ingenieros de la Facultad de Ingeniería se dedicaron a crear un sistema flexible de manufactura (FMS por sus siglas en Inglés) que considere la infraestructura mínima necesaria para realizar un proceso de manufactura bajo sus tres requerimientos básicos de producción; manufactura, transferencia y control de calidad por medio de la integración de módulos o celdas independientes a una red industrial tipo CAN a través de puntos de conectividad (ver fig. 6).

El modelo está desarrollado por 3 módulos del SFM y un módulo para la integración y control en una red de control y comunicación Industrial:

1. Módulo de Manufactura:
 - a. Centro CNC
 - b. Robot Melfa RV-N10
 - c. Almacén temporal de transferencia (Módulo de Transferencia)
 - d. Conectividad DN Integración (Optóacoplador)
2. Módulo de Transferencia
 - a. Banda Transportadora
 - b. Sensores de posicionamiento
 - c. Robot Melfa RV-N10

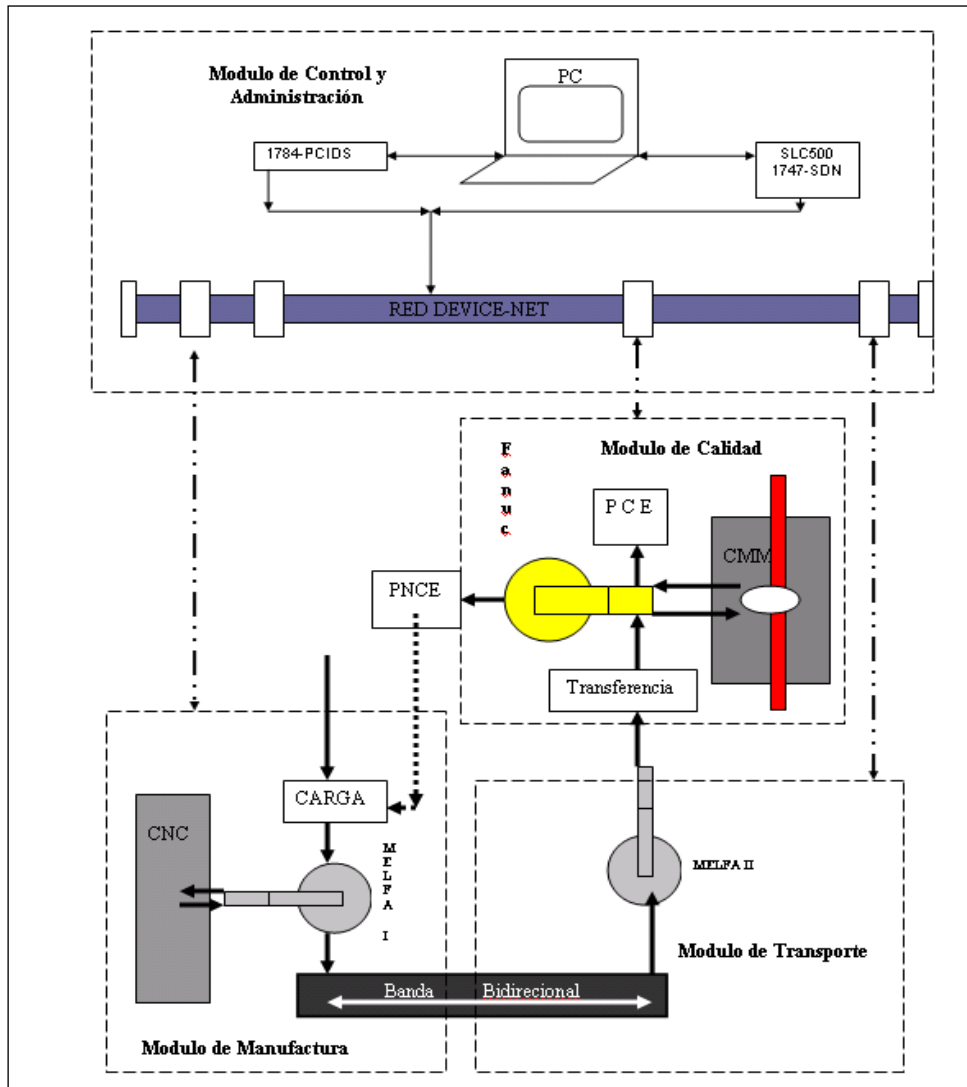


Figura 6. Modelos de manufactura integrando por módulos

- d. Almacén temporal de transferencia (Modulo de Calidad)
 - e. Conectividad DN Control modulo I/O
3. Módulo de Calidad
- a. Máquina CMM
 - b. Robot Fanuc 200i
 - c. Punto de Conectividad (Indirecto sensor, directo señal a tarjeta)
 - d. Almacén temporal de transferencia de producto rechazado
4. Red industrial que se utilizara en la integración de los módulos en la SFM

El módulo de manufactura consta de una máquina de CNC para la programación del trabajo a la pieza de metal que es alimentada por un robot MELFA I desde una mesa de carga. Para al término del trabajo dentro de la máquina CNC, este mismo robot tomara la pieza y la colocara en la banda transportadora.

El robot con el que se trabajará es un FANUC LR Mate 200i el cual esta conformado por un brazo robot, controlador y la interfaz de comunicación con el controlador (Teach pendant).

Este robot cuenta con 6 grados de libertad los cuales le permiten realizar tareas sencillas, como por ejemplo paletizado, carga y descarga de piezas, así como realizar tareas más complejas las cuales pueden ser labores de pintura, soldadura etc.

Tanto el modulo de manufactura CNC-Robot y el robot Fanuc cuentan con programas los cuales se encuentra condicionados a esperar señales del exterior para empezar la ejecución de sus procesos. Las señales son provistas el modulo de entradas salidas de la red y estas son enviadas mediante la ejecución de un programa que las administra. Este programa se encuentra contenido en el controlador de la red, y así mismo se encuentra recopilando la información proveniente del modulo de manufactura y del robot utilizando la misma disposición de sensores (ver figura 7).

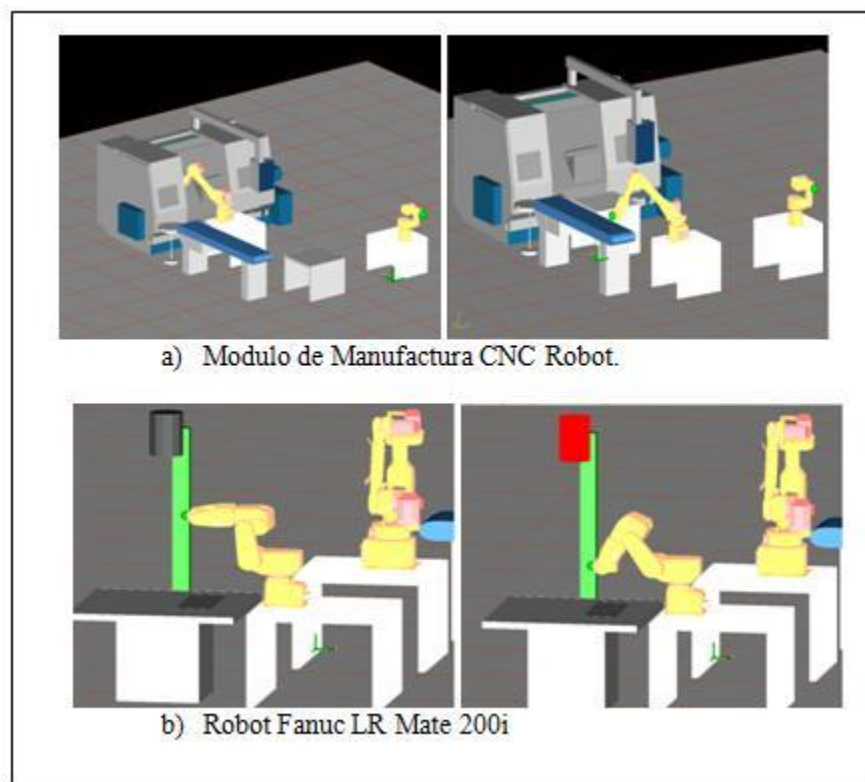


Figura 7. Modulo de Manufactura CNC-Robot

El módulo de transferencia del SFM se integra básicamente de una banda transportadora (bidireccional) como mecanismo de movimiento de piezas y almacenaje temporal para producción en volumen, como parte de este sistema esta el Robot Melfa-2 y el Melfa-1 este ultimo pertenece al modulo de manufactura CNC-Robot estos equipos se utilizan para carga y descarga según sea su posición y el momento correspondiente en el proceso de producción (ver figura 8).

La señal de carga de pieza manufacturada por parte del robot Melfa1 del modulo de manufactura esta controlada por la maquina CNC pero condicionada por la detección del sensor central S2 de la banda dado que en el caso que la banda este llena y no se haya retirado aun la pieza al final de la misma la banda no se moverá hasta que la pieza sea retirada, por Melfa 2 por lo tanto, la ultima pieza colocada por el robot Melfa1 del modulo de manufactura continuara posición inicial y se provocaría un choque entre piezas. Una vez retirada la pieza al final de la banda esta se moverá a la posición cercana inmediata y se procederá a mandar la señal de aceptación de pieza por parte de la banda a la maquina CNC.



Figura 8. Sensores fotoreflexivos en banda transportadora

El módulo de calidad se ubica en la etapa final del proceso de manufactura a él le corresponde tomar la decisión de si el producto manufacturado cumple o no con las especificaciones de calidad, es este caso con las dimensionales, el módulo integra un Robot Fanuc LR Mate 200i (articulado de 6 ejes) con capacidad de integración a red Device Net y una máquina de Mediciones por Coordenadas (CMM por sus siglas en Ingles) con capacidad de medición a nivel de .00001 pulgadas y con un volumen de 24" x 24" x 20" cuenta con software de medición computarizado, no tiene opción de conectividad para red. (ver figura 9)

El objetivo principal del Módulo de Calidad es de recibir un lote de piezas maquinadas previamente en el Módulo de Manufactura, dichas piezas son paletizadas por el Módulo de Transferencia. Con esto ya elaborado el Módulo de Calidad debe ser capaz de tomar pieza por pieza y colocarlas a través de un método en una máquina de medición por coordenadas.

Posteriormente el Módulo de Calidad debe retirar la pieza analizada (dimensionalmente) y ser capaz de tomar decisiones si la pieza pasó la prueba o no, y luego hacer la disposición de producto final, el sistema debe reconocer si la pieza manufacturada se pasa por arriba del límite permitido o si esta por debajo de este.

