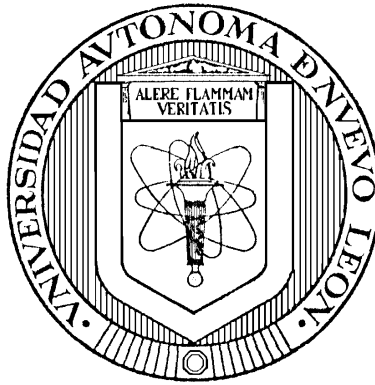


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



JUSTIFICACIÓN DEL USO DE ROBOTS CARTESIANOS EN UNA
CELDA DE MANUFACTURA.

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
LA INGENIERÍA DE MANUFACTURA CON
ESPECIALIDAD EN AUTOMATIZACIÓN

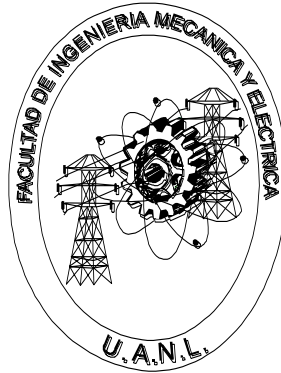
QUE PRESENTA EL

ING. MAURICIO ALEJANDRO MÉNDEZ VILLA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.

AGOSTO 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**JUSTIFICACIÓN DEL USO DE ROBOTS CARTESIANOS EN UNA
CELDA DE MANUFACTURA.**

TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
LA INGENIERÍA DE MANUFACTURA CON
ESPECIALIDAD EN AUTOMATIZACIÓN**

QUE PRESENTA EL

ING. MAURICIO ALEJANDRO MÉNDEZ VILLA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.

AGOSTO 2009

Índice	Página	
CAPITULO 1		
1.1	Introducción	7
1.2	Antecedentes	8
1.3	Justificación	8
1.4	Objetivo	8
1.5	Hipótesis	8
1.6	Limites de estudio	9
1.7	Metodología	9
CAPITULO 2		
2.1	Sistemas de fabricación	11
2.2	Celda de manufactura	12
2.3	Linea de ensamble	12
2.4	Herramientas de calidad	13
2.4.1	Mejora continua (KAIZEN)	13
2.4.2	Método 5W y 1H	15
2.4.3	Diagrama causa efecto	15
2.4.4	Diagrama de PARETO	15
2.5	Manufactura esbelta	16

CAPITULO 3

3.1	Registro de llamadas con quejas recibidas	17
3.2	Registro de defectos encontrados en la línea de estudio	17
3.3	Arreglo original	19
3.3.1	Taladrado de triciclo, armar individual, agregar ambas mitades de jaladora, asiento y ejes metálicos.	19
3.3.2	Uso de dispositivo a prueba y error para evitar falten partes pequeñas	20
3.3.3	Calculo del tiempo objetivo	21
3.3.4	Calculo del numero teórico de operadores	21
3.3.5	Observaciones	22
3.3.6	Balanceo de línea (Prueba y error)	23
3.4	Arreglo nuevo en forma de U con sensores	23
3.4.1	Taladrado de triciclo, armar individual, agregar ambas mitades de jaladora, asiento y ejes metálicos en línea balanceada.	23
3.4.2	Uso de celda con sensores para agregar partes pequeñas	24
3.4.3	Uso de sensores para agregar llantas y pedal	
3.4.4	Observaciones	24

CAPITULO 4

4.1	Diseño del brazo robotico y su ambiente	26
4.2	Elementos y Articulaciones del Robot	26

CAPITULO 5

5.1	Ventajas obtenidas por el nuevo arreglo	31
5.2	Resultados en piso del nuevo arreglo	31

CAPITULO 6

6.1 Conclusiones 32

6.2 Recomendaciones 32

ANEXOS

ANEXO I 33

ANEXO II 36

ANEXO III 39

ANEXO IV 45

ANEXO V 53

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 58

LISTADO DE GRAFICAS 59

AUTOBIOGRAFIA 60

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCION

En la actualidad toda compañía busca la manera de ser más eficiente en todos los aspectos que se relacionan con la planeación de requerimientos y materiales (cadena de suministros), en producción tener menos tiempos muertos y flexibilidad para cambios de producto, mantenimiento y arranques de líneas más cortos, así como paros programados, en el área de calidad tener las herramientas necesarias para la inspección e ir mas allá de la revisión de producto terminado, proporcionando a la planta y proveedores las herramientas necesarias para reducir los tiempos innecesarios de inspección que no dejan valor agregado e invertir el tiempo en auditorias a proveedores para tal fin.

Existen muchos problemas relacionados con el ensamble de productos, mala inspección, partes faltantes, tiempos muertos, paros innecesarios por falta de materiales o preensambles, se invierte mucho dinero y esfuerzo en áreas como calidad, mano de obra y materiales, pero en ocasiones no se atacan problemas sencillos como reubicar maquinaria, cambiar líneas (distribución de planta de línea de ensamble) y se deja pasar tiempo valioso en la búsqueda de soluciones en ocasiones sencillas.

Existen en herramientas de calidad para poder determinar focos de problemas mediante el uso de graficas que se obtienen a su vez del mismo proceso, permitiendo dar una visión clara de que es lo que esta ocurriendo en la planta y de esta forma analizar las posibles soluciones a cada problema en particular. En estos tiempos es necesaria la implementación de metodologías bien definidas de trabajo (ISO 9000, ISO 9001, QS 9000, etc.) que permitan detectar mediante registros bien establecidos, áreas de oportunidad y asegurar el flujo correcto de materiales, planeación adecuada de la producción y logística bien definidas para hacer llegar el producto terminado en el menor tiempo posible y en los estándares requeridos por los clientes, así como tener la flexibilidad en cambios de demanda y producto. Existen infinidad de variables a controlar en cada una de las diferentes etapas a lo largo del proceso de transformación: dimensiones, temperaturas, colores, cantidades, espesores, etc. El presente trabajo se enfocará en el estudio de cómo controlar el faltante de partes en una línea de ensamble de juguetes.

1.2 ANTECEDENTES.

La empresa esta ubicada en el kilómetro 27 del libramiento noroeste en Escobedo, Nuevo León. Lleva 6 años en el área de inyección-soplado de partes plásticas y ensamble de juguetes, de donde el mayor porcentaje es destinado a Estados Unidos y el resto es para mercados internacionales. Se tomó como objeto de estudio una línea de un triciclo. Este producto es representativo para el análisis considerando la evidencia estadística mostrada mas adelante ya que se recibían quejas de los clientes, por recibir el producto terminado con faltantes de partes.

1.3 JUSTIFICACION

Durante el año 2002 se recibieron en la planta un total de 657 quejas de clientes, de las cuales 542 fueron causadas por faltantes de materiales que representan un 82 % del total de quejas

1.4 OBJETIVO

Estudiar la causa del problema de partes faltantes y sugerir opciones para reducir o eliminar las quejas por devoluciones. Mejorar la productividad y el inventario en piso.

1.5 HIPOTESIS

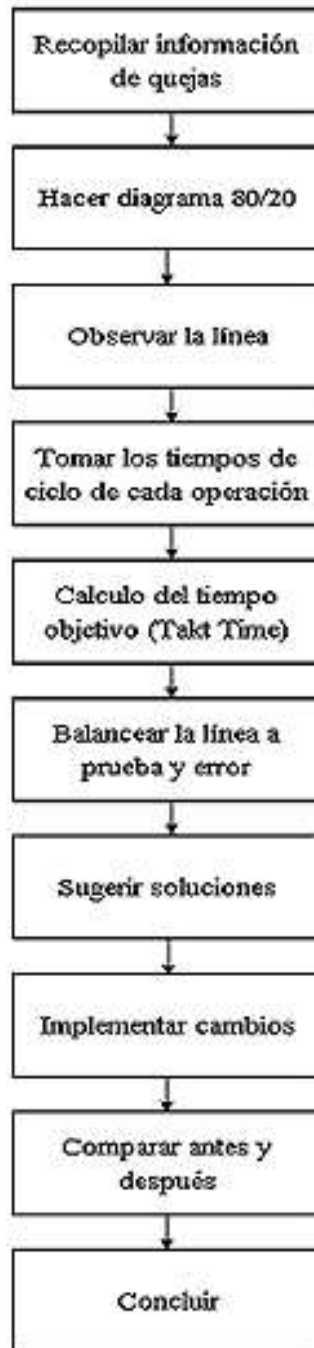
Es posible controlar el 80 % de las quejas de faltantes de partes por medio del análisis del 20 % de los defectos por faltantes encontrados en línea.

1.6 LIMITES DEL ESTUDIO

Se requiere de aprobación por parte de corporativo para poder hacer paros en una línea de producción y hacer cambios. En este caso se realizo dentro de un evento KAIZEN en el cual tuvimos la oportunidad de rediseñar la línea y sugerir opciones.

1.7 METODOLOGIA

Recopilar la información de quejas, determinar el diagrama 80/20 , observar la línea, tomar tiempos ciclo de cada operación, calcular el tiempo objetivo, balancear la línea (prueba y error), sugerir una solución, implementar cambios, comparar antes y después, concluir.



1.7 Metodología

CAPITULO 2

2.1 SISTEMAS DE FABRICACION

Definiremos un sistema de fabricación, como el proceso de transformación mediante el cual el material en bruto, el trabajo, la energía, y el equipamiento se reúnen para manufacturar productos de alta calidad. Dichos productos deben tener un valor económico mayor que el de los componentes utilizados y deben ser vendibles en un mercado competitivo. El proceso de transformación generalmente conlleva una sucesión de pasos llamados operaciones de producción. Cada operación de producción es un proceso de cambio de entradas - salidas mediante la aportación de un valor agregado.

Esparcidas entre las operaciones que añaden valor están las que no añaden ningún valor tales como el transporte, el almacenamiento e inspección. En general es necesario minimizar, si no eliminar, las operaciones que no añaden valor. Definiremos una *Línea de ensamble Dedicada y de alto volumen de Producción (en masa)*, como aquella de fabricación especializada continua de productos idénticos, es caracterizada por una tasa de producción muy alta y de estrecho alcance^[JH01]. El equipo se dedica a la fabricación de un tipo de producto tal como autos, bombillas, etc. La planta entera se diseña y opera para la fabricación de un tipo de producto.

Los tipos de configuraciones de planta^[JH01] son: 1) *Fabricar para almacenar*: Se caracteriza por volúmenes de producción bajos a medios y una amplia gama de productos. 2) *Producción por lotes*: Se caracteriza por ser de fabricación de lotes de tamaño medio del mismo artículo o producto. 3) *Producción de flujo continuo*: En estos se desarrolla una producción dedicada continua de grandes cantidades de producto. Aquí los tipos de producto son pocos y los volúmenes son altos.

2.2 CELDA DE MANUFACTURA

Tecnología de Grupo, es el concepto de manufactura que busca identificar y agrupar, componentes similares, para tomar ventaja de dicha similitud en manufactura y diseño^[SH99]. Una celda de manufactura divide un sistema de producción de tal forma que cada celda produce y termina una familia de partes. La celda de manufactura es una aplicación que permite reconfigurar y hacer cambios en el diseño de la distribución de la línea en la planta. Una familia de partes es un conjunto de partes las cuales son similares, debido a que tienen forma geométrica similar, y debido a que los pasos para manufacturarlos son similares entre sí.

2.3 LINEA DE ENSAMBLE

Las líneas de ensamble^[DG01], el elemento principal en toda empresa manufacturera deben distribuirse de tal forma que faciliten el flujo de los materiales a través del proceso de transformación. Al construir una línea de ensamble se deben considerar factores ergonómicos, tales como la iluminación, el diseño de mesas, herramientas, etc. Todo con el mismo objetivo producir mas, mejor, con menos recursos y accidentes. Las líneas deben agruparse por modelo o programa y una vigilancia periódica es recomendada para mantener en optimas condiciones su funcionamiento. Por lo general asociamos él termino líneas de producción en serie o una producción masiva de productos los cuales entran al sistema en forma de materia prima y se convierten por medio de un proceso establecido en productos terminados con un valor agregado. Las líneas de ensamble rectas presentan problemas para el flujo y abastecimiento del material^[DG01], usemos arcos o líneas en forma de “U” permitiendo la movilidad del personal y del material.

2.4 HERRAMIENTAS DE CALIDAD

2.4.1 MEJORA CONTINUA (KAIZEN)

KAIZEN significa mejora continua (KAI = cambio, ZEN = Mejor), todos los lugares de trabajo deben estar sujetos a cambios constantes, no habrá ningún progreso o mejora si se continua haciendo el trabajo de la misma forma, cambiamos inclusive como persona cuando mejoramos lo que hacemos ^[GG99].

