



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



**"LA IMPORTANCIA DE LA MICROELECTRONICA
EN LA INGENIERIA MEXICANA
HASTA LA DECADA DE LOS 90'S "**

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :
EZEQUIEL CORRAL CALVILLO

ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"La Importancia de la Microelectrónica en la Ingeniería Mexicana hasta la década de los 90's".

que presenta el pasante: Ezequiel Corral Calvillo
con número de cuenta: 7861216-7 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 5 de diciembre de 1974

PRESIDENTE Ing. Antonio Herrera Mejía
VOCAL Ing. Esteban Corona Escamilla
SECRETARIO Ing. José Juan Contreras Espinosa
PRIMER SUPLENTE Ing. José Antonio Sánchez Gutiérrez
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Ubaldo Ramírez Urizar

[Firma] 5/Dic/74
[Firma] 5/Dic/74
[Firma] 5/Dic/74
[Firma] 5/Dic/74

FALLA DE ORIGEN EN SU TOTALIDAD

DEDICATORIA

A Dios como fuente de toda sabiduría... los pensamientos de los mortales son inseguros y sus razonamientos pueden equivocarse ¿Quién es el hombre que puede conocer los designios de Dios? Sólo con esa sabiduría lograron los hombres enderezar sus caminos y conocer lo que le agrada al Señor.

A la memoria de mis padres Diego Corral Guzmán y Hermelinda Calvillo Coria quienes con su cariño, consejos y apoyo lograron inculcar en mí el respeto, la honestidad y el amor al estudio.

Hago patente mi agradecimiento a mi director de tesis, el Ing. José Juan Contreras Espinosa, así como a todos los que han sido mis maestros, pues lo que he aprendido lo sé porque ellos me lo enseñaron con gusto y desinterés.

¡ Que Dios a todos les pague!

OBJETIVO

Analizar en forma general la Importacia de la Microelectrónica en la Ingeniería Mexicana, con la finalidad que permita al futuro profesional contar con un marco de referencia.

INDICE

	Pág.
CAPITULO 1	1
ANTECEDENTES	1
CAPITULO 2	3
COMPUTACION	3
LOS NUMEROS Y SUS SIMBOLOS	6
LOS LOGARITMOS	6
LA REGLA DE CALCULO	7
LAS CALCULADORAS MECANICAS	7
BABBAGE Y LA MAQUINA ANALITICA	9
LAS MAQUINAS DE TARJETA PERFORADA	11
EL CALCULADOR DE RELES DE BELL	12
EL MARK I	13
EVOLUCION DE LAS COMPUTADORAS	14
2.1 -HARDWARE	18
UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO (Central Processing Unit, CPU)	18
DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA	21
TECLADOS	22
MONITORES	24
IMPRESORAS	25
IMPRESORAS LASER Y PLOTTERS	27
MEMORIA EXTERNA	28
CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)	29
2.2 -SOFTWARE	30

	Pág.
SOFTWARE HECHO EN CASA	30
SOFTWARE GENERICO	32
SOFTWARE ESPECIFICO PARA LA INGENIERIA	34
CAPITULO 3	35
INFORMATICA	35
INFORMACION Y DATOS	36
CICLO VITAL DE LOS DATOS	39
FASES DE LA INFORMACION	39
MEDIDA DE LA INFORMACION	42
CAPACIDAD DEL CANAL	43
CODIFICACION	43
CODIGOS PARA TRANSMISION	44
CODIGO BAUDOT	44
CODIGO ASCII	45
CODIGO BCD	48
CODIGO HOLLERITH	49
CODIGOS DETECTORES DE ERROR	49
SISTEMA DE TRANSMISION	50
TIPOS DE SISTEMAS DE TELEPROCESO	52
SISTEMA DE TIEMPO COMPARTIDO	53
MODOS DE TRANSMISION	53
TRANSMISION FULL DUPLEX, HALF DUPLEX Y SIMPEX	54
LINEAS DE COMUNICACION	55
INEAS PRIVADAS Y CONMUTADAS	56
ENLACE PUNTO A PUNTO Y MULTIPUNTO	57

	Pág.
EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS	57
CAPITULO 4	59
INTELIGENCIA ARTIFICIAL	59
EL SUPUESTO SUBYACENTE	63
¿QUE ES UNA TECNICA DE I. A.?	66
CRITERIOS PARA EL EXITO	68
CARACTERÍSTICAS DE LOS PROBLEMAS	70
¿QUE ES EL APRENDIZAJE?	71
COMPONENTES DE UN PROGRAMA DE I. A.	74
LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CIENCIA DE LA COMPUTACION	75
APITULO 5	78
ROBOTICA	78
ANATOMIA DEL ROBOT	80
MOVIMIENTOS DEL ROBOT	84
VOLUMEN DE TRABAJO	90
SISTEMAS DE IMPULSION DEL ROBOT	92
VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	95
VELOCIDAD DE RESPUESTA Y ESTABILIDAD	97
CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CARGA	98
SISTEMAS DE CONTROL Y RENDIMIENTO DINAMICO	99
PROGRAMACION DEL ROBOT	103
APLICACIONES DE LOS ROBOTS	109
CAPITULO 6	111
MICROONDAS Y SATELITES ARTIFICIALES	111
REFLEXION EN UNA TIERRA PLANA	114

	Pág.
ATENUACION POR DISPERSION	116
ATENUACION POR ABSORCION	116
DIFRACCION	117
REFRACCION	119
DESVANECIMIENTOS	122
RUIDO TERMICO	126
RUIDO DE INTERMODULACION	127
SATELITES ARTIFICIALES	128
CAPITULO 7	134
SISTEMAS DE COMUNICACION POR FIBRAS OPTICAS	134
ENLACE DIRECTO PUNTO A PUNTO	140
ENLACE TRONCAL CON DERIVACION	140
ATENUACION	142
MEDICION DE POTENCIA OPTICA	145
PRUEBAS DE CONTINUIDAD OPTICA	147
LOCALIZACION DE AVERIAS EN LINEAS DE TRANSMISION DE F. O.	148
CAPITULO 8	150
APLICACIONES	150
CONCLUSION	155
BIBLIOGRAFIA	156

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 1

A N T E C E D E N T E S

En esta época es importante comprender en términos generales, las posibilidades y limitaciones de las computadoras, saber cómo trabajan con programas de computación de uso genérico para hacer que éstas máquinas produzcan los resultados deseados y así conocer la forma de adquirir programas para computadoras y sistemas de información.