Con lo anterior es posible identificar que pieza puede ser retrabajada (si pasa por encima del límite permitido) o ser totalmente rechazada (cuando esta se encuentre por debajo del límite permitido).

Para llevar a cabo lo anterior y hacer la integración de un Módulo de Calidad se usó el Robot GE-Fanuc Mate 200 i, la Máquina de Medición por Coordenadas (CMM) y la red industrial Device Net.

El robot tiene la capacidad de reconocer piezas que se encuentran paletizadas y ponerlas una por una en la CMM. Todo esto supervisado y controlado por la red Device Net.

El robot tiene muchas aplicaciones, así como grandes posibilidades de comunicación. Este cuenta con módulos que son capaces de conectarlo directamente a red Ethernet, Device Net, entre otras, también el robot tiene entradas y salidas digitales por lo que lo hace flexible a comunicación por PLC o ser interconectado en forma directa a sensores, con posibilidades de automatización.

La CMM tiene muchos usos, en lo que respecta a análisis dimensional, es capaz de realizar mediciones de piezas y llevar a cabo pruebas con varios límites de tolerancias. Pero sus capacidades de comunicación son muy limitadas. La CMM solo puede comunicarse a través del puerto serie RS-232. Es decir este sistema no cuenta con entradas y salidas digitales.



Figura 9. Modulo de calidad

El módulo de control y administración consiste en un sistema de comunicación que integre todos los demás módulos mediante una red Device-net.

Existen diferentes tipos de redes industriales de comunicación por lo cual es necesario realizar un estudio de las principales redes utilizadas en trabajos previamente realizados.

La principal arquitectura de comunicación para sistemas de control, que ha sido implementada en la industria desde hace décadas es la llamada punto a punto. Esta es una arquitectura de comunicación centralizada. Por lo cual el expandir componentes en esta arquitectura a puesto limite. Lo que ha ocasionado que este esquema centralizado no cumpla con requerimientos de conectividad como un control descentralizado, un diagnostico integrado y un bajo costo de mantenimiento. Esto fue publicado en una revista de la IEEE [4]. En la cual se menciona una nueva arquitectura de control la cual cuenta con un bus de datos común llamada sistemas de control en red (NCSs), el cual provee mayores ventajas que la arquitectura anterior. Esta nueva arquitectura reduce drásticamente el volumen de cableado necesario y distribuye el procesamiento de las señales.

“Device Net es un bus de campo de bajo costo y alto desempeño...usa un modelo Productor/Consumidor el cual requiere paquetes con identificador de campo que identifique los tipos de datos. El nodo productor trasmite la trama de datos a la red y los otros nodos conectados a la red pueden decidir aceptar la trama a través del identificador, el nodo que acepte la trama será llamado consumidor. Con este método la eficiencia de comunicación de la red se incrementa. Device Net usa un nuevo mecanismo llamado algoritmo de arbitraje no destructivo para resolver un potencial conflicto cuando dos o más nodos tratan de transmitir datos al mismo tiempo..... Device net en los años recientes a tenido una amplia aplicación en los campos de la automatización Industrial en

consecuencia la demanda de productos Device Net se ha incrementado gradualmente, especialmente Device Net es un estándar de red abierta. Sus especificaciones y protocolos son completamente abiertos.... Esta situación ofrece la posibilidad de desarrollar productos Device Net” (1) **Xiaoke Fang, Min Huang, Jianhui Wang and Shusheng Gu**

Un sistema de fabricación automatizado se caracteriza por: un alto grado de integración y un alto grado de flexibilidad. Las líneas Flexibles se constituyen por varias células y máquinas adicionales conectadas mediante un sistema de transporte y un sistema de control que permite el mecanizado de piezas de familias diferentes adicionalmente se requiere de un sistema de gestión el cual tiene como objetivo optimizar la utilización de recursos disponibles, a la vez que genera información sobre el desarrollo de las operaciones, los niveles de producción, necesidad de reposición de herramientas, etc.

El sistema de gestión considera la administración de la producción y los procesos involucrados a través del control y supervisión de la información que fluye en una red local de comunicación industrial. Se puede establecer la siguiente clasificación por niveles de la red de comunicación.

Device Net proporciona una red flexible y de conexión sencilla que ofrece entre sus beneficios más inmediatos, un control descentralizado y permite la conexión de dispositivos de diferentes marcas gracias a la interoperatividad y su carácter abierto y estándar. Con su instalación se obtiene una reducción drástica del cableado, del tiempo de puesta en marcha y del coste de la instalación porque elimina la necesidad de recorrer largas distancias de cable.

Las paradas de producción se minimizan ya que proporciona información de diagnóstico muy valiosa que permite llevar a cabo acciones preventivas y eficaces soluciones de los problemas, agilizando las tareas de mantenimiento y reparación. Además, en caso de avería de algún módulo esclavo, es posible sustituirlo en "caliente" sin necesidad de quitar la alimentación y en consecuencia sin tener que detener las comunicaciones o la instalación en sí. Por otro lado, cabe destacar su eficiencia en las comunicaciones ya que permite que la información de planta esté disponible en tiempo real al proporcionar un procesamiento de datos a alta velocidad, mayor seguridad de datos, un chequeo de errores eficiente y gran flexibilidad.

Los mercados y aplicaciones más significativas para este tipo de tecnología son: líneas de ensamblaje de automóviles; líneas de alimentación y bebidas, líneas de fabricación semiconductores, manipulado de material y empaquetado, papeleras, cementeras y canteras, clasificación y tratamiento de R.S.U., y líneas de productos de consumo, entre otros.

Dentro de los objetivos del proyecto global existe la posibilidad de utilizar un programa computacional que administre y monitoree todos los procesos de la celda de manufactura este software es el “RSBizWare Batch” de Allen Bradley para administrar sistemas de producción integrados en Red por lo tanto, será necesario diseñar y fabricar el circuito para establecer un modelo de comunicación y sincronización a través de Device Net,

controlado por el programa administrador, así como caracterizar el tipo de señales requeridas por dicha tecnología.

Se estableció una propuesta de administración de procesos, tomando como base el flujo de un producto a través de estos módulos interconectados. Esta propuesta será nuestro modelo en la creación del Sistema Flexible de Manufactura. Como se observa en el diagrama de flujo (Figura 10)

Por otro lado la integración de un sistema de manufactura flexible considera una serie de condiciones fundamentadas en la lógica de los procesos de producción, manufactura, calidad y costos, la conectividad de las maquinas, sensores, actuadores, a un nivel físico, puede llevarse a cabo a través de una red industrial como es el caso de la red Device Net, pero para lograr controlar todo el proceso en el que se consideren las diferentes situaciones de producción se tienen que crear algoritmos de programación así como su enlace con capas superiores (OSI) en la administración de datos que integren subrutinas de flujo de producto.

Numero de parte y tamaño de lote se requiere de un diseño de software de administración. Con salida a usuarios, que puedan interactuar con la información nueva o de producción actualizada.

RSBizWare Batch Production Management

Dentro de la propuesta se considero la selección de un software de administración de la producción con lo cual se lograría construir un sistema de control con capacidad para soportar producción flexible, equipos y maquinas independientes, control de lotes de producción independientes, también estandarizar procedimientos y velocidades así como desarrollar procesos de producto, también se pueden crear y administrar rutinas para ser ejecutadas automáticamente, se reduce el tiempo de asignación y validación, puede configurar modelos físicos integrados a una amplia variedad de software afín, recolecta datos de producción y del lote para generar reportes detallados.

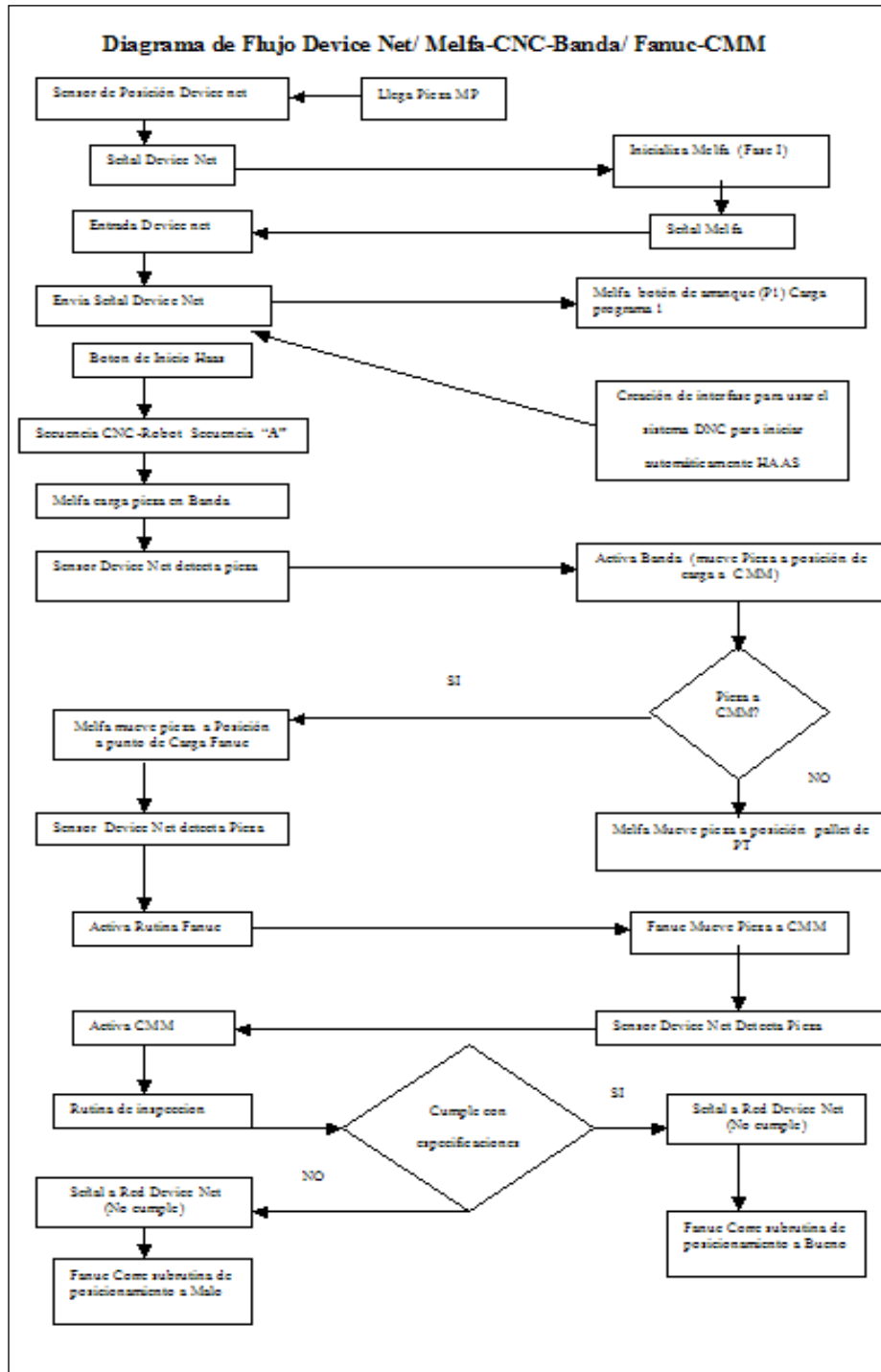


Figura 10. Diagrama de Flujo para un producto en el Sistema FMS

En este sentido se realizó un análisis del software más adecuado para soportar automatización modular en la cual el lote de producción se define por su constitución física, procedimientos y jerarquías este sistema puede integrarse a sistemas MRP y ERP de acuerdo a una programación establecida. El resultado nos indicó que la mejor opción

seria el sistema RSBizWare Batch Production Management, dado que este esta diseñado para integrar celdas y sistemas controlados en red, de hecho esta realizado por el mismo fabricante que desarrollo Device Net en este caso ALLEN BRADLEY.

