



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA Y
COMUNICACIONES**

**Seminario de Graduación “Proyectos de Conectividad y
Redes de Comunicación, Administración de Redes y
Servicios, Seguridad Industrial, Normativas de Calidad y
Automatización Robótica (Mecatrónica)”**

TEMA

**“DISEÑO DE UN ROBOT CARTESIANO PARA ORDENAR
ELEMENTOS ELECTRÓNICOS (CIRCUITOS INTEGRADOS)”**

**Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención
del título de Ingeniera Electrónica y Comunicaciones**

AUTOR (A): GISELA ELIZABETH EIVAR TOSCANO

AMBATO - ECUADOR

Marzo - 2009

APROBACION DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema “DISEÑO DE UN ROBOT CARTESIANO PARA ORDENAR ELEMENTOS ELECTRONICOS”, de Gissela Elizabeth Eivar Toscano, estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e industrial, Universidad Técnica de Ambato considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometidos a la aprobación por parte del Honorable Consejo Directivo.

Ambato, Marzo

2009.

EL TUTOR

Ing. Ismael Minchala

AUTORIA

El presente trabajo de investigación “DISEÑO DE UN ROBOT CARTESIANO PARA ORDENAR ELEMENTOS ELECTRONICOS”. Es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Marzo 2009.

Gissela Elizabeth Eivar T.
C.I. 180388375-8

Dedicatoria

Con mucho orgullo y acendrada devoción, dedico este proyecto a mis padres, esposo y hermanas quienes me han apoyado incondicionalmente, y a mi hijo quien es mi inspiración y mi razón de vivir.

Agradecimiento

Primeramente agradezco a Dios quien me dio la oportunidad de vivir y las ganas de luchar, planteándome un objetivo para la superación personal.

También quiero gratificar a mis padres, ingenieros y demás personas que directa e indirectamente han contribuido en la elaboración de este proyecto, en especial al Ing. Ismael Minchala por ser mi guía quien siempre estuvo dispuesto a ayudarme.

Índice general de contenidos

PAGINAS PRELIMINARES

	Pag.
i	i
ii	ii
iii	iii
iv	iv
v	v
vi	vi
vii	xi

CAPITULO I EL PROBLEMA

1.	Tema	1
1.2	Planteamiento del Problema	1
1.2.1	Contextualización	1
1.2.2	Análisis Crítico	2
1.2.3	Prognosis	3
1.3	Formulación del Problema	3
1.3.1	Preguntas directrices	3
1.3.2	Delimitación del problema	3
1.4	Justificación	3
1.5	Objetivos de la investigación	4
1.5.1	Objetivo General	4
1.5.2	Objetivos Específicos	4

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes Investigativos	5
2.2.	Fundamentación	5
2.2.1	Fundamentación Legal	5
	Conatel	6

Senatel	7
2.2.2 Fundamentación Teórica	7
Inteligencia artificial (IA)	7
Nacimiento de la IA	8
Características de la IA	10
Escuelas de pensamiento	12
Inteligencias múltiples	13
Tecnologías involucradas	15
Panorama de la inteligencia artificial	15
Investigación y desarrollo en áreas de la I.A.	16
Las áreas de investigación de la I.A.	17
Áreas de aplicación de la I.A.	17
Futuro de la IA.	17
Sistemas expertos	18
Estructura básica de un SE	19
Tipos de SE	19
Ventajas y limitaciones de los sistemas expertos	19
Limitaciones	20
Ejemplos importantes	20
Tareas que realiza un sistema experto	21
Redes neuronales	24
Red neuronal artificial	25
Funcionamiento	25
Diseño y programación de una rna	26
Estructura	27
Ventajas	28
Aplicaciones	28
Robótica	30
Antecedentes históricos	31
Tres leyes de la robótica	35
Robótica industrial	36
Clasificación de los robots industriales	38
Robots de primera generación	38
Robots de segunda generación	38
Robots de tercera generación	39

Robots móviles	39
Robots cartesianos	39
Robots giratorios	40
Robots mezclados giratorios- prismáticos	40
Robots distribuidos.	40
Robots en paralelo	40
Robots de eslabones flexibles	40
Componentes	41
Manipulador	43
Articulaciones	44
Controlador	47
Dispositivos de entrada y salida	48
Dispositivos especiales	50
Principales características de los robots	51
Grados de libertad	51
Espacio (volumen) de trabajo	52
Precisión de los movimientos	58
Sistemas de impulsión	59
Electrónica	60
Elementos electrónicos	60
Tubos de vacío	60
Transistores	61
Bobinas	63
Resistencias	63
Condensadores	63
Dispositivos de detección y transductores	64
Circuitos integrados	65
Clasificación	66
Circuitos integrados analógicos.	66
Circuitos integrados digitales.	66
Limitaciones de los circuitos integrados	67
Los circuitos eléctricos disipan potencia.	67
Capacidades y autoinducciones parásitas	67
2.3 Formulación de Hipótesis	69
2.4 Variables	69

2.4.1	Variable Independiente	69
2.4.2	Variable Dependiente	69

CAPITULO III
METODOLOGIA

3.1	Enfoque	70
3.2	Modalidad básica de la investigación	70
3.2.1	Investigación Bibliográfica-Documental	70
3.3	Nivel o tipo de investigación	71
3.3.1	Descriptivo	71
3.4	Población y muestra	71
3.4.1	Población	71
3.4.2	Muestra	71
3.5	Recolección de la información	71
3.5.1	Plan de Recolección de Información	71
3.6	Procesamiento y análisis de la Información	71
3.6.1	Plan que se empleará para procesar la información recogida.	71
3.6.2	Plan de análisis e interpretación de resultados	72

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	73
4.2	Recomendaciones	74

CAPITULO V
DISEÑO DE UN ROBOT CARTESIANO

5.1	Datos Informativos	75
5.2	Antecedentes de la Propuesta	75
5.3	Justificación	76
5.4	Objetivos	77

Objetivo General	77
Objetivos Específicos	77
5.5 Análisis de Factibilidad	77
5.6 Fundamentación	78
5.7 Metodología	80

ANEXOS

Bibliografía	90
--------------	----

Resumen Ejecutivo

La mecatrónica se creó pensando en ayudar al ser humano para que cumpla sus funciones con eficiencia y eficacia, y por ende a las entidades tanto públicas como privadas por lo que deben ponerse al día con los avances tecnológicos para utilizarlos a su favor con el fin de agilizar sus procesos y brindar un buen servicio. Los Robots Tipo Pórtico son sistemas de coordenadas cartesianas que utilizan tres dispositivos deslizantes perpendiculares para construir los ejes x , y , z . Otros nombres se aplican a veces a esta configuración, incluyendo la del robot Cartesianos, el x , y , z . Con este robot se pueden obtener grandes precisiones.

La investigación realizada sobre los diferentes tipos de robots y en particular al autómatas cartesiano, los recursos que se utilizan y las necesidades que tienen respecto a los servicios que les puede proporcionar la tecnología, son muy confiables para los requerimientos necesarios de alguna empresa

A partir de la no existencia de los robots en la mayoría de los pequeños negocios, se hace obvia la necesidad de diseñar y verificar el comportamiento y el área de trabajo del androide, para cumplir las necesidades de las distintas instituciones.

Una primera fase, es buscar un bosquejo práctico que cumpla con todos los requerimientos necesarios para ordenar elementos electrónicos, una segunda fase será el realizar el diseño del androide con ayuda del software denominado Inventor; y por ultimo verificar el buen funcionamiento de dicho autómatas, que comprende el análisis y evaluación del trabajo que se presenta en este documento, que es el historial del presente proyecto que se pone a su consideración.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1. TEMA

Diseñar un robot cartesiano para ordenar elementos electrónicos (Circuitos integrados)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACION

Un robot es una máquina controlada por ordenador y programada para moverse, manipular objetos y realizar trabajos a la vez que interacciona con su entorno.

Hay muchos trabajos que las personas no las realizan, ya sea por ser aburrido o bien peligroso, siempre se va a tratar de evitar para no hacerlo. Ahora los robots son ideales para trabajos que requieren movimientos repetitivos y precisos. Una ventaja para las empresas es que los humanos necesitan descansos, salarios, dormir, y una área segura para trabajar, los robots no. La fatiga y aburrimiento de los humanos afectan directamente a la producción de una compañía, los robots nunca se aburren por lo tanto su trabajo va a ser el mismo las 24 horas diarias, los 7 días de la semana, por tanto todos los días del año.

El noventa por ciento de robots trabajan en fábricas, y más de la mitad hacen automóviles. Las compañías de carros son tan altamente automatizadas y la mayoría de los humanos supervisan o mantienen los robots y otras máquinas.

Otro tipo de trabajo para un robot es barajar, dividir, hacer, etc. en fábricas de comidas. Por ejemplo, en una fábrica de chocolates los robots arman las cajas de chocolates. ¿Cómo lo hacen? Son guiados por un sistema de visión, un brazo robótico que localiza cada pieza de chocolate y de forma gentil sin dañar al producto lo separa y divide.

Es así como la concepción universal respecto del tema ha llevado a cada nación a organizarse con el objeto de configurar variados modelos al servicio de este objetivo. En este contexto siempre se concibió al Robot como un agente muy benéfico para realizar tareas repetitivas o delicadas. Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos la robótica en nuestro país y provincia ha mejorado considerablemente por lo que se puede visitar empresas o instituciones que estén implementando o en proceso para efectuar un robot tipo scara, cartesiano, funcioide, etc.

En la actualidad nuestra ciudad, Ambato, cuenta con muy pocos proyectos con estas características por lo tanto el presente estudio surge ante la necesidad de realizar tareas repetitivas de forma más rápida, barata y precisa que los seres humanos

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

En nuestro país contamos con diferentes tipos de robots pero la falta de implementación en ciertos lugares, específicamente en las empresas de ciudades pequeñas hace que aparezcan muchos inconvenientes como son que el ser humano necesita de descanso, comida, muchas veces se distraen, esto trae como consecuencia retraso en la producción, trabajos mal elaborados, etc.

Este es el motivo por el que se plantea este proyecto, para evitar pérdidas económicas, o muchas veces humanas cuando son empresas que trabajan con elementos inflamables, cortantes o corrosivos.

Al implementarse dicho proyecto también permitirá que inmediatamente se adapte el robot a los cambios de producción solicitadas por la demanda variable.

El estudio de un diseño de un scara será efectuado con todos los requerimientos y normas, garantizando el correcto funcionamiento en todo momento.

1.2.3 PROGNOSIS

Al no dar solución a los problemas producidos en una empresa por la falta de la implementación de un robot cartesiano para ordenar elementos electrónicos, existirá mayor riesgo de accidentes, pérdidas económicas y por ultimo elementos electrónicos dañados si son circuitos integrados CMOS.

Al diseñar un robot cartesiano se estará evitando todos los problemas antes mencionados, por tal motivo al realizar los cambios correspondientes se espera una transformación en todos los aspectos.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Que incidencias tiene el diseño de un robot cartesiano para ordenar elementos electrónicos (Circuitos integrados)?

1.3.1 PREGUNTAS DIRECTRICES

1.3.1.1 ¿Qué procedimiento deberíamos seguir para diseñar las articulaciones del robot cartesiano?

1.3.1.2 ¿Qué herramientas matemáticas se usara para crear un androide tipo cartesiano?

1.3.1.3 ¿Qué beneficios se obtendría con el proyecto de un autómata cartesiano?

1.3.1.4 ¿Cuáles son las óptimas correcciones para plantear el autómata?

1.3.2 DELIMITACIÓN

El presente trabajo investigativo se realizará basado en la información referente a la robótica, el software usado para la construcción de las articulaciones del robot, el ensamblaje y simulación; en el periodo 19 de Enero al 30 de Marzo 2009 con una población de 8 docentes de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Ciudad de Ambato.

1.4 JUSTIFICACION

El presente trabajo investigativo es de suma importancia porque busca resolver los problemas que aquejan a las pequeñas y micro empresas como son las electrónicas.

Los avances tecnológicos han permitido diseñar un autómatas para realizar tareas precisas y en el menor tiempo posible, motivo por el cual el diseño del androide a más de realizar labores repetitivas y baratas evitará que existan accidentes.

Todo esto permitirá un mayor desarrollo en las pequeñas y micro empresas. El presente trabajo permitirá aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Electrónica y Comunicaciones, dando solución a un problema como es la pérdida de tiempo ya que el hombre tiene necesidades básicas por lo tanto no existe una buena atención al cliente.

Al diseñar un robot cartesiano los pequeños empresarios obtendrán muchos beneficios porque se optimizara tiempo y dinero, además se obtendrá posicionamiento rápido y preciso.

Este proyecto es viable de realizar porque contamos con los conocimientos, medios y recursos económicos necesarios para el diseño de un robot tipo cartesiano.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

1.5.1.1 Diseñar un robot cartesiano para ordenar elementos electrónicos (Circuitos integrados)

1.5.2 Objetivos Específicos

1.5.2.1 Investigar los procedimientos a seguir para diseñar las articulaciones del robot cartesiano.

1.5.2.2 Analizar las herramientas matemáticas que se usara para crear un androide tipo cartesiano

1.5.2.3 Realizar un estudio acerca de las transmisiones, reductores actuadores, sensores y elementos mecánicos requeridos para plantear el autómatas

1.5.2.4 Investigar los beneficios que se obtendría con el proyecto de un autómatas cartesiano

1.5.2.5 Analizar las interferencias del sistema para determinar las más óptimas correcciones

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Previa la investigación realizada en los archivos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e industrial de la Universidad Técnica de Ambato, no existe ningún proyecto de pasantía o tesis sobre “DISEÑO DE UN ROBOT CARTESIANO”

2.2. FUNDAMENTACION LEGAL

ORGANISMOS DE CONTROL DE TELECOMUNICACIONES

Hablar de los inicios del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) y de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) nos abre una ventana hacia los hechos más destacados que motivaron la creación de estos importantes organismos del sector.

El 30 de agosto de 1995 se impulsó la reforma a la Ley Especial de Telecomunicaciones, así como la aprobación de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

Se destaca como fundamental reforma de esa Ley, la independencia de funciones que fueron otorgadas a los organismos creados, esto es: el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), como ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el Ecuador, incluyendo el espectro radioeléctrico; como el Administrador de las Telecomunicaciones en el Ecuador ante la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT); y, con facultades para ejercer la representación a nombre del Estado; la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SNT), como ente encargado de la ejecución e implementación de las políticas y regulación de telecomunicaciones

emanadas del CONATEL, incluyendo el Plan Nacional de Frecuencias aprobado por el CONATEL (excepto las bandas de radio y televisión de competencia del CONARTEL y las de servicio móvil marítimo administrados por la Armada Nacional); y, la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL) como el organismo de control y monitoreo del espectro radioeléctrico, así como de supervisión y control de operadores y concesionarios.

Con la promulgación, en el mes de marzo de 2000, de la Ley para la Transformación Económica, se reorienta la política para el sector de telecomunicaciones hacia el régimen de libre competencia de los servicios, plasmada en la reforma del artículo 38 de la Ley Especial de Telecomunicaciones, delegando así al CONATEL la elaboración y promulgación de un apropiado marco regulatorio para propiciar el mercado en condiciones de libre competencia.

Para afrontar el nuevo reto, desde el año 2000 hasta la presente fecha, tanto el CONATEL como la SENATEL, vienen trabajado conjuntamente por el fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones, dirigiendo sus esfuerzos hacia la consolidación de un mercado en apertura, con alto nivel competitivo, dentro de un marco regulatorio con garantías y seguridad jurídica.

Las políticas del CONATEL y del SENATEL son:

CONATEL

1. Velar por el estricto cumplimiento y respeto a los derechos de los usuarios en materia de servicios de telecomunicaciones.
2. Consolidar la apertura del mercado de las telecomunicaciones en el país que elimine las distorsiones existentes y que atraiga la inversión.
3. Incentivar la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura y prestación de servicios de telecomunicaciones en un marco de seguridad jurídica y de libre y leal competencia.
4. Incentivar la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura y prestación de servicios de telecomunicaciones en un marco de seguridad jurídica y de libre y leal competencia.
5. Fortalecer la presencia del Ecuador en la esfera subregional, regional y mundial en materia de telecomunicaciones.

6. Promover un cambio del marco legal acorde a los avances tecnológicos y libre mercado.
7. Propender a que la sociedad ecuatoriana obtenga el acceso y servicio universal de telecomunicaciones en forma ágil, oportuna, con calidad adecuada y a precios justos.
8. Promover el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) para garantizar el acceso de todos los ecuatorianos a la Sociedad de la Información.
9. Fomentar el acceso y uso de Internet, así como sus aplicaciones en el ámbito social como educación y salud.
10. Promover la generación de capital humano especializado para el sector de Telecomunicaciones.

SENATEL

1. Formular un marco regulatorio adecuado, para el desarrollo de las telecomunicaciones.
2. Brindar servicios eficientes y de calidad a los usuarios de la institución.
3. Coadyuvar al Desarrollo Nacional a través de proyectos de universalización de los servicios de Telecomunicaciones.
4. Administrar los recursos con eficacia, eficiencia y efectividad.
5. Fortalecer el Recurso Humano a base del desarrollo de sus competencias.
6. Mejorar los servicios en las Direcciones Regionales.

2.3. FUNDAMENTACION TEÓRICA

INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

Inteligencia artificial, término que, en su sentido más amplio, indicaría la capacidad de un artefacto de realizar los mismos tipos de funciones que caracterizan al pensamiento humano. La posibilidad de desarrollar un artefacto así ha despertado la curiosidad del ser humano desde la antigüedad; sin embargo, no fue hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando esa posibilidad se materializó en herramientas tangibles.

Existen numerosas definiciones de Inteligencia Artificial, dependiendo del autor o el campo de especialización. Para hacernos una idea, aquí hay cuatro modelos bastante representativos de esta ciencia.

- IA es la atribuida a las máquinas capaces de hacer operaciones propias de seres inteligentes (DRAE).
- La IA es el estudio de las computaciones que permiten percibir, razonar
- y actuar (Winston).
- La IA es el estudio de técnicas de resolución de problemas de complejidad exponencial mediante el uso de conocimiento sobre el campo de aplicación del problema (Rich)
- La IA estudia cómo lograr que las máquinas realicen tareas que, por el momento, son realizadas mejor por los seres humanos. (Rich)

La Inteligencia Artificial tiene dos aspectos, uno como ciencia cognitiva y otro como tecnología informática, y sus características esenciales son:

- Información simbólica preferente a la numérica.
- Métodos heurísticos preferentes a los algorítmicos.
- Uso de conocimiento específico-declarativo.
- Informaciones incompletas o con incertidumbre.
- Multidisciplinaridad.

NACIMIENTO DE LA IA

Si bien a principios de la década de los años 50 aparecieron ya los primeros programas de cálculo formal (que permitían a los ordenadores, utilizados hasta entonces únicamente como máquinas de calcular, manipular símbolos), lo que más tarde recibiría el nombre de inteligencia artificial nació en realidad, en el campo de la informática, con la aparición del primer programa capaz de demostrar teoremas de la lógica de las proposiciones (el Logic Theorist creado por Newell, Shaw y Simon). Dicho programa fue presentado durante la conferencia de investigadores que se celebró en el colegio de Darmouth (1956). En aquella ocasión se acuñó, también, el término de inteligencia artificial. Este avance era consecuencia de la carencia de algoritmos que fuesen capaces de describir una cierta serie de actividades cognitivas como el reconocimiento visual de un objeto, la comprensión de los lenguajes naturales (hablados o escritos), el diagnóstico de enfermedades en el ser humano o de averías en las máquinas, etc. La inteligencia artificial nació, pues, como resultado de la confluencia de dos corrientes diversas: por un lado, la científica, que tenía como objetivo intentar comprender los

mecanismos de la inteligencia humana empleando para ello, como modelo de simulación, los ordenadores y por otro lado, la técnica, que pretendía equipar a los ordenadores de capacidades de pensamiento lo más similares posible a las humanas pero sin la pretensión de imitar con toda exactitud los pasos que sigue el ser humano para llevar a cabo dichas actividades intelectuales. Este proceso se vio además reforzado por la aparición de lenguajes de programación bien adaptados a la inteligencia artificial, el LISP (creado por McCarthy a partir de 1960).

El periodo que abarca 1956 a 1968 se caracterizó, en este campo, por los intentos dirigidos a la búsqueda y modelización de determinados principios generales de la inteligencia (aplicaciones como la traducción automática, la percepción visual, etc.). A finales de la década de los años 60, los trabajos se encaminaron hacia el desarrollo de sistemas inteligentes de aplicación en la robótica (visión artificial, manipulación de objetos, navegación automática,

etc.) En los que era necesario incorporar una gran cantidad de conocimientos específicos referidos a los problemas que se pretendía resolver con dichas técnicas. Este proceso marcó el inicio del estudio de los llamados sistemas expertos.

Con el avance de la ciencia moderna la búsqueda de la IA ha tomado dos caminos fundamentales: la investigación psicológica y fisiológica de la naturaleza del pensamiento humano, y el desarrollo tecnológico de sistemas informáticos cada vez más complejos.

En este sentido, el término IA se ha aplicado a sistemas y programas informáticos capaces de realizar tareas complejas, simulando el funcionamiento del pensamiento humano, aunque todavía muy lejos de éste. En esta esfera los campos de investigación más importantes son el procesamiento de la información, el reconocimiento de modelos, los juegos y las áreas aplicadas, como el diagnóstico médico. Un ejemplo de los logros alcanzados fue la partida de ajedrez que el superordenador de IBM denominado *Deep Blue* ganó, en mayo de 1997, al campeón del mundo Gari Kaspárov.

