



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

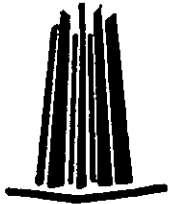
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN

“CONTROL DISTRIBUIDO APLICADO A UN AUTOMATA PROGRAMABLE, BASADO EN LA ARQUITECTURA DE UNA RED DE AREA LOCAL (LAN)”

297100

T E S I S:
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACIÓN
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
P R E S E N T A N:
ISRAEL SALVADOR RAMIREZ LUGO
DELIA MAGDALENA RAMIREZ LUGO

DIRECTOR DE TESIS
ING. DAVID MOISES TERAN PEREZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

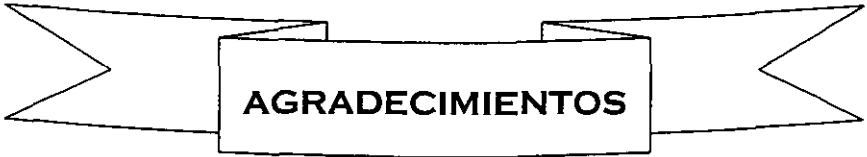


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



AGRADECIMIENTOS

AL ING. DAVID MOISES TERAN

**NUESTRO ASESOR DE TESIS, POR SU TIEMPO Y VALIOSA CONTRIBUCIÓN,
PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO DE TESIS.**

A NUESTROS PADRES (ANGELA Y SALVADOR)

**NO ES FÁCIL LLEGAR SE NECESITA AHÍNCO, LUCHA, DESEO, PERO SOBRE
TODO APOYO COMO EL QUE HEMOS RECIBIDO DURANTE TODO ESTE
TIEMPO.**

GRACIAS POR LO QUE HASTA AHORA HEMOS LOGRADO

ISRA Y DELIA

A NUESTROS HERMANOS (RUSO, MIGUEL Y MAMIS)

**LOS CUALES NOS BRINDARON SU APOYO Y CONFIANZA POR
CONSIDERARNOS CAPACES DE REALIZAR NUESTROS PROPÓSITOS
PROFESIONALES.**

ADRIANA

PARA TI, QUE ME TUVISTE PACIENCIA Y CONFIANZA PARA ESPERAR QUE SE CUMPLIERA UN SUEÑO, Y DEL CUAL HAS SIDO PARTICIPE, TAMBIÉN ESTA AQUÍ PLASMADO TU TRABAJO Y AMOR.

CON AMOR ISRAEL

A MIS HIJOS (ABEL, MARIO, AYLIN E ISRAEL)

CON CARÍÑO A MIS HIJOS QUE ME SÓPORTAN EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS, QUE ME COMPRENDA SI EN ALGÚN MOMENTO NO HE PASO MAS TIEMPO CON ELLOS, LA CONCLUSIÓN DE ESTE CICLO ES POR ELLOS

ARTURO

GRACIAS POR AYUDARME CADA DIA A CRUZAR CON FIRMEZA EL CAMINO DE LA SUPERACION, PORQUE CON TU APOYO Y CONSEJOS HOY HE LOGRADO UNO DE MIS GRANDES ANHELOS.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

**DE LOS CUALES SIEMPRE HE APRENDIDO ALGO Y ME HAN APOYADO EN LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS.
(TANIA, CARLOS, CLAUDIA, MARIBEL,
RUBEN, GUSTAVO, JAVIER, ARA)**

EN ESPECIAL AL ING. GONZALO ORTIZ

GRACIAS POR LA OPORTUNIDAD QUE ME HA BRINDADO AL PERTENECER A SU GRUPO DE TRABAJO Y CONFIAR EN MI.

MUCHAS VECES NO ES POSIBLE TENER A LOS SERES QUERIDOS TAN CERCA COMO QUISIÉRAMOS, PERO ESTO NO IMPIDE ÉL OTORGARLES EL MÉRITO QUE SE MERECE

**(MIGUE Y DULCINEA †)
FAM. GONZÁLEZ HERNÁNDEZ**

INTRODUCCIÓN

Recientemente, para resolver la necesidad de hacer más eficiente el uso de recursos de computación en Organizaciones de todo tipo; surgieron las Redes de Ordenadores. En el Mundo actual, se han convertido en elementos de fundamental importancia y todo indica que la tendencia seguirá, incorporando Tecnologías cada vez más novedosas y complejas para obtener mayor velocidad de transferencia y seguridad de los datos, así como la compatibilidad de Productos de diversos Fabricantes.

Sin embargo, a pesar de que todos utilizamos directa ó indirectamente los Servicios de las Redes de Ordenadores, al acudir a una Institución Bancaria, un Supermercado, una Institución Gubernamental ó una Empresa Privada, muchas personas ignoran algunos conceptos básicos al respecto.

El lenguaje es una de las primeras habilidades que desarrolló el ser Humano desde su aparición sobre la faz de la tierra. Gracias a su habilidad para comunicarse con sus semejantes, el Hombre pudo distinguirse rápidamente de los animales, formar comunidades, aprender y transmitir conocimientos que han perdurado a lo largo del Tiempo y del Espacio.

Actualmente; es indudable que la comunicación desempeña un papel muy importante en nuestras vidas. Ya se trate de las relaciones con nuestra familia; ya de las relaciones profesionales con nuestros compañeros de Trabajo, se puede constatar que una comunicación eficiente garantiza en gran medida el logro de nuestros objetivos diarios.

Comunicar, es transmitir una información: En el caso más simple, de un individuo a otro, y en el caso más complejo, de un grupo de individuos a otro grupo de individuos. Pero, ¿qué es información?

Crante una conversación, no basta con transmitir un mensaje, es necesario que este mensaje aporte algo al destinatario, ya que no todas las palabras son comunicación.

En la *Teoría de la Información*, existe una fórmula que permite calcular teóricamente la riqueza, es decir la cantidad de información intercambiada entre la fuente y el receptor.

Los orígenes de esta *Teoría de la Información*, datan de la publicación del Dr. Claude E. Shannon, de un Artículo en "*The Bell System Technical Journal*" en 1948; año en el que publicaba su libro denominado "*A Mathematical Theory of Communication*". En este libro, Claude E. Shannon se refiere al significado de la información; tratando sus soportes, los símbolos y no el significado semántico ó la información misma.

En el libro citado, Claude E. Shannon analizó el problema de cómo representar los mensajes que una fuente puede producir para que lleven la información en un Sistema de Comunicación.

La palabra "*Información*", se utiliza en el lenguaje común como sinónimo de noticia, conocimiento, inteligencia, etcétera. Así también, en distintas áreas tiene diferentes concepciones; por ejemplo, no siempre se le ha dado el mismo significado en los llamados "*Sistemas de Comunicación*", que en los "*Sistemas de Información*".

La Teoría de la Información, se puede definir como: "**La Ciencia de los Mensajes, puesto que aspira a una formulación numérica de las leyes que gobiernan la generación, transmisión y recepción de los mensajes ó información**".

Esta Teoría, no se ocupa del significado semántico de los mensajes, sino de las probabilidades que tienen en la fuente de información de ser seleccionados para la transmisión ó la incertidumbre en el receptor de que los mensajes recibidos correspondan a determinados mensajes transmitidos.

Un concepto muy importante dentro de los *Sistemas de Comunicación*, es el que se refiere a la "*Entropía*"; el cual dice que: "**El verdadero valor del concepto de *Entropía*, radica en primer lugar, en que el grado de indeterminación de los experimentos expresados por éste, se pone de manifiesto precisamente a través de aquella característica, que tiene alguna importancia en los diversos procesos que se encuentran en la Naturaleza y en la Técnica, y que están relacionados, de uno ú otro modo, con la transmisión ó almacenamiento de ciertas informaciones**".

Esta es una de las definiciones. Otra afirma que: "**Para poder comprender lo que es *Entropía*, en la Teoría de la Información, mejor es olvidar todo lo que guarda relación alguna con el concepto de *Entropía* utilizado en la Física**".

Una tercera opinión, se refiere a la dificultad del concepto de *Entropía*, y de los problemas de ésta (tanto en la Física, como en la Teoría de la Información): "**El movimiento en estos campos nos recuerda el que se efectúa en una selva llena de trampas. Los que conocen esta materia toman generalmente mayor precaución al hablar de ella**".

La palabra *Entropía* fue utilizada por primera vez, por el Científico Alemán Rudolf Clausius, hace poco más de cien años (1885), cuando explicaba la imposibilidad de traspasar el calor de un elemento más frío a uno más caliente. En su traducción del griego, *Entropía* significa "**estoy dando vueltas adentro**" ó sea "**estoy ensimismado**".

La Comunicación supone un proceso de tres tiempos: La emisión y la codificación, la transmisión, y la recepción acompañada de la decodificación. Dentro de los sistemas, y del proceso de comunicación, se tienen los siguientes conceptos:

1.- Fuente y Receptor.- La necesidad vital que todos tenemos de comunicarnos, nos obliga a superar nuestros miedos y limitaciones para poder crecer humana y profesionalmente. En las tareas de comunicación, se pasa del papel de transmisor al de receptor, del papel activo del informador al papel pasivo del informado.

Quizá nunca se sepa cuál de los dos papeles es el más importante para que la información circule bien, pero sí sabemos, que si somos capaces de asimilar las instrucciones de un jefe inmediato, ó se sabe transmitir satisfactoriamente órdenes a los Subalternos; se habrá cumplido en un 90%, los objetivos comunicativos.

2.- Codificación y Decodificación.- Cuando se desea entablar una conversación con otra persona, es imprescindible adaptar el lenguaje (gestos, palabras, entonaciones, frases, argumentación, etcétera), al interlocutor. Este Proceso implica por lo tanto; hacer uso de palabras conocidas por ambas partes; Es decir, símbolos y claves de un código común.

Las palabras, como todo medio de transmisión, no significan nada por sí mismas: Son simples instrumentos a los que puede darse una significación. El que emite la información les da una significación, el que la recibe también; pero tal vez no la misma. Sin embargo, es responsabilidad de los interlocutores, que este proceso se lleve a cabo satisfactoriamente.

3.- Canal y Caudal de Comunicaciones.- La eficacia de una comunicación está evidentemente en función del caudal del canal que transmite la información entre el transmisor y el receptor. Cuanto mayor es el caudal del canal, más posibilidades tiene el receptor en el mismo tiempo más información. Pero entre mayor sea la información recibida por el destinatario, menores son las posibilidades de asimilar en su totalidad los mensajes recibidos.

4.- Ruido y Redundancia.- Ruido es todo aquello que impide, deforma ó dificulta la transmisión de información. La redundancia en cambio, se define como la relación de la información teóricamente superflua, en relación con la información total.

Por ejemplo; la redundancia lingüística de un texto es igual a la relación entre el número total de palabras no portadoras de una nueva información y el número total de palabras del texto. En base a lo anterior, surge entonces un dilema: ¿Cuándo es útil la redundancia? ¿Permite superar el ruido? ¿Cuándo es la redundancia realmente superflua y perjudicial?

Este Proceso de la comunicación, ha sido ya estudiado desde hace muchos años, pero aún hay divergencias entre los estudiosos de la materia. Mientras que la comunicación es para algunos técnica de transmisión analizable, matematizable; para otros es un Proceso Psicológico, sino medible, al menos analizable y perfectible; para otros es, finalmente "mediación" entre dos "seres", objeto de reflexión filosófica. Todo esto, en consecuencia, conlleva a la siguiente pregunta: ¿Qué es entonces la Comunicación?

En la actualidad, es tal la cantidad de Información que se debe manejar, que ha sido necesario hacer uso de Ordenadores y de complejos medios de Comunicación. Es así como la *Comunicación de Datos*, se ha convertido en uno de los campos tecnológicos más importantes de la actualidad.

Desde luego, que una *Comunicación de Datos* puede hacerse no sólo a través de cables y Ordenadores. Una *Transmisión de Datos* se efectúa cuando un mensajero lleva un documento de una oficina a otra, y lo mismo puede decirse del envío de correspondencia por el sistema tradicional de correo. El objetivo común siempre es el mismo, transportar información de un punto a otro.

Sin embargo, la elección de uno u otro *Sistema de Comunicación* depende de factores tales como la confiabilidad del medio de transporte, el costo de envío de la información, su rapidez y privacidad, y la disponibilidad en todo momento para ser utilizado.

La *Comunicación de Datos* surge como una necesidad cuando se requiere obtener y procesar información "a distancia en forma inmediata". Como ejemplos se pueden citar: Información de Operaciones Bancarias y Bancos de Datos.

En algunos otros casos, la *Comunicación de Datos* puede verse como un reemplazo ó alternativa, al modo convencional de transportar Información. Desde el antiguo y muy difundido Sistema de Telegrafía, hasta los actuales Sistemas de Mensajería Electrónica en oficinas (como el Fax), los cuales permiten el envío de cientos de documentos, evitandó así el traslado físico de las personas.

Por lo tanto, si se considera el volumen de Información procesada por cientos de Ordenadores en una sola Ciudad, y que esa Información debe ser transportada con rapidez, seguridad y privacidad a otras Ciudades; es evidente la necesidad de contar con Redes de Ordenadores y Sistemas de Transmisión de Datos eficaces que garanticen este intercambio de Información.

Las aplicaciones potenciales de la *Comunicación de Datos*, son lo que actualmente se conoce como "Oficina Electrónica"; son enormes y día con día las perspectivas de desarrollo son más amplias. Tomando en cuenta esta necesidad, el contenido de este trabajo de Tesis intenta dar los elementos necesarios para:

- a). Conocer los conceptos básicos de la Comunicación de Datos.
- b). Dada una situación, proponer Sistemas de Comunicación de Datos aplicables a ella.
- c). Conocer regulaciones y procedimientos para tener acceso a los servicios de Comunicación de Datos.
- d). Diseñar una Red.

JUSTIFICACIÓN

A manera de *Justificación* del presente trabajo de Tesis se menciona la tendencia actual a que los Sistemas de Ordenadores se configuren a modo de Red, para obtener un alto índice de rendimiento y rentabilidad de los equipos así configurados y operados.

Como la mayoría de los Proyectos de Ingeniería; independientemente de la disciplina, las Redes de Ordenadores cuentan con una serie de Estándares ó Normas que definen su funcionamiento en todos los aspectos. Por ello se establecen los Modelos de Referencia cuya finalidad se divide en dos puntos básicos:

1.- Flexibilizar la implantación de una Red dividiéndola en Capas ó Niveles de Programas y Paquetes ("*Software*") interactuando jerárquicamente.

2.- Estandarización de los diversos fabricantes tanto de Arquitectura de Sistemas ("*Hardware*") como de Programas y Paquetes ("*Software*") del Modelo de Referencia más utilizado en la actualidad.

Además, el desarrollo de las Redes de Área Local (LAN) a mediados de la década de 1980, ayudó a cambiar la forma de "*pensar*" de los Ordenadores, como Ordenadores; a la forma en que nos comunicamos entre Ordenadores y Usuarios y por qué se hace de ese modo.

Las Redes de Área Local (LAN) son particularmente importantes, ya que es una Red de Área Local, la que puede ser conectada a muchas Estaciones de Trabajo como la primera fase de un entorno distribuido de Redes y Operaciones de Ordenadores de mayor magnitud.

Así mismo, las Redes de Área Local (LAN) son importantes para muchas Organizaciones de menor tamaño porque son la ruta a seguir hacia un Entorno de Ordenadores Multi-usuarios, distribuido y capaz de comenzar en forma modesta, pero también de extenderse a medida que aumenten las necesidades de la Organización.

Como se puede apreciar, una de las influencias más profundas en el desarrollo de las Redes de Área Local (LAN), ha sido la adopción de "*Estándares*" Nacionales e Internacionales ("*Estándares*" que incluso los gigantes de la Industria encuentran difícil de pasar por alto).

Las Redes que transmiten Información pueden organizarse en diversas formas. Al comienzo de la década de 1980, era imposible distinguir entre lo que se ha llamado "*Redes Locales*" y lo que se denominara "*Redes Globales*". En

muchas Redes Locales, todos los nodos son Ordenadores; aunque no hay nada inherente en la *Tecnología* que requiera tal condición, pese a que la existencia de grandes números de Ordenadores ha sido probablemente un factor importante en el desarrollo de las Redes de Área Local (LAN).

Las Redes de Área Local (LAN) fueron estructuradas con el aspecto de la conectividad en mente. Las Redes Locales pueden servir a usuarios locales, se pueden interconectar ó bien pueden ser nodos de una Red Global. Las Redes Locales pueden tener radios que varían de algunos cientos de metros a cerca de 50 kilómetros. Las Redes Globales se pueden extender por todo el mundo, de ser necesario.

Las Redes de Área Local (LAN), se describen a veces, como aquellas que: **"Cubren una área geográfica limitada, donde todo nodo de la Red puede comunicarse con todos los demás y no requiere un nodo ó procesador central"**. Además, una Red de Área Local (LAN) es una Red de Comunicación que puede ofrecer intercambio interno entre Medios de Voz, Datos de Ordenador, Procesamiento de Palabras, Facsímil, Videoconferencias, Transmisión Televisiva de Vídeo, Telemetría y otras formas de Transmisión Electrónica de Mensajes. Una Red de Área Local (LAN) puede clasificarse además como:

1.- Intrainstitucionales, de propiedad privada, administradas por el usuario y no sujetas a la regulación de la FCC. De esta categoría se excluyen a Empresas de servicios comunes, tales como Sistemas Telefónicos Públicos y Sistemas Comerciales de Televisión por Cable.

2.- Integradas a través de la interconexión vía un medio estructural continuo; pueden operar múltiples servicios en un mismo juego de cables.

3.- Capaces de ofrecer conectividad global.

4.- Que soportan Comunicaciones de Datos a baja y alta velocidad. Las Redes de Área Local (LAN) no están sujetas a las limitaciones de velocidad impuestas por Empresas de servicios comunes tradicionales y pueden ser diseñadas para soportar dispositivos cuya velocidad va de 75 Baudios con base en casi cualquier Tecnología, a cerca de 140 Mbaudios en el caso de una Red de Área Local (LAN) de Fibra Óptica disponible en el Mercado.

5.- Disponibles en el Mercado (al alcance del Comprador). El Mercado de las Redes de Área Local (LAN) sigue siendo volátil, sin menospreciar los productos que ofrece IBM, muchos sistemas siguen siendo diseñados por pedido. Incluso, los productos ya anunciados pueden encontrarse aún en la fase de prueba.

Como la Red de Área Local (LAN) es más un concepto que un producto, el término "disponible en el mercado", debe interpretarse de la manera siguiente: Los

componentes de las Redes de Área Local (LAN) que ofrecen conexiones de dispositivos a un medio físico, como un Sistema de Televisión por Cable (CATV), son las que se pueden conseguir realmente en el Mercado.

La *Justificación* más importante para este trabajo es que las Redes de Área Local (LAN) son únicas porque simplifican procesos sociales. Las Redes Globales se implantan para hacer un uso más efectivo en costo de "Mainframes" ó MacroOrdenadores costosos. Las Redes de Área Local (LAN) se implantan para hacer un uso más efectivo en costo de las personas.

La Conectividad es el concepto impulsor de las Redes de Área Local (LAN) en una forma desconocida para las Redes Globales. Las Redes de Área Local (LAN) son un reconocimiento de la necesidad que tienen las personas de utilizar datos y, como un Producto Secundario, de transmitir datos de una persona a otra.

Una clave de interés en las Redes de Área Local (LAN), es que aquellos que dirigen grandes Organizaciones han reconocido que "Organización" implica interacción social. Los Ordenadores no dirigen Organizaciones, lo hacen las personas. Los Ordenadores no toman decisiones, sino las personas. Los Ordenadores, no importa cuán "Inteligentes" sean; sólo ayudan a las personas a dirigir las Organizaciones.

Como una Organización es principalmente un Proceso Social, operar en forma más eficiente cuando las personas que las constituyen dispongan de herramientas que les ayuden en la "Toma de Decisiones". Esto significa que las personas que utilizan Ordenadores en las Organizaciones no lo hacen en forma aislada, sino como seres sociales comprometidos en actividades de comercio y conversación.

En el entorno organizacional, se han introducido muchos recursos de Ordenadores: Ordenadores, Terminales, Copiadoras Inteligentes, y Ordenadores grandes y pequeños.

No obstante, un Ordenador vacío, es como una mente también vacía; de poca ó ninguna utilidad para nadie, incluyendo a su propietario. Si cada Ordenador debe ser llenada en forma diferente, y a mano, entonces el trabajo se vuelve menos (no más) eficiente. En el desarrollo de la era de la Informática es importante, que la Tecnología ayude a las personas a reducir la cantidad de información a niveles manejables y a mejorar la calidad de dicha información.

En un contexto Organizacional, las Redes ofrecen el medio para permitir que el poder de Ordenación disponible, sea utilizado a su máximo alcance. Así mismo, otros aspectos han sido importantes para generar interés en las Redes de Área Local (LAN), incluyendo el deseo de las personas de tener independencia en las operaciones del Ordenador, la necesidad de contar con Ordenadores en todos

y cada uno de los Departamentos de una Organización y la economía de las Redes de Área Local (LAN).

De igual forma, al implantar el Control Distribuido en la mayoría de las Industrias, es posible mantener el correcto funcionamiento de los Procesos en que se encuentra sub-dividida la Ingeniería de Procesos Industriales; ya que este tipo de "Control" garantiza que la Plataforma Productiva no se detenga al detectarse una falla general en el Sistema. Por lo que, es posible recuperar parte del Proceso de Fabricación.

Finalmente, el uso de Autómatas Programables (PLC's) en los Procesos Industriales se garantiza: Precisión, efectividad, confiabilidad y tiempo real de respuesta, ya que los Procesos controlados y supervisados por estos dispositivos, tienen un valor muy cercano al 100% de efectividad.

ANTECEDENTES AL TRABAJO

La unión de Ordenadores y Comunicaciones ha tenido una influencia profunda en las formas en que se organizan los Sistemas de Información bajo Ordenadores. Estas áreas convergen y las diferencias entre Coleccionar, Transportar, Almacenar y Procesar Información, están desapareciendo rápidamente con lo que la demanda de tecnología que procese Información crece a pasos agigantados.

Así el viejo Modelo de un sólo Ordenador sirviendo a las necesidades de toda la Organización está cambiando; por otro lado, en que un gran número de Ordenadores separados pero interconectados hacen el trabajo; estos "nuevos" Sistemas Interconectados de Ordenadores son las Redes.

Hasta hace unos años los Sistemas Transaccionales eran los encargados de soportar la Información de un negocio, pero éstos sólo manejan las operaciones a un nivel muy detallado; lo cual no era muy bueno para los Gerentes ó Personas encargadas del análisis de los datos de una Empresa, ya que tenían que esperar a que el Departamento de Sistemas elaborara el reporte que ellos necesitaban para el análisis de su Empresa, lo cual podía llevarse de días hasta semanas para que el reporte se recibiera en la forma requerida por el Gerente.

Por otra parte, el área de Sistemas tenía que "sufrir" tratando de dar formato, hacer consultas e imprimir los archivos que se generaran para poder entregar los reportes con todos los requerimientos que el Gerente había solicitado.

Las personas encargadas de la Toma de Decisiones eran dependientes del Área de Sistemas, en lo que a información se refiere, ya que para poder adquirir Información de las Operaciones de la Empresa debían recurrir a esta área.

Y en ocasiones, el Área de Sistemas no podía proporcionar los reportes requeridos por la Gerencia porque existían ciertas circunstancias que no permitían elaborar los reportes con los formatos especificados por la Gerencia.

Por otra parte, los Sistemas Transaccionales sólo podían dar respuesta a preguntas como: ¿Cuántos Productos se han vendido en el presente mes? ¿Cuál es el Producto más caro? ¿Cuántos Productos se tienen en existencia? En cambio a la Gerencia le interesaba contestar preguntas como: ¿Qué pasaría si se incrementa el precio a un Producto "X"? ¿Se puede reducir el precio de un Producto sin afectar el consumo de otros? ¿Qué pasaría si se reduce la existencia de un Producto "X" en el Almacén?

Este tipo de cuestiones no podía ser contestadas por los Sistemas Transaccionales, así como el Gerente tenía que ingeniárselas para poder realizar análisis de su Negocio tomando los datos que sus Sistemas Transaccionales le otorgaban. Hasta que se desarrolló la idea del Data Warehouse, el cual vino a cambiar la forma de manejo de la Información.

En el Siglo XX, está creciendo aún más la necesidad de producir más Información, que esté disponible para un mayor número de usuarios. Como ejemplos de aplicación, se pueden decir que los Inversionistas de una Empresa, necesitan información, acerca de su Estado Financiero y sus perspectivas futuras. Los banqueros y los proveedores necesitan información para evaluar el desempeño y la solidez de un negocio antes de proceder a un préstamo ó concederle un crédito.

Las Agencias del Gobierno necesitan varios reportes que les muestren las actividades financieras y operativas para efectos de impuestos y reglamentación. Los Sindicatos están interesados en las utilidades de las Organizaciones en las que trabajan sus afiliados.

Sin embargo, los individuos que están más involucrados con la información y dependen de ella, son los que tienen a su cargo la responsabilidad de Administrar y operar las Organizaciones, es decir; la Gerencia y los Empleados; sus necesidades van desde el mantenimiento de las Cuentas por Pagar hasta la información estratégica para la adquisición de otra Compañía.

Sin Información de Calidad, las Organizaciones se encuentran a la deriva, flotando con dificultad en un mar de incertidumbre. *La Información de Calidad* es, de hecho, un recurso crítico y se obtiene siguiendo varias etapas y asegurándose que la información producida sea exacta, oportuna y relevante.

Todas las Organizaciones están formadas por factores organizacionales, clave que ayuda a describir la "Organización". Sin embargo, la esencia de todas las Organizaciones está compuesta del lugar de trabajo, la cultura, la base de los activos y los interesados, y los clientes. El ingrediente principal que aglutina a estos componentes para obtener una Organización coordinada y que funcione fluidamente es la Información de Calidad.

El receptor principal de la información es la Gerencia, que la necesita para planear, controlar y tomar decisiones. Sin embargo, los Gerentes que se encuentran en los niveles táctico y estratégico, aún no están recibiendo suficiente información para satisfacer sus necesidades.

En un mundo competitivo, el arma más poderosa es la *Información*. Ésta (la Información) ayuda a los Gerentes a desempeñarse mejor, a combatir a los competidores, a innovar, a reducir el conflicto y a adaptarse a las vicisitudes del Mercado. La Información mejora la diferenciación de Productos y Servicios,

ofreciendo a los Clientes Productos y Servicios actualizados y más baratos, un mejor y más fácil acceso a los Productos y Servicios, mejor Calidad, respuesta y servicio más rápidos, mayor información de seguimiento y estado del proceso, y una gama más amplia de Productos y Servicios.

Gran parte de la mejora en la dimensión de Productos y Servicios, se logra insertando el "*Sistema de la Organización*" en el "*Sistema del Cliente*" para obtener un acoplamiento interactivo y coordinado. Igualmente, la Información de Calidad mejora la productividad, derribando las barreras de comunicación entre las oficinas y las operaciones. Además, la Información y la Tecnología Informática (en este caso las Redes de Área Local (LAN)), pueden mejorar de manera significativa la productividad, tanto de los Trabajadores de la Información, como los de las Operaciones.

PLAN PROPUESTO

Para obtener un buen aprovechamiento de este Trabajo de Tesis, se recomienda asumirlo y asimilarlo de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se establecen los Conceptos Fundamentales de los *Sistemas de Comunicación*. Dentro de éstos se desarrollan los referentes a los Antecedentes Históricos de los Sistemas basados en Redes, los Tipos de Redes en función de su Topología y su Alcance Geográfico.

En el Capítulo II, maneja lo referente a un Análisis de las Redes de Área Local (LAN), tales como son: Los Tipos de Topología existentes, los Tipos de Redes como son: *Arcnet, Ethernet y Token-Ring*. Así como las características de las Redes Inalámbricas. Se analizan de igual modo, los Sistemas Operativos para los diferentes tipos de Redes que existen en el Mercado.

En el Capítulo III, se establece todo lo concerniente a los Protocolos de comunicación, comenzando con definir que es un Protocolo, las normas que lo rigen, en especial a referentes a la IEEE 802.XX y algunas otras normas. Establece los lineamientos para que se lleven a cabo los procesos de comunicación entre las redes de área local (LAN).

En ese mismo capítulo III, se dan Fundamentos de la Conectividad; empezando por establecer las características del Modelo OSI y sus Siete Capas fundamentales. Posteriormente, se analizan los elementos que garantizan la Conectividad de las Redes de Área Local (LAN) como son: Los Ruteadores, los Repetidores, los Puentes, las Puertas y los Concentradores.

Para el Capítulo IV, se analizan los Conceptos Fundamentales del control distribuido y de los autómatas programables; así como los principios básicos de su programación y aplicación más comunes dentro de un arreglo de redes de área local (LAN).

OBJETIVO GENERAL

Presentar los conceptos generales de las Redes de Área Local (LAN), así como los elementos referentes a la Conectividad de dicha Red de Área Local, los Protocolos de Comunicación utilizados en una Red de Área Local (LAN) y finalmente, su Aplicación en el control distribuido y los autómatas programables; todo basado en la arquitectura de redes de Área Local (LAN).

OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Presentar y analizar los conceptos básicos de los Sistemas de Comunicación que involucran a una Red de Área Local (LAN).

2.- Presentar los conceptos y fundamentos básicos de una Red de Área Local (LAN).

3.- Analizar los conceptos y elementos inherentes a los Protocolos de Comunicación en una Red de Área Local (LAN). También se Analizan los conceptos de conectividad de una red de área local (LAN).

4.- Analizar los conceptos y elementos inherentes a los autómatas programables (PLC's) y su aplicación dentro del control distribuido.

CAPÍTULO I

CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

1.1.- Introducción.

Desde su origen, los Medios de Comunicación han sido uno de los aspectos básicos del desarrollo humano. La comunicación a larga distancia ha modificado el concepto del tiempo que separaba los pueblos, y ha multiplicado las ideas, encaminándolas hacia cualquier sendero capaz de ser creado por la imaginación del Hombre. La comunicación constituye a la fecha, uno de los pilares importantes para que un País facilite su camino hacia el desarrollo.

Varios han sido los medios que se han empleado para canalizar los servicios de telecomunicaciones; en México, como en cualquier otra Nación del Mundo, tiene la necesidad de modernizar sus Redes de Comunicaciones con Sistemas de Radio Digital, tanto en las regiones rurales como en las sub-urbanas y urbanas.

Por lo anterior y debido a la demanda manifestada de diversas Empresas que requieren de Redes suficientes para poder establecer comunicación con sus filiales y/o sucursales ubicadas en la República Mexicana, así como en el Extranjero; Telecomunicaciones de México (TELECOMM), estableció las Redes Digitales: INFOSAT, VSATCOMM y la Red Satelital MALLA (TDMA), como alternativa de solución que coadyuve a satisfacer las necesidades de comunicación de dichas Empresas.

Uno de los principales problemas del Ser Humano desde que se inventó la escritura, ha sido el manejo eficiente de la Información. Este problema ha sido resuelto en parte gracias a la invención del *Ordenador*. Los agigantados avances de la Tecnología actual, han permitido que el Ordenador se integre de manera sencilla y eficiente, a las actividades cotidianas del Ser Humano. Hasta ahora, no existe campo alguno de la Ciencia, que no se haya visto beneficiado con los múltiples servicios que ofrece un Ordenador.

Así mismo, gracias a la popularidad que los Ordenadores Personales han adquirido en los últimos años, su costo ha disminuido notablemente, pero su poderío y su versatilidad se siguen incrementando día con día. Este hecho ha

provocado que corporaciones de todo tipo, adquieran Ordenadores Personales buscando incrementar la productividad de la Empresa con Sistemas de Información más rápidos y confiables.

Actualmente, el volumen de *Información* a procesar, se ha incrementado considerablemente, y los Sistemas de Información tienden a ser más complejos.

Esto ha dado pie a que los trabajos que antes realizaba un sólo Ordenador, se distribuya ahora entre varios Ordenadores que deben ser capaces de comunicarse entre sí, y trabajar de manera conjunta para satisfacer los actuales requerimientos de Información.

Esta comunicación puede darse entre Ordenadores que estén físicamente cercanas (dentro de un mismo Edificio, un Campus Educativo ó un Complejo Industrial), ó geográficamente distantes (ubicadas en Países, e incluso, Continentes distintos); las primeras dan origen a las Redes de Ordenadores, y las segundas a las Redes de Transmisión de Datos.

1.2.- Antecedentes Históricos.

El Arte de la Comunicación es tan antiguo como la humanidad. En la Antigüedad se usaban tambores y humo para transmitir Información entre localidades. A medida que pasó el tiempo se crearon otras técnicas; tales como los semáforos. La era de la Comunicación Electrónica se inició en 1834 con el invento del Telégrafo y su Código asociado que se debe a

Morse. "*El Código Morse*" utilizaba un número variable de elementos (puntos y rayas) con el objetivo fundamental de definir cada carácter.

El invento del Telégrafo adelantó la posibilidad de comunicación humana, no obstante tener muchas limitaciones. Uno de los principales defectos fue la incapacidad de automatizar la transmisión debido a la falta de capacidad técnica de sincronizar unidades de envío y recepción automáticas y a la incapacidad propia del Código Morse.

El uso de la Telegrafía estuvo limitado a claves manuales hasta los primeros años del Siglo XX. En el año de 1874, Emil Baudot en Francia, ideó un Código en el cual el número de elementos (Bits) en una señal era el mismo para cada carácter y la duración (sincronización) de cada elemento era constante.

Ese código fue llamado de longitud constante. Los trabajos sobre el problema de la sincronización comenzaron en 1869 con el desarrollo de la Máquina de Escribir de teclado teleimpresor en Europa. Este equipo operaba en forma síncrona; es decir, cada carácter tenía sus propios comandos ("Start/Stop"), al comienzo y al final de cada grupo del Código. Para 1876 se observa que cambios en las ondas del sonido al ser transmitidas, causan que granos de carbón cambien de resistividad, cambiando por consiguiente la corriente.

En sí, el surgimiento de las Telecomunicaciones se da en Europa entre los Siglos XVII y XIX, en el marco de los grandes cambios sociales que produjeron el rompimiento del Sistema Feudal y la Revolución Industrial, que propiciaron e impulsaron el avance científico y tecnológico.

Un hecho fundamental para la historia de las comunicaciones en México, se registró el 05 de Noviembre de 1851, cuando se inauguró el primer servicio telegráfico entre la Capital de la República y la población de Nopalucan en Puebla, en una distancia de 187.72 kilómetros; gracias al privilegio otorgado por el Presidente Don José Joaquín de Herrera el 10 de Mayo de 1849 a Don Juan de la Granja, Español naturalizado Mexicano desde 1842.

En México, antes de 1851, sólo había funcionado el telégrafo óptico ó de señales, consistente en una serie de aparatos en forma de "T", colocados de trecho en trecho y movidas por poleas en su parte superior, en tantas posiciones como letras tiene el alfabeto; este invento estuvo instalado en el camino a Veracruz, en un montículo cerca del Puerto, el cual es conocido todavía como "*El Cerro del Telégrafo*".