4.4 Conclusiones finales

La industria maquiladora en México surge a mediados de los 60 en un programa de Industrialización Fronteriza, desafortunadamente no tenía una visión a largo plazo para generar industria nacional orientada a la exportación a los mercados externos, por lo tanto el proyecto en la práctica solo sirvió mayormente para generar empleos. [26]

Entonces, Baja California abrió sus puertas a las maquiladoras que su mayor atractivo era la mano de obra barata, donde las líneas de producción eran rígidas no existía un gran cambio en el tipo de producto que se maquilaba en grandes cantidades. Con esto las instituciones educativas y del gobierno se prepararon para brindar a estas, personal administrativo preparado como Ingenieros, licenciados. etc.

Varios estudios realizados durante los años ochenta condujeron a la construcción de diversas tipologías analíticas, que intentaban captar el resultado conjunto de la nueva configuración industrial derivada de las nuevas estrategias de inversión y los cambios tecnológicos y gerenciales. La tipología de Carrillo y Hualde (1996) se basa en las ventajas competitivas de las maquiladoras y distingue tres tipos de empresas:

- a) **Basada en la intensificación del trabajo manual (“Maquiladora de primera generación”):** son plantas de ensamble tradicional cuya fuente de competitividad son los bajos salarios relativos y la intensificación del trabajo.
- b) **Basadas en la racionalización del trabajo (“Maquiladoras de segunda generación”):** Incluye las plantas de manufactura con un mayor nivel tecnológico y una incipiente autonomía respecto de las decisiones de las matrices, con procesos de producción que involucran puestos de trabajo en líneas automatizadas o semiautomatizadas y una mayor participación de técnicos e ingenieros. La fuente de competitividad se basa en una mayor racionalización de la producción y el trabajo.
- c) **Intensivas en conocimiento (“Maquiladoras de tercera generación”):** Se trata de una tercera generación de empresas ya no orientadas al ensamble ni a la manufactura sino al diseño, investigación y desarrollo. Estas plantas utilizan trabajo altamente calificado de ingenieros y técnicos, privilegiando el conocimiento y la creatividad tanto en el diseño como en la manufactura. Su fuente de competitividad se centra en la capacidad de ingeniería y tecnología, los salarios relativos del personal calificado y la coordinación con las plantas de manufactura. [27]

Ahora con la evolución de tecnologías y las exigencias del mercado donde no sólo se pide productos de una mejor calidad, sino una diversidad de ellos con pequeños cambios; la flexibilidad de las líneas de producción se debe establecer con una combinación de mano de obra y máquinas automatizadas que pueden producir un número considerable de productos con diferentes números de parte, esto podría alcanzar el flujo continuo de materiales sin grandes tiempos de set ups, donde sería importante la integración de sistemas de comunicación para el flujo continuo del material.

En la actualidad la automatización es utilizada mayormente en la transferencia de material, pero con el gran auge que a obtenido en los últimos tiempos la industria metalmecánica, las empresas deben tender a ser “**maquiladoras de tercer nivel**” donde se desarrolle proyectos de investigación y diseño orientados a sistemas más inteligentes y autónomos. Pero si la atracción inicial de las maquiladoras en nuestro Estado fue la mano de obra barata se podría pensar que esto aumentaría los despidos de personal, pero no debe ser así, sino adaptar sistemas flexibles de manufactura donde los operadores sean multifuncionales y tengan la capacidad de tomar sus propias decisiones en el manejo de los sistemas automáticos o semiautomáticos.

De acuerdo a los primeros resultados de las encuestas realizadas en las empresas se observó una clara tendencia a la automatización de los procesos en términos generales, bajo dos supuestos, incremento de la velocidad de proceso con lo cual se reducirá el tiempo de ciclo y la generación de operaciones de precisión controlada con lo cual se reducirá el número de defectos tanto en los maquinados, ensambles como el transporte o transferencia, en todos los casos existe este lugar común, pero en la práctica se ha observado que la automatización a gran escala es costosa y requiere de sistemas de control muy complejos, por lo tanto las empresas localizadas en la región prefieren realizar una combinación de procesos automatizados con operaciones manuales, para ello se buscan los procesos mas necesitados de ser automatizados y en la inversión sea redituable, se observa que el proceso mas recurrido por la automatización lo es la transferencia o transporte del producto bajo 2 condiciones, productos de gran volumen y peso así como el manejo de productos peligrosos ya sea por el proceso o por sus componentes.

La industria maquiladora en el sector automotriz y aeroespacial ha logrado un buen nivel de automatización en sus procesos de producción, es el caso de Honeywell Automotriz en donde se ha desarrollado toda una infraestructura para realizar procesos automatizados o semiautomatizados, a través del uso de:

Celdas de manufactura
Máquinas CNC
Redes de comunicación industrial
Maquinas de ensamble y verificación semiautomatizadas
Tecnologías Six Sigma,
Técnicas Poka Yoke

En el caso de Honeywell Aeroespacio se puede indicar, que la empresa. También ha realizado algunos esfuerzos en sus procesos de automatización, aunque prevalecen los procesos manuales y algunos semiautomatizados, se observa un gran retraso en sus proyectos de automatización.

El modelo de automatización que se propone para un esquema genérico de manufacturas metalmecánicas se fundamenta en un concepto ampliamente analizado y discutido en el presente proyecto y es sobre la integración de equipos, sistemas, sensores y actuadores etc. en una red de comunicación y control industrial, las ventajas son evidentes y más aun

cuando se considera el uso de redes tipo CAN-bus basadas en dispositivos y no en procesos.

Se puede indicar que para la construcción de un FMS se tiene que considerar la existencia de maquinas automatizadas de manufactura como lo son los CNC, también se consideran equipos de transferencia y de verificación, y todos estos integrados por medio de un sistema computarizado, este es nuestro caso, adicionalmente se debe establecer que la integración debe ser sencilla pero robusta y sin interfases de conectividad lo que reducirá los costos y las complicaciones de cableados complejos es así que en este proyecto se reúnen 3 elementos: Maquinas de manufactura, Sistemas de transferencia y de calidad agregando una red de comunicación, proponiendo su integración a través del modelo DeviceBus y más concretamente con la tecnología DeviceNet comercializada por Allen Bradley y de fácil acceso con distribuidores locales (Tijuana B.C. y El Centro Ca. USA)

El solo hecho de poder conectar maquinas de uso industrial como lo serian tornos, fresadoras prensas, maquinas de soldar etc, así como sistemas de trasporte o transferencia, bandas transportadoras incluso robots de 3 hasta 6 ejes ofrece esta ventaja.

En todos los caso anteriores las maquinas tienen la posibilidad de integrarse a la red de comunicación y control, no se necesita que estas tengan interfases de conectividad, si la tuvieran mucho mejor, la integración a la red se puede realizar de forma muy sencilla, desde que se conceptualizo este tipo de redes se estableció que debería ser su arquitectura abierta, esto lo comprobamos y observamos en el modulo de manufactura al diseñar 2 dispositivos de comunicación a través de puntos de control específicos.

La fabricación de estas interfases no tuvieron un costo mayor a los 15 dólares, también se pudo observar que su integración a la red fue muy sencilla a través de módulos de entradas y salidas de uso general. Se repitió el caso del diseño de un circuito optóacoplador para la interfaz del modulo de transferencia Banda-Robot a red , en el caso del modulo de calidad constituido por un robot Fanuc y una maquina CMM se utilizo el software propio de medición de piezas para que al finalizar una rutina de medición y con un control IF se el sensor de medición se moviera hacia puntos de control ubicados fuera de la zona de medición en puntos seguros ahí se instalaron 2 sensores de proximidad uno al lado derecho y otro al izquierdo.

El software de procesamiento por lotes (RSBizWare Batch Production Management), lo que permitirá a los fabricantes es crear, desplegar y gestionar de manera más eficiente a la información de l lote satisfaciendo las exigencias del cliente; ofreciendo a los fabricantes una mayor flexibilidad dando un apoyo a la calidad del producto, brindándole a la celda automatizada una mejor control y manejo del producto.

Una de las ventajas más significativas dentro de nuestra propuesta de automatización es el bajo costo de inversión con un costo aproximado de 20,000 dls. Dependiendo del tamaño de la celda, más el costo del software de control de la producción de 3000 dls. Esto es un gasto mínimo a comparación si se tuvieran que comprar una sistema

automático ya establecido que tal vez pudiera elevar considerablemente los costos de inversión a millones de dólares siendo poco probable que muchas de las empresas metalmecánicas de Baja California se animen a invertir debido a que muchas en la mayoría se encuentran en nuestro Estado por los bajos costos de mano obra, así que la propuesta de celdas semiautomatizadas conectadas mediante una red de información sería una opción más factible para ayudar al aumento de eficiencia y flexibilidad en sus empresas.

Además la propuesta también a sido importante para buscar alternativas para apoyos a empresas que se encuentran actualmente establecidas debido que en nuestro Estado el sector metalmecánico esta en aumento y es importante que no se queden atrás con respecto a la automatización. También es importante brindarles apoyo a aquellas empresas que están planeando establecerse en Baja California y si se considera que en este Estado se cuenta con apoyos de investigación para el desarrollo de la automatización entonces sería mas atractivo y así mejoraría nuestra economía.