Algunas áreas de la investigación actual del procesamiento de la información están centradas en programas que permiten a un ordenador o computadora comprender la información escrita o hablada, y generar

resúmenes, responder a preguntas específicas o redistribuir datos a los usuarios interesados en determinados sectores de esta información. En esos programas es esencial la capacidad del sistema de generar frases gramaticalmente correctas y de establecer vínculos entre palabras e ideas. La investigación ha demostrado que mientras que la lógica de la estructura del lenguaje, su sintaxis, está relacionada con la programación, el problema del significado, o semántica, es mucho más profundo, y va en la dirección de una auténtica inteligencia artificial.

Actualmente existen dos tendencias en cuanto al desarrollo de sistemas de IA: los sistemas expertos y las redes neuronales. Los sistemas expertos intentan reproducir el razonamiento humano de forma simbólica. Las redes neuronales lo hacen desde una perspectiva más biológica (recrean la estructura de un cerebro humano mediante algoritmos genéticos). A pesar de la complejidad de ambos sistemas los resultados distan mucho de un auténtico pensamiento inteligente.

Muchos científicos se muestran escépticos acerca de la posibilidad de que alguna vez se pueda desarrollar una verdadera IA. El funcionamiento de la mente humana todavía no ha llegado a conocerse en profundidad y, en consecuencia, el diseño informático seguirá siendo esencialmente incapaz de reproducir esos procesos desconocidos y complejos.

CARACTERISTICAS DE LA IA

1. Una característica fundamental que distingue a los métodos de Inteligencia Artificial de los métodos numéricos es el uso de símbolos no matemáticos, aunque no es suficiente para distinguirlo completamente. Otros tipos de programas como los compiladores y sistemas de bases de datos, también procesan símbolos y no se considera que usen técnicas de Inteligencia Artificial
2. El comportamiento de los programas no es descrito explícitamente por el algoritmo. La secuencia de pasos seguidos por el programa es influenciado por el problema particular presente. El programa especifica cómo encontrar la secuencia de pasos necesarios para resolver un problema dado (programa declarativo). En contraste con los programas que no son de Inteligencia Artificial, que siguen un algoritmo definido, que especifica, explícitamente, cómo encontrar las

variables de salida para cualquier variable dada de entrada (programa de procedimiento).

3. Las conclusiones de un programa declarativo no son fijas y son determinadas parcialmente por las conclusiones intermedias alcanzadas durante las consideraciones al problema específico. Los lenguajes orientados al objeto comparten esta propiedad y se han caracterizado por su afinidad con la Inteligencia Artificial
4. El razonamiento basado en el conocimiento, implica que estos programas incorporan factores y relaciones del mundo real y del ámbito del conocimiento en que ellos operan. Al contrario de los programas para propósito específico, como los de contabilidad y cálculos científicos; los programas de Inteligencia Artificial pueden distinguir entre el programa de razonamiento o motor de inferencia y base de conocimientos dándole la capacidad de explicar discrepancias entre ellas.
5. Aplicabilidad a datos y problemas mal estructurados, sin las técnicas de Inteligencia Artificial los programas no pueden trabajar con este tipo de problemas. Un ejemplo es la resolución de conflictos en tareas orientadas a metas como en planificación, o el diagnóstico de tareas en un sistema del mundo real: con poca información, con una solución cercana y no necesariamente exacta.

Diferentes metodologías:

1. La lógica difusa: permite tomar decisiones bajo condiciones de incerteza.
2. Redes neuronales: esta tecnología es poderosa en ciertas tareas como la clasificación y el reconocimiento de patrones. Está basada en el concepto de "aprender" por agregación de un gran número de muy simples elementos.

Este modelo considera que una neurona puede ser representada por una unidad binaria: a cada instante su estado puede ser activo o inactivo. La interacción entre las neuronas se lleva a cabo a través de sinapsis. Según el signo, la sinapsis es excitadora o inhibidora. El perceptrón está constituido por las entradas provenientes de fuentes externas, las conexiones y la salida. En realidad un perceptrón es una Red Neuronal lo más simple posible, es aquella donde no existen capas

ocultas.

Para cada configuración de los estados de las neuronas de entrada (estímulo) la respuesta del perceptrón obedece a la siguiente dinámica: se suman los potenciales sinápticos y se comparan con un umbral de activación. Esta suma ponderada es también llamada campo. Si el campo es mayor que un umbral, la respuesta de la neurona es activa, si no, es inactiva.

Con una arquitectura tan simple como la del perceptrón no se puede realizar más que una clase de funciones "booleanas" muy simples, llamadas linealmente separables. Son las funciones en las cuales los estados de entrada con salida positiva pueden ser separados de aquellos a salida negativa por un hiperplano. Un hiperplano es el conjunto de puntos en el espacio de estados de entrada, que satisfacen una ecuación lineal. En dos dimensiones, es una recta, en tres dimensiones un plano, etc.

Si se quieren realizar funciones más complejas con Redes Neuronales, es necesario intercalar neuronas entre las capas de entradas y de salida, llamadas neuronas ocultas. Una red multicapas puede ser definida como un conjunto de perceptrones, ligados entre si por sinapsis y dispuestos en capas siguiendo diversas arquitecturas. Una de las arquitecturas más comúnmente usada es llamada feedforward: con conexiones de la entrada a las capas ocultas y de éstas hacia la salida. El funcionamiento de una Red Neuronal es gobernado por reglas de propagación de actividades y de actualización de los estados.

ESCUELAS DE PENSAMIENTO

La IA se divide en dos escuelas de pensamiento:

- La inteligencia artificial convencional.
- La inteligencia computacional.

Inteligencia artificial convencional

Basada en análisis formal y estadístico del comportamiento humano ante diferentes problemas:

- Razonamiento basado en casos: ayuda a tomar decisiones mientras se resuelven ciertos problemas concretos.
- Sistemas expertos: infieren una solución a través del conocimiento previo del contexto en que se aplica y de ciertas reglas o relaciones.

- Redes bayesianas: propone soluciones mediante inferencia estadística.
- Inteligencia artificial basada en comportamiento: sistemas complejos que tienen autonomía y pueden auto-regularse y controlarse para mejorar.

Inteligencia artificial computacional

La inteligencia computacional (también conocida como inteligencia artificial subsimbólica) implica desarrollo o aprendizaje iterativo (por ej. Modificaciones iterativas de los parámetros en sistemas conexionistas). El aprendizaje se realiza basándose en datos empíricos. Algunos métodos de esta rama incluyen:

- Maquinas de vectores soporte: sistemas que permiten reconocimiento de patrones genéricos de gran potencia.
- Redes neuronales: sistemas con grandes capacidades de Reconocimiento de patrones.
- Modelos oculto de Markov: aprendizaje basado en dependencia temporal de eventos probabilísticos.
- Sistemas difusos: técnicas para lograr el razonamiento bajo incertidumbre. Ha sido ampliamente usada en la industria moderna y en productos de consumo masivo, como las lavadoras.
- Computación evolutiva: aplica conceptos inspirados en la biología, tales como población, mutación y supervivencia del mas apto para generar soluciones sucesivamente mejores para un problema. Estos métodos a su vez se dividen en algoritmos evolutivos (ej. Algoritmos genéticos) e inteligencia colectiva (ej. Algoritmo hormiga).

INTELIGENCIAS MULTIPLES

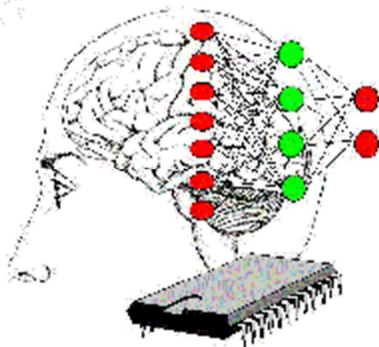


Fig 1. *Inteligencia Artificial*

Un psicólogo de Harvard llamado Howard Garden, señaló que nuestra cultura había definido la inteligencia de manera muy estrecha y propuso en su libro " estructura de la mente", la existencia de por lo menos siete inteligencias básicas:

- Inteligencia **lingüística**: capacidad de usar las palabras de modo efectivo (ya sea hablando, escribiendo, etc). Incluye la habilidad de manipular la sintaxis o escritura del lenguaje, la fonética o los sonidos del lenguaje, la semántica o significado de lenguaje o división, pragmática o los usos prácticos.
- Inteligencia lógico **matemática**: capacidad de usar los números de manera efectiva y de razonar adecuadamente (pensamiento vertical).
- Inteligencia **espacial**: la habilidad para percibir la manera exacta del mundo visual-espacial y de ejecutar transformaciones sobre esas percepciones (decorador, artistas, etc).
- Inteligencia **corporal – kinética**: la capacidad para usar el cuerpo para expresar ideas y sentimientos y facilidad en el uso de las propias manos para producir o transformar cosas.
- Inteligencia **musical**: capacidad de percibir, discriminar, transformar y expresar las formas musicales.
- Inteligencia **interpersonal**: la capacidad de percibir y establecer distinciones entre los estados de ánimo, las intenciones, motivaciones, sentimientos, de otras personas.
- Inteligencia **intrapersonal**: el conocimiento de sí mismo y la habilidad para adaptar las propias maneras de actuar a partir de ese conocimiento.

Más allá de la descripción de las inteligencias y de sus fundamentos teóricos hay ciertos aspectos que conviene destacar:

- Cada persona posee varios tipos de inteligencias.
- La mayoría de las personas pueden desarrollar cada inteligencia hasta un nivel adecuado de competencia.
- Las inteligencias por lo general trabajan juntas de manera compleja, ósea, siempre interactúan entre sí para realizar la mayoría de las tareas se precisan todas las inteligencias aunque en niveles diferentes hay muchas maneras de ser inteligentes en cada categoría.

Inteligencia emocional: existe una dimensión de la inteligencia personal que está ampliamente mencionada aunque poco explorada en las elaboraciones de Gardner: el papel de las emociones.

TECNOLOGÍAS INVOLUCRADAS

Lenguajes de Programación

En principio, cualquier lenguaje de programación puede ser utilizado. Siendo así de amplio el espectro en el cual se puede escoger un lenguaje para programar un sistema experto. Atendiendo a la forma de estructurar sus instrucciones, se los puede dividir en:

- IMPERATIVOS: PASCAL, C/C++.
- FUNCIONALES: LISP.
- DECLARATIVOS: PROLOG, CHIP, OPS5.
- ORIENTADOS A OBJETOS: SmallTalk, Hypercard, CLOS.
- Tradicionalmente LISP y PROLOG han sido los lenguajes que se han utilizado para la programación de sistemas expertos.

PANORAMA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Los antecedentes culturales que han servido de base. Algunos de los puntos más importantes son: Se adopta el criterio de que la inteligencia tiene que ver principalmente con las acciones racionales. Desde un punto de vista ideal, un agente inteligente es aquel que emprende la mejor acción posible en una situación dada. Se estudiará el problema de la construcción de agentes que sean inteligentes en este sentido. Los filósofos (desde el año 400 A.C.) permitieron el poder pensar en IA, al concebir a la mente, con maneras diversas, como una máquina que funciona a partir del conocimiento codificado en un lenguaje interno y al considerar que el pensamiento servía para determinar cuál era la acción correcta que había que emprender.

Las matemáticas proveyeron las herramientas para manipular las severaciones de certeza lógica, así como las inciertas, de tipo probabilista. Así mismo, prepararon el terreno para el manejo del razonamiento con algoritmos. Los psicológicos reforzaron la idea de que los humanos y otros animales podían ser considerados como máquinas para el procesamiento de información. Los lingüistas demostraron que el uso de un lenguaje ajusta dentro de este modelo. La ingeniería de cómputo ofreció el dispositivo que permite hacer realidad las aplicaciones de IA. Los programas de IA por lo general son extensos y no funcionarían sin los grandes avances en velocidad y memoria aportados por la industria de cómputo.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN ÁREAS DE LA I.A.

Las aplicaciones tecnológicas en las que los métodos de IA usados han demostrado con éxito que pueden resolver complicados problemas de forma masiva, se han desarrollado en sistemas que:

1. Permiten al usuario preguntar a una base de datos en cualquier lenguaje que sea, mejor que un lenguaje de programación.
2. Reconocen objetos de una escena por medio de aparatos de visión.
3. Generar palabras reconocibles como humanas desde textos computarizados.
4. Reconocen e interpretan un pequeño vocabulario de palabras humanas.
5. Resuelven problemas en una variedad de campos usando conocimientos expertos codificados. Los países que han apadrinado investigaciones de IA han sido: EEUU. , Japón, Reino Unido y la CEE; y lo han llevado a cabo a través de grandes compañías y cooperativas de riesgo y ventura, así como con universidades, para resolver problemas ahorrando dinero. Las aplicaciones más primarias de la IA se clasifican en cuatro campos: sistemas expertos, lenguaje natural, robótica y visión, sistemas sensores y programación automática.

LAS ÁREAS DE INVESTIGACIÓN DE LA I.A.

Son muchas las áreas de la A I que se investigan hoy día. Entre ellas, tenemos las siguientes:

- La representación del conocimiento, que busca en el descubrimiento de métodos expresivos y eficientes describir información sobre aspectos del mundo real.
- Los métodos de aprendizaje automático, que extienden las técnicas estadísticas con el fin de posibilitar la identificación de un amplio rango de tendencias generales a partir de un conjunto de datos de entrenamiento.
- El campo de la planificación, que enfrenta el desarrollo de algoritmos que construyen y ejecutan automáticamente secuencias de comandos primitivos con el fin de alcanzar ciertas metas de alto nivel.
- Los trabajos en el área de razonamiento posible, que hacen uso de principios estadísticos para desarrollar codificaciones de información incierta.

- El estudio de las arquitecturas de agentes, que busca la integración de otras áreas de la I A con el objeto de crear agentes inteligentes, entidades robustas capaces de comportamiento autónomo y en tiempo real.
- La coordinación y colaboración multiagentes, que ha permitido el desarrollo de técnicas para la representación de las capacidades de otros agentes y la especificación del conocimiento necesario para la colaboración entre ellos.
- El desarrollo de ontologías, que persigue la creación de catálogos de conocimiento explícito, formal y multipropósito, que puedan ser utilizados por sistemas inteligentes.
- Los campos de procesamiento de voz y lenguaje, que buscan la creación de sistemas que se comunican con la gente en su lenguaje.
- La síntesis y comprensión de imágenes, que conduce a la producción de algoritmo para el análisis de fotografías, diagramas y videos, así como también de técnicas para el despliegue visual de información cuantitativa y estructurada.

ÁREAS DE APLICACIÓN DE LA I.A.

- Lingüística computacional
- Minería de datos (Data Mining)
- Mundos virtuales
- Procesamiento de lenguaje natural (Natural Language Processing)
- Robótica
- Sistemas de apoyo a la decisión
- Videojuegos
- Prototipos informáticos

FUTURO DE LA IA.

El empleo de la IA esta orientado a aquellas profesiones que, ya sea por lo incomodo, peligroso o complicado de su trabajo necesitan apoyo de un experto en la materia. Las ventajas que trae el disponer de un asistente artificial no son mas que las de solucionar los errores y defectos propios del ser humano; es decir, el desarrollo de sistemas expertos que hoy en día se están utilizando con éxito en los campos de la medicina, geología y aeronáutica aunque todavía están poco avanzados en relación con el ideal del producto IA completo.

SISTEMAS EXPERTOS Y REDES NEURONALES

SISTEMAS EXPERTOS

Los sistemas expertos son llamados así porque emulan el comportamiento de un experto en un dominio concreto y en ocasiones son usados por estos. Con los sistemas expertos se busca una mejor calidad y rapidez en las respuestas dando así lugar a una mejora de la productividad del experto.

Se puede entender como una rama de la inteligencia artificial. Estos sistemas imitan las actividades de un humano para resolver problemas de distinta índole (no necesariamente tiene que ser de inteligencia artificial). También se dice que un Sistema Experto se basa en el conocimiento declarativo (hechos sobre objetos, situaciones) y el conocimiento de control (información sobre el seguimiento de una acción).

Para que un sistema experto sea herramienta efectiva, los usuarios deben interactuar de una forma fácil, reuniendo dos capacidades para poder cumplirlo:

Explicar sus razonamientos o base del conocimiento: los sistemas expertos se deben realizar siguiendo ciertas reglas o pasos comprensibles de manera que se pueda generar la explicación para cada una de estas reglas, que a la vez se basan en hechos.

Adquisición de nuevos conocimientos o integrador del sistema: son mecanismos de razonamiento que sirven para modificar los conocimientos anteriores. Sobre la base de lo anterior se puede decir que los sistemas expertos son el producto de investigaciones en el campo de la inteligencia artificial ya que esta no intenta sustituir a los expertos humanos, sino que se desea ayudarlos a realizar con más rapidez y eficacia todas las tareas que realiza.

Debido a esto en la actualidad se están mezclando diferentes técnicas o aplicaciones aprovechando las ventajas que cada una de estas ofrece para poder tener empresas más seguras. Un ejemplo de estas técnicas sería los agentes que tienen la capacidad de negociar y navegar a través de recursos en línea; y es por eso que en la actualidad juega un papel preponderante en los sistemas expertos.

ESTRUCTURA BÁSICA DE UN SE

Un Sistema Experto está conformado por:

- **Base de conocimientos (BC)**: Contiene conocimiento modelado extraído del diálogo con el experto.
- **Base de hechos (Memoria de trabajo)**: contiene los hechos sobre un problema que se ha descubierto durante el análisis.
- **Motor de inferencia**: Modela el proceso de razonamiento humano.
- **Módulos de justificación**: Explica el razonamiento utilizado por el sistema para llegar a una determinada conclusión.
- **Interfaz de usuario**: es la interacción entre el SE y el usuario, y se realiza mediante el lenguaje natural.

TIPOS DE SE

Principalmente existen tres tipos de sistemas expertos:

- Basados en reglas.
- Basados en casos o CBR (Case Based Reasoning).
- Basados en redes bayesianas.

En cada uno de ellos, la solución a un problema planteado se obtiene:

- Aplicando reglas heurísticas apoyadas generalmente en lógica difusa para su evaluación y aplicación.
- Aplicando el razonamiento basado en casos, donde la solución a un problema similar planteado con anterioridad se adapta al nuevo problema.
- Aplicando redes bayesianas, basadas en estadística y el teorema de Bayes.

VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

VENTAJAS

- **Permanencia**: A diferencia de un experto humano un SE (sistema experto) no envejece, y por tanto no sufre pérdida de facultades con el paso del tiempo.
- **Duplicación**: Una vez programado un SE lo podemos duplicar infinidad de veces.

- Rapidez: Un SE puede obtener información de una base de datos y realizar cálculos numéricos mucho más rápido que cualquier ser humano.
- Bajo costo: A pesar de que el costo inicial pueda ser elevado, gracias a la capacidad de duplicación el coste finalmente es bajo.
- Entornos peligrosos: Un SE puede trabajar en entornos peligrosos o dañinos para el ser humano.
- Fiabilidad: Los SE no se ven afectados por condiciones externas, un humano sí (cansancio, presión, etc.).
- Consolidar varios conocimientos
- Apoyo Académico

LIMITACIONES

- Sentido común: Para un Sistema Experto no hay nada obvio. Por ejemplo, un sistema experto sobre medicina podría admitir que un hombre lleva 40 meses embarazado, a no ser que se especifique que esto no es posible.
- Lenguaje natural: Con un experto humano podemos mantener una conversación informal mientras que con un SE no podemos.
- Capacidad de aprendizaje: Cualquier persona aprende con relativa facilidad de sus errores y de errores ajenos, que un SE haga esto es muy complicado.
- Perspectiva global: Un experto humano es capaz de distinguir cuales son las cuestiones relevantes de un problema y separarlas de cuestiones secundarias.
- Capacidad sensorial: Un SE carece de sentidos.
- Flexibilidad: Un humano es sumamente flexible a la hora de aceptar datos para la resolución de un problema.
- Conocimiento no estructurado: Un SE no es capaz de manejar conocimiento poco estructurado.

EJEMPLOS IMPORTANTES

- Dendral
- Dipmeter Advisor
- Mycin
- CADUCEUS
- R1

➤ CLIPS, Jess

➤ Prolog

TAREAS QUE REALIZA UN SISTEMA EXPERTO

1. Monitorización

La monitorización es un caso particular de la interpretación, y consiste en la comparación continua de los valores de las señales o datos de entrada y unos valores que actúan como criterios de normalidad o estándares. En el campo del mantenimiento predictivo los Sistemas Expertos se utilizan fundamentalmente como herramientas de diagnóstico. Se trata de que el programa pueda determinar en cada momento el estado de funcionamiento de sistemas complejos, anticipándose a los posibles incidentes que pudieran acontecer. Así, usando un modelo computacional del razonamiento de un experto humano, proporciona los mismos resultados que alcanzaría dicho experto.

2. Diseño

Diseño es el proceso de especificar una descripción de un artefacto que satisface varias características desde un número de fuentes de conocimiento.

El diseño se concibe de distintas formas:

- El diseño en ingeniería es el uso de principios científicos, información técnica e imaginación en la definición de una estructura mecánica, máquina o sistema que ejecute funciones específicas con el máximo de economía y eficiencia.
- El diseño industrial busca rectificar las omisiones de la ingeniería, es un intento consciente de traer forma y orden visual a la ingeniería de hardware donde la tecnología no provee estas características.

Los SE en diseño ven este proceso como un problema de búsqueda de una solución óptima o adecuada. Las soluciones alternas pueden ser conocidas de antemano o se pueden generar automáticamente probándose distintos diseños para verificar cuáles de ellos cumplen los requerimientos solicitados por el usuario, ésta técnica es llamada “generación y prueba”, por lo tanto estos SE son llamados de selección. En áreas de aplicación, la prueba se termina cuando se

encuentra la primera solución; sin embargo, existen problemas más complejos en los que el objetivo es encontrar la solución óptima.

3. Planificación

La planificación es la realización de planes o secuencias de acciones y es un caso particular de la simulación. Está compuesto por un simulador y un sistema de control. El efecto final es la ordenación de un conjunto de acciones con el fin de conseguir un objetivo global.