Los factores generadores del cambio son: La gente, ha existido por miles de años y somos mas de 6,500 millones de personas, dentro de los próximos 50 años será aproximadamente el doble, la tecnología, el 80% de los inventos tecnológicos han ocurrido en él ultimo siglo, se predice que en los próximos 15 años se duplicaran, la información, la información disponible se duplicara cada 5 años.

El KAIZEN inicia donde se realiza el trabajo, donde se crea el valor y donde se delega la solución de problemas ^[TBM]. La percepción del KAIZEN en una organización, se muestra en la figura 2.4.1.

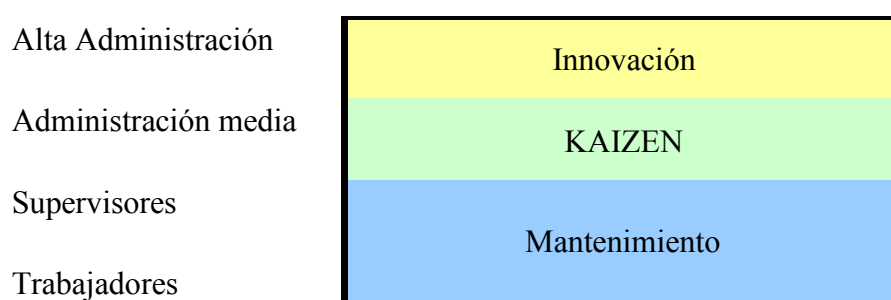


Figura 2.4.1 Como se lleva a cabo KAIZEN en función del puesto

El rol de la alta administración esta enfocado en introducir el KAIZEN como estrategia de la compañía, proporcionar apoyo y dirección para KAIZEN aplicando recursos, establecer la política para KAIZEN y las malas funciones transversales, realizar las metas

de KAIZEN a través del despliegue de la política, construir sistemas, procedimientos y estructuras que conduzcan a KAIZEN.

La administración media y de staff, debe desplegar y ejecutar las metas de KAIZEN dictadas por la alta administración a través del despliegue de la política y de la administración funcional transversal, usar KAIZEN en capacidades funcionales, establecer, mantener y mejorar los estándares, hacer a los empleados conscientes de KAIZEN a través de programas de entrenamiento intensivo, ayudar a los empleados a desarrollar habilidades y herramientas para la solución de problemas.

Los supervisores, deben usar KAIZEN en los roles funcionales, formular planes para KAIZEN y proporcionar orientación a los trabajadores, mejorar la comunicación con los trabajadores y mantener una moral elevada, apoyar las actividades de los grupos pequeños (como los círculos de calidad) y el sistema de sugerencias individual, introducir disciplina en el taller.

Los trabajadores, deben dedicarse a KAIZEN a través del sistema de sugerencias y de las actividades de grupos pequeños, practicar la disciplina en el taller, dedicarse a un auto desarrollo continuo para llegar a ser mejor solucionador de problemas, ampliar las habilidades y el desempeño en el puesto con educación transversal.

Para mantener por siempre los beneficios de la mejora, es necesario estabilizar el control al nuevo nivel de resultados, la estandarización es el inicio y la terminación de una mejora. Es necesario planear, hacer, verificar, ajustar y así sucesivamente como muestra la figura 2.2.1.a

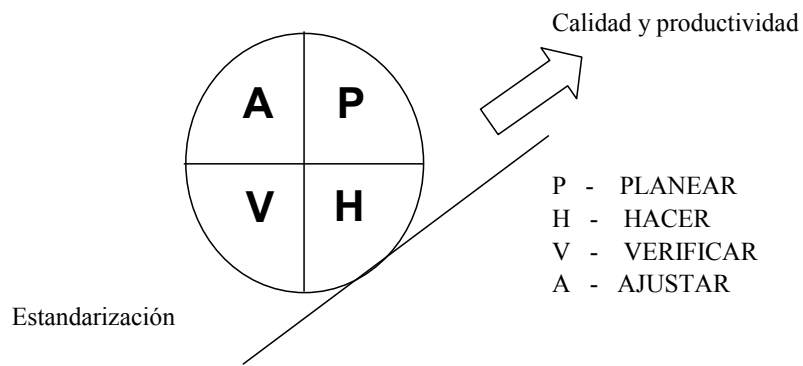


Figura 2.2.1.a Estandarización, piedra angular de la mejora

2.4.2 METODO 5W y 1H

Es un método de cuestionamiento para mejorar la comprensión y ejecución de las cosas^[TBM]. Se utiliza como técnica de estandarización y diagnóstico para comprender la situación actual, este método evita saltarse conclusiones ya que la mejora continua demanda toma de decisiones sobre la base de hechos, esta técnica sirve para expresar las cosas correctamente. ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién? y ¿Cómo?.

2.4.3 DIAGRAMA CAUSA EFECTO

Este tipo de análisis permite determinar las causas raíz de un problema, este tipo de diagrama es llamado también de pez, debido a que la forma en que es realizado asemeja el esqueleto de un pez^[TBM]. Las líneas que provienen de la línea principal, son las causas principales y las sub líneas que salen de estas son sub causas.

2.4.4 DIAGRAMA DE PARETO

Los problemas de calidad se presentan como pérdidas (productos defectuosos y su costo). Es muy importante aclarar el patrón de la distribución de la pérdida^[SG99]. La mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. Si se identifican las causas de estos pocos vitales, podemos eliminar casi todas las pérdidas, concentrándonos en causas particulares y dejando de lado por el momento otros muchos defectos triviales. El uso del diagrama de Pareto permite solucionar este tipo de problema con eficiencia.

En 1897, el economista Italiano V. Pareto presentó una fórmula que mostraba que la distribución del ingreso es desigual^[SG99]. En 1907, el economista norteamericano M.C. Lorenz expresó una teoría similar por medio de diagramas. Estos dos estudios indicaron que una proporción muy grande del ingreso está en manos de muy pocas personas. Mientras tanto en el campo del control de calidad, el Dr. M. Juran aplica el método del diagrama de Lorenz como fórmula para clasificar los problemas de calidad en los pocos vitales y los muchos triviales y llamó a este análisis Pareto. Señaló que en muchos de los casos, la mayoría de los defectos y de su costo se debe a un número relativamente pequeño de causas.

2.5 MANUFACTURA ESBELTA

La manufactura esbelta son varias herramientas que ayudaran a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto^[KH01], servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. La manufactura esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurus del sistema de producción TOYOTA: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eljy Toyoda entre algunos. La industria automotriz americana tuvo que adoptar este sistema a fin de mantenerse competitiva, de ahí la necesidad de cambiarle el nombre a “Manufactura Esbelta”. Los beneficios de la manufactura esbelta son : La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio, el uso del tiempo objetivo, flexibilidad, valor agregado, el respeto por el trabajador, La mejora consistente de productividad y calidad, crea sistemas de producción más robustos, crea entrega de materiales apropiados, mejora la distribución de planta para aumentar la flexibilidad, reduce hasta en un 50 % los costos.

CAPITULO 3

3.1 Registro de llamadas con quejas recibidas.

En la gráfica 3.1, se muestra el registro de llamadas de quejas obtenidas recibidas en corporativo. Del total de llamadas que se realizaron por quejas en el 2002, 11 fueron por partes rotas (2%), partes rayadas un total de 13 llamadas (2%), por partes rotas 29 llamadas (4%), quejas por problemas de ensamble 62 llamadas (9%) y por partes faltantes 542 llamadas (82%). En total se tuvieron 657 llamadas y el principal motivo fueron quejas por faltante de partes.

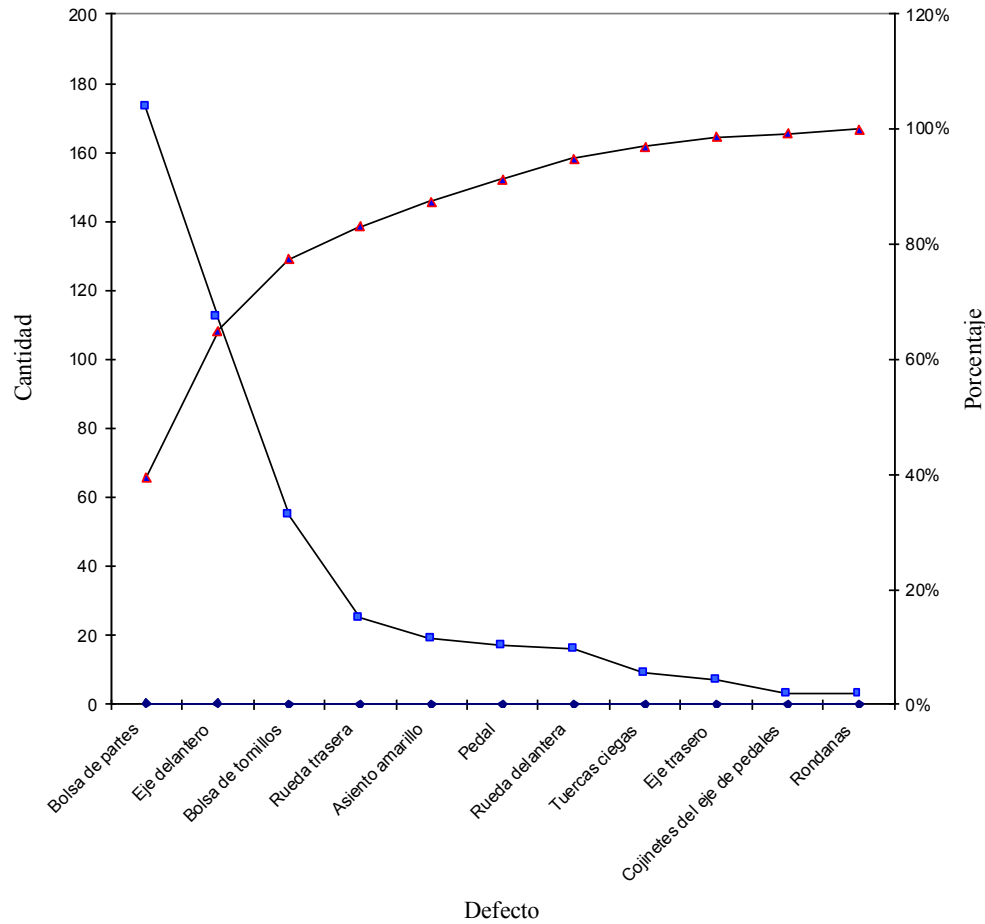
Tipo de queja	Cantidad de llamadas	Porcentaje
Partes faltantes	542	82%
Problemas de ensamble	62	9%
Partes rotas	29	4%
Plástico rayado	13	2%
Manubrio roto	11	2%
Total:	657	100%

3.2 Registro de defectos encontrados en la línea de estudio

De la línea en estudio, en el año 2002 fueron encontrados los siguientes defectos atribuidos a partes faltantes, un total de 437 defectos los cuales están agrupados como sigue: Rondanas tres casos (1%) cojinete de pedales tres casos (1%), ejes traseros siete casos (2%), tuercas nueve casos (2%), rueda delantera dieciséis casos (4%), pedal diecisiete casos (4%), asiento amarillo diecinueve casos (4%), rueda trasera veinticinco casos (6%), bolsa con tornillos cincuenta y cinco casos (13%), eje delantero ciento doce casos (26%) y bolsa con partes plásticas ciento setenta y tres casos (39%). Ver figura 3.2.a. Según el diagrama de Paréto, los últimos cuatro registros acumulan un total de 83 % de partes faltantes, la mayor parte de los faltantes se encuentra en el 83 % de los defectos hallados en la línea en estudio⁽¹²⁾.

Producto	Parte	Descripción	Cantidad	Porcentaje	Acumulado
Triciclo	A	Bolsa de partes	173	39%	39%
	B	Eje delantero	112	26%	65%
	C	Bolsa de tornillos	55	13%	77%
	D	Rueda trasera	25	6%	83%
	E	Asiento amarillo	19	4%	87%
	F	Pedal	17	4%	91%
	G	Rueda delantera	16	4%	95%
	H	Tuercas ciegas	9	2%	97%
	I	Eje trasero	7	2%	99%
	J	Cojinetes del eje de pedales	3	1%	99%
	K	Rondanas	3	1%	100%
	Total de defectos 2002:			439	100.00%

Defectos encontrados en línea



Gráfica 3.2.a Partes faltantes año 2002.