ANEXOS

ANEXO 1

Distribución de aplicaciones de Robots en su planta			
Operaciones de Proceso	<input type="checkbox"/>	Educación	<input type="checkbox"/>
Soldadura de punto	<input type="checkbox"/>	Ensamble	<input type="checkbox"/>
Soldadura de arco	<input type="checkbox"/>	Manejo de materiales, Carga/Descarga	<input type="checkbox"/>
Recubrimiento por esperado	<input type="checkbox"/>	Inspección y/o Prueba	<input type="checkbox"/>
Corte de Material	<input type="checkbox"/>	Otras operaciones de Manufactura	
Pintura	<input type="checkbox"/>	¿Cuál? _____	
Otras operaciones de proceso		Fuera del área de Manufactura	
¿Cuál? _____		¿Cuál? _____	
¿Qué marca y modelo es su Robot ? _____			
Grados de Libertad 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> Articulado <input type="checkbox"/> SCARA <input type="checkbox"/> Cilíndrico <input type="checkbox"/> Cartesiano <input type="checkbox"/>			
Utiliza Sistemas de Visión en su Robot? LabView <input type="checkbox"/> Cognex <input type="checkbox"/> DVT <input type="checkbox"/>			
Fuentes de energía Eléctrico <input type="checkbox"/> Neumático <input type="checkbox"/> Hidráulico <input type="checkbox"/> Motor Combustión <input type="checkbox"/>			
Nivel de Inteligencia			
<input type="checkbox"/>	Dispositivos de manejo manual, controlados por una persona.		
<input type="checkbox"/>	Robots de secuencia fija		
<input type="checkbox"/>	Robots de secuencia variable, operador modifica la secuencia con anterioridad		
<input type="checkbox"/>	Robot de repetición		
<input type="checkbox"/>	Robots Controlados numéricamente, operador proporciona programa de movimientos.		
<input type="checkbox"/>	Robots inteligentes, entiende e interactúa con cambios en el medio ambiente.		
Clasificación por Nivel de Control			
<input type="checkbox"/>	Nivel de inteligencia artificial, donde el programa acepta una orden y la desglosa en una secuencia de ordenes de bajo nivel basadas en un modelo estratégico de una tarea.		
<input type="checkbox"/>	Nivel de modo de control, donde los movimientos del sistema son modelados, incluyendo las interacciones dinámicas entre los diferentes mecanismos, trayectorias planeadas y puntos seleccionados.		
<input type="checkbox"/>	Nivel de Servo control, donde los actuadores controlan los parámetros del mecanismo usando retroalimentación de sensores internos.		
¿Qué tipo de Actuador Final emplea? Neumáticos <input type="checkbox"/> Hidráulicos <input type="checkbox"/> Eléctricos <input type="checkbox"/>			
¿Qué tipo de Controladores emplea para su robot?			
¿Qué marcas de Control lógico programable (PLC) emplea? _____			
¿Qué Lenguaje de programación? _____			
¿De qué manera se comunica para interactuar con el Robot?			
<input type="checkbox"/>	Red Internet <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cable serial <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Computadora <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CPU de Robot <input type="checkbox"/>
Emplea algún Software de simulación para interactuar y programar el Robot :			
<input type="checkbox"/>	Cosimir <input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	otro: _____		
¿Por qué emplea un robot para realizar la tarea encomendada?			
<input type="checkbox"/>	Aumentar utilidades	<input type="checkbox"/>	Efectuar tareas imposibles para un humano
<input type="checkbox"/>	Aumentar/mejorar calidad	<input type="checkbox"/>	Realizar tareas que son muy peligrosas
<input type="checkbox"/>	Es costeable y ahorra a la compañía		
¿Cuántos productos diferentes maneja el robot? _____			
¿Cuál es el volumen de producción diaria?			
menos de 100	<input type="checkbox"/>	mas de 100	menos de 1000 <input type="checkbox"/>
mas de 1000	menos de 10 000 <input type="checkbox"/>	mas de 10000	<input type="checkbox"/>
¿Qué áreas de oportunidad a tenido que enfrentar por el trabajo robotizado?			
El recurso humano _____			
Entrenamiento _____			

Actualización y/o obsolescencia de equipo _____

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERIA

Encuesta para Gerentes

La información que nos proporcione será estrictamente confidencial. Marque con "X" la respuesta correcta en el espacio correspondiente.

1. ¿Cuál es la función principal de su empresa?

- Partes Subensambles Producto terminado

2. ¿Cuál es su volumen de capacidad instalada actualmente?, especifique periodo

- Diaria Semanal Mensual Anual
¿Cuál es? _____

3. ¿Cuál es la visión de su empresa a mediano o largo plazo?

- Fabricante Inteligente Empresa de calidad Comercio Electrónico

4. Su planeación estratégico de desarrollo, ¿se diseño por el corporativo o de acuerdo a sus requerimientos internos?

- Interno Corporativo

5. En su plan de desarrollo, ¿tienen contemplado automatizar su línea de ensamble?, en caso afirmativo, ¿cuál será el posible incremento de producción?

- 10-20% 20-30% 30-40% 40-50% Otro _____

6. ¿Cuál es el tiempo que se tiene contemplado para realizar la automatización de su procesos de producción?

- 1 año 2 años 3 años 4 años 5 años

7. ¿Qué tipos de automatización completa realizar en sus instalaciones?

- Celdas flexible Almacén logístico Equipos CNC
Línea de ensamble Sistemas robotizados Inspección y prueba
Manejo transportación Redes Industriales de comunicación

8. ¿Qué monto aproximado de inversión se tiene contemplado para la automatización?

- Menos de 50,000 50,000 - 100,000 100,000 - 500,000 Mas de 500,000

9. ¿Qué monto aproximado para capacitación en tecnología de la automatización se tiene contemplado?

- Menos de 10,000 dls. 10,000 - 15,000 dls. 15,000 - 20,000 dls.
Mas de 20,000 dls.

10.- Para lograr la automatización de su empresa, ¿se contratará a despachos o empresas especializadas en automatización o personal interno?