En este momento la humanidad está cruzando el umbral de la nueva era de la información en la que el futuro profesional vivirá y trabajará. Se recuerda a los antiguos egipcios y griegos por sus pirámides y maravillas arquitectónicas. Se conservan caminos y acueductos como monumentos a la gloria de Roma y las majestuosas catedrales europeas son testigos del genio de los constructores medievales. Pero, aunque actualmente se construyen rascacielos monumentales, es posible que el mayor logro de la época actual no radique en los proyectos de construcción; antes bien, quizá los historiadores del futuro consideren esta era como el momento en que la humanidad desarrolló instrumentos que le permitieron ampliar su inteligencia y adquirir la información necesaria para explotar nuevos sistemas de medicina, educación, fabricación y gobierno.

Así como los engranes, los motores de combustión interna y los motores eléctricos aumentan la potencia física del hombre, las computadoras actuales le proporcionan la información que necesita para ampliar su potencia intelectual. Por primera vez la

~~FAITH~~

sociedad depende de un recurso -la información- que es renovable, así, además de producir bienes en masa, se está produciendo información en masa, y estos conocimientos son la fuerza impulsora de la economía. La mayoría de las personas saben que una computadora es una calculadora rápida; pero es mucho más que eso. Es también una máquina que puede llevar a cabo tareas tan laboriosas como escoger, copiar, mover, comparar y realizar otras operaciones no aritméticas con los diversos símbolos de la manera deseada siguiendo un conjunto detallado de instrucciones denominado programa. Así pues, la computadora es un amplificador de la inteligencia que puede liberar a los seres humanos de tareas rutinarias y peligrosas. En un sentido más formal, una computadora es un sistema electrónico rápido y exacto que manipula símbolos (o datos) y que está diseñado para aceptar datos de entrada, procesarlos y producir salidas (resultados) bajo la dirección de un programa de instrucciones almacenado en su memoria.

CAPITULO 2

COMPUTACION

DESARROLLO HISTORICO DE LAS COMPUTADORAS. - El avance de la civilización ha ido acompañado por una necesidad siempre creciente de cálculos numéricos. Por consiguiente, a lo largo de los siglos, los inventores han trabajado sin cesar en la búsqueda de dispositivos de cálculo cada vez más rápidos, más baratos y más exactos. Aun cuando pueda parecer que con el advenimiento de las computadoras se ha alcanzado la máxima perfección, es posible que nos encontremos solamente en el umbral de otra nueva era. Aun cuando el cálculo no constituye por sí mismo una actividad mental de nivel muy elevado, la investigación de sus teorías y de sus métodos es una de las mayores empresas intelectuales de la humanidad. Sin embargo, parece que se presenta un conflicto entre los cálculos y otros trabajos de tipo más creativo. La labor del cálculo, aunque vitalmente importante para el progreso del conocimiento y de la tecnología, emplea tanto tiempo que la productividad de las mentes creadoras puede llegar a interrumpirse por completo mientras estén dedicadas a efectuar cálculos aritméticos. Tanto si la persona en cuestión es un científico tratando de hallar una ley de la naturaleza, como si es un hombre de empresa que intenta determinar los factores que controlan las ventas de un producto, el efecto es el mismo; la productividad creativa se interrumpe.

Consideremos el caso del gran matemático Carlos Gauss.

Cuando Gauss contaba con poco más de veinte años, tuvo varias ideas que, de haber sido desarrolladas, hubieran supuesto una orientación completamente nueva del alcance y perspectivas de las matemáticas. Desafortunadamente, y como consecuencia de diversas presiones, se vió obligado a invertir alrededor de veinte años en el cálculo de las órbitas de los cuerpos celestes. El tiempo que empleó en este trabajo fue, en gran parte, una pérdida desde el punto de vista de trabajo creador. Un matemático de nuestros días podría repetir todos los cálculos aritméticos de Gauss en unas cuantas jornadas con la ayuda de una computadora electrónica.

Aunque Gauss realizó mucho trabajo original, ¡ cuántas cosas podría haber realizado durante los veinte años que perdió en la labor del cálculo !

El caso de Gauss constituye un ejemplo llevado al extremo del conflicto existente entre el tiempo necesario para hacer cálculos y el preciso para actividades de índole más creadora. Sin embargo, este mismo conflicto se repite una y otra vez en todas las disciplinas. Los ingenieros, físicos, químicos, matemáticos, hombres de negocios, y muchos otros, se enfrentan constantemente con el problema de compaginar la actividad del cálculo con la creación. No es extraño, por consiguiente, que los que han alcanzado a comprender el concepto de las computadoras estén tratando de fomentar su uso en todas las disciplinas.

Sin lugar a duda, el dispositivo de computación más antiguo

o que primeramente fue utilizado, consistió en los cinco dedos de cada mano. Aún en la actualidad es el dispositivo preferido de los niños que aprenden a contar. De ahí que se haya procurado sustituir los dígitos de la mano por dispositivos que realizaran cuentas de diez en alguna forma que resultara más ágil y confiable. Así pues, se guardaban diez piedrecillas o diez piezas de cualquier cosa para representar los números de 1 a 10 en sustitución de los diez dedos.

De los antecedentes que se conocen, fue hace 5,000 años en el valle del Tigres-Eufrates que surgió un dispositivo, el cual consistía en una placa de arcilla con numerosas ranuras en las cuales se colocaban las piedrecillas. Posteriormente, en el año 460 A.C. en Egipto se lograba el mismo dispositivo.