Los problemas que presentan la planificación mediante SE son los siguientes:

- ✓ Existen consecuencias no previsibles, de forma que hay que explorar y explicar varios planes.
- ✓ Existen muchas consideraciones que deben ser valoradas o incluirles un factor de peso.
- ✓ Suelen existir interacciones entre planes de sub objetivos diversos, por lo que deben elegirse soluciones de compromiso.
- ✓ Trabajo frecuente con incertidumbre, pues la mayoría de los datos con los que se trabaja son más o menos probables pero no seguros.
- ✓ Es necesario hacer uso de fuentes diversas tales como bases de datos.

4. Control

Un sistema de control participa en la realización de las tareas de interpretación, diagnóstico y reparación de forma secuencial. Con ello se consigue conducir o guiar un proceso o sistema. Los sistemas de control son complejos debido al número de funciones que deben manejar y el gran número de factores que deben considerar; esta complejidad creciente es otra de las razones que apuntan al uso del conocimiento, y por tanto de los SE.

Cabe aclarar que los sistemas de control pueden ser en lazo abierto, si en el mismo la realimentación o el paso de un proceso a otro lo realiza el operador, o en lazo cerrado si no tiene que intervenir el operador en ninguna parte del mismo. Reparación, correcta o terapia.

La reparación, corrección, terapia o tratamiento consiste en la proposición de las acciones correctoras necesarias para la resolución de un problema. Los SE en reparación tienen que cumplir diversos

objetivos, como son: Reparación lo más rápida y económicamente posible. Orden de las reparaciones cuando hay que realizar varias. Evitar los efectos secundarios de la reparación, es decir la aparición de nuevas averías por la reparación.

5. Simulación

La simulación es una técnica que consistente en crear modelos basados en hechos, observaciones e interpretaciones sobre la computadora, a fin de estudiar el comportamiento de los mismos mediante la observación de las salidas para un conjunto de entradas. Las técnicas tradicionales de simulación requieren modelos matemáticos y lógicos, que describen el comportamiento del sistema bajo estudio.

El empleo de los SE para la simulación viene motivado por la principal característica de los SE, que es su capacidad para la simulación del comportamiento de un experto humano, que es un proceso complejo.

En la aplicación de los SE para simulación hay que diferenciar cinco configuraciones posibles:

Un SE puede disponer de un simulador con el fin de comprobar las soluciones y en su caso rectificar el proceso que sigue.

Un sistema de simulación puede contener como parte del mismo a un SE y por lo tanto el SE no tiene que ser necesariamente de simulación.

Un SE puede controlar un proceso de simulación, es decir que el modelo está en la base de conocimiento del SE y su evolución es función de la base de hechos, la base de conocimientos y el motor de inferencia, y no de un conjunto de ecuaciones aritmético – lógicas.

Un SE puede utilizarse como consejero del usuario y del sistema de simulación.

Un SE puede utilizarse como máscara o sistema frontal de un simulador con el fin de que el usuario reciba explicación y justificación de los procesos.

6. Instrucción

Un sistema de instrucción realizara un seguimiento del proceso de aprendizaje. El sistema detecta errores ya sea de una persona con

conocimientos e identifica el remedio adecuado, es decir, desarrolla un plan de enseñanza que facilita el proceso de aprendizaje y la corrección de errores.

7. Recuperación de información

Los Sistemas Expertos, con su capacidad para combinar información y reglas de actuación, han sido vistos como una de las posibles soluciones al tratamiento y recuperación de información, no sólo documental. La década de 1980 fue prolija en investigación y publicaciones sobre experimentos de este orden, interés que continua en la actualidad.

Lo que diferencia a estos sistemas de un sistema tradicional de recuperación de información es que éstos últimos sólo son capaces de recuperar lo que existe explícitamente, mientras que un Sistema Experto debe ser capaz de generar información no explícita, razonando con los elementos que se le dan. Pero la capacidad de los SE en el ámbito de la recuperación de la información no se limita a la recuperación. Pueden utilizarse para ayudar al usuario, en selección de recursos de información, en filtrado de respuestas, etc. Un SE puede actuar como un intermediario inteligente que guía y apoya el trabajo del usuario final.

REDES NEURONALES

CONCEPTO DE RED NEURONAL

El sistema de neuronas biológico esta compuesto por neuronas de entrada (censores) conectados a una compleja red de neuronas "calculadoras" (neuronas ocultas), las cuales, a su vez, están conectadas a las neuronas de salidas que controlan, por ejemplo, los músculos. Los sensores pueden ser señales de los oídos, ojos, etc. las respuestas de las neuronas de salida activan los músculos correspondientes. En el cerebro hay una gigantesca red de neuronas "calculadoras" u ocultas que realizan la computación necesaria. De esta manera similar, una red neuronal artificial debe ser compuesta por sensores del tipo mecánico o eléctrico.

RED NEURONAL ARTIFICIAL

Las **redes de neuronas artificiales** (denominadas habitualmente como **RNA** o en inglés como: "ANN"^[1]) son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el sistema nervioso de los animales. Se trata de un sistema de interconexión de neuronas en una red que colabora para producir un estímulo de salida. En inteligencia artificial es frecuente referirse a ellas como **redes de neuronas** o **redes neuronales**.

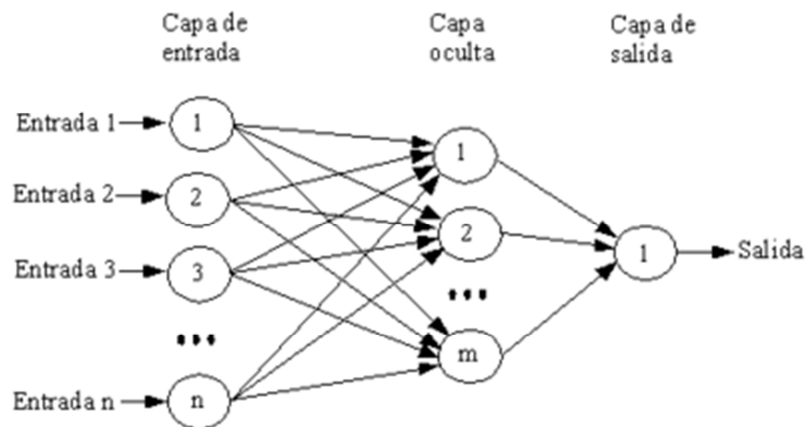


Fig 2. Red neuronal artificial perceptrón simple con n neuronas de entrada, m neuronas en su capa oculta y una neurona de salida.

FUNCIONAMIENTO

Una red neuronal consiste en simular las propiedades observadas en los sistemas neuronales biológicos a través de modelos matemáticos recreados mediante mecanismos artificiales (como un circuito integrado, un ordenador o un conjunto de válvulas). El objetivo es conseguir que las máquinas den respuestas similares a las que es capaz de dar el cerebro que se caracterizan por su generalización y su robustez.

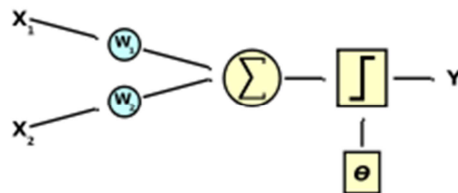


Fig 3. Perceptrón con 2 entradas

Una red neuronal se compone de unidades llamadas neuronas. Cada neurona recibe una serie de entradas a través de interconexiones y emite una salida. Esta salida viene dada por tres funciones:

Una función de propagación (también conocida como función de excitación), que por lo general consiste en el sumatorio de cada entrada multiplicada por el peso de su interconexión (valor neto). Si el peso es positivo, la conexión se denomina *excitatoria*; si es negativo, se denomina *inhibitoria*.

Una función de activación, que modifica a la anterior. Puede no existir, siendo en este caso la salida la misma función de propagación.

Una función de transferencia, que se aplica al valor devuelto por la función de activación. Se utiliza para acotar la salida de la neurona y generalmente viene dada por la interpretación que queramos darle a dichas salidas. Algunas de las más utilizadas son la función sigmoidea (para obtener valores en el intervalo $[0,1]$) y la tangente hiperbólica (para obtener valores en el intervalo $[-1,1]$).

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE UNA RNA

Con un paradigma convencional de programación en ingeniería del software, el objetivo del programador es modelar matemáticamente (con distintos grados de formalismo) el problema en cuestión y posteriormente formular una solución (programa) mediante un algoritmo codificado que *tenga* una serie de propiedades que permitan resolver dicho problema. En contraposición, la aproximación basada en las RNA parte de un conjunto de datos de entrada suficientemente significativo y el objetivo es conseguir que la red *aprenda* automáticamente las propiedades deseadas. En este sentido, el diseño de la red tiene menos que ver con cuestiones como los flujos de datos y la detección de condiciones, y más que ver con cuestiones tales como la selección del modelo de red, la de las variables a incorporar y el preprocesamiento de la información que formará el *conjunto de entrenamiento*. Asimismo, el proceso por el que los parámetros de la red se adecúan a la resolución de cada problema no se denomina genéricamente programación sino que se suele denominar *entrenamiento*.

Por ejemplo en una red que se va a aplicar al diagnóstico de imágenes médicas; durante la fase de entrenamiento el sistema recibe imágenes de tejidos que se sabe son cancerígenos y tejidos que se sabe son sanos, así como las respectivas clasificaciones de dichas imágenes. Si el entrenamiento es el adecuado, una vez concluido, el sistema podrá recibir imágenes de tejidos no clasificados y obtener su clasificación *sano/no sano* con un buen grado de seguridad. Las variables de entrada pueden ser desde los puntos individuales de cada imagen hasta un vector de características de las mismas que se puedan incorporar al sistema (por ejemplo, procedencia anatómica del tejido de la imagen o la edad del paciente al que se le extrajo la muestra).

ESTRUCTURA

La mayoría de los científicos coinciden en que una RNA es muy diferente en términos de estructura de un cerebro animal. Al igual que el cerebro, una RNA se compone de un conjunto masivamente paralelo de unidades de proceso muy simples y es en las conexiones entre estas unidades donde reside la inteligencia de la red. Sin embargo, en términos de escala, un cerebro es muchísimo mayor que cualquier RNA creada hasta la actualidad, y las neuronas artificiales también son más simples que su contrapartida animal.

Biológicamente, un cerebro aprende mediante la reorganización de las conexiones sinápticas entre las neuronas que lo componen. De la misma manera, las RNA tienen un gran número de *procesadores* virtuales interconectados que de forma simplificada simulan la funcionalidad de las neuronas biológicas. En esta simulación, la reorganización de las conexiones sinápticas biológicas se modela mediante un mecanismo de *pesos*, que son ajustados durante la fase de aprendizaje. En una RNA entrenada, el conjunto de los pesos determina el *conocimiento* de esa RNA y tiene la propiedad de resolver el problema para el que la RNA ha sido entrenada.

Por otra parte, en una RNA, además de los pesos y las conexiones, cada neurona tiene asociada una función matemática denominada función de transferencia. Dicha función genera la señal de salida de la neurona a partir de las señales de entrada. La entrada de la función es la suma de

todas las señales de entrada por el peso asociado a la conexión de entrada de la señal. Algunos ejemplos de entradas son la función escalón de Heaviside, la lineal o mixta, la sigmoidea y la función gaussiana, recordando que la función de transferencia es la relación entre la señal de salida y la entrada.

VENTAJAS

Las redes neuronales artificiales (RNA) tienen muchas ventajas debido a que está basado en la estructura del sistema nervioso, principalmente el cerebro.

- **Aprendizaje:** Las RNA tienen la habilidad de aprender mediante una etapa que se llama *etapa de aprendizaje*. Esta consiste en proporcionar a la RNA datos como entrada a su vez que se le indica cuál es la salida (respuesta) esperada.
- **Auto organización:** Una RNA crea su propia representación de la información en su interior, descargando al usuario de esto.
- **Tolerancia a fallos:** Debido a que una RNA almacena la información de forma redundante, ésta puede seguir respondiendo de manera aceptable aun si se daña parcialmente.
- **Flexibilidad:** Una RNA puede manejar cambios no importantes en la información de entrada, como señales con ruido u otros cambios en la entrada (ej. si la información de entrada es la imagen de un objeto, la respuesta correspondiente no sufre cambios si la imagen cambia un poco su brillo o el objeto cambia ligeramente)
- **Tiempo real:** La estructura de una RNA es paralela, por lo cuál si esto es implementado con computadoras o en dispositivos electrónicos especiales, se pueden obtener respuestas en tiempo real.

APLICACIONES

Las características de las RNA las hacen bastante apropiadas para aplicaciones en las que no se dispone a priori de un modelo identificable que pueda ser programado, pero se dispone de un conjunto básico de ejemplos de entrada (previamente clasificados o no). Asimismo, son altamente robustas tanto al ruido como a la disfunción de elementos concretos y son fácilmente paralelizables.

Esto incluye problemas de clasificación y reconocimiento de patrones de voz, imágenes, señales, etc. Asimismo se han utilizado para encontrar patrones de fraude económico, hacer predicciones en el mercado financiero, hacer predicciones de tiempo atmosférico, etc.

También se pueden utilizar cuando no existen modelos matemáticos precisos o algoritmos con complejidad razonable; por ejemplo la red de Kohonen ha sido aplicada con un éxito más que razonable al clásico problema del viajante (un problema para el que no se conoce solución algorítmica de complejidad polinómica).

Otro tipo especial de redes neuronales artificiales se ha aplicado en conjunción con los algoritmos genéticos (AG) para crear controladores para robots. La disciplina que trata la evolución de redes neuronales mediante algoritmos genéticos se denomina Robótica Evolutiva. En este tipo de aplicación el genoma del AG lo constituyen los parámetros de la red (topología, algoritmo de aprendizaje, funciones de activación, etc.) y la adecuación de la red viene dada por la adecuación del comportamiento exhibido por el robot controlado (normalmente una simulación de dicho comportamiento)

EJEMPLOS

Quake II Neuralbot

Un bot es un programa que simula a un jugador humano. El Neuralbot es un bot para el juego Quake II que utiliza una red neuronal para decidir su comportamiento y un algoritmo genético para el aprendizaje. Es muy fácil probarlo y ver su evolución. Más información aquí [\[1\]](#)

Clasificador No Sesgado de Proteínas

Es un programa que combina diversas técnicas computacionales con el objetivo de clasificar familias de proteínas. Un posible método consiste en utilizar métricas adaptativas como por ejemplo: mapas autoorganizados y algoritmos genéticos.

El problema de clasificación no sesgada basada en la expresión de las proteínas en Aminoácidos puede reducirse, conceptualmente, a lo siguiente:

- La identificación de grupos de proteínas que compartan características comunes.

- La determinación de las razones estructurales por las cuales las proteínas en cuestión se agrupan de la manera indicada.
- Evitar la idea de establecer criterios de clasificación (“sesgados”) fundamentados en ideas preconcebidas para lograr su clasificación.

En este sentido, hay dos asuntos que considerar:

- ✓ Cómo lograr la caracterización de las proteínas de manera no sesgada
- ✓ Cómo lograr lo anterior sin apelar a medidas de agrupamiento que, a su vez, impliquen algún tipo de sesgo sobre dicho agrupamiento.

Las RNA han sido aplicadas a un número en aumento de problemas en la vida real y de considerable complejidad, donde su mayor ventaja es en la solución de problemas que son bastante complejos para la tecnología actual, tratándose de problemas que no tienen una solución algorítmica o cuya solución algorítmica es demasiado compleja para ser encontrada. En general, debido a que son parecidas al las del cerebro humano, las RNA son bien nombradas ya que son buenas para resolver problemas que el humano puede resolver pero las computadoras no. Estos problemas incluyen el reconocimiento de patrones y la predicción del tiempo. De cualquier forma, el humano tiene capacidad para el reconocimiento de patrones, pero la capacidad de las redes neuronales no se ve afectada por la fatiga, condiciones de trabajo, estado emocional, y compensaciones.

Se conocen cinco aplicaciones tecnológicas aplicadas:

1. Reconocimiento de textos manuscritos
2. Reconocimiento del habla
3. Simulación de centrales de producción de energía
4. Detección de explosivos
5. Identificación de blancos de radares

ROBOTICA

CONCEPTO DE LA ROBÓTICA

La robótica es la ciencia encaminada a diseñar y construir aparatos y sistemas capaces de realizar tareas propias de un ser humano

La robótica combina diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial y la ingeniería de control. Otras áreas importantes en robótica son el álgebra, los autómatas programables y las máquinas de estados.

ANTECEDENTES HISTORICOS

La historia de la robótica ha estado unida a la construcción de "artefactos", que trataban de materializar el deseo humano de crear seres a su semejanza y que lo descargasen del trabajo. El ingeniero español Leonardo Torres Quevedo (**GAP**) (que construyó el primer mando a distancia para su torpedo automóvil mediante telegrafía sin hilo, el ajedrecista automático, el primer transbordador aéreo y otros muchos ingenios) acuñó el término "**automática**" en relación con la teoría de la automatización de tareas tradicionalmente asociadas a los humanos.

Karel Čapek, un escritor checo, acuñó en 1921 el término "Robot" en su obra dramática "Rossum's Universal Robots / R.U.R.", a partir de la palabra checa **robota**, que significa servidumbre o trabajo forzado. El término robótica es acuñado por Isaac Asimov, definiendo a la ciencia que estudia a los robots. Asimov creó también las Tres Leyes de la Robótica. En la ciencia ficción el hombre ha imaginado a los robots visitando nuevos mundos, haciéndose con el poder, o simplemente aliviando de las labores caseras.

A continuación se presenta un cronograma de los avances de la robótica desde sus inicios.

FECHA	DESARROLLO
SigloXVIII.	A mediados del J. de Vaucanson construyó varias muñecas mecánicas de tamaño humano que ejecutaban piezas de música
1801	J. Jaquard invento su telar, que era una máquina programable para la urdimbre

1805	H. Maillardet construyó una muñeca mecánica capaz de hacer dibujos.
1946	El inventor americano G.C Devol desarrolló un dispositivo controlador que podía registrar señales eléctricas por medio magnéticos y reproducirlas para accionar un máquina mecánica. La patente estadounidense se emitió en 1952.
1951	Trabajo de desarrollo con teleoperadores (manipuladores de control remoto) para manejar materiales radiactivos. Patente de Estados Unidos emitidas para Goertz (1954) y Bergsland (1958).
1952	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una máquina prototipo de control numérico fue <u>objetivo</u> de demostración en el Instituto Tecnológico de Massachusetts después de varios años de desarrollo. ✓ Un lenguaje de programación de piezas denominado APT (Automatically Programmed Tooling) se desarrolló posteriormente y se publicó en 1961.
1954	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El inventor británico C. W. Kenward solicitó su patente para diseño de robot. ✓ Patente británica emitida en 1957.
1954	<ul style="list-style-type: none"> ✓ G.C. Devol desarrolla diseños para Transferencia de artículos programada. ✓ Patente emitida en <u>Estados Unidos</u> para el diseño en 1961.
1959	Se introdujo el primer robot comercial por Planet Corporation. estaba controlado por interruptores de fin de

	carrera.
1960	Se introdujo el primer robot ‘Unimate’, basada en la transferencia de artic programada de Devol. Utilizan los principios de control numérico para el control de manipulador y era un robot de transmisión hidráulica.
1961	Un robot Unimate se instaló en la Ford Motors Company para atender una máquina de fundición de troquel.
1966	Trallfa, una firma noruega, construyó e instaló un robot de <u>pintura</u> por pulverización.
1968	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un robot móvil llamado ‘Shakey’ se desarrollo en SRI (standford Research ✓ Institute), estaba provisto de una diversidad de sensores así como una cámara de visión y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo.
1971	El ‘Standford Arm’, un pequeño brazo de robot de accionamiento eléctrico, se desarrolló en la Standford University.
1973	Se desarrolló en SRI el primer lenguaje de programación de robots del tipo de computadora para la investigación con la denominación WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974. Los dos lenguajes se desarrollaron posteriormente en <u>el lenguaje</u> VAL comercial para Unimation por Víctor Scheinman y Bruce Simano.
1974	ASEA introdujo el robot Irb6 de accionamiento completamente eléctrico.

1974	Kawasaki, bajo licencia de Unimation, instaló un robot para soldadura por arco para estructuras de motocicletas.
1974	Cincinnati Milacron introdujo el robot T3 con control por computadora.
1975	El robot "Sigma" de Olivetti se utilizó en operaciones de montaje, una de las primitivas aplicaciones de la robótica al montaje.
1976	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un dispositivo de Remote Center Compliance (RCC) para la inserción de piezas en la línea de montaje se desarrolló en los laboratorios Charles Stark ✓ Draper Labs en estados Unidos.
1978	El robot T3 de Cincinnati Milacron se adaptó y programó para realizar operaciones de taladro y circulación de materiales en componentes de aviones, bajo el patrocinio de Air Force ICAM (Integrated Computer- Aided Manufacturing).
1978	Se introdujo el robot PUMA (Programmable Universal Machine for Assambly) para tareas de montaje por Unimation, basándose en diseños obtenidos en un estudio de la General Motors.
1979	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollo del robot tipo SCARA (Selective Compliance Arm for Robotic ✓ Assambly) en la Universidad de Yamanashi en Japón para montaje. Varios robots SCARA comerciales se introdujeron hacia 1981.
1980	Un sistema robótico de captación de recipientes fue objeto de

	demostración en la Universidad de Rhode Island. Con el empleo de visión de máquina el sistema era capaz de captar piezas en orientaciones aleatorias y posiciones fuera de un recipiente.
1981	Se desarrolló en la Universidad de Carnegie- Mellon un robot de impulsión directa. Utilizaba motores eléctricos situados en las articulaciones del manipulador sin las transmisiones mecánicas habituales empleadas en la mayoría de los robots.
1982	IBM introdujo el robot RS-1 para montaje, basado en varios años de desarrollo interno. Se trata de un robot de estructura de caja que utiliza un brazo constituido por tres dispositivos de deslizamiento ortogonales. El lenguaje del robot AML, desarrollado por IBM, se introdujo también para programar el robot SR-1.
1983	Informe emitido por la investigación en Westinghouse Corp. bajo el patrocinio de National Science Foundation sobre un sistema de montaje programable adaptable (APAS), un proyecto piloto para una línea de montaje automatizada flexible con el empleo de robots.
1984	Robots 8. La operación típica de estos sistemas permitía que se desarrollaran programas de robots utilizando gráficos interactivos en una computadora personal y luego se cargaban en el robot.