3.3 Arreglo original.

3.3.1 Taladrado de triciclo, armar individual, agregar ambas mitades de jaladora, asiento y ejes metálicos.

En el diseño original de la línea se contaban con 16 estaciones de trabajo, todas a lo largo de alrededor de 45 metros, con cerca de 65 cajas. (1) El proceso inicia en el taladro el cual debe verificarse constantemente la presión del aire , así como la posición de una base metálica sobre la cual se pone el cuerpo del triciclo para poder hacer algunas perforaciones, el tiempo medido para llevar a cabo esta operación es de 13 segundos. (2) Antes de colocar el triciclo en la base metálica, deben agregarse algunas etiquetas, un logotipo en color rojo y una etiqueta de advertencia. Sin estas etiquetas el taladro no funciona. Al colocar ambas manos en dos sensores, el taladro se activa, tiempo 11 segundos. (3) La pieza se toma y se sacude para eliminar la mayor parte de residuos, se coloca sobre una base con pernos que entran en los orificios para validar estén correctos y se desliza a la siguiente operación, tiempo medido 10 segundos. (4) En la siguiente etapa, se colocan algunas etiquetas sobre los orificios las cuales sirven para evitar que algún residuo de la operación del taladro salga y sea tragado por un menor, en esta operación se agrega una hoja con instrucciones la cual avisa que estas etiquetas deberán ser removidas para llevar a cabo el ensamble por un adulto, se desliza a la siguiente operación en un riel, se realizo en 11 segundos. (5) En la siguiente operación se arma la caja del producto, se coloca sobre una banda motriz, se toma el triciclo del riel y se agrega a la caja así como la mitad superior de una jaladora plástica, se realizo en 17 segundos. (6) En la siguiente operación, se añaden a la caja la mitad inferior de la jaladora plástica y un asiento, el tiempo fue de 18 segundos. (7) Enseguida se realiza un preensamble de ejes metálicos, tapones de sujeción y un pedal los cuales se colocan en unos dispositivos con sensores para insertar los tapones en los ejes, se valida hayan quedado correctamente colocados, se pasa estos ejes a la siguiente operación, el tiempo fue de 13 segundos. (8) Se arma una caja pequeña la cual contendrá estos ejes, se colocan sujetadores plásticos a los ejes y se colocan dentro de la caja, este preensamble de ejes dentro de la caja, se agrega a la caja sobre la banda, tiempo 14 segundos.

3.3.2 Uso de dispositivo a prueba y error para evitar falten partes pequeñas.

En esta parte se comienzan a colocar diferentes partes pequeñas y accesorios en una base plástica que tiene el contorno de cada pieza para evitar que alguna sea omitida. (9) Se estampa el logotipo de la marca en un perno plástico que sirve para posicionar el asiento, se agrega a la base el perno, una bolsa de tornillos la cual es pesada para verificar tenga el contenido exacto de piezas, una luz verde lo indica, dos tapones de instalación y una parte plástica en forma de “T” la cual sirve como reposa pies para el menor, esto en 14 segundos.. (10) Se desliza la base a la siguiente estación, donde se agregan cuatro arcos de plástico y otro pedal, tiempo 12 segundos. (11) Se desliza a la siguiente operación donde se agregan, dos cubre horquilla, un perno para sujetar la jaladora, una tapa que cubre los tornillos que sujetan el reposa pies y dos cubre llantas, tiempo 13 segundos. (12) Esta es la ultima operación de la base, enseguida se colocan todas estas partes en una bolsa de plástico, la cual es enviada a la siguiente estación para ser sellada, esto se hace en 10 segundos.(13) En otra base se colocan una rueda delantera y dos traseras, en esta operación se sella y coloca la bolsa de partes sobre una plataforma que permite se agregue a la caja de manera automática, una etiqueta decorativa y un instructivo, esto en 20 segundos.. (14) En la siguiente operación se preensamblan y taladran la horquilla y el manubrio, se colocan junto con las llantas, instructivo y etiqueta. (15) Se agregan todos los componentes dentro de la caja , se pesa la caja para validar el contenido de todas las piezas, un peso menor al establecido indicara que falta algún componente, así mismo se realiza una inspección visual todo en 24 segundos. (16) Por ultimo se encinta la caja, se acomoda para que un montacargas lleve el producto final al área de embarques, esto en 18 segundos. La suma de todos los tiempos de ciclo es de 236 segundos.

3.3.3 Calculo del tiempo objetivo.

a)	Tiempo diario disponible
6:30 a.m. - 11:00 p.m.	= 59,400 segundos
Comida	-4,200 segundos
Baño	-1,200 segundos
Platicas de calidad y 5'S	<u>-1,200 segundos</u>
Tiempo neto diario	52,800 segundos

b)	Demanda semanal del cliente
16,500 unidades semanal (6 días)	= 2,750 unidades / día
Turno de día	= 1,420 unidades
Turno tarde	= 1,330 unidades

c)	Tiempo de ciclo
52,800 segundos / 2,750 unidades	= 19.2 segundos

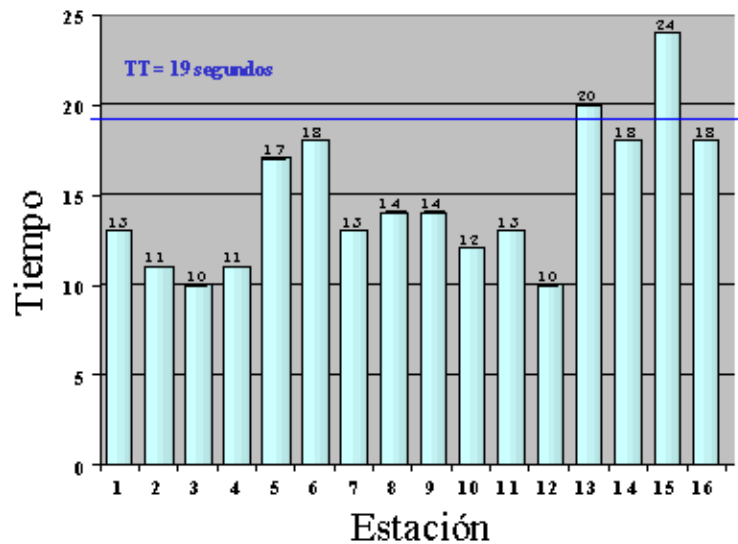
El tiempo de objetivo o TAKT (TT) es de **19 segundos**.

3.3.4 Calculo del numero teórico de operadores

$$\text{Número de operadores (teórico)} = \frac{\text{Tiempo de ciclo operador}}{\text{TT}} = \frac{236}{19} = 12.42 = 13$$

3.3.5 Observaciones.

Al graficar los tiempos obtenidos a lo largo de la línea contra el tiempo TAKT observamos que las estaciones 1 a la 12 están muy por debajo de los 19 segundos. El resto de las estaciones están arriba del tiempo lo cual es señal de que son cuello de botella, permitiendo que las estaciones anteriores generen exceso de inventario. Dentro de los desperdicios observados se encontró, exceso de inventario en piso, localización inadecuada de la materia prima, es decir, el operador materialista, tenía que recorrer largas distancias y esto generaba movimientos innecesarios tanto de material como de personal. Ver grafica 3.3.5. Tomando como referencia la grafica 3.2.a, el 83% del faltante de partes se encuentra en las estaciones 8 (B), 12 (C) y 13 (A y D). Siendo esta ultima estación uno de los cuellos de botella al estar por encima del TT.



3.3.4 Grafica de tiempos comparados contra el TT.

3.3.6 Balanceo de línea (Prueba y error)

El análisis anterior nos permitió llevar a cabo el balanceo entre las operaciones y localización de la materia prima, buscando cumplir el TT, se realizaron múltiples combinaciones y teóricamente se realizó el equilibrio de tiempos y movimientos. En el diseño anterior se desperdiciaba mucho tiempo en recorrer distancias para poder tomar las partes plásticas, además no se tenía un control para poder validar que las partes fuesen agregadas en la caja. Se sugirió un diseño balanceado en forma de celda de manufactura, además de tener equilibrio en el tiempo de las operaciones, se sugirió agregar celdas en forma de U con sensores para ayudar al operador de manera visual a darse cuenta de si fue agregada la pieza. Un sistema con alarmas y topes se sugeriría también para detener el proceso en caso de que se haya omitido la pieza..

3.4 Arreglo nuevo en forma de U con sensores.

3.4.1 Taladrado de triciclo, armar individual, agregar ambas mitades de jaladora, asiento y ejes metálicos en línea balanceada.

El diseño actual se redujo a solo 13.5 metros, donde se encuentran solo 14 cajas a lo largo del recorrido en solo 11 estaciones de trabajo. (1) El proceso inicia con la colocación de logotipo, advertencia y perforación del triciclo, 17 segundos. (2) Enseguida se toma el triciclo, se colocan dos etiquetas removibles y una etiqueta con código de fabricación, se envía a la siguiente operación, tiempo 17 segundos. (3) Se colocan el resto de las etiquetas removibles y se agrega la hoja de instrucciones doblándola y encintándola alrededor del triciclo (operación nueva) en 18 segundos. (4) Se arma la caja y se agregan, el triciclo, y las jaladoras inferior y superior en 17 segundos, para lograr esto se diseñó una mesa especial donde se colocaron las jaladoras. (5) Las prensas donde se preensamblan los ejes se reacomodaron para poder reducir el tiempo, la operación es básicamente la misma, colocar los ejes y ensamblar los tapones y un pedal, esta es la operación mas critica ya que el tiempo fue de 19 segundos. (6) Se toma este preensamble y se le agrega cinta para unir ambos así como un trozo de cartón en la punta de uno de los ejes. El preensamble debe

hacerse pasar por un sensor antes de colocarse en la caja, el cual da la señal a un pistón de liberar la caja y enviarse a la siguiente estación en 18 segundos.

3.4.2 Uso de celda con sensores para agregar partes pequeñas.

(7) Se toma el perno para sostener el asiento y se estampa, se agrega en una bolsa que se encuentra en el centro de la celda, el total de partes pequeñas se dividió en dos celdas (7 y 8) en forma de U, de tal forma de que dos operadores van tomando los componentes en sentido contrario a las manecillas del reloj. Un total de ocho contenedores por celda. Cada componente debe pasarse por un sensor antes de ponerse en la bolsa que esta en el centro de la celda. En esta etapa se elimino el colocar el pedal en la bolsa, se dejo para operaciones posteriores. Las partes plásticas que se agregan en estas celdas son: 4 arcos de plástico, 2 tapones de ensamble, 2 cubiertas de la horquilla, 1 perno de asiento, 1 herramienta de instalación , 2 cubre llantas, 1 descansa pies, 1 cubierta de descansa pies, 1 perno de las jaladoras, 1 bolsa de tornillos. La operación 7 y 8 se realizan en 18 segundos cada una..

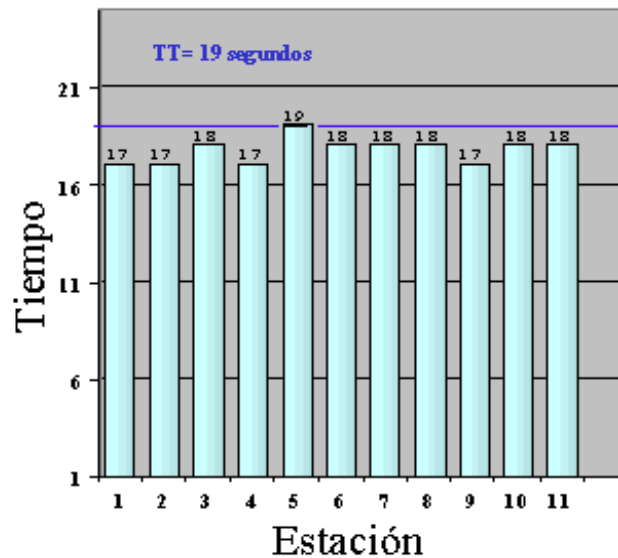
3.4.3 Uso de sensores para agregar llantas y pedal.

Para las operaciones siguientes, se reordenó el acomodo de las partes plásticas en mesas con sensores para asegurar sean omitidas. (9) Se arma el pedal con un tapón de sujeción y se coloca sobre un sensor, se toma la bolsa del deslizador y se pone en al bolsa, ya terminada la bolsa se sella con calor, se toma un asiento y se agrega ala caja junto con la bolsa, se toma una llanta delantera y se monta en un dispositivo con pivotes que entran en los orificios de la llanta para validar no estén obstruidos, se agrega a la caja, todo en 17 segundos. (10) Se toma una horquilla y un manubrio, se preensamblan y se montan en una base que permitirá sean perforados, una vez perforados se agregan a la caja. Se agregan la etiqueta decorativa y el instructivo. Se toman dos llantas traseras y se colocan sobre un dispositivo similar al de la llanta delantera, se ponen dentro de la caja, el accionamiento del

taladro y dos sensores darán la señal a un pistón de que el total de piezas ya están contenidas y permitirá el paso a la siguiente estación, tiempo 18 segundos. (11) En la etapa final, se cierra la caja, se pasa cinta y se acomoda para que un monta cargas lleve el producto final al área de embarques, tiempo 18 segundos.