En Marzo de 1867 el Presidente Don Benito Juárez García, decretó la Federalización de los Telégrafos que, desde su nacimiento, venían funcionando por medio de concesiones a Empresas Privadas. Esto es, el Telégrafo fue el primer Sistema de Comunicación Eléctrica.

Posteriormente, pacificado el País y una vez en el poder el Presidente Don Porfirio Díaz, el 1° de Julio de 1878 se funda la Primera Dirección General de Telégrafos, dependiente del Ministerio de Fomento. Las Telecomunicaciones en México han tenido un acelerado progreso en los últimos años, y han contribuido en forma notable a la transformación de nuestra sociedad, mejorando la Calidad de sus medios de comunicación hacia los Mexicanos y hacia otras Naciones.

Hace más de 20 años, surgieron las primeras Redes de Ordenadores y su aparición ha aportado elementos valiosos a las Redes que hoy conocemos. A continuación se citan algunas de ellas, como mera referencia histórica:

1.- En Diciembre de 1969, surgió la primera Red Experimental llamada ARPANET, desarrollada por la Agencia de Proyectos e Investigaciones Avanzadas (ARPA), del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de

América. Esta Red contaba con 4 nodos y conectaba hasta 100 Ordenadores ubicadas en varios Estados de este País. Muchos de los conocimientos actuales sobre Redes, son resultado directo del "Proyecto ARPANET". Por ello, la terminología actual de Redes de Ordenadores, conserva algunos conceptos ideados para esta Red.

2.- En 1973, la Compañía XEROX, desarrolló una "Red de Gestión de Archivos", en base a sus equipos instalados en los Estados Unidos de América. Esta Red fue pionera de las "Redes Ethernet" que hoy se conocen.

3.- En 1974, comienza a funcionar la "Red Pública TRANSPAC", de Francia; la cual conectaba cientos de equipos en todo el Territorio Francés. TRANSPAC fue una de las primeras "Redes Públicas".

4.- En 1981, México puso en marcha su "Red Pública TELEPAC", para ofrecer Servicios de Transmisión de Datos en todo el País.

5.- Finalmente, en ese mismo año, la aparición de los Ordenadores Personales, marcó un cambio definitivo en la Informática y comienzan a desarrollarse las primeras Redes de Ordenadores.

Ante estos continuos avances de la Informática y las Telecomunicaciones, la Organización Internacional de Normas (ISO), y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), a través del Comité Consultivo de Telefonía y Telegrafía (CCITT); deciden establecer las primeras Normas de Conectividad de Equipos en Redes de Ordenadores, con lo que quedan establecidas las bases fundamentales de las Redes de Ordenadores.

1.3.- Tipos de Redes.

Una Red de Ordenadores, es un conjunto de Ordenadores conectados entre sí, a través de Medios de Comunicación (líneas Telefónicas, Cable Coaxial, Fibra Óptica y Micro-Ondas), con tres objetivos:

- 1.- Compartir Información.
- 2.- Comunicar Usuarios.
- 3.- Tener Flexibilidad en el Manejo de Información.

A pesar de las características mencionadas anteriormente, existen ciertas particularidades que diferencian unas Redes de otras. Para aclarar cuántos tipos de Redes de Ordenadores existen, se hará una breve mención de la forma en que se clasifican las Redes de Ordenadores.

Por el tipo de propietarios de la Red, se clasifican en:

- 1.- Redes Privadas.
- 2.- Redes Comerciales.
- 3.- Redes Públicas.

Las Redes Privadas, son las más comunes y normalmente pertenecen a Universidades, Bancos y Empresas Públicas y Privadas. Se caracterizan porque sólo un grupo reducido de personas, tienen acceso a la Red (los propietarios, los socios, empleados ó estudiantes).

Las Redes Comerciales, rentan sus servicios a personas interesadas a tener acceso a la información de la Red. Este tipo de Redes pueden pertenecer a Revistas Científicas, Agencias de Noticias y grupos que ofrezcan productos de interés común.

Las Redes Públicas, son administradas generalmente por el Gobierno en Países Subdesarrollados, y por grandes consorcios en Países Capitalistas.

Utilizan la infraestructura de la Red Telefónica y ofrecen sus servicios a cualquier Organización que se suscriba a la Red. Los Servicios de Transmisión de Datos que ofrece son en extremo económico, debido a que se comparten Canales de Comunicación entre gran cantidad de usuarios.

Las Redes se pueden clasificar de acuerdo a su extensión geográfica de la siguiente manera:

- 1.- Redes de Área Amplia (WAN).
- 2.- Redes de Área Metropolitana (MAN).
- 3.- Redes de Área Local (LAN).

Las Redes de Área Amplia (*WAN*, *Wide Area Networks*), son aquellas en las que es necesario conectar Equipos de Comunicación Remota, a los Ordenadores que integran la Red, que por cierto pueden ser "Mainframes", MiniOrdenadores ó bien Ordenadores Personales. La extensión geográfica que abarca una Red de Área Amplia (WAN), puede ir desde una pequeña Ciudad hasta cubrir en su totalidad, el Territorio de todo un País.

Las Redes de Área Metropolitana (*MAN, Metropolitan Area Networks*), son *Redes Híbridas*, es decir, Redes que conectan Ordenadores Personales, Mini y MacroOrdenadores. Se diferencian de las Redes de Área Amplia (*WAN*), en que los Equipos de Comunicación no son tan complejos, pues no se transmite a distancias muy grandes.

Las Redes de Área Local (*LAN, Local Area Networks*), están confinadas a un espacio físico restringido y comparten Periféricos de costo elevado (graficadores, impresoras láser, unidades de memoria), entre los Ordenadores que integran la Red. No existe un parámetro que indique la longitud máxima de una Red de Área Local (*LAN*); pero si se puede afirmar, que en cuanto se utilicen Sistemas de Comunicación Remota para comunicar dos nodos de la misma Red, se dejará de hablar de una Red de Área Local (*LAN*).

1.4.- Redes de Transmisión de Datos.

Existen diversos Sistemas de Comunicación utilizados en la Transmisión de Datos. Tradicionalmente, la Red Telefónica y la Red de Micro-ondas, han sido un excelente soporte de la Comunicación de Datos, pero debido a la demanda de Información se han saturado rápidamente.

Es por ello, que los Satélites de Comunicación se están utilizando en todo el mundo. A diferencia de las Redes de Ordenadores; las Redes de Transmisión de Datos, solamente se encargan de garantizar que la información llegará íntegra de un punto a otro, para lo cual utilizan Métodos de Detección de Errores, Métodos de Aprovechamiento Máximo del Canal de Transmisión, Repetidores, Amplificadores y Multicanalizadores.

En México, la era de las Telecomunicaciones se inicia con la instalación de la primera línea telegráfica que comunicó a las Ciudades de México y Veracruz en 1851, tan sólo seis años después de que Samuel Morse estableciera la primera línea telegráfica en los Estados Unidos de América.

Entre los primeros beneficios que el telégrafo trajo consigo son, por una parte, él haber podido comunicar las costas y las fronteras Mexicanas; con la rapidez necesaria a causa de los movimientos armados del Siglo pasado; por otra parte, la comunicación civil de la población Mexicana que se veía deteriorada a causa del deficiente Servicio de Correos que, si no eran asaltados, tardaban meses en llegar a su destino.

Más tarde, el empleo de las "Ondas Electromagnéticas", originó el surgimiento de la "Telegrafía sin Hilos" (TSH), la cual adoptó México a principios del presente Siglo, esto fue gracias a que la instalación del Primer Enlace de Telegrafía mediante Ondas Electromagnéticas que se llevó a cabo entre Sonora y Baja California (en 1903), fue todo un éxito; y también por esta razón, la Secretaría de Guerra y Marina adoptó el Sistema TSH en sus embarcaciones.

En cuanto a la Comunicación Telefónica, se tiene que en 1878, dos años de que Alejandro Graham Bell patentara su aparato telefónico, se instala la primera línea telefónica en México, comunicando el Palacio Nacional y el Castillo de Chapultepec, y se experimentó así mismo, estableciendo comunicación telefónica hasta Tlalpan, sorprendiendo su efectividad a tan "gran" distancia (en su época).

Para 1882, gracias al Gobierno Federal, se organizó la Compañía Telefónica Mexicana, siendo ésta la primer Empresa Latinoamericana en su sector económico, la cual un año más tarde celebró la primera Conferencia Internacional entre Matamoros Tamaulipas y Brownsville en el Estado de Texas en los Estados Unidos de América. Sin embargo, más tarde entran en función varias Compañías competidoras, como la Ericcson, las cuales extendían poco a poco sus Redes Telefónicas por todo el Territorio Nacional independientes unas de las otras.

En 1947, el Presidente Don Lázaro Cárdenas del Río, logra la unificación de todas estas Redes, creando así el Monopolio llamado Teléfonos de México, que inicia sus operaciones con los equipos y concesiones otorgadas a la Compañía de Teléfonos de Ericcson S. A. proporcionando el Servicio por primera vez el 1° de Enero de 1948, y hasta la fecha estas Empresas con "ayuda" del Gobierno Federal han hecho posible el crecimiento de la Red Telefónica Nacional con la que se cuenta hoy en día.

1.4.1.- Red Telefónica.

En Comunicaciones Telefónicas se utilizan con frecuencia los términos "Pares y Cuadretes", para describir el circuito que compone el canal. Los circuitos de pares suelen conocerse como circuitos "semi-dúplex". Uno de los hilos sirve para transmitir los datos, y el otro es la línea de retorno eléctrico. Los circuitos de cuatro hilos, ó circuitos de cuadretes, suelen conectarse como circuitos "full-dúplex".

Incluyen dos pares de hilos cada uno; dos de los hilos transmiten datos y los otros dos cierran los correspondientes circuitos. Para las Compañías Telefónicas, un enlace de dos hilos, suele corresponder a un circuito telefónico conmutado normal; mientras que un circuito de cuatro hilos suele ser una línea privada no conmutada.

1.4.2.- Red de Micro-Ondas.

En México en la década de los años sesenta, se tiene un cambio más en las Telecomunicaciones, al instalarse los Sistemas de Micro-Ondas, y poder establecerse enlaces internacionales vía satélite. En esta década la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Empresa Teléfonos de México S. A. de C. V. mediante un esfuerzo coordinado, instalaron sus Redes de Micro-Ondas, creando una infraestructura que se ha consolidado como el pilar principal donde se apoya la prestación de los Servicios de Telecomunicaciones.

Aunque México desde 1965 empezó a utilizar vía Micro-Ondas la señal del Satélite INTELSAT I ("Pájaro Madrugador"), era necesario contar con una antena propia. Fue así como México se incorporó al grupo de Países que hacen uso de estos Servicios para las Telecomunicaciones Internacionales.

Cabe señalar que México fue uno de los primeros Países que instala antenas de 32 metros de diámetro. Como antecedente a lo anterior, destaca el "Proyecto Mercurio", que contaba entre otras cosas con la instalación de una Estación Terrena en Empalme en el Municipio de Guaymas en Sonora, instalada por la NASA, en coordinación con la Dirección General de Telecomunicaciones y la Comunicación Nacional del Espacio Exterior en 1962.

Para el 4 de Junio de 1966, México firma los acuerdos del "Sistema INTELSAT", y en el año de 1968 comienza a operar la Primera Estación para Comunicaciones Internacionales Vía Satélite, con lo cual México ingresó a la era de los Satélites Artificiales.

Con los antecedentes anteriores, en México se comienza a realizar el Proyecto de un Sistema de Satélites propios de la Nación, que aunque tenían un servicio satelital, no satisfacía completamente las necesidades de comunicación.

En 1981 se presentó formalmente el Proyecto, el cual estuvo a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; la finalidad de dicho Proyecto era la de contar con un medio de comunicación más eficaz y además propio de la

Nación, debido al crecimiento y demanda de la misma, este Primer Proyecto de Satélites se dio a conocer como "Sistema de Satélites Morelos" el cual fue conformado por dos satélites, los cuales fueron lanzados en 1985 y puestos en marcha uno en el mismo año y el otro hasta 1989.

La Segunda Generación de Satélites Mexicanos fueron programados para sustituir a la Primera Generación (ambas generaciones construidas por la Empresa "Hughes Air Corporation"), cuya vida útil terminó en 1993 para el primer satélite y para 1998 terminará la vida útil del segundo.

La nueva Generación de Satélites es llamada "Sistema de Satélites Solidaridad" y su objetivo es el de sustituir poco a poco al Sistema anterior, además de proporcionar una mayor eficiencia de comunicación y una mayor cobertura. El Satélite Solidaridad I fue lanzado en Noviembre de 1993 y el Solidaridad II en Octubre de 1994.

Con estos lanzamientos, México se pone a la vanguardia en tecnología en materia de Telecomunicaciones, cuyos servicios se extienden a la mayor parte de los Países Latinoamericanos y parte de los Estados Unidos de América.

En una Red de Micro-Ondas, se utilizan antenas de transmisión y recepción, repetidores y el espacio atmosférico como medio físico de transmisión. La información se transmite en forma digital, a través de ondas de radio de muy alta frecuencia y por lo tanto, de una longitud de onda mínima (Micro-Ondas).

Pueden direccionarse múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado, ó pueden establecerse enlaces "punto a punto". Las Estaciones consisten de una antena de tipo parábola y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario.

Cuando el Sistema de Micro-Ondas pertenece a la Compañía de Teléfonos, se utilizan parte de los circuitos telefónicos disponibles. Dependiendo del País y de su Legislación, a veces es necesario, obtener una licencia especial para uso privado y esto puede constituirse en un contratiempo.

También puede decirse que por el momento, los componentes resultan bastante costosos y no están disponibles fácilmente. En Redes de Micro-Ondas, la transmisión es en línea recta (lo que está a la vista); y por lo tanto, se ve afectada por accidentes geográficos (edificios, bosques, cerros, mal tiempo, etcétera), los cuales provocan que la señal transmitida esté sujeta a los fenómenos de *reflexión*, *refracción* y *difracción*.

El alcance promedio entre dos antenas es de 40 Kilómetros. Estos fenómenos, provocan que se presenten interferencias constructivas y destructivas.

En el sitio receptor se presentan puntos ubicados en diferentes alturas, en los cuales se tendrán interferencias constructivas y destructivas. Al patrón resultante de interferencias destructivas y constructivas, se le conoce como "Zonas de Fresnel". Este concepto, es muy importante porque la antena receptora debe estar a una altura que corresponda a una Zona de Fresnel, con interferencia constructiva.

Una de las ventajas importantes de usar, los enlaces de Micro-Ondas, es la capacidad de poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, a la vez, que permite la transmisión de datos en su forma natural (Digital).

1.4.3.- Red Satelital.

La idea de utilizar un Satélite para comunicaciones a larga distancia surge por primera vez en 1940 por Arthur Clarke, escritor Inglés de artículos técnicos, quien fue el primero en concebir la idea de utilizar Estaciones Espaciales para la retransmisión de señales de radio. Su idea la ilustra claramente en uno de sus artículos, publicado en la revista "Wireless World" durante esa década.

Dicho artículo fue considerado como ciencia-ficción, ya que en aquel entonces no existía la tecnología espacial; sin embargo, los adelantos científicos se aceleraron durante la Segunda Guerra Mundial y la Guerra Fría en la década de los años cincuenta, lo que permitió al señor Clarke confirmar sus teorías respecto a la comunicación vía satélite.

En sí, el concepto es sencillo: Si se considera que las Ondas de Radio viajan en línea recta, y debido a la curvatura de la Tierra, dichas señales no pueden llegar a lugares muy distantes del sitio emisor; por lo tanto, colocar un artefacto a gran altura sobre la Tierra y en el cual se puedan rebotar las Ondas de Radio, soluciona el problema de redondez del Globo Terráqueo.

Las posibilidades de lograr comunicaciones a larga distancia a través de dichos artefactos llamados "Satélites Artificiales", se hicieron técnicamente posibles en Octubre de 1957 con la puesta en órbita del Satélite Ruso "Sputnik I", el objetivo del cual era determinar los parámetros de las capas superiores de la atmósfera y la ionosfera; su forma era esférica y su órbita elíptica.

Este artefacto era capaz de lograr 15 revoluciones completas alrededor de la Tierra en tan sólo 24 horas, a una velocidad aproximada de 8 kilómetros por segundo. En total, dio 1 400 vueltas alrededor de nuestro Planeta en 92 días.

El Sputnik 1 fue el Primer Satélite puesto en órbita en el Mundo y, cabe mencionar, que daba tantas vueltas alrededor de la Tierra que la altura que logró alcanzar era aproximadamente de 25 kilómetros sobre la Tierra. La desventaja de esto era el corto tiempo de vida de dicho artefacto.

Actualmente, la altura que alcanzan los satélites geoestacionarios es de aproximadamente 36 000 kilómetros desde donde se pueden girar sincrónicamente con la Tierra.

Después de esto, se lograron rápidos y asombrosos avances en la técnica espacial, tal es el caso del Primer Satélite de Comunicaciones activo en el Mundo, el "Score", que fue puesto en órbita en Diciembre de 1958 por los Estados Unidos de América, para servicios de la Fuerza Armada de ese País. El período de rotación de ese satélite era similar al *Sputnik 1* y por ende tenía la misma desventaja: El corto período de vida.

Después de varios años de investigación, el reto era incrementar la altura de los satélites a 36 000 kilómetros de la Tierra, donde el período de rotación sería geosíncrono; es decir, a la par de la Tierra e incrementar además su funcionalidad. El Primer Satélite Geosíncrono ó Geoestacionario fue el "Syncomm II", lanzado en 1963, el cual transmitió señales de Televisión durante los Juegos Olímpicos de Tokio, Japón en 1964.

De esta manera, las Comunicaciones Comerciales por Satélite, comenzaron oficialmente en Abril de 1965, cuando se lanzó el Satélite llamado "INTELSAT I" ("Pájaro Madrugador"), con una capacidad de 240 canales de voz, equivalentes a dos Canales Telefónicos y a uno de Televisión, esto incrementó en un 50% la capacidad de Comunicaciones Transatlánticas e hizo posible por primera vez la Televisión Comercial en forma directa a través del Océano Atlántico, ya que únicamente proporcionó servicios entre Europa y Norteamérica.

"El Pájaro Madrugador" fue seguido por el lanzamiento de tres satélites de la serie INTELSAT II, en el año de 1967, uno de ellos fue situado sobre el Océano Atlántico y los otros dos sobre el Océano Pacífico, extendiéndose el alcance de los Satélites de Comunicaciones a más de dos terceras partes del Mundo.

Aún cuando esta serie de Satélites tenían la misma capacidad que el "Pájaro Madrugador", estos estaban diseñados para trabajar con varias Estaciones Terrenas a la vez, y no únicamente con dos como el INTELSAT I.

El siguiente año y hasta 1970 fueron colocados sobre los Océanos Índico, Atlántico y Pacífico los Satélites INTELSAT III de mayor potencia y capacidad. El

Satélite colocado sobre el Océano Índico completó la cobertura Mundial de los Satélites de Comunicación; esta serie de Satélites tenían la capacidad de 1 500 circuitos telefónicos ó cuatro canales de televisión y un tiempo de vida calculado de cinco años.

La serie de Satélites *INTELSAT IV*, aumentó en forma notable la capacidad y flexibilidad del Sistema Global de Comunicación. El primero de ellos fue lanzado en Enero de 1971 y empezó a prestar servicio durante el mes de Marzo del mismo año. Su capacidad era de 4 000 circuitos telefónicos ó 12 canales de televisión y su tiempo de vida calculado a siete años.

Actualmente, es muy común el uso de Satélites en Redes de Procesamiento de Datos, y se espera, además un futuro muy promisorio en lo que concierne a una cobertura total del Globo Terráqueo; que elimine definitivamente la barrera de los Océanos y las Montañas.

El Satélite de Comunicaciones es un dispositivo que actúa principalmente como "Reflector" de las emisiones terrenas. Se puede decir, que es la extensión al Espacio del concepto de "Torre de Micro-Ondas". Al igual que éstas, los Satélites "Reflejan" un haz de Micro-Ondas que transporta información codificada. Realmente, la función de la reflexión se compone de un receptor y un emisor, que operan a diferentes frecuencias: Recibe a 6 GHz y envía (refleja) a 4 GHz.

Fisicamente, los Satélites giran alrededor de la Tierra, describiendo una órbita circular en un arco ubicado sobre el ecuador, a una distancia de 35 680 Kilómetros, y de manera sincrónica; es decir, conservándose fijos con respecto a un punto específico de la Tierra.

La distancia a la que se encuentran es la requerida para que un Satélite gire alrededor de la tierra en 24 horas, coincidiendo entonces con la vuelta completa de un punto en el ecuador. Esta es la característica que definitivamente determina el objetivo geostacionario que tienen los Satélites de Comunicación.

El espaciamiento ó separación entre dos Satélites de Comunicación, es de 2 880 Kms, equivalente a un ángulo equivalente de 4°, visto desde la Tierra. La consecuencia inmediata, es que el número de Satélites posibles a conectar de esta forma es finito.

1.4.4.- Estaciones Terrenas.

Las Primeras Estaciones Terrenas (comienzos de los años 1970), usaban una Antena-Parábola, de más de 10 metros de diámetro y actualmente llegan a medir hasta 5 metros. Sin embargo, hoy en día se pueden encontrar "*Micro-Estaciones Terrenas*", de hasta 60 centímetros de diámetro y unos 7 kilogramos de peso, que obviamente abaratan costos y facilitan su instalación y mantenimiento. Algunas de las características de estas Micro-Estaciones son:

- 1.- Ubicables en la oficina ó el hogar.
- 2.- Eliminan las cargas de la Conexión Telefónica.
- 3.- Uso de Redes de Área Local (LAN) como Inteligencia de Control.
- 4.- Permiten el acceso "*local*" a archivos centralizados, sin demoras producidas por compartir recursos.

CAPÍTULO II

CONCEPTOS DE REDES DE ÁREA LOCAL (LAN).

El mundo de las Redes de Área Local (LAN) nació de la necesidad de compartir recursos entre los Ordenadores y los usuarios para hacer más eficiente, económico y administrable un Sistema de Ordenadores.

La expansión de la Industria de las Redes Locales durante los últimos seis años ha sido explosiva. Se estima que sólo en los Estados Unidos de América existen sobre de 100 Fabricantes de Sistemas Completos, otras Empresas ofrecen componentes de Red individuales. Son más de 250 las Empresas dedicadas al negocio de Redes Locales y sus componentes.

La idea básica de una Red de Área Local (LAN) es facilitar el acceso a todos y desde todos los Equipos Terminales de Datos (ETD) de la Oficina, entre los que se encuentran no sólo los Ordenadores, sino también otros dispositivos presentes en casi todas las Oficinas: Impresoras, Trazadores Gráficos, Archivos Electrónicos, Bases de Datos, así como compartir recursos disponibles dentro de la Red.

La Red de Área Local (LAN) se configura de modo que proporcione los Canales y Protocolos de Comunicación necesarios para el intercambio de datos entre Ordenadores y Terminales.

Una Red Local de MicroOrdenadores, es la interconexión de Estaciones de Trabajo que permite la comunicación entre ellas y compartir recursos en forma coordinada e integral, aprovechando la base instalada d Ordenadores. Las ventajas que ofrece este tipo de Red de Ordenadores son las siguientes:

- 1.- Compartir recursos ("*Hardware* y *Software*"). Se tiene información y dispositivos a los cuales se puede acceder.
- 2.- Intercambiar información.
- 3.- Respaldar datos.
- 4.- Tener flexibilidad en el manejo de la información.
- 5.- Crecimiento modular (se puede empezar con una Red pequeña).

6.- Facilidad de adquisición (principalmente por el Sector Público, ya que los Ordenadores se arman en México).

7.- Son sistemas que permiten cambiar de recursos sin muchas dificultades.

8.- Servicios de Correo Electrónico y Mensajería.

II.1.- Elementos de una Red.

Los elementos básicos de una Red de Área Local (LAN) son:

1.- Las Estaciones de Trabajo (Ordenadores).

2.- El Servidor de la Red (Ordenador tipo AT).

3.- Los Cables de Comunicación.

4.- Las Tarjetas de Interfase.

5.- El Sistema Operativo.

1.- Las Estaciones de Trabajo.- Son MicroOrdenadores que utiliza el usuario para Procesar su información. Estos MicroOrdenadores pueden ser de tipo AT, con ó sin Disco Duro. Para procesar la información, el usuario puede hacer uso de los recursos de su MacroOrdenador ó acceder a la Red para utilizar unidades de memoria, impresoras, graficadores y Módems.

2.- El Servidor de la Red.- Es un MicroOrdenador de alto rendimiento que tiene uno ó varios discos duros de alta velocidad, gran capacidad de memoria y varios puertos para conectar periféricos. Este MicroOrdenador ofrece sus recursos a los demás usuarios.

Puede haber uno ó varios Servidores en la misma Red, y dependiendo del tamaño de la Red, el Servidor puede ser un Ordenador con un Microprocesador 80486 de mediana capacidad ó con un MP PENTIUM de alta capacidad.

Se tienen los siguientes tipos de servidores para una Red de Área Local (LAN):

a). Dedicado ó no Dedicado.

b). Centralizado ó distribuido.

Las funciones del servidor dedicado son exclusivamente administrar los recursos de la Red y controlar el acceso a datos y programas de aplicación por parte de los usuarios de la Red.

Por otra parte, un servidor no dedicado es aquel que además, se utiliza también como una Estación de Trabajo de la Red. Es poco recomendable utilizar el Servidor en modo no dedicado, ya que hace más lento el funcionamiento de la Red.

Las Redes con Servidor centralizado, utilizan una sólo Ordenador como Servidor de Archivos, Servidor de Impresoras y Administrador de la Red.

Las Redes con varias Estaciones de Trabajo, y gran tráfico de información, utilizan como Servidor Distribuido dos ó más Ordenadores en donde alguna de ellas, se encarga de Administrar el uso de Impresoras, otra para Administrar Archivos y proporcionar Programas de Aplicación y posiblemente una tercera, para Comunicación con otras Redes ó "Mainframes".

Una de las ventajas de las Redes de Ordenadores, es que se puede aumentar la capacidad de almacenamiento con sólo agregar más equipos y que la ubicación de éstos, se puede ajustar a la distribución física de los Departamentos de la Empresa que utilice la Red.

3.- El Cable de Comunicación.- Es el Medio Físico que se utiliza para enviar ó recibir mensajes de un Ordenador a otro. Son tres los medios de Comunicación para Redes Locales de Ordenadores y son:

- a). Cable Trenzado ó Telefónico.
- b). Cable Coaxial.
- c). Fibra Óptica.

4.- Tarjetas de Interfase.- Las tarjetas de interfase de Red *NIC (Network Interface Card)*, son una pieza de la Arquitectura ("*Hardware*") que va dentro del Ordenador y que provee la conexión física a la Red.

La tarjeta de interfase toma los datos del Ordenador, los convierte a un formato apropiado para poder ser transportados y los envía por el cable, a otra tarjeta de interfase. Esta tarjeta los convierte nuevamente al formato original y los envía al Ordenador. Las funciones de la tarjeta de interfase son las siguientes:

- a). Comunicaciones de la Tarjeta de Interfase hacia el Ordenador.
- b). Almacenamiento en Memoria.

La mayoría de las tarjetas de interfase utilizan un "Buffer". Este "Buffer" compensa los retrasos inherentes a la transmisión. Para hacer esto, el "Buffer" almacena temporalmente los datos que serán transmitidos a la Red ó al Ordenador.

Usualmente, los datos vienen a la tarjeta más rápido de lo que pueden ser convertidos a serie ó paralelo "Despaquetizados", leídos y enviados; por lo cual, se debe contar con un "Buffer" que los almacene temporalmente.

Algunas tarjetas de interfase no cuentan con "Buffer" de memoria, sino que utilizan la Memoria tipo RAM del Ordenador, lo cual es más barato, pero también más lento.

c). Construcción de Paquetes.- La tarjeta de interfase funciona como un Dispositivo de Entrada/Salida en el que la memoria de su Microprocesador, es compartida tanto por la UPC (Unidad de Procesamiento Central), como por la tarjeta y es ahí donde se "Parte" el mensaje en pequeños paquetes de información que son enviados a la tarjeta de interfase receptora, la cual reconstruye el mensaje original.

d). Conversión Serie/Paralelo.- La tarjeta de interfase posee un controlador que toma los bits que recibe el Ordenador en paralelo, y los envía en serie por el cable de la Red. En el lado receptor, se repite el proceso en forma inversa.

e). Codificación y Decodificación.- Esta tarea consiste en convertir los datos que envía el Ordenador, en señales eléctricas que representan "0" y "1" lógicos, para poder ser transmitidos por el cable de comunicación.

f). Acceder al Cable.- Todas las tarjetas de interfase, cuentan con un conjunto de circuitos que definen el método para acceder a la red: *TOKEN BUS*, *TOKEN RING* Y *CSMA/CD*.

g). "Handshaking".- Es un proceso de señalización entre la tarjeta transmisora y la tarjeta receptora, para ponerse de acuerdo en la forma de transmitir. La negociación consiste en establecer el tamaño máximo de los paquetes a ser enviados, los tiempos de espera, el tamaño del "Buffer" de memoria, etcétera.

La complejidad de la tarjeta de interfase, es la que define las características de la transmisión, pero cuando se enlazan dos tarjetas de características diferentes, se transmite en la forma en que puede hacerlo la tarjeta menos compleja.

h). Transmisión - Recepción.

5.- Sistema Operativo de la Red.- Es un conjunto de programas que residen en el Servidor, y que se encargan de comunicar a las Estaciones de Trabajo entre sí, garantizar la integridad de la información y controlar el uso de los recursos de la Red.

Hay muchos Sistemas Operativos, cada uno con características propias, que los diferencian de otros. Los más populares son: *Sistema Operativo Novell Network, IBM PC LAN y el LAN MANAGER*. (Todos ellos se analizarán posteriormente).

II.2.- Topologías y Métodos para Acceder a las Redes.

La Topología de una Red, es la forma física de conectar las Estaciones de Trabajo, adoptada por la persona que diseña la Red, así mismo, las Estaciones de Trabajo se comunican a la Red por un Método de Acceso Específico que depende del tipo de Red de que se trate.

Los Métodos para Acceder son técnicas utilizadas por las Estaciones de Trabajo, para compartir el canal de comunicación. Los tipos de Redes más importantes de acuerdo a la Topología son:

- 1.- Red Tipo Anillo.
- 2.- Red Tipo Bus ó Líneal.
- 3.- Red Tipo Árbol ó Estrella.

La elección de uno ú otro tipo de Red influye en algunas características de la Red, tales como:

- 1.- La flexibilidad de la Red para aceptar más Estaciones de Trabajo.
- 2.- El tráfico máximo de información que acepta la Red, sin que se produzcan interferencias continuas.
- 3.- Los tiempos máximos de Transmisión - Recepción.
- 4.- El precio de la Red.- Una Topología mal elegida, eleva los costos de la Red.

11.3.- Características de las Topologías de una Red.

11.3.1.- Red Tipo Anillo.

En esta Topología, las Estaciones de Trabajo y el Servidor están conectados a través de un sólo Cable de Comunicación de trayectoria cerrada, en donde la información fluye en un sólo sentido.

El Método para Acceder al Cable se llama *TOKEN-RING*, en el cual, si una Estación de Trabajo quiere transmitir datos, envía un arreglo de bits de información (*TOKEN*) que son recibidos por el Ordenador más cercano, la cual los retransmite y los envía al siguiente Ordenador; y así sucesivamente hasta que el mensaje llega a su destinatario.

Con este Método para Acceder se tienen las siguientes ventajas:

- 1.- Los tiempos máximos de espera están definidos.
- 2.- Como el Servidor sondea primero cuál Estación de Trabajo quiere transmitir, no existen interferencias entre las Estaciones de Trabajo.
- 3.- Es un Método de Acceso útil en Redes con gran carga de trabajo.
- 4.- Los nodos se conectan en forma circular.
- 5.- Cada uno de los nodos retransmite a su vecino.
- 6.- Si un nodo falla, afecta el funcionamiento de la Red.
- 7.- La ruptura de un cable afecta a toda la Red.
- 8.- Se necesita que una máquina sea "*MONITOR*" y esto se decide según criterios.

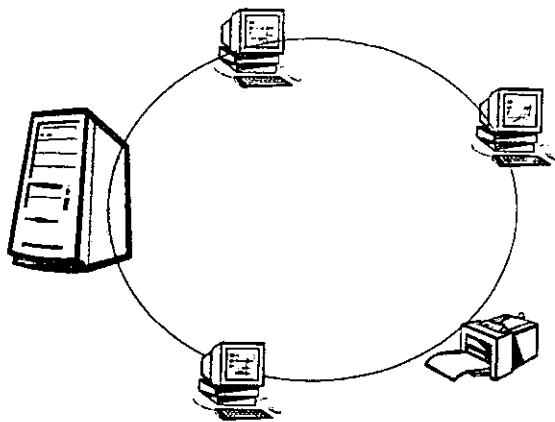


Fig. II.1.- Topología en Anillo de una Red.

11.3.2.- Red Tipo Bus ó Lineal.

Este tipo de Redes tienen un sólo bus ó Cable Común de Comunicación, que transporta la información de todas las Estaciones de Trabajo conectadas a él. Estas Redes pueden utilizar el Método para Acceder CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access With / Colision Detection*) ó el "TOKEN PASSING".

En el Método para Acceder de Forma Múltiple en el Sentido del Portador con Detección de Colisión, las Estaciones de Trabajo que desean transmitir compiten entre sí para utilizar el Cable de Comunicación.

Cuando una Estación de Trabajo transmite, espera una confirmación de que su mensaje fue recibido correctamente, pero si esto no sucede, quiere decir que hubo una "Colisión" en el cable debido a que dos ó más Estaciones de Trabajo, transmitieron al mismo tiempo.

Una vez detectada la "Colisión" de datos de los Ordenadores involucrados, esperan un tiempo aleatorio y diferente en cada una para retransmitir el mensaje, con lo que se garantiza el que no exista otra colisión.

La principal desventaja de este Método de Transferir Información, es que los tiempos de espera pueden llegar a ser muy grandes en condiciones de alto tráfico de información. Las características principales de esta Topología son:

- 1.- Es la Topología más simple. Un cable lineal con varios dispositivos conectados a lo largo de él.
- 2.- Las transmisiones de un nodo viajan en ambos sentidos.
- 3.- Los nodos no retransmiten la información.
- 4.- Si un nodo falla, no afecta el funcionamiento de la Red.
- 5.- La ruptura en el cable afecta a toda la Red.

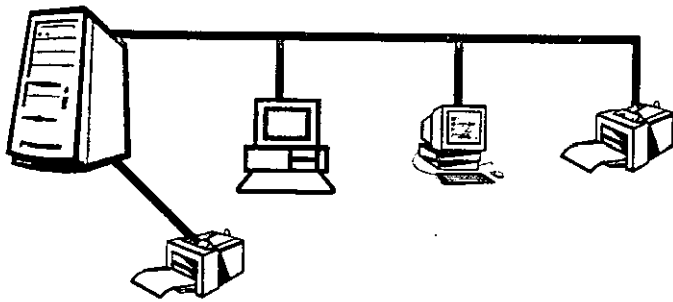


Fig. II.2.- Topología de Bus de una Red.