Puede decirse que la operación de contar se hizo casi semiautomática, puesto que la operación de contar consistía en deslizar las piedrecillas de un lado de la placa al otro, a lo largo de las ranuras.

Posteriormente estos dispositivos de cálculo trascienden sus fronteras mediante diversos procesos de difusión cultural llegando a China, Japón y Roma en donde el ingenio de estas civilizaciones elevó el computador de piedrecillas a un alto nivel de desarrollo. Para ello se perforaron las piedrecillas y se unieron en grupos de diez sobre un marco de alambre o bien utilizando hilos de diversos materiales sobre los cuales las piedras pudieran moverse con agilidad y rapidez, resultando una

notabilísima aceleración en las operaciones fundamentales de cálculo.

Este dispositivo en su forma más elaborada se conoce como ábaco.

LOS NUMEROS Y SUS SIMBOLOS

También fueron necesarios miles de años para lograr una simbología práctica de las magnitudes que permitieran realizar fácilmente las operaciones. El primer método consistía en representar cada unidad por una marca o señal, los griegos representaban los números con letras del alfabeto y todos conocemos la numeración romana. La mayor dificultad que ofrecen estos sistemas es la inexistencia del cero. Fueron los matemáticos hindúes, en el siglo I o II, quienes introdujeron el concepto del cero, así como la ordenación de los números en posiciones consecutivas que indican las unidades, decenas, centenas, etc. Este sistema llegó a la civilización europea a través de las obras de los grandes matemáticos árabes y fue abriéndose paso, no sin dificultades, a partir del siglo XII.

LOS LOGARITMOS

Al matemático escocés Juan Napier, corresponde el honor de haber sido el inventor de los logaritmos. El sistema proporciona un método muy cómodo para abreviar los cálculos, especialmente las operaciones de multiplicación, división, elevación a

potencias y extracción de raíces, que se reducen a simples sumas y restas mediante el uso de los logaritmos.

Las tablas de Napier, que utilizaban la base "e" se publicaron en 1914.

Algún tiempo después, Enrique Briggs, matemático inglés, publicó unas tablas en las que se hacía uso de la base "10" En esta base representaba un sistema más sencillo para los cálculos ordinarios y en la actualidad se conoce éste como sistema "común" de logaritmos.

LA REGLA DE CALCULO

Una vez inventados los logaritmos, sólo fue preciso un corto paso para la invención de la regla de cálculo, que es un calculador analógico mecánico en el cual las distancias aritméticas a lo largo de las escalas, son análogas a las variaciones geométricas. Mediante el uso de escalas logarítmicas y la utilización de esclas deslizantes, los científicos pudieron efectuar en forma mecánica un trabajo que anteriormente exigía el uso de papel y lápiz. Los resultados de los cálculos efectuados con la regla no tienen una exactitud mayor de la de tres cifras significativas. Sin embargo, para muchos problemas científicos esta exactitud es suficiente.

LAS CALCULADORAS MECANICAS

Las nuevas condiciones de vida impulsadas por la sociedad

FALLA DE ORIGEN

burguesa y el desarrollo del capitalismo dieron un gran empuje a la vida económica de las naciones. Las relaciones comerciales se hicieron más complejas y aparecieron nuevas necesidades en los dominios de las ciencias. Con esto se hizo patente la necesidad de disponer de instrumentos cómodos y rápidos capaces de realizar los ya complicados cálculos aritméticos de la época.

Conviene recordar que, en este momento histórico la astronomía adquiría un considerable desarrollo, se construían tablas de navegación, tomaban gran importancia los primeros bancos comerciales y se empezaban a recaudar impuestos sistemáticamente.

Fue en este contexto cuando en el siglo XVII apareció la primera calculadora mecánica conocida en la actualidad, atribuida al filósofo y matemático Blas Pascal. En realidad, ésta era sólo una máquina de sumar ideada por Pascal para ayudar a su padre, que era recaudador de impuestos. Al igual que en el ábaco, en que la operación básica es contar piedrecillas, en una calculadora mecánica se cuentan los dientes de un engrane; la única dificultad que ofrece es la necesidad de arrastrar en una unidad la posición de un engrane cuando en el que le precede ha acumulado diez de ellas. Esto se ha resuelto con varios métodos; entre los más sencillos cabe señalar los engranes del cuenta kilómetros de un coche o los de un contador de gas o electricidad. La posibilidad de construir tales máquinas se vio

favorecida por la existencia de los maestros relojeros, verdaderos artifices en la fabricación de los mecanismos para la exacta medición del tiempo.

Para efectuar una multiplicación con la máquina de Pascal había que recurrir a sumas sucesivas.

En nuestros días, las calculadoras de bolsillo son utilizadas ampliamente, tanto en funciones de tipo estadístico y financiero, como en cálculo científico y en la traducción de idiomas.

BABBAGE Y LA MÁQUINA ANALÍTICA

Los ingenios citados anteriormente no pueden considerarse como máquinas automáticas, pues requieren la continua intervención del operador para introducir nuevos datos, efectuar las maniobras que implican cada operación y anotar los resultados intermedios.

El deseo de evitar estas engorrosas y repetidas maniobras expuestas al error, condujo a cuestionar la posibilidad de una máquina capaz de realizar cálculos automáticamente, es decir, sin intervención humana durante el proceso, y con la precisión y exactitud deseadas. El matemático británico Carlos Babbage fue el primero en plantearse el problema e intentar su resolución con el proyecto de máquina analítica de uso universal.

Babbage, preocupado por los numerosos errores que ofrecían las tablas de logaritmos de su época, el siglo XIX, concibió la idea de construir un invento, que denominó máquina de diferencias,

capaz de calcular logaritmos con veinte decimales, pero, hombre de un cerebro desbordante, abandonó este proyecto a medio realizar por otro más ambicioso, el de la máquina analítica.