TRES LEYES DE LA ROBÓTICA

En ciencia ficción las **tres leyes de la robótica** son un conjunto de normas escritas por Isaac Asimov, que la mayoría de los robots de sus novelas y cuentos están diseñados para cumplir. En ese universo, las leyes son "formulaciones matemáticas impresas en los senderos

positrónicos del cerebro" de los robots (lo que hoy llamaríamos ROM). Aparecidas por primera vez en el relato *Runaround* (1942), establecen lo siguiente:

1. Un robot no debe dañar a un ser humano o, por su inacción, dejar que un ser humano sufra daño.
2. Un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto si estas órdenes entran en conflicto con la Primera Ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, hasta donde esta protección no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley.

Esta redacción de las leyes es la forma convencional en la que los humanos de las historias las enuncian; su forma real sería la de una serie de instrucciones equivalentes y mucho más complejas en el cerebro del robot.

Asimov atribuye las tres Leyes a John W. Campbell, que las habría redactado durante una conversación sostenida el 23 de diciembre de 1940. Sin embargo, Campbell sostiene que Asimov ya las tenía pensadas, y que simplemente las expresaron entre los dos de una manera más formal.

Las 3 leyes aparecen en un gran número de historias de Asimov, ya que aparecen en toda su serie de los robots, así como en varias historias relacionadas, y la serie de novelas protagonizadas por Lucky Starr. También han sido utilizadas por otros autores cuando han trabajado en el universo de ficción de Asimov, y son frecuentes las referencias a ellas en otras obras, tanto de ciencia ficción como de otros géneros.

ROBÓTICA INDUSTRIAL

¿QUÉ ES EL ROBOT INDUSTRIAL?

Se entiende por Robot Industrial a un dispositivo de maniobra destinado a ser utilizado en la industria y dotado de uno o varios brazos, fácilmente programable para cumplir operaciones diversas con varios grados de libertad y destinado a sustituir la actividad física del hombre en las tareas repetitivas, monótonas, desagradables o peligrosas.

El RIA Robot Institute of America define al Robot como "Un manipulador multifuncional reprogramable, diseñado para mover materiales, partes,

herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos variables programados para la performance de una variedad de labores" Estas definiciones indudablemente no abarcan todas las posibilidades de aplicación presente y futuras de los Robots y en opinión de quienes escriben, el Robot es para la producción, lo que el computador es para el procesamiento de datos. Es decir, una nueva y revolucionaria concepción del sistema productivo cuyos alcances recién comienzan a percibirse en los países altamente industrializados.

Realmente, los Robots no incorporan nada nuevo a la tecnología en general, la novedad radica en la particularidad de su arquitectura y en los objetivos que se procura con los mismos. El trabajo del Robot se limita generalmente a pocos movimientos repetitivos de sus ejes, estos son casi siempre 3 para el cuerpo y 3 para la mano o puño, su radio de acción queda determinado por un sector circular en el espacio donde este alcanza a actuar. Cuando las partes o piezas a manipular son idénticas entre sí y se presentan en la misma posición, los movimientos destinados a reubicar o montar partes se efectúan mediante dispositivos articulados que a menudo finalizan con pinzas.

La sucesión de los movimientos se ordena en función del fin que se persigue, siendo fundamental la memorización de las secuencias correspondientes a los diversos movimientos. Puede presentarse el caso en el que las piezas o partes a ser manipuladas no se presenten en posiciones prefijadas, en este caso el robot deberá poder reconocer la posición de la pieza y actuar u orientarse para operar sobre ella en forma correcta, es decir se lo deberá proveer de un sistema de control adaptativo.

Si bien no existen reglas acerca de la forma que debe tener un robot industrial, la tecnología incorporada a él está perfectamente establecida y en algunos casos esta procede de las aplicadas a las máquinas-herramientas. Los desplazamientos rectilíneos y giratorios son neumáticos, hidráulicos o eléctricos. Como es sabido, los sistemas neumáticos no proveen movimientos precisos debido a la compresibilidad del aire y en ellos deben emplearse topes positivos para el posicionamiento, lo que implica la utilización de dispositivos de

desaceleración. Los Robots Neumáticos poseen una alta velocidad de operación manipulando elementos de reducido peso.

Los accionamientos hidráulicos proporcionan elevadas fuerzas, excelente control de la velocidad y posicionamiento exacto. En cuanto a los sistemas eléctricos se utilizan motores de corriente continua o motores paso a paso. Estos dos tipos de Robots quedan reservados a la manipulación de elementos más pesados o los procesos de trayectorias complejas como las tareas de soldadura por punto o continua.

CLASIFICACIÓN DE LOS ROBOTS INDUSTRIALES

Una clasificación del grado de complejidad del Robot puede establecerse de la siguiente forma:

Robots de primera generación:

Dispositivos que actúan como "esclavo" mecánico de un hombre, quien provee mediante su intervención directa el control de los órganos de movimiento. Esta transmisión tiene lugar mediante servomecanismos actuados por las extremidades superiores del hombre, caso típico manipulación de materiales radiactivos, obtención de muestras submarinas, etc.

Robots de segunda generación:

El dispositivo actúa automáticamente sin intervención humana frente a posiciones fijas en las que el trabajo ha sido preparado y ubicado de modo adecuado ejecutando movimientos repetitivos en el tiempo, que obedecen a lógicas combinatorias, secuenciales, programadores paso a paso, neumáticos o Controladores Lógicos Programables. Un aspecto muy importante está constituido por la facilidad de rápida reprogramación que convierte a estos Robots en unidades "versátiles" cuyo campo de aplicación no sólo se encuentra en la manipulación de materiales sino en todo los procesos de manufactura, como por ejemplo: en el estampado en frío y en caliente asistiendo a las máquinas-herramientas para la carga y descarga de piezas. En la inyección de termoplásticos y metales no ferrosos, en los procesos de soldadura a

punto y continúa en tareas de pintado y reemplazando con ventaja algunas operaciones de máquinas convencionales.

Robots de tercera generación:

Son dispositivos que habiendo sido contruidos para alcanzar determinados objetivos serán capaces de elegir la mejor forma de hacerlo teniendo en cuenta el ambiente que los circunda. Para obtener estos resultados es necesario que el robot posea algunas condiciones que posibiliten su interacción con el ambiente y los objetos. Las mínimas aptitudes requeridas son: capacidad de reconocer un elemento determinado en el espacio y la capacidad de adoptar propias trayectorias para conseguir el objetivo deseado. Los métodos de identificación empleados hacen referencia a la imagen óptica por ser esta el lenguaje humano en la observación de los objetos, sin embargo no puede asegurarse que la que es natural para el hombre, constituye la mejor solución para el robot.

OTROS TIPOS DE ROBOTS

Robots móviles: Tienen por definición algún medio de desplazarse tal como ruedas u orugas. Sin embargo, se considera más a un robot de base fija con las características adicionales de ser capaces de desplazar la base. Tales medios incluyen vehículos de oruga y la locomoción bípeda y múltipoda. La movilidad permite al robot desplazarse de uno a otro lugar de trabajo o trasladar objetos a distancias largas sin necesidad de un sistema de transporte especial.

Robots cartesianos: Las primeras tres articulaciones son del tipo prismático proporcionando un espacio de trabajo en forma de caja. Hay tres ejes de las juntas que son ortogonales situado a lo largo de ejes x, y, z de un sistema de coordenadas cartesianas. Las posiciones de las articulaciones son por lo tanto idénticas a las coordenadas de la posición del efector final, haciendo que este robot sea de los más sencillos de controlar.

Robots giratorios: Todas las articulaciones son de tipo giratorio. Se le denomina antropomórfico debido a las similitudes entre su estructura y el brazo humano. Estos robots tienen un gran espacio de trabajo y son muy populares, pero su control es mucho más complejo que el robot cartesiano, debido a su análisis dinámico.

Robots mezclados giratorios- prismáticos: La característica principal es el uso de dos o tres articulaciones giratorias con ejes verticales. La complejidad de su manejo se sitúa entre la del robot cartesiano y el robot completamente giratorio.

Robots distribuidos: En lugar de utilizar un robot rápido con seis grados de libertad para realizar una tarea complicada, puede ser más económico dividir la tarea en una serie de operaciones llevadas a cabo en paralelo por robots más sencillos y baratos. Incluso algunos dispositivos pueden tener un solo grado de libertad.

Robots en paralelo: Estos, tienen los eslabones dispuestos en paralelo en lugar de en serie. Normalmente tienen un espacio de trabajo pequeño, pero sus errores de posicionamiento ya no son acumulativos como en un robot de eslabones en serie. La principal desventaja de los mecanismos puramente paralelos es su limitado campo de movimiento giratorio.

Robots de eslabones flexibles: Todos los eslabones de los robots se flexionarán en algún grado bajo cargas estáticas o dinámicas. La aplicación más corriente de eslabones deliberadamente flexibles se encuentra en el diseño de dedos de agarre.

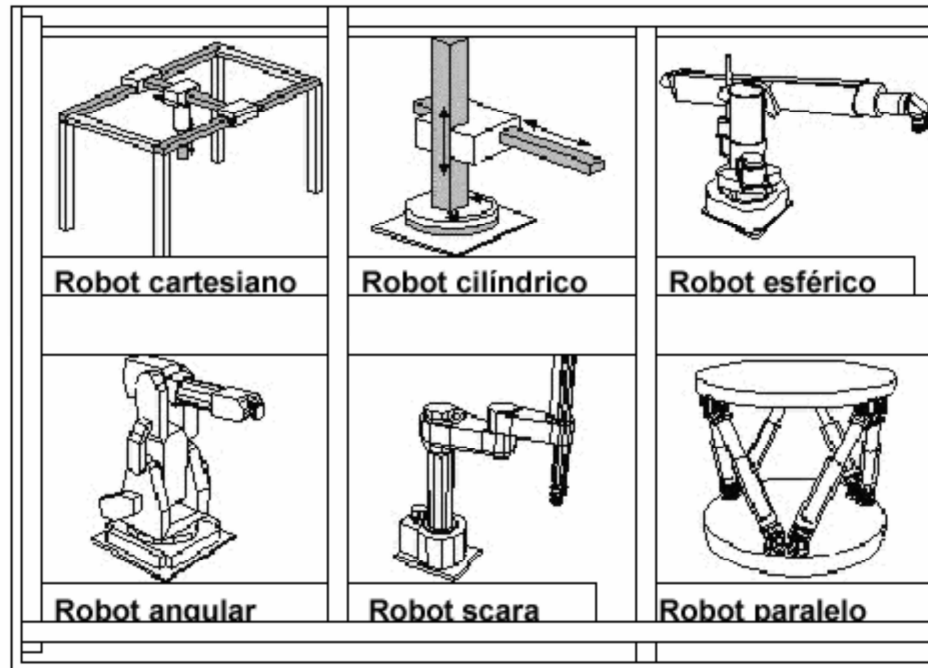


Figura 4. Tipos de Brazos de Robot

COMPONENTES

Un robot está formado por los siguientes elementos: estructura mecánica, transmisiones, actuadores, sensores, elementos terminales y controlador. Aunque los elementos empleados en los robots no son exclusivos de estos (máquinas herramientas y otras muchas máquinas emplean tecnologías semejantes), las altas prestaciones que se exigen a los robots han motivado que en ellos se empleen elementos con características específicas.

La constitución física de la mayor parte de los robots industriales guarda cierta similitud con la anatomía de las extremidades superiores del cuerpo humano, por lo que, en ocasiones, para hacer referencia a los distintos elementos que componen el robot, se usan términos como cintura, hombro, brazo, codo, muñeca, etc.

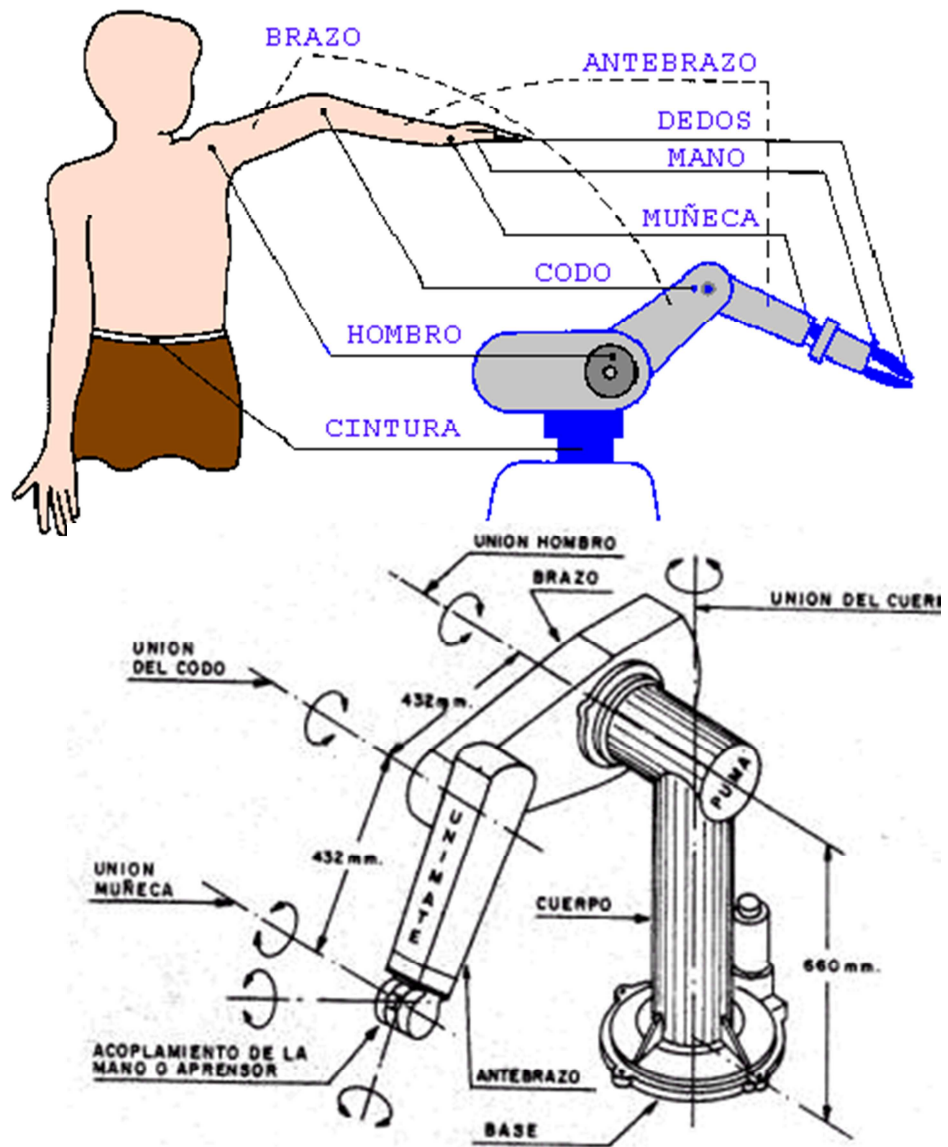


Fig 5 Componentes de un robot

Los elementos que forman parte de la totalidad del robot son:

- ✓ Manipulador
- ✓ Controlador
- ✓ Dispositivos De Entrada Y Salida De Datos
- ✓ Dispositivos Especiales

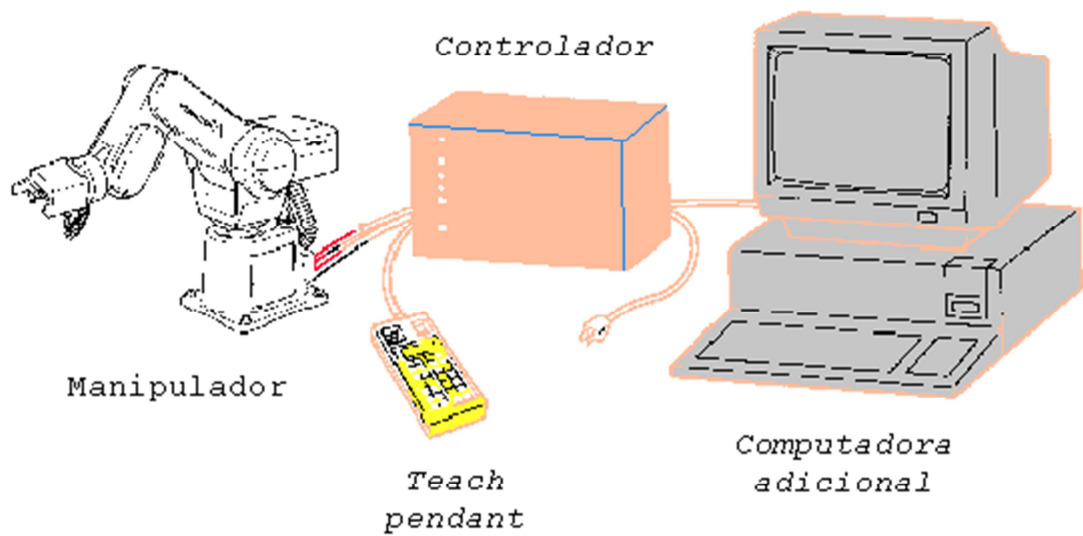


Fig 6. Los elementos de un robot

MANIPULADOR

Mecánicamente, es el componente principal. Está formado por una serie de elementos estructurales sólidos o **eslabones** unidos mediante articulaciones que permiten un movimiento relativo entre cada dos eslabones consecutivos.

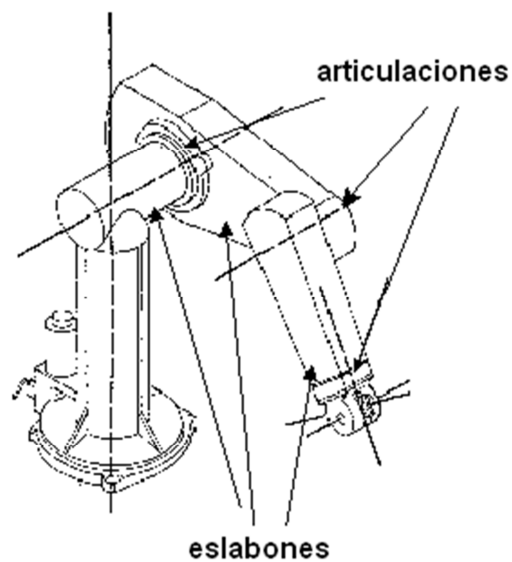


Fig 7. Los eslabones y articulaciones de un robot

Las partes que conforman el manipulador reciben, entre otros, los nombres de: **cuerpo, brazo, muñeca y actuador final (o elemento terminal)**. A este último se le conoce habitualmente como **aprehensor, garra, pinza o gripper**.

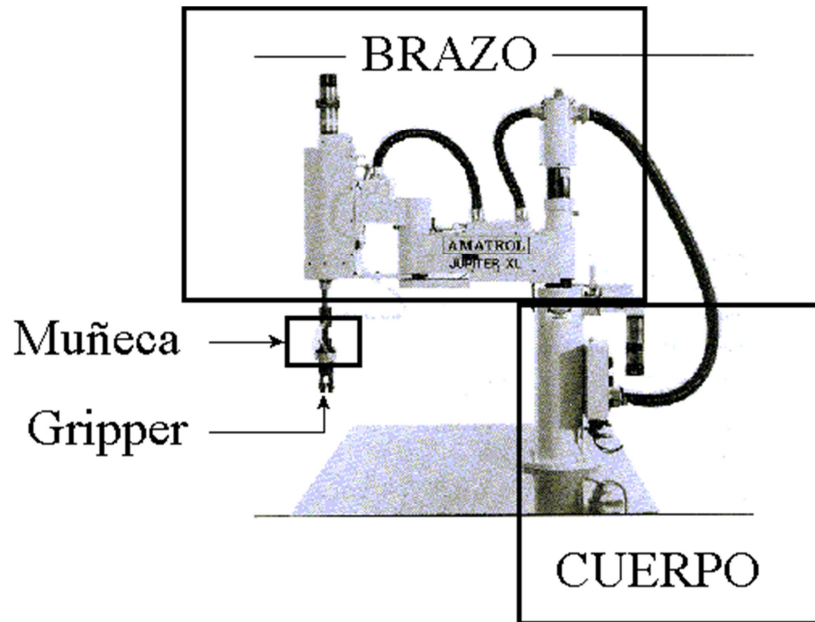


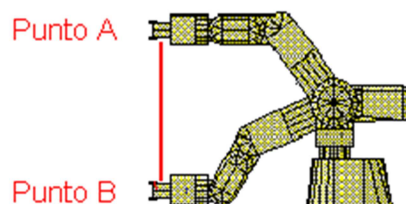
Fig 8. Elementos terminales de un robot

ARTICULACIONES

Cada articulación provee al robot de, al menos, un grado de libertad. En otras palabras, las articulaciones permiten al manipulador realizar movimientos:

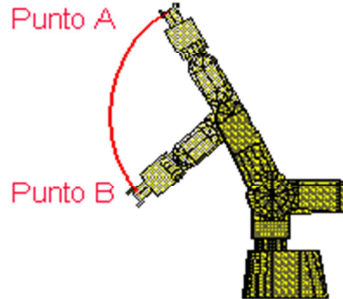
- ✓ **Lineales** que pueden ser horizontales o verticales.