II.3.3.- Red Tipo Árbol ó Estrella.

La Red tipo Árbol se conoce también como Anillo Modificado, lo cual se debe a que esta Red es una combinación de la Red de Anillo y la Red tipo Lineal. Se dice que físicamente es una Red Lineal, porque tiene un bus central de comunicaciones al que se conectan las Estaciones de Trabajo en forma directa ó a través de ramificaciones.

Por otra parte, su Método para Acceder, llamado *TOKEN PASSING*, hace que lógicamente funcione como si fuera una Red tipo Anillo.

El Método para Acceder llamado "*TOKEN PASSING*", consiste en la transmisión de tramos de bits (*TOKEN's*) de una Estación de Trabajo a otra; pero a diferencia de la Red Anillo, a cada Estación de Trabajo se le asigna un turno para transmitir que puede ser diferente al de su ubicación física dentro de la Red. Las características más importantes de esta Topología son:

- 1.- Los nodos se conectan a un Concentrador Central.
- 2.- La falla de un nodo no afecta la Red.
- 3.- La ruptura de un cable afecta sólo al nodo conectado a él.
- 4.- El tráfico de información aumenta conforme se incrementan los puertos.
- 5.- El repetidor Reenvía la información n-1 veces a través del repetidor.

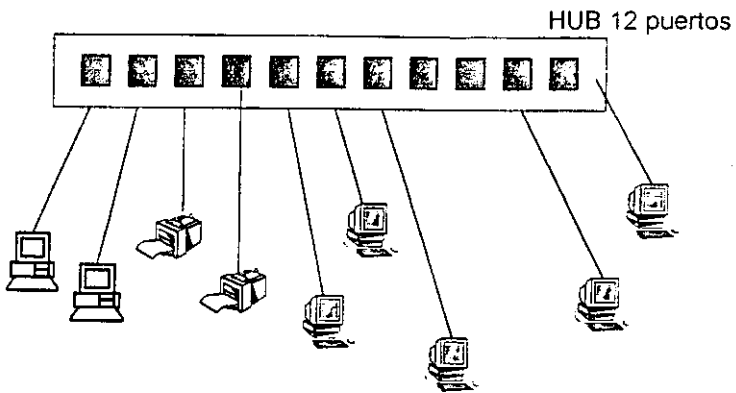


Fig. II.3.- Red Tipo Estrella

Aunque las diferencias entre las Redes de Área Local (LAN) son grandes, todas ellas comparten varias características comunes:

1.- Una Red de Área Local (LAN) proporciona la facilidad mediante la cual se interconectan los Microprocesadores, el almacenamiento auxiliar, los dispositivos de facsímil, las impresoras, las copiadoras inteligentes, los equipos de fotocomposición, los teléfonos y los dispositivos de video para comunicarse entre sí. Algunas Redes de Área Local (LAN) interconectan cientos de dispositivos.

2.- El objetivo supuesto de todas las Redes de Área Local (LAN), es permitir a las Organizaciones tener grandes ganancias en productividad y ahorros en costos mediante las eficiencias inherentes de la compartición de recursos.

Una Red de Área Local (LAN) es una Red de Comunicaciones entre elementos al mismo nivel debido a que todos los dispositivos de la Red tienen iguales condiciones para acceder a todos los servicios de la Red.

3.- Debido a que son de propiedad privada y se instalan de manera que no interfieran con las comunicaciones de otras Redes, las Redes de Área Local (LAN) no están sujetas a la Jurisdicción de las Agencias Reguladoras Federales ó Estatales.

4.- Las Redes de Área Local (LAN) generalmente están limitadas a un sólo edificio ó a un complejo de edificios, aunque algunos dispositivos de la Red pueden extenderse hasta 50 millas. Esto significa que una Red de Área Local (LAN) puede conectar dispositivos de comunicación ubicados en diferentes pisos de un edificio, en edificios adyacentes ó en la misma Ciudad.

5.- Las velocidades de transmisión típicamente se encuentran entre 1 y 10 Mbits/seg. Sin embargo, algunas Redes de Área Local (LAN) emplean velocidades de transmisión que superan bastante a los 10 Mbits/seg. Como podría sospecharse, entre mayor sea la velocidad de datos, mayor será el costo de la Red de Área Local (LAN).

6.- Las Topologías de Bus y de Anillo emplean un cable compartido. Esto significa que no puede haber dos mensajes en el cable en el mismo lugar, y al mismo tiempo, sin que se presente una colisión entre ellos, ocasionando la destrucción de ambos mensajes.

Los dispositivos de alguna manera, deben transmitir mensajes de acuerdo a un esquema de acceso, tomando turnos para el uso del cable. El principal esquema para acceder al cable en el caso de un Bus es la contención. Para un Anillo es el pase de (TOKEN's). Una Estrella utiliza un *Concentrador Central* para controlar la entrada.

II.4.- Técnicas de Comunicación.

La transmisión de bits de información a través del Cable de Comunicación, se realiza en dos formas: *En Banda Base* y *en Banda Ancha*.

La mayor parte de las Redes Locales trabajan en Banda Base; es decir, utilizan Señales Digitales para transmitir su información a lo largo del cable. La ventaja de utilizar Señales Digitales es que el costo y la complejidad de la Red disminuyen, porque dado que el Ordenador también trabaja con Señales Digitales, los módulos de conexión al cable son sencillos.

En las Redes de Banda Ancha, las Señales Digitales del Ordenador se tienen que convertir en Señales Analógicas usando un Módem para poder ser transmitidas a través del cable. El ritmo de frecuencia que ocupan estas Señales al ser transmitidas por el cable, es pequeño comparado con el rango de frecuencias (ancho de banda), que puede manejar el Cable de Comunicaciones, lo cual permite que otras Señales Analógicas (Voz, TV, Fax), de frecuencias distintas puedan ser transmitidas simultáneamente por el mismo cable.

Algunos Bancos prefieren gastar en una Red de Banda Ancha, para poder conectar sus Ordenadores, Teléfonos y Cámaras de TV por un mismo cable, y reducir así los costos de instalación.

Las características de las Redes que operan en Banda Base son:

- 1.- Son de fácil mantenimiento e instalación, ya que no se requieren Módems.
- 2.- El número máximo de Ordenadores conectadas a la Red es reducido.
- 3.- Las distancias máximas entre elementos de la Red son más pequeñas que las de Redes en Banda Ancha.
- 4.- Aceptan sólo Señales Digitales.

Las características de las Redes que operan en Banda Ancha son:

- 1.- Permite conectar más elementos a la Red y utilizar cables de conexión de longitudes mayores.
- 2.- Se pueden transmitir varias señales (Voz, Datos, TV, Fax), por el mismo cable simultáneamente.
- 3.- Las velocidades globales de comunicación son altas.

4.- Utilizan un cable para transmitir y uno para recibir, ó un sólo cable con un rango de frecuencia para transmitir y otro para recibir, ya que las Señales de Información viajan en un sólo sentido.

5.- Debido a la utilización de equipos para Modular y Demodular la Señal, filtros de frecuencia y amplificadores, la instalación y mantenimiento de estas Redes es más costoso y complejo.

II.5.- Redes Locales en el Mercado.

Cuando se desea contar con una Red Local de Ordenadores, se puede elegir entre tres opciones establecidas y por los Estándares Internacionales. Cada tipo de Red se diferencia, no sólo por su Topología y Método de Acceso, sino también por características especiales que las hacen más apropiadas en ciertos casos. Los tipos más comunes son:

II.5.1.- Red Local ARCNET.

La Red ARCNET (ATTACHED RESOURCE COMPUTER NETWORK), es una Red Local tipo Árbol capaz de interconectar hasta 255 nodos. Por nodo se refiere a cualquier dispositivo conectado a la Red como Periféricos y Estaciones de Trabajo.

Las principales características de esta Red son:

- 1.- Topología: Estructura de Árbol.
- 2.- Velocidad: 2.5 Mbits/segundo.
- 3.- Tiempo de Respuesta: Determinístico.
- 4.- Método de Acceso: Token Passing.
- 5.- Medio de Transmisión: Cable Coaxial de 93 Óhms.
- 6.- Modo de Transmisión: Banda Base.

Las unidades repetidoras de *ARCNET* se clasifican en pasivas y en activas; las activas a su vez se clasifican en internas y externas.

a). Unidades repetidoras pasivas.- Cuando la distancia que debe cubrirse entre los nodos más lejanos de una Red, no sobrepasa los 60 Metros, y además el número de nodos no excede a cuatro, es posible conectar una unidad repetidora pasiva, la cual tiene cuatro puertos con un alcance de 30 Metros en cada uno de ellos.

Esta unidad debe ser conectada directamente a las tarjetas de Red ó a un puerto de un repetidor activo; esto significa, que no se pueden conectar dos pasivos entre sí, ni tampoco dos ó más activos por medio de un pasivo.

b). Unidades repetidoras activas.- Tienen un alcance por puerto de 600 Metros, lo cual las hace ideales para instalaciones donde la distancia sea un factor importante.

Por otro lado, tienen la capacidad de ser interconectados entre ellos y con repetidores pasivos, lo cual brinda la posibilidad de contar con el crecimiento que se requiera en cualquier tipo de instalación. Estos alimentadores pueden ser internos ó externos y requieren alimentación eléctrica.

Regularmente los repetidores activos, poseen ocho puertos y los pasivos cuatro. Mientras el activo amplifica la señal a sus niveles óptimos, el pasivo sólo divide la señal (técnicamente hace un acoplamiento de impedancias en un sencillo circuito de 4 resistencias).

Principales ventajas de la *Red Local ARCNET*:

- 1.- Es una Red de uso general.
- 2.- Tiempo de respuesta estable bajo carga de trabajo.
- 3.- Flexibilidad en crecimiento.
- 4.- Excelente costo-beneficio.

II.5.2.- Red Local ETHERNET.

La Red Local ETHERNET es una Red tipo Bus ó Lineal, y recibe este nombre en analogía a la Teoría del Éter de la transmisión de la luz. Principales características:

- 1.- Topología: Bus ó Lineal.
- 2.- Medio Físico: Cable Coaxial de 50 Óhms.
- 3.- Modo de Transmisión: Banda Base.
- 4.- Método de Acceso: CSMA/CD.
- 5.- Velocidad de Transmisión: 10 Mbits/segundo.

El crecimiento total de la Red es de 86 nodos repartidos en tres segmentos de una distancia no mayor a 200 Metros cada uno, unidos por dos repetidores, siendo éste el número máximo de ellos.

Un segmento es un cierto tramo de cable, al que se agregan elementos de conexión hacia los Ordenadores (*Transceiver's*), y que en los extremos se les colocan dispositivos terminadores.

Un segmento está limitado a soportar un máximo de 30 nodos; sin embargo, este número puede duplicarse ó triplicarse al colocar uno ó dos repetidores; estos elementos están considerados como un nodo más entre cada segmento al que están conectados, por lo tanto, al agregar dos repetidores, se tienen 4 nodos, menos del total de 90, así que el número máximo es 86.

Esta Red puede trabajar a una velocidad promedio de 10 Mbits/segundo, lo cual la hace ideal para cargas pesadas de acceso a la Red; sin embargo, debido a que utiliza el Método de Acceso CSMA/CD, su funcionalidad va decayendo rápidamente a medida que el número de usuarios en la Red se incrementa, por esto esta Topología se recomienda cuando la carga de trabajo es pesada, pero el número de Estaciones de Trabajo activas no es mayor de 10 a 15.

El Cable de Comunicación utilizado es el cable coaxial de 50 Óhms, que viene en dos versiones:

- 1.- Cable grueso: Hasta 500 Metros/Segmento. Mínimo 2.5 Metros de distancia entre estaciones de trabajo. Requiere un "*Transceiver*" por estación, y dos terminadores por segmento.

2.- Cable delgado: Hasta 300 Metros/Segmento. Mínimo 3 Metros de distancia entre estaciones. Requiere un conector tipo "T" por Estación y dos terminadores por segmento.

Para un cableado *ETHERNET*, se recomienda lo siguiente:

- 1.- Un segmento no debe exceder los 185 Metros.
- 2.- Se puede tener un total de 5 segmentos conectados por repetidores, tres segmentos activos y dos pasivos.
- 3.- La distancia total de la Red, no debe exceder de 555 Metros.
- 4.- La mínima distancia de cable entre dos nodos, debe ser de 0.5 Metros.
- 5.- El número máximo de nodos por segmento es 30.
- 6.- El número total de nodos por Red es de 86.

Principales ventajas de la *Red Ethernet*:

- 1.- Garantiza conectividad a otros ambientes (uso específico).
- 2.- Excelente rendimiento con pocos nodos.
- 3.- Está apoyado por varias Empresas Transnacionales de importancia.

Principales desventajas:

- 1.- Tiempo de respuesta decreciente bajo carga de trabajo.
- 2.- Es necesario anticipar y dejar cableado el crecimiento de la Red.

II.5.3.- Red TOKEN-RING.

Esta Red fue patrocinada por IBM y apareció a finales de 1985. Sus principales características son las siguientes:

- 1.- Topología: Anillo.
- 2.- Modo de Transmisión: Banda Base.

3.- Número Máximo de Nodos: 72.

4.- Velocidad de Transmisión: 4 Mbits/Segundo.

El dispositivo básico de la Red es conocido como *MUA* (Multi Acces Unit) cuya finalidad es la de mantener el Anillo cerrado pese a que algunas Estaciones de Trabajo no estén prendidas ó estén fallando. Esta Red es altamente recomendada cuando se tiene la necesidad de que la Red se comunique con un MiniOrdenador ó un "Mainframe" IBM.

Los *MAU's* que se ofrecen en el mercado son de 4 puertos, lo cual significa que únicamente se pueden tener cuatro máquinas conectadas a éste; sin embargo, si se requiere de más equipo en la Red, es necesario que se coloquen más unidades de este tipo.

Para que siga respetando la estructura de Anillo, es necesario que se sigan conectando las Unidades Centralizadoras entre sí, para ello cada unidad posee dos puertos adicionales mediante los cuales es posible la interconexión.

Las características del cableado para una *Red Token-Ring* son:

- 1.- Cable tipo 3 (AWG 22/24) de dos pares trenzados (Telefónico).
- 2.- El máximo número de nodos es 72.
- 3.- El máximo número de *MAU's* conectados en cascada es de 18.
- 4.- La distancia máxima de cableado entre el *MAU* y la Estación de Trabajo es de 150 Metros.
- 5.- La distancia máxima entre *MAU's* es de 150 Metros.

Las principales ventajas de la *Red Token-Ring* son:

- 1.- Tiempo de respuesta estable.
- 2.- Conecta gran cantidad de nodos.
- 3.- Conectividad a otros productos IBM.
- 4.- El Sistema Operativo *IBM PC LAN*, está diseñado específicamente para esta Red.
- 5.- Su principal desventaja es el alto costo de la Red.

II.6.- Redes Inalámbricas.

Son Redes de Ordenadores basadas en tarjetas que usan Micro-Ondas para transportar información de un Ordenador a otro. Se utilizan principalmente, cuando es difícil poner un cable de un Ordenador a otro; por ejemplo, cuando se trata de unir Redes que se encuentran separadas por Avenidas ó Calles muy transitadas.

Algunas veces, se pide instalar una Red en Museos ó Edificios Antiguos considerados como Joyas Históricas ó Arquitectónicas, por lo cual, está prohibido perforar paredes, taladrar ó poner plafón sin la autorización de las autoridades correspondientes. En este caso, las Redes Inalámbricas son una excelente solución.

Las principales ventajas de una Red Inalámbrica son:

1.- El no tener que cablear ó instalar sistemas de ductos que permitan el paso de los cables de comunicación.

2.- La facilidad de cambiar los Ordenadores de un lugar a otro, lo que evita dar de baja la Red temporalmente, quitar alfombras y plafones para cablear nuevamente, y realizar algún gasto adicional.

3.- Cambiar una oficina de un piso a otro, sin que el cambio físico de la Red sea un problema.

4.- Útil en el cableado de Redes que se instalan en Edificios Históricos.

5.- Disminución de las fallas de comunicación, tomando en cuenta que entre el 50% y el 70% de los problemas presentados en una Red Local, son ocasionados por fallas en las conexiones del cable.

Las principales desventajas de una Red Inalámbrica son:

1.- La mayoría de estas Redes no son compatibles con Sistemas Operativos conocidos (Novell ó LAN MANAGER, por ejemplo).

2.- La velocidad de operación es sumamente lenta en comparación con las Redes Estándares ó Comerciales (*Ethernet, Arcnet ó Token-Ring*).

3.- Las tarjetas de Red Inalámbrica son mucho más caras que las que usan cable coaxial ó telefónico. Por ejemplo, mientras una tarjeta Ethernet coaxial, cuesta en promedio \$225 USD, una tarjeta inalámbrica cuesta \$ 2,400 USD.

4.- Casi ninguna de las Empresas que fabrican este tipo de tarjetas tienen algún representante en México; por lo tanto, si la Red tiene alguna falla, no se tiene ninguna garantía real de recibir un buen Soporte Técnico.

5.- Cuando se instala este tipo de Redes, se tiene que dar aviso a la Secretaría de Comunicaciones, dado que se están utilizando Micro-Ondas para la transmisión de datos.

Características de las Tarjetas Inalámbricas:

Este tipo de tarjetas, pueden usarse en combinación con otras tarjetas de Red tipo ARCNET, Ethernet ϕ Token-Ring. Esto, permite unir dos Redes ubicadas en edificios distantes, desde unos cuantos cientos de metros, hasta algunos Kilómetros.

Las tarjetas inalámbricas incluyen un sistema de seguridad adicional, para proteger la información transportada vía Micro-Ondas, a través de códigos que sólo la tarjeta receptora puede descifrar. Cada tarjeta puede ó no utilizar antena. Cuando se utilizan antenas se pueden alcanzar distancias de hasta 8 Kilómetros, y sin antenas hasta 250 Metros.

La antena de las tarjetas puede ser de dos formas: Un cable de aproximadamente dos metros de longitud que en un extremo trae un conector que va a la tarjeta y el otro contiene una pequeña caja con un cable enrollado (solenoides) simulando una antena parecida a la de los radios tipo AM. La otra forma de antena, es una antena rígida de unos 20 ó 40 Centímetros de altura, muy similar a las de los radiotransmisores.

Al seleccionar una tarjeta inalámbrica, se toma en cuenta, tanto la distancia, como el hecho de tener línea de vista entre las Estaciones de Trabajo y el Servidor; además, en el caso de no tener línea de vista, se debe considerar la atenuación en la señal al tener muros ú otros objetos entre las Estaciones de Trabajo y el Servidor, con la consecuente disminución en el alcance de la señal.

Así mismo, se debe elegir la tarjeta que tenga la máxima velocidad posible, compatibilidad con Sistemas Operativos conocidos, compatibilidad con otras tarjetas de Red y Soporte Técnico garantizado.

En México, NCR, es la Compañía que está vendiendo tarjetas inalámbricas, que cumplen con las características mencionadas anteriormente. Estas tarjetas tienen el nombre de *WaveLan*, que tienen un costo de \$ 2,400 USD; un alcance de 250 Metros sin antena y de 8 Kilómetros con antena omnidireccional. Se vende en formato *ISA* y *MicroCanal*.

II.7.- Sistemas Operativos para Redes.

El Sistema Operativo de la Red, es un conjunto de programas que residen en el Servidor y que se encargan de comunicar a las Estaciones de Trabajo entre sí, garantizar la integridad de la información y controlar el uso de los recursos de la Red.

Así mismo, el Sistema Operativo debe permitir un método de trabajo sencillo, claro y seguro que faciliten la utilización y la exploración de la Red. El Sistema Operativo de la Red (NOS), se instala siempre en el Servidor, y cada Estación de Trabajo requiere de rutinas de Programación y Paquetería ("Software") que establezcan la conexión al Servidor y permita iniciar el trabajo.

Al elegir un Sistema Operativo, se deben considerar los siguientes factores:

1.- Que sea abierto; es decir, que sea compatible con la mayor parte de tarjetas de Red, Ordenadores y Periféricos de modelos y marcas distintas; que permita la intercomunicación con otros Sistemas Operativos (*minis, mainframes, y Ordenadores de otros fabricantes*); y por último que sea capaz de interconectar Redes de Área Local (LAN) de diferentes Topologías.

2.- Alto grado de seguridad:

- a). Mantener la integridad de los datos, evitando corrupción de información.
- b). Limitar el acceso de los usuarios sólo a sus áreas de trabajo.
- c). Impedir el acceso a personas no autorizadas.
- d). Tolerancia a fallas del disco ó a fallas eléctricas.

3.- Eficiencia, flexibilidad y facilidad de uso

Existen dos tipos de Sistemas Operativos: Los Sistemas Operativos para Redes basadas en Servidores, y los Sistemas Operativos para Redes Distribuidas ("Peer to Peer").

Las Redes basadas en Servidor, son aquellas en que el Servidor es un Ordenador de muy alta capacidad, al cual están conectados todos los Periféricos; y en la cual residen todos los Programas de Aplicación de la Red.

Los Sistemas Operativos usados en estas Redes son altamente costosos y medianamente complejos, por lo que requieren que sean utilizados por Personal Capacitado.

Sin embargo, son Sistemas Operativos altamente eficientes, que soportan un gran número de usuarios, garantizan la seguridad de la información y son capaces de conectar Ordenadores de distintos fabricantes y de distintos modelos.

Debido a los beneficios que aportan son muy usados en Casas de Bolsa, Bancos, Grupos Industriales y Negocios con grandes necesidades de captura, cálculos, comunicaciones y reportes. A este grupo de Sistemas Operativos pertenecen Novell NetWare, LAN Manager de Microsoft, Vines, 3+Open LAN Manager, Nexos y una larga lista de marcas distintas. Hasta el momento, Novell Netware es el Sistema Operativo más popular en nuestro País.

Las Redes Distribuidas, son aquellas en las que cualquier Ordenador de la Red, puede ser Estación de Trabajo y Servidor a la vez, con lo que se puede compartir cualquier programa ó periférico de cualquiera de los Ordenadores que forman parte de la Red.

Los Sistemas Operativos para estas Redes son muy sencillos y baratos, pero sólo se recomiendan cuando la Red no rebasa los 12 nodos, según evaluaciones de revistas especializadas. Por experiencia, el costo y el rendimiento son excelentes, en este arreglo, hasta 7 nodos.

Los Sistemas Operativos más populares para este tipo de Redes son LANTASTIC de Artisoft, NetwareLite de Novell y Great OS de Gateway Communications. Cualquiera de estos productos tiene gran aceptación en el Mercado Mexicano, y todos tienen las siguientes características en común:

- 1.- Son fáciles de comprar; es decir, el usuario no necesita ser un experto en Informática, para entender qué debe adquirir y por qué.
- 2.- Son fáciles y rápidos de instalar.
- 3.- Fáciles de aprender a usar.
- 4.- Simples para dar mantenimiento (dar de alta usuarios y recursos, cancelar impresiones, corregir fallas de comunicación, etcétera).
- 5.- No requieren equipo especial (un Ordenador tipo AT de alta capacidad para funcionar como Servidor).
- 6.- No requieren personal especializado, para dar mantenimiento a la Red (un Supervisor ó un Departamento de Sistemas, por ejemplo).
- 7.- Son de precio accesible.
- 8.- Son totalmente confiables.

9.- Son compatibles con los Paquetes y la Programación ("Software") de aplicación conocido, ya que trabajan sobre el Sistema Operativo DOS propio del Ordenador.

10.- Se recomiendan para Empresas Pequeñas, Consultorios Médicos ó Bufetes de Abogados y Contadores.

II.8.- Sistemas Operativos para Redes Existentes en el Mercado.

II.8.1.- Novell NETWARE 4.2.

1.- Permite conectar desde 2 hasta 100 usuarios. Comercialmente se puede encontrar en versiones para 5, 10, 20, 50 y 100 usuarios.

2.- Funciona con diferentes Topologías de Redes Locales e incluso en Topologías combinadas.

3.- La seguridad de la información en la Red está basada en algunas características, tales como: Verificación de lectura antes de escritura, área de "Hot-Fix", monitoreo de la unidad de alimentación UPS y disco espejo.

4.- Con Netware 2.2, se puede controlar el acceso a ciertas áreas de trabajo, el uso de archivos específicos y la cantidad de Memoria disponible en el Servidor para cada usuario.

5.- Se pueden usar algunas de las Estaciones de Trabajo en modo dedicado para trabajar como Servidor de Impresión, soportando así un máximo de 16 impresoras distribuidas en la Red.

6.- Los Ordenadores conectados a la Red, pueden tener Sistemas Operativos tales como: DOS 2.X en adelante, OS/2, Machintosh, OS 6.X y Microsoft Windows 3.1.

7.- El Servidor puede ser cualquier computadora IBM PC AT ó compatible, ó cualquier IBM PS/2 ó compatible.

8.- El Servidor necesita cuando menos 2.5 MB de memoria tipo RAM.

9.- NetWare 2.2 puede administrar un máximo de 12 MB de Memoria tipo RAM, un total de 2 Gbytes en disco duro, 32 Drives por Servidor, 32 volúmenes por Servidor, 255 Mbytes en cada volumen y 1000 archivos abiertos por Servidor.

11.8.2.- Novell 3.1.1

1.- Existen versiones para 20, 100 y 250 usuarios.

2.- Aprovecha los 32 Bits de datos de los Ordenadores con Microprocesadores MP 80386 y MP 80486.

3.- Las Estaciones de Trabajo que usan DOS, Windows, UNIX, Machintosh y OS/2, pueden conectarse al mismo Servidor simultáneamente.

4.- La seguridad de la información de la Red está basada en algunas características tales como: Verificación de lectura antes que de escritura, área de "Hot-Fix", monitoreo de la unidad de alimentación UPS y disco espejo.

5.- Con NetWare 3.11 se puede controlar el acceso a ciertas áreas de trabajo como el uso de archivos específicos y la cantidad de Memoria disponible en el servidor para cada usuario.

6.- Permite controlar Servidores remotos desde cualquier Estación de Trabajo.

7.- El Servidor puede ser cualquier Ordenador con MP 80386 ó con MP 80486 con Tecnología ISA, EISA ó MicroCanal.

8.- Con NetWare 3.11 se pueden manejar hasta 4 Gbytes de Memoria tipo RAM, hasta 32 TBytes en disco duro, 1024 drives por Servidor, 32 volúmenes por Servidor, archivos de hasta 4 Gbytes y hasta 100,000 archivos abiertos por Servidor.

II.8.3.- NeTWare LITE.

- 1.- Es un Sistema Operativo para Redes Distribuidas.
- 2.- Soporta desde 2 hasta 25 Ordenadores.
- 3.- Cada Servidor es capaz de manejar hasta 25 recursos.
- 4.- Puede coexistir con Novell Netware 2.2 y 3.11.
- 5.- Las Estaciones de Trabajo, pueden correr DOS 3.X en adelante, DR DOS 6.0 y Windows 3.1.
- 6.- Tiene la garantía de ser fabricado y soportado por la Compañía Novell.
- 7.- Es un Sistema Operativo compatible con una gran cantidad de Arquitecturas de Sistemas ("*Hardware*").

II.8.4.- Lantastic.

- 1.- Es un Sistema Operativo para Redes Distribuidas.
- 2.- Hasta el momento ha sido reconocida como la mejor opción en Redes de su categoría.
- 3.- Soporta hasta 120 Ordenadores en la Red.
- 4.- Cualquier Estación de Trabajo (AT), puede funcionar como Servidor de la Red y compartir Información, Periféricos y Programas de Aplicación.
- 5.- Es la Red que menos memoria tipo RAM utiliza para trabajar: 40 Kbytes en el Servidor y 12 Kbytes en cada Estación de Trabajo.
- 6.- Es la primera Red de Ordenadores con opción a Correo por Voz.
- 7.- Múltiples niveles de seguridad.
- 8.- Completa integración con CD-ROM.
- 9.- Hasta 5 100 archivos abiertos por Servidor.

10.- Liberación de archivos de impresión a múltiples impresoras simultáneamente.

11.- Soporta Reinicio ("Boot") remoto.

Los niveles de seguridad se dan en base a:

- 1.- Nombre del usuario ("Login") y clave para acceder ("Password").
- 2.- Cambio forzado de Clave ("Password") a intervalos definidos de tiempo.
- 3.- Clave ("Password") para acceder al módulo del administrador de la Red.
- 4.- Restricciones a nivel directorio.
- 5.- Historia para acceder a la Red.
- 6.- Restricción para acceder a la Red por horas y por días.

Es necesario mencionar, que aunque los fabricantes especifiquen gran cantidad de usuarios, para las Redes Distribuidas, estas Redes dejan de ser una buena inversión cuando el número de usuarios es mayor a 7.

La razón de esta afirmación es la disminución en la velocidad de respuesta, la falta de flexibilidad para conectarse con otras Redes y que la diferencia en costo con respecto al Sistema Operativo basada en Servidor, al aumentar el número de usuarios ya no es importante.

CAPÍTULO III

CONCEPTOS DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

III.1.- Definición.

Dentro del desarrollo de las Redes, se ha contemplado un incremento en la velocidad de procesamiento; por lo que es necesario establecer Reglas de Comunicación. Cualquiera que sea el tipo de Comunicación entre Sistemas comunes, es necesaria la observación de un conjunto de Reglas, que dirijan la transferencia de información para que ésta pueda ser provechosa.

De esta forma, al enlazar una conversación telefónica "se oye y se habla"; lo que ambos interlocutores, hablan y escuchan. Si no se entiende lo que se "escucha"; se interrumpe y se pide que se "repita", aquí hay un conjunto implícito de Normas que reglamentan la Comunicación. En la terminología de Redes de Ordenadores, este conjunto de Reglas recibe el nombre de "Protocolo".

Por lo tanto, cualquier Proceso de Comunicación; independientemente de los Sistemas que se traten, y el nivel de comunicación, presupone la existencia de cierto(s) Protocolo(s). Sin embargo, un Protocolo debe reunir ciertas características y/o propiedades, y son de sello general; es decir, se encuentran implícitas en la mayoría de las especificaciones y son:

1.- Ausencia de retardo.- Garantiza que el Protocolo, bajo ninguna condición ó circunstancia, llegar a un estado de inactividad total, permaneciendo ahí por tiempo indefinido.

2.- Complitud.- Asegura que la especificación para cada estado, dé una respuesta a todas las entradas posibles.

3.- Actividad.- Asegura el cambio de Protocolo de un estado a otro, de manera que partiendo de cualquier otro estado, se enlacen (eventualmente), todos los demás estados.

4.- Realización de progreso.- Esta propiedad hace que el Protocolo, no presente comportamientos no útiles, ó de forma equivalente; no permanezca en un estado de inactividad más que en un tiempo finito.

5.- Terminación.- Cada operación del Protocolo termina eventualmente en un intervalo de tiempo finito.

6.- Corrección parcial.- Al término de una Operación el Protocolo produce el resultado correcto.

7.- Minimidad.- El Protocolo engloba sólo las situaciones que puedan producirse.

8.- Estabilidad.- Después de un fallo, el Protocolo vuelve al funcionamiento normal de un intervalo finito (esta propiedad está relacionada con la autosincronización).

La mayoría de estos Protocolos, aunque realizan una función específica; son en ocasiones confundidos, con otros elementos participantes en el proceso de Comunicación de Datos.

III.2.- Función.

Para que el intercambio de información, entre los diferentes componentes de una Red Local se realice de forma ordenada y/o eficaz; se establecen una serie de Protocolos que definen las Reglas a seguir cuando se efectúa una Comunicación.

Cada interfase de una Sub-Red, se responsabiliza a llevar a cabo el Protocolo de acceso al medio que controla las comunicaciones a través del medio; el Protocolo de enlace que regula una comunicación entre interfases, y el Protocolo de acceso a la Red que especifica y supervisa las interacciones entre una interfase y un usuario.

Estos Protocolos son llamados globalmente, Protocolos de bajo nivel. Además, y encima de los Protocolos de bajo nivel, existe otro conjunto llamados Protocolos de alto nivel. Estos últimos definen y supervisan una comunicación entre usuarios ó sus Procesos. Tienen significado límite a límite; es decir, se aplican a la comunicación entre usuarios propiamente dichos; puntos finales de la comunicación.

El Protocolo tiene una bien definida función, la cual es la de ofrecer servicios que determinen el orden entre los elementos que participan en el Sistema de Comunicación, sin importar en qué nivel se encuentra; ya que en cada nivel, se encontrará un Protocolo.

De esta forma, un Protocolo puede encontrarse en la comunicación entre interfases en la descripción del comportamiento de Entrada/Salida. Un Protocolo depende de una serie de acciones que determinan su estado, alguna excitación a la cual responde ejecutando un proceso.

Las alteraciones del estado pueden ser funciones de interacciones pasadas al sistema local, restricciones locales y/o interacciones anteriores en sistemas remotos; restricciones globales.

Esto es; el hablar por teléfono puede realizarse, si se ha marcado y contestado en el otro extremo, esta es una acción de restricción local.

El hecho de hablar primero ó segundo, es una restricción global. De esta manera, se puede observar que un Protocolo tiene una función específica, pero va a depender del nivel donde se encuentre, y a las acciones que sobre él sean ejecutadas.

III.3.- Protocolo INTERNET.

Los Usuarios y los Proveedores, normalmente emplean niveles híbridos de Protocolos a partir del Modelo OSI, y del Estándar del Protocolo de Control de Transmisiones/Protocolo Internet. El TCP/IP, desarrollado por el Departamento de Defensa, se ocupa del tercer y cuatro estrato del Modelo OSI.

El TCP/IP abre una "Tubería" transparente de datos entre los nodos externos de la Red, y asegura que los datos sean enviados correctamente y entregados sin errores.

Este transporte físico de datos, se logra mediante una Red de Área Local (LAN) ó una Red de Área Amplia (WAN) empleando la interfase de Comunicación por Paquete X.25.

Una de las debilidades del Modelo OSI, es su incapacidad para enlazar diferentes Redes. La fuerza del TCP/IP, se encuentra en su capacidad para enviar datos entre diferentes Redes; por ejemplo, X.25, Ethernet y Token Ring.

Y para el manejo de Redes que incluyan miles de nodos. Algunos se refieren al TCP/IP como el "superaglutinante que puede conectar a todos los dispositivos".

III.4.- Protocolo Técnico de Oficinas.

Otro desarrollo importante en la Estandarización de Arquitecturas de Redes de Sistemas, ha sido el Protocolo de Automatización de Manufactura, desarrollado por la General Motors Co., y el Protocolo Técnico de Oficinas, desarrollado por Boeing. Como se sabe, el objetivo del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP), es definir una Red Local y los Protocolos asociados de comunicaciones para los recursos de los Ordenadores, Controladores Programables y Robots dentro de una Planta ó Complejo Fabril.

El Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP), utiliza como referencia al Modelo OSI, en especial el Estrato de Transporte. Utiliza la Red de Token Bus, que es generalmente el Protocolo preferido en un ambiente de manufactura. El Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP) requiere una Red de Banda Ancha en vez de una Red de Banda Base.

La Banda Ancha es necesaria, debido a su habilidad para manejar Voz y Vídeo, así como la Transmisión de Datos. Además, las Redes de Banda Ancha poseen altas tolerancias necesarias en un ambiente de fabricación.