3.4.4 Observaciones.

Al graficar los nuevos tiempos contra el TT (Grafica 3.4.4), se observa fácilmente que existe mas orden en las operaciones balanceadas, existiendo solo una estación critica, la numero 5 que quedo en el TT. El promedio quedo alrededor de los 18 segundos. De la grafica 3.2.a, también observamos que las partes faltantes A y C, quedaron dentro de las estaciones 7 y 8 con 18 segundos cada una como tiempo de ciclo, la parte faltante B en la estación 5 con 19 segundos de tiempo de ciclo siendo la estación mas critica, la parte faltante D quedo en la estación 10 con un ciclo de 18 segundos.



3.4.4. Tiempos de línea después de balancear.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL BRAZO ROBÓTICO Y SU AMBIENTE

4.1 Introducción

[LE99] En este capítulo se tratará el diseño del brazo robótico pedagógico dotado de un sistema básico de visión artificial. Se revisará la anatomía física del robot, sus elementos, articulaciones y amplificadores mecánicos, todo esto apoyándose en esquemas para una fácil interpretación. Se revisará la manera de como se acopló con una PC por medio del puerto paralelo para su control por software, y la manera en como programarle una secuencia de movimientos, por último se revisará la estructura que sujeta al robot y sus diferentes componentes, además del tablero del juego por medio del cual se acotó perfectamente el problema del robot jugador de gato.

4.2 Elementos y Articulaciones del Robot

A la construcción física del cuerpo, brazo y muñecas de un robot, se le denomina: Anatomía del Robot. Generalmente los robots utilizados en las fábricas están montados sobre una base que esta sujeta al suelo, el cuerpo esta unido a la base y el conjunto del brazo esta unido al cuerpo.

[LE99] Al final del brazo está la muñeca que está constituida por varios componentes que le permiten orientarse en una diversidad de posiciones.

Los movimientos relativos entre los diversos componentes del cuerpo, brazo y muñeca son proporcionados por una serie de articulaciones. Estos movimientos de las articulaciones implican deslizamientos o giros.

El robot pedagógico que se propone se pretende que sea una reproducción a pequeña escala de un robot industrial.

En el capítulo anterior se revisaron las diferentes configuraciones de los brazos robóticos así como los diferentes tipos de pinzas a manera de efectores finales del brazo, lo que correspondería a la mano en un brazo humano, y debido a los objetivos del robot pedagógico que juega al gato, se eligió la configuración de brazo articulado y un tipo especial de pinza para tomar las fichas de juego, estos elementos se consideraron debido al Volumen de Trabajo que proporciona esta configuración.

El término Volumen de Trabajo se refiere al espacio dentro del cual el robot puede manipular el extremo de su muñeca, con la configuración de brazo articulado el volumen de trabajo puede ser hasta una esfera, claro está, esto depende del tamaño de los componentes del cuerpo, brazo y muñeca. Así como de los límites de movimiento de las articulaciones del robot.

Debido a que en principio el robot se mueve automáticamente con dos grados de libertad, el volumen de trabajo es cilíndrico como el que se muestra en la figura 6.1. Esto es cierto, si se considera que a diferentes aperturas de la pinza el brazo puede tomar objetos a diversas alturas. Sin embargo tendrá la capacidad de lograr un volumen de trabajo semiesférico como en la figura 6.2, una vez que el Brazo Robótico dotado de un Sistema Básico de Visión Artificial resto de sus articulaciones sean motorizadas, esto puede hacerse en un futuro en cumplimiento del objetivo pedagógico del robot.

Volúmenes de Trabajo

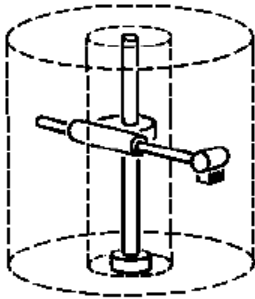


Figura 4.1 *Cilíndrico*

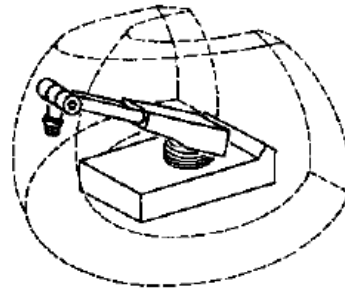


Figura 4.2 *Esfera parcial*

El movimiento de los robots se hace por medio de articulaciones accionadas, generalmente tres articulaciones suelen estar asociadas con la acción del brazo y del cuerpo, y dos o tres articulaciones se suelen emplear para el movimiento de la muñeca.

Las Uniones son elementos rígidos que se emplean para la conexión de las diversas articulaciones del robot. En una cadena de unión-articulación-unión, se le denomina unión de entrada al eslabón que esta más cerca de la base del robot, a la otra unión por consiguiente se le llama unión de salida. La unión de salida es la que se desplaza con respecto a la unión de entrada.

El movimiento de las uniones puede ser lineal o rotacional. Las Articulaciones Lineales implican un movimiento deslizante o de translación de las uniones de conexión, este movimiento puede ser generado por pistones o por medio de hacer deslizar el elemento sobre un carril o guía usando dispositivos mecánicos eléctricos o neumáticos.

Con respecto a las articulaciones rotacionales, se pueden distinguir tres tipos, el primer tipo es la Articulación Rotacional y se distingue porque el eje de rotación es perpendicular a los ejes de las dos uniones, el segundo tipo es la Articulación de Torsión, la cual realiza un movimiento de torsión entre las uniones de entrada y salida, y el eje de torsión de esta articulación es paralelo al eje de las dos uniones, el tercer tipo de articulación giratoria, es la Articulación de Revolución, en este tipo el eje de rotación es paralelo al eje de la unión de entrada y perpendicular al de la unión de salida, es decir la unión de salida gira alrededor de la de entrada. La figura siguiente muestra los cuatro tipos de articulaciones típicos:

Articulaciones usadas en robots

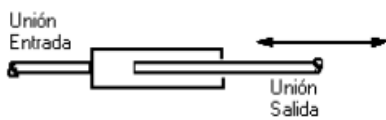


Figura 4.3 *Articulación Lineal*

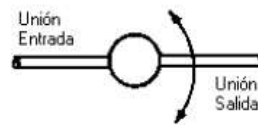


Figura 4.4 *Articulación Rotacional*

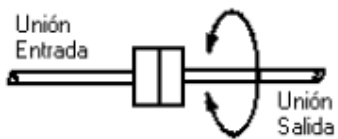


Figura 4.5 *Articulación de Torsión*

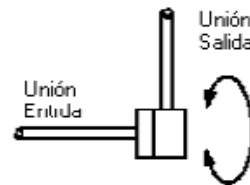


Figura 4.6 *Articulación de Revolución*

Las articulaciones del brazo y del cuerpo del robot, le permiten desplazar su efector final a la posición deseada, siempre que se encuentre entre los límites permitidos para el robot. Para los robots con configuración polar, cilíndrica o de brazo articulado, los movimientos del brazo y del cuerpo son:

1. *Transversal vertical: Es la capacidad para desplazar la muñeca hacia arriba o hacia abajo para proporcionar la postura vertical deseada.*
2. *Transversal radial: Implica la extensión o retracción (movimiento hacia adentro o afuera) del brazo desde el centro vertical del robot.*
3. *Transversal rotacional: Es la rotación del brazo alrededor del eje vertical*

Con respecto al movimiento de la muñeca, esta suele tener tres grados de libertad, ésto es lo que le permite al efector final orientarse adecuadamente para tomar o manipular la pieza de trabajo, los movimientos típicos de la muñeca son:

1. *Giro de la Muñeca: También denominado oscilación de la muñeca, implica la rotación del mecanismo de la muñeca alrededor del eje del brazo.*
2. *Elevación de la Muñeca: Si el giro de la muñeca esta en su posición central, la elevación implicaría la rotación arriba o debajo de la misma, a este movimiento también se le denomina flexión de la muñeca.*
3. *Desviación de la muñeca: Si el giro de la muñeca está en su posición central, la rotación implicaría, la rotación a derecha o izquierda de la muñeca.*

Hasta el momento se ha visto que se pueden describir las características físicas de un manipulador robótico, con base en su configuración que a su vez tiene asociado un volumen de trabajo.

Una manera más de describir a un manipulador es por medio de un plan de notaciones de las articulaciones, esto es, si a cada tipo de articulación de las que se han mencionado anteriormente se denota por una letra, de la siguiente forma: Articulación lineal (L), Articulación rotacional (R), Articulación de torsión (T), Articulación de revolución (V).

La configuración física del robot puede denotarse utilizando las letras para describir las articulaciones con las que cuenta, iniciando desde las articulaciones más cercanas a la base y en ese orden hasta la muñeca. Un robot de brazo articulado puede denotarse típicamente sin tomar en cuenta su muñeca de la siguiente manera: *TRR*. Es decir la articulación más próxima a la base es de torsión y las dos siguientes antes de llegar a la muñeca son rotacionales, si se agregara la muñeca de tres grados de libertad comúnmente se denotaría así: *TRRTRT*, de la misma manera, un brazo de coordenadas cartesianas con una muñeca de dos grados de libertad se describiría por lo regular así: *LLLRT*.

[LE99] Con base en la información que se ha estado analizando hasta aquí, se puede revisar ya la anatomía y la forma de construcción que se utilizó en el robot pedagógico.

Por el momento no se tomará en cuenta las articulaciones que tiene asociados un dispositivo que le permite un movimiento automático, a continuación se listan las características anatómicas del manipulador robótico que se propuso.

- Configuración de brazo articulado con 5 grados de libertad
- Volumen de trabajo esfera parcial
- Articulaciones de torsión y rotacionales
- Efecto final tipo pinza
- Plan de notaciones de las articulaciones TRRRT

Esquema de la anatomía del robot propuesto.

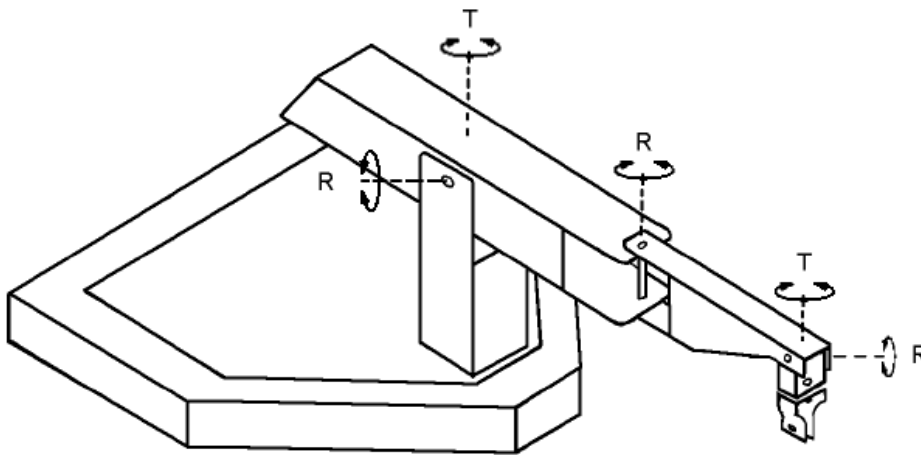


Figura 4.7 Anatomía del brazo robótico

Uno de los objetivos que se persiguió en el diseño del robot pedagógico, es que fuera de fácil construcción, con materiales comunes, además de que debía ser ligero y resistente, es por esto, que los elementos del manipulador robótico que se propuso fueron contruidos completamente en aluminio, material que es resistente y ligero, el brazo se construyó de aluminio tubular cuadrado de 1 ½ pulgadas, el antebrazo fue hecho en aluminio tubular de ½ x 1 ½ pulgadas, la base es de ángulo de aluminio de 1 ½ pulgadas, la muñeca, los soportes para motores y cajas de engranajes son de lámina de aluminio, los engranes son de plástico, y los ejes de fierro soldados con bronce. Para unir los diferentes componentes de los elementos se usaron remaches pop de aluminio de 1/8 de pulgada.

CAPITULO 5

5.1 Ventajas obtenidas por el nuevo arreglo

[LE99] Se elimino la acumulación innecesaria de material en las estaciones cuyo tiempo de ciclo era menor al TT. Se creo un flujo de una pieza a la vez haciendo mas agradable la actividad para el operador. Se genero un flujo ordenado, reduciendo el numero de operaciones y haciendo uso mas eficiente del tiempo de cada operación. Se redujo el numero de movimientos de los materialistas al acomodar estratégicamente cada uno de los componentes. Se elimino el almacenamiento en línea y se cambio por contenedores que manejan solamente determinado tiempo de piezas, por lo tanto el numero de piezas en inventario se redujo dramáticamente. Se eliminaron actividades que no daban valor agregado al producto tales como: tiempos de espera, inspecciones de calidad entre las operaciones, detener embarques justo cuando el producto estaba listo para partir, retrabajos.