Personal interno
 Empresas locales
 Empresas nacionales
 Empresas extranjeras

ANEXO 2

Gráficas de resultados de encuestas a Ingenieros y Técnicos

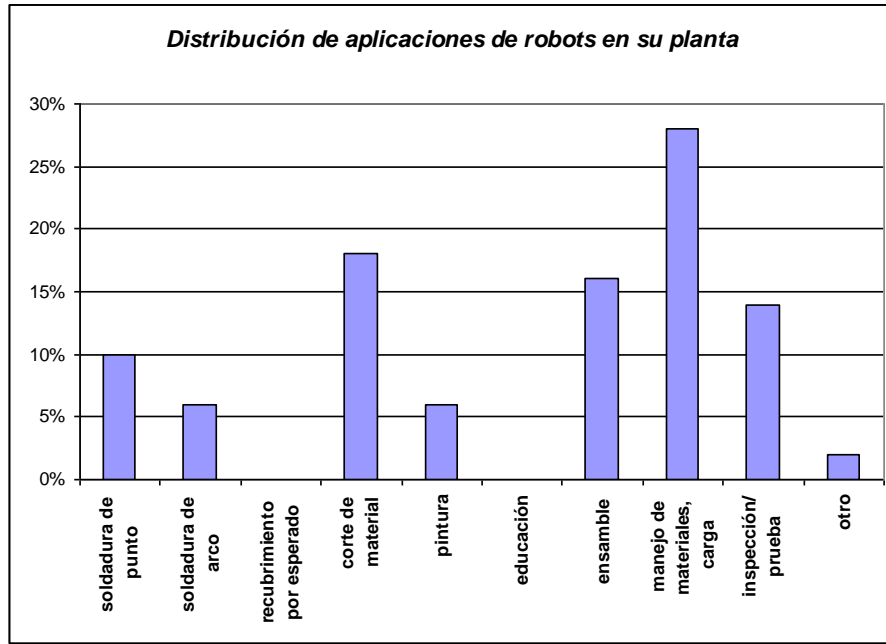


Figura 2.1 Gráfica de resultados: Distribución de aplicaciones de robots

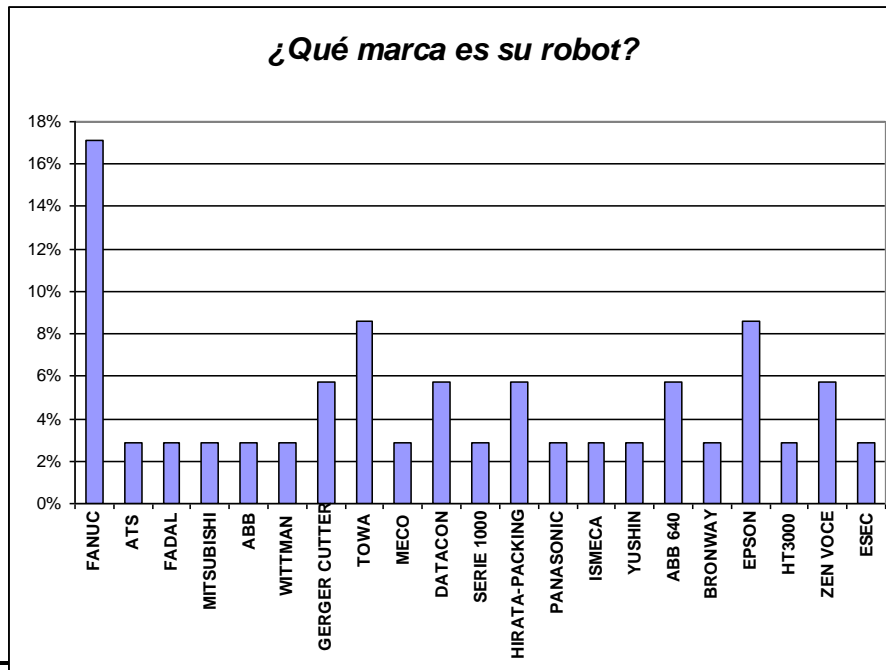


Figura 2.2 Gráfica de resultados: Marca del robot

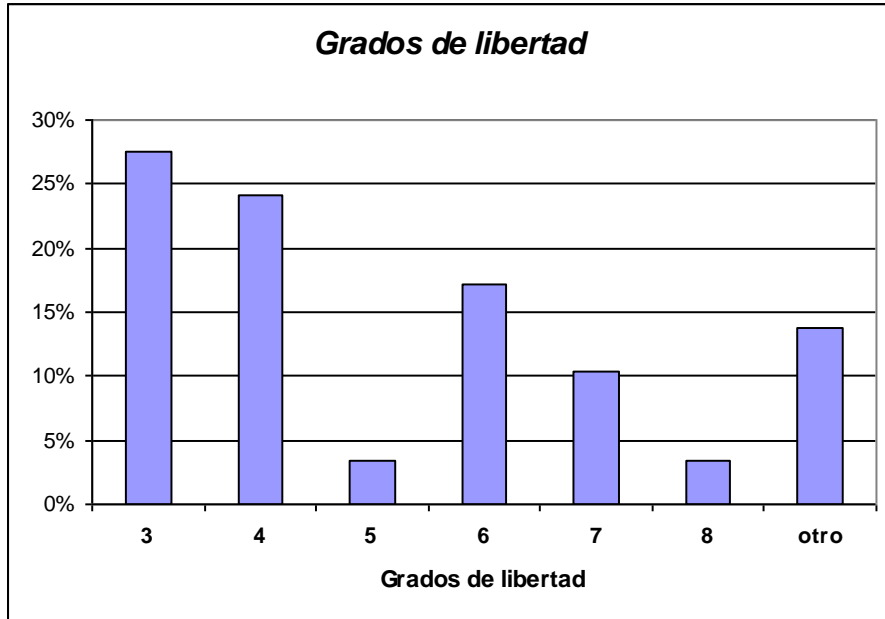


Figura 3.4.3 Gráfica de resultados: Grados de libertad

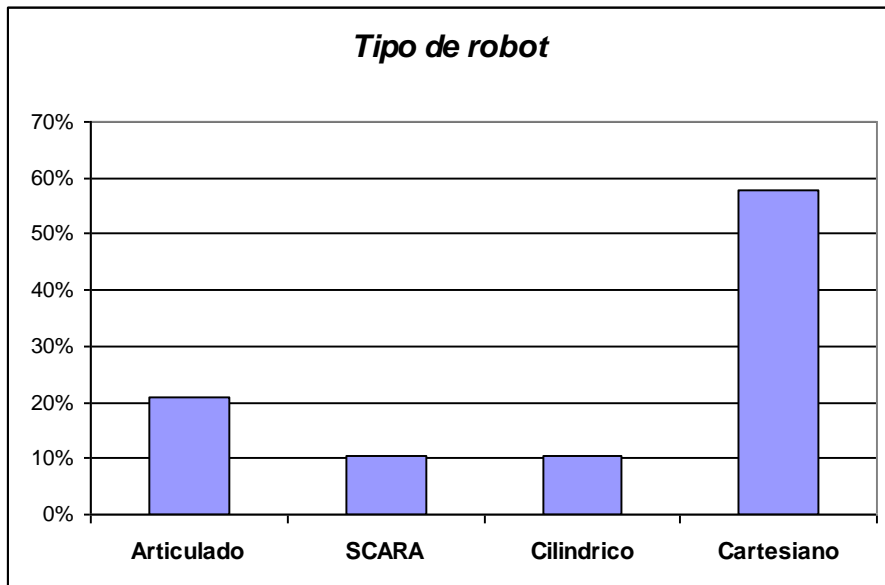


Figura 3.4.4 Gráfica de resultados: Tipo de robot

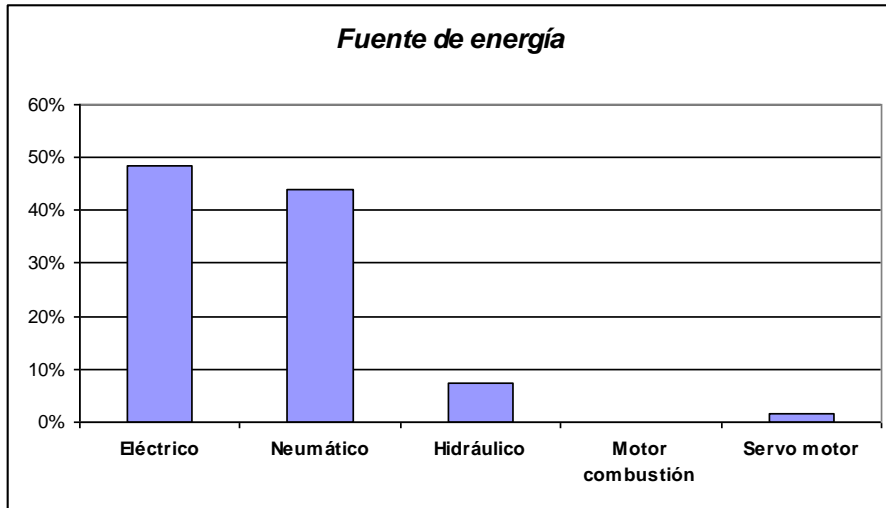


Figura 3.4.5 Gráfica de resultados: Fuente de energía

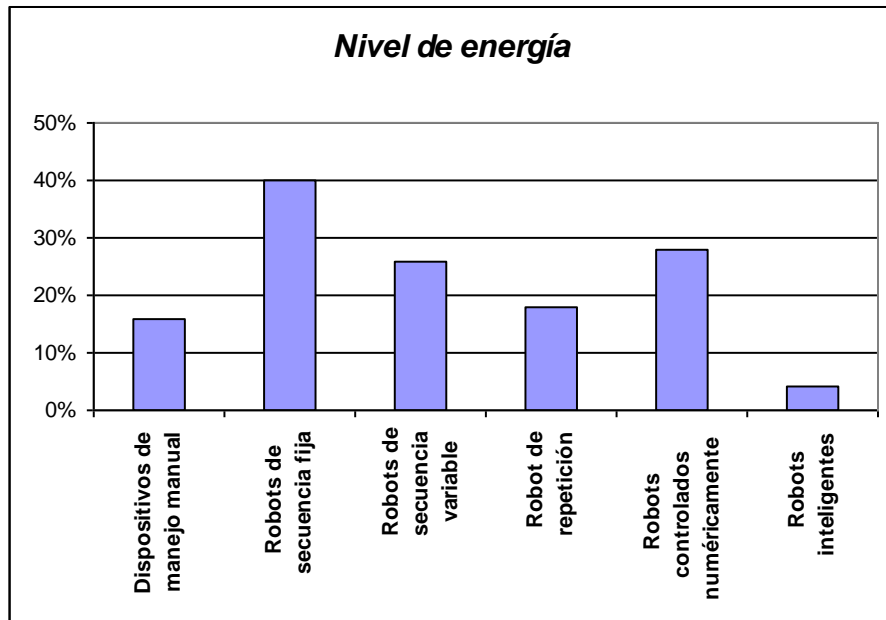


Figura 3.4.6 Gráfica de resultados: Nivel de energía

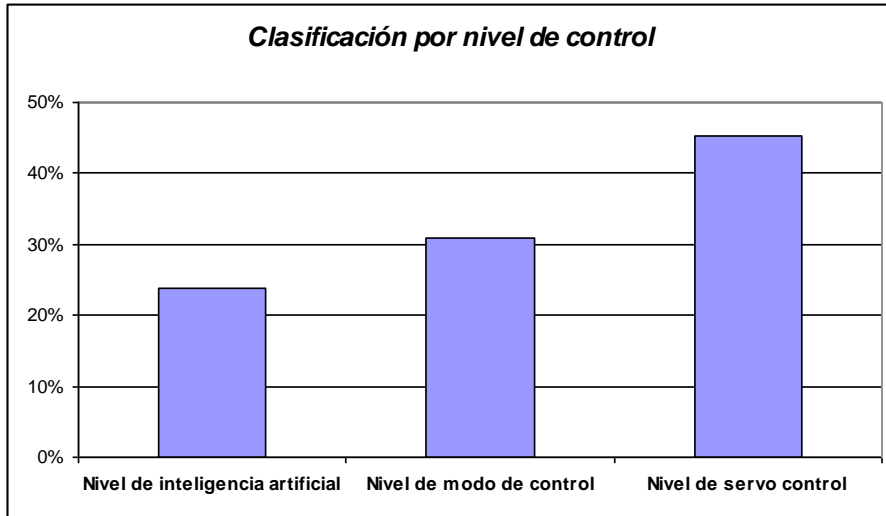


Figura 3.4.8 Gráfica de resultados: Nivel de control