Unos cuantos dispositivos adyacentes se pueden unir fácilmente, mediante cables físicos empleando un cableado de par trenzado; sin embargo, en una Planta de Manufactura, en donde muchos Dispositivos están distribuidos a lo largo de miles de pies cuadrados, un sólo cable coaxial de Banda Ancha proporciona una conexión fácil y permite una mayor flexibilidad.

El crecimiento en las operaciones puede dar por resultado un "espaguetti" de cables, ocupando espacio y haciendo difícil el diagnóstico de los problemas de la Red, sino es que imposible. Con un par trenzado, cada vez que se agrega un dispositivo; se incurre en costos adicionales de cableado.

Además, la Banda Ancha puede manejar concurrentemente dispositivos síncronos y asíncronos, y conectar dispositivos con diferentes velocidades de datos.

En consecuencia, los productos del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP) son más fáciles de instalar e intercambiar, debido a que se requieren menos cables y menor tiempo de cablearlo.

III.5.- Normalización Internacional de Protocolos de Alto Nivel.

El esfuerzo de Normalización de Redes Locales (a nivel Internacional), se inició en Febrero de 1980 con la creación del Comité 802 de la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*).

Las Normas de Redes Locales propuestas por el Comité IEEE 802, deberían ser compatibles con el Modelo OSI, en lo que se refiere a Protocolos de Red y deberían tener en cuenta los esfuerzos de Normalización de los Protocolos de Nivel más altos; es decir, los Protocolos de las capas 4 a la 7 del Modelo OSI.

El Comité IEEE 802 propuso entonces, un conjunto de Normas según los siguientes puntos:

- 1.- Las aplicaciones pretendidas son Comerciales e Industriales sencillas.
- 2.- La longitud máxima del medio de transmisión es de 2 Kilómetros y la velocidad de transmisión entre 1 y 20 Mbits/segundo.
- 3.- Se podrán conectar por lo menos 200 Estaciones al mismo cable.
- 4.- La Norma, en la medida de lo posible, debe ser independiente del tipo de medio de transmisión y de la técnica de señalización.
- 5.- La fiabilidad de la Red debe ser tal, que sólo puede presentar un error detectado por año, y el fallo de un equipo en la Red no debe comprometer su operatividad.
- 6.- La comunicación entre dos equipos cualesquiera conectados a la Red debe ser directa, sin pasar por equipos intermedios.

La razón del Comité IEEE 802 para proponer un conjunto de Normas, y no una sola Norma; es que existían Arquitecturas de Redes Locales, que cumplían los puntos anteriores sin que ninguna de ellas se mostrase claramente superior a las restantes.

Por ello, y para unificar las diversas tendencias existentes en el Mercado, la propuesta del Comité IEEE 802 incorpora dos Técnicas de Acceso al Medio de Transmisión (ó Protocolo de Acceso), dos Topologías; y establece además, variaciones en el tipo de medio de Transmisión, Velocidad de Transmisión, Número de Bits de Direccionamiento, etcétera.

Las Topologías adoptadas por el Comité IEEE 802, fueron inspiradas básicamente en la segunda mitad del punto 5 y del punto 6.

Estos puntos implican Topologías donde las características de difusión, pueden ser fácilmente implantadas (es decir, la transmisión de informaciones ó Paquetes de la Red, a una determinada Estación, es captada por todas las demás Estaciones de la Red).

En consecuencia, el Comité IEEE 802 seleccionó las Topologías en Línea y en Anillo. En la Topología en Línea, la transmisión de una estación ó interfase, se propaga a los puntos terminales de la Línea, siendo captada por todas las interfaces a la derecha y a la izquierda de la interfase transmisora.

En la Topología en Anillo, la transmisión de una interfase recorre toda la extensión del Anillo, hasta volver a la interfase transmisora, siendo de esta forma captada eventualmente por todas las otras interfaces.

Esas dos Topologías eliminan, la necesidad de las funciones de ruta, presentes en la capa de la Red del Modelo OSI. Además, el Protocolo de Acceso, es el que regula las entradas de las interfaces al único medio de transmisión (dispuesto en Línea ó en Anillo).

Realiza indirectamente, el propio control de congestión de la Red; que es otra función de la Capa de Red del Modelo OSI. En vista de ello, el Comité IEEE 802 limitó la propuesta de Redes Locales a las Capas 1 y 2 del Modelo OSI; es decir, a las Capas de Medios Físicos y Enlace de Datos respectivamente, dejando vacía la capa de Red (3). Las Capas 4 y 7 son independientes de las características de la Red, y por tanto, sólo son relativas a las Capas 1 y 2.

La propuesta del Comité IEEE 802, toma la Capa 2 del Modelo OSI y la divide en dos Sub-Capas: Control de Enlace Lógico y Control de Acceso al Medio. La Capa 1, está lógicamente organizada por una parte de señalización física y otra para la conexión a los medios físicos.

Entre la señalización física y la conexión a los medios físicos, se define la interfase para la unidad de conexión, y entre la parte de conexión de los medios físicos y el medio propiamente dicho; se define la interfase dependiente del medio.

La Capa 1, de Medios Físicos ó simplemente Capa Física; se ocupa de detalles, tales como: La forma de transmisión (Banda Básica contra Banda Larga), forma de Codificación y de Decodificación de las señales binarias, detección de transmisiones simultáneas ("*Colisiones*"), niveles de voltaje, definición de conectores y terminales, etcétera.

La Sub-Capa para el Control de Acceso al Medio (MAC) de la Capa 2, especifica el Protocolo de Acceso al Medio y las posibles funciones de prioridad para este acceso. Se adoptaron dos Protocolos de Acceso: CSMA-CD y el Protocolo con transferencia de Ficha. En el Protocolo CSMA-CD, cada interfase "*escucha*" al medio de transmisión, y transmite sólo cuando el medio está libre.

Las interfases escuchan sus propias transmisiones y dejan de transmitir, las interfases involucradas en colisiones esperan durante un intervalo de tiempo (intervalo de retirada), uniformemente distribuido cuyo valor medio se duplica en cada colisión de un mismo Paquete (tiene un límite del valor medio, que cuando se alcanza, hace que la interfase en cuestión cancele el intento de transmisión).

En el Protocolo inferior, pasa una ficha de estación a estación siguiendo el orden de Acceso al Medio de Transmisión. Cada interfase sólo puede transmitir un paquete al medio, cuando posee la ficha.

El intervalo de retirada y la posesión de la ficha, sirven para regular indirectamente la congestión en el medio de transmisión. Con relación nuevamente al asunto de "identificación", para atender las tendencias actuales; la Capa para el Control de Acceso al Medio (MAC), permite dos tamaños de direcciones en su estructura de cuadros (ó "unidad de servicio", para utilizar la terminología de la ISO).

Teóricamente, los dos Protocolos de acceso descritos pueden ser integrados en una Topología en Línea ó en Anillo. Por ello, el Comité IEEE 802, atendiendo a las tendencias existentes, descartó la alternativa según la cual el Protocolo CSMA-CD es propio de una Red de Anillo.

Quedaban, tres posibilidades que el Comité sugirió para la Sub-capa MAC [IEEE 802]:

- 1.- Norma IEEE 802.3.- Que corresponde a la línea CSMA-CD.
- 2.- Norma IEEE 803.4.- Que corresponde a la línea con transferencia de ficha.
- 3.- Norma IEEE 802.5.- Que corresponde al anillo con transferencia de ficha.

Existe ahora la Norma IEEE 802.6, en fase de estudio, que establece un Método de Acceso para Redes Metropolitanas.

Las Normas para la sub-capa de Control de Enlace Lógico (LLC), bautizada como IEEE 802.2, puede utilizarse conjuntamente con cualquiera de las Normas de la Sub-capa MAC. El IEEE 802.2, define dos tipos de servicios ofrecidos a la capa inmediatamente superior.

El tipo 1, es un servicio de diagrama de tiempos simple, donde la entidad-fuente puede enviar sólo una Unidad de Información ("Paquete") a una entidad-destino, y no tiene garantía en entregar correctamente la información, ni indicación de recibido.

El tipo 2 es un servicio orientado a la conexión, donde el Control de Enlace Lógico (LLC) permite el envío de múltiples unidades de información, y garantiza la entrega correcta de la información a través de retransmisiones, en caso de error.

El servicio tipo 2 evita ahora recibir información equivocada ó información entregada fuera de la secuencia del servicio. El Protocolo de Control de Enlace Lógico (LLC) orientado a conexiones, se asemeja al Protocolo HDLC de la ISO.

Los dos tipos de servicios de la Sub-Capa de Control de Enlace Lógico (LLC) deben satisfacer las diversas aplicaciones potenciales, dejando a las Capas superiores que escojan la calidad del servicio deseado en función de sus características.

El proyecto IEEE 802 (que recoge las diversas Normas), ofrece opciones en cada una de las Capas consideradas, pero no se adoptan todas las combinaciones posibles con la integración de las dos Capas.

Existe otro esfuerzo internacional, para hacer compatibles Protocolos de Redes de Área Local (LAN): Es el que está haciendo *The European Computer's Manufactures Association: ECMA*. Afortunadamente, la ECMA, está trabajando con estrecha colaboración con el Comité IEEE 802.

En Junio de 1982, la ECMA ratificó un conjunto de Normas para Redes Locales entre las cuales fue seleccionada, inicialmente, la combinación CSMA-CD. Lista básica y servicio de transferencia de información orientados a diagramas de tiempo. Las otras combinaciones deberán ser ratificadas en el futuro [ECMA 82].

En el pasado, los Protocolos de Comunicaciones, fueron desarrollados individualmente para cada aplicación. Esta concepción de "Protocolos para un entorno cerrado" ; no funcionan bien pues, se hacen más complejos a medida que las aplicaciones cambian.

El resultado fue una serie de Protocolos no estructurados ; de difícil mantenimiento. Los Protocolos que gobiernan los servicios de Telex y de TeleFax, grupos 1, 2 y 3 son ejemplos que demuestran este hecho. Esos Protocolos están pensados para un único Servicio y no pueden, fácilmente incluir nuevas funciones.

En el Modelo OSI de la ISO, se permite un desarrollo ordenado de nuevos Protocolos de Comunicación. La estructura en capas del Modelo OSI minimiza la dependencia entre varias funciones, y permite alterar una capa sin que ello afecte necesariamente a las demás, permitiendo así; un mejor mantenimiento y ampliación futura de los Protocolos.

Hay que resaltar aquí que, inicialmente, la ISO prefirió no definir las interfases entre las diferentes capas. Así se permitió una cierta libertad a los

diseñadores para que incorporasen cambios (rápidos) de Tecnología en el desarrollo de sus productos.

Mientras tanto, se considera que tales cambios de Tecnología afectan a los Protocolos más que a las interfases, y que la Normalización de interfases facilitaría sustancialmente la portabilidad de las implementaciones.

Estos hechos, hacen que la Norma ISO, se esté preocupando de la definición de interfase; aunque no haya un compromiso claro por su parte a este respecto.

La Normalización de una Arquitectura ó de un Protocolo, debe permitir la flexibilidad de ampliación futura, debido a la imposibilidad de prever nuevas aplicaciones. Por tanto, se llega a la conclusión fundamental, de aspecto contradictorio; de que las Normas deben evolucionar.

El Modelo OSI (que normaliza una Arquitectura), por ejemplo; está evolucionando y continuará evolucionando, por la necesidad de incluir aspectos no considerados inicialmente; tales como:

1.- Transmisión de datos sin conexión (el Modelo OSI estaba basado inicialmente en el concepto de "Conexiones" entre dos entidades).

2.- Redes locales.

3.- Redes integradas.

4.- Interconexión de Redes.

5.- Servicios transaccionales.

6.- Servicios Electrónicos de Mensajes, aspectos de seguridad, interfases de lenguajes, etcétera.

Estos aspectos están forzando la evaluación, interpretación y esclarecimiento del Modelo OSI. Las únicas capas del Modelo OSI que están bien atendidas por las Normas Internacionales actuales son las capas de bajo nivel; es decir, Física, de Enlace y de Red.

En consecuencia, sólo son abordados totalmente por estas Normas los aspectos técnicos de transferencia de datos en varios tipos de Redes. Las propuestas de Normalización de Protocolos para Redes Locales, se concentran también sólo en estas capas.

Como ejemplo de Normas Internacionales para las Capas 1 y 3, se citan los Protocolos RS-232 (Capa Física), HDLC (Capa de Enlace), y X.25, nivel 3 (Capa

de Red). Es interesante observar, que estos Protocolos (y otros de las Series V y X del CCITT) fueron Normalizados antes de la propuesta del Modelo OSI.

Esta propuesta, dio fuerza al desarrollo de Protocolos de Alto Nivel (es decir, Protocolos para las Capas 4 a 7), "Comunes" a varias aplicaciones. Como se ve, tal desarrollo ha sido razonablemente satisfactorio para las Capas de Transporte y Sesión.

En relación a los Protocolos de las Capas superiores a la de Sesión, se supone que en los próximos años, serán dedicados a la elaboración de Normas a nivel de representación y aplicación. La previsión, es de que una interconexión universal de sistemas abiertos, será alcanzada al final de la década de 1980.

En cuanto a las técnicas de especificación de Protocolos, la Norma ISO ha utilizado métodos informales sujetos a ambigüedades y a interpretaciones diferentes. Para resolver este problema, la Norma ISO, formó un Grupo de Trabajo para estudiar técnicas formales de especificación. Este grupo de trabajo, está actualmente investigando las técnicas de "Ordenación Temporal" y "máquinas de estados finitos ampliadas", consideradas muy prometedoras.

III.6.- Normalización Internacional de Protocolos de Transporte.

En el ámbito Internacional, los Organismos, CCITT, ISO y ECMA; están trabajando activamente en la Normalización de Protocolos de Transporte compatibles. En los Estados Unidos de América, la Normalización de Protocolos de Transporte se está produciendo en los tres Organismos principales de Normalización: "American National Standards Institute" (ANSI), NBS y el Departamento de Defensa (D O)

Como el ANSI, apoya el esfuerzo Internacional y NBS normalizó un Protocolo compatible con la propuesta de la ISO, el DoD adoptó un Protocolo incompatible llamado "Transport Control Protocol" (TCP).

Históricamente, el ímpetu del desarrollo de una Norma Internacional, para el Protocolo de Transporte fue dado por el Grupo de Estudios VIII del CCITT, en Noviembre de 1980; con la Normalización de un nuevo servicio llamado "Teletexto". El servicio Teletexto, está definido por las recomendaciones F.200, S.60, S.61, S.62 y S.70.

Esta última define el Servicio Básico de Transporte. Este Protocolo, a pesar de ser simple (no incluye multiplexado, control de flujo, detección ó recuperación de errores), tiene la gran ventaja de ofrecer los mismos servicios, independientemente del tipo de Red de Comunicación utilizada.

Además de su independencia, en cuanto al tipo de Red utilizada; la importancia del Protocolo S.70 se fundamenta en las siguientes consideraciones:

1.- S.70 es una Norma Internacional existente, implantada por varios fabricantes de equipos de oficina.

2.- A pesar de que el Protocolo S.70, está orientado para el servicio Teletexto; su desarrollo, que utiliza la Norma y la filosofía del Modelo OSI; hace que sirva para otras aplicaciones. En otras palabras, el S.70 es uno de los primeros "*Protocolos Comunes*".

3.- El Protocolo S.70 fue incluido como sub-conjunto de otros Protocolos de Transporte.

En Junio de 1982, el Sub-Comité SC16, de la Norma ISO; aprobó una propuesta de una Norma Internacional para el Protocolo de Transporte. Este Protocolo consta de 5 clases de potencialidades diferentes (el Protocolo S.70 es idéntico a la clase 0, la clase más simple).

La inclusión de 5 clases permite que las aplicaciones menos críticas (por ejemplo, los Servicios Públicos de Telemática del CCITT: Teletexto, Telefax y Videotexto), utilicen las clases de servicios mínimos (Clases 0 y 1), y para las aplicaciones más complejas (transferencia de archivos, dispositivos virtuales, transferencia y manipulación de tareas, gestión de Red), a las Clases 2, 3 y 4.

Con relación al trabajo que está siendo desarrollado actualmente en el área de Protocolos de Transporte, un Sub-Grupo del Working Party 4 del Grupo de Estudios VIII del CCITT; está evaluando aspectos de implantación del S.70, y está considerando alteraciones para atender a los requisitos de los otros servicios de Telemática del CCITT.

Es interesante introducir aquí, un breve resumen del esfuerzo de implantación de un Protocolo de Transporte. El NBS de los Estados Unidos de América, adoptó como Protocolo de Transporte un conjunto de dos clases compatibles con el Protocolo de Transporte de la ISO.

Hay una gran diferencia entre esos dos Protocolos, ya que el Protocolo de la ISO, fue especificado informalmente utilizando la Automatización de Estados Finitos y un Lenguaje de Especificación de Alto Nivel.

La Especificación consta de cerca de 70 páginas de descripción formal y 70 páginas de comentarios informales. La implantación de este Protocolo en lenguaje "C" y bajo el Sistema Operativo UNIX, dieron lugar a 400 líneas de Código generadas automáticamente y a 6000 líneas generadas manualmente.

Concluyendo, hay que resaltar, que la experiencia del NBS con la implantación semi-automática de Protocolos, ha sido muy positiva, asegurando un muy alto nivel de confianza en la implantación y un tiempo relativamente corto entre dos alteraciones cualesquiera en la especificación y en la generación de una nueva implantación.

III.7.- Normalización Internacional de Protocolos de Sesión.

Las recomendaciones del CCITT definiendo el servicio Teletexto en 1980, incluyeron el S.62, la primera Norma Internacional para el Protocolo de Sesión. No se trataba entonces, de un Protocolo común a varios servicios, sino de un Protocolo orientado a una única aplicación de Teletexto.

En 1981, ocurrió un cambio importante en el CCITT: El Grupo de Estudio XIV, responsable del servicio de Telefax, fue incorporado al Grupo de Estudio VIII que acababa de definir el servicio de Teletexto.

Como resultado de esta Organización, el Grupo de Estudio VIII modificó la recomendación S.62, y la adoptó para el servicio Telefax grupo 4. Este cambio del S.62 para un Protocolo común permite la interconexión de terminales de texto y terminales gráficas, además de ofrecer las otras ventajas de los Protocolos comunes.

Paralelamente al desarrollo del servicio Teletexto por el CCITT, el Organismo de Normalización Internacional ECMA, preparaba también un Protocolo de Sesión, la Norma ECMA-75. En Diciembre de 1981, la ISO (el CCITT se integró meses después) inició el desarrollo de un Protocolo común de Sesión, basado en las Normas ECMA-75 y S.62.

El retraso en Normalizar este Protocolo se debió a la dificultad de especificar un único Protocolo capaz de atender a todas las necesidades de las Capas de Presentación y Aplicación.

La dificultad vino por la decisión sobre qué incluir en la Capa de Sesión y qué dejar en las Capas de Presentación y Aplicación. Finalmente, en 1983, la ISO terminó la propuesta de Norma Internacional para el Protocolo de Sesión.

El resultado es un Protocolo con 5 Clases, siendo 4 de ellas, semejantes al ECMA-75 y una (incluida en Septiembre de 1982) basada en el S.62 del CCITT.

Como el caso del Protocolo de Transporte; se proyectó que los Servicios Públicos de Telemática del CCITT utilizaran las clases básicas y las aplicaciones más complejas, utilizaran las Clases más poderosas.

Por ello, esta expectativa no concreta si los servicios de Telemática pueden ser utilizados para aplicaciones más críticas, tales como las transacciones financieras.

En el campo de las implantaciones, el NBS de los Estados Unidos de América; adoptó el Protocolo ISO/CCITT y generó una implantación semi-automática a partir de una especificación formal del Protocolo.

III.8.- Normalización Internacional de Protocolos de Presentación y Aplicación.

Los Organismos Internacionales de Normalización, agrupan normalmente las dos Capas Superiores del Modelo OSI.

Se seguirá el mismo procedimiento y se presentará una visión de los trabajos de Normalización en esta área, la más activa de las áreas de Normalización actualmente.

Los servicios ofrecidos por la Capa de Aplicación, pueden dividirse en dos sub-conjuntos: Servicios para la localización de recursos de la Red (Gestión de Red), y Servicios de Comunicación para el usuario.

La ISO, inició su trabajo en el área de Servicios de Gestión de la Red recientemente, y produjo un primer documento llamado "*OSI Management Framework*", que deja entrever la complejidad del problema. Por ejemplo; existen varios problemas relacionados con la compatibilización de los Servicios necesarios para una Red Pública.

Aún más, el documento ni llega a definir cuáles son los Servicios que pueden ser controlados por el Modelo OSI, y cuáles por el Sistema Operativo

Local del Usuario. Un aspecto interesante de "OSI Management Framework", es que establece una Arquitectura que incluye interfases con todas las capas del Modelo OSI. A su vez, la propia definición de las Capas del Modelo OSI, sólo considera superficialmente el aspecto de Gestión de Red.

En resumen, el área de Normalización de Servicios de Gestión de Red, está solamente, comenzando a ser estudiada. En el área de Servicios para el usuario, los tres Organismos Internacionales principales de Normalización (CCITT, ISO, ECMA), están desarrollando activamente Protocolos de Presentación/Aplicación; pero desgraciadamente, pueden surgir indicaciones de Protocolos Incompatibles.

El Grupo de Trabajo del SC16 de la ISO, está definiendo los Servicios de Presentación/Aplicación comunes a todas las aplicaciones. El resultado de este esfuerzo deber incluir un único Protocolo de Presentación y varios Protocolos de Aplicación. Los principales Protocolos de Presentación/Aplicación, que están surgiendo actualmente en la ISO son:

- 1.- Transferencia de Archivos.
- 2.- Terminal Virtual.
- 3.- Transferencia y Manipulación de Tareas.
- 4.- Revisión de Mensajes.
- 5.- Formatos de Mensajes.
- 6.- Gestión de Red.
- 7.- Gestión de Aplicaciones.

Los Protocolos de Revisión de Mensajes, son los más discutidos actualmente en el Sub Comité SC18 de la ISO. Los rápidos avances de la Tecnología están abriendo la posibilidad de interconectar los diversos Servicios de Telemática (Teletexto, Telefax y Videotexto); y éstos a los *Servicios Electrónicos de Mensajes Basados en Ordenadores (CBMS)*.

Se resalta que la adopción y el uso de un conjunto pequeño de Protocolos Normalizados, permitirá la formación de un gran Mercado Internacional de Mensajes en el cual los usuarios de Sistemas Privados y Públicos de CBMS, Teletexto, Telefax, Videotexto y Télex podrán comunicarse en beneficio de todos.

III.8.1.- TeleTexto.

En Noviembre de 1980, en la VII Asamblea Plenaria, el CCITT aprobó las Normas F.200, S.60, S.61, S.62 y S.70, definiendo un nuevo Servicio de Telecomunicaciones: *TeleTexto*. Este Servicio ya se está implantando en varios Países del mundo. El *TeleTexto*, puede ser visto como un Servicio avanzado de Télex, que incluye la preparación, el almacenamiento y el envío de documentos.

Las diferencias básicas entre el Télex y el *TeleTexto*; son que éste incluye un mejor formato de documentos, un Alfabeto más amplio (309 caracteres), y una transmisión más rápida (2400 bps), a pesar de mantener la característica de transmisión directa entre los dos equipos.

En este sentido el servicio *TeleTexto*, constituye un avance en la implantación de Servicios para la Automatización de oficinas, combinando comunicaciones y procesamiento de texto.

Hay que resaltar, que el *TeleTexto*, ofrece la capacidad de procesar el texto para definir su apariencia final, pero sin incluir el procesamiento sistemático de su contenido. Aunque los Protocolos de *TeleTexto*, han sido desarrollados para un único Servicio, su aplicación no está restringida solamente a esta área.

En realidad, los Protocolos de *TeleTexto*, pueden ser aplicados a varios servicios del Tipo "*Batch*" (no interactivos), tales como el *TeleFax*, transferencia de archivos, etcétera. Por esta razón, los Protocolos de *TeleTexto*, están sirviendo como punto de partida para el desarrollo de Protocolos comunes a todos los Servicios de Telemática.

IV.8.2.- TeleFax.

Al igual que para el Servicio de *TeleTexto*, la Organización Internacional con mayor actuación en la definición de un Servicio Internacional de *TeleFax*; es el CCITT. En Noviembre de 1980, el Grupo de Estudio XIV (hoy mezclado con el Grupo VIII), adoptó las Normas para *TeleFax*, Grupo 3 (las recomendaciones son la T.30 y la T.31).

En Octubre de 1981, el CCITT inició estudios en el área del *TeleFax* (Grupo 4), un Servicio semejante al *TeleFax Digital* (Grupo 3), pero orientado a Redes de Datos. Las decisiones iniciales del CCITT fueron definir los Servicios del *TeleFax*,

Grupo 4, a partir de los Servicios del Grupo 3; pero basándose en los procedimientos de control del Protocolo S.62 del Servicio de TeleTexto.

Esto tiene la gran ventaja de promover una estructura de Sesión común a varios Servicios, haciendo posible la intercomunicación de éstos, en particular en el modo de operación mixto del Servicio de TeleTexto.

III.8.3.- VideoTexto.

El VideoTexto, es un Servicio interactivo de recuperación de información que incluye la posibilidad de representar informaciones gráficas.

La importancia de Normalización de este Servicio puede ser medida, si se considera que a finales de la década de 1980, una gran parte de la información procesada existente en el mundo estará disponible en Bancos de Datos de VideoTexto.

En 1978, la "British Post Office" (BPO), sometió su Sistema de VideoTexto (*Prestel*) al CCITT (el Organismo más activo en la Normalización Internacional del VideoTexto) para la Normalización.

En el mismo año el Gobierno Francés también sometió su Sistema (*Antiope*) a la Normalización del CCITT. Estas dos propuestas son funcionalmente semejantes, pero utilizan técnicas diferentes para la Codificación de Información.

En 1979, fue el Gobierno Canadiense el que sometió su sistema (*Teledion*) al CCITT para la Normalización. El resultado fue que en Noviembre de 1980, el "Working Party 5" del Grupo de Estudio I del CCITT adoptó la Recomendación T.300, que incluía los tres sistemas incompatibles.

Enseguida, la "American Telephone and Telegraph" (AT&T), anunció en Abril de 1981 la adopción de una ampliación del "Teledion" Canadiense, llamada "Presentation Level Protocol" (PLP). Paralelamente, los Países Europeos llegaron a un acuerdo sobre un único Sistema de VideoTexto basado en las propuestas del BPO y del Gobierno Francés (propuesta CEPT).

Finalmente, en Octubre de 1982, la ANSI de los Estados Unidos de América y la "Canadian Standards Association" (CSA), adoptaron la propuesta PLP de la AT&T que fue denominada "North American Presentation Level Protocol Syntax" (NAPLPS), para VideoTexto y TeleTexto.

Actualmente, la situación en el ámbito Internacional, es que habiendo recibido las propuestas CEPT, NAPLPS y CAPTAIN (del Japón); el CCITT está revisando activamente dichas formulaciones y lo había sido alcanzado.

Hay que resaltar aquí que la previsión es de que el NAPLPS debe ser incluido en alguna forma en la Norma Internacional, por tener las siguientes ventajas sobre la propuesta CEPT:

1.- El NAPLPS es independiente de la terminal de VideoTexto utilizada, mientras que la propuesta CEPT depende de la terminal.

2.- IBM anunció que incluirá NAPLPS en sus Productos.

3.- Ya fueron lanzados al mercado varios paquetes de Programación ("Software") convirtiendo a Ordenadores en Terminales de VideoTexto interactivas que utilizan la Norma NAPLPS.

III.8.4.- CBMS.

Los Servicios Electrónicos de Mensajes Basados en Ordenadores (CBMS); pueden ser vistos como una ampliación del TeleTexto, donde el Procesamiento semántico del mensaje es realizado por el remitente ó por el destinatario, donde la modalidad de transmisión puede ser de almacenamiento ó reenvío, y donde la información enviada puede ser cualquier información binaria.

La Normalización de Servicios y Protocolos del CBMS constituye hoy, el área más activa de los Organismos CCITT, ISO y ECMA.

Desgraciadamente, debido a los objetivos y requisitos diferentes de estos Organismos, las formas de abordarlos parecen ser divergentes, lo que contraria el objetivo de que sean Normas Internacionales compatibles.

Por tanto; el objetivo común de los tres Organismos es obtener un grado de compatibilidad con los Servicios de Telemática, formando un Sistema Global de Transferencia de Mensajes.

Este objetivo es de gran importancia, ya que, a finales de la década de 1980, la mayoría de los documentos transferidos por el Comercio y por el Gobierno deberán utilizar medios electrónicos basados en estos Servicios. Existen varios problemas para alcanzar la compatibilidad de Telemática y CBMS, se destacan:

1.- Formato de Datos.- El TeleTexto utiliza texto, el CPMS utiliza información binaria sin restricciones.

2.- Protocolos.- Será necesaria una compuerta para hacer compatibles las modalidades de transmisión directa y "almacenamiento y reenvío".

3.- Direccionamiento.- El TeleTexto utiliza direcciones; el CBMS utiliza nombres.

4.- Servicios.- Ciertos servicios del CBMS son muy complejos para ser implantados en un equipo electrónico de TeleTexto. El problema principal, es compatibilizar los servicios para las dos modalidades de transmisión.

Una vez Normalizado el Servicio CBMS, se piensa que será utilizado en aplicaciones que no estén normalmente asociadas a la Comunicación de Mensajes, y estas pueden ser:

1.- Comunicación de Mensajes que incluyen Texto, Gráficos y Voz Digitalizada.

2.- Acceso a Bancos de Datos con el Procesamiento Automático de Mensajes y la Generación de Respuestas.

3.- Distribución de Documentos.

4.- Transferencia de Archivos.

5.- Procesamiento de Transacciones.

En otras palabras; el CBMS provee una estructura de aplicación general para la transferencia de informaciones arbitrarias.

CAPITULO IV

FUNDAMENTOS DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES.

IV.1.- introducción.

El Control Automático de equipos utilizados en la Industria, la Escuela y el Hogar es particularmente útil para tareas peligrosas, repetitivas, tediosas o simples. A nivel industrial se emplean maquinas que cargan, descargan, soldan, cortan o moldean con el fin de conseguir precisión, seguridad, economía y productividad.

La aplicación de Ordenadores Integrados a maquinas que realizan tareas como lo hace un ser humano, fue planteado por diversos autores.

Los Autómatas Programables (AP), son Ordenadores Integrados en maquinas. Frecuentemente, sustituye la labor humana en tareas repetitivas específicas. Algunos dispositivos tienen incluso mecanismos antropomorfos; incluyendo algunos que reconoceríamos como brazos mecánicos, muñecas y manos.

Un autómata Programable (AP), se define como un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para mover materiales peligrosos, partes, herramientas o dispositivos especiales a través de movimientos variables programados para realizar varias tareas.

La capacidad de un Robot es que sea programable, lo que permite utilizarlo en diversas aplicaciones.

Algunas aplicaciones de los Autómatas Programables, cuentan con requisitos para los cuales, el uso de un Ordenador Digital, es el método mas apropiado de control total de la célula de trabajo.

Al hacer referencia a la utilización de un Servidor Dedicado (generalmente un microordenador o un macroordenador) en lugar del Ordenador que se utiliza como la unidad de control del Autómata Programable.

En casos donde el Ordenador es el controlador de la célula de trabajo, se debería utilizar o en serie con un Autómata Programable o como un sustituto de

este. El Ordenador podría efectuar diversas actividades en la Planta Industrial y así se prepararía para controlar a la célula del Autómata programable en un modo de operación denominado de tiempo compartido.

De igual forma, el ordenador probablemente formaría parte como un componente de una Red de Ordenadores jerárquicos en la Fabrica, conectadas en su parte final a los Automatas programables, y/o controladores de Automatas Programables en la célula, y conectados hacia arriba al siguiente nivel jerárquico en la Planta Industrial.

Los Automatas Programables son dispositivos especializados que se diseñan para intercomunicarse en el Control de Procesos Industriales. Se proporcionan con puertos de Entrada/Salida que pueden ser cableados directamente a los elementos que constituyen la Planta Industrial.

Esto es una ventaja sobre el Ordenador digital, ya que se debe realizar disposiciones especiales para comunicar el Ordenador a los equipos del área industrial en la célula.

Sin embargo, el Autómata Programable AP tiene ciertas limitaciones en el procesamiento y manejo de datos y lenguaje de programación que dan al Ordenador una ventaja de aplicaciones que necesitan estas capacidades.

1.- casos en los que existe alguna célula cuyas operaciones se deben controlar y que significan cantidades de datos que deben comunicarse entre ellos.

2.- células en las cuales el problema de detección y recuperación de error es una parte importante en la codificación que se debe programar para la operación de la célula de trabajo.

3.- cuando algunos productos diferentes se hacen sobre la misma línea de producción automatizada, las operaciones en diferentes Estaciones se tienen que controlar y secuenciar adecuadamente.

Los Ordenadores estarían bien adecuados a las funciones de procesamiento de datos que se requieren en este tipo de aplicación.

En casos donde las líneas de producción son utilizadas para operaciones de ensamblaje, los diversos tamaños y estilos de las piezas componentes, se deben clasificar y adaptar al modelo particular que va a ser ensamblado en cada Estación de Trabajo respectiva, a lo largo de toda la línea de producción.

4.- situaciones en las cuales se requiere un alto nivel de planeación de La producción en control de inventarios; en la operación de la célula. Otra vez, este tipo de función de procesamiento de datos podría necesitar la utilización de un Ordenador además de, o como un sustituto de un Autómata Programable.

Las diferencias entre Ordenadores Digitales y los Automatas Programables, son principalmente, diferencia en aplicación, mas que diferencia en tecnologia y arquitectura básica.

El Automata Programable (AP) puede, de hecho, considerarse como una forma especializada de Ordenador Digital con características dedicadas para el control de Entrada/Salida de elementos industriales. Las tecnologías de dos tipos de control son básicamente similares.

IV.2.- Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos.

La Inteligencia artificial es la solución de problemas complejos con el apoyo del Ordenador Digital, mediante la aplicación de Procesos que son análogos al proceso de razonamiento humano.

Solo unos pocos acontecimientos que han ocurrido u ocurrirá en él ultimo cuarto de este siglo tendrá un efecto tan profundo y duradero sobre la vida humana, como lo es la creación de Maquinas Inteligentes. El uso de Ordenadores y Automatas programables Inteligentes y autónomos provocara un cambio fundamental en nuestra sociedad.

Para entender su importancia es conveniente que se llegue a entender dos ideas fundamentales. Lo primero es que prácticamente todos los usos y aplicaciones de los Ordenadores Digitales y de la Automatización, en general a la industria; Están estrechamente relacionados con los principios básicos en que se fundo la Revolución Industrial: Mas específicamente, el uso de los Ordenadores y de la Automatización ha reemplazado a aquellos Trabajadores que desempeñaban actividades poco cualificadas y repetitivas.