5.2 Resultados en piso del nuevo arreglo

Los objetivos fueron logrados y por mucho como a continuación se describe:

- 1.- Una de las metas era mejorar la productividad por operador, antes del nuevo arreglo, se tenia una productividad de 80 unidades por operador, se incremento dramáticamente a 105 unidades por operador (31%)
- 2.- Se redujo el numero de operarios de 16 mas un materialista a solamente 11 y un materialista (23%)
- 3.- Se redujo el espacio en piso de 582.5 metros cuadrados a solamente 330 metros cuadrados (43%)
- 4.- Se redujo el inventario en piso de 65 cajas en proceso a solamente 14 cajas (78%).
- 5.- A la fecha a un año de haber implementado la celda de manufactura, en los últimos reportes de corporativo, las quejas por partes faltantes han desaparecido.

CAPITULO 6

6.1 Conclusiones

Podemos decir que prácticamente el total de faltantes encontrados en línea, llegaba directamente al cliente, al tener que el 82% de las quejas, fue muy similar al 83% de defectos por partes faltantes encontrados en producción. El uso de las herramientas de calidad, diagrama de Paréto, KAIZEN y el uso de celdas fueron herramientas útiles para poner orden en la línea.

Comprobamos que un pequeño cambio en la forma de ver y hacer las cosas, puede darnos resultados sorprendentes. En ocasiones cambios sencillos y sin una inversión importante nos dan mejoras reales en los métricos de productividad y operación.

6.2 Recomendaciones.

- Hacer uso de arreglos en forma de U en procesos donde se manejen diferentes familias de partes.
- Usar sensores como apoyo visual si se tienen que vaciar componentes dentro de cajas o bolsas como parte del proceso.
- Usar sensores si el problema de partes faltantes existe dentro del proceso.
- Hacer uso del TT para balancear adecuadamente el proceso.
- Estar abiertos a ideas nuevas o soluciones sencillas para obtener resultados.
- Hacer uso de robots si existen cuestiones de seguridad y rieso para el operador.

ANEXO I

Estudio del manipulador

Morfología de los robots industriales

Análisis geométrico y cinemático

Análisis dinámico

Morfología de los robots industriales

Indice:

- Introducción
- Características estructurales y prestaciones
- Estructuras mecánicas
- La orientación del órgano terminal: la muñeca
- Elementos de transmisión del movimiento
- Compensación fuerzas de gravedad
- Organos terminales
- Algunos criterios en la selección de robots

Objetivo del manipulador: Situar objetos en el espacio

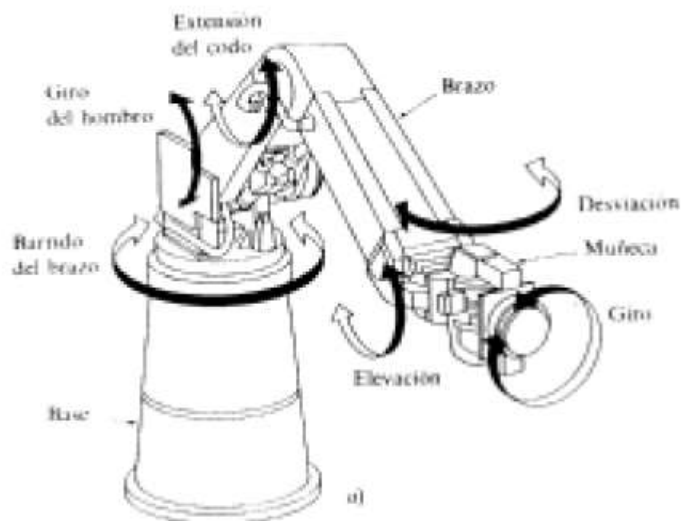
Posicionar (Necesarios 3 g.d.l.).

Orientar (Necesarios 3 g.d.l.).

Manipulador: Estructura mecánica poliarticulada, formada por:

Eslabones o ejes (Sólidos rígidos)

Pares cinemáticos o articulaciones

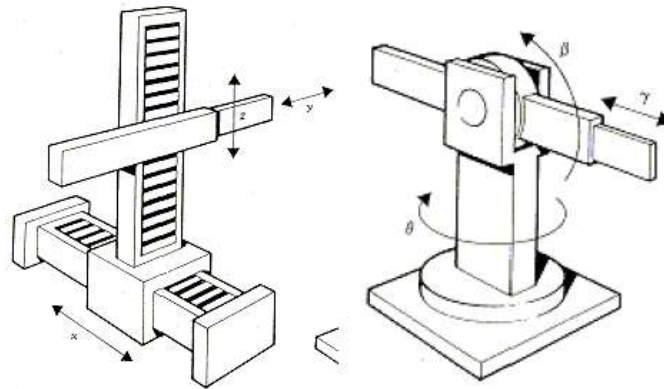


Estructura:

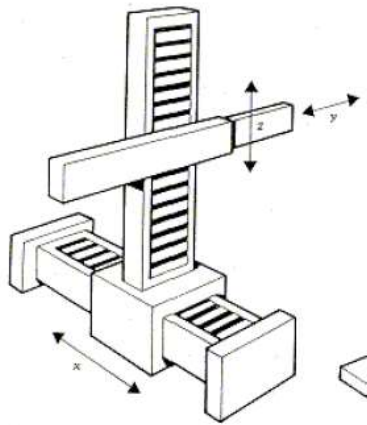
- Brazo: posicionamiento de la muñeca
- Muñeca: orientación definitiva de la herramienta
- Organo terminal: según aplicación

Para un manipulador dado, cada combinación de valores de las articulaciones que unen los eslabones que lo forman constituye una "configuración geométrica" del mismo.

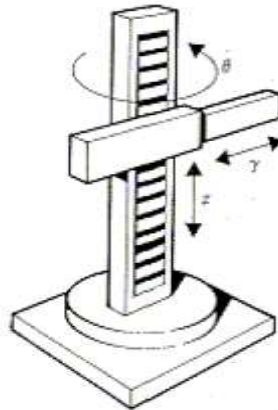
Los pares cinemáticos pueden ser Traslacionales o rotacionales:



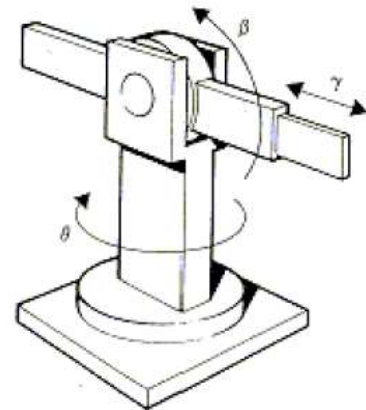
La naturaleza de los pares cinemáticos determina las diversas estructuras mecánicas (Cartesiana, cilíndrica, polar, angular,)



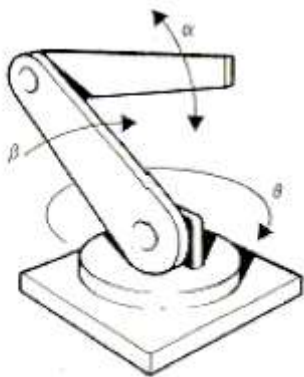
Cartesiana



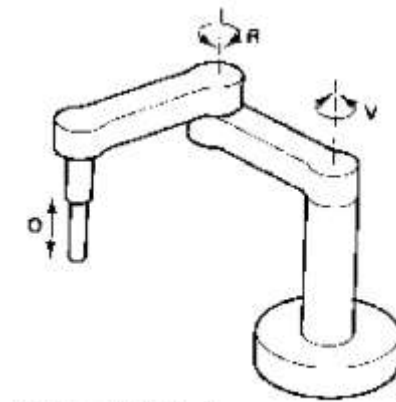
Cilindrica:



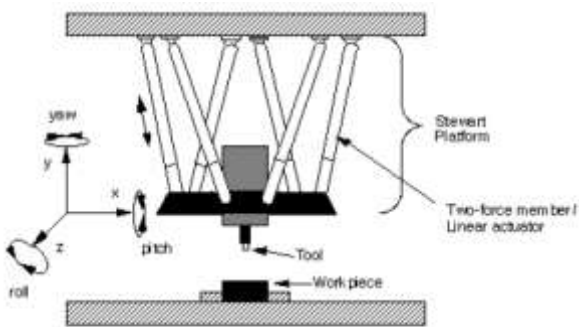
Polar:



Angular:



Scara:



Robot paralelo

ANEXO II

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y PRESTACIONES

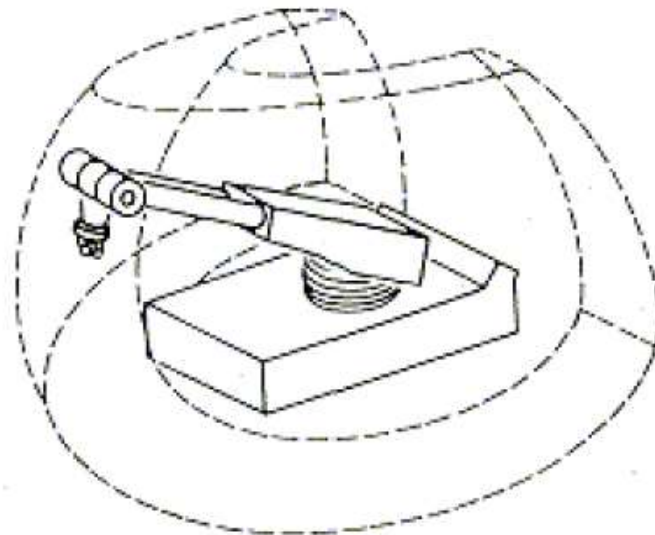
Características estructurales

- Número de articulaciones

El nº de parámetros independientes necesarios para situar arbitrariamente el órgano terminal (g.d.l.) es 6

- Si N° articulaciones > 6 Robot redundante
- Si N° articulaciones = 6 en algunas estructuras es posible adoptar configuraciones en las que una o más articulaciones no aportan grados de libertad: configuraciones singulares

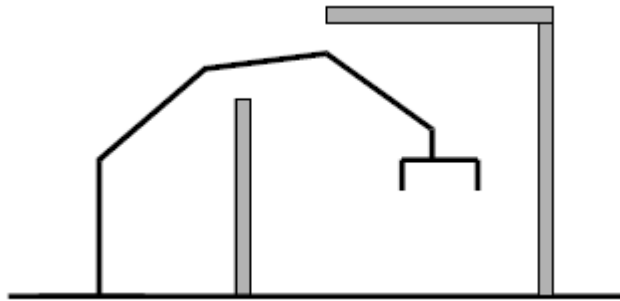
- Dimensiones y caract. mecánicas de los eslabones
- Rigidez estructural: relación entre el esfuerzo aplicado en un extremo, y el desplazamiento respecto a la posición original. Depende de la rigidez de los eslabones y de los elementos de transmisión, así como de las dimensiones de los eslabones.
- Emplazamiento de accionamientos
- Frecuencia de resonancia
- Rango articular
- Volumen de trabajo: espacio engendrado por el extremo del manipulador al moverse en todo el rango articular.



depende de:

- Dimensiones de eslabones
- Rango articular

- Accesibilidad: depende del nº de articulaciones



ANEXO III

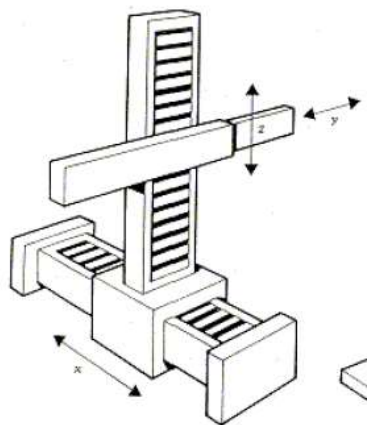
ESTRUCTURAS MECANICAS

Estructura cartesiana:

2 tipos: Pórtico y rectilíneo

características:

- Volumen de trabajo teórico = L^3
- Capacidad de carga independiente de la configuración
- Accesibilidad: el rectilíneo no puede acceder a puntos situados en la base
- Resolución cte. en el volumen de trabajo
- Precisión cte.
- Sistema de control relativamente sencillo (modelo inverso sencillo)
- Aplicaciones: Paletizado, alimentación de máquinas.....

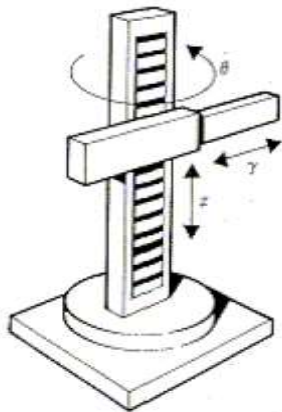
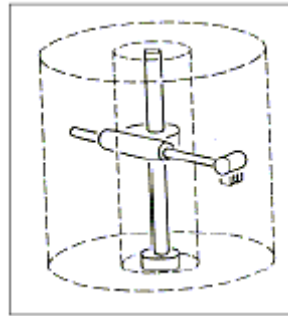


Cartesiana



Estructura cilíndrica:

2 tipos: θ, z, ρ
 z, θ, ρ



Cilíndrica:



características:

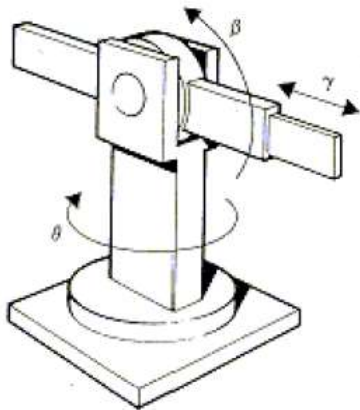
3

- Volumen de trabajo teórico = $9L$
- Capacidad de carga independiente de la configuración
- Accesibilidad: Permite alcanzar zonas a la espalda
- Resolución y precisión variable con la distancia al eje
- Sistema de control más complejo (Transformar $x,y,z - \theta,z,\rho$)
- Aplicaciones: Carga y descarga, alimentación de máquinas.....