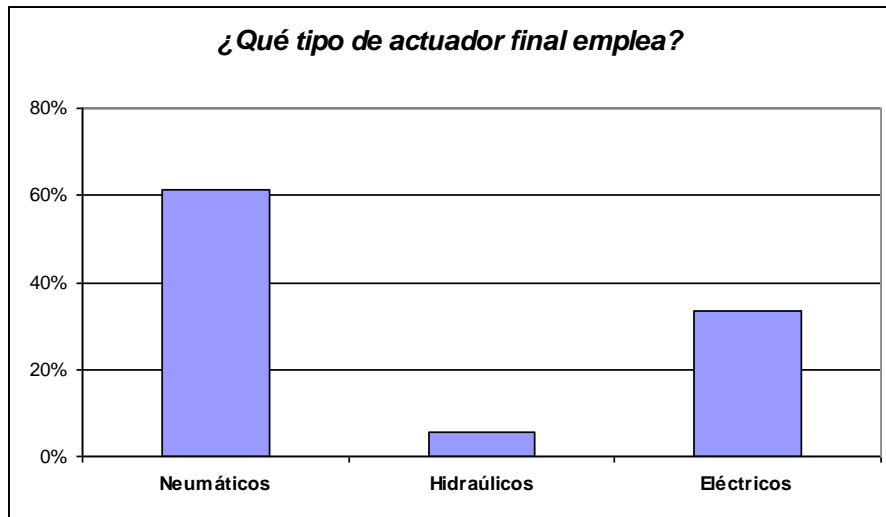


Figura 3.4.8 Gráfica de resultados: Tipo de actuador final

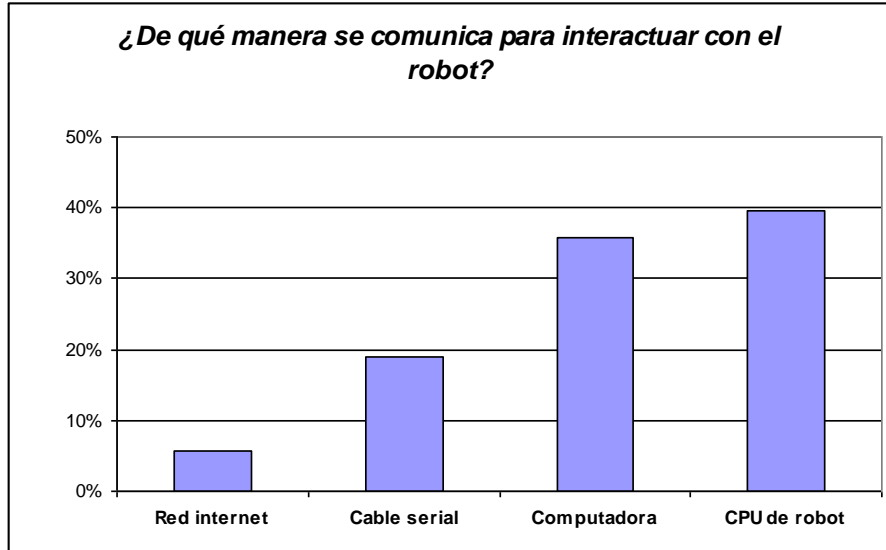


Figura 3.4.9 Gráfica de resultados: Comunicación para interactuar con el robot

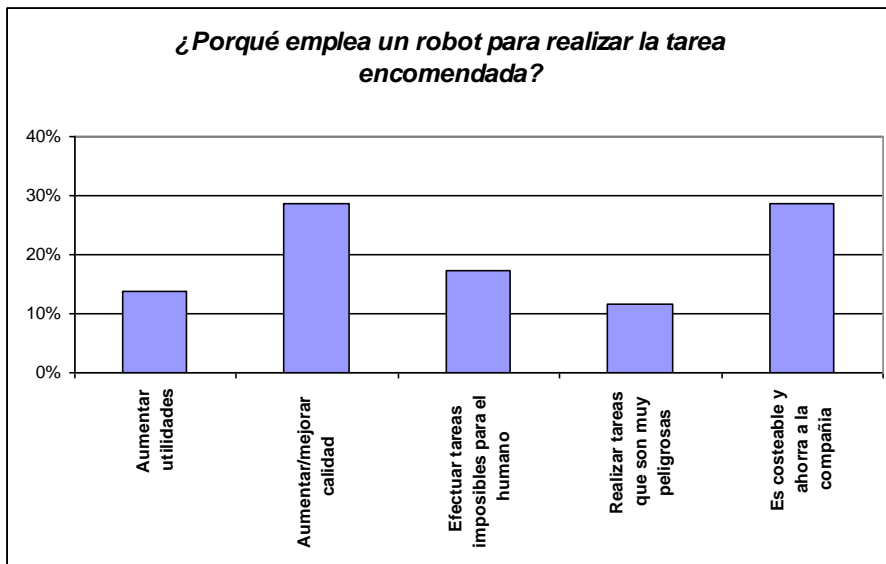


Figura 3.4.10 Gráfica de resultados: Tareas encomendadas al robot

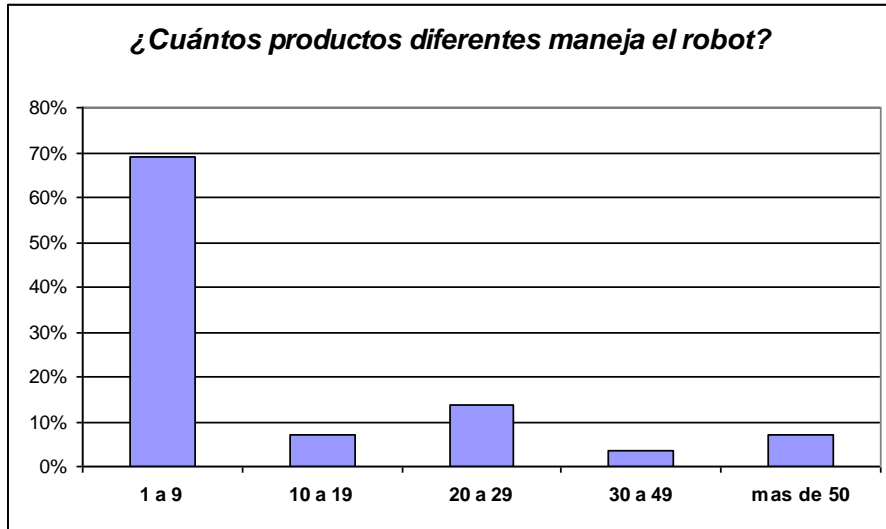


Figura 3.4.11 Gráfica de resultados: Productos diferentes que maneja el robot

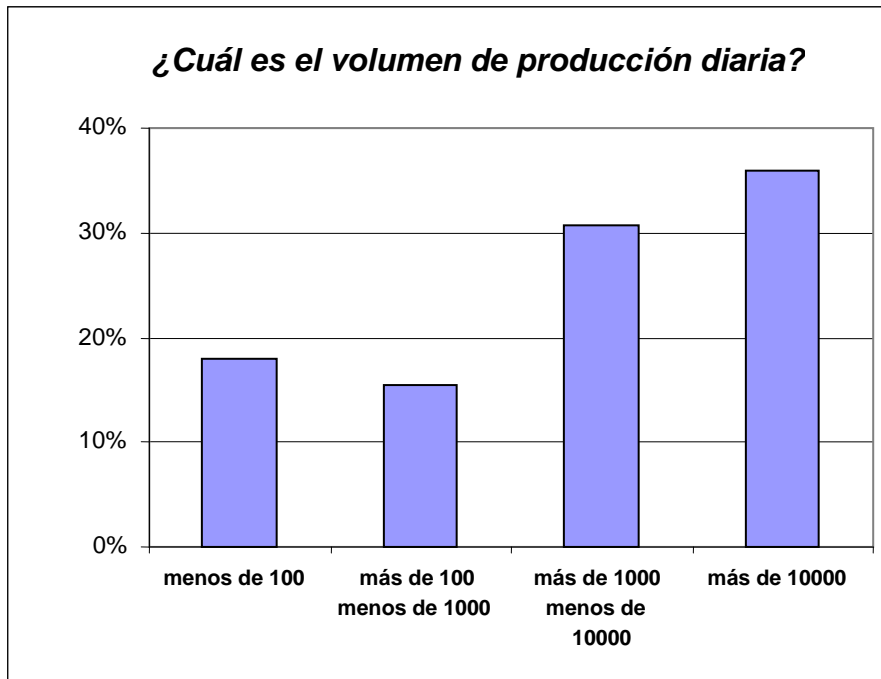


Figura 3.4.12 Gráfica de resultados: Volumen de producción diaria

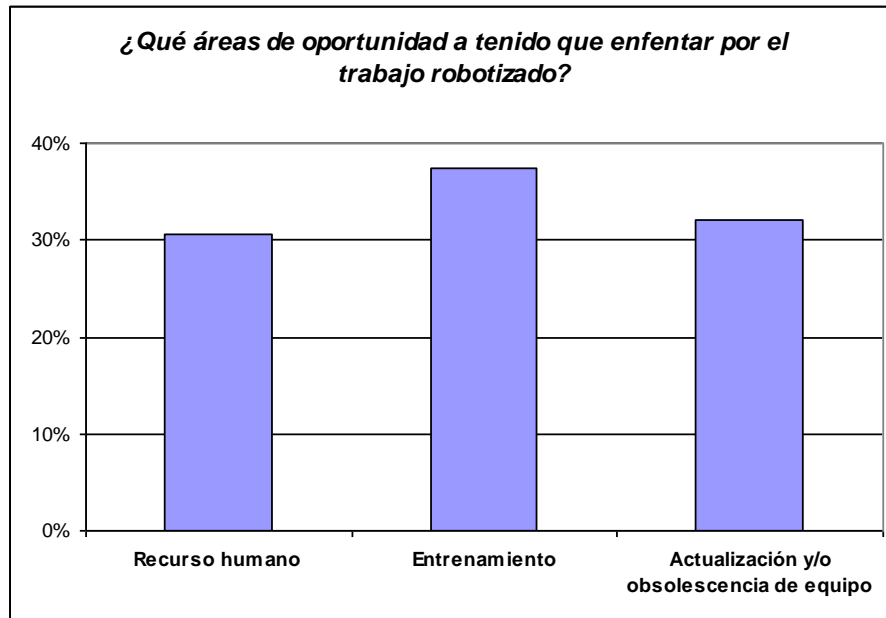


Figura 3.4.13 Gráfica de resultados: Áreas de oportunidad al enfrentar el trabajo robotizado

ANEXO 3

Gráficas de resultados de encuestas a Gerentes

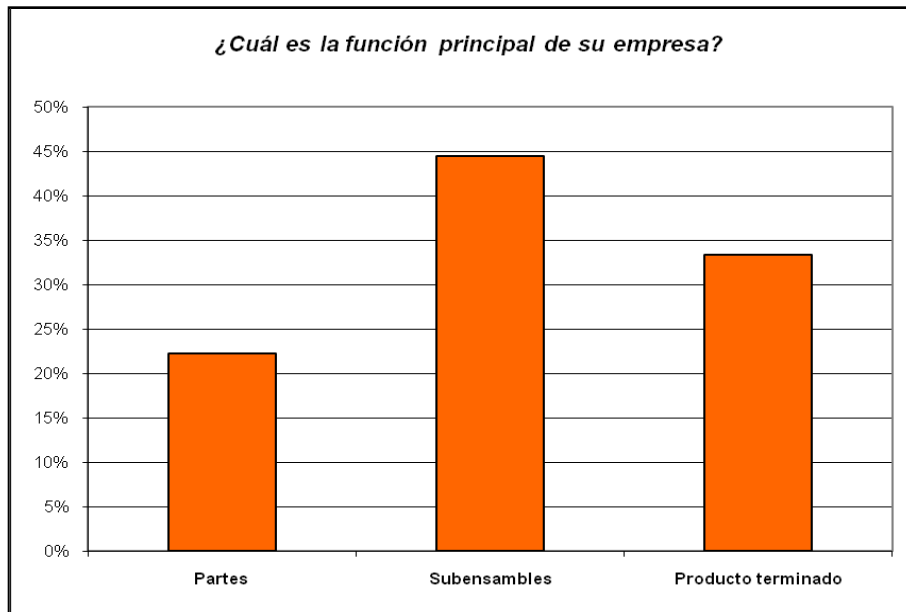


Figura 3.5.1 Gráfica de resultados: ¿Cuál es la función principal de su empresa?