Movimiento lineal entre los puntos A-B



✓ **Angulares (por articulación)**

Movimiento angular (por articulación) entre los puntos A-B



(En los dos casos la línea roja representa la trayectoria seguida por el robot).

Existen dos **tipos de articulación** utilizados en las juntas del manipulador:

- ✓ **Prismática /Lineal** - junta en la que el eslabón se apoya en un deslizador lineal. Actúa linealmente mediante los tornillos sinfín de los motores, o los cilindros.
- ✓ **Rotacional** - junta giratoria a menudo manejada por los motores eléctricos y las transmisiones, o por los cilindros hidráulicos y palancas.

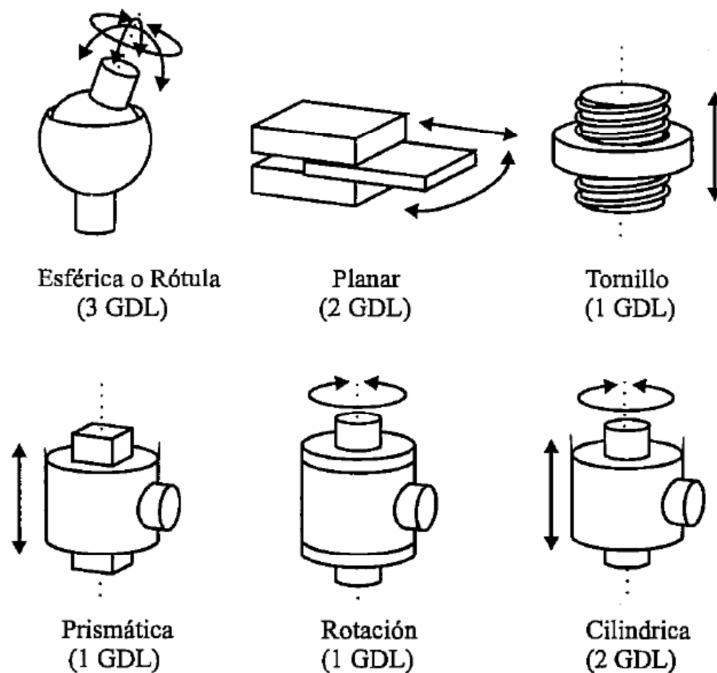


Fig 9. Grados de Libertad

Básicamente, la orientación de un eslabón del manipulador se determina mediante los elementos *roll*, *pitch* y *yaw*

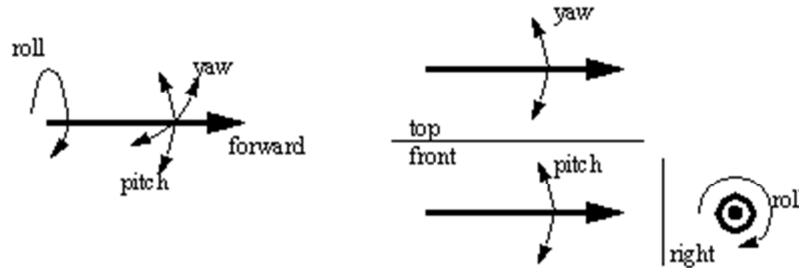


Fig 10. Orientación de un eslabón

A la **muñeca** de un manipulador le corresponden los siguientes movimientos o grados de libertad: giro (*hand rotate*), elevación (*wrist flex*) y desviación (*wrist rotate*) como lo muestra el modelo inferior, aunque cabe hacer notar que existen muñecas que no pueden realizar los tres tipos de movimiento.

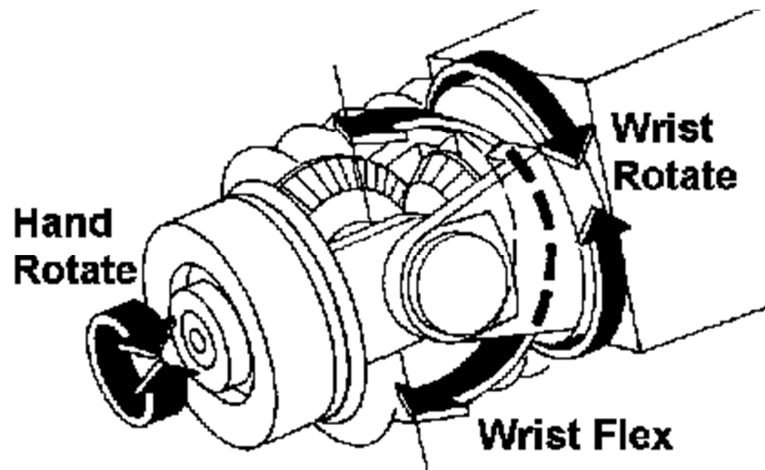


Fig 11. Los movimientos de un manipulador

El **actuador final** (*gripper*) es un dispositivo que se une a la muñeca del brazo del robot con la finalidad de activarlo para la realización de una tarea específica. La razón por la que existen distintos tipos de elementos terminales es, precisamente, por las funciones que realizan. Los diversos tipos podemos dividirlos en dos grandes categorías: pinzas y herramientas. Se denomina Punto de Centro de Herramienta (TCP, *Tool*

Center Point) al punto focal de la pinza o herramienta. Por ejemplo, el TCP podría estar en la punta de una antorcha de la soldadura.

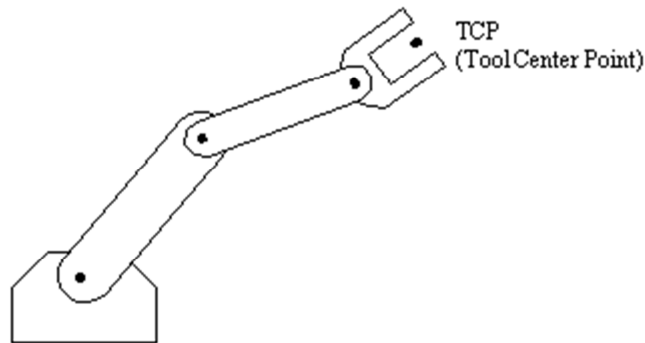


Fig 12. Actuador Final

CONTROLADOR

Como su nombre indica, es el que regula cada uno de los movimientos del manipulador, las acciones, cálculos y procesamiento de la información. El controlador recibe y envía señales a otras máquinas-herramientas (por medio de señales de entrada/salida) y almacena programas.

Existen varios grados de control que son función del tipo de parámetros que se regulan, lo que da lugar a los siguientes tipos de controladores:

- ✓ De posición: el controlador interviene únicamente en el control de la posición del elemento terminal;
- ✓ Cinemático: en este caso el control se realiza sobre la posición y la velocidad;
- ✓ Dinámico: además de regular la velocidad y la posición, controla las propiedades dinámicas del manipulador y de los elementos asociados a él;
- ✓ Adaptativo: engloba todas las regulaciones anteriores y, además, se ocupa de controlar la variación de las características del manipulador al variar la posición

Otra clasificación de control es la que distingue entre control en bucle abierto y control en bucle cerrado.

El control en bucle abierto da lugar a muchos errores, y aunque es más simple y económico que el control en bucle cerrado, no se admite en aplicaciones industriales en las que la exactitud es una cualidad imprescindible. La inmensa mayoría de los robots que hoy día se utilizan

con fines industriales se controlan mediante un proceso en bucle cerrado, es decir, mediante un bucle de **realimentación**. Este control se lleva a cabo con el uso de un sensor de la posición real del elemento terminal del manipulador. La información recibida desde el sensor se compara con el valor inicial deseado y se actúa en función del error obtenido de forma tal que la posición real del brazo coincida con la que se había establecido inicialmente.

DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA

Los más comunes son: teclado, monitor y caja de comandos (*teach pendant*).

En el dibujo se tiene un controlador (**computer module**) que envía señales a los motores de cada uno de los ejes del robot y la caja de comandos (**teach pendant**) la cual sirve para enseñarle las posiciones al manipulador del robot.

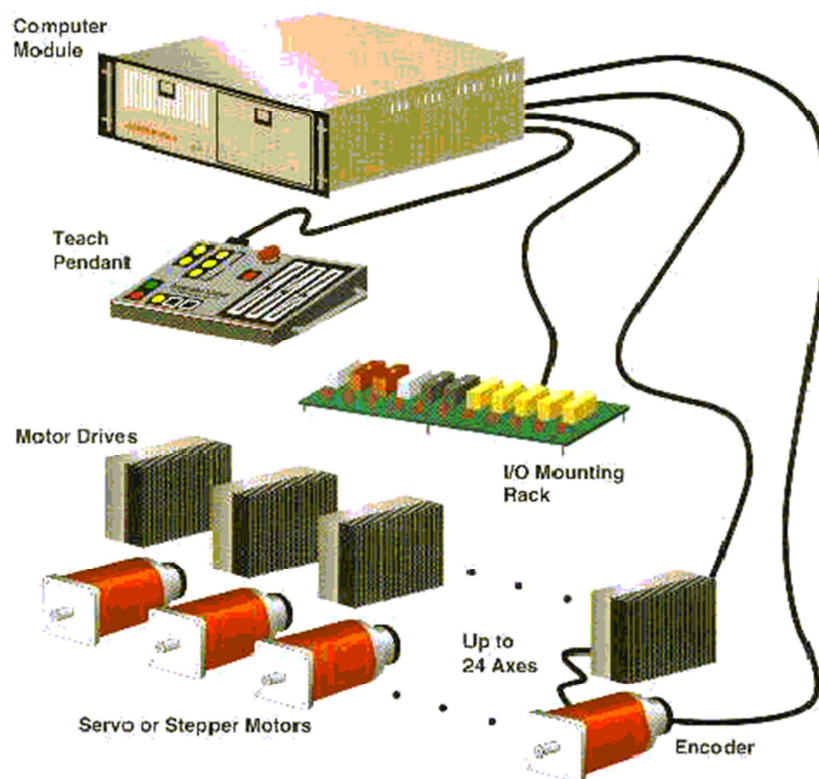


Fig 13. *Dispositivos de Entrada y Salida*

La siguiente figura muestra un **teach pendat** para un tipo de robot industrial.

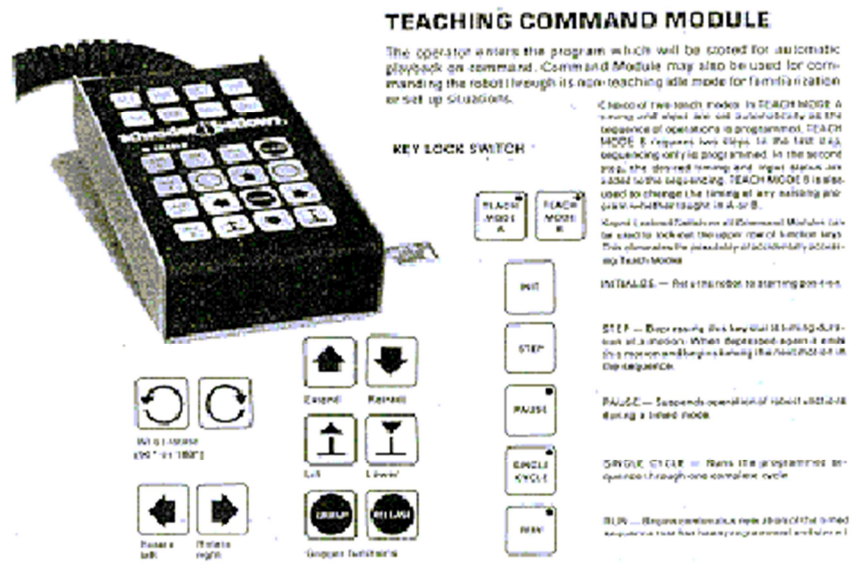


Fig 14. Teach Pendat

Los dispositivos de entrada y salida permiten introducir y, a su vez, ver los datos del controlador. Para mandar instrucciones al controlador y para dar de alta programas de control, comúnmente se utiliza una computadora adicional. Es necesario aclarar que algunos robots únicamente poseen uno de estos componentes. En estos casos, uno de los componentes de entrada y salida permite la realización de todas las funciones.

Las señales de entrada y salida se obtienen mediante tarjetas electrónicas instaladas en el controlador del robot las cuales le permiten tener comunicación con otras máquinas-herramientas

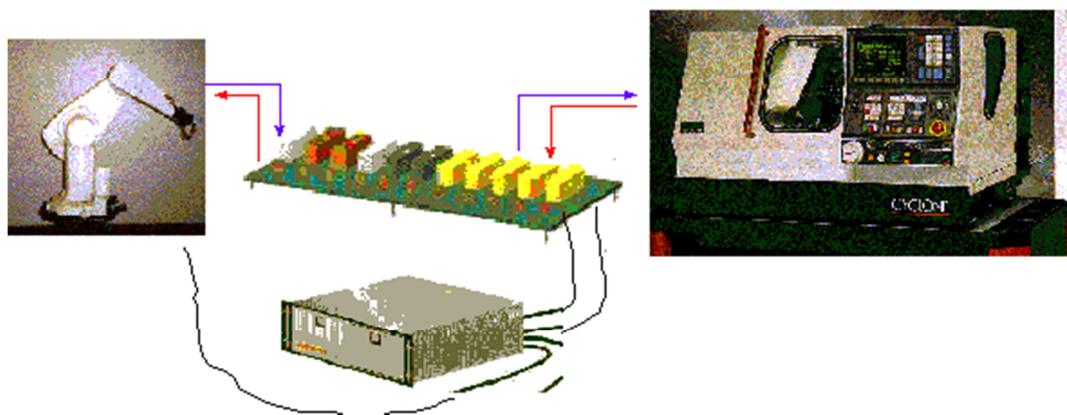


Fig 15. Señales de Entrada y Salida

Se pueden utilizar estas tarjetas para comunicar al robot, por ejemplo, con las máquinas de control numérico (torno, ...). Estas tarjetas se componen de relevadores, los cuales mandan señales eléctricas que después son interpretadas en un programa de control. Estas señales nos permiten controlar cuándo debe entrar el robot a cargar una pieza a la máquina, cuando deben empezar a funcionar la máquina o el robot, etc.

DISPOSITIVOS ESPECIALES

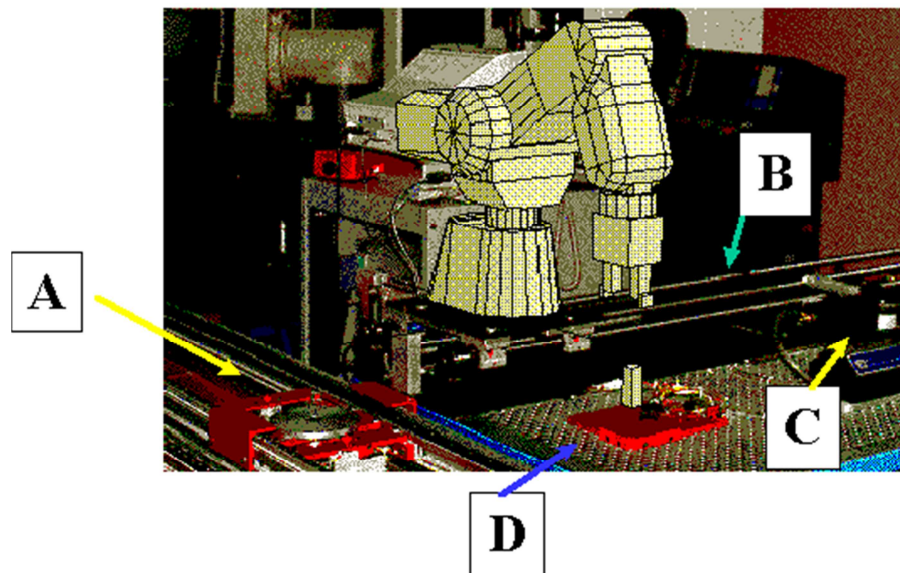


Fig 16. Dispositivos Especiales

Entre estos se encuentran los ejes que facilitan el movimiento transversal del manipulador y las estaciones de ensamblaje, que son utilizadas para sujetar las distintas piezas de trabajo.

En la estación del robot Move Master EX (Mitsubishi) representada en la figura se pueden encontrar los siguientes dispositivos especiales:

1. Estación de posición sobre el transportador para la carga/descarga de piezas de trabajo.
2. Eje transversal para aumentar el volumen de trabajo del robot.
3. Estación de inspección por computadora integrada con el robot.

4. Estación de ensamble.

El robot cuenta con señales de entrada/salida para poder realizar la integración de su función incorporando estos elementos.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ROBOTS

A continuación se describen las características más relevantes propias de los robots y se proporcionan valores concretos de las mismas, para determinados modelos y aplicaciones.

- Grados de libertad
- Espacio de trabajo
- Precisión de los movimientos
- Capacidad de carga
- Velocidad
- Tipo de actuadores
- Programabilidad

GRADOS DE LIBERTAD



Cada uno de los movimientos independientes (giros y desplazamientos) que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior. Son los parámetros que se precisan para determinar la posición y la orientación del elemento terminal del manipulador. El número de grados de libertad del robot viene dado por la suma de los GDL de las articulaciones que lo componen. Puesto que las articulaciones empleadas suelen ser únicamente de rotación y prismáticas, con un solo grado de libertad cada una, el número de GDL del

robot suele coincidir con el número de articulaciones que lo componen.

Puesto que para posicionar y orientar un cuerpo de cualquier manera en el espacio son necesarios seis parámetros, tres para definir la posición y tres para la orientación, si se pretende que un robot posicione y oriente su extremo (y con él la pieza o herramienta manipulada) de cualquier modo en el espacio, se precisará al menos seis grados de libertad.

En la imagen se muestra el esquema de un robot de estructura moderna con 6 GDL; tres de ellos determinan la posición del aprehensor en el espacio (q_1 , q_2 y q_3) y los otros 3, la orientación del mismo (q_4 , q_5 y q_6). Un mayor número de grados de libertad conlleva un aumento de la flexibilidad en el posicionamiento del elemento terminal. Aunque la mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 GDL, como las de la soldadura, mecanizado y paletización, otras más complejas requieren un número mayor, tal es el caso en las labores de montaje. Si se trabaja en un entorno con obstáculos, el dotar al robot de grados de libertad adicionales le permitirá acceder a posiciones y orientaciones de su extremo a las que, como consecuencia de los obstáculos, no hubieran llegado con seis grados de libertad. Otra situación frecuente es dotar al robot de un grado de libertad adicional que le permita desplazarse a lo largo de un carril aumentando así el volumen del espacio al que puede acceder. Tareas más sencillas y con movimientos más limitados, como las de la pintura y paletización, suelen exigir 4 o 5 GDL.

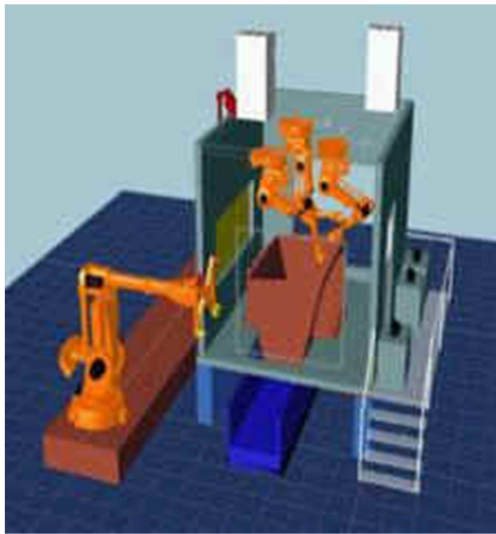
Cuando el número de grados de libertad del robot es mayor que los necesarios para realizar una determinada tarea se dicen que el **robot es redundante**.

Observando los movimientos del brazo y de la muñeca, podemos determinar el número de grados de libertad que presenta un robot. Generalmente, tanto en el brazo como en la muñeca, se encuentra un abanico que va desde uno hasta los tres GDL. Los grados de libertad del brazo de un manipulador están directamente relacionados con su anatomía o configuración.

ESPACIO (VOLUMEN) DE TRABAJO

Las dimensiones de los elementos del manipulador, junto a los grados de libertad, definen la zona de trabajo del robot, característica fundamental en las fases de selección e implantación del modelo adecuado.

La zona de trabajo se subdivide en áreas diferenciadas entre sí, por la accesibilidad específica del elemento terminal (aprehensor o herramienta), es diferente a la que permite orientarlo verticalmente o con el determinado ángulo de inclinación.



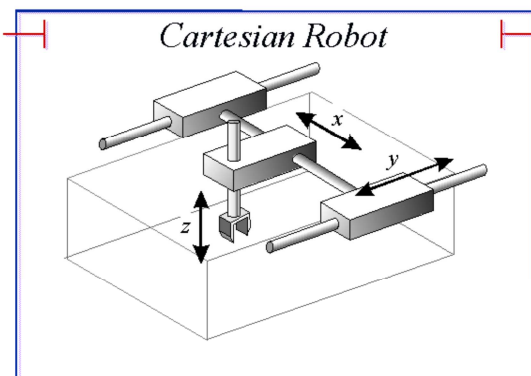
También queda restringida la zona de trabajo por los límites de giro y desplazamiento que existen en las articulaciones.

El volumen de trabajo de un robot se refiere únicamente al espacio dentro del cual puede desplazarse el extremo de su muñeca. Para determinar el volumen de trabajo no se toma en cuenta el actuador final. La razón de ello es que a la muñeca del robot se le

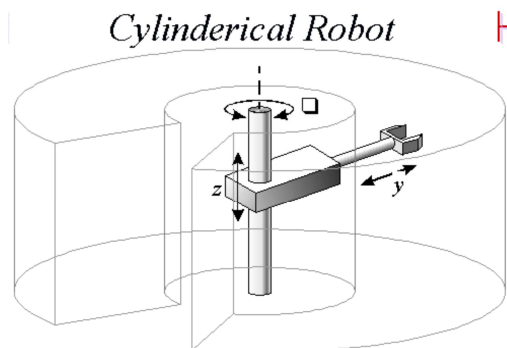
pueden adaptar *grippers* de distintos tamaños.