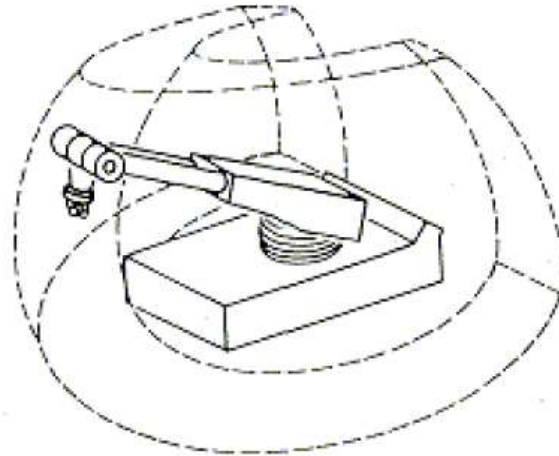
Extructura esférica o polar:

características:

- Volumen de trabajo teórico = $\frac{4}{3} \pi(8L^3-L^3) = 29L^3$
- Para el pendular con giros de $\pm 30^\circ$: $V = 7L^3$

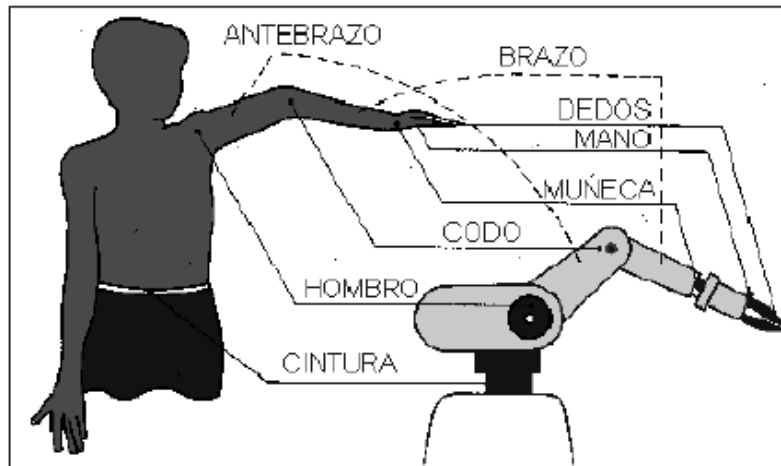


Polar:



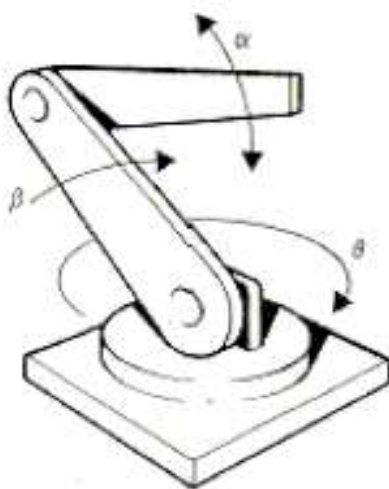
- Capacidad de carga depende de la configuración (disminuye conforme aumenta ρ)
- Accionamientos próximos a la base \Rightarrow reducción de la inercia
- Accesibilidad: Mayor que en el cilíndrico
- Resolución y precisión variable con la distancia al eje
- Sistema de control complejo (Transformar $x,y,z - \theta_1,\theta_2,\rho$)
- Aplicaciones: Carga y descarga, soldadura, montaje....

Extructura angular:



características:

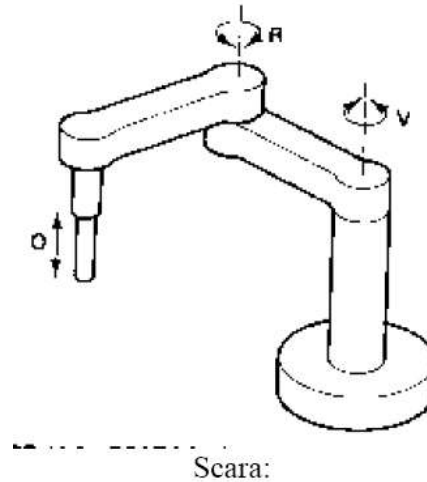
- Volumen de trabajo teórico = $33L^3$
- Capacidad de carga depende de la configuración (disminuye conforme aumenta la distancia al primer eje)
- Accionamientos de la 3ª articulación en el codo => inercia elevada
- Accesibilidad: muy buena, permite acceder a puntos próximos a la base y salvar obstáculos
- Precisión variable con la configuración
- Sistema de control complejo (Transformar x,y,z - $\theta_1,\theta_2,\theta_3$)
- Aplicaciones: Casi todo tipo de tareas



Angular:

Estructura scara:

Tiene su origen en la estructura cilíndrica: $\theta, \rho, z \Rightarrow \theta_1, \theta_2, z$



características:

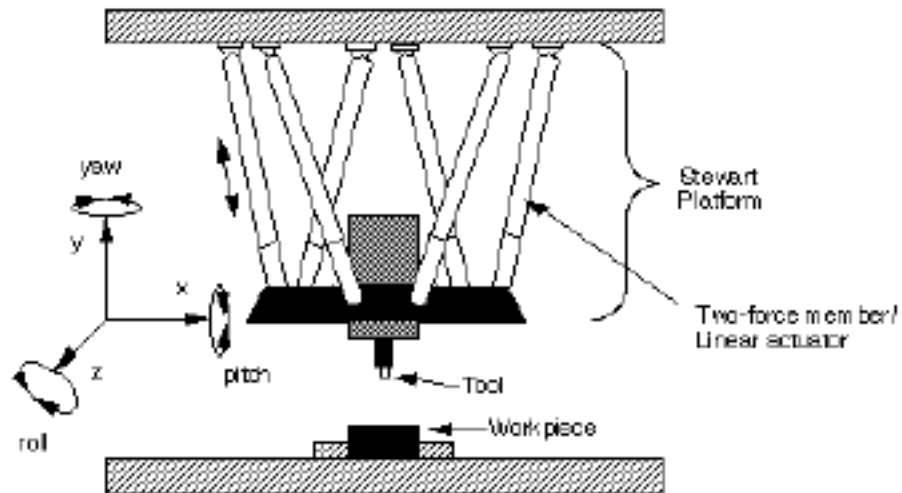
- Volumen de trabajo teórico = $\pi(2L)^2 L = 12.5L^3$
- Capacidad de carga: no depende de la configuración. (el peso está mecánicamente equilibrado por la disposición de las articulaciones)
- Accionamientos de la 3ª articulación en el codo \Rightarrow inercia elevada, aun que no deben compensar efectos gravitatorios
- Accesibilidad: buena, permite salvar obstáculos
- Precisión variable con la configuración, pero mayor que en la angular
- Especialmente indicados para montaje de precisión.

Estructura paralela:

Estructura de 6 grados de libertad (Grübler)

- 6 enlaces rotulianos (2 gdl)
- 6 enlaces prismáticos (1 gdl)
- 6 enlaces esféricos (3 gdl)
- 14 eslabones

Schematic Of A Hexapod Six-Axis Machining Center



características:

- Gran rigidez, robustez y compacidad
- Volumen de trabajo de tipo casquete esférico
- Capacidad de carga: no depende de la configuración.
- Grandes aceleraciones

ANEXO IV

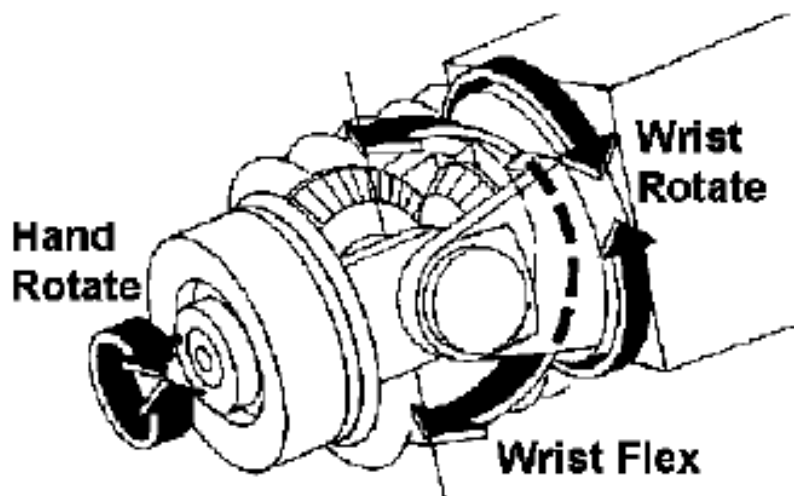
ORIENTACION DEL ORGANNO TERMINAL:

LA MUÑECA

Posicionamiento del extremo del brazo (muñón) por medio de las 3 primeras articulaciones.

Este posicionamiento implica una orientación de base del órgano terminal.

Orientación definitiva del órgano terminal por medio de las 3 últimas articulaciones de tipo rotacional (muñeca).



Según la disposición de los ejes de giro, las muñecas se pueden clasificar en:

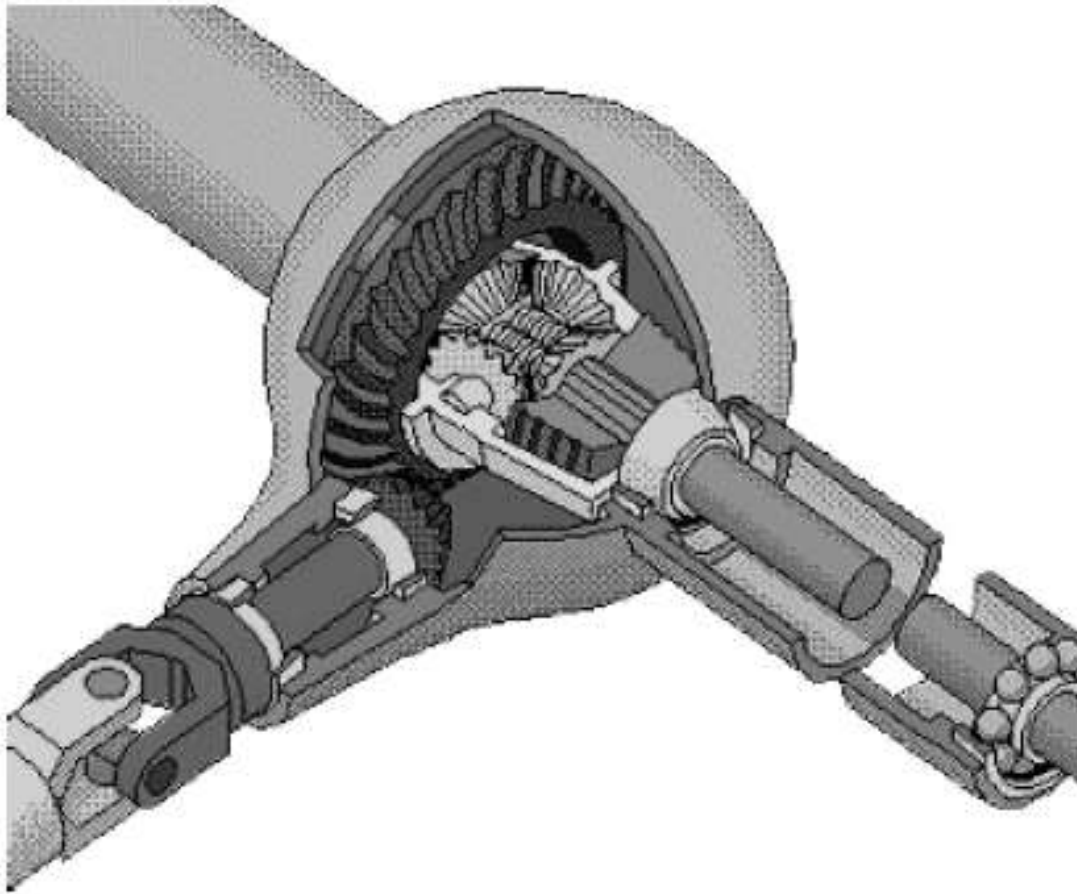
Muñecas Roll - Pitch - Yaw (Elevación - Desviación - giro).