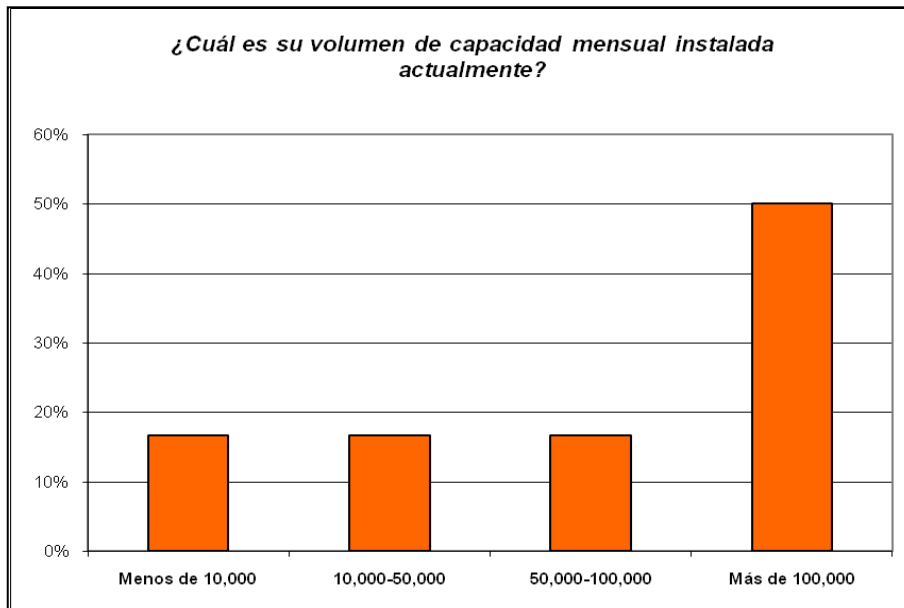


Figura 3.5.2 Gráfica de resultados: Volumen de capacidad mensual

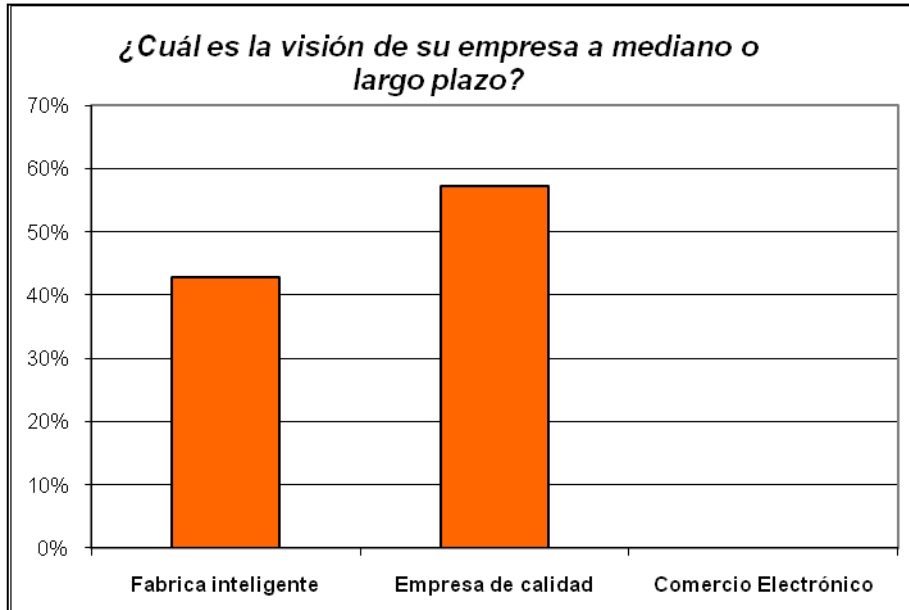


Figura 3.5.3 Gráfica de resultados: Visión de la empresa a mediano o largo plazo

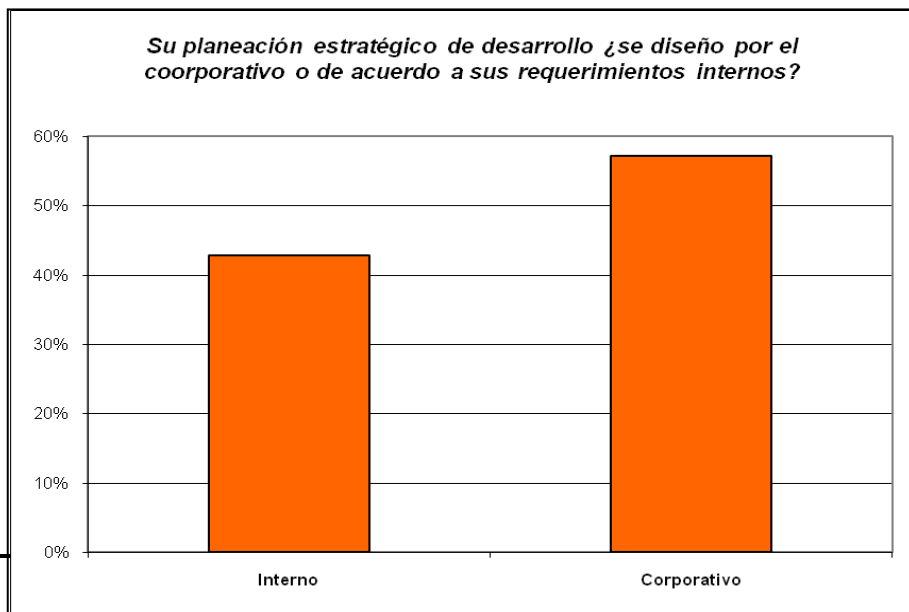


Figura 3.5.4 Gráfica de resultados: Planeación estratégico

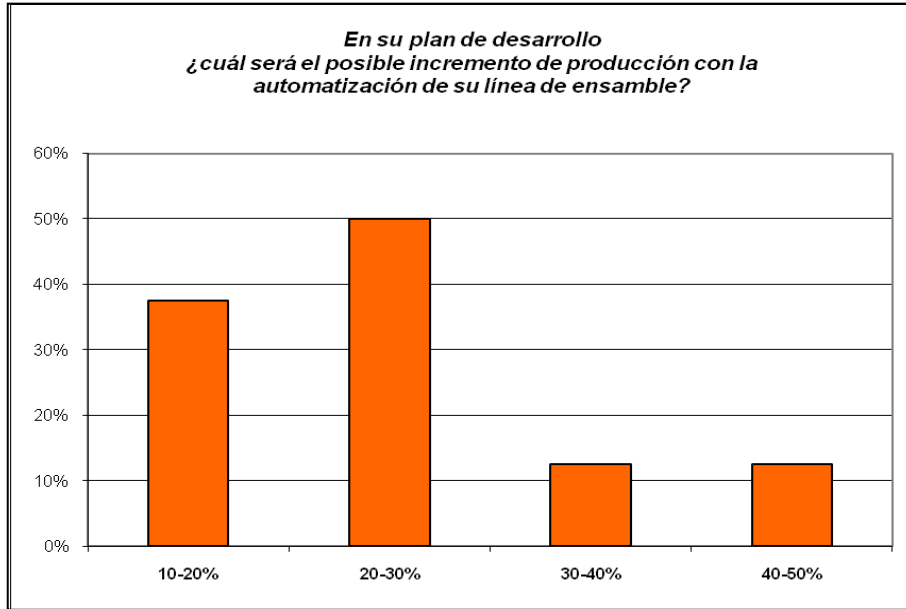


Figura 3.5.5 Gráfica de resultados: Incremento de producción

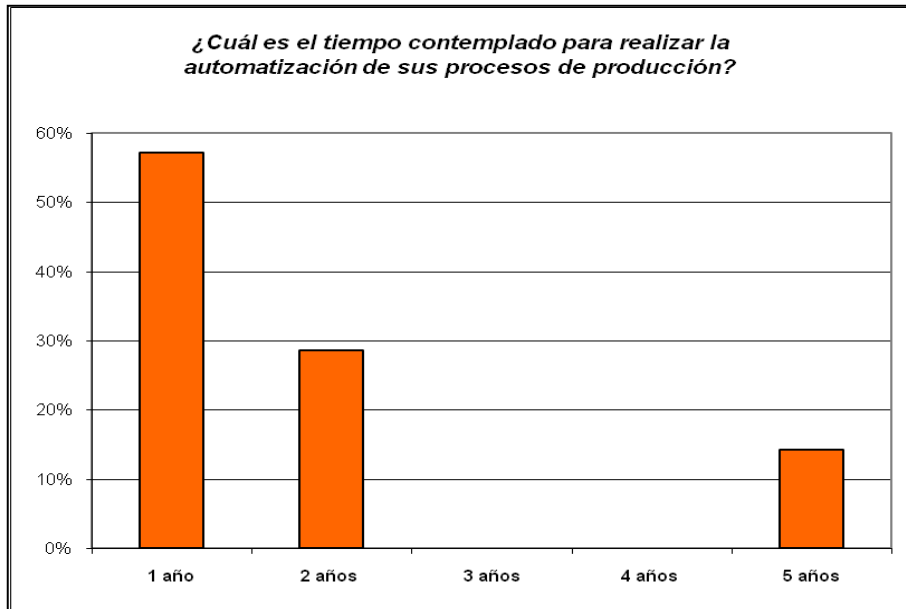


Figura 3.5.6 Gráfica de resultados: Tiempo contemplado para la automatización

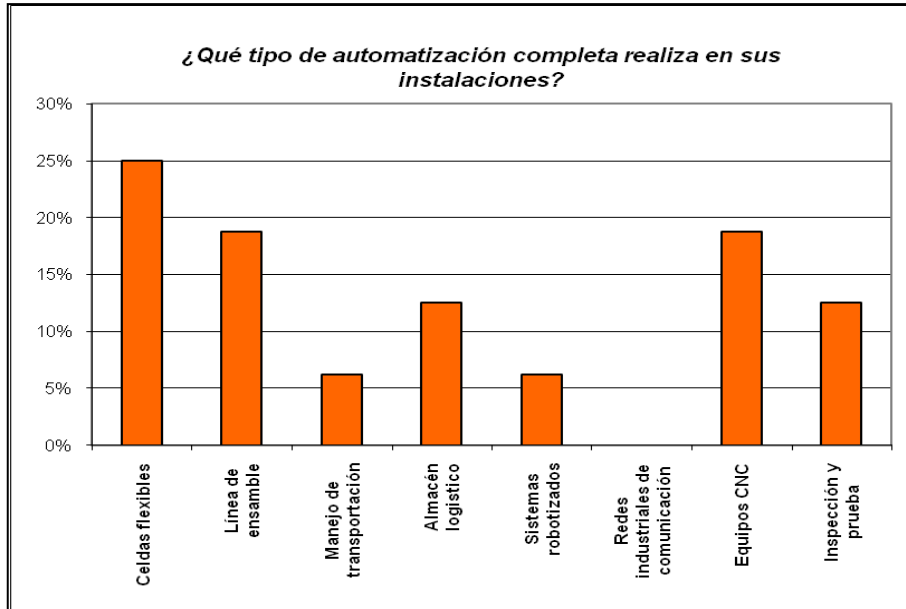


Figura 3.5.7 Gráfica de resultados: Tipo de automatización

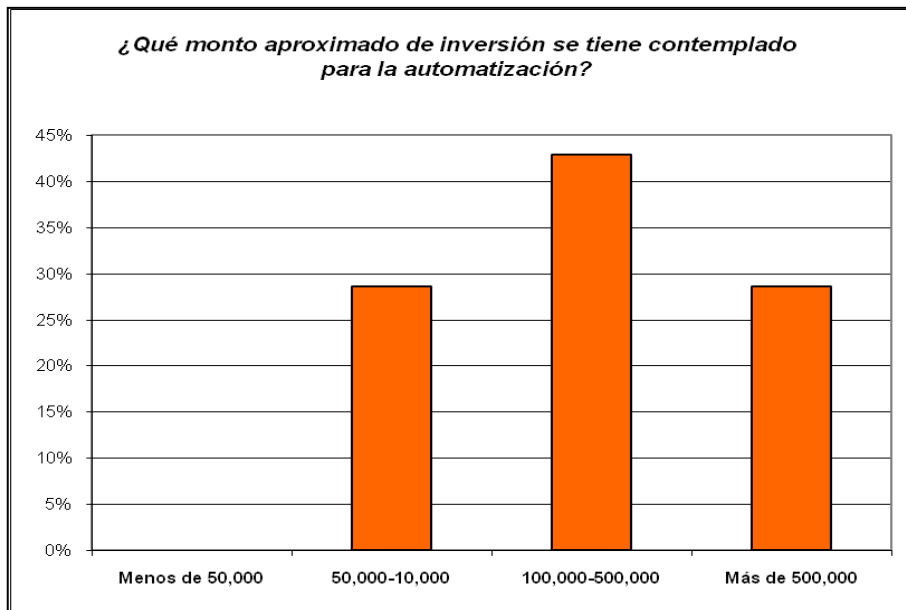


Figura 3.5.8 Gráfica de resultados: Monto de inversión

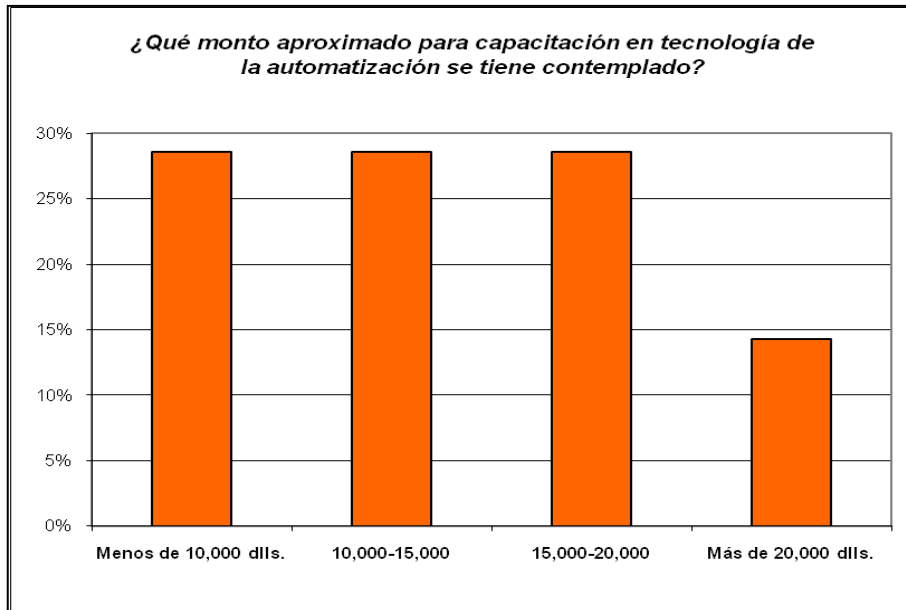


Figura 3.5.9 Gráfica de resultados: Monto para capacitación

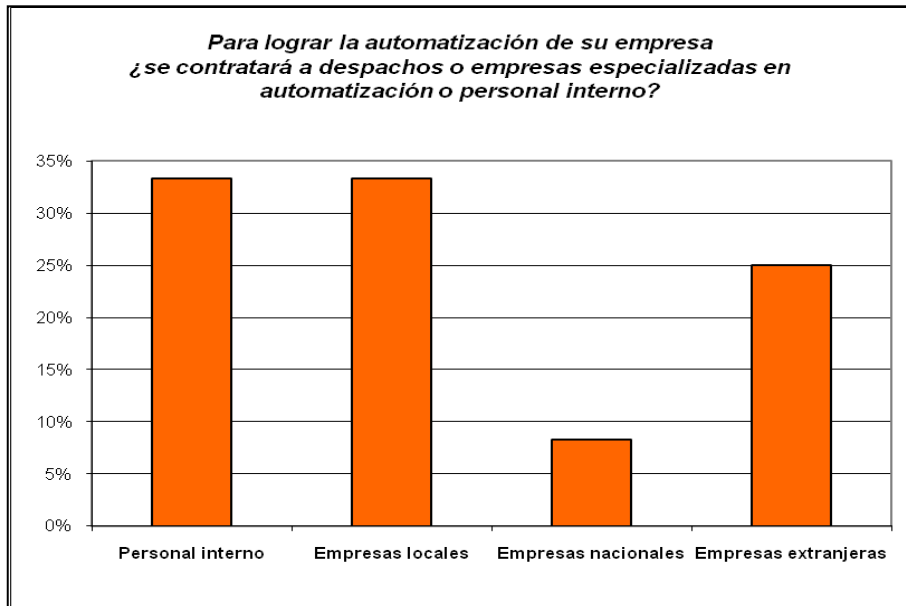


Figura 3.5.10 Gráfica de resultados: Empresas a contratar

ANEXO 4

Referencias bibliográficas

[1] *Gobierno del Estado de Baja California, “Plan estatal de desarrollo 2002-2007”*

[2] *Nuño Victor Moreno; 2004; Estudio sobre lo requerimientos de automatización para la industria manufacturera en las áreas de electrónica, metalmecánica y mueblera en el Estado de Baja California; Propuesta Fomix 2005; Pags. 1-3.*

[3] *http://www.conacyt.mx/Fondos/Mixtos/BajaCalifornia/2004-01/BajaCalifornia_Demandas_2004-01.pdf; 15 de octubre de 2005*

[4] *Leite Monteiro Elenice; 1996; “El rescate de la calificación”; CAPITULO 4; Nuevas trayectorias organizacionales: impactos sobre el trabajo y la calificación; Organización Internacional del Trabajo (Cinterfor/OIT); pp. 87-96*

[5] *Nuño Victor Moreno; Reporte fomix, anexo 2, 2006*

[6] *Turner Wayne C., Mize Joe H., Case Kenneth H., Nazemetz John W.; 1993; Introduction to industrial and systems engineering; Prentice Hall; Cap. 10 (pags. 275-280)*

[7] *Kalpakjian Serope, Schmid Steven R.; 2001; Manufacturing Engineering and Technology; Prentice Hall; Cap. 38 (pags.1021-1050)*

[8] *Mikell P. Groover; 1999; Fundamentals of modern manufacturing; John Wiley & sons, inc.; Cap. 37 (pag.938-944) y Cap. 38 (pags.957-964)*

- [9] <http://www.monografias.com>; propuesta para la creación de clusters industriales virtuales como estrategia para el mejoramiento de la competitividad en las Pymes.; 2 de diciembre de 2005.
- [10] O'Brien, J.A. (1997); *Introduction to Information Systems. Eighth Edition*; College of Business Administration Northern Arizona University, Irwin Book team.