Esta fue concebida como un calculador universal, es decir, de almacenar distintos programas según un esquema en todo análogo a las computadoras electrónicas actuales. En la concepción de Babbage, su calculador debía de disponer de los siguientes órganos:

1. - Dispositivos de entrada, por los que se facilitan a la máquina las instrucciones necesarias para las operaciones, así como los datos objeto de la misma.
2. - Memoria, para almacenar los datos introducidos y los resultados de las operaciones intermedias.
3. - Unidad de control, para vigilar la ejecución de las operaciones según la secuencia adecuada.
4. - Unidad aritmética - lógica, encargada de efectuar las operaciones para las que ha sido programada la máquina.
5. - Dispositivos de salida, para transmitir al exterior los resultados del cálculo llevado a cabo.

Babbage, no logró terminar su ambicioso proyecto. Las técnicas de precisión de aquella época no estaban preparadas para satisfacer las necesidades planteadas.

Dentro de las geniales ideas de Babbage hay que señalar también la adopción de las tarjetas perforadas que utilizaba un telar de la época (el telar de Jacquard), a fin de introducir en

la máquina analítica, tanto las instrucciones del programa, como los datos del problema a resolver.

LAS MAQUINAS DE TARJETA PERFORADA

Tanto las calculadoras mecánicas como la máquina analítica, constituyen lo que podríamos denominar prehistoria de los instrumentos dedicados al cálculo matemático, en el empeño del hombre para resolver los problemas más complicados que puedan presentarse. El espectacular avance de la revolución industrial durante el siglo XIX, así como la creciente complejidad de la organización social, planteó un nuevo problema: el tratamiento de grandes masas de información.

En las décadas del siglo XIX, la oficina de censos de los Estados Unidos se enfrentaba con un problema prácticamente insoluble: las leyes americanas ordenaban efectuar un censo de la población cada diez años y en 1886 todavía se trabajaba con los datos del censo de 1880, con lo que era evidente, aún trabajando al mayor ritmo posible, no se habría terminado su clasificación en el momento de realizar el censo de 1890.

La única solución residía en la mecanización de las operaciones de recuento y clasificación. Hollerith, funcionario de la citada oficina, se dio cuenta de que la mayor parte de las preguntas del censo se respondían mediante un "sí" o un "no", y conector del mecanismo de las tarjetas perforadas del telar de Jacquard, comprendió que en éstas se podía representar la

respuesta "sí", a una pregunta mediante una perforación en un lugar determinado de la tarjeta y la respuesta "no", con la ausencia de dicha perforación.

Además, Hollerith ideó la posibilidad de detectar dichas respuestas mediante contactos eléctricos establecidos a través de las perforaciones; el paso de la corriente representaba un "sí" y la ausencia un "no".

Las máquinas ideadas por Hollerith para el tratamiento de tarjetas perforadas fueron ya utilizadas para el censo 1890.

La gran ventaja del tratamiento de la información mediante éstas tarjetas consiste en que, una vez registrados los datos en las mismas, es posible manejarlas por medios mecánicos todas las veces que sea necesario y a gran velocidad.

EL CALCULADOR DE RELES DE BELL

Durante los años de 1930, al Dr. Jorge R. Stibitz, de Bell Telephone Laboratories, sugirió el uso de equipos de relés telefónicos para la construcción de un calculador de números complejos, el Modelo 1 era una calculadora para uso especial, y es sobre todo por haber sido la primera calculadora viable que realizó toda su aritmética con elementos del tipo "encendido" - "apagado".

La calculadora de Bell, aunque no se ha utilizado directamente como prototipo, es importante, en su diseño lógico entraron innovaciones tales como el código binario, los circuitos

autocomprobadores, la aritmética de punto flotante, los programas grabados en cinta, las subrutinas y las tablas de funciones.

EL MARK 1

El desarrollo de equipos mecánicos de tabulación interesó a muchos estadísticos comerciales. Al principio, el equipo se utilizaba mucho para investigaciones estadísticas y en la aplicación de los censos que exigían operaciones importantes de clasificación. En 1942, el Dr. Roberto Riegel, profesor entonces de estadísticas comerciales y de seguros en la Universidad de Pensilvania, explicó la forma en utilizar el equipo para los problemas de dirección de empresas relacionadas con el control de inventarios, la investigación de mercados y la contabilidad financiera. En los primeros años de la década de 1930, el Dr. Teodoro H. Brown, profesor de estadística comercial en la Universidad de Harvard y asesor de IBM, manifestó que era posible el diseño de los equipos mecánicos para que permitieran el cálculo de las órbitas de los cuerpos celestes.

En 1937, el Dr. Howard H. Aiken, físico de la Facultad de la Universidad de Harvard, se interesó en los problemas del cálculo mecánico. Gracias a Brown, Aiken tuvo la oportunidad de presentar sus ideas a la IBM. En 1930, IBM dió a Harvard un crédito a la investigación para que empezase el trabajo de una calculadora secuencial mecánica. El trabajo físico de la construcción se realizó en las instalaciones de IBM bajo la asesoría de Aiken. En

1944, tras siete años de esfuerzo, Aiken vió la terminación, acompañada por éxito, del Mark I, cuya denominación oficial fue: AUTOMATIC SEQUENCE CONTROLLED (Calculador Automático de Secuencia Controlada). Inmediatamente se empezó a utilizar en la preparación de tablas matemáticas, necesarias para la solución de problemas de múltiples tipos que surgen en la utilización de los equipos militares. En Harvard, el Dr. Aiken inició la construcción del Mark II, empleando un número mayor de relés, mientras que el Mark III y IV empleaban el tambor magnético.

EVOLUCION DE LAS COMPUTADORAS

Las primeras computadoras electrónicas fueron de uso exclusivamente militar y para científicos experimentados. En los primeros años de la década de 1950, las computadoras empezaron a venderse comercialmente. El desarrollo mercantil de una industria de computadoras en realidad representa el principio de la revolución que estamos viviendo en este campo.

La era moderna se divide de manera convencional en cuatro generaciones diferentes que se distinguen por los componentes electrónicos principales o por los elementos que las conforman.