Sus ejes son perpendiculares entre sí.

Muñecas Roll - Pitch - Roll.

Dos de sus ejes son perpendiculares a un tercero. La secuencia de giro corresponde a una representación mediante ángulos de Euler. Son más sencillas de construir y las más extendidas actualmente.

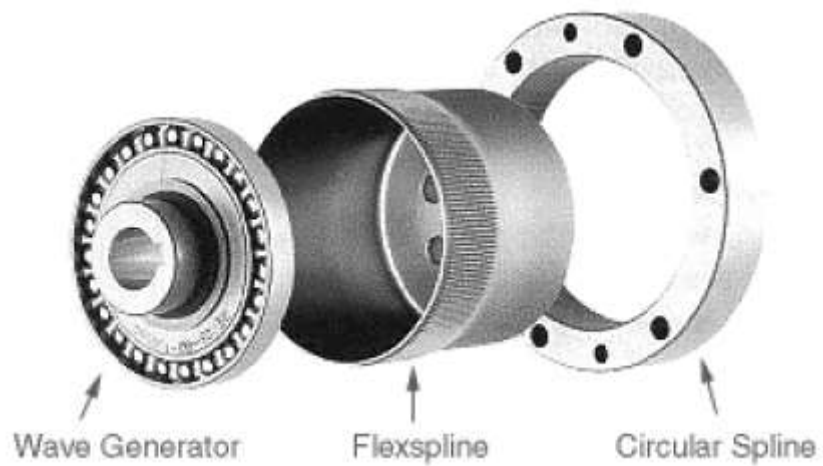
Trenes epicicloidales: el diferencial



Reductores armónicos

Formados por:

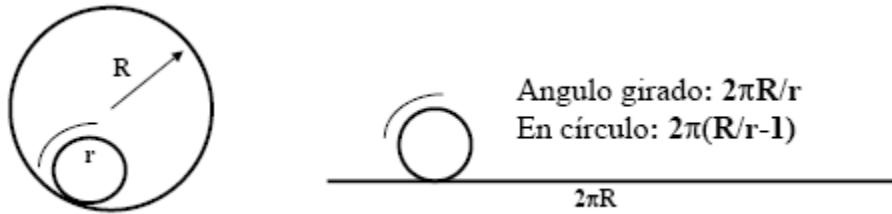
- Generador de onda elíptico (entrada)
- Flexpline de acero dentado (salida)
- Corona circular dentada



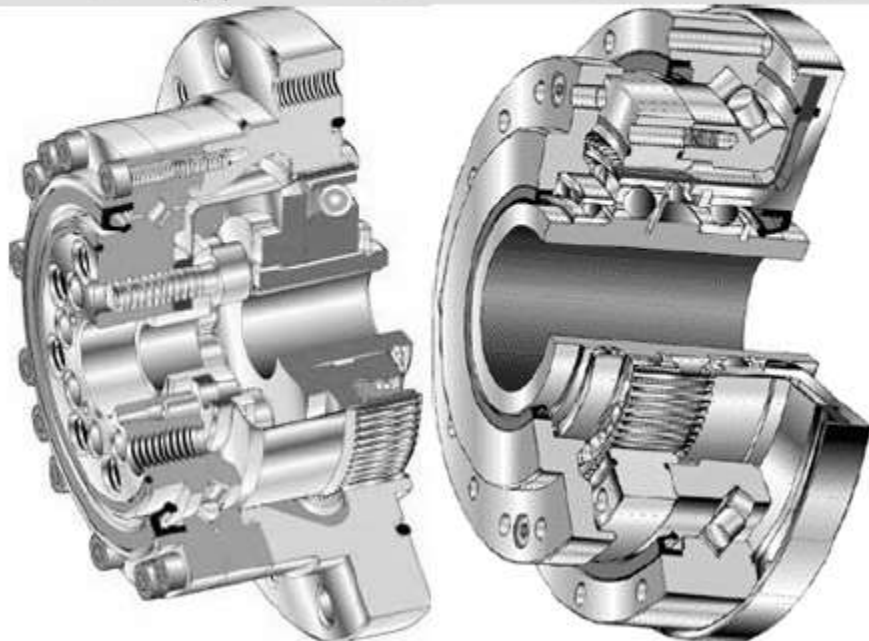
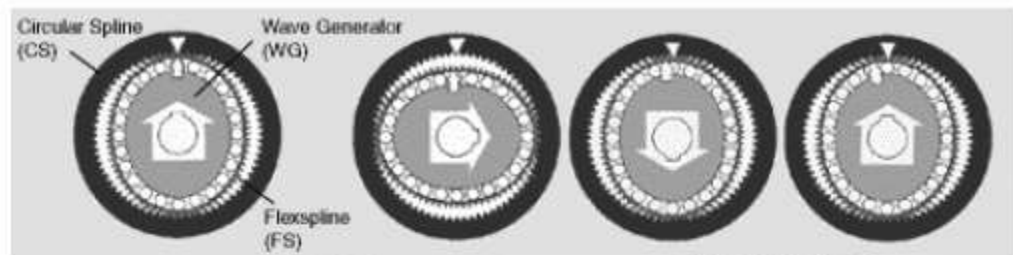
Características:

- Gran relación de reducción / transferencia de par (1:320).
- Ligero, pequeño y diseño simple.
- Gran precisión y repetibilidad. Sin holguras
- Baja fricción

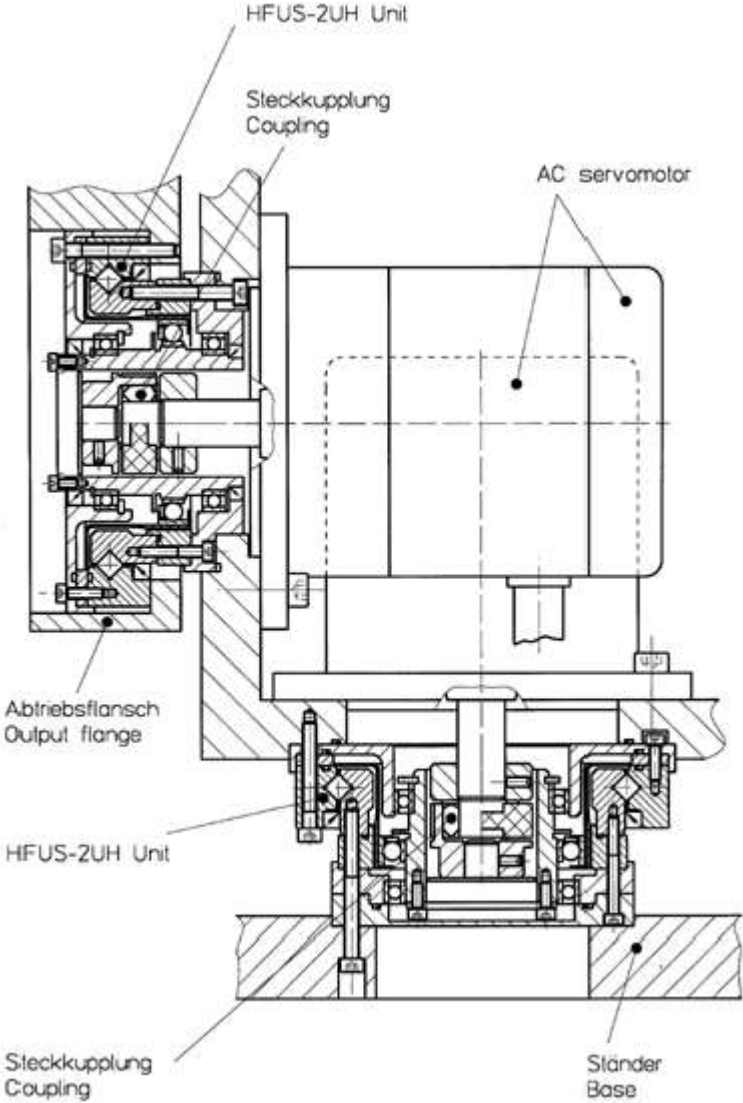
Principio de funcionamiento:



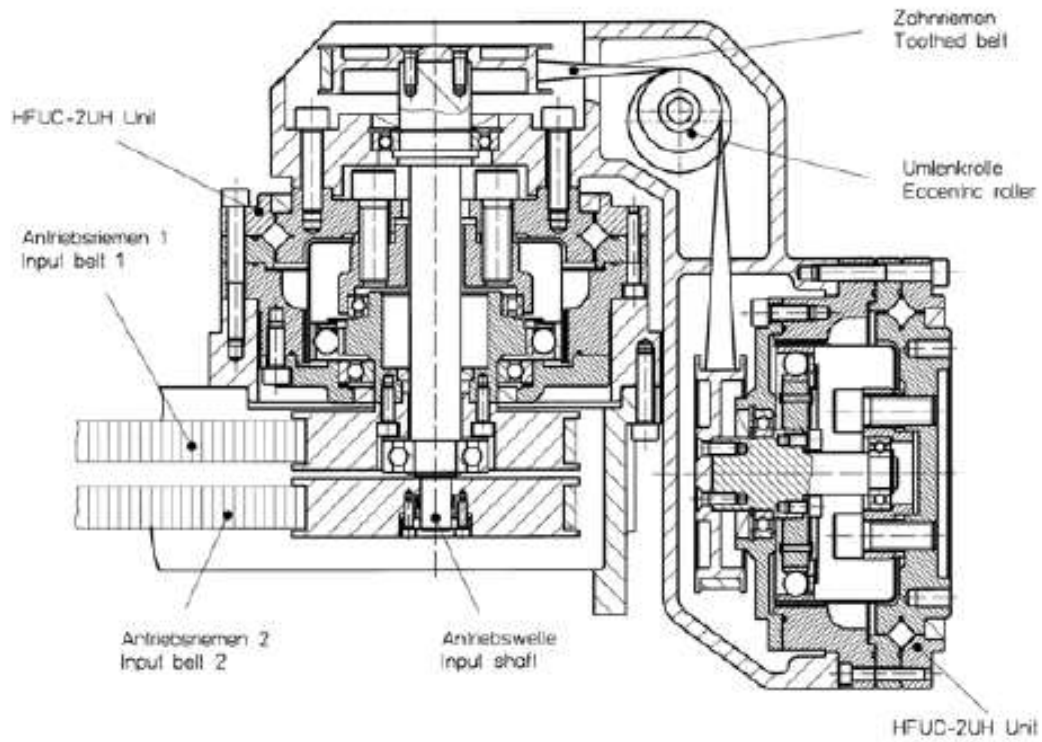
- Si r es similar a R , r puede ser enorme
- ¡El centro describiría una circunferencia!. Solución: flexpline con un elemento que le “obligue” a engarzar



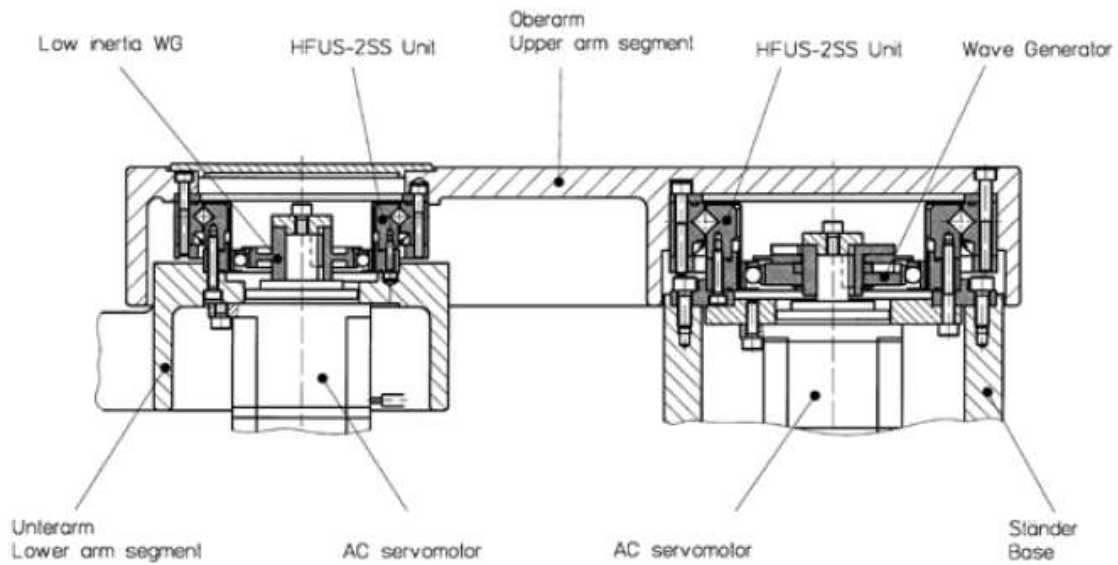
Ejemplo de articulación robot



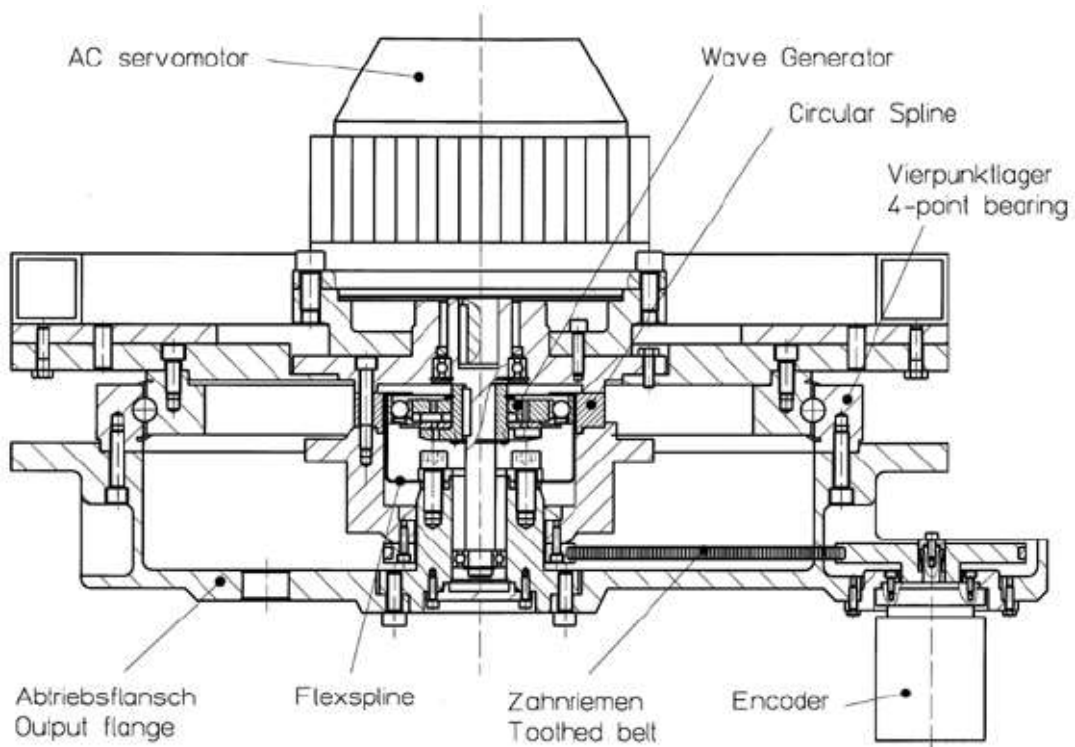
Ejemplo: articulaciones 5 y 6 de muñeca robot



Ejemplo: articulaciones 1 y 2 de robot SCARA



Ejemplo: articulación 1 de robot angular



COMPENSACION FUERZAS DE GRAVEDAD

El peso de los sólidos del manipulador suele exceder en varias veces el peso del objeto manipulado.

Los accionamientos deben compensar su propio peso, tanto en reposo como en movimiento.

Inconvenientes:

- Potencia de los accionamientos superior a la necesaria.
- Comportamiento asimétrico en movimiento.
- En reposo se debe asegurar la inmovilidad de la estructura del manipulador.
- Evitar la caída de los sólidos del manipulador en caso de pérdida de energía.

Soluciones:

- Mecanismo tornillo - tuerca irreversible
- Frenos mecánicos
- Contrapesos (incrementan la inercia del sistema)
- Resortes (no incrementan la inercia del sistema)
- Cilindros neumáticos

ANEXO V

ALGUNOS CRITERIOS DE SELECCION DE UN ROBOT

La elección está directamente relacionada con la tarea a realizar, e intervienen diversos factores:

Espacio de trabajo:

Tamaño del brazo

Tipo de articulaciones (configuración estructural)

- Prismáticas => Objetos a distancia de la base
- Rotacionales => Trabajo en zonas próximas

Accesibilidad:

Indice de movilidad

Rango de movimiento de las articulaciones

Precisión:

Indice de movilidad

Disposición de las articulaciones (configuración estructural)

Carga a portar:

Capacidad de carga

2002 World robot market

Installations and operational stock of multipurpose industrial robots in 2001 and 2002 and forecasts for 2003-2006.
Number of units

Country	Yearly installations				Operational stock at year-end			
	2001	2002	2003	2006	2001	2002	2003	2006
Japan	28,369	25,373	27,300	33,900	361,232	350,169	344,000	333,400
United States	10,813	9,955	11,400	14,500	97,257	103,515	111,100	135,200
European Union	30,735	25,866	26,600	31,800	219,515	233,139	248,100	303,500
Germany	12,706	11,867	12,000	13,900	99,195	105,217	111,300	136,400
Italy	6,373	5,470	5,700	6,600	43,911	46,881	50,500	62,000
France	3,484	3,012	2,900	3,300	22,753	24,277	25,900	31,700
United Kingdom	1,941	750	800	1,100	13,411	13,651	13,700	14,400
Austria a/	330	670			3,153	3,521		
Benelux a/	620	620			8,590	8,674		
Denmark	330	249			1,883	1,853		
Finland	408	248			2,927	3,023		
Portugal	100	100			800	844		
Spain	3,584	2,420			16,378	18,352		
Sweden	859	460			6,714	6,846		
Other Europe	698	744	800	1,100	11,002	11,013	10,500	12,100
Czech Rep. a/	70	90			985	1,025		
Hungary	27	64			120	176		
Norway	98	80			618	664		
Poland	20	150			520	644		
Russian Fed. a/	150	190			5,000	5,000		
Slovakia b/								
Slovenia b/								
Switzerland a/	333	170			3,759	3,504		
Asia/Australia	5,310	5,108	5,600	7,500	56,997	60,412	64,300	73,300
Australia	270	510			2,953	3,310		
Rep. of Korea (all types of industrial robots)	4,080	3,998			41,267	44,265		
Singapore a/	300	100			5,458	5,346		
Taiwan, Province of China	660	500			7,319	7,491		
Other countries a/	2,250	1,520	1,700	2,300	10,374	11,640	12,900	17,800
Subtotal, excl. Japan and Rep. of Korea	45,726	39,195	41,800	51,900	353,878	375,454	446,900	541,900
Total, including Japan and Rep. of Korea	78,175	68,566	73,400	91,100	756,377	769,888	838,400	875,300

Sources: UNECE, IFR and national robot associations.

ORGANOS TERMINALES PARA ROBOTS

INTRODUCCION

En el extremo de la cadena cinemática de todo manipulador se encuentra el órgano terminal, cuya naturaleza depende íntimamente de la aplicación para la cual se utilice el robot industrial.

Caso del hombre: mano humana.

Las aplicaciones industriales no requieren un Índice de movilidad como el de la mano humana. En el caso de manipulación de objetos muchas veces sólo son necesarias garras de 2 dedos de 1 g.d.l.

Cuanto mayor sea el nº de grados de libertad, mayor complejidad mecánica y de control.

En caso de procesado y mecanizado de piezas el órgano terminal será la correspondiente herramienta de procesado directamente acoplada a la muñeca.

En ocasiones es necesario incrementar la percepción del entorno mediante sensores acoplados al órgano terminal (Caso de ensamblado de piezas, y de mecanizado). Se usarán sensores de proximetría, tacto, y esfuerzos.

ORGANOS TERMINALES

Elección del órgano directamente relacionada con la aplicación.

Tipos de aplicaciones:

Manipulación

Ensamblado

Procesado

Medida e inspección

a) Manipulación

El órgano terminal debe poder agarrar objetos y sustentarlos durante su movimiento.

En la mayor parte de las veces se usan órganos terminales de pocos g.d.m.

La elección del elemento de sustento y agarre dependerá de:

- Forma y tamaño de las piezas a manipular.
- Su flexibilidad y fragilidad.
- El coeficiente de rozamiento de la superficie del objeto, así como de los dedos que lo manipularán, y la aceleración a la que se verá sometida. => Puede ser necesario un control de la presión del mecanismo de agarre sobre la pieza => Sensor de esfuerzos.

Los órganos terminales que se utilizan son:

- Garras Sencillas (2,3 dedos de 1 g.d.m.), múltiples y poliarticuladas
- Ventosas (planchas)
- Pinzas adhesivas (tejidos)
- Pinzas magnéticas.
- Dispositivos específicos (Ganchos, cucharas, etc..)

b) Ensamblado

El robot entra en contacto con otros objetos, ejerciendo fuerzas o momentos sobre ellos.

Se utilizan garras que disponen de dispositivos que facilitan la acomodación del movimiento a las restricciones de la tarea.

Estos dispositivos pueden ser:

- Pasivos: resortes que aumentan la flexibilidad del órgano terminal.
- Activos: utilizan sensores de esfuerzos para acomodar el movimiento.

c) Procesado

Inicialmente realizadas por máquinas - herramienta. (El robot era utilizado para la alimentación de dicás máquinas.

Actualmente, es el propio robot el que realiza las operaciones de procesado.

El órgano terminal dependerá del tipo de proceso:

- Soldadura por puntos.
- Soldadura por arco.
- Pintura a pistola.
- Corte por láser.
- Taladradura.
- Pulido y desbastado, etc...

Algunos procesos requieren la existencia de sensores que ayuden a controlarlos.

d) Medida e inspección

Los dispositivos pueden ser:

- Con contacto (sensores táctiles).
- Sin contacto (ultrasonidos, láser).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.-

- [JH01] “Gerencia de Operaciones “ de Jay Heizer y Barry Render, 2001
- [SH99] “Manual de sistemas celulares de manufactura “ de Shahrukh A. Irani, ISBN 0-471-12139-8 1999 John Wiley & Sons, Inc.
- [DG01] “Implementación de un método para la distribución física de la Planta“, Ing. Demetrio García Salinas, Ciudad Universitaria, Octubre 2001.
- [GG99] “Justo a Tiempo y Calidad Total, principios y aplicaciones “ Ing. Gustavo Gutiérrez Garza, Quinta edición, ediciones Castillo, S.A. de C.V., Monterrey N.L.1999.
- [TBM] “KAIZEN piso de fabrica”, TBM Consulting grupo., Inc. Enero 2002.
- [KH01] “Manual del Ingeniero Industrial “, K. Hodson William. Maynard, tomo II, cuarta edición, Mc Graw Hill, México Septiembre 2001.
- [JG99] “Calidad como forma de vida “ Ing. José Guadalupe Valdés López, CD. Universitaria, Septiembre 1999.
- [LE99] “Mechanical Engineering Handbook“, Lewis; et. Al. ROBOTICS, Ed. Frank Keith Boca Raton: CRC Press LLC, 1999.

LISTADO DE GRAFICAS.-

1.7	Metodología	9
2.4.1	Como se lleva a cabo KAIZEN	12
2.2.1.a	Estandarización	13
3.1	Registro de llamadas con quejas	16
3.2.a	Defectos en Línea	17
3.3.4	Grafica de tiempos de ciclo antes de balancear	21
3.4.4	Grafica de tiempos de ciclo después de balancear	25
	2002 World robot market	54

LISTADO DE FIGURAS.-

Figura 4.1	Cilíndrico	27
Figura 4.2	Esfera parcial	27
Figura 4.3	Articulación Lineal	28
Figura 4.4	Articulación Rotacional	28
Figura 4.5	Articulación de Torsión	28
Figura 4.6	Articulación de Revolución	28
Figura 4.7	Anatomía del brazo robótico	30

AUTOBIOGRAFIA.-

Mauricio Alejandro Méndez Villa, nació el 27 de Marzo de 1972 en la ciudad de Monterrey N.L., siendo su Madre, la Sra. María Teresa Méndez Villa (*Q.E.P.D.*), y sus abuelos maternos el Sr. Ponciano Méndez Barrientos (*Q.E.P.D.*) y la Sra. Francisca Villa de Méndez (*Q.E.P.D.*). Esta casado con Beatriz Flores Sánchez y tiene dos hijos, Arelli Mayte Méndez Flores y Mauricio Alejandro Méndez Flores.

Curso sus primeros estudios en la Escuela Primaria Dr. Ignacio Morones Prieto en 1978, llevo a cabo la siguiente etapa en la Secundaria Federal No. 17 Alfonso Reyes, en el año de 1984. Los estudios de nivel medio superior los realizo en la Preparatoria No. 22 de la Universidad Autónoma de Nuevo León a partir del año de 1987. Empieza su carrera en el año de 1989 en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, graduándose como Ingeniero Mecánico Electricista en el año de 1994. Inicia su Maestría en Ciencias de la Manufactura con especialidad en Automatización en el año 2000.

Ha laborado en diferentes compañías dentro de las cuales sus actividades han ido desde la supervisión de personal hasta la puesta en marcha de diferentes proyectos en el ambito de manufactura. Actualmente se encuentra laborando en MONTROI, S.A. de C.V. una planta de MATTEL, como Ingeniero de Manufactura.