El segundo punto a tener en cuenta es que el uso de una Automatización Inteligente, desembocara una segunda Revolución Industrial. No obstante, en esta Revolución, los Trabajadores que serán reemplazados por la maquinas pertenecerán a un nivel medio, donde entrarían todos aquellos trabajos que exigen la Toma de Decisiones analizadas (pero, quizás, ninguna inventiva).

Hasta hace poco, muchos usuarios, han observado el campo de la Inteligencia Artificial (IA); Como el lado oscuro de la Ciencia Informática; creían que, al igual que "el Doctor Frankenstein" de Mary Shelley, intentaba crear vida; los Programadores de IA trabajaban para crear pensamiento.

Los investigadores en inteligencia artificial fueron; a veces, paradójicamente considerados como la elite y los "fanáticos" de la Ciencia Informática.

Cuidadosos de no referenciar a la Inteligencia Artificial IA, e incluso por su clasificación de Programadores empleados, cuando se les forzaba a dar una visión de la viabilidad o realidad practica de una maquina inteligente, normalmente solían argumentar que "aun quedaban muchas investigaciones por hacer", y lo que "en un futuro próximo habrá importantes descubrimientos, pero por el momento, lo alcanzado no es aun mencionable".

¡La imagen de la Inteligencia Artificial ha cambiado de una vez por todas!

Es decir proporcionar una fecha real del comienzo de lo que normalmente se denomina Inteligencia Artificial (IA). Los primeros Ordenadores eran en realidad, maquinas que tenían que ser literalmente renovadas en su totalidad, para resolver problemas diferentes. El almacenamiento de programas permitía al Ordenador cambiarse rápida y fácilmente con solos ejecutar un nuevo programa.

¡Esta capacidad implica que un Ordenador podría ser capaz de cambiar su propia función, es decir, aprender o pensar!

El campo de la Inteligencia Artificial IA requiere de varias áreas de estudio. De ellas se enlistan las más importantes y son:

- 1.- Búsqueda (de soluciones).
- 2.- Sistemas Expertos.
- 3.- Procesamiento en Lenguaje Natural.
- 4.- Reconocimiento de Modelos.
- 5.- Robótica.
- 6.- Aprendizaje de las maquinas.
- 7.- Lógica.
- 8.- Incertidumbre y "Lógica Difusa".

Algunas de las áreas representan aplicaciones finales, tales como los Sistemas Expertos; otras como el Procesamiento del Lenguaje Natural y la Búsqueda de Soluciones, son bloques de la Inteligencia Artificial IA que se añaden a otros programas para llevar a cabo su realización.

Cuando se hace referencia a la Inteligencia Artificial IA, el termino búsqueda se refiere a la Búsqueda de Soluciones a un problema. (No implica

encontrar una información específica dentro de una Base de Datos). Los Sistemas Expertos, son el primer producto de la Inteligencia Artificial IA viables comercialmente.

Un Sistema Experto SE tiene dos características especiales y principales. Primero, le permite introducir Información sobre un tema en un Ordenador. A esta información se le suele llamar base de conocimiento.

En segundo lugar, le permite interrogar base de conocimiento y luego actúa como si fuese un experto en la materia. Que es en definitiva la razón de su nombre.

Para algunos Investigadores en Inteligencia Artificial IA, el procesamiento del Lenguaje Natural (conocido como PLN), es uno de los fines principales que la Inteligencia Artificial IA debe de alcanzar porque permite al Ordenador la entrada del Lenguaje Humano de forma directa. El único obstáculo para lograr este objetivo es el Humano de forma directa. El único obstáculo para lograr este objetivo es el tamaño y la complejidad de los lenguajes humanos.

Además, se tienen el problema de que el Ordenador sea consciente de la Información contextual que pueda aparecer en cualquier situación que no sea de las mas simple.

El reconocimiento y relación de modelos, es importante para varias aplicaciones, incluidas la Robótica y el Procesamiento de imágenes. Por ejemplo, cuando se da una imagen de TV digitalizada, *¿cómo puede determinar el Ordenar donde termina un objeto y empieza otro, o si un objeto esta sobre otro?*

Al igual que el procesamiento del Lenguaje Natural, el reconocimiento y relación de modelos es necesario para que un Ordenador se interrelacione con el mundo humano.

Aplicado a los autómatas programables, la inteligencia artificial IA ayuda a que un ordenador controle el movimiento usando un razonamiento especial.

Para los autómatas programables industriales como los que se utilizan en el ensamble de automóviles, los problemas para la inteligencia artificial IA aparecen al tratar de suministrarles un movimiento natural o preciso dentro de un conjunto de posiciones concretas.

Los robots autónomos tienen mayores problemas para desenvolverse en un mundo humano; con sus obstáculos, sucesos inesperados y cambios de ambiente.

Una de las áreas más importante de la inteligencia artificial IA es la del aprendizaje mecánico. Esta área trata de hacer que los programas "aprendan" de sus propios errores, en base a la observación y a la auto evaluación.

El aprendizaje mecánico significa simplemente hacer que el ordenador sea capaz de beneficiarse de su propia experiencia.

De los muchos productos de la inteligencia artificial IA de importancia practica, están los que pueden usarse para estudiar la corrección lógica de un argumento aplicando unas reglas lógicas generales. En este contexto, la palabra "argumento" se refiere a las distintas afirmaciones conectadas de manera lógica para alcanzar un fin.

Esto incluye análisis matemático, lógica formal y lógica silogística o filosófica. La mayoría de las decisiones que se toman, esta basadas en un conocimiento incorrecto.

Por ejemplo; cuando se compra una casa, no se sabe que todas las cañerías funcionen correctamente, etcétera. La decisión de comprar se basa en la suposición de que haya una cierta probabilidad o posibilidad de que todo se encuentre en perfectas condiciones.

El que un ordenador pueda "pensar" de la misma manera que un ser humano implica el uso de la lógica incierta (es decir, la toma de decisiones basadas en una información incompleta o probable).

A continuación se enlistan los principios fundamentales en que se basa la inteligencia artificial IA, y estos son:

Principio 1.0.- las técnicas de la inteligencia artificial IA intentan en forma explicita, trasladar el proceso de razonamiento hacia el programa.

Principio 1.1.- un sistema experto (SE), se dedica a un problema de un área específica. No se intenta enfocar las capacidades humanas en todas las áreas.

Principio 1.2.- habitualmente se espera de una persona un desempeño aceptable, pero no se le exige una solución optima en todos los casos.

Principio 1.3.- un sistema experto SE busca una solución satisfactoria, tal que sea lo suficientemente buena para hacer el trabajo, aunque no sea la optima.

Principio 1.4.- el nivel de exactitud y precisión que exige una solución satisfactoria se dictamina por el dominio del problema.

Uno de los más importantes acontecimientos que ocurrió en la inteligencia artificial sucedió en los años sesentas, pero paso virtualmente desapercibido en los estados unidos de América; hasta la década de los ochenta.

Este fue la creación del PROLOG en 1972, obra de Alain Colmerauer en Marseille, Francia. Al igual que LISP; PROLOG era un lenguaje diseñado para ayudar a resolver problemas relativos a la inteligencia artificial IA; al contrario de LISP, poseía un gran número de características especiales, como son una base de datos incorporada y una sintaxis, bastante simple.

En esencia, hacia 1980, el LISP era el lenguaje de la inteligencia artificial elegido en los estados unidos de América, mientras que PROLOG tenía el mismo estatus en Europa.

Sin embargo, en 1981, esta situación cambia tras el anuncio de los japoneses de que usarían PROLOG como base de sus ordenadores de la "quinta generación", una de la de mayor oferta.

Lo que hace PROLOG importante en la historia de la inteligencia artificial IA, es el hecho de que reuniera un conocimiento más profundo del proceso de pensamiento de lo que lo haría el LISP.

Por ejemplo, PROLOG contiene la posibilidad de una base de datos incorporada y rutinas de reseguimiento, siendo ambas necesarias en muchas situaciones en resolución de problemas.

Aunque PROLOG ha ido ganado popularidad en los estados unidos de América desde 1981, aun no está claro si se convertirá en el primer lenguaje de investigación de inteligencia artificial IA en estados unidos de América.

Actualmente, el énfasis en el campo de la inteligencia artificial IA pasa de la investigación a la aplicación. Este cambio significa que las técnicas de inteligencia artificial IA desarrolladas en el laboratorio usando un lenguaje de investigación, necesitaran hacerse efectivas usando diversos lenguajes de ámbito general.

IV.3.- ¿pueden los ordenadores pensar?

Antes de pueda explorar el ámbito de la inteligencia artificial IA a través de su programación, debe de entender lo que significa para un ordenador el hecho de pensar. El concepto de un ordenador pensante implica que un ordenador está ejecutando un programa pensante.

Para esta discusión y en vistas a mantenernos compatibles con términos tradicionales, se hablara de programa pensante como un programa inteligente.

Sin embargo, hay una gran discusión acerca de si los programas son inteligentes o no, y consecuentemente, si los ordenadores pensantes existen. No es fácil de entablar este debate, ya que todo depende de la forma en que se interprete la definición de "inteligencia".

Hay argumentos convincentes (y algunas veces emocionales), que apoyan cada punto de vista. Una pregunta que surge en este debate es como un programa inteligente se diferencia de uno "no-inteligente". Este apartado explora varios de estos argumentos, sin embargo, queda a cada persona decidir su propia concepción.

Determinar lo que considera como programa inteligente implica conocer el significado de inteligencia. Se define el término "inteligencia", como la capacidad de comprender hechos y proposiciones, sus relaciones y razonamientos. Esta definición nos lleva a una pregunta: ¿Qué significa razonar?.

En este contexto, significa "pensar". Hace mucho tiempo se consideraba que la gente no podía explicar "como" pensaba, pero podía decir "lo que pensaba". El hecho es que la gente realmente no puede entender como piensa. (Si lo hiciera, no sería pues tan difícil hacer que un ordenador pensase).

Si se mantuviera una interpretación estricta de la definición de inteligencia, podría argumentar que "todos" los programas son inteligentes. Considérese lo siguiente: la primera parte de la definición de inteligencia es la capacidad de comprender los hechos, las propuestas y sus relaciones.

Los ordenadores están increíblemente bien diseñados para llevar a cabo estos tipos de trabajos. Por ejemplo, una base de datos relacional puede almacenar (comprender) información, aceptar preguntas (proposiciones), y como su nombre implica, representar relaciones.

Ciertamente, algunos tipos de información, tales como las imágenes visuales, son mucho más difíciles de comprender para un ordenador que cualquier otro, pero la definición de inteligencia no exige que la comprensión se lleve a cabo de una manera determinada (solo exige que la comprensión tenga lugar).

Por tanto, lo que un ordenador hace normalmente (unir, almacenar y acceder a la información), satisface la primera exigencia de la inteligencia.

Sin embargo, ¿puede la base de datos "razonar" estos hechos? (¿Qué es la segunda exigencia de la inteligencia?). Quizá la respuesta depende de lo que alguien considere como definición correcta de "razonar".

Si la manipulación de la información de la base de datos (el acto de buscar, clasificar, procesar las preguntas, archivar, etcétera) puede ser llamado

"razonamiento", entonces cualquiera puede afirmar que la base de datos es un programa inteligente.

Esto implica que la mayoría de los programas de ordenadores son inteligentes. Recuerde que precisamente la mayor parte de los programas de ordenador manipulan la información de una manera lógica y razonable. Por tanto, esta forma de razonamiento debe ser clasificada como inteligencia.

Para mucha gente, esta conclusión es difícil de aceptar. Implica que virtualmente todos los programas pertenecen al campo de inteligencia artificial (una implicación que no se ajusta a la verdad). Su intuición y experiencia en ejemplos específicos de programas basados en inteligencia artificial le dice que hay una diferencia. Pero ¿cuál es?

Si intenta justificar su incapacidad para aceptar que una base de datos relacional es un programa pensante, se podría decir que no puede serlo porque se cree que lo que el programa de base de datos hace, no es similar al concepto de pensamiento humano.

Sin embargo, el lector se encuentra entonces con el hecho de que "exactamente la misma labor" realizada por un empleado de archivos, exige obviamente inteligencia por parte de dicho empleado.

He aquí la paradoja: Si el problema de base de datos lleva a cabo esta labor, entonces no está pensando; aunque, si una persona realizara esta función se diría que piensa. Este problema surge debido a nuestro propio orgullo. Como ser humano, preferiría pensar que es su cerebro lo que le hace especial, es decir, que el género humano tiene el monopolio del pensamiento cognitivo.

Puede quizá, admitir que los mamíferos superiores pueden pensar e incluso razonar, a niveles muy elementales, pero los humanos van más allá. Sin embargo, que una simple máquina pueda pensar, cualquier nivel, es una idea incómoda. Tanto es así que cuando algún brillante programador crea un programa inteligente, la tendencia general es decir, "bueno, no es realmente inteligente".

"Es solo que actúa de forma inteligente". No decir esto, sería admitir que se ha perdido el monopolio humano sobre el pensamiento. Hay otra forma de ver el problema. Uno podría decir que un perro bien amaestrado es inteligente si le trae a su dueño el periódico del jardín.

Alguien incluso diría, que su hijo de un año es bastante inteligente si puede hacer lo mismo. Aunque no es tan difícil construir un robot controlado por un ordenador que fuera capaz de realizar la misma función. Sin embargo, la mayoría de la gente no se inclinaría a decir que el robot era inteligente por el simple hecho de que pudiera traerles el periódico de la mañana.

La razón para este prejuicio estriba en que la mayoría de la gente diría que un robot que trae el periódico es simplemente una máquina que ejecuta un programa creado por un programador, y que el robot no "piensa" cuando realiza esta tarea, sino que simplemente la "hace".

El ejemplo del robot y el periódico también suscita un problema diferente que lleva al hecho de que las personas no saben como piensan. Debido a que el programa para traer el periódico del jardín es fácil de comprender, la tendencia es a decir que el programa no puede ser inteligente "porque" se puede entender.

A esto es a lo que suele llamarse principio mágico: a nivel emocional, la mayoría de la gente considera que el proceso del pensamiento es algo mágico.

Debido a que la gran mayoría no entiende los procesos del pensamiento, incorrectamente se asume que cualquier mecanismo construido y dominado por el hombre no puede ser inteligente, puesto que su inteligencia es, en definitiva, la de aquel que la construyó. Esencialmente, creen que la creación es siempre inferior a su creador.

Además, existe la cuestión fundamental de la libre voluntad. A través de la historia, el pensamiento ha estado siempre relacionado con el concepto de libre voluntad: solo un ente con la "voluntad de pensar" puede pensar.

Descartes, el famoso filósofo del siglo XVII, proclamó que el pensamiento probaba su existencia cuando escribió la famosa afirmación filosófica: "Pienso, luego existo".

Lo que hace a este concepto problemático es que, en el ejemplo del robot y el periódico, parece que tanto el niño como el perro eligen traer el periódico (como algo opuesto a hacer cualquier otra cosa); pero debido a que el robot "está programado" para hacer esto (verdaderamente, debe traer el periódico, porque es su programa) no puede hacer otra cosa.

Sin embargo, ¿puede un ordenador "elegir" alguna vez algo? No hay duda de que esta pregunta será una de las cuestiones fundamentales tanto filosóficas, como legales en el siglo XXI.

Esta pregunta puede rápidamente polarizar a un gran número de programadores. Hay muchos programadores que piensan con firmeza que "una máquina es una máquina" un ordenador no puede tener libre voluntad por que no tiene mente, solo circuitos. Por tanto, es imposible que un ordenador pueda elegir algo y, más específicamente, pensar.

Este es un argumento bastante convincente. Sin embargo, otros programadores que sostienen posturas opuestas pueden ser más persuasivos.

Imagínese que un ordenador esta controlando el peso de una carga de ladrillos. ¿Decidió el ordenador para el proceso de carga? ¡Sí!

El ordenador controlaba de forma clara la situación y "decidió" parar cuando el peso alcanzo un nivel específico. Si el ordenador no hizo la elección, entonces ¿alguien la hizo? Los defensores de este argumento afirman que la capacidad del ordenador para llevar a cabo una labor condicionada demuestra su habilidad para tomar decisiones.

¿Es un ordenador capaz de pensar? Como han demostrado los ejemplos que se acaban de analizar, hay opiniones fuertemente contrastadas. Lo más convincente es decir que el debate aun continua. Sin embargo, es posible que el lector ya se haya formado su propia opinión.

En este momento, mucha gente esta convencida de que es imposible determinar si un ordenador puede o no pensar, y si un programa puede ser inteligente. Pero ciertos casos demuestran claramente que alguien puede hacer que un ordenador siga un comportamiento similar al de una persona.

La clave es que algunos programas "parecen" claramente inteligentes (y, en verdad, son la base de la inteligencia artificial IA).

Las dificultades mostradas en el párrafo anterior, están en realidad, relacionadas con el error en la apreciación del concepto "inteligencia". Lo que las definiciones del diccionario olvidan, es el hecho de que el termino "inteligencia" implica inteligencia humana.

Esta asociación implícita hace difícil admitir la posibilidad de que una maquina pueda pensar o que un programa de ordenador pueda ser inteligente por el hecho de que la mayoría de los programas no realizan la misma labor, igual que lo hace una persona.

Por otra parte, cuando esta implicación desaparece, es fácil decir que los programas inteligentes no existen. Si se elimina esta diferencia, la definicion de un programa inteligente aparece instantáneamente. Para que un programa sea inteligente se requiere que "actué" inteligentemente, esto es, que debería actuar como un ser humano.

Sus procesos de pensamiento no tienen por que ser siempre iguales a los de cualquier persona. Por tanto, aquí hay una definición de programa inteligente:

"Un programa inteligente es aquel que muestra un comportamiento similar si de un humano que se enfrenta a un mismo problema. No es necesario que el problema resuelva, o intente resolver, el problema de la misma forma que lo haría un humano".

De hecho, el programa no tiene por que pensar como un ser humano, aunque parezca como tal. (Después de todo, hay personas que no piensan siempre de la misma manera).

Por tanto, se puede concluir diciendo, que un programa inteligente en cierto modo muestra un comportamiento inteligente casi-humano, mientras que los programas no inteligentes no lo hacen.

IV.4.- La vida y el pensamiento, formas particulares de existencia de la materia.

Si se analiza atentamente la manera en que A. Oparin construye su artículo "la vida"; se advierte con facilidad que las propiedades esenciales de la vida, consideradas como forma particular de organización de la materia, tal y como son descritas en el artículo, admiten la formulación de que dichas abstracción de la naturaleza concreta de los procesos físicos (y sobre todo químicos) elementales que constituyen su fundamento:

1.- ningún organismo vive, ni existe cuando deja de pasar por su interior en forma incesante el torrente de nuevas partículas de sustancias con la energía que le son propias. La sustancia que penetra en el organismo sufre profundas transformaciones y adquiere parecida estructura a la de la sustancia de que se constituida anteriormente el cuerpo vivo.

Lo específico de la materia vida es que las transformaciones de esas sustancias están en cierto modo organizadas en el tiempo, se encuentran coordinadas entre ellas en un sistema coherente y, en conjunto, tienden a la auto renovación y a la constante auto conservación de todo organismo vivo.

2.- un estudio profundo ha llevado a la conclusión de que tal orden no obedece a causas externas, independientes del cuerpo vivo (como afirman los idealistas); por el contrario, hoy se sabe que la velocidad, la orientación y correlación de los diferentes procesos que se desarrollan en el organismo, o sea todo lo que constituye el orden en cuestión esta enteramente determinado por las relaciones que se crean en el cuerpo vivo, en su unidad con las condiciones del medio exterior.

3.- la más evidente de las otras propiedades elementales de los cuerpos vivos es la capacidad de auto reproducción que le es peculiar. Auto reproducción

de los organismos no se limita a la multiplicación de las estructuras más simples que los forman.

Estas estructuras más simples pueden formarse de nuevo en el organismo. La sucesión de los procesos que constituye la base de esta nueva formación no depende de cualquier factor único, sino que refleja a toda organización del cuerpo vivo en su interacción con el medio exterior.

4.- la excitabilidad, como forma particular de relación del organismo con las condiciones del medio exterior es inherente a todo lo que vive, incluidos los seres vivientes más primitivos.

5.- junto al crecimiento, la excitabilidad y otras manifestaciones de la vida, la aptitud para multiplicarse es una de las propiedades esenciales de los cuerpos vivos.

6.- el perfeccionamiento de la organización material de la vida consiste en la diferenciación cada vez mayor de las partes de los cuerpos vivos y en individualización de esas partes en grupos u órganos con funciones diferentes.

7.- en la herencia se encuentra fijada la experiencia de la historia de las generaciones anteriores. La herencia y la variación forman parte de esas particularidades de la vida, de importancia decisiva para el desarrollo ulterior del mundo orgánico.

Esta serie de afirmaciones de A. Oparin pueden servir de sólida base para la definición de la vida, abstracción hecha de la naturaleza concreta de los procesos físicos elementales, cuya organización específica permite calificar de fenómenos de la vida su desarrollo de sistema coherente.

En la experiencia de la historia de las anteriores generaciones, en la excitabilidad, etcétera; la cibernética (en específico, los sistemas expertos y la inteligencia artificial), reconoce fácilmente las formas biológicas concretas de manifestación de las nociones generales, la acumulación y la conservación de la información, de la realimentación, etcétera.

En realidad, de momento solo se conoce el mundo de seres vivos que puebla la tierra, mundo que tiene una historia común en cuanto a su origen y evolución y, por grandiosas que sean sus proporciones, es un fenómeno singular que se desarrolla, y se desarrolla en un lugar concreto y en un lapso determinado.

Hace todavía algunos años que, en el fondo parecía bastante inútil la pregunta de saber si la palabra "vida" es nombre inútil la pregunta de saber si la palabra "vida" es nombre peculiar a este nuestro mundo (unido por historia común) de los seres vivos terrestres, o si bien designa una noción general que se

refiere a ilimitado numero de sistemas de seres vivos, aparecidos y desarrollados de forma independiente en condiciones completamente diferentes.

Es importante recalcar que A. Oparin, al articular su trabajo; Demostró mucha sabiduría en el curso de su exposición al no llevar hasta sus ultimas consecuencias la tesis general de que la vida es la forma particular del movimiento de la materia, que aparece en una etapa determinada de su evolución histórica, representada en nuestro planeta por inmenso numero de diferentes sistemas individuales, los organismos.

Respecto a la vida que existe efectivamente en la tierra, A Oparin tiene absoluta razón al precisar que los últimos conocimientos de la biología han confirmado brillantemente la tesis de Engels que caracteriza a los cuerpos albuminoides como sostén material de la vida.

El poner de relieve la unidad de bases físico-químicas comunes a la estructura de los seres vivos terrestres y la unidad de la historia del mundo orgánico realmente desarrollado en la tierra, ha jugado gran papel progresivo en el avance de la biología.

Baste recordar que en una época, aun no muy lejana, era preciso rechazar las primitivas concepciones relativas a la "generación espontánea" de los seres vivos, a partir de la materia inerte, sin pasar por la historia tan compleja de la evolución orgánica.

Por esta razón, y hasta hace poco, las definiciones sobre la vida consistian realmente en la descripción recogida de los principales rasgos de la única forma de vida conocida por los científicos.

Y en lo referente a la noción pensamiento, ocurría lo mismo hasta tiempos recientes. De hecho, solo se conoce el pensamiento del hombre y el pensamiento elemental concreto de los animales superiores, que es producto de la actividad del cerebro, según I. Pavlov.

Sin embargo, la situación es hoy diferente debido a dos circunstancias muy concretas. La primera es que en el siglo de la astronáutica se abre la posibilidad, de mucha importancia practica para nosotros; de hallar nuevas formas de movimiento de la materia que posean las propiedades esenciales de los seres vivos o pensantes.

La segunda de estas circunstancias esta en la aparición de las probabilidades, ilimitadas en principio, de modelación de los sistemas materiales, de organización tan compleja como se quiera, que ofrecen las calculadoras modernas.}

Estas dos circunstancias requieren, instantáneamente, que tanto la definición de la vida como la del pensamiento sean desembarazadas de las arbitrarias premisas relativas a la naturaleza concreta de los procesos físicos que forman su base, que la definición sea puramente funcional.

Tal elaboración de conocimientos tan generales sobre la vida y el pensamiento es asunto del futuro, pero los grandes rasgos de los mismos aparecen bastante claramente.

Sin embargo, visto desde el ángulo filosófico (muy importante además), más amplio se trata de la descripción objetiva, precisa, de las condiciones existentes en un medio material en desarrollo de acuerdo con determinadas leyes de relaciones entre causa y efectos.

Sin ningún propósito fijado desde el exterior a tal desarrollo y en el cual aparecen materiales de los que no es posible comprender el funcionamiento y la evolución sin recurrir a conocimientos de orden totalmente diferente, sin concebir la adecuación interna a un fin, propia de estos sistemas.

El materialismo dialéctico aporta la solución de este problema en sus rasgos esenciales. Pero los clásicos del materialismo dialéctico no se han orientado a abordarlo (cosa comprensible hasta hace poco) como conjunto concreto de fenómenos a explicar, sino como el mundo de los seres vivos terrestres: la vida física de los animales superiores, pensamiento del hombre.

(Ahora llego el momento en que es necesario representarse, ya concretamente, en su generalidad, las vías de aparición de los sistemas materiales que poseen adecuación interna a un fin sin olvidar tampoco las posibilidades que todavía no fueron observadas directamente).

Los mecanismos especiales de conservación y método de información, se producen desde las etapas iniciales del desarrollo de la vida. Al principio, el perfeccionamiento de estos mecanismos se efectúa por la "vía de la búsqueda ciega".

En el caso, al menos, del mecanismo de elaboración de los reflejos condicionados más simples. Pero desde un estadio relativamente poco avanzado de la evolución orgánica, los mecanismos que aseguran el reflejo correcto de la organización del mundo exterior adquieren cierta autonomía, independientemente de que este reflejo sea o no necesario, en todos sus detalles, desde el momento en cuestión, para la elaboración del comportamiento.

Más tarde aparecen los mecanismos de la modelación interna del curso posible de los fenómenos en el mundo exterior y de las posibles consecuencias de tal o cual conducta. Estos mecanismos permiten efectuar la síntesis de

conjunto de actos de comportamiento complejos y adecuados a su fin, sin pasar por repetidas pruebas.

Al desarrollar con perseverancia el punto de vista funcional que considera la vida y el pensamiento como modos de organización del sistema material, se llega naturalmente a conclusiones que pueden ocasionar ciertas confusiones.

La realidad es que la modelación del modo de organización de un sistema material no puede consistir en nada que no sea la creación, a partir de otros elementos materiales, de un nuevo sistema que posea en sus rasgos esenciales, la misma organización que el sistema representado.

Por esta razón, un modelo suficiente completo de ser vivo debe, en buena ley, llamarse ser vivo, y el modo de ser pensante que reúna esas condiciones, denominarse pensante.

Todos conocemos el interés que suscitan las siguientes interrogantes:

¿Son capaces las máquinas de reproducir máquinas semejantes a ellas; Y en el proceso de tal auto reproducción puede darse el proceso de evolución progresiva que llegue a la creación de máquinas muchas más perfeccionadas que las máquinas iniciales?.

¿Las máquinas pueden experimentar emociones?

¿Es posible que las máquinas quieran algo y se marquen a sí mismas nuevas tareas no previstas para ellas por sus constructores?

A menudo se intenta justificar la respuesta negativa a estas preguntas con la ayuda de:

a). La definición restrictiva de la noción "máquina".

b). La interpretación idealista del concepto "pensamiento", concepto con el que se demuestra fácilmente la ineptitud para pensar, no solo de las máquinas, sino del propio hombre.

Hay una forma tradicional y simple de plantear estas preguntas: ¿es posible crear seres vivos artificiales, aptos para multiplicarse, para sufrir evolución progresiva, dotados en sus formas superiores de emociones, voluntad y pensamiento, comprendidas incluso las más sutiles variantes de este?

Una definición exacta de todas las nociones que figuran en nuestras formulaciones; no es en absoluto trivial. Sin embargo, a nivel del rigor de las ciencias de la naturaleza, la definición es posible.

La negación de esta probabilidad conduce inevitablemente al "solipsismo" (que es un sistema de idealismo subjetivo que afirma no existir mas que el propio yo y sus representaciones; define la actitud mental y especulativa adoptada por el sujeto cuando resuelve en sí mismo toda la realidad, tanto practica como metafisicamente).

La creación de seres vivos altamente organizados sobrepasa las posibilidades de la técnica actual. Si fueran resueltas las dificultades técnicas quedara por lo menos a discusión lo relativo a la oportunidad practica de la realización del trabajo apropiados.

Sin embargo, es importante comprender con claridad que existe en el marco de la concepción del mundo materialista no existe ningún argumento sustancial de principio, que niegue una contestación afirmativa a esta pregunta. La respuesta aquiescente constituye la formulación moderna de la tesis relativas al origen natural de la vida y a la naturaleza material de la conciencia.

Es indudable que el método de la información y el proceso de mando en los organismos vivos están en complejo entrelazamiento:

- a). De mecanismos discretos (cifrados) y de mecanismos continuos.
- b). De principios de acción deterministas y de principios probabilistas.

En los organismos vivos; sin embargo, los mecanismos discretos son determinantes en los procesos de método de información y de mando. No existen argumentos sustanciales a favor de la limitación, por principio, de las posibilidades de los mecanismos discretos en relación con los continuos.

La posibilidad, por principio, de obtener seres vivos en toda su validez, contruidos totalmente con mecanismos discretos (cifrados) de método de información y de mando, no contradice los principios de la dialéctica materialista.

Si suele encontrarse la opinión opuesta ent. a los especialistas de la filosofía y las matemáticas es, únicamente, porque estos están habituados a no ver la dialéctica mas que ahí donde aparece lo infinito.

No es la dialéctica de lo infinito lo que importa para analizar los fenómenos de la vida, sino la dialéctica de lo grande (la combinación puramente aritmética de gran numero de elementos crea, a la vez, lo continuo y las nuevas cualidades).

Pese a lo que se acaba de mencionar, existe también el lado "bueno" del movimiento difundido en oposición a las pretensiones exageradas de los sistemas expertos y la inteligencia artificial (algunas aplicaciones a la cibernética). Las obras de síntesis y los trabajos particulares de la cibernética a menudo tienen como defectos reales:

a). La consideración simplista de los mecanismos de método de información y de mando en los organismos vivos, especialmente en el terreno de la actividad nerviosa superior del hombre.

b). El poco caso que se ha hecho de la experiencia acumulada en el estudio de esos mecanismos antes de la constitución de la cibernética como ciencia aparte.

Si el primero de estos defectos se corrige "sobre la marcha" (la falta de fundamento de las consideraciones simplistas aparece en el curso del trabajo), el segundo defecto se tiene que combatir sistemáticamente, en especial en el marco de la planificación de formación de los jóvenes especialistas.

En la esfera de la actividad nerviosa superior del el hombre la cibernética no ha denominado mas que:

a). El mecanismo de los reflejos condicionados, su forma más simple.

b) el mecanismo del pensamiento lógico formal.}

Pero los reflejos condicionados existen en todos los vertebrados, y el pensamiento lógico no aparecen sino en él ultimo estadio de la evolución del hombre.

Todos tipos de actividad sintética de la conciencia humana anteriores al pensamiento lógico formal, que sobrepasan el cuadro de los reflejos condicionados más simples, están todavía por escribirse en el lenguaje de la cibernética.

El aparato del pensamiento lógico formal no ocupa el lugar central en la conciencia evolucionada del hombre moderno. Mas bien es un tipo de "calculadora auxiliar" que se pone en marcha en la medida de las necesidades.

Como por otra parte, los esquemas habituales de la teoría de los reflejos condicionados ofrecen muy pocos elementos para la comprensión de los estudios superior de la vida emocional del hombre o, de la intuición creadora del sabio, es preciso reconocer que el análisis cibernético de la conciencia humana, evolucionado en su interacción con la esfera subconsciente, no ha comenzado todavía.

La mayoría de los ejemplos citados en los trabajos de cibernética que conciernen a la modelación, sobre maquinas, de procesos de creación artistica asombran por su carácter primitivo, compilación de melodías, tomando como base fragmentos de cuatro y cinco notas sacadas de varias decenas de piezas conocidas, etcétera.

En la literatura no cibernética, el análisis artística alcanzó desde hace mucho tiempo un nivel elevado. Puede ser muy provechoso aportar a estas investigaciones las ideas de la teoría de la información y de la cibernética.

Pero el avance efectivo en esta dirección exige que entre los especialistas en cibernética se manifieste una sensible elevación del interés por las humanidades y por su conocimiento.

En general, esto es indispensable si se fija como objetivo comprender, a partir de las posiciones de la cibernética, la complejidad real de la vida psíquica en el hombre.

Es posible que un porvenir adquiera gran alcance práctico el estudio objetivo, en términos cibernéticos, de algunas de las formas más sutiles de la actividad creadora del hombre. Por ejemplo; un problema que en especial afecta a los matemáticos:

Se sabe que el lápiz y el papel son indispensables al matemático para su trabajo de investigación creadora intuitiva.

A menudo, en lugar de formulas escritas en su totalidad, aparecen sobre papel sus esquemas hipotéticos con lugares en blanco; Líneas y puntos representan gran número de figuras en el espacio o un número infinito de dimensiones; En ocasiones, los signos sirven para designar el estado de la discusión de variantes, agrupadas según principios, que se reorganizan en el curso del mismo examen, etcétera.

Es enteramente posible que máquinas dotadas de instalación propia para producir y obtener datos puedan ser útiles en este estadio del trabajo científico.

Es natural que la elaboración del método preciso para el uso de la máquinas presupone el previo estudio objetivo del proceso de investigación creadora del sabio.

Algunas otras direcciones del estudio objetivo del mecanismo de la actividad creadora del hombre pueden también quedar con aplicaciones prácticas en un porvenir.

En cambio, el estudio objetivo, serio, de la actividad nerviosa del hombre en toda su plenitud, se entiende como el eslabón indispensable en la afirmación del humanismo materialista.

El desarrollo de la ciencia ha conducido muchas veces al derrumbe de las ilusiones habituales del hombre, comenzando por la fe reconfortable de la inmortalidad personal. En el de estadio semi-conocimiento y semi-comprensión,

esas conclusiones destructoras de la ciencia se transforman en argumentos contra ella misma, a favor del irracionalismo y del idealismo.

La teoría del origen de la vida de las especies de Darwin y el estudio objetivo de la actividad nerviosa superior de pavlov; Fueron presentadas muchas veces como factores negativos para las más altas aspiraciones del hombre en la creación de ideales de moral y estéticos.

De igual forma, en nuestra época, el temor de que el hombre no sea superior en nada a los autómatas "privados de alma" se transforma en argumento psicológico a favor del vitalismo y el irracionalismo (el "argumento del avestruz").

Hasta ahora, se ha estudiado la teoría de los autómatas discretos, construidos con gran numero de elementos simples (él numero de posibles estados de un elemento y él numero de elementos del que depende directamente la modificación del estado de un elemento dado, quedan limitados a números muy pequeños).

Los autómatas de este tipo, de número constante de elementos y de estructuras constantes de relaciones entre elementos, son capaces de efectuar en ellos la modelación de otros autómatas de la misma naturaleza, o de sistemas que construyen ellos mismos; Es decir, de formaciones análogas capaces de modificar su estructura y de asociarse nuevos elementos.