Para ilustrar lo que se conoce como **volumen de trabajo regular** y **volumen de trabajo irregular**, tomaremos como modelos varios robots.

- El **robot cartesiano** y el robot cilíndrico presentan volúmenes de trabajo regulares. El robot cartesiano genera una figura cúbica.



- El robot de **configuración cilíndrica** presenta un volumen de trabajo parecido a un cilindro (normalmente este robot no tiene una rotación de 360°)



- Por su parte, los robots que poseen una **configuración polar**, los de brazo articulado y los modelos SCARA presentan un volumen de trabajo irregular.

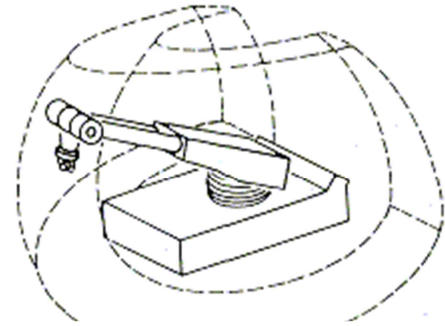


Fig 17. Configuración Polar

Para determinar el volumen de trabajo de un robot industrial, el fabricante generalmente indica un plano con los límites de movimiento que tiene cada una de las articulaciones del robot, como en el siguiente caso:

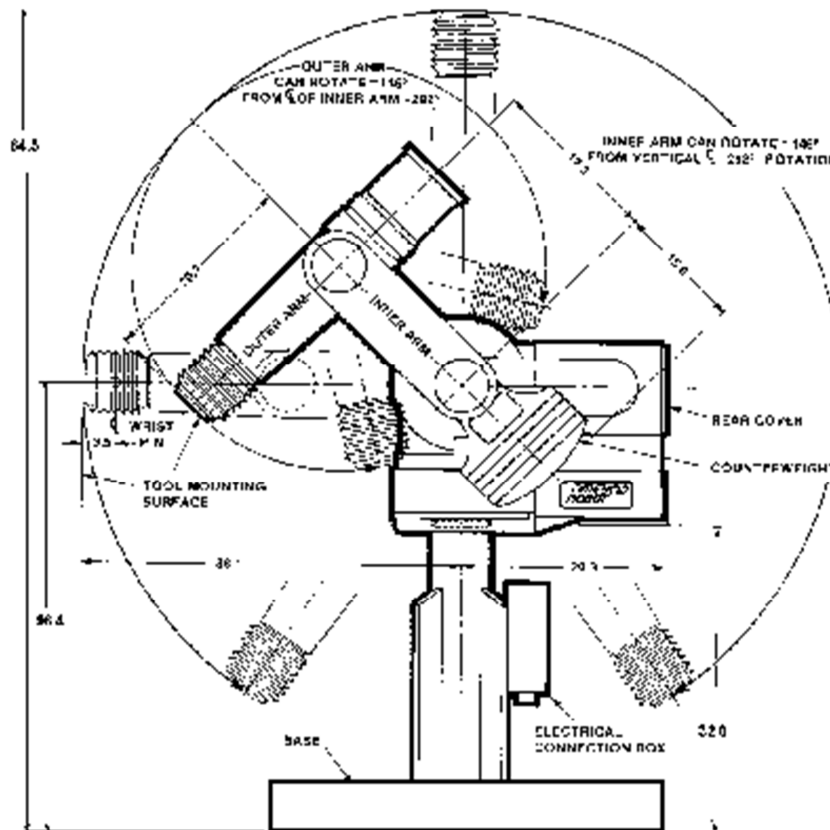


Fig 18. Plano de un robot industrial

PRECISION DE LOS MOVIMIENTOS

La precisión de movimiento en un robot industrial depende de tres factores:

- Resolución espacial
- Exactitud
- Repetibilidad

La **resolución espacial** se define como el incremento más pequeño de movimiento en que el robot puede dividir su volumen de trabajo.

Para explicar con mayor precisión el término resolución espacial tomemos el siguiente ejemplo:

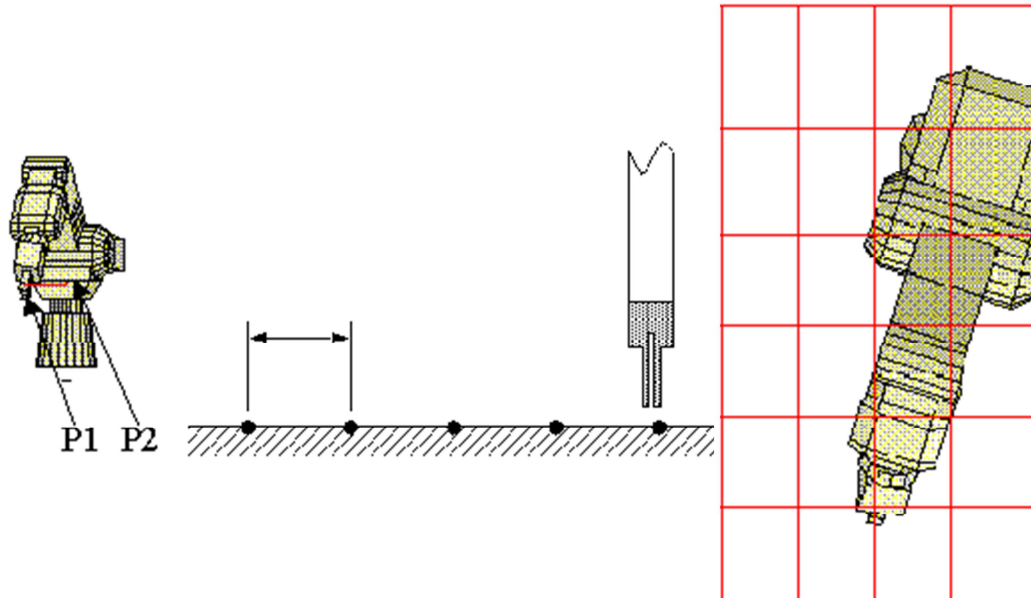


Fig 19. Resolución Espacial

En el dibujo anterior supongamos que utilizando el *teach pendant* movemos el robot de P1 al P2. P2-P1 representa el menor incremento con el que se puede mover el robot a partir de P1. Si vemos estos incrementos en un plano se vería como una cuadrícula. En cada intersección de líneas se encuentra un punto "direccionable", es decir un punto que puede ser alcanzado por el robot. De esta forma la resolución espacial puede definirse también como la distancia entre dos puntos adyacentes (en la figura la distancia entre puntos está muy exagerada a efectos de explicar el término). Estos puntos están típicamente separados por un milímetro o menos, dependiendo del tipo de robot.

La resolución espacial depende de dos factores: los **sistemas que controlan la resolución** y las **inexactitudes mecánicas**.

Depende del **control del sistema** porque éste, precisamente, es el medio para controlar todos los incrementos individuales de una articulación. Los controladores dividen el intervalo total de movimiento para una junta particular en incrementos individuales (resolución de control o de mando). La habilidad de dividir el rango de la junta en incrementos depende de la capacidad de almacenamiento en la memoria de mando. El número de incrementos separados e identificables para un eje particular es: 2^n . Por ejemplo, en un robot con $n=8$ la resolución de mando puede dividir el intervalo del movimiento en 256 posiciones discretas. Así, la resolución de mando es: *intervalo de movimiento/256*. Los incrementos casi siempre son uniformes.

Las **inexactitudes mecánicas** se encuentran estrechamente relacionadas con la calidad de los componentes que conforman las uniones y las articulaciones. Como ejemplos de inexactitudes mecánicas pueden citarse la holgura de los engranajes, las tensiones en las poleas, las fugas de fluidos, etcétera.

La **exactitud** se refiere a la capacidad de un robot para situar el extremo de su muñeca en un punto señalado dentro del volumen de trabajo. Mide la distancia entre la posición especificada, y la posición real del actuador terminal del robot. Mantiene una relación directa con la resolución espacial, es decir, con la capacidad del control del robot de dividir en incrementos muy pequeños el volumen de trabajo

En el siguiente dibujo, si quisiéramos mover el robot exactamente al punto donde se encuentra la pieza de trabajo, el robot solamente podría acercarse al objeto posicionándose en el punto direccionable más próximo. En otras palabras, no podría colocarse exactamente en la posición requerida.

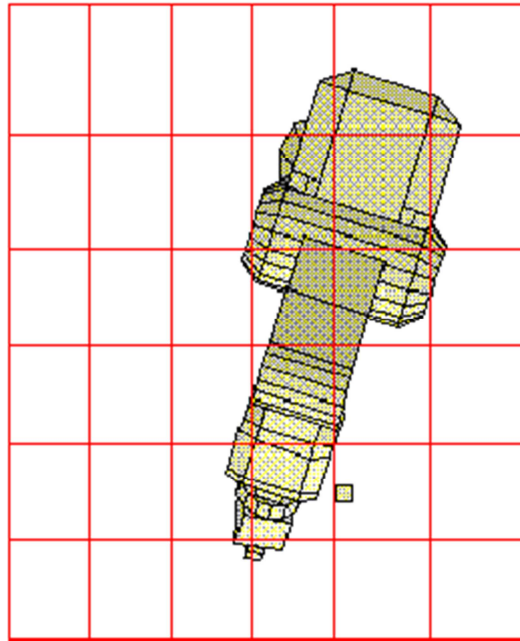


Fig 20. Exactitud del Robot

Un robot presenta una mayor exactitud cuando su brazo opera cerca de la base. A medida que el brazo se aleja de la base, la exactitud se irá haciendo menor. Esto se debe a que las inexactitudes mecánicas se incrementan al ser extendido el brazo. Otro factor que afecta a la exactitud es el peso de la carga; las cargas más pesadas reducen la exactitud (al incrementar las inexactitudes mecánicas). El peso de la carga también afecta la velocidad de los movimientos del brazo y la resistencia mecánica.

Si las inexactitudes mecánicas son despreciables la Exactitud = resolución de mando/2

La **repetibilidad**, se refiere a la capacidad del robot de regresar al punto programado las veces que sean necesarias. Esta magnitud establece el grado de exactitud en la repetición de los movimientos de un manipulador al realizar una tarea programada.

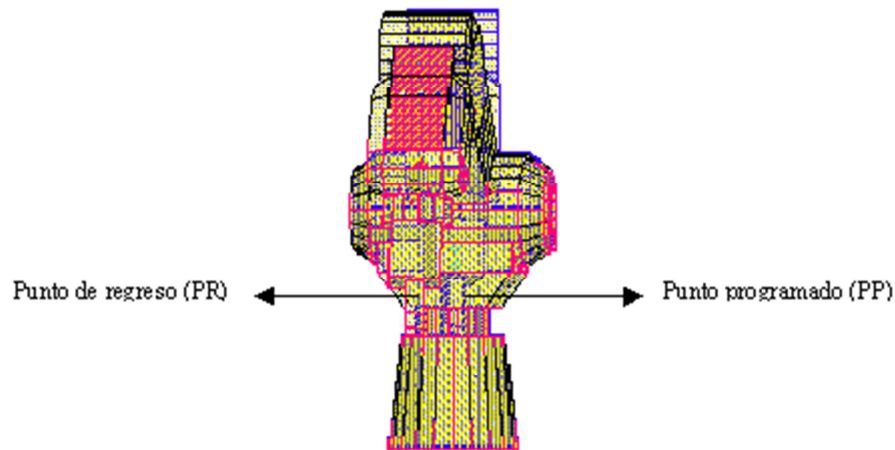


Fig 21. Repetibilidad

En el dibujo anterior al robot se le indicó mediante un comando de programación que regresara al punto **PP** (punto programado). El robot se puede colocar en el punto de regreso (**PR**) o en otro punto de regreso que tenga la misma distancia hacia **PP**. En el dibujo la diferencia entre los puntos **PP** y **PR** está muy exagerada. Dependiendo del trabajo que se deba realizar, la precisión en la repetibilidad de los movimientos es mayor o menor. Así por ejemplo, en labores de ensamblaje de piezas, dicha característica ha de ser menor a ± 0.1 mm. En soldadura, pintura y manipulación de piezas, la precisión en la repetibilidad esta comprendida entre 1 y 3 mm y en las operaciones de mecanizado, la precisión ha de ser menor de 1mm.

La repetibilidad de punto es a menudo más pequeña que la exactitud.

PRECISIÓN DE MOVIMIENTOS

La precisión de movimientos en un robot industrial depende de tres factores: la resolución espacial, la exactitud y la repetibilidad.

La resolución espacial se define como el incremento más pequeño de movimiento que puede ejecutar un robot.

La resolución espacial depende directamente del control del sistema y de las inexactitudes mecánicas del robot.

La resolución espacial depende del control del sistema porque éste, precisamente, es el medio para controlar, todos los incrementos individuales de una articulación.

La resolución espacial también depende -como se había dicho-, de las inexactitudes mecánicas.

Las inexactitudes mecánicas se encuentran estrechamente relacionadas con la calidad de los componentes que conforman las uniones y las articulaciones.

Como ejemplos de inexactitudes mecánicas pueden citarse la holgura de los engranes, las tensiones en las poleas, las fugas de fluidos, etcétera.

SISTEMAS DE IMPULSIÓN

Los más comunes son tres: impulsión hidráulica, impulsión eléctrica e impulsión neumática. El sistema de impulsión hidráulica es en la que se utiliza un fluido, generalmente un tipo de aceite, para que el robot pueda movilizar sus mecanismos. La impulsión hidráulica se utiliza para robots grandes, los cuales presentan mayor velocidad y mayor resistencia mecánica.

Se le da el nombre de impulsión eléctrica cuando se usa la energía eléctrica para que el robot ejecute sus movimientos. La impulsión eléctrica se utiliza para robots de tamaño mediano, pues éstos no requieren de tanta velocidad ni potencia como los robots diseñados para funcionar con impulsión hidráulica. Los robots que usan la energía eléctrica se caracterizan por una mayor exactitud y repetibilidad.

Solo resta hablar de aquellos robots que se valen de la impulsión neumática para realizar sus funciones. En la impulsión neumática se comprime el aire abastecido por un compresor, el cual viaja a través de mangueras. Los robots pequeños están diseñados para funcionar por medio de la impulsión neumática. Los robots que funcionan con impulsión neumática están limitados a operaciones como la de tomar y situar ciertos elementos.

Es importante señalar que no todos los elementos que forman el robot pueden tener el mismo tipo de impulsión.

ELECTRONICA

DEFINICION DE LA ELECTRONICA

La electrónica es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción, almacenamiento de información, entre otros. Esta información puede consistir en voz o música como en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora.

Los circuitos electrónicos ofrecen diferentes funciones para procesar esta información, incluyendo la amplificación de señales débiles hasta un nivel que se pueda utilizar; el generar ondas de radio; la extracción de información, como por ejemplo la recuperación de la señal de sonido de una onda de radio (demodulación); el control, como en el caso de introducir una señal de sonido a ondas de radio (modulación), y operaciones lógicas, como los procesos electrónicos que tienen lugar en las computadoras.

ELEMENTOS ELECTRONICOS

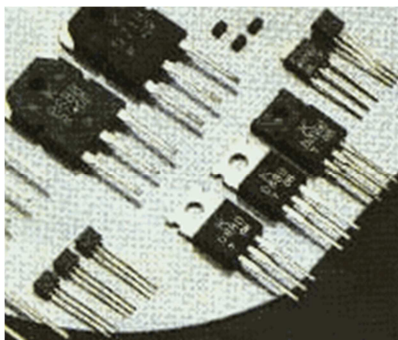
Los circuitos electrónicos constan de componentes electrónicos interconectados. Estos componentes se clasifican en dos categorías: activos o pasivos. Entre los pasivos se incluyen las resistencias, los condensadores y las bobinas. Los considerados activos incluyen las baterías (o pilas), los generadores, los tubos de vacío y los transistores.

TUBOS DE VACÍO

Un tubo de vacío consiste en una cápsula de vidrio de la que se ha extraído el aire, y que lleva en su interior varios electrodos metálicos. Un tubo sencillo de dos elementos (diodo) está formado por un cátodo y un ánodo, este último conectado al terminal positivo de una fuente de alimentación. El cátodo (un pequeño tubo metálico que se calienta mediante un filamento) libera electrones que migran hacia él (un cilindro metálico en torno al cátodo, también llamado placa). Si se aplica una tensión alterna al ánodo, los electrones sólo fluirán hacia el ánodo

durante el semiciclo positivo; durante el ciclo negativo de la tensión alterna, el ánodo repele los electrones, impidiendo que cualquier corriente pase a través del tubo. Los diodos conectados de tal manera que sólo permiten los semiciclos positivos de una corriente alterna (CA) se denominan tubos rectificadores y se emplean en la conversión de corriente alterna a corriente continua (CC) .Al insertar una rejilla, formada por un hilo metálico en espiral, entre el cátodo y el ánodo, y aplicando una tensión negativa a dicha rejilla, es posible controlar el flujo de electrones. Si la rejilla es negativa, los repele y sólo una pequeña fracción de los electrones emitidos por el cátodo puede llegar al ánodo. Este tipo de tubo, denominado triodo, puede utilizarse como amplificador. Las pequeñas variaciones de la tensión que se producen en la rejilla, como las generadas por una señal de radio o de sonido, pueden provocar grandes variaciones en el flujo de electrones desde el cátodo hacia el ánodo y, en consecuencia, en el sistema de circuitos conectado al ánodo.

TRANSISTORES



Los transistores se componen de semiconductores. Se trata de materiales, como el silicio o el germanio, dopados (s decir, se les han incrustado pequeñas cantidades de materias extrañas con reacciones químicas), de manera que se produce una abundancia o una carencia de electrones libres. En el primer caso, se dice que el semiconductor es del tipo n, y en el segundo que es del tipo p. Combinando materiales del tipo n y del tipo p puede producirse un diodo. Cuando éste se conecta a una batería de manera tal que el material tipo p es positivo y el material tipo n es negativo, los electrones son repelidos desde el terminal negativo de la batería y pasan, sin ningún obstáculo, a la región p, que carece de electrones. Con la batería invertida, los electrones que llegan al material p pueden pasar sólo con muchas dificultades hacia el material n, que ya está lleno de electrones libres, en cuyo caso la corriente es casi cero.

El transistor bipolar fue inventado en 1948 para sustituir al tubo de vacío triodo. Está formado por tres capas de material dopado, que forman dos uniones pn (bipolares) con configuraciones pnp o npn. Una unión está conectada a la batería para permitir el flujo de corriente (polarización negativa frontal, o polarización directa), y la otra está conectada a una batería en sentido contrario (polarización inversa). Si se varía la corriente en la unión de polarización directa mediante la adición de una señal, la corriente de la unión de polarización inversa del transistor variará en consecuencia. El principio puede utilizarse para construir amplificadores en los que una pequeña señal aplicada a la unión de polarización directa provocará un gran cambio en la corriente de la unión de polarización inversa.

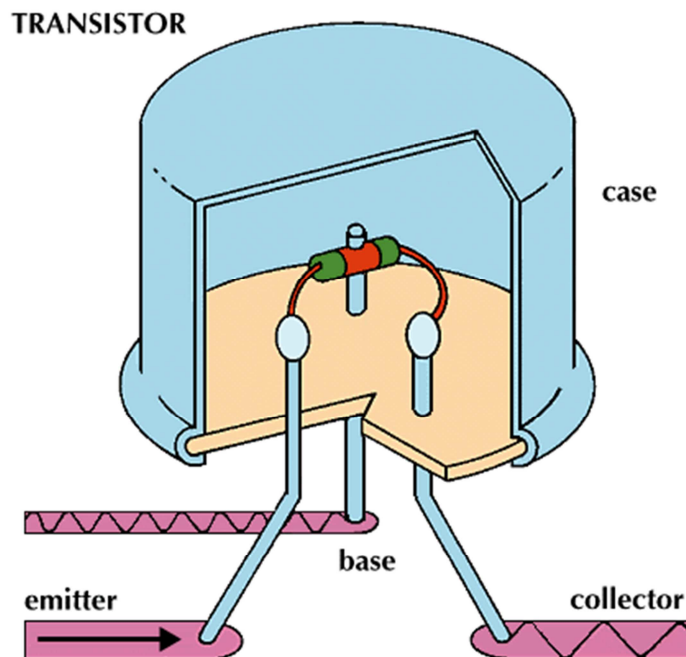


Fig 22. Transistor

Otro tipo de transistor es el de efecto de campo (FET, acrónimo inglés de Field-Effect Transistor), que funciona sobre la base del principio de repulsión o de atracción de cargas debido a la superposición de un campo eléctrico. La amplificación de la corriente se consigue de manera similar al empleado en el control de rejilla de un tubo de vacío. Los transistores de efecto de campo funcionan de forma más eficaz que los

bipolares, ya que es posible controlar una señal grande con una cantidad de energía muy pequeña.