- [11] Miller, R.K. (1985); *Artificial Intelligence: A New Tool for Manufacturing. Society of manufacturing Engineers. Vol. 94 No. 4*; pp. 56-62.
- [12] Meyer, R.J. (1987), *AI and Expert Systems: In Pursuit of CIM. Society of Manufacturing Engineer. Vol. 98 No. 2*, pp. CT15-CT18.
- [13] <http://www.nait.org>; *Journal of Industrial Technology, Volumen 16, Number 4; August 2000 to October 2000*; consulta: 9 diciembre de 2005.
- [14] Porter, M (1991): *La Ventaja Competitiva de las Naciones. Barcelona: Editorial Plaza & Janes.*
- [15] <http://www.cantv.net/pyme/resena.asp?id=23027&cat=4&Fresena=TRUE>; consulta: 8 de noviembre 2005
- [16] Perego, H. (2003): *Competitividad a partir de los Agrupamientos Industriales. Un Modelo Integrado y Replicable de Clusters Productivos. Disponible: http://www.eumed.net/cursecon/libreria/ [Consulta: 2005, noviembre 20]*
- [17] Certo, S (1997): *Dirección Estratégica. México: McGraw-Hill*
- [18] Hitt, M (1999): *Administración Estratégica: Competitividad y Conceptos de Globalización. México: Internacional Thomson Editores.*
- [19] Molina, A. (2002): *XXXII Congreso de Investigación y Extensión del Sistema Tecnológico de Monterrey.*
- [20] Galgano, A. (1993): *Calidad Total. Madrid: Ediciones Díaz Santos, S.A.*

[21] Recio Arturo; 20 de Mayo 1999; *Exhortan a aprovechar nicho de metalmecánica (capitales)*; *Diario Palabra*; México, D.F.; Agencia reforma.

[22]<http://www.metalmecanica.com/pragma/documenta/metalmecanica/secciones>; consulta: 5 diciembre del 2005.

[23] Ornelas Sergio L., 2006, "Mexico's Auto industry revival", *Revista "MEXICO NOW"*, No.22, Año 4, Mayo- Junio, pp.9-29

[24] Mungaray Alejandro, Cabrera Claudio, 2003, *Especialización industrial y desarrollo empresarial en Baja California*, Colegio de Sonora, Vol. XV, pp.107-147.

[25] Villavicencio Daniel, 2000, "Las políticas industriales en transición" en *Aglomeraciones locales o clúster globales?: Evolución empresarial e institucional en el norte de México*, El colegio de la frontera norte, Editor Jorge Carrillo, pp. 40-55.

[26] Nuño V., E. Rodríguez; "Ley Estatal de transferencia de Tecnología; Facultad de Ingeniería Unid. Mexicali, UABC, Mexicali, B.C., México. Octubre 2006

[27] Alonso Jorge, "Aprendizaje tecnológico en las maquiladoras del norte de México", *Revista Frontera Norte*, Colegio de la Frontera Norte, (www.colef.mx/fronteranorte/)

[28]www.producen.org; "Desarrollo del clúster aeronáutico en Baja California; Marzo del 2007