Se ha estudiado el problema de la existencia de autómatas universales de estructura constante en el marco de los cuales es posible modelar la evolución de cualquier sistema que se construya el mismo, durante tanto tiempo como él número de elementos que lo constituyen no sea superior a un numero dado.

Hay razones para pensar que la actividad subconsciente del hombre para la creación de imagines (por ejemplo, en la creación artística y científica) es parecida al trabajo de la citada maquina de calcular de acción paralela.

Parece probable que la modelación del trabajo del cerebro humano directamente ligado al desarrollo de la cultura humana, comprendido ahí todas las partes que constituyen ese trabajo, desde los hábitos elementales del mismo hasta la creación artística y científica, exige el manejo de cantidades relativamente modestas de información, no del orden de 10 a la 10 a 10 a la 15 bits, como muchas veces se supone al basarse en la evaluación de la complejidad de la organización del cerebro.

Sino del orden 10 a la 7 a 10 a la 9 bits. Si esto es exacto, la principal dificultad no reside en la fabricación del suficiente numero de células capaces de contener toda la información necesaria, sino en la originalidad del programa que haya de poner en acción al modelo automático.

En poco alentador lo que sobre este ultimo punto sugiere la teoría de los autómatas. Es conocida la posibilidad de plantear a un autómata discreto problemas cuya información es muy simple, pero cuyo problema de solución en un plazo prácticamente aceptable es, notoriamente, muy complejo.

En tales casos, el programa complejo que resuelve rápidamente el problema se puede obtener con ayuda de un calculo automático, para la organización de la cual es suficiente introducir en un autómata sumamente poderoso, un programa muy simple.

IV.5.- Los modelos de los procesos vitales y la filosofía del cerebro.

Gran numero de especialistas de las más diversas disciplinas, se ocupan de las apasionantes preguntas que plantean los sistemas expertos y la inteligencia artificial en relación con el problema de la naturaleza de la vida.

Al considerar en su conjunto la situación consecutiva al desarrollo de los sistemas expertos y la inteligencia artificial; sus pretensiones y la reacción de aquellos para quienes las mismas no ofrecerian afortunados resultados en lo porvenir, se quiere hacer observar que la causa principal de todas las divergencias reside en la falta de organización de las propias discusiones.

Ninguna discusión resulta fructifera sino a partir del momento en que queda evidente para todos la claridad del planteamiento del problema, la claridad de los criterios y conceptos base del debate.

Entonces la fuerza de los argumentos de los participantes se hace compresible y adquiere validez.

Desgraciadamente, el debate sobre el papel de los sistemas expertos y la inteligencia artificial en la ciencia y en la vida se ha llevado, desde el principio, bien por la de una reacción excesiva a tal enfoque.

En realidad, los científicos se encuentran en la situación de quien debe comenzar de nuevo; es decir, han de partir de esquemas lógicos y criterios básicos que proporcionen un sólido punto de apoyo materialista al objeto de obtener solución a la difícil, pero extraordinaria pregunta.

Se debe señalar lo sumamente conocido de ciertas ideas que penetran entre los jóvenes investigadores y bajo cuya influencia estos pierden la perspectiva de su trabajo científico personal. Esto se puede percibir entre los jóvenes fisiólogos.

De pronto deja de interesarles el estudio de la célula nerviosa. "¿Para que sirve eso si pronto se podrá construir con elementos semiconductores?".

Desafortunadamente, tal estado de animo se extiende entre la juventud, y precisamente en la neurociencia, es donde más ha encontrado cabida.

Es conveniente ahora, atender a ciertos problemas de carácter filosófico, muy importantes, que han sido ya planteados en los órganos fisiológicos de actualidad. ¿De que se trata?

Si alguien intenta crear modelos mecánicos de lo vivo donde obren elementos de adecuación y adaptación a un fin, se considera que en el fondo se sitúa, de algún modo, en la categoría de los mecanicistas.

Y por el contrario; los cibernéticos, los físicos y los matemáticos piensan muy sinceramente que quienquiera se oponga a esto (y poco importa que tales posiciones de partida sean razonables o conservadoras) es un vitalista, profesa la fe vitalista en el carácter indecomponible de la vida, en la imposibilidad de explicar sus principales motores fundamentales, etcétera.

Tal exacerbación de juicios trasladados a nuestros medios son tan inoportunos como injustificados, porque todos comprenden lo que es el materialismo dialéctico y conocen perfectamente los más importantes fundamentos del desarrollo de la ciencia y del pensamiento a partir de las tesis de aquel.

Se piensa que esta exacerbación radica simplemente en que ambas partes no encontraron las normas básicas para discusión. En efecto, habitualmente se plantea la siguiente pregunta: ¿puede la máquina llegar a ser más inteligente que el hombre?

Pero la lógica elemental de la discusión científica exige que en primer lugar se defina el concepto de "inteligencia" y de "más inteligente". ¿Qué parámetros es el de "ser más inteligente"; Cómo poder definirlo con precisión para que sirva de instrumento de comparación?

Nadie lo definió, ni lo ha definido; pero todos los científicos lo discuten. Por supuesto, de esto se desprende la discusión desorganizada sobre problema tan importante; esta falta de organización conduce a la confusión y, por lo tanto, a convertir las respuestas en profesiones de fe: unos creen que es posible y los otros no.

Es muy difícil llamar a esto una forma científica de abordar un problema de tal importancia. Por consiguiente, se trata, en primer lugar, de definir los conceptos de inteligencia y de "más inteligente".

Así por ejemplo, si se definiera la inteligencia conforme a las normas de rapidez en el desplazamiento, cualquier motocicleta sería más inteligente que cualquier humano adulto.

Si se quiere hacer una comparación se escoge un parámetro, pero es absolutamente imposible resolver por comparación lo que es o no "más inteligente", tomando una sola facultad, un único parámetro en toda la actividad multiforme del hombre.

Se puede admitir por ejemplo; que se elige de parámetro la "combinación de jugadas en el ajedrez". Es una gran realización el construir una máquina capaz "de por sí", y a partir de la valoración de la situación que se presente en el tablero, de hacer jugadas que puedan ser más inteligentes que los movimientos que pudiera un jugador humano.

Es posible admitir que esto es plenamente realizable. Mas el trabajo de comparación no se detiene en este parámetro. Este no es sino uno entre millones de parámetros de la actividad de la inteligencia humana, llevando hasta la perfección gracias al hombre y gracias a las máquinas.

El que se pueda llevar diferentes parámetros o caracteres de la inteligencia humana (del trabajo del cerebro) hasta una perfección superior a la del propio ingenio, constituye inmenso éxito, ahí radica, precisamente, el aspecto progresivo de los sistemas expertos y de la inteligencia artificial.

Pero cuando comienza a hablarse de sí, la máquina puede ser o no "más inteligente" que el hombre, se hace preciso plantar la pregunta de modo más concreto: ¿puede la máquina efectuar operaciones más diversas que el hombre y efectuarlas mejor, pasando de una operación a otra?

Así se debe poner el acento, no en tal o cual aptitud, sino en su interacción, en el paso de una a la otra.

¿Qué es la inteligencia, desde nuestro punto de vista? Para los fisiólogos, la particularidad del trabajo del cerebro consiste, justamente, en su aptitud para pasar con increíble rapidez, en función de la rápida síntesis de la situación existente en un momento dado, de la actividad que concluye, por efectos definidos, a otra.

Este cambio de actividad descansa en el hecho de que el cerebro cuenta con posibilidades prácticamente ilimitadas de formación de nuevas combinaciones. Es un órgano creado de tal forma en el curso de la evolución, que siempre se ha desarrollado adelantándose a los acontecimientos presentes en la realidad.

Esta es una propiedad muy interesante del cerebro. Se podría tomar un hombre que hubiera vivido hace 3 000 años, que desconociera toda nuestra civilización y, después de un entrenamiento adecuado, hacer del un matemático tan capaz como no importa que matemático de hoy. Existen ejemplos parecidos.

Un explorador de la zona septentrional de América del sur residió algún tiempo en una tribu caribe y a su regreso trajo consigo algunos niños nativos. Los padres de estos niños no sabían contar sino hasta dos y cuando se les pedía contar hasta tres, se dormían. Pero en la escuela, esos muchachos demostraron aptitudes superiores a los de los niños europeos.

Para los fisiólogos del cerebro, no hay en eso nada de sensacional. Se sabe que las posibilidades del cerebro en sus ligazones moleculares son ilimitadas. A menudo se dice: el cerebro tiene 14 mil millones de células.

Esto maravilla al gran público. Efectivamente, son muchas células, pero no tiene nada de milagroso. Lo más importante es que esos 14 mil millones de células están construidas de tal suerte que cada una de ellas tiene sobre su membrana mil contactos con otras células.

Y, es mas, todos esos mil contactos pueden todavía reflejar mil reacciones químicas diferentes. Ahora es posible imaginarse que cantidad de posibles operaciones es capaz de plasmar el cerebro al chocar con las condiciones exteriores, con el medio ambiente.

¿De que se trata cuando se compara al hombre y a la maquina? De sus actividades y reacciones reciprocas. Esto es lo que más importa al fisiólogo del cerebro.

Siempre que se intenta comparar la maquina al hombre, la actividad de la maquina y la actividad del cerebro; es necesario hablar de actividad, definir la cualidad y la forma final de la actividad dada.

Si se aborda la pregunta desde perspectiva, se ve que en un minuto el humano realiza centenas y más de actividades; por lo general, las distintas actividades, bien definidas, son mucho más numerosas que las células.

Si se construyese la maquina que realizara aunque no fuese mas que dos actividades distintas y que "por si" pasara de una a la otra, se tendría el punto de partida que permitiera iniciar la comparación entre posibilidades de la maquina y la actividad del hombre. Como se ha mencionado mas arriba, el hombre puede crear maquinas mas perfeccionadas para este o aquel parámetro del cerebro humano y de su actividad.

En la esfera de toda la ciencia se plantea una pregunta sumamente interesante, tanto en el terreno filosófico como en el de la ciencia concreta,

analítica. Se toma como por ejemplo, la categoría de cualidad, como categoría del materialismo dialéctico. ¿Se suprime o no la cualidad con la tentativa de presentar la aproximación mecánica del proceso vivo? La respuesta es no.

La cualidad, como categoría definida a través del salto en el movimiento de la materia, sigue siendo una categoría filosófica. Pero se ha entrado en la época del desarrollo de la ciencia donde la cualidad debe interpretarse por los parámetros de las ciencias exactas, matemáticas y físicas.

Si se habla del denominador común al que los sistemas expertos y la inteligencia artificial reducen todos los fenómenos; es decir, la difusión de la información, la transformación de la información con su código y sus parámetros matemáticamente fundados, también se puede aproximar la cualidad a este punto de vista.

Si alguien dice que la cualidad no puede ser estudiada mas profundamente ni ser mas escrupulosamente caracterizada, es inexacto. Como muy bien se ha desarrollado de la materia, esta cualidad nueva puede y debe expresarse con todos los conceptos que forman parte de la teoría de la información, con la comprensión de los parámetros, de las magnificencias físico-matemáticas, etcétera.

Pero esta aproximación no suprime la particularidad cualitativa, simplemente le da una interpretación concreta.

Si se emprende una discusión en esta dirección, no estará fundada. Ciertamente, es necesario precisar la posición de cada persona, precisar lo que se piensa de los parámetros, de la información, cuando se produce el paso cualitativo de una forma del movimiento de la materia a otra. Pero esto no constituye una línea divisoria ideológica como mucha gente piensa.

He aquí la penúltima pregunta: la adecuación al fin. Para los fisiólogos, especialmente los fisiólogos del cerebro, la adecuación al fin es algo que ven continuamente, en todo momento, y pueden comprender los errores que han hecho de tal adecuación al fin la base del desarrollo de las concepciones vitalistas, donde aparece en escena la "fuerza vital" rigiendo esta adecuación.

En el presente, en numerosos dominios de la fisiología, ha sido descifrada tal adecuación y para los especialistas se ha convertido en un proceso tan material como los otros, en los que las causas y las consecuencias son absolutamente estudiados y objetivamente conocidos en todos los casos.

Por esto, la adecuación, tal como se le entiende, no corresponde ya, en su esencia, a la noción formulada originalmente.

A partir del momento en que la vida aparece sobre el planeta, debido a las diferentes transformaciones de la materia mineral, aparecen, naturalmente, normas para conocer la verdad de todo lo que actúa sobre lo vivo.

Respecto a la acción exterior, la materia no podía tener criterio de adecuación o de inadecuación. Con la aparición de la vida surge el siguiente criterio de la acción exterior: ¿la conserva o la destruye?.

Precisamente por esta razón se puede considerar adecuado lo que estabiliza la vida, lo que fija la constancia de sus formas conseguidas ya en la evolución y conservadas por la selección natural.

Volviendo al cerebro, se puede decir que ha acomodado estas formas de correlación en un aparato especial, el que no es menos material que todos los procesos que se desarrollan en una probeta.

También se ven los límites de este proceso y sobre el particular se debe estar convencido de la posibilidad de principio de reproducir los diferentes mecanismos y las distintas aptitudes del cerebro.

Este es uno de los puntos de desacuerdo con los especialistas de los sistemas expertos y la inteligencia artificial: no quieren ver (en parte por que no existe suficiente información mutua), los factores que el cerebro ha acumulado en él a lo largo de la historia; Esta previsión del porvenir, la facultad de adelantarse al presente en su acción de adaptación del organismo a los acontecimientos futuros.

Tómese por ejemplo, nuestra vida diaria: el objetivo de la acción, los diseños, la intención con la que comenzamos el día y con la que damos término a nuestra jornada. Cada uno de nuestros pasos está señalado por una sucesión de fines, grandes o pequeños, tales fines son fijados cada segundo.

¿Qué es un fin?

Es siempre un salto a los largo de las estructuras del cerebro, a lo largo de las trabazones, a lo largo de sus sistemas, un salto hacia el porvenir.

Es la constitución de procesos para los que todavía no existen acontecimientos exteriores, sino que pueden corresponder a futuros acontecimientos externos. Tal cosa se produce porque el hombre tiene la experiencia pasada, porque yo tengo una memoria, "reservas" de las cuales tomó la posibilidad de predecir el porvenir, etcétera. Todos estos procesos son absolutamente materiales.

A veces, en el curso de conversaciones con matemáticos y físicos suele escucharse en respuesta a esto, la siguiente objeción irónica: "así, no es realizable una maquina que se fije de por sí sus propios fines".

Habitualmente la respuesta es: tal cosa podría ser realizable, si se tuviera los materiales y mecanismos concretos que permitan construir tal maquina.

Existen maquinas que se fijan un fin, pero en este caso el objetivo del debate es diferente. Estas maquinas modifican su actividad en los limites de la construcción que les han sido impuestos. Otra cosa seria, por ejemplo; si una maquina para fabricar cartuchos, harta de hacerlo, se pudiera a fabricar calzado.

Por supuesto que este es un ejemplo grotesco; Pero la realidad es que nosotros los humanos, nos comportamos así continuamente, en todo momento, un hombre quería ir al teatro mas como llueve renuncia a hacerlo y va a ver a sus amigos, etcétera.

El hombre cambia de actividad; en cada instante se fija un fin en función de la síntesis pertinente que realiza su cerebro en una situación dada.

Ciertamente, si se creara la maquina que sintetiza de la misma manera la situación ambiente y efectuara cada vez actos nuevos, sometiéndolos a los intereses de su "vida", de su "cuerpo" de su "salud", tendríamos la base para comparar la maquina y el cerebro.

Lo que caracterizaba al cerebro es precisamente el cambio de actividades, pero todavía no se ha tenido la oportunidad de ver una maquina que haga sucederse actividades cualitativamente diferentes conforme al modo en un momento dado la situación exterior.

En este sentido la maquina más "inteligente" es la más "estúpida" que un bebe arrastrándose por el suelo. Y cuando preguntamos si el hombre es más inteligente o no que la máquina, es habitual y precisamente eso lo que pensamos. ¿Puede el hombre por sus propios órganos visuales aventajar al microscopio?

Seguro que no, por lo que resulta indiscutible que en este aspecto la maquina dada es "más inteligente" que el hombre. Pero el hombre se adapta a millones de situaciones que surgen a. imprevisto.

Son millones de situaciones que acompañan al hombre durante toda su vida y con relación a ellas el hombre realiza su objetivo vital: he aquí lo que debe ser objeto de comparaciones, el contenido que es preciso dar la expresión "más inteligente".

He aquí el índice según el cual debemos comparar la maquina y el hombre; pero desgraciadamente, todavía no existen comparaciones suficientemente razonable y científicamente fundadas.

En fin, la última pregunta: ¿qué aporta la inteligencia artificial y los sistemas expertos al fisiólogo del cerebro, y que da el fisiólogo del cerebro a la inteligencia artificial?

Es indudablemente que los fisiólogos del cerebro, se han enriquecido y se continúan enriqueciendo con muchas cosas gracias a los métodos y sobre todo a las formas de pensamiento utilizadas por los científicos, los matemáticos y los físicos.

Pavlov descubrió leyes capitales del funcionamiento del cerebro; Pero jamás se ocupó de la química y ni siquiera le gustaba. En una ocasión se propuso a Pavlov estudiar la composición química de la sangre en la fase del efecto activo del bromo sobre el sistema nervioso, y él dijo: "No veo ahí nada de interés; dejemos de ocuparnos de eso".

Sin embargo, descubrió leyes de la vida del cerebro tan importantes como la predicción del porvenir, el dominio de hecho, sobre el porvenir.

Las matemáticas, y especialmente la inteligencia artificial y los sistemas expertos, ofrecen la posibilidad de elaborar ciertos esquemas que permiten comprender el mecanismo interno de esta predicción del porvenir, la manera de dirigirse estos organismos internos a la síntesis y comprender la organización del trabajo del cerebro en su conjunto.

El progreso del trabajo de los fisiólogos del cerebro constituirá, justamente, en utilizar esa asombrosa máquina que es el cerebro, con su organización económica y segura para las construcciones y modelos actuales de desarrollo fisiológico. En cuanto al hecho de que el cerebro trabaja económicamente se puede demostrar que no importa qué hecho, y estos forman legiones.

Cuando se piensa que bastan 5 células nerviosas de nuestro cerebro, que difícilmente se perciben en el microscopio, para hacernos sentir sed, descender a un pozo, ir al río, acarrear el agua, y todo esto para beber, para satisfacer a esas células excitadas.

La sensación de sed esta formada precisamente por esas cinco células, porque genéticamente están dotadas de una fina sensibilidad a la presión osmótica, que permanece a un mismo nivel durante toda su vida.

A cierto grado de modificación de la presión osmótica de la sangre, esas células se ponen a difundir la excitación de alarma por todas las direcciones del órgano cerebral creando la sensación de sed.

IV.6.- ¿Es posible Crear artificialmente la vida?

Con la aparición de los sistemas expertos y la inteligencia artificial, capaces de realizar complejos procesos dirigidos a fines determinados, la pregunta de la creación artificial de la materia viva ha cobrado suma importancia.

En la medida en que el organismo vive es un sistema dinámico que realiza funciones complejas orientadas a fines dados, puede considerarse que la maquina cibernética que cumpla, al menos, una de esas funciones, forma parte de lo vivo en un orden inferior.

Mas el paso del sistema experto del orden inferior al superior no tiene, en principio, limites, si se entiende que este sistema puede cumplir funciones cada vez más numerosas y complejas.

Realmente, el sistema experto es capaz de verificar procesos de las diversa complejidad con la única condición de que el resultado a obtener sea expresado en el lenguaje simbólico de los algoritmos introducidos en la maquina en forma de un programa definido.

De esto se deduce que, desde el punto de vista de los sistemas expertos y la inteligencia artificial, la única diferencia entre organismos vivo y el sistema experto que haga las mismas funciones que aquel, reside, en termina, en lo histórico de su creación, y no en la diferencia de principio entre las leyes físicas que rigen a ambos.

Así pues, la inteligencia artificial y los sistemas expertos, están en su derecho de afirmar que, desde el punto de vista de principios, es posible la creación artificial de la materia viva.

En este sentido, estima que el sistema experto establecido especialmente para cumplir funciones biológicas las realiza exactamente como lo hace el organismo vivo y que, por lo tanto, en lo que respecta al cumplimiento de determinadas funciones biológicas no hay ninguna distinción entre la materia viva y el sistema experto creado a partir del diseño de un automatismo, que a su vez es fruto de la materia mineral.

Las funciones realizadas por una maquina pueden ser de la mayor diversidad y relacionarse tanto con el comportamiento fisiológico de un organismo animal vivo como con la actividad intelectual del hombre.

Considérese ahora, la afirmación opuesta, la que se podría llamar "anti-inteligencia artificial": Es imposible crear la materia viva resultante de la facultad

de una maquina cibernética idéntica en el plan funcional porque, por principio, el metabolismo biológico, no puede reproducirse con ayuda de la materia mineral.

Cuando en el estadio actual de las ciencias naturales se plantea el problema de la creación artificial de lo vivo, es preciso considerar que las dos afirmaciones no pueden ser simultáneamente validas y que, en consecuencia y desde el punto de vista filosófico general ambas, necesariamente, entrañan tesis teóricas que se excluyen mutuamente.

Sin embargo, la contradicción lógica entre las afirmaciones cibernéticas y anticibernéticas desaparece si se admite que la materia viva, dotada de metabolismo biológico, no se puede crear por ningún motivo medio artificial originado en la materia mineral, pero que las diversas funciones del organismo vivo, que son "funciones derivadas", del metabolismo biológico, pueden imitarse por los sistemas cibernéticos de forma tan precisa como se desee.

Si esta aseveración, que corresponde, a la vez, a las dos afirmaciones; cibernética y anticibernética, son exacta, resulta que existe una diferencia física de principio de principio entre la función fundamental de la materia viva (el metabolismo biológico), y todas las demás funciones llamadas convencionalmente, "funciones derivadas", que juegan un papel en el metabolismo del organismo.

La esencia termodinámica de esta diferencia física entre la función fundamental del organismo vivo y todas sus demás funciones, suponiendo que tal diferencia existe realmente, consistiría en esto: Las funciones del organismo vivo susceptibles de ser ejecutadas a semejanza con precisión ilimitada, por los sistemas expertos; son procesos de trabajo que no contradicen el segundo principio de la termodinámica (que establece el hecho de que los procesos siguen una cierta dirección, pero no la dirección opuesta; ya que el calor jamas fluirá del medio frio al medio caliente).

Estas funciones pueden ser producidas con todo grado de precisión por dispositivos automáticos; por robots, es decir, por sistema cibernéticos.

Pero en cuanto al metabolismo biológico; Es decir, a esta función específica del organismo vivo que es la base de sus múltiples funciones, representa un proceso de trabajo original, exclusivamente propio de la materia viva y esta en contradicción con el segundo principio de la termodinámica.

Como tal, este proceso no puede tener ningún modelo material. Por consiguiente, existe la negativa termodinámica que se opone a la realización del modelo materia o a la reproducción material de la función fundamental de la materia viva: el metabolismo biológico. A continuación se trata de demostrar en que consiste la esencia física de esta negativa termodinámica.

Por complejo que sea el comportamiento de un organismo vivo, todas las funciones observables de que ese comportamiento se compone pueden representarse por procesos de trabajo susceptibles, por principio, de ser imitados por sistemas cibernéticos; incluso se comprueba cierta superioridad de estos últimos.

Es manifiesto que la maquina cibernética que realiza determinada función compleja del organismo trabaja durante mas tiempo y es más veloz que el organismo vivo.

Esa superioridad funcional de la maquina cibernética sobre el organismo se explica, en parte, porque el organismo cumple constantemente gran numero de diversas funciones reciprocamente relacionadas, mientras que la maquina cibernética, construida con fines concretos, esta libre de funciones "accesorias".

La ventaja de la máquina se ha hecho más evidente al establecer, en el terreno teórico, que podía crearse un sistema cibernético, transformador universal de la información que llegara a la maquina en forma de signos convenientes.

Los rasgos particulares del sistema cibernético (la aptitud para simular cualquier función biológica compleja con carácter de proceso de trabajo "externo", y la superioridad sobre el organismo de la maquina cibernética, susceptible de repetir gran numero de veces y cumplir muy rápidamente una función de que, la actividad del organismo equivaldría al funcionamiento de un mecanismo sometido, en todas sus partes, a las mismas leyes físicas y químicas de toda la maquina.

Sin embargo, entre organismo vivo y la maquina existe una diferencia fundamental, aparece cuando se estudia el vinculo entre la estructura y la función de ambos sistemas. La maquina puede permanecer en reposo sin perder su estructura, al menos durante un tiempo similar a la duración de sus ciclos de trabajo.

La estructura de la maquina es estable a su temperatura de funcionamiento; también lo es cuando la maquina esta parada. Por el contrario, el organismo vivo debe funcionar permanentemente, y si, por cualquier razón, cesa de cumplir sus funciones a la temperatura habitual a su actividad vital pierde irreversiblemente su estructura y acaba por perecer.

Como la perdida de su estructura por el organismo que cese de funcionar esta ligada a la fluctuación térmica de las sustancias en la temperatura en que se cumple su actividad vital, el mantenimiento de la estructura del organismo en actividad debe ser relacionado con ciertos procesos de la materia viva que se oponen a la fluctuación; sin hablar de los demás procesos de trabajo del organismo activo.

Los procesos externos de trabajo y los procesos "antifluctuación" de mantenimiento de la estructura, portadores del contenido informativo del organismo vivo, se conjugan en el seno del mismo y se desarrollan en uno solo y mismo tiempo y en cierto intervalo (breve) de temperatura correspondiente a la actividad vital.

El cese del proceso "antifluctuación" a la temperatura de actividad vital del organismo es fatal y conduce a la abolición de la estructura del sistema vivo o a la pérdida irreversible de su contenido informativo.

No obstante, existen dos procedimientos experimentales que permiten interrumpir el proceso "antifluctuación" del organismo vivo entrañe la pérdida irreversible de su estructura; Es decir, la pérdida del contenido informativo del organismo vivo. Lo entrañe la pérdida irreversible de su estructura; es decir, la pérdida del contenido informativo del organismo vivo.

En primer lugar, la inmovilización por el frío del agua intracelular (por enfriamiento del organismo hasta una temperatura netamente inferior a la que corresponde a su actividad vital). En segundo lugar, la eliminación del agua contenida en las células (por evaporación del agua del organismo a la misma temperatura de su actividad vital).

A continuación, sé vera mas a detalle estos dos procedimientos de conservación del contenido informativo del organismo vivo cuando existe cese de su actividad interna "antifluctuación".

Cuando se enfría con precaución un organismo vivo hasta alcanzar una temperatura claramente inferior a la de su actividad vital; se llega, en numerosos casos a conservar su estructura al producirse el cese simultaneo de los procesos metabólicos.

A temperatura suficientemente baja, la velocidad de las reacciones químicas del metabolismo es prácticamente nula, y el sistema vivo se interrumpe su formación metabólica conservando no obstante la especialidad de su estructura.

Si tal sistema, enfriado pero conservando su estructura, se calienta hasta el punto de temperatura de su metabolismo normal, puede recobrar la vida.

En los animales y vegetales primitivos, es posible lograr el mismo efecto de conservación de la estructura con el cese simultaneo del metabolismo, mediante el método de deshidratación.

Cuando se elimina con precaución el agua del sistema vivo, pasa al estado de anabiosis, se detienen los procesos metabólicos. Si ese sistema, deshidratado, pero no transformado en cuanto a su estructura, sé rehidrata, los procesos metabólicos se restablecen.

Estas experiencias permitieron descubrir dos propiedades fundamentales distintivas de los sistemas vivos:

Primera, que la estructura de la célula es termolábil (es decir, es un compuesto térmico fácil de transformar en otro más estable), a la temperatura correspondiente de su actividad vital.

Segunda, que todos los demás componentes de la célula viva (ácidos nucleicos, etcétera) que con el agua constituyen la estructura del sistema vivo, son portadores de información; y en ausencia del agua, son termoestables a la temperatura del metabolismo.

La conclusión que se desprende de estas dos propiedades del sistema vivo, no cerrado desde el punto de vista termodinámico, es paradójica desde el ángulo de la termodinámica de los sistemas-máquina no cerrados.

La paradoja es la siguiente: el sistema vivo no cerrado desde el punto de vista termodinámico, constituye una máquina química original que, a partir de la información contenida en su estructura, funciona con estabilidad contra su destrucción térmica.

En el sistema vivo se desarrollan dos procesos antagonistas, que son la base del metabolismo: la edificación de la estructura termolábil y su descomposición a la temperatura de la vida.

Las nociones fisiológicas de asimilación y desasimilación, de anabolismo y de catabolismo, de síntesis y de descomposición de las sustancias, reciben así la siguiente interpretación termodinámica: los procesos de asimilación representan procesos de edificación de la estructura termolábil del sistema vivo, y los procesos de desasimilación lo son de destrucción térmica de la estructura a la temperatura de la vida.

Bajo la acción del calor a la temperatura de la vida, la estructura del sistema vivo se destruye invariablemente y, al mismo tiempo, los procesos de trabajo "interno" que se verifican en el sistema vivo reedifican de nuevo; Sin cesar, la estructura termolábil del sistema.

Se llega a la conclusión de que en la base de la vida, el metabolismo, se encuentran procesos dirigidos a dominar el caos térmico, y que nacen en el seno del sistema vivo a la temperatura de la vida. Estos procesos son antientrópicos y contradicen el segundo principio de la termodinámica.

La creación de un modelo material del sistema vivo se revela, pues, imposible, porque la función esencial del modelo del sistema vivo debe consistir en la edificación de una estructura que sea termolábil a la temperatura de edificación de esta misma estructura.

Los procesos de trabajo internos "antifluctuación" no pueden ser producidos o modelados materialmente. Se pueden crear modelos de procesos biológicos que, de hecho son procesos de trabajos externos.

Estos procesos pueden cumplirse por mecanismos que posean estructura termoestable a su temperatura de funcionamiento. En otros términos: es imposible construir una maquina que funcione a temperatura en que las sustancias que componen la maquina termolabiles y sufren cambios de fase que les hace pasar de un estado de agregación a otro. Por ejemplo; liquido; "gas, sólido, liquido".

Se pueden clasificar entre procesos biológicos susceptibles de recibir un modelo material los procesos metabólicos "derivados", las funciones de los diversos órganos y del organismo en su conjunto en caso de que quepa describir con precisión estas funciones en forma de procesos de trabajo externos; por ejemplo, bajo la forma de trabajo osmótico, mecánico o eléctrico, de síntesis químicas, etcétera.

Todos estos fenómenos pueden ser simulados materialmente si son descritos, reducidos a un algoritmo, y si este algoritmo es programado e introducido en la maquina. Sin embargo, no se puede introducir en la maquina un programa dirigido contra su propia destrucción térmica cuando el funcionamiento de la maquina se desarrolla precisamente a temperatura que engendre su destrucción térmica.

En efecto, el portador material del programa esta igualmente sometido a la destrucción térmica. Cuando, partiendo del obstáculo termodinámico referente a la imposibilidad de construir una maquina que funcione a su temperatura de fusión, se concluye "que existen propiedades de la maquina viva imposibles a simular", tal cosa constituye de ninguna manera una concesión al idealismo, como piensan algunos científicos.

Es suficiente considerar que no se habla aquí de modelos teóricos, sino de modelos materiales; es decir, de la reproducción de la propiedad fundamental de la materia viva, de su actividad "antifluctuación" o de la edificación de una estructura termolábil.

El sistema vivo contiene la información estructural que dirige el curso de los procesos de trabajo que se componen a la destrucción térmica de su propia estructura, que es portadora de la información misma.

Desde el punto de vista de la termodinámica, en esto reside la esencia de la materia viva, lo que la distingue de la materia mineral. El sistema vivo esta compuesto de dos tipos de sustancias netamente diferentes según la termodinámica.

1.- Los otros componentes que aparte del agua constituyen cerca del 20% de la célula viva, que son portadores de información, termoestables, en ausencia del agua, a la temperatura de la actividad vital del organismo.

2.- El agua intracelular, masa esencial de la célula viva, que no lleva ninguna información y que, con los otros componentes del sistema vivo, constituye la estructura termolábil del sistema vivo a su temperatura de actividad vital.

De esto se puede concluir que el agua intracelular se encuentra en una especie de estado termolábil, casi cristalino, que recuerda al hielo, estado que se ve sometido a la destrucción térmica de la célula en proceso de metabolismo y que, sin cesar, renace como consecuencia de la constante renovación de esos procesos metabólicos.

El agua intracelular esta, pues, en continuo estado de cambios de fase: pasa del estado termolábil ordenado, casi cristalino, al de la fase térmicamente estable de agua-disolvente, y viceversa.

Bajo efecto de destrucción del movimiento térmico, el agua pasa al estado de probabilidad termodinámica máxima correspondiente a la estructura del agua líquida, y como resultado de los procesos de trabajo organizador del metabolismo pasa al estado de fase ordenada inestable dotada de estructura casi cristalina.

Estos cambios de fase, o pulsaciones, del agua intracelular forman probablemente la función dinámica esencial del metabolismo y todas las demás funciones especializadas de la célula viva se derivan de esa misma función esencial.

En efecto, la llegada a la célula (por vía de difusión del medio ambiente), de las sustancias que la aprovisionan de energía química no puede hacerse sino en el agua-disolvente intracelular, y el rechazo activo de las sustancias-desecho de la célula hacia el medio ambiente no es posible sino cuando se produce el cambio de fase que lleva al agua al estado ordenado, casi cristalino.

Así, las pulsaciones que permiten pasar al agua de la fase casi cristalina a la líquida, y viceversa, aseguran el intercambio de energía y de sustancia entre el sistema vivo y el medio ambiente.

El agua intracelular asegura con sus cambios de fase la movilidad específica de la materia viva, base de todas las funciones normales del organismo susceptibles de ser simuladas.

Los incesantes cambios de fase del agua intracelular representan la forma de movimiento de la materia viva que no se puede reproducir realmente a partir de

la materia mineral, a los que se puede considerar, desde el punto de vista filosófico, como la forma biológica del movimiento de la materia.

Partiendo del precedente análisis, se puede formular como sigue el principio termodinámico de existencia de la materia viva: la materia viva representada un sistema dinámico que funciona a la temperatura de destrucción térmica de su estructura.

Es imposible crear a partir de la materia mineral un sistema dinámico que funcione a la temperatura de fusión de su estructura. Se puede formular la siguiente negativa termodinámica: no se puede crear una maquina cuya función sea crear su propia estructura, si esta es termolábil durante la duración de la actividad de la propia maquina. Así es, pues en toda máquina "no viva", todas sus partes, toda su acción, están sometidas a las leyes físicas de la materia "no viva".

El principio termodinámico de existencia de la materia viva es un principio autónomo, que indica que la física de la materia viva presenta un carácter autónomo y que la materia viva no puede aparecer a partir de la materia mineral tal y como nosotros la conocemos. Se ha llegado así a dos preguntas cardinales:

- 1.- ¿Puede crearse artificialmente la materia viva?.
2. ¿Cómo ha parecida, históricamente, la materia viva?.

La primera pregunta parece que en la actualidad no obtiene una respuesta definitiva. Pero supóngase, que a partir de la materia mineral se consiguen crear todos los componentes además del agua de la célula viva; es decir, las biomacromoléculas albuminoideas, los ácidos nucleicos, etcétera, en otras palabras, todos los componentes portadores de información del sistema vivo.