BOBINAS

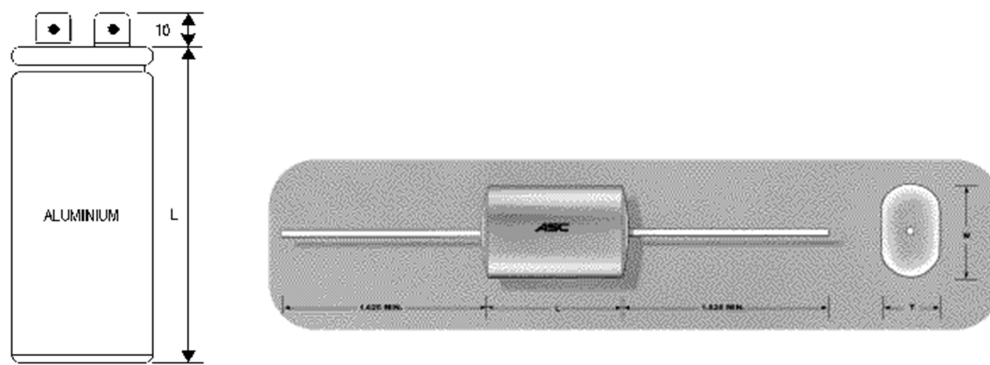
Las bobinas (también llamadas inductores) consisten en un hilo conductor enrollado. Al pasar una corriente a través de la bobina, alrededor de la misma se crea un campo magnético que tiende a oponerse a los cambios bruscos de la intensidad de la corriente. Al igual que un condensador, una bobina puede utilizarse para diferenciar entre señales rápida y lentamente cambiantes (altas y bajas frecuencias). Al utilizar una bobina conjuntamente con un condensador, la tensión de la bobina alcanza un valor máximo a una frecuencia específica que depende de la capacitancia y de la inductancia. Este principio se emplea en los receptores de radio al seleccionar una frecuencia específica mediante un condensador variable.

RESISTENCIAS

Al conectar una batería a un material conductor, una determinada cantidad de corriente fluirá a través de dicho material. Esta corriente depende de la tensión de la batería, de las dimensiones de la muestra y de la conductividad del propio material. Las resistencias se emplean para controlar la corriente en los circuitos electrónicos. Se elaboran con mezclas de carbono, láminas metálicas o hilo de resistencia, y disponen de dos cables de conexión. A las resistencias variables se le llaman reóstatos o potenciómetros, con un brazo de contacto deslizante y ajustable, suelen utilizarse para controlar el volumen de radios y televisiones.

CONDENSADORES

Los condensadores están formados por dos placas metálicas separadas por un material aislante.



Si se conecta una batería a ambas placas, durante un breve tiempo fluirá una corriente eléctrica que se acumulará en cada una de ellas. Si se desconecta la batería, el condensador conserva la carga y la tensión asociada a la misma. Las tensiones rápidamente cambiantes, como las provocadas por una señal de sonido o de radio, generan mayores flujos de corriente hacia y desde las placas; entonces, el condensador actúa como conductor de la corriente alterna. Este efecto puede utilizarse, por ejemplo, para separar una señal de sonido o de radio de una corriente continua, a fin de conectar la salida de una fase de amplificación a la entrada de la siguiente.

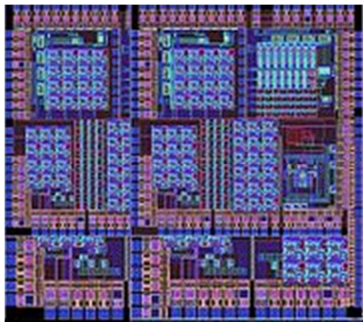
DISPOSITIVOS DE DETECCIÓN Y TRANSDUCTORES

La medición de magnitudes mecánicas, térmicas, eléctricas y químicas se realiza empleando dispositivos denominados sensores y transductores. El sensor es sensible a los cambios de la magnitud a medir, como una temperatura, una posición o una concentración química. El transductor convierte estas mediciones en señales eléctricas, que pueden alimentar a instrumentos de lectura, registro o control de las magnitudes medidas. Los sensores y transductores pueden funcionar en ubicaciones alejadas del observador, así como en entornos inadecuados o impracticables para los seres humanos.

Algunos dispositivos actúan de forma simultánea como sensor y transductor. Un termopar consta de dos uniones de diferentes metales que generan una pequeña tensión que depende del diferencial término entre las uniones. El termistor es una resistencia especial, cuyo valor de

resistencia varía según la temperatura. Un reóstato variable puede convertir el movimiento mecánico en señal eléctrica. Para medir distancias se emplean condensadores de diseño especial, y para detectar la luz se utilizan fotocélulas. Para medir velocidades, aceleración o flujos de líquidos se recurre a otro tipo de dispositivos. En la mayoría de los casos, la señal eléctrica es débil y debe ser amplificada por un circuito electrónico.

CIRCUITOS INTEGRADOS



Un circuito integrado (CI) o chip, es una pastilla muy delgada en la que se encuentra una enorme cantidad (del orden de miles o millones) de dispositivos microelectrónicos interconectados, principalmente diodos y transistores, además de componentes pasivos como resistencias o condensadores. Su área es de tamaño reducido, del orden de un cm^2 o inferior. Algunos de los circuitos integrados más avanzados son los microprocesadores, que son usados en múltiples artefactos, desde computadoras hasta electrodomésticos, pasando por los teléfonos móviles. Otra familia importante de circuitos integrados la constituyen las memorias digitales.

TIPOS

Existen tres tipos de circuitos integrados:

- **Circuitos monolíticos:** Están fabricados en un solo monocristal, habitualmente de silicio, pero también existen en germanio, arseniuro de galio, silicio-germanio, etc.
- **Circuitos híbridos de capa fina:** Son muy similares a los circuitos monolíticos, pero, además, contienen componentes difíciles de fabricar con tecnología monolítica. Muchos conversores A/D y conversores D/A se fabricaron en tecnología híbrida hasta que los progresos en la tecnología permitieron fabricar resistencias precisas.
- **Circuitos híbridos de capa gruesa:** Se apartan bastante de los circuitos monolíticos. De hecho suelen contener circuitos monolíticos sin cápsula (*dices*), transistores, diodos, etc, sobre un sustrato dieléctrico, interconectados con pistas conductoras. Las resistencias se depositan por serigrafía y se ajustan haciéndoles cortes con láser.

Todo ello se encapsula, tanto en cápsulas plásticas como metálicas, dependiendo de la disipación de potencia que necesiten. En muchos casos, la cápsula no está "moldeada", sino que simplemente consiste en una resina epoxi que protege el circuito. En el mercado se encuentran circuitos híbridos para módulos de RF, fuentes de alimentación, circuitos de encendido para automóvil, etc.

CLASIFICACIÓN

Atendiendo al nivel de integración - número de componentes - los circuitos integrados se clasifican en:

- SSI (*Small Scale Integration*) pequeño nivel: de 10 a 100 transistores
- MSI (*Medium Scale Integration*) medio: 100 a 1.000 transistores
- LSI (*Large Scale Integration*) grande: 1.000 a 10.000 transistores
- VLSI (*Very Large Scale Integration*) muy grande: 10.000 a 100.000 transistores
- ULSI (*Ultra Large Scale Integration*) ultra grande: 100.000 a 1.000.000 transistores
- GLSI (*Giga Large Scale Integration*) giga grande: mas de un millon de transistores

En cuanto a las funciones integradas, los circuitos se clasifican en dos grandes grupos:

Circuitos integrados analógicos.

Pueden constar desde simples transistores encapsulados juntos, sin unión entre ellos, hasta dispositivos completos como amplificadores, osciladores o incluso receptores de radio completos.

Circuitos integrados digitales.

Pueden ser desde básicas puertas lógicas (Y, O, NO) hasta los más complicados microprocesadores o microcontroladores.

Éstos son diseñados y fabricados para cumplir una función específica dentro de un sistema. En general, la fabricación de los CI es compleja ya que tienen una alta integración de componentes en un espacio muy reducido de forma que llegan a ser microscópicos. Sin embargo, permiten grandes simplificaciones con respecto los antiguos circuitos, además de un montaje más rápido.

Limitaciones de los circuitos integrados

Existen ciertos límites físicos y económicos al desarrollo de los circuitos integrados. Básicamente, son barreras que se van alejando al mejorar la tecnología, pero no desaparecen. Las principales son:

- Disipación de potencia-Evacuación del calor

Los circuitos eléctricos disipan potencia.

Cuando el número de componentes integrados en un volumen dado crece, las exigencias en cuanto a disipación de esta potencia, también crecen, calentando el sustrato y degradando el comportamiento del dispositivo. Además, en muchos casos es un comportamiento regenerativo, de modo que cuanto mayor sea la temperatura, más calor produce, fenómeno que se suele llamar "embalamiento térmico" y, que si no se evita, llega a destruir el dispositivo. Los amplificadores de audio y los reguladores de tensión son proclives a este fenómeno, por lo que suelen incorporar "protecciones térmicas".

Los circuitos de potencia, evidentemente, son los que más energía deben disipar. Para ello su cápsula contiene partes metálicas, en contacto con la parte inferior del chip, que sirven de conducto térmico para transferir el calor del chip al disipador o al ambiente. La reducción de resistividad térmica de este conducto, así como de las nuevas cápsulas de compuestos de silicona, permiten mayores disipaciones con cápsulas más pequeñas.

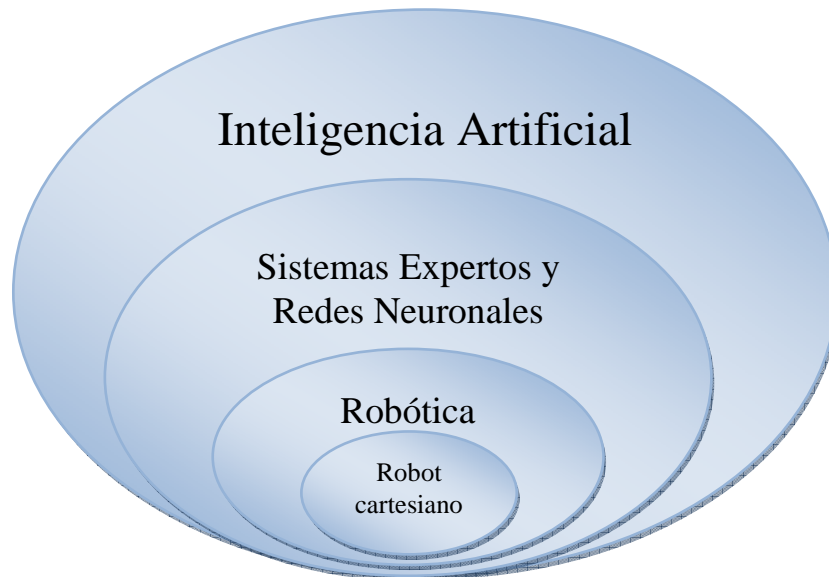
Los circuitos digitales resuelven el problema reduciendo la tensión de alimentación y utilizando tecnologías de bajo consumo, como CMOS. Aun así en los circuitos con más densidad de integración y elevadas velocidades, la disipación es uno de los mayores problemas, llegándose a utilizar experimentalmente ciertos tipos de criostatos. Precisamente la alta resistividad térmica del arseniuro de galio es su talón de Aquiles para realizar circuitos digitales con él.

Capacidades y autoinducciones parásitas

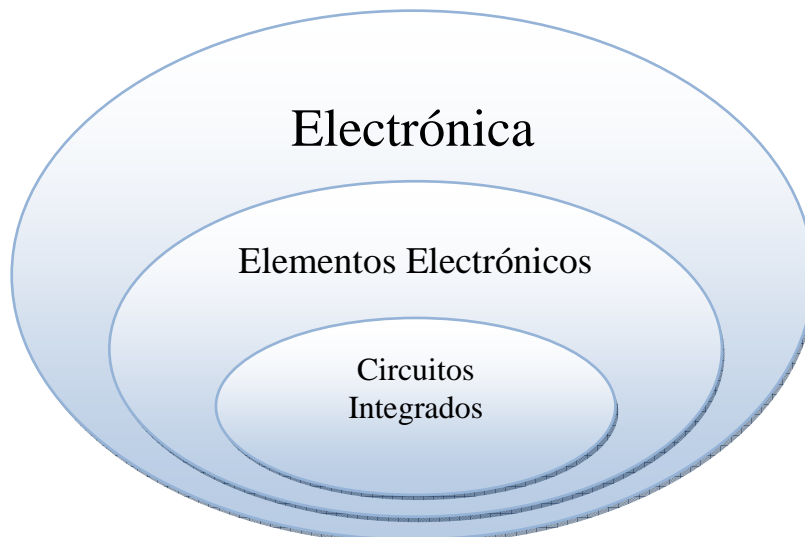
Este efecto se refiere principalmente a las conexiones eléctricas entre el chip, la cápsula y el circuito donde va montada, limitando su frecuencia de funcionamiento. Con pastillas más pequeñas se reduce la capacidad y la autoinducción de ellas. En los circuitos digitales excitadores de buses,

generadores de reloj, etc, es importante mantener la impedancia de las líneas y, todavía más, en los circuitos de radio y de microondas.

VARIABLE DEPENDIENTE



VARIABLE INDEPENDIENTE



2.3 HIPÓTESIS

El diseño de un robot cartesiano permitirá mejorar la atención al cliente si no se pierde tiempo ordenando circuitos integrados con un posicionamiento rápido y preciso.

2.4 VARIABLES

2.4.1 Variable independiente

Robot cartesiano

2.4.2 Variable dependiente

Elementos electrónicos (Circuitos integrados)

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Enfoque de la Investigación

El presente trabajo estuvo enmarcado dentro del paradigma crítico propositivo, tuvo un enfoque cuali-cuantitativo ya que se trabajó con sentido participativo considerando una realidad en constante transformación pero al mismo tiempo dio énfasis a los resultados ya que se orientó a la comprobación de la hipótesis.

Esta investigación sirvió de referencia para interpretarla con el sustento científico y profesional con el que se pretendió resolver el problema. Los datos proporcionados se tradujeron en datos numéricos para la correcta interpretación de modo que fue posible el diseño de un robot cartesiano y se pudo obtener un posicionamiento rápido y preciso al ordenar elementos electrónicos (Circuitos integrados)

3.2 Modalidad básica de la investigación

3.2.1 Investigación Bibliográfica - Documental

Se realizó una investigación bibliográfica - documental para poder levantar el marco teórico y sustentar la investigación, además fue un proyecto factible porque se pretendió diagnosticar la realidad de cierto sector, se evaluó el alcance de los problemas, se realizó planteamientos para resolverlos en base a una investigación bibliográfica, se ejecutó una propuesta con un procedimiento metodológico en el que se determinó actividades y recursos para la realización del mismo

3.3 Nivel o tipo de Investigación

3.3.1 Descriptivo

Es descriptivo porque analizó al problema, cuáles fueron las causas, consecuencias y dificultades por lo que estuvo atravesando, a más de esto estableció las características de la realidad a investigarse, y el grado de relación que existió entre las variables

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

En el desarrollo del proyecto se trabajó con una población de ocho docentes quienes dictaron el seminario durante estos seis meses

3.4.2 Muestra

El presente trabajo de investigación contó con una población reducida por lo que se trabajó con todo el universo.

3.5 Recolección de información

3.5.1 Plan de Recolección de Información

Las personas que proporcionaron información fueron los docentes del seminario PROYECTOS DE CONECTIVIDAD Y REDES DE COMUNICACIÓN, ADMINISTRACIÓN DE REDES Y SERVICIOS, SEGURIDAD INDUSTRIAL, NORMATIVAS DE CALIDAD Y AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA (MECATRÓNICA), quienes fueron los encargados de dictar los diferentes módulos.

3.6 Procesamiento y análisis de la Información

3.6.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.

El método que se utilizó para el procesamiento de la información fue por revisión crítica, corrección de fallas y análisis estadístico.

3.6.2 Plan de análisis e interpretación de resultados

Se realizó el análisis integral en base a juicios críticos desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación.

A continuación se estructuraron las conclusiones y recomendaciones que organizadas secuencialmente permitieron dar solución al problema planteado.

Finalmente como parte fundamental de la investigación crítica y propositiva se estructuró una propuesta pertinente al tema de investigación, enfocada al posicionamiento rápido y preciso al ordenar elementos electrónicos (Circuitos integrados)

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ✓ El modelo Cinemático-dinámico ha sido sintetizado con el software Matlab con el cual se realizó los cálculos y se obtuvo la especificación de los equipos eléctricos.
- ✓ De acuerdo a los cálculos del modelo Cinemático, a las características de los servomotores, de las partes mecánicas, se determinó una precisión en los ejes X, Y y Z de +/- 0.10 mm, por lo que se concluye que el sistema mecánico cumple con las características de precisión.
- ✓ Se logró el diseño de un sistema de bajo costo y similares potencialidades en comparación con sus otros robots hechos en otros países.
- ✓ Se sabe que una máquina se hizo con el propósito de realizar acciones que un humano pueda hacer y llevar a cabo, de esta manera se puede esperar que un robot lleve a tomar el trabajo que hace un armador o un pintor. Con este diseño las personas que se preguntaban si una máquina les puede quitar el trabajo, la respuesta es no porque siempre se va a necesitar una persona para poder corregir o revisar las funciones de un robot.
- ✓ Se puede concluir que la robótica es una rama de todo lo que es ingeniería mecánica, y es utilizado para la ingeniería industrial, por lo que siempre se va a tratar de adquirir una perfección en todo lo que es mecánica que sería diseño e industrial que sería producción.

4.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Primero realizar un bosquejo, con sus respectivas medidas; de las piezas que van a ser parte del androide, porque cuando se va a ensamblar se necesita que las mediciones estén exactas.
- ✓ Para éste tipo de diseño se recomienda primero estudiar detenidamente el funcionamiento del programa a utilizar para no tener confusiones al momento de realizar cada uno de los eslabones que pertenecerán al robot, y también al ensamblar.
- ✓ Efectuar la simulación en el programa llamado simulin, que es mucho más fácil de manejarlo.
- ✓ Al tener ya listas las ecuaciones, podemos ayudarnos en el software de matlab, que es mucho más rápido de resolverlas y obtener las respuestas requeridas.

CAPITULO V

DISEÑO DE UN ROBOT CARTESIANO

5.1 Datos Informativos

- **Título**

Diseñar un robot cartesiano para ordenar elementos electrónicos (Circuitos integrados)

- **Responsable de la elaboración**

Gissela Elizabeth Eivar Toscano

- **Coordinador**

Ing. Ismael Minchala

- **Tiempo de elaboración**

Inicio: 10 de Noviembre 2008

Fin: Marzo 2009

- **Gasto total**

El gasto total para el desarrollo del proyecto es 256.55 Dólares

5.2 Antecedentes de la Propuesta

La física atómica tuvo sus comienzos a fines del siglo XIX cuando se descubrieron los rayos catódicos, los rayos X y las sustancias radiactivas. Posteriormente el descubrimiento de los tubos electrónicos como el diodo y el triodo dieron a la electrónica un gran avance y aplicaciones fundamentales.

La electrónica es base fundamental en los diseños y aplicaciones de dispositivos; en los avances que se han establecido y no se detienen; por lo mismo debemos estar al tanto y saber un poco más cada día.

La ciencia antes mencionada utiliza los fenómenos eléctricos para trasladar información audible, visual, etc., esta se canaliza a través de una corriente eléctrica a base de cambios en sus características los cuales se codifican, estos pueden ser amperaje, voltaje, frecuencia, fase, etc.

Hace unos meses atrás se ha pensando en el diseño de un robot cartesiano, pero en el momento de ejecutar el proyecto siempre se ha postergado dicho trabajo. Ahora se ha tomado muy en serio la realización de este proyecto con el objeto de ayudar a una electrónica, al optimizar el tiempo, ordenando elementos electrónicos como son los circuitos integrados; dará como resultado una excelente atención al cliente, fortaleciendo al progreso de la electrónica.

5.3 Justificación

El diseño del androide, nace de la necesidad de optimizar tiempo, lo cual a su vez logrará que los recursos humanos puedan incrementar y ejecutar de mejor manera todas sus actividades diarias, la que a mediano plazo permitirá que no se siga contratando nuevo personal sino que el que actualmente funciona podrá realizar muchas más actividades, así se espera reducir considerablemente el exceso de gastos innecesarios.

El fortalecimiento de cualquier empresa o institución es un punto clave para su desarrollo y progreso. En las instituciones tanto públicas como privadas se crean muchos limitantes, que lo primero que se pensaría el mayor es la falta de recursos económicos, pero la falta de visión y decisión política parece que le lleva la delantera.

La tecnología ha permitido diseñar un autómata para realizar tareas precisas y en el menor tiempo posible, motivo por el cual el diseño del androide a más de realizar labores repetitivas y baratas

evitará que existan accidentes, a mas de esto tiene como base optimizar el tiempo, que exista una excelente atención al cliente, y finalmente que las personas que prestan sus servicios a la electrónica trabajen eficientemente.

5.4 Objetivos

- **Objetivo General**

Diseñar un robot cartesiano para ordenar elementos electrónicos (Circuitos integrados)

- **Objetivos Específicos**

- Investigar los procedimientos a seguir para diseñar las articulaciones del robot cartesiano.
- Analizar las herramientas matemáticas que se usara para crear un androide tipo cartesiano
- Investigar los beneficios que se obtendría con el proyecto de un autómata cartesiano

5.5 Análisis de Factibilidad

- **Tecnológico:** técnicamente el diseño del robot cartesiano es factible, pues se dispone de la tecnología necesaria, además se cuenta con los recursos necesarios para el desarrollo del tema.
- **Económico:** La propuesta es factible de ejecutarse económicamente porque cuenta con una sola investigación basada en costos reales.
- **Operativo:** En cuanto a la parte operativa el robot deberá seguir funcionando bajo el mismo entorno y con las mismas características si se lo llegara a implementar en alguna empresa que requiera de este servicio.

5.6 Fundamentación

DEFINICIÓN DEL ROBOT

La definición más comúnmente aceptada sea la de la *Asociación de Industrias Robóticas (RIA)*, según la cual:

“Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.”

CLASIFICACIÓN DE UN ANDROIDE

1ª Generación: Repite la tarea programada secuencialmente. No considera las posibles alteraciones de su entorno.

2ª Generación: Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia. Puede localizar, clasificar (visión) y detectar esfuerzos y adaptar sus movimientos en consecuencia.

3ª Generación: Su programación se realiza mediante el empleo de un lenguaje natural. Posee capacidad para la planificación automática de tareas.