La primera generación empezó en 1951 cuando el Departamento del Censo de los Estados Unidos compró una computadora UNIVAC I a la Remington Rand Corporation. Esta computadora, al igual que los otros dispositivos electrónicos de la época, usó tubos de vacío o bulbos como elementos lógicos principales. Aunque los tubos

fueron un gran avance con respecto a las partes electromecánicas, tenían algunas desventajas, incluyendo la generación excesiva de calor, su tamaño y su poca confiabilidad. Las tarjetas perforadas fueron el medio principal de transmisión de información y de almacenamiento. La mayoría de las aplicaciones se reducían al procesamiento de datos relacionados con los negocios, como el manejo de nóminas y de contabilidad. La máquina, en general, era operada por una persona capacitada en el uso de programas escritos en lenguajes oscuros y extremadamente complicados que requerían programadores exptos. Resulta obvio, por todas las características anteriores, que aún cuando las máquinas de la primera generación demostraron bastante utilidad en el procesamiento de grandes cantidades de datos, no eran apropiadas para un amplio uso en general.

Esta situación empezó a cambiar con la segunda generación, a principios de la década 1950. Los elementos electrónicos principales de esta generación fueron los transistores. Estos dispositivos electrónicos de estado sólido realizaban las mismas tareas que los tubos de vacío, pero eran más pequeños, más rápidos y más confiables, generaban menos calor y requerían menor potencia. Por consiguiente, las computadoras de esta generación eran más fáciles de operar que las primeras.

El siguiente salto tecnológico, que se ubica en la tercera generación, a finales de la década de los 1960, fue el circuito integrado, o "CI", se compone de una placa delgada de silicio,

sobre la que se fabrican miles de transistores.

Al igual que con los adelantos anteriores, los "CI" en gran escala produjeron computadoras más rápidas, más eficientes y más confiables. Sin embargo, ocurrieron otros cambios que fueron más allá de un mero incremento en la potencia computacional y que realmente anunciaron el principio de una revolución microelectrónica.

Hasta la mitad de la década de 1960, únicamente las organizaciones o instalaciones como Universidades, agencias de gobierno y la fuerza militar podían comprar y mantener una computadora de gran escala o supercomputadora. Debido al crecimiento en la demanda entre las organizaciones más pequeñas o los particulares, se desarrollaron los sistemas de tiempo compartido, en los que varios usuarios independientes podían utilizar simultáneamente una computadora de gran escala.

Aunque los sistemas de tiempo compartido estuvieron de moda durante cierto tiempo y, en efecto, ayudaron a los pequeños usuarios, el avance sensacional ocurrió en los últimos años de la década de 1960 con la introducción de la minicomputadora de la Digital Equipment Corporation (DEC). Hecha realidad gracias al circuito integrado, la minicomputadora es esencialmente una versión de baja escala de las máquinas grandes; aunque menos poderosas, son más adecuadas para la mayoría de los cálculos de ingeniería y, debido a su bajo costo y su conveniencia, se usan ampliamente en los negocios pequeños.

El mayor incremento en el control del usuario y la introducción al acceso en tiempo compartido y la minicomputadora han continuado y se ha acelerado realmente en la cuarta generación de la edad de la computación moderna. Aunque los "CI" son aún los elementos electrónicos principales, la microminiaturización los ha empujado más y más, guardando en ellos más y más circuitos. A este proceso, que se inició a principios de la década de 1970, se le ha llamado integración a gran escala (Large Scale Integration, LSI) y súper integración a gran escala (Very Large Scale Integration, VLSI).

El producto más importante de estos avances es el microprocesador, que es una pastilla simple de silicio que contiene la circuitería completa de una unidad de control de la computadora.

En general, a mayor potencia que un chip tiene (286,386,486 y Pentium) su velocidad de respuesta será (12, 25, 33 y 50 MHz respectivamente. Un Hertz es un impulso de reloj por segundo y un Mhz, es un millón de impulsos de reloj por segundo. La Figura 2.1 muestra un anuncio típico de la venta de una microcomputadora.

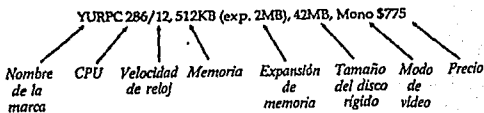


Figura 2.1 Anuncio típico de la venta de una microcomputadora.

H A R D W A R E

Las computadoras son como los automóviles en el aspecto de que se necesita saber todo acerca de su operación para manejarlos más efectivamente. Sin embargo, como sucede con los automóviles, un poco de conocimiento acerca del funcionamiento a menudo ayudará a utilizarlas más inteligente y efectivamente. En este capítulo se presenta una introducción al equipo físico o hardware que constituye un sistema personal de cómputo, y se hace hincapié en el hardware de la microcomputadora. Se han escogido estas máquinas debido a que tal vez son las que más se operen en un futuro próximo.

UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO (Central Processing Unit, CPU)

Casi toda la gente, piensa en una computadora como un conjunto de dispositivos de entrada y salida como el teclado y la pantalla. Esto se entiende si pensamos que estos dispositivos son la comunicación principal entre el usuario y la máquina. Sin embargo, el corazón del sistema es realmente la unidad central de procesamiento o CPU.

El CPU es el control central o "cerebro" de la computadora. Sus funciones se pueden dividir en tres categorías:

1. - Unidad de Control. Esta unidad controla las señales eléctricas que pasan a través de la computadora. Realiza las funciones necesarias de coordinación: esto es, dirige y supervisa

FAI I A DE ORIGEN

la operación de todo el sistema.

2. - Unidad Aritmética y Lógica. En esta parte se realizan todas las operaciones lógicas y aritméticas.

3.- Memoria Principal. Esta unidad sirve de almacén temporal de información, ya sea que entre al sistema, o que sea producto de cálculos internos. Además, se usa para almacenar los programas de la computadora.

A la memoria principal comúnmente se le conoce con el nombre de memoria de acceso aleatorio o RAM (Random Access Memory). "Acceso aleatorio" significa que la computadora localiza directamente los programas y los datos que requiere y el tiempo de acceso en cada punto de la memoria es esencialmente el mismo. Mientras que algunos sistemas tienen una cantidad fija de RAM, muchos de ellos permiten su expansión para ajustarse a las necesidades del usuario. Además de otros adelantos, se han desarrollado tarjetas de memoria que permiten expandir las capacidades de la memoria RAM en unidades relativamente baratas.

Muchas de las computadoras personales originales tienen una RAM de 32k y 64k. La "K" significa kilobytes, en donde un "byte" son ocho bits. Aunque el prefijo "kilo" denota convencionalmente 1000, en la tecnología computacional representa realmente 2^{10} = 1024. Por tanto, "64K" significa que la computadora tiene espacio suficiente para almacenar 64 por 1024 por 8, o sea 524,288 bits de información. Como dato interesante, ésta es la capacidad original de las computadoras de la primera generación que

ocupaban habitaciones completas. Ya se venden computadoras personales con capacidades de 2M (2 Megabyte). Aunque probablemente esto vaya más allá de las necesidades de muchos usuarios, mucha memoria puede ser una ventaja definitiva para ciertas aplicaciones de ingeniería.

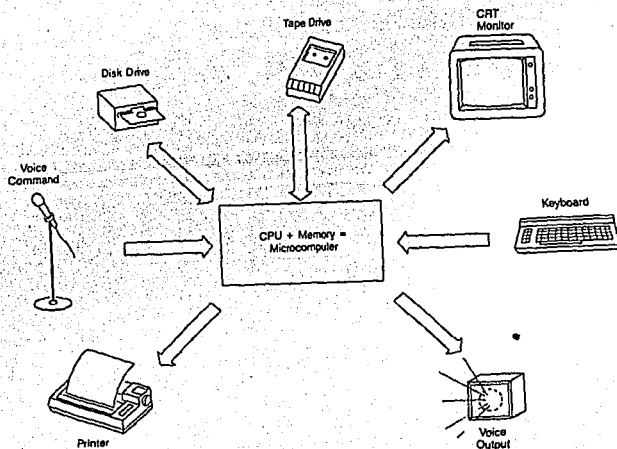


Figura 2.2

Esquema de los principales componentes de una computadora.

Aparte de la memoria RAM, existe otro tipo de memoria que merece reconocimiento. La Memoria Sólo de Lectura o ROM (Read Only Memory) se refiere a los programas para computadora que son tan comunes y se fabrican directamente en el hardware de la computadora. En este sentido, ROM es una combinación de software y hardware de tal manera que algunas veces se le llama firmware.

Las partes principales de una computadora se muestran en la figura 2.2. Aunque cada modelo tiene sus propios arreglos únicos, los componentes de esta ilustración se encuentran en la mayoría de las máquinas.

Una característica adicional en las microcomputadoras es la presencia de un reloj, cuya principal función es sincronizar las operaciones de la computadora. La potencia computacional de un microprocesador está relacionada con la frecuencia de ese reloj electrónico. La tendencia en microcomputadoras es hacia los relojes con frecuencias más altas, es decir, con más ciclos por segundo.

DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA

Aunque el CPU mismo, algunas veces se le hace referencia como "la computadora", es inútil sin algunos equipos periféricos que le permiten la comunicación con el mundo externo. Desde el punto de vista de un humano, los vehículos que permiten esta comunicación son los dispositivos de entrada y salida. El desarrollo de nuevos dispositivos cada año proporciona una

descripción completa de la tecnología disponible. Sin embargo, son tres tipos, y seguirán siendo, el equipo principal para interactuar con las computadoras personales; éstos incluyen un dispositivo para entrada - el teclado - y dos para la salida el monitor y la impresora.

Se denomina interfase al sistema Hardware - Software que permite la comunicación con un periférico determinado, es decir, el conjunto de circuitos (hardware) y programas (software) que se utiliza para establecer la comunicación

Las funciones que deberá realizar el sistema de interfase son:

- 1 .- Identificación de direcciones, a fin de establecer la conexión con el bus de datos y control cuando un acceso concreto de E/S sea seleccionado.
- 2 .- Interpretación de órdenes; en general las órdenes enviadas directamente al sistema E/S por el microprocesador se reducen a señales de escritura y lectura.
- 3 .- Adaptación física entre los dos sistemas, microprocesador y periféricos.
- 4 .- Temporización de la transferencia a fin de controlar el flujo de información entre sistemas en forma ordenada y eficaz.

TECLADOS

El teclado es el dispositivo principal de entrada en una computadora personal. La mayoría de los teclados se basan en el de una máquina de escribir convencional. Sin embargo, existen

otros formatos para algunas máquinas; por ejemplo, el teclado de la máquina de escribir convencional, el teclado QWERTY, se diseñó deliberadamente para retrasar la escritura. Esto se hizo porque el mecanismo inicial de las máquinas de escribir se dañaba si se escribía demasiado rápido. Se han desarrollado dos alternativas, el teclado simplificado DVORAK y el teclado simplificado Estadounidense, que reducen la cantidad de errores y aceleran la velocidad de 50 a 60%. Debido a que aún está por formarse un mercado fuerte para la demanda de estas innovaciones, son difíciles de obtener. Sin embargo, sus beneficios podrían tener un uso más amplio en el futuro. Los teclados QWERTY y DVORAK se muestran en la figura 2.3

Además de las configuraciones estándar, muchas computadoras personales incluyen teclas de funciones. Estas teclas ayudan al usuario a introducir un conjunto de instrucciones a la computadora presionando únicamente una tecla. La cantidad y posición de estas teclas varía de fabricante a fabricante. Finalmente, existen algunos otros factores que influyen en la facilidad de uso de los teclados. Por ejemplo, los teclados varían en golpe y espaciamiento. Además, algunos teclados son unidades separadas de la computadora y se pueden mover a conveniencia del usuario.

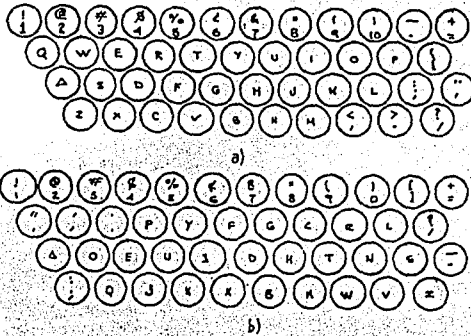


Figura 2.3

a) Teclado QWERTY, debido a la secuencia de letras en la esquina superior izquierda del teclado, y b) Teclado DVORAK.

MONITORES

El monitor es una unidad parecida a la televisión que le permite al usuario mostrar las entradas que envía a la computadora y las salidas que ésta exhibe. Existe otro dispositivo llamado unidad de pantalla de video, que es una combinación de teclado y de un monitor. El monitor más común, parecido a una televisión, es el tubo de rayos catódicos (TRC).

Sin embargo, ya existe la tecnología de la pantalla de cristal líquido (PCL). Las PCL tienen la ventaja de ser más pequeñas y de requerir menos energía que las TRC. En consecuencia, son preferidas para usarse en computadoras personales.

Los monitores de tipo MDA (Monochrome Display Adapter) se refiere a un adaptador de visualización monocromático, CGA (Color Graphics Adapter) a un adaptador gráfico a color, EGA (Enhanced Graphics Adapter) a un adaptador gráfico mejorado, VGA (Video Graphics Adapter) es la abreviatura de adaptador gráfico de video y un estándar actual de visualización de video es el SVGA (Super Video Graphics Adapter).

La resolución se refiere al número de puntos ó pixeles que se pueden visualizar en la pantalla. Se habla del número de pixeles en términos de la cantidad de puntos que cubren en la pantalla horizontal y verticalmente. Por ejemplo, un monitor típico VGA tiene una resolución de 640 pixeles en horizontal por 480 pixeles en vertical (640 X 480 = 307200 pixeles), en cambio las resoluciones del SVGA son de 800 X 600 pixeles y de 1024 X 768 pixeles.

Los tamaños de los monitores, como los televisores se miden en pulgadas. La dimensión de los monitores más comunes están en el rango de 14 a 16 pulgadas.

IMPRESORAS

Los monitores tienen tres desventajas principales: la salida no es permanente ni transportable y únicamente se puede mostrar una cantidad limitada de información a la vez, por lo que habrá ocasiones en que se requiera una impresora para generar un reporte o copia permanente de la salida.

Las impresoras se pueden clasificar de maneras diferentes.

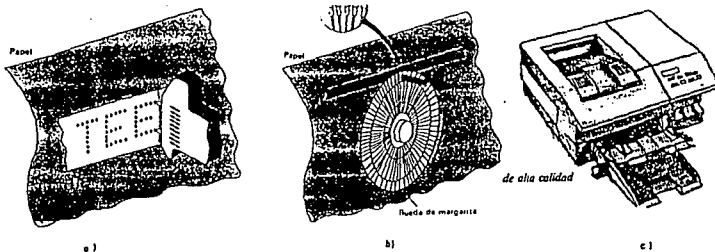
Un modo de hacerlo es de acuerdo con la posición que guardan los caracteres. Las impresoras de matriz de puntos combinan una serie de puntos para formar cada caracter, figura 2.4a. Por otro lado, los mecanismos de tipo continuo producen caracteres completos. Una rueda de margarita es un ejemplo de tipo continuo usado con las computadoras personales figura 2.4b. A causa de las imágenes que producen las matrices de punto son menos legibles que las que producen las de tipo continuo, estas últimas se prefieren a las primeras, especialmente cuando se requiere una impresión "de alta calidad".

Otra clasificación de las impresoras es por la forma en que la impresión se transfiere a la página. Las impresoras de impacto imprimen los caracteres golpeando el tipo contra una cinta con tinta que presiona la imagen en el papel. La máquina de escribir convencional es de esta clase. Las impresoras que no son de impacto no implican contacto físico, sino que transfieren la imagen al papel por medio de tinta en aerosol, calor, cerografía o laser. Aunque existen algunas excepciones, las impresoras que no son de impacto son, en general, más silenciosas, más rápidas y más baratas que las de impacto, debido a que tienen menos partes móviles. Sin embargo, debido a que la mayoría de las impresoras que no son de impacto emplean tinta y mecanismos de matriz de puntos, con frecuencia producen impresiones de menor calidad que una impresora de tipo continuo y de impacto.

IMPRESORAS LASER Y PLOTTERS

Las impresoras laser producen los materiales impresos de mayor calidad y resolución y su funcionamiento se apoya en la tecnología asociada con las fotocopadoras. En el mundo de las impresoras laser, se encuentran dos tipos básicos de unidades: impresoras laser PCL y PostScript. PCL y PostScript son los nombres de los lenguajes de control de la impresora, siendo las impresoras laser PostScript más flexibles que las unidades guiadas por PCL. Por otra parte, las impresoras graficadoras (Plotters) permiten la impresión de planos.

Las impresoras laser han cambiado radicalmente los negocios de diseño, tipografía y producción de impresos, debido a su alta calidad y reproducción de color. Una característica adicional de estas impresoras es que son extremadamente silenciosas.



La figura 2.4 ilustra los mecanismos que utilizan las impresoras
 a) Matriz de puntos b) Mecanismo de tipo continuo conocido como
 "rueda de margarita" c) Impresora laser.

MEMORIA EXTERNA

Puesto que el contenido en memoria principal del CPU se pierde al apagar la computadora, se requieren algunos medios de almacenamiento de programas o de datos para uso posterior. Esto se lleva a cabo almacenando la información en medios de memoria externa, como los discos magnéticos. Dos de los medios más comunes para microcomputadoras son los discos flexibles y los discos duros.

Los discos flexibles, a los cuales también se les llama Diskettes están hechos de un plástico suave que se puede magnetizar, figura 2.5. Los datos se almacenan en el disco como puntos magnetizados en pistas concéntricas. Cuanto mayor sea el número de pistas por pulgada o densidad del disco, mayor cantidad de información se podrá almacenar. Los discos flexibles vienen en tamaños estándar de 3½, 5½ y 8 pulgadas. Los discos flexibles requieren formateo en un determinado sistema, y un disco formateado en un sistema puede no ser compatible en otro. Se debe tener cuidado al manejarlos, ya que con el tiempo se necesitan cambiar. Se debe tener copias de todos los discos más importantes para prevenir una pérdida en caso de daño.

Durante años, los discos se han usado como medios de almacenamiento secundario en supercomputadoras. Recientemente, los discos duros y las unidades de discos se han fabricado para usarse en algunas computadoras personales. Estos discos tienen ventajas, incluyendo mayor confiabilidad, mayor almacenamiento y

tiempos de acceso más rápidos. Sin embargo, generalmente son más caros que los diskettes. Además, el tipo más común, llamado disco Winchester o Winnie", está guardado permanentemente en su manejador y no tiene la portabilidad de un disco flexible.

La importancia del almacenamiento secundario, estriba en que algunas microcomputadoras están limitadas en velocidad y en capacidad en sus dispositivos de almacenamiento en disco. La velocidad de cálculo y la capacidad en memoria principal de muchas microcomputadoras son más que adecuadas para las necesidades de la mayoría de los usuarios. Sin embargo, con un disco Winchester, la microcomputadora se eleva a un plano superior. Con un disco duro, la máquina es capaz de almacenar una base de datos y de llevar a cabo algunas aplicaciones mayores usadas en la ingeniería.

CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) proporciona el almacenamiento de grandes cantidades de información, aunque ésta es una tecnología relativamente nueva, hay cientos de títulos CD-ROM disponibles. La innovación más reciente en las tecnologías CD es una alternativa que permite interactuar completamente con las páginas e información almacenada, limitado únicamente por la velocidad de la microcomputadora y por el tiempo de acceso de las unidades CD-I (Compact Disc Interactive).

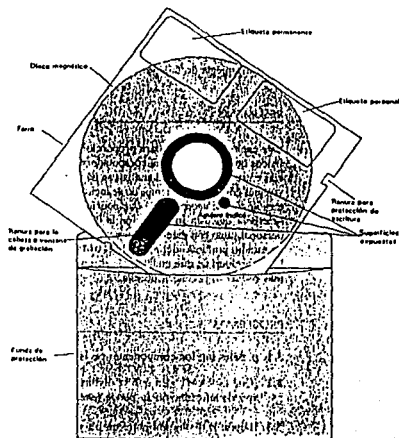


Figura 2.5 Disco flexible.

SOFTWARE

A las instrucciones o programas para dirigir a la computadora en una tarea específica se le llama Software. Para usar efectivamente una computadora, los ingenieros requieren una amplia variedad de software, que generalmente se puede dividir en tres grandes categorías: el hecho en casa, el genérico y el software específico.

SOFTWARE HECHO EN CASA

Hace casi 20 años, el profesor John Kemeny, uno de los creadores del lenguaje para computadoras BASIC, dijo que "conocer el uso de la computadora será tan importante como leer y escribir". Hoy día, a la luz de la que parece ser la revolución de la microelectrónica, las palabras de Kemeny suenan proféticas.

Cada vez es más evidente, que la práctica en cualquier área y en particular en la ingeniería debe estar más unida al avance de la computación.

En un contexto social amplio, la capacidad de cómputo se puede definir como una habilidad para conocer aplicaciones en donde son apropiadas las computadoras y usarlas en tales aplicaciones. Recordemos que los ingenieros con habilidades de cómputo deben tener también capacidad de realizar programas que resuelvan los problemas en al menos un lenguaje de computación. Aunque muchos ingenieros emplearan programas empaquetados o "enlatados" para algunas porciones más importantes de su trabajo, la habilidad de escribir sus propios programas caseros tiene varias ventajas.

En primer lugar, no importa cuántos programas comerciales existan, siempre habrá problemas que inevitablemente requerirán programas a la medida. En muchos de estos casos, los ingenieros deben ser capaces de desarrollar software para problemas específicos con el fin de satisfacer sus necesidades inmediatas. En segundo lugar, uno de los temores realmente justificables se relaciona con la extensa aplicación del software comercial, ya que los usuarios lo tratarán como una "caja negra". Esto es, aplicarán el software que tendrá poca relación con su trabajo interno, con sutilezas y limitaciones. Los ingenieros diestros en computación probablemente sean críticos en el diseño de software de otros y sean poco objetivos en el software comercial y en sus

posibles limitaciones.

Finalmente, aunque algún paquete innovador de software de ingeniería del futuro será hecho para programadores profesionales, indudablemente se generará un campo más de la profesión misma.

En su excelente libro, *The Beginner's Guide to Computers* (1982) (Guía para el principiante en computadoras) Bradbeer, DeBono y Laurie hacen la analogía de que el estado actual del software para computadoras es similar al de la literatura cuando Gutenberg y Caxton desarrollaron la primera imprenta en el siglo XV. Antes de ese tiempo, los libros eran de uso exclusivo de un grupo selecto de clérigos y nobles. La vasta mayoría del pueblo jamás había visto un libro. Después de la invención de la imprenta, la situación cambió y los libros empezaron a difundirse en toda la sociedad. Un siglo más tarde, Shakespeare escribió *Hamlet*.

Análogamente, la evolución microelectrónica representa un salto en las capacidades de la computadora; es posible que en algún tiempo, en un futuro no muy lejano, los Shakespeares del software crearán sus obras maestras.

SOFTWARE GENÉRICO

Existen ciertas aplicaciones de la computadora que son tan generales que se pueden mantener en una gran variedad de problemas. En vez de crear un nuevo programa, cada vez que se

requiere una de estas aplicaciones se dispone de paquetes de software genérico para la implantación de estas tareas. Los ejemplos primarios son los paquetes procesadores de palabras que están disponibles para la creación y edición de textos. La utilidad de