Entonces, la creación de tal célula consistirá en asociar a todos los componentes de información, siguiendo un plan determinado, con el constituyente esencial de la célula viva: el agua.

Como el agua intracelular se encuentra en estado termolábil (negantrópico) casi cristalina, los componentes de la célula viva no pueden asociarse sino en dos diferentes condiciones: a una temperatura extremadamente baja, en presencia de agua "congelada" (ordenada, pero termoestable), o a la temperatura de actividad vital, pero sin agua; es decir, en estado anhidro.

En primer caso, el establecimiento del metabolismo biológico exige que el sistema sea calentado hasta la temperatura de su actividad vital; en el segundo, es indispensable "hidratar" el sistema.

Teóricamente son realizables estas dos condiciones. Pero, en el terreno experimental, existen probablemente dificultades de principio insuperables. Según

toda verosimilitud, es imposible "edificar una estructura de componentes macromoleculares" en presencia de agua cristalizada; o sea, a baja temperatura, cuando los componentes macromoleculares están inmóviles; Y, quizás también imposible "edificar una estructura de componentes macromoleculares" en ausencia de agua; Es decir, a la temperatura vital de la célula, pero en seco, cuando los componentes macromoleculares están, igualmente, inmóviles.

Se tratara ahora la segunda pregunta cardinal: ¿de que manera la materia viva ha aparecido como realidad material si existe la negativa termodinámica que se opone a la aparición de la materia viva a partir de la materia mineral tal y como existe actualmente?.

El análisis conduce a reconocer el carácter histórico tanto de materia viva como de la materia mineral. En todo momento, el mundo ha sido material.

Es interesante anotar que la edad de la materia viva es del mismo orden que el del universo en su fase actual, que es una fase de expansión. Se encuentran índices de biosfera en los sedimentos de la corteza terrestre que se remontan a mas de 2 000 000 000 años.

Las raíces de la vida son probablemente todavía mucho mas antiguas. Se estima que en un periodo distante 5 a 10 mil millones de años, el universo se encontraba en un estado de "caos inicial" y las leyes físicas de esa época eran definidas por el estado del mundo material de entonces.

Hace varios miles de millones de años se modificaron las condiciones de existencia del universo, entrando este en expansión. Es el periodo inicial en que se constituye el planeta tierra, en el que la vida nace en su superficie, verosimilmente como fase termodinámica que aparece súbitamente, cuando la modificación repentina de las condiciones físicas corresponde a la existencia de un estado de fase dado.

La aparición de la materia viva se presenta, pues, como la aparición simultanea de todo el conjunto de seres vivos primarios en condiciones adecuadas a su existencia, y no como la aparición de una o varios seres vivos luego de ilimitada multiplicación. Desde el punto de vista geológico y geoquímica, no se trata de la síntesis de un organismo particular, sino de la aparición de la biosfera.

El mundo de la materia viva y el mundo de la materia mineral tal y como se le conoce actualmente tiene pues, aproximadamente, la misma edad: de 2 a 4 mil millones de años.

De esto se puede concluir que hace mas de 4 mil millones de años, cuando el universo entro en su fase actual de desarrollo (fase de expansión), cierta protomateria "A" dio nacimiento, casi simultáneamente, a dos sustancias

materiales "B" y "C"; la materia viva y la materia mineral; cada una de las cuales se desarrolla según sus propias leyes.

En lo referente a los sistemas expertos, se puede mencionar lo siguiente.

Los sistemas expertos (SE), se emplean para ejecutar una variedad muy complicada de tareas, que en el pasado solamente podían llevarse a cabo por un número limitado de personas expertas intensamente entrenadas.

Un sistema experto (SE), es una aplicación informática que soluciona problemas complicados que de otra manera exigirán ampliamente la pericia humana. Para lograr esto, se simula el proceso de razonamiento humano mediante la aplicación específica de conocimientos e inferencias.

Internamente, un sistema experto SE ideal se puede caracterizar como un sistema que comprende:

- Amplio conocimiento específico a partir del campo de interés.
- Aplicación de técnicas de búsqueda.
- Soporte para análisis heurístico.
- Habilidad para inferir nuevos conocimientos a partir de conocimientos ya existentes.
- Procesamiento de símbolos.
- Capacidad para explicar su propio razonamiento.

Los principios básicos en los que se basan los SE se enumeran a continuación:

Principio 1.0.- La potencia de un experto se debe más al conocimiento amplio del área específica que a la comprensión del desempeño genérico de un experto.

Principio 1.1.- La selección del esquema de representación del conocimiento es una de las decisiones más críticas en el diseño de un sistema experto.

Principio 1.2.- El proceso de buscar los conocimientos apropiados y a partir de estos deducir nuevos conocimientos, constituye un elemento clave del procesamiento de un sistema experto.

Principio 1.3.- La selección del paradigma de inferencia considerando la explosión combinatoria, influye fuertemente en el desempeño global de un sistema experto SE.

Principio 1.4.- En un sistema experto ideal, el motor de inferencia nunca debería necesitar de modificaciones.

Principio 1.5.- La credibilidad que se le concede a un sistema experto SE depende de la habilidad del sistema experto para explicar su propio proceso de razonamiento.

En menos de cinco años, la inteligente artificial ha pasado de ser un pequeño aspecto de la ciencia informática a ser quizás la aportación más importante a la informática desde el transistor.

Este rápido cambio se basa en cuatro factores fundamentales: el éxito de los sistemas expertos, que fueron los primeros productos de la inteligencia artificial de autentico impacto comercial; El bien conocido compromiso de los japoneses con la inteligencia artificial; la lenta pero firme integración de las técnicas de inteligencia artificial en las aplicaciones existentes y, finalmente, el hecho de que ha llegado la hora de la inteligencia artificial.

IV.7.- Introducción al Control Automático y su Aplicación al Control Distribuido.

Ya se ha dicho anteriormente lo que se entiende por Controlador Lógico Programable (PLC) o Autómata Programable; es toda maquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales.

Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: Series, Paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.

El Controlador Lógico Programable (PLC), por sus especiales características de diseño, tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución de la Arquitectura de sistemas ("Hardware") y de los programas y paquetes de Aplicación ("Software"), amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc.; por lo

tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo de transformaciones industrial, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc.; hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se produce necesidades tales como:

- Espacio Reducido
- Procesos Secuenciales
- Maquinaria del Procesos Variables
- Instalaciones de Procesos Complejos y Amplios.
- Verificación de programación centralizada de las partes del proceso.

A continuación de enumerar ejemplos de aplicación general, que puede ser los siguientes:

1. De maniobra de maquinas:

- a) Maquinaria industrial del mueble y madera.
- b) Maquinaria en procesos de graba, arena y cemento.
- c) Maquinaria en la industria de plástico.
- d) Máquinas – herramienta compleja.
- e) Maquinaria en procesos textiles y de confección
- f) Maquinaria de ensamblaje.
- g) Máquinas de transferencia.

2. Instalaciones de aire acondicionado, confección, etc.

- a) Instalaciones de aire acondicionado, calefacción etc.
- b) Instalaciones de seguridad.
- c) Instalaciones de frío industrial.
- d) Instalaciones de almacenamiento y travase de cereales.
- e) Instalaciones en plantas embotelladoras.

- f) Instalaciones en la industria de automoción.
- g) Instalaciones de tratamientos térmicos.
- h) Instalaciones de plantas depuradoras de residuos.
- i) Instalaciones de cerámica.

3.- Señalizaciones y Control:

- a) Verificación de programas.
- b) Señalización del estado de procesos.

A continuación, se analizarán las ventajas e inconvenientes del Controlador Lógico Programable (PLC), y son:

1.- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- a) No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- b) No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- c) La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etcétera.

2.- *Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado, ni añadir aparatos:*

3.- *Minimo espacio de ocupación*

4 - *Menor costo de mano de obra de la instalación.*

5.- *Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos Autómatas Programables, pueden detectar e indicar averías.*

6.- *Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo Controlador Lógico Programable (PLC).*

7.- *Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.*

8.- *Si alguna razón, la máquina queda fuera de servicio, el Controlador Lógico Programable (PLC) sigue útil para otra máquina ó sistema de producción.*

Los inconvenientes del Controlador Lógico Programable (PLC), se puede mencionar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en ese sentido.

Pero hay otro factor importante, como el costo inicial, que puede ser o no un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el controlador Lógico Programable (PLC) cubre ventajosamente un amplio espacio entre la lógica cableado y el microprocesador, es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su amplitud como es sus limitaciones.

Por lo tanto, aunque el costo inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidir por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurar una decisión acertada.

IV.8.- Estructura Externa.

La Estructura ó configuración externa de un Autómata Programable (PLC); se refiere al aspecto físico exterior del mismo bloque ó elementos en que está dividido, etcétera.

Desde su nacimiento y hasta nuestros días han sido varias las estructuras y configuraciones que han salido al mercado condicionadas no sólo por el fabricante del mismo, sino por tendencia existente en el área a la que perteneciese: Americana ó Europea. Actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

a) Estructura Compacta.- Este tipo de Controlador Lógico Programable (PLC), se distingue por presentar en un sólo bloque todos sus elementos, esto es, Fuente de Alimentación, Microprocesador, Memorias, Dispositivos de Entrada/Salida, Etcétera.

En cuanto a su unidad de programación, existen tres versiones: Unidad fija ó enchufable directamente en el Controlador Lógico Programable (PLC); enchufable mediante cable y conector, ó la posibilidad de ambas conexiones. Si la unidad de programación es sustituida por un Ordenador, se encuentra en la posibilidad de que la conexión del mismo ser mediante cable y conector.

El montaje del Controlador Lógico Programable (PLC) al armario que ha de contenerlo se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: Carril DIN, Placa perforada, etcétera.

b) Estructura modular.- La estructura de este tipo de Controlador Lógico Programable (PLC) se divide en módulos ó partes del mismo que realizan funciones específicas. Aquí cabe hacer dos divisiones para distinguir entre las que se denominan Americana y Europea:

- Estructura Americana.- Se caracteriza por separar las Entrada/Salida del resto del Controlador Lógico (PLC), de tal forma que en un bloque compacto están reunidos los Microprocesadores, Memoria de Usuario ó Programa y Fuente de Alimentación y Separadamente las unidades de Entrada/Salida en los bloques ó tarjetas necesarias.

- Estructura Europea.- Su característica principal es la de que existe un módulo para cada función: Fuente de poder, Microprocesador, Dispositivos de Entrada/Salida, etcétera.

La unidad de programación se une mediante cable y conector. La sujeción del mismo se hace bien sobre carril DIN ó placa perforada; bien sobre "RACK", en donde va alojado el "BUS" externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

IV.9 - Estructura ó Arquitectura Interna

Los Controladores lógicos Programables (PLC) se componen esencialmente de tres bloques, tal como lo presenta la Fig. IV.1

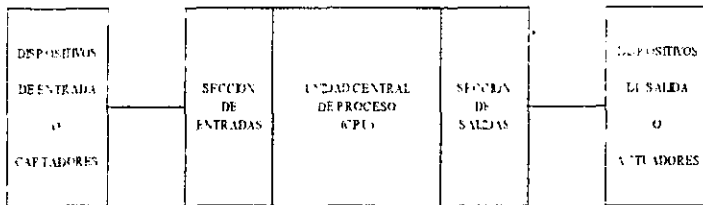


Fig. IV.1.- Autómata Programable Básico (PLC).

Dentro del bloque de análisis anterior, se deben especificar los siguientes elementos que lo configuran:

a) La Sección de Entradas.- Mediante una interfaces, se adapta y codificada de forma comprensible por el Ordenador, las señales procedentes de los dispositivos de entrada ó captadores; esto es, pulsadores, finales de carrera, sensores, etcétera; también tiene una misión de protección de los circuitos electrónicos internos del Controlador Lógico Programable (PLC), realizando una separación eléctrica entre éstos y los captadores.

b) La Unidad Central de Proceso (CPU).- Es la unidad de inteligencia del sistema, ya que mediante la interpretación de las instrucciones del programa de usuario y en función de los valores de las entradas, activa las salidas deseadas.

c) La Sección de Salidas.- Mediante la interfase trabaja de forma inversa a la de entradas; es decir, decodifica las señales procedentes del Ordenador, las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida ó actuadores, como lámparas, relevadores (Relés), conectores, arrancadores, electroválvulas, etcétera; aquí también existen unas interfaces de adaptación a las salidas y de protección de circuitos internos.

Con las partes descritas, se puede decir que se tiene un Controlador Lógico Programable (PLC); pero para que sea operativo son necesarios otros elementos tales como:

- La unidad de alimentación.
- La unidad ó consola de programación.
- Los dispositivos periféricos.
- Interfaces.

En la Fig. IV.2. se han incluido de manera explícita todos estos elementos

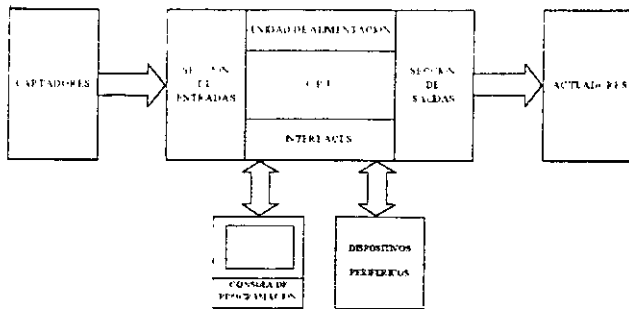


Fig. IV.2.- Autómata Programable (PLC), con sus Periféricos y Unidad de Alimentación.

d) La Unidad de Alimentación.- Adapta la tensión de red de 127 V y 60 Hz (en América) ó de 220 V y 50 Hz (en Europa); a la de funcionamiento de los circuitos electrónicos internos del Controlador Lógico Programable (PLC), así como los dispositivos de entrada: 24 VCC por ejemplo.

e) La Unidad de programación.- Se han dicho que la Unidad de Procesamiento Central (UPC) elabora las salidas en función de los estados de las entradas y de las Micro-instrucciones del programa de usuario; pero, ¿ cómo accede el usuario al interior de la Unidad de Procesamiento Central (UPC) para cargar en memoria su programa?

La respuesta es mediante la unidad de programación. En los Controladores Lógicos Programables (PLC) más sencillos es un teclado con un "Display" similar a una calculadora que cuando se quiere cargar un programa en la Unidad de Procesamiento Central (UPC) se acopa a ésta mediante un cable y un conector, ó bien mediante un enchufe directo a la UPC.

f)Periféricos ó Equipos Periféricos.- son aquellos elementos auxiliares, físicamente independientes del Controlador Lógico Programable (PLC), que se unen al mismo para realizar su función específica y que amplían su campo de aplicación ó facilitan su uso. Como tales no intervienen directamente ni en la elaboración, ni en la ejecución del programa.

g)Interfaces.- Son aquellos circuitos ó dispositivos electrónicos que permiten la conexión a la Unidad de Procesamiento Central (UPC) de los elementos periféricos descritos.

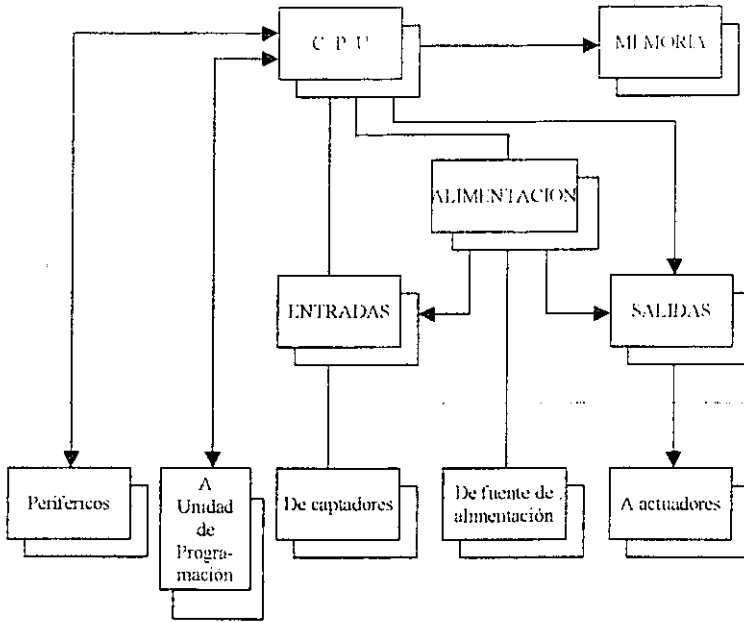


Fig. IV.3.- Esquema de bloques Simplificado de interconexión de un Controlador Lógico Programable (PLC).

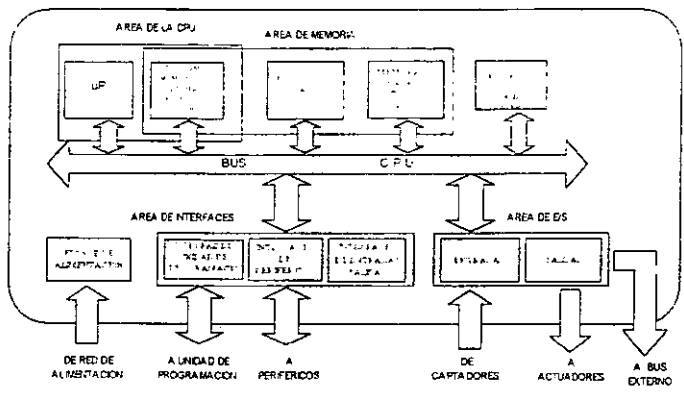


Fig. IV.4.- Arquitectura de un Controlador Lógico programable (PLC)

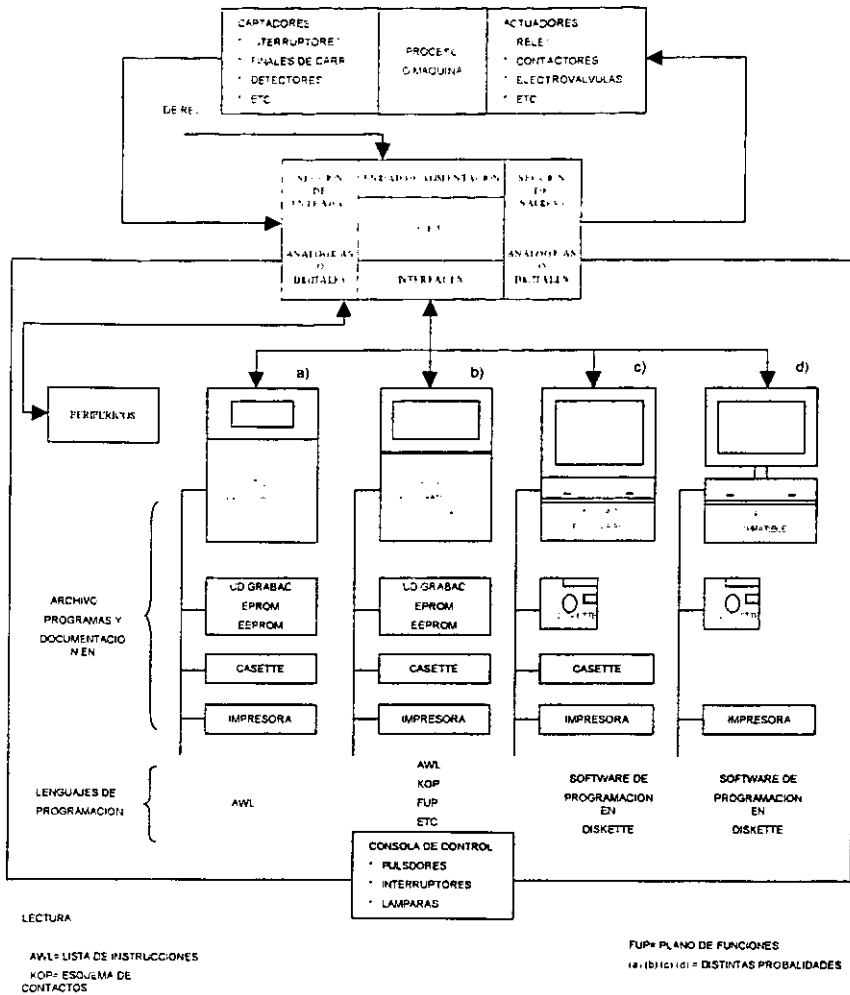


Fig. IV.5.- Estructura Completa de un Controlador Lógico Programable (PLC) y su Entorno.

IV.10.- Robótica.

La Robótica es una ciencia aplicada que ha sido considerada como una combinación de tecnología de las Máquinas-Herramienta y de la informática. Comprende campos tan aparentemente diferentes como son diseño de Máquinas, Teoría de Control, Micro-Electrónica, Programación de Ordenadores, Inteligencia Artificial, Factores Humanos y Teoría de la Producción.

El sector de investigación y desarrollo está procediendo en todas estas áreas para mejorar la forma en que los robots trabajan y "piensan".

Es probable que los esfuerzos de investigación den lugar a futuros Robots que hagan que las máquinas actuales parezcan bastantes primitivas. Los avances en tecnología ampliarán la gama de las aplicaciones industriales de los Robots.

Los campos técnicos anteriormente citados son muy interdependientes en la manera en que se utilizan en Robótica. Para poder apreciar la Tecnología de la Robótica y su Programación debe conocerse la forma en que los Robots se aplican en la industria.

Para comprender el empleo de sensores en Robótica hay que estar familiarizado con la forma en que se programa los Robots. Para comprender el uso de un efector final debe conocerse que una función fundamental de un robot es manipular piezas y herramientas.

Para describir la Tecnología de un Robot, se tiene que definir una diversidad de características técnicas relativas a la forma en que está construido el Robot, y a la manera en que opera. Los Robots Trabajan con sensores, herramientas y pinzas, y deberán definirse esos términos. La programación del Robot, se realiza de varias formas. Los Robot se utilizan para ejecutar trabajo en la industria, de diversa índole y aplicación.

La Anatomía del Robot se refiere a la construcción física del cuerpo, brazo y muñeca de la máquina. La mayoría de los Robots utilizados en las fábricas actuales están montados sobre una base que está sujeta al suelo. El suelo está unido al cuerpo.

Al final del brazo está la muñeca. La muñeca está constituida por varios componentes que le permiten orientarse en una diversidad de posiciones. Los movimientos relativos entre los diversos componentes del cuerpo, brazo y muñeca son proporcionados por una serie de articulaciones.

Estos movimientos de las articulaciones suelen implicar deslizamientos ó giros. El cuerpo, el brazo y el conjunto del brazo están unido al cuerpo.

Al final del brazo está la muñeca. La muñeca está constituida por varios componentes que le permiten orientarse en una diversidad de posiciones. Los movimientos relativos entre los diversos componentes del cuerpo, brazo y muñeca son proporcionados por una serie de articulaciones.

Estos movimientos de las articulaciones suelen implicar deslizamiento ó giros. El cuerpo, el Brazo y el conjunto de la muñeca se denominan, a veces, el manipulador.

Unida a la muñeca del Robot va una mano. El nombre técnico aplicado a la mano es "efector final". El efector final, no se considera como parte de la Anatomía del Robot.

Las articulaciones del cuerpo y del brazo del manipulador se emplean para situar el efector final y las articulaciones de la muñeca del manipulador se utilizan para orientar dicho efector final.

Los Robots Industriales están diseñados para realizar un trabajo productivo. El trabajo se realiza permitiendo que el Robot desplace su cuerpo, brazo y muñeca mediante una serie de movimientos y posiciones. Unido a la muñeca está el efector final, que se utiliza por el Robot para realizar una tarea específica.

Los movimientos del Robot pueden dividirse en dos categorías generales: Movimientos de brazo y cuerpo y movimientos de la muñeca. Los movimientos de articulaciones individuales asociados con estas dos categorías se denominan, a veces, por el término "grado de libertad" y un Robot típico industrial, está dotado de cuatro a seis grados de libertad.

Los movimientos del robot se realizan por medio de articulaciones accionadas. Tres articulaciones suelen estar asociadas con la acción del brazo y del cuerpo y dos ó tres articulaciones suelen emplear para accionar la muñeca.

Para la conexión de las diversas articulaciones del manipulador se emplean unos elementos rígidos denominados uniones. En cualquier cadena de unión-articulación-unión, se llama unión de entrada al eslabón que está más próximo a la base en la cadena.

La unión de salida es la que se desplaza con respecto a la entrada. Las articulaciones utilizadas en el diseño de Robots Industriales, suelen implicar un movimiento relativo de las uniones contiguas, movimiento que es lineal ó rotacional.

Las articulaciones lineales implican un movimiento deslizante ó de translación de las uniones de conexión. Este movimiento puede conseguirse de varias formas (por ejemplo, mediante un pistón, un mecanismo telescópico y el movimiento relativo a lo largo de un carril ó vía lineal).

Las articulaciones del brazo y del cuerpo están diseñadas para permitir al robot desplazar su efector final a una posición deseada dentro de los límites del tamaño del Robot, y de los movimientos de las articulaciones. Para Robots de configuración polar, cilíndrica ó de brazo articulado, los tres grados de libertad asociados con los movimientos del brazo y del cuerpo son:

1.- Transversal vertical.- Es la capacidad para desplazar la muñeca hacia arriba ó abajo para proporcionar la postura vertical deseada.

2.- Transversal racial.- Implica la extensión ó retracción (movimiento hacia adentro ó fuera) del brazo desde el centro vertical del Robot.

3.- Transversal rotacional.- Es la rotación del brazo alrededor del eje vertical.

IV.10.1.- Cuatro Tipos de Controles de Robot.

Los Robots Industriales disponibles en el mercado pueden clasificarse en cuatro categorías, según sus sistemas de control. Las cuatro categorías son:

1.- Robot de Secuencia Limitada.

2.- Robots de Reproducción de Control Punto a Punto.

3.- Robot de Reproducción de Control Recorrido Continúo.

4.- Robots Inteligentes.

De las cuatro categorías, los robots de secuencia limitada representan el control de nivel más abajo, y los Robots inteligentes el más complejo.

Los Robots de secuencia limitada no utilizan servo-control para iniciar las posiciones relativas de las articulaciones. En cambio, se controlan por el posicionamiento de los interruptores de fin de carrera y/o topes mecánicos para establecer los puntos finales de desplazamiento para cada una de sus articulaciones.

El establecimiento de las posiciones y las secuencias de estos topes implica una puesta a punto mecánica del manipulador en lugar de una Programación del Robot en el sentido habitual del término. Con este método de control, las articulaciones individuales sólo pueden desplazarse a sus límites de

desplazamientos extremos. Esto tiene el efecto de limitar severamente el número de puntos distintos que pueden especificarse en un programa para estos Robots.

La secuencia en la que se reproduce el ciclo de movimiento se define mediante un conmutador paso a paso, una placa de clavijas "pegboard", ú otro dispositivo de secuenciamiento. Esto tiene el efecto de limitar severamente el número de puntos distintos que pueden especificarse en un programa para estos robots.

La secuencia en la que se reproduce el ciclo de movimiento se define mediante un conmutador paso a paso, una placa de clavijas "pegboard", ú otro dispositivo de secuenciamiento. Este dispositivo que constituye el controlador del Robot, señala cada uno de los actuadores particulares para que operen en la sucesión adecuadas.

No suele existir ninguna realimentación asociada con un Robot de secuencia limitada para indicar que se alcanzó la posición deseada.

Cualquiera de estos tres sistemas de impulsión puede utilizarse con este tipo de sistema de control; sin embargo, la impulsión neumática parece ser el tipo utilizado con mayor frecuencia. Las aplicaciones para este tipo de Robot suelen implicar movimientos simples, tales como operaciones de "coger y situar".

Los Robots de reproducción utilizan una unidad de control más compleja en la que una serie de posiciones ó movimientos son "enseñados" al robot, registrados en memoria y luego repetidos por el Robot bajo su propio control. El término "reproducción" es descriptivo de este modo operativo general.

El procedimiento de enseñar y registrar en memoria, se conoce como la Programación del Robot. Los robots de producción suelen tener alguna forma de servo-control para asegurar que las posiciones conseguidas por el Robots son las posiciones que se le "enseñaron".

Los Robots de reproducción puede clasificarse en dos categorías "Robot Punto a Punto (PTP) y "Robot de Trayectoria Continua (CP)". Los Robots punto a punto son capaces de realizar ciclos de movimiento que consisten en una serie de localizaciones de puntos deseados y acciones a fines.

Al Robot se le señala cada punto, y en estos puntos se registran en la unidad de control del Robot. Durante la reproducción, el Robot se controla para desplazarse desde un punto a otro en la secuencia adecuada. Los Robots punto a punto, no controlan la trayectoria tomada por el Robot para pasar de un punto al siguiente.

Si el programador quiere ejercer una cantidad limitada de control sobre la trayectoria seguida, debe realizarlo mediante la programación de una serie de

puntos a lo largo de la trayectoria deseada. El control de la secuencia de posiciones es bastante apropiado para muchas clases de aplicaciones, incluyendo las máquinas de carga y descarga, y la soldadura por puntos.

Los Robots de trayectoria continúa son capaces de realizar ciclos de movimiento, en los que se controla la trayectoria seguida por el Robot. Esto suele realizarse efectuando el desplazamiento del Robot a través de una serie de puntos próximos, que describen la trayectoria deseada.

Los puntos individuales se definen por la Unidad de Control y no por el programador. El movimiento de línea recta es una forma común de control de trayectoria continúa para los Robots Industriales.

El Programador especifica el punto inicial y el punto final de la trayectoria, y la unidad de control calcula la secuencia de puntos individuales que permiten al Robot seguir una trayectoria de línea recta. Algunos Robots tienen capacidad para seguir una trayectoria curva suave, definida por un programador que desplaza manualmente el brazo a través del ciclo de movimiento deseado.

Para seguir un control de trayectoria continúa más allá de una extensión limitada se exige que la unidad de control sea capaz de almacenar un gran número de posiciones de puntos individuales que definan la trayectoria curva compuesta.

Actualmente, esto implica el empleo de un Ordenador Digital (se suele utilizar un Microprocesador como Unidad Central de Proceso para el Ordenador) como Unidad de Control del Robot. El control se requiere para algunos tipos de aplicaciones industriales, tales como revestimiento por pulverización y soldadura por arco.

Los Robots Inteligentes constituyen una clase cada vez más numerosa de los Robots Industriales, y capacidad no sólo para reproducir un ciclo de movimiento programado, sino para interactuar con su entorno de una manera que parece inteligente. Invariablemente, el controlador consiste en un Ordenador Digital ó dispositivo similar.

Los Robots pueden modificar su ciclo programado en respuesta a las condiciones particulares que se produzcan en el lugar de trabajo. Pueden tomar decisiones lógicas basadas en los datos de sensor recibidos desde la operación. Los Robots de esta clase tienen capacidad para comunicarse, durante el ciclo de trabajo, con los operadores humanos ó con sistemas basados en Ordenador.

Los Robots, Inteligentes se suelen programar utilizando un Lenguaje similar al Inglés y un Lenguaje simbólico no muy diferente a un Lenguaje de Programación de Ordenador.

En realidad, las clases de aplicaciones que se realizan por Robots Inteligentes se basan en el empleo de un Lenguaje de Alto Nivel para realizar las actividades complejas que pueden ser ejecutadas por estos Robots. Aplicaciones típicas de los Robots Inteligentes son las tareas de montaje y las operaciones de soldadura por arco.

IV.10.2- Control Coordinado de Fuerza y Posición.

Una característica del Robot que está relacionada con esta exposición, es el control coordinado de fuerza y posición. Dicho control del manipulador del Robot se refiere al desplazamiento del extremo de la muñeca en respuesta a una fuerza ó torsión que se ejerza sobre él.

Un valor de esta característica significa que la muñeca se desplaza en una gran magnitud como respuesta a una fuerza relativamente pequeña. A veces se utiliza el término "elástico" para describir un Robot con un alto valor de esta característica. Si tiene un valor bajo significa que el manipulador es relativamente rígido y no se desplaza en una magnitud significativa.

El control coordinado de fuerza y posición del manipulador de un robot es una característica direccional. Es decir, ser mayor en determinadas direcciones que en otras, debido a la construcción mecánica del brazo.

Se trata de una característica importante puesto que reduce la precisión de movimiento del robot bajo carga. Si el Robot está manipulando una carga pesada, el peso de la carga hará que se desvíe el brazo del Robot.

Si el robot está presionando una herramienta contra una pieza de trabajo, la fuerza de reacción de la pieza puede producir una desviación del manipulador.

Si la programación del Robot para la situación final en su efector ha sido hecha en condición de descarga, si la exactitud de la posición es importante para la aplicación, cuando trabaje en condición de carga puede ver degradado su rendimiento debido precisamente a esa característica.

IV.11.- Clasificación de Sistemas

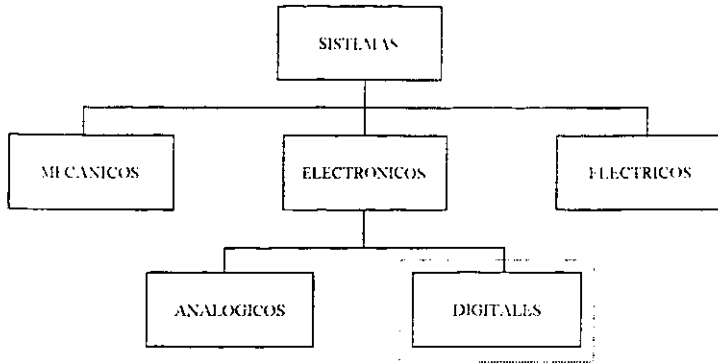
Con el paso del tiempo el Hombre ha desarrollado y utilizados diversos tipos de Sistemas; el surgimiento de ello ha sido en respuesta a los problemas y necesidades que han aquejado al Ser Humano a través de su existencia.

Cuando esto ha ocurrido, se han tenido que modificar a los Sistemas existentes, ó crear Sistemas nuevos. Generalmente, la mayoría de los Sistemas que dan solución completa a una necesidad no utilizan un sólo tipo de componentes, y sí una mezcla de ellos.

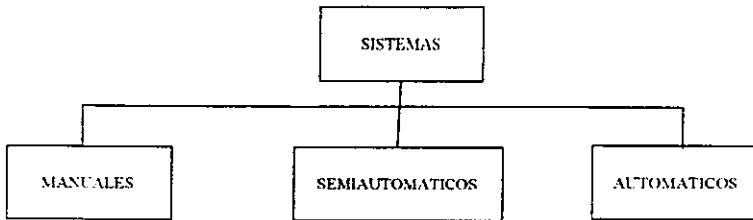
Las características presentadas por un Sistema hacen posible su clasificación. Tal cual se mencionó, un Sistema al ser clasificado puede quedar incluido en más de un conjunto de Sistema. Por ejemplo; para nuestro uso sólo nos interesa ubicar a un Sistema bajo dos aspectos, primero de acuerdo al tipo de componentes que lo conforman y segundo por el grado de control que presenta.

Un Sistema Electrónico Digital.- Es un conjunto de Dispositivos Electrónicos que en forma individual realizan funciones digitales y que interconectados procesa información codificada en forma directa.