ESTRUCTURA DE UN ROBOT

Un robot está formado por los siguientes elementos:

- ✓ Estructura mecánica
- ✓ Transmisiones
- ✓ Sistemas de accionamiento
- ✓ Sistema sensorial
- ✓ Sistema de control
- ✓ Elementos terminales

ESTRUCTURA MECÁNICA:

Mecánicamente, un robot está formado por una serie de elementos o **eslabones** unidos mediante **articulaciones** que permiten un movimiento relativo entre cada dos eslabones consecutivos.

El número de grados de libertad del robot viene dado por la suma de los grados de libertad de las articulaciones que lo componen.

Puesto que mayoritariamente se utilizan las articulaciones de rotación y prismática, con un solo GDL cada una, el número de GDL del robot suele coincidir con el número de articulaciones de que se compone.

El empleo de diferentes combinaciones de articulaciones en un robot, da lugar a diferentes configuraciones, con características a tener en cuenta tanto en el diseño y construcción del robot como en su aplicación.

El **volumen de trabajo** de un robot se refiere únicamente al espacio dentro del cual puede desplazarse el extremo de su muñeca. Para determinar el volumen de trabajo no se toma en cuenta el efector final.

Configuración cartesiana:

- ✓ Posee tres movimientos lineales, es decir, tiene tres grados de libertad, los cuales corresponden a los movimientos localizados en los ejes X, Y y Z. Articulaciones prismáticas.
- ✓ Los movimientos que realiza este robot entre un punto y otro son con base en interpolaciones lineales.
- ✓ Interpolación, en este caso, significa el tipo de trayectoria que realiza el manipulador cuando se desplaza entre un punto y otro.

TRANSMISIONES

Su justificación es la reducción del momento de inercia (acercamiento de los actuadores a la base) y la conversión lineal-circular y viceversa

Características necesarias

- ✓ Tamaño y peso reducido
- ✓ Mínimos juegos u holguras
- ✓ Gran rendimiento
- ✓ No debe afectar al movimiento
- ✓ Capaz de soportar funcionamiento continuo a un par elevado

SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO

Un ejemplo típico son los robots SCARA

Sus ventajas son:

- ✓ Posicionamiento rápido y preciso
- ✓ Mayor controlabilidad (aunque más compleja)
- ✓ Simplificación del sistema mecánico

Y sus desventajas:

- ✓ Necesidad de motores especiales (par elevado a bajas revoluciones con alta rigidez)
- ✓ Reducción de la resolución del codificador de posición

SISTEMA SENSORIAL

Posición

- ✓ Analógicos
 - Potenciómetro
 - Synchro resolver
 - LVDT
- ✓ Digitales
 - Encoder Absoluto
 - Regla óptica
 - Encoder incremental

Velocidad

- ✓ Taco generatriz

Presencia

- ✓ Inductivo Capacitivo
- ✓ Óptico Ultrasónico
- ✓ Efecto Hall Contacto

5.7 Metodología

DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

El prototipo es un robot cartesiano, que está diseñado para cumplir funciones de carga y descarga de elementos electrónicos

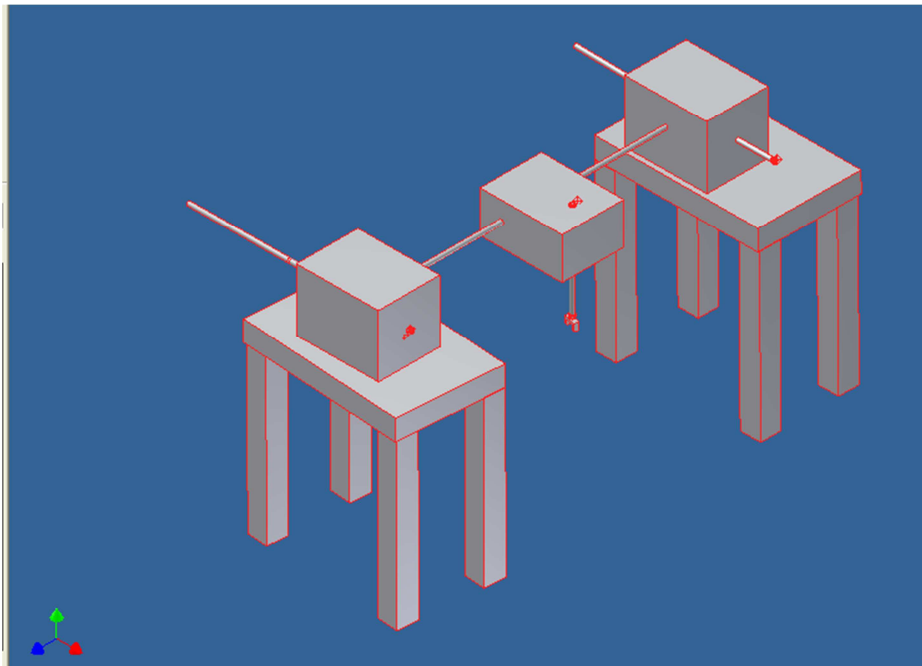


Fig. 24 Robot cartesiano

La Fig. 24 presenta una vista general del robot cartesiano. El prototipo está compuesto por los siguientes módulos o subsistemas: estructura mecánica, actuadores, elementos de transmisión, unidad de control de movimiento y efector.

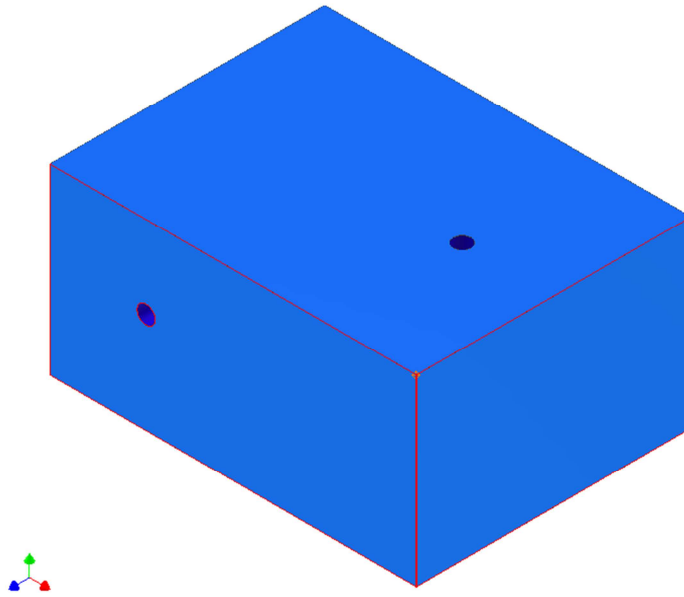
ESTRUCTURA MECÁNICA

Mecánicamente, el robot está formado por una estructura modular, cuya cadena cinemática posee 3 grados de libertad lineales asociados a los ejes X, Y y Z respectivamente. Además, posee un cuarto eje de rotación acoplado a la muñeca del efector. El volumen de trabajo del androide, definido por el rango de variación de las coordenadas articulares, es de 60*60*25 (cm)

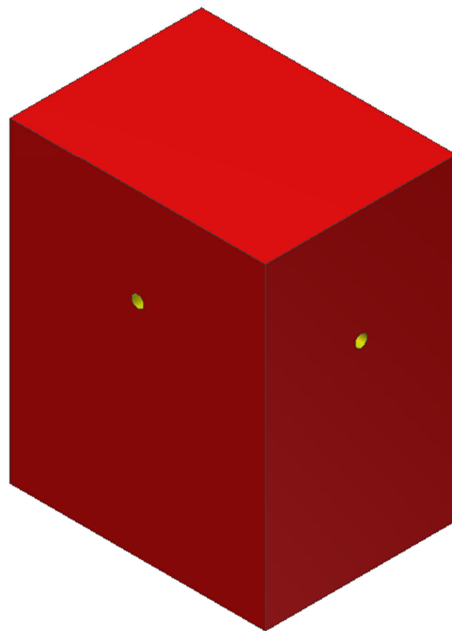
Para el diseño de la estructura mecánica fue fundamental el uso del software Inventor de Autodesk, que nos permitió entre otras cosas la simulación de movimientos y el análisis de interferencias.

A continuación se adjunta las piezas del robot cartesiano

Eslabón x



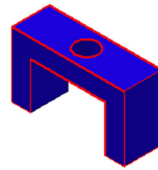
Eslabón y



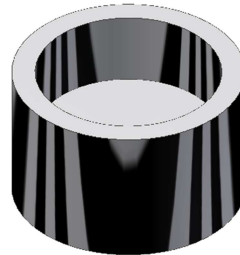
Eje z



Efector final



Rodela



Actuadores y Elementos de Transmisión

Los actuadores tienen por misión generar el movimiento de los eslabones móviles del robot

Los actuadores del androide son servomotores, cuyas características constructivas permiten obtener una elevada respuesta dinámica, gran precisión en el posicionamiento y una mínima relación peso/potencia.

Los elementos de transmisión permiten, por una parte, guiar el movimiento de los eslabones móviles, y por otra, transmitir el movimiento desde los actuadores a las articulaciones, adaptando la fuerza y la velocidad a los valores requeridos por el movimiento.

Tanto los actuadores como los elementos de transmisión han sido seleccionados de modo tal que el prototipo cartesiano sea suficientemente robusto para desempeñarse con elevada confiabilidad, disponibilidad y seguridad

Estos elementos fueron dimensionados para manipular una carga de 20 [gr] a una velocidad máxima de 1.0 [m/s], con una aceleración máxima de 2.0 [m/s²], como se menciona anteriormente

Unidad de Control

El prototipo utiliza un control multi-eje en lazo cerrado, con señales de retroalimentación de velocidad y posición, para controlar el movimiento de los eslabones.

La unidad de control de movimiento del androide está integrada por el controlador, los accionamientos o *drivers* y los sensores

El controlador realiza los cálculos y genera las órdenes de movimiento, según la aplicación programada. Por otro lado, los accionamientos operan como interfaz entre el controlador y los actuadores. El prototipo del robot cartesiano posee sensores de posición angular, los que están relacionados con la fiabilidad de la operación, permitiendo a la unidad de control conocer el estado del sistema, monitorear y controlar el movimiento, corregir las desviaciones o detener el funcionamiento si detecta alguna anomalía.

Efactor

El efector permite al robot manipular objetos, siendo el último eslabón de la cadena cinemática. El efector como tal, no pertenece al producto estándar, pues debe ser desarrollado para cada aplicación en particular. Sin embargo, en esta primera etapa del proyecto, el prototipo del autómatas posee un efector del tipo garra

MODELO CINEMÁTICO-DINÁMICO

El modelo físico de un sistema robótico debe considerar los componentes estructurales, los elementos de transmisión y los dispositivos de accionamiento y control. Sin embargo, considerando el alcance de este documento, se presenta solamente un modelo simplificado para los accionamientos y los elementos de transmisión de movimiento del prototipo del autómatas cartesiano.

Por otra parte, el control de movimiento de un mecanismo se puede realizar según dos modalidades: velocidad–posición, o bien, fuerza–posición. En virtud de las aplicaciones a las que está orientado el robot cartesiano, el control en modo velocidad–posición es más adecuado.

Este modo de control requiere el modelo Cinemático del sistema, y se utiliza cuando interesa un posicionamiento efectivo y control sobre la velocidad de movimiento del mecanismo.

El modelo Cinemático dinámico tiene por objetivo dimensionar los equipos eléctricos y los componentes mecánicos, según los requerimientos definidos para el prototipo. La Fig. 25 presenta un esquema conceptual para el dimensionamiento de los equipos.



Fig. 25. Esquema conceptual del modelo del robot Cartesiano

Definición de Parámetros

Los parámetros son aquellas propiedades de los componentes cuyo valor permanece constante durante el análisis de una configuración determinada. Entre otros, los parámetros del modelo son:

LK : carrera útil, eje k [mm].

mK : masa total, eje k [Kg].

Nmk : velocidad máxima del motor, eje k [RPM].

iK : factor de reducción de transmisión, eje k .

DK : diámetro primitivo del piñón de transmisión, eje k .

mK : coeficiente de roce componentes móviles, eje k .

hmk : eficiencia mecánica del motor, eje k .

hrk : eficiencia mecánica del reductor, eje k .

Definición de Variables

Las variables de entrada son aquellas que están definidas por el ciclo de trabajo especificado. Las principales variables de entrada son:

$t_{a ik}$: tiempo de aceleración, eje k [s],
 $t_{d ik}$: tiempo de desaceleración, eje k [s],
 $t_{v ik}$: tiempo con vel. máxima constante, eje k [s],
 $t_{e ik}$: tiempo de espera, eje k [s],
 $t_{c k}$: tiempo de ciclo, eje k [s],
 f_k : ciclos por minuto, eje k [min-1], donde:

$$t_{ck} = \frac{1}{f_k}$$

y los subíndices representan:

k : ejes x, y, z.

Por otro lado, las variables de salida son aquellas que dependen de los parámetros y de las variables de entrada del modelo. A partir de las variables de salida es posible dimensionar los equipos eléctricos y los componentes mecánicos del androide

Dimensionamiento de los Actuadores

Los servomotores del prototipo cartesiano están dimensionados a partir de las variables torque efectivo, velocidad promedio de rotación y potencia. Se presenta el desarrollo de los cálculos para el eje X, basado en el diagrama de cuerpo libre de la Fig. 26, cuyas variables y parámetros se indican a continuación.

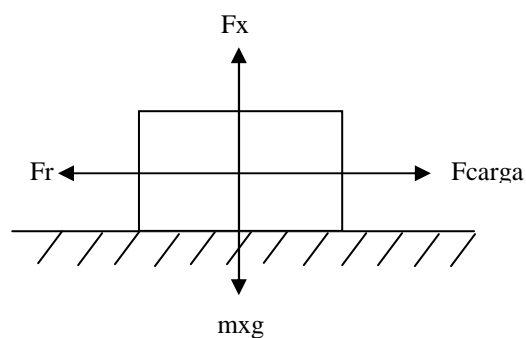


Fig. 26.- Diagrama de cuerpo libre para el eje X

m_x : Masa total del eje X [Kg].

a_x : Aceleración del eje X [m/s²].

U_x : Coeficiente de roce dinámico, eje X.

g : aceleración de gravedad = 9.8 [m/s²].

F_{NX} : Fuerza normal del eje X [N].

F_{RX} : Fuerza de roce del eje X [N].

F_{CX} : Fuerza de accionamiento del eje X.

Las ecuaciones de equilibrio de fuerzas son:

$$\sum F_X = F_{CX} - F_{RX} = m_x a_x \quad (1)$$

$$\sum F_Z = F_{NX} - m_x g = 0 \quad (2)$$

Por otro lado:

$$F_{RX} = U_X F_{NX} \quad (3)$$

Remplazando (2) y (3) en (1), se obtiene la fuerza necesaria para generar una aceleración a_x :

$$F_{CX} = m_x (a_x + U_X g) \quad (4)$$

La relación entre la fuerza de accionamiento lineal, F_{CX} , y el torque del piñón de transmisión es:

$$T_{PX} = \frac{1}{2} F_{CX} D_X \quad (5)$$

Entonces, el torque referido al servomotor es:

$$T_{CMX} = \beta \left(\frac{T_{PX}}{i_x} \right) \quad (6)$$

Donde

$\beta = n_{MX} n_{RX}$, si el servomotor está acelerando,

$\beta = (n_{MX} n_{RX})^{-1}$, si el servomotor está frenando.

Por otra parte, el torque de inercia del sistema está dado por la relación:

$$T_{iX} = J_X \alpha_X \quad (7)$$

Donde

J_X : Momento de inercia del eje X [Kg m²],

α_x : Aceleración angular del servomotor [rad/S²].

El torque instantáneo, en cada intervalo de tiempo Δ_{t_j} del ciclo de trabajo, está dado por:

$$T_j = T_{SMX} + T_{iX} \quad (8)$$

Luego, el torque peak en el ciclo de trabajo es:

$$T_{PK} = \max\{T_j\} \quad (9)$$

Entonces las variables potencia, torque efectivo y velocidad promedio de rotación son cuantificables mediante las ecuaciones (10), (11) y (12), respectivamente. La expresión para el torque efectivo del servomotor es:

$$T_{ef} = \sqrt{\frac{\sum_j T_j^2 t_j}{t_{ciclo}}} \quad (10)$$

La velocidad promedio de rotación del servomotor se calcula como:

$$N_p = \frac{\frac{1}{2} \sum_j |N_{mi} + N_{mf}| \Delta t_j}{t_{ciclo}} \quad (12)$$

Donde

N_{mi} : Velocidad inicial de rotación en Δt_j [RPM],

N_{mf} : Velocidad final de rotación en Δt_j [RPM].

Finalmente, la potencia del servomotor se obtiene como:

$$P_{SM} = 2\pi N_p T_{PK} \quad (13)$$

Los servomotores de los ejes X e Y se dimensionan en forma análoga, es decir, planteando los ciclos de trabajo y sus diagramas de cuerpo libre

Dimensionamiento de Elementos Estructurales

Los elementos estructurales del robot cartesiano fueron seleccionados utilizando la siguiente metodología:

- ✓ Identificación de las cargas puntales máximas.
- ✓ Selección inicial de dimensiones.
- ✓ Aplicación del método de elementos finitos (FEM), en forma iterativa, para definir las dimensiones de los elementos estructurales y sus respectivos materiales.
- ✓ La velocidad máxima requerida para el motor no debe ser mayor que la velocidad nominal del motor seleccionado.
- ✓ El torque efectivo y la velocidad promedio de rotación del servomotor, requeridos por el ciclo de trabajo.

SISTEMA DE CONTROL

En el diseño del sistema de control del androide se seleccionó equipos de última generación, que integran funciones de control de posición, control de velocidad, accionamiento y protecciones dentro de un mismo equipo.

El prototipo posee tres lazos de control similares, asociados respectivamente a cada eje cartesiano

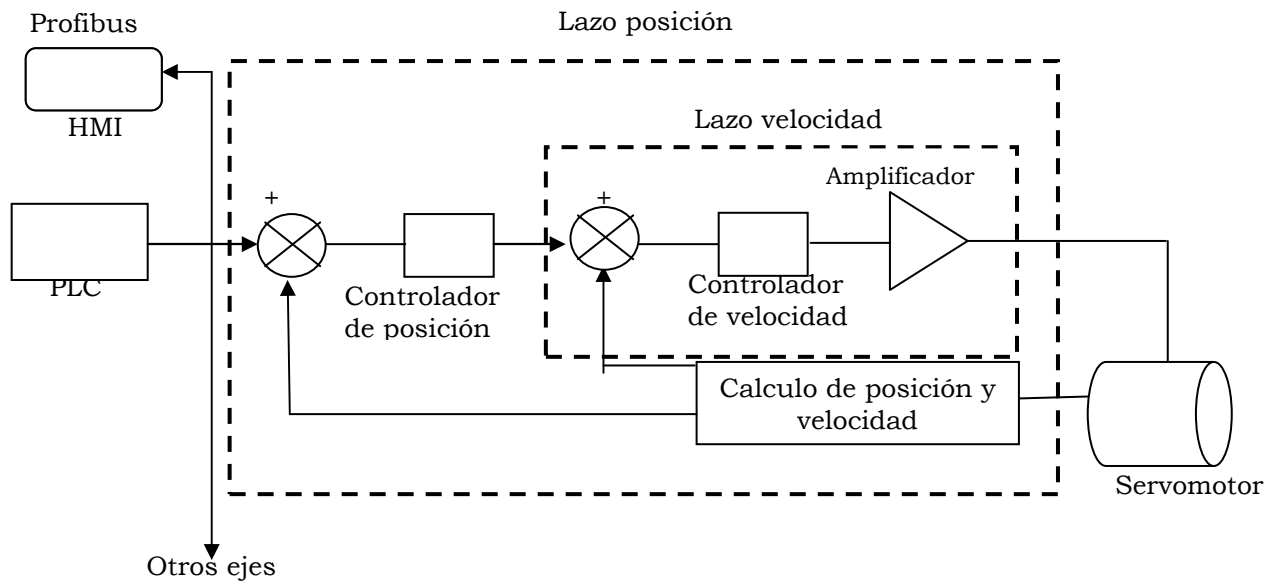


Fig. 27.-Esquema mono-articular de control del robot cartesiano

El sistema de control recibe las referencias de posición para cada eje desde un PLC a través de una red de comunicación Profibus. Por otra parte, el controlador de movimiento integrado en el accionamiento, en conjunto con el servomotor y el sensor de posición angular, constituyen un lazo cerrado cuyas señales de retroalimentación son la posición y velocidad de cada articulación del androide.

Estas señales de retroalimentación son procesadas directamente por el controlador de movimiento.

Los servomotores sin escobillas poseen las propiedades adecuadas para aplicaciones de alto rendimiento, donde se requieren precisión de posicionamiento, elevada respuesta dinámica y mínima relación peso/potencia.

La integración de todos los equipos mencionados a través de una red Profibus, así como el uso de un accionamiento con lazos de control de posición acoplados, permiten que el sistema sea completamente digital, eliminando de esta forma los problemas asociados a los lazos de control análogos.

ANEXOS

Bibliografía

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cybertech>
- <http://www.monografias.com/trabajos6/robo/robo.shtml>
- Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- <http://www.monografias.com/trabajos16/la-inteligencia-artificial/la-inteligencia-artificial.shtml>
- <http://inteligenciaartificialudb.blogspot.com/2008/01/concepto-caractersticas-y-metodologas.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_experto
- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_neuronal_artificial
- <http://www.monografias.com/trabajos12/redneur/redneur.shtml>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Tres_leyes_de_la_rob%C3%B3tica
- <http://www.monografias.com/trabajos31/robotica/robotica.shtml>
- http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/sistema/morfologia.htm
- <http://www.monografias.com/trabajos5/electro/electro.shtml>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Fabricaci%C3%B3n_de_circuitos_integrados
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cybertech>
- <http://html.rincondelvago.com/robotica-industrial.html>