Los primeros Sistemas desarrollados fueron manuales, su principal característica es la intervención del el Ser Humano para llevar a cabo un Proceso, él es quien controla la forma de su operación. Un Sistema semiautomático distribuye su control externo e internamente, el primero corresponde al hombre, el segundo al mismo Sistema. Un Sistema Automático es aquel en que no interviene el mono del hombre para desarrollar el proceso al cual fue destinado.



A) CLASIFICACION POR NATURALEZA DE SUS COMPONENTES



B) CLASIFICACION POR SU GRADO DE CONTROL

Fig. 3.1. CLASIFICACION DE SISTEMAS

Fig. IV.6.- Clasificación de Sistemas

IV.12.- Características de un Sistema Automático

- a) La realización del Proceso ejecutado por el Sistema no requiere en lo absoluto la intervención del Ser Humano.
- b) Su Comportamiento está basado en un ciclo realimentado; es decir, la forma de operación actual determina su operación siguiente.
- c) Posee al menos un subsistema que ejerce control sobre los demás denominado "Controlador del Sistema".

IV.13.- Definición y Características de un Controlador.

Controlador.- Es un conjunto de Dispositivos integrantes de un subsistema que dirige el comportamiento general del Sistema al cual pertenece. El controlador posee características que lo diferencian de los demás subsistemas:

a) Un subsistema realiza una ó varias acciones como respuesta a uno ó varios estímulos ejercidos por él. Para una misma serie de estímulos siempre responderá de la misma forma. Un controlador ante un mismo estímulo puede generar diferentes respuestas, las cuales estarán en función de su comportamiento pasado.

b) Un subsistema por definición interactúa con los demás subsistemas, directa ó indirectamente. En la forma directa no existe un control explícito en la acción ejercida por un subsistema sobre otro. En la forma indirecta, el control es quien decide cómo afecta la acción de un subsistema a otro.

Supóngase que el subsistema "A" es un interruptor de encendido y el subsistema "B" corresponde a un subsistema de riego para un jardín. En la acción directa el jardín será regado cada vez que el interruptor sea accionado.

En la acción indirecta se podría intercalar un controlador que decida en base a la humedad de la tierra si es conveniente regar el jardín, lo cual evitará encharcamiento y deterioro del mismo.

En este sencillo ejemplo, el subsistema "A" no ejerce la acción simplemente informa al controlador la situación ó estado en que se encuentra y éste es quien decide la acción a ejercer.

a) El Controlador debe saber como está operando cada subsistema, por medio de las señales recibidas, así determinar cómo operará a continuación, por medio de las señales emitidas.

Para que un Sistema opere adecuadamente requiere que su subsistema de control cumpla con varios requisitos:

1.- Confiabilidad.- El Controlador debe ser capaz de decidir en todo momento la acción que tomará cada uno de los subsistemas para que en conjunto operen adecuadamente.

2.- Rapidez.- Debe tomar decisiones rápidas para que el Sistema opere eficientemente.

3.- Estabilidad.- El Sistema debe operar correctamente bajo una diversidad de ambientes diferentes ó específicamente a los que haya sido destinado.

4.- Precisión.- Sus acciones deben estar en perfecta sincronía a fin de evitar ejecuciones a destiempo.

Los sistemas Digitales son los que mejor cubren estos requisitos, motivo por el cual son los más utilizados. En la actualidad, aunque los Sistemas utilizan todo tipo de componentes existe la tendencia a diseñar el Controlador mediante elementos electrónicos digitales.

De este punto en adelante se concentrará la atención exclusivamente en los Controladores Digitales. Obviamente como su nombre lo indica, sus componentes y modo de operación tiene sus bases en la Teoría de la Electrónica Digital.

El desarrollo de un Sistema dependiendo de su complejidad es un Proceso bastante extenso, cada una de sus bases exige la dedicación y esfuerzo de una buena cantidad de Personal y de tiempo.

Indudablemente, todas las fases son importantes; sin embargo y sin menospreciar a ninguna, el diseño del controlador del Sistema es una parte vital, por ser aquí donde se decide la forma precisa en que operará todo el Sistema, si este diseño se realiza inadecuadamente el Sistema será inutilizable, se podría decir que el Controlador es al sistema como el cerebro al cuerpo Humano.

La fase de diseño y desarrollo del controlador exige también una serie de procedimientos. La estructura presentada en la Fig. IV.7., es general para todos los casos. Uno de los procedimientos se refiere a la elección de la metodología deseada para el diseño del controlador, esto es porque existe una amplia variedad de controladores, caracterizados por los elementos que la componen.

Además un subsistema de control puede clasificarse como microcontrolador, controlador ó macrocontrolador, tomando en cuenta el número de estados que puede adoptar.

Aunque en su aspecto básico la esencia de los controladores es la misma, se enfocará el estudio a microcontroladores digitales, entendiendo como tal a un conjunto de elementos electrónicos digitales interconectados que tienen por función dirigir el comportamiento de un Sistema en todo momento, mediante la adopción de una serie de estados. Esta serie de estados será perfectamente definida y limitada atendiendo a su carácter de microcontrolador.

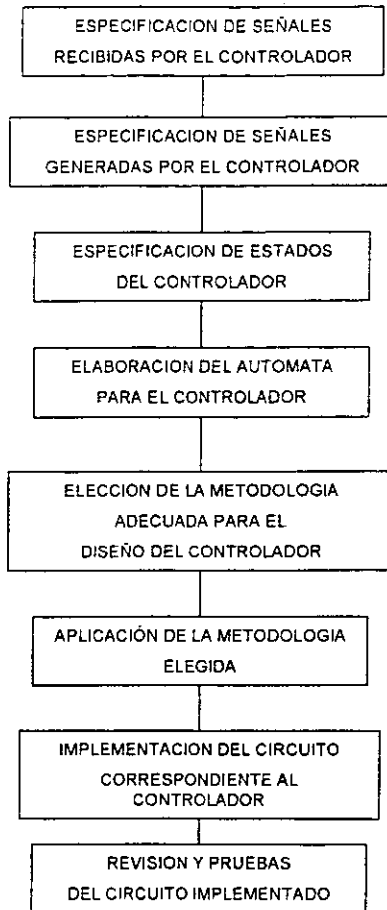


Fig. IV.7.- Fases para el desarrollo de un controlador

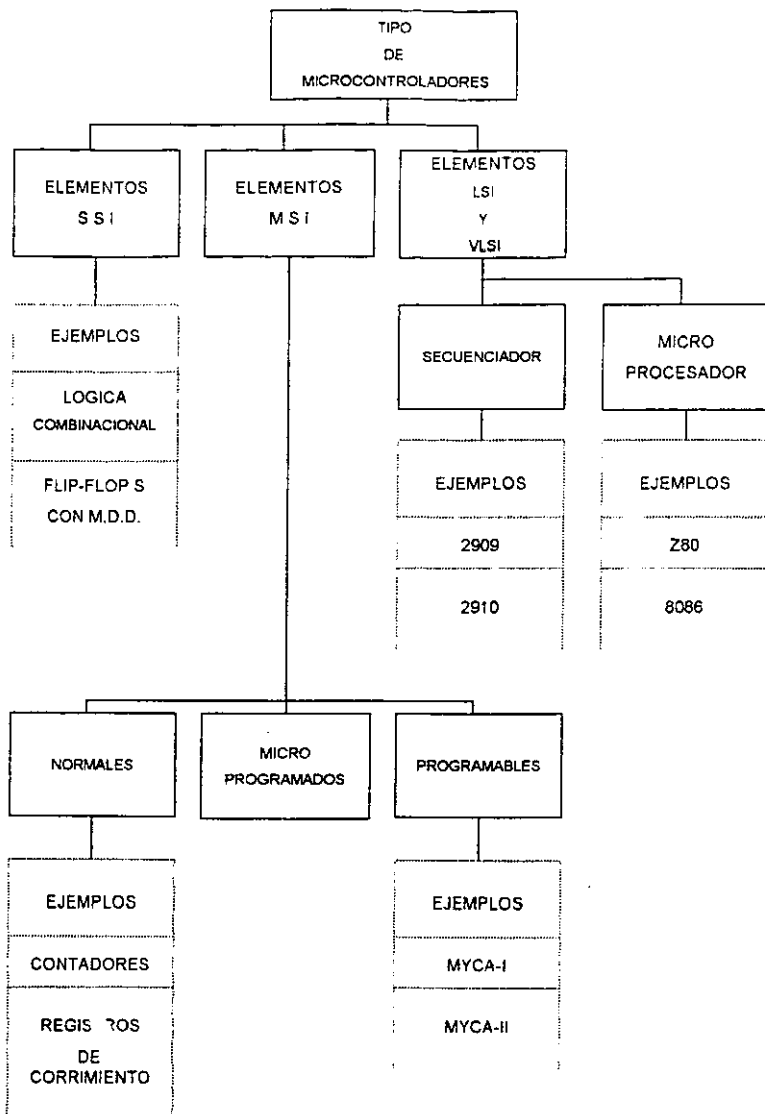


Fig. IV.8.- Clasificación de Microcontroladores por sus componentes

IV.14.- Tipos de Microcontroladores.

A un microcontrolador se le puede clasificar de acuerdo al tipo de integración de sus componentes en SSI (Integración en Pequeña Escala), MSI (Integración a Mediana Escala) ó LSI (Integración a Gran Escala). El esquema de la Fig. IV.8 proporciona por medio de un Organigrama los tipos de microcontroladores que se pueden encontrar. Los recuadros punteados indican algunos ejemplos para cada tipo.

IV.14.1 Microcontroladores SSI.

Para la implantación de estos controladores se puede emplear única y exclusivamente elementos SSI o bien una combinación de SSI ó MSI. Su clasificación bajo esta categoría se fundamenta en que su elemento de memoria está constituido por Flip-Flop's, los cuales son capaces de almacenar una condición ó estado y turnar a otro de manera sincronía a partir del actual.

En la Fig. IV.9. los decodificadores de entrada y de estados deben ser implantados mediante el uso exclusivo de compuertas, este será un controlador totalmente SSI (Integración en Pequeña Escala). Una implantación alterna lo constituye la Fig. IV.10 donde estos bloques son reemplazados por un conjunto de multiplexores a la entrada y un decodificador MSI (Integración a Mediana Escala) a la salida.

Aquí se requiere un bloque adicional, denominado "Lógica Reducida" que incluye el uso de compuertas para dirigir a los Multiplexores los términos apropiados. La funcionalidad de ambos tipos de microcontroladores es similar, la diferencia radica en su implantación.

Aquí se requiere un bloque adicional, denominado "Lógica Reducida" que incluye el uso de compuertas para dirigir a los Multiplexores los términos apropiados. La funcionalidad de ambos tipos de microcontroladores es similar, la diferencia radica en su implantación.

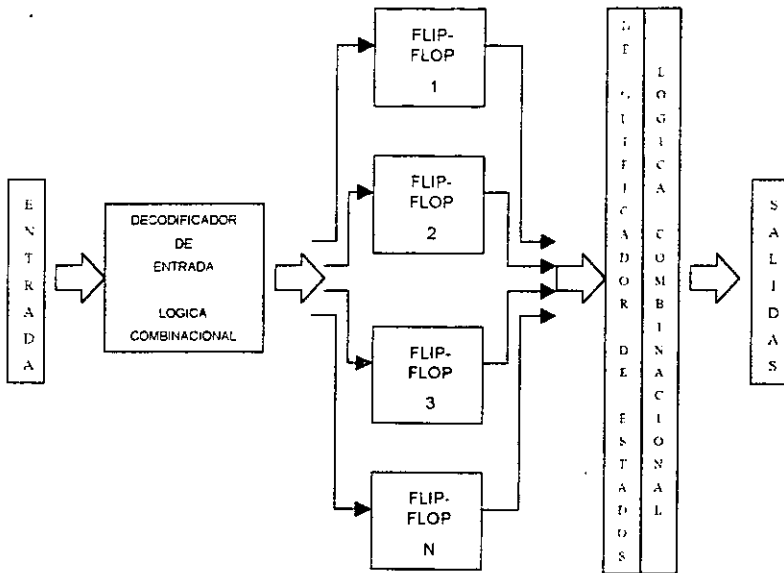


Fig. IV.9.- Arquitectura Exclusivamente SSI.

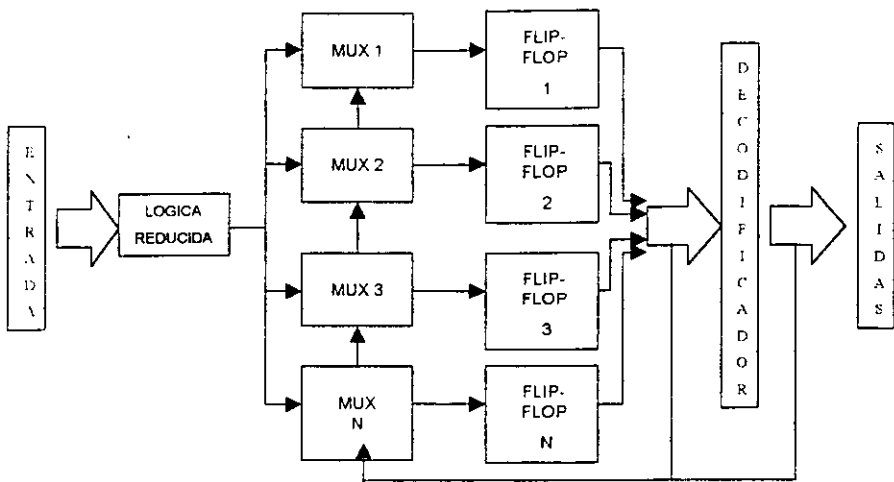


Fig. IV.10.- Arquitectura SSI Complementada con MSI.

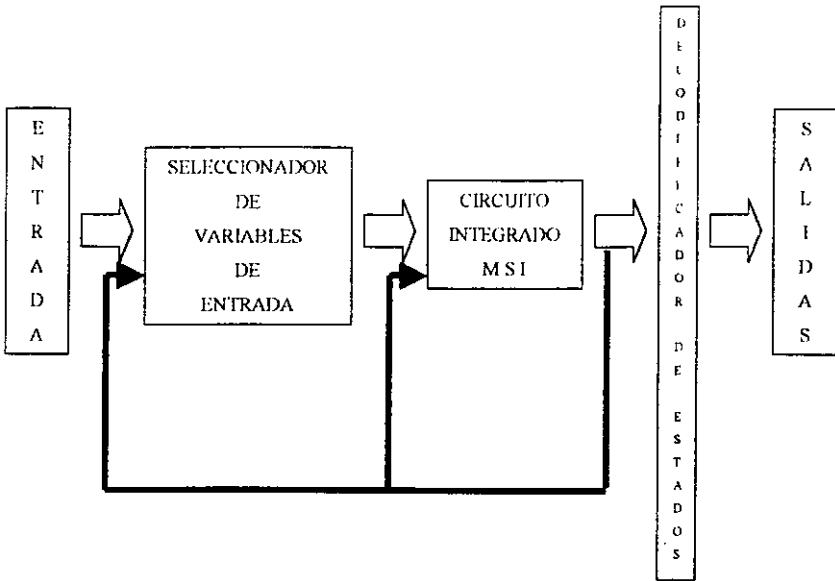


Fig. IV.11.- Arquitectura para Microcontroladores MSI.

IV.14.2- Microcontroladores MSI Normales.

Su Elemento principal es una pastilla MSI (un contador, un registro de corrimiento, etcétera). El elemento utilizado le proporciona al controlador una serie de características simulables de instrucciones que controlan el flujo entre su estado y otro.

En torno al elemento principal se colocan circuitos periféricos que sirven de interfase para la recepción y generación de señales. La Fig. IV.11 muestra la Arquitectura General para estos controladores, cada circuito MSI da lugar a una Arquitectura Particular.

IV.14.3- Microcontroladores Programados.

Un controlador Microprogramado es aquel en que el diseñador puede programar las operaciones de un dispositivo mediante el llenado de una Tabla de Memoria ó mediante un Lenguaje de Máquina a partir de un diagrama MDS.

a) Componentes:

- Una Memoria RAM (Memoria de Acceso Aleatorio) ó una Memoria ROM (Memoria de Sólo Lectura), que permita el almacenamiento de instrucciones de operación básica y códigos de salida.
- Un Controlador de Programa ó un Registro Direccionador de Memoria utilizado para seleccionar ó direccionar las instrucciones almacenadas,

b).- Características:

- Habilidad para iniciar el proceso mediante la ejecución de la instrucción almacenada en una localidad arbitraria de memoria.
- Proceso secuencial de manera condicional ó incondicional de las instrucciones almacenadas en localidades contiguas de memoria.
- Capacidad de procesamiento de la instrucción siguiente ó del direccionamiento a otra localidad para la ejecución de la instrucción almacenada en ella.

c) Operación:

- La operación de estos controladores se basa en la ejecución de instrucciones almacenadas en una memoria. Par el adecuado funcionamiento del controlador se debe especificar la estructura conque serán almacenados los datos de la memoria, a este esquema, se le denomina "Formato de Control".
- Existen diversos tipos de formatos válidos, su estructura dependerá de sus elementos. De acuerdo a lo anterior, el esquema correspondiente a la Arquitectura General para un controlador microprogramado en la Fig. IV.12.

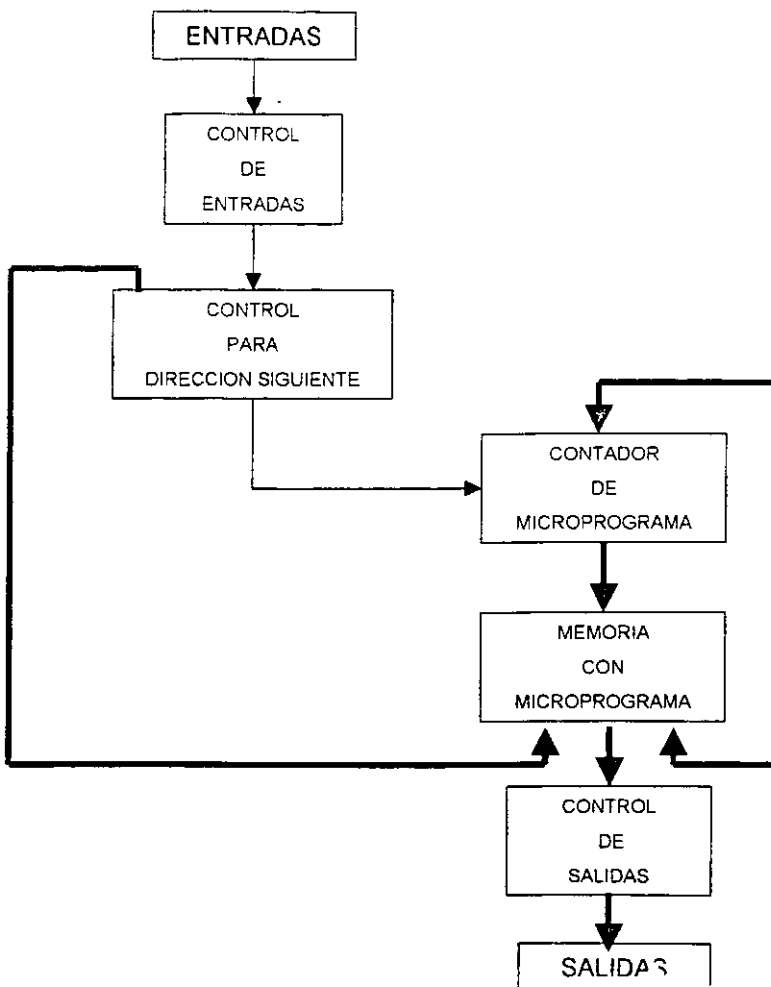


Fig. IV.12.- Arquitectura General para MSI Microprogramado.

IV.14.4.- Controladores Programables con Conjunto Fijo de Instrucciones.

Existen algunas diferencias entre este tipo de controlador programable con el mencionado previamente:

1.- Antes de la realización del controlador se debe crear un módulo decodificador de instrucciones.

Los elementos que contenga el módulo así como sus conexiones dependerán de las instrucciones que quieran ser implantadas, las cuales pueden ser tan simples ó complejas como se quiera.

Una vez hecho este módulo existe una metodología general aplicable a su implantación dentro de un controlador.

2.- Cada instrucción del controlador tiene asociado un código fijo, el cual se conoce comúnmente como código de operación OPCODE.

Como ya se habrá deducido, el uso de estos controladores implica un doble trabajo:

a) Primeramente, se debe diseñar el módulo decodificador de instrucciones.

b) Una vez hecho esto, diseñar el controlador deseado.

Este proceso es análogo a la creación de Programas y Paquetes ("Software") para Ordenador. Anteriormente, la creación de un Programa se realizaba directamente en Lenguaje de Máquina ó bien en Lenguaje Ensamblador, posteriormente se han desarrollado Lenguajes de alto nivel que facilitan la escritura de programas poniendo disposición del diseñador de Programas y Paquetes ("Software"), un módulo especial llamado "Compilador".

Lo mismo ocurre en diseño de controladores de este tipo, el módulo decodificador deseado se diseña una sola vez y posteriormente sólo se utiliza, facilitando considerablemente el proceso de diseño.

Ahora bien, al igual que en el desarrollo de Programas y Paquetes ("Software") existe una multitud de Lenguajes de Programación, cada uno de ellos con un conjunto fijo de instrucciones, en el desarrollo de controladores existen también múltiples diseños y elaborados que proporcionan características diferentes.

IV.14.5.- Microcontroladores LSI

Su elemento principal es un circuito LSI, el cual proporciona a su Arquitectura todos los elementos necesarios para la implantación de una gran variedad de instrucciones. Su uso debiera ser exclusivo para aquellos casos cuya naturaleza no puede ser desarrollada ó no es adecuada para Arquitectura SSI ó MSI.

La razón de no profundizar demasiado con estos elementos, es la intención de presentar formas alternativas al uso de Microprocesadores, ya que no toda aplicación requiere su empleo, el cual elevaría de manera innecesaria los costos del diseño.

CONCLUSIONES

El componente estructural, que comprende a la Tecnología, lo forman las Telecomunicaciones y la Redes de Ordenadores. Las Telecomunicaciones comprenden el empleo de Medios Electrónicos y de Transmisión, para la Comunicación entre nodos a través de una distancia.

Las comunicaciones tradicionalmente, han estado compuestas de Terminales, Módems, Canales, Procesadores de Comunicaciones y un Ordenador anfitrión.

Las terminales en una configuración de Comunicaciones de Datos, representan Dispositivos que introducen datos a la Red y toman información de la misma. Un Módem es un Dispositivo que se utiliza para convertir electrónicamente Señales Digitales producidas por un Ordenador a Señales Analógicas utilizadas por las líneas de comunicaciones.

Un Módem también puede invertir este proceso. Los canales se describen bajo muchas clasificaciones. Un canal puede clasificarse por su velocidad ó por su capacidad de transporte. Una línea puede ser, ya sea conmutada de mercado ó no conmutada/dedicada; Analógica ó Digital.

Los Canales de Comunicación pueden arreglarse para operar en una dirección solamente, en dos direcciones, pero sólo en una dirección a la vez; ó en dos direcciones al mismo tiempo.

Estos modos de transmisión se denominan simplex, semiduplex ó duplex completo (full-duplex), respectivamente. Para mejorar la utilización de estos costosos canales, se pueden agregar multiplexores a la configuración de la línea, los cuales intercalan datos hacia y desde las terminales procesadores.

E. lugar de una Red de Comunicaciones de punto a punto, en la que cada Terminal está enlazada a un Ordenador mediante una línea individual varias Terminales pueden conectarse a una línea para formar una configuración de línea de separación múltiple menos costosa.

Los medios más populares para las Redes de Telecomunicaciones son los Cables de par Trenzado, el Cable Coaxial, el Cable de Fibra Óptica, las Micro-Ondas Terrestres y los Satélites.

Los cables de Fibra Óptica ofrecen muchas ventajas sobre los Cables de par Trenzado y el Cable Coaxial.

Se han observado, que la promulgación del estándar 802.5 (anillo de señales) del IEE; aparecían comentarios en la prensa comercial, afirmando que el Comité 802.5 estaba meramente esperando a que IBM le dijera que debía aprobar.

Aunque no se ha intentado verificar esas declaraciones, y aunque puedan ser de dudosa autenticidad, parece evidente por las diversas adiciones a los estándares, en especial al 802.3, que se está dando resguardo a muchos intereses especiales.

En una Organización, las estrategias de uso de Redes, no suelen ser planificadas por mandato; sino más bien a través de un Proceso de debate que puede ó no incluir evaluaciones técnicas reales.

En consecuencia, diferentes necesidades, diversas preferencias personales y perspectivas divergentes, de lo que debe lograr la Red forman parte del el Proceso de toma de Decisiones.

Una vez más, se tiene la necesidad de hacer un compromiso entre intereses especiales en conflicto.

Cuando se reconozca que, como un asunto práctico, con muchas (pero no todas), las implantaciones de Redes de área Local (LAN), casi todas las Tecnologías disponibles operarán igualmente bien (ó igualmente mal), entonces, se podrá entender con mayor claridad las decisiones en torno a una Red de Área Local (LAN) como parte del Proceso Político de una Organización. Incluso la asignación de puertos ó conexiones de la Red de Área Local (LAN) operan, en muchas Organizaciones; más como un Sistema auspiciado que como cualquier otra cosa.

La formación de una coalición, es una parte importante del funcionamiento de cualquier Organización. Lo que esto significa, es que para ser efectivo en una burocracia es necesario fomentar buenas relaciones arriba y abajo, en la cadena de comando.

Además, esto significa, que también se deben hacer relaciones con aquellas personas de cualquier punto de la Organización, que puedan ayudar a realizar el trabajo.

Por lo tanto, cuando sé Toma una decisión fundamental, acerca del uso de una Red; Como qué Tecnología de Transporte usar en un complejo entero, si la tarea es enfocada de manera adecuada, se pueden conjuntar muchos intereses especiales para respaldar una Tecnología sobre otra.

Esto quedó implícito, en el estudio del caso de un Instituto Educativo; cuando se observó que se obtenía respaldo de los interesados (Autoridades, Alumnos y Profesores), en Comunicaciones de Imágenes de vídeo cuando se hizo

evidente que el sistema CATV era también una opción de Comunicación de Datos viables. Este es un ejemplo, de la formación de una coalición dentro de una Organización (Educativa).

Una vez que se ha instalado una Red verdaderamente conectiva, junto con Servicios de Valor Agregado; como el Correo Electrónico, ésta puede cambiar el flujo de mensajes entre personas de la Organización. Así que a la larga, se sigue observando un impacto Político en la forma en que opera la Organización.

Especialmente, cuando se instalan Programas y Paquetes de Comunicaciones adicional, como Sistemas de Conferencias por Ordenador ó Sistemas de pizarras de boletines; puede surgir nuevas Redes humanas dentro de la Organización que probablemente, nunca hubiera aparecido con Tecnologías antiguas menos conectivas.

El teléfono debe haber tenido un impacto similar, cuando fue introducido en las Organizaciones, no obstante que las nuevas Tecnologías asociadas con la Computación, tiene el potencial de lograr realineaciones de influencia de mucho mayor enlace.

Aunque no se desea sobre ponderar la función de la Política en el uso de Redes de Transmisión de Datos, se debe señalar que el comportamiento de las personas en una Organización es, principalmente, una forma de conducta Política.

A menudo, las relaciones informales son más importantes que las cadenas de comando. Los objetivos son influencia, poder, prestigio y dinero incluso si es por lograr el objetivo de realizar mejor el trabajo; y las personas parecen comprender en forma instintiva una de las máximas de Maquiavelo: "El fin justifica los medios".

Se señalan estos aspectos, porque una vez que se instalan Redes altamente conectivas, como Red de Área Local (LAN); el potencial para lograr la reorganización de la Política tradicional puede cambiar de forma drástica. Y quizá este aspecto de comportamiento humano deba ser parte también del Proceso de Planeación cuando se diseñen Redes.

Después de todo, uno de los objetivos de la implantación de la implantación de Redes de Área Local (LAN), es alterar aspectos de comportamiento humano (volver a las personas más productivas). Tal es el objetivo fundamental, de proporcionar la información contenida en este Trabajo de Tesis.

Ya que a mayor conocimiento de los Sistemas, se podrá obtener un mejor beneficio, y esto está de acuerdo al Principio Fundamental de Optimización que establece que todo Sistema debe operar con un rendimiento que tienda a la unidad, y unas pérdidas que se lleven a cero.

Finalmente, en lo referente a los Sistemas Automáticos de Control, se puede establecer lo siguiente: Un Automatismo bien concebido:

1.-Simplifica considerablemente el trabajo del Hombre a quien libera de la necesidad de estar permanentemente situado frente a la máquina, pudiendo dedicarse a otras actividades más nobles y creativas.

2.- Elimina las tareas complejas, peligrosas pesadas ó indeseables, haciéndolas ejecutar por la máquina.

3.- Facilita los cambios en los Procesos de Fabricación, permitiendo pasar de una cantidad ó de un tipo de producción a otro.

4.- Mejora la Calidad de los Productos al Supervisar la propia máquina los criterios de Fabricación, y las tolerancias que serán respetadas a lo largo del el Proceso y del Tiempo.

5.- Incrementa la Producción y la Productividad.

6.- Permite economizar material y energía.

7.- Aumenta la seguridad del Personal.

8.- Controla y protege las instalaciones y las Máquinas.

BIBLIOGRAFÍA

"REDES LOCALES DE COMPUTADORAS: PROTOCOLOS DE ALTO NIVEL Y EVALUACIÓN DE PRESTACIONES".

José Antonio Beltrao Moura. .. Edit. Mc Graw-Hill.

1° Edic. en Español.

"REDES DE COMPUTADORAS: PROTOCOLOS, NORMAS E INTERFASES".

Uyless Black. Edit. Macrobít.

1° Edic.

"DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN".

Jonh G. Burch. Edit. Noriega Editores

1° Edic.

"COMUNICACIONES Y REDES DE PROCESAMIENTO DE DATOS".

González Néstor. dit. Mc Graw-Hill.

1° Edic.

"REDES DE ÁREA LOCAL: LA SIGUIENTE GENERACION".

W. Thomas Madron. Edit. Noriega Editores

1° Edic.

"MANUAL DE REDES DE HEWLETT PACKARD MEXICO".

Hewlett-Packard México. 1994.

"PERFORMANCE ANALYSIS OF LOCAL COMPUTER NETWORKS".

Hammond Jonh. Edit. Adisson-Wesley.

1° Edit.

"LOCAL DISTRIBUTION IN COMPUTER COMMUNICATION".

Hayes, J.F. Edit. IEEE Magazine.

1° Edit.

**"MODELING THE EFFECTS OF PACKET TRUNCATION ON
THE THROUGHPUT OF CSMA NETWORKS".**

Herr, D. E. Edit. CNS

1° Edit.

"QUEUEING SYSTEMS".

Kleinrock, L. Edit. Adisson-Wesley.

1° Edit.

"THE BASIC BOOKS OF INFORMATION NETWORKING".

Motorola University. Edit. Adisson-Wesley.

1° Edit.

"COMPUTER COMMUNICATIONS NETWORK DESIGN AND ANALYSIS".

Schwartz, Misha.

1° Edit.

"VRML PARA INTERNET".

Pesce, Mark.

Edit. Prentice Hall.

1° Edic.

ÍNDICE

<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>JUSTIFICACIÓN</u>	6
<u>ANTECEDENTES AL TRABAJO</u>	10
<u>PLAN PROPUESTO</u>	13
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	14
<u>OBJETIVOS PARTICULARES</u>	14

CAPÍTULO I.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

I.1.- Introducción	15
I.2.- Antecedentes Históricos.....	16
I.3.- Tipos de Redes.....	18
I.4.- Redes de Transmisión de Datos.....	20
I.4.1.- Red Telefónica.....	21
I.4.2.- Red de Micro-Ondas.....	22
I.4.3.- Red Satelital.....	24
I.4.4.- Estaciones Terrenas.....	27

CAPÍTULO II.- CONCEPTOS DE REDES

<u>DE AREA LOCAL (LAN)</u>	28
II.1.- Elementos de una Red	29
II.2.- Topologías y Métodos para Acceder a las Redes	32
II.3.- Características de las Topologías de una Red	33

II.3.1.- Red Tipo Anillo.....	33
II.3.2.- Red Tipo Bus ó Lineal.....	35
II.3.3.- Red Tipo Árbol ó Estrella.....	37
II.4.- Técnicas de Comunicación.....	40
II.5.- Redes Locales en el Mercado.....	41
II.5.1.- Red Local ARCNET.....	41
II.5.2.- Red Local ETHERNET.....	43
II.5.3.- Red Local TOKEN RING.....	44
II.6.- Redes Inalámbricas.....	46
II.7.- Sistemas Operativos para Redes.....	48
II.8.- Sistemas Operativos para Redes Existentes	
en el Mercado.....	50
II.8.1.- Novell Netware 4.2	50
II.8.2.- Novell 3.11	51
II.8.3.- Netware Lite	52
II.8.4.- LANTASTIC	52

CAPÍTULO III.- CONCEPTOS DE PROTOCOLOS DE

<u>COMUNICACION</u>	54
III.1.- Definición.....	54
III.2.- Función.....	55
III.3.- Protocolo INTERNET.....	56
III.4.- Protocolo Técnico de Oficinas.....	57

III.5.- Normalización Internacional de	
Protocolos de Alto Nivel.....	58
III.6.- Normalización Internacional de	
Protocolos de Transporte.....	63
III.7.- Normalización Internacional de	
Protocolos de Sesión.....	65
III.8.- Normalización Internacional de	
Protocolos de Presentación y aplicación.....	66
III.8.1.- TeleTexto.....	68
III.8.2.- TeleFax.....	68
III.8.3.- Video Texto.....	69
III.8.4.- CBMS.....	70

CAPÍTULO IV.- FUNDAMENTOS DE AUTOMATAS

PROGRAMABLES 72

IV.1.- Introducción.....	72
IV.2.- Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos.....	74
IV.3.- ¿Pueden los ordenadores pensar?.....	78
IV.4.- La vida y el pensamiento, formas particulares	
de pensar.....	83
IV.5.- Los modelos de los procesos vitales	
Y la filosofía del cerebro.....	92
IV.6.- ¿Es posible crear artificialmente la vida?.....	100

IV.7.- Introducción al Control Automático	
Y su aplicación al Control Distribuido.....	110
IV.8.- Estructura Interna.....	113
IV.9.-Estructura o Arquitectura Interna.....	115
IV.10.- Robótica.....	122
IV.10.1.- Cuatro Tipos de controles de robot.....	124
IV.10.2.- Control Coordinado de Fuerza y Posición....	127
IV.11.-Clasificación de sistema.....	128
IV.12.-Características de un Sistema Automático.....	130
IV.13.-Definición y Características de un Controlador.....	130
IV.14.-Tipos de Microcontroladores.....	135
IV.14.1.-Microcontroladores SSI.....	135
IV.14.2.-Microcontroladores MSI Normales.....	139
IV.14.3.-Microcontroladores Programados.....	135
IV.14.4.-Controladores Programables	
con Conjunto fijo de Instrucciones.....	142
IV.14.5.-Microcontroladores LSI.....	143
<u>CONCLUSIONES</u>.....	144
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	149
<u>ÍNDICE</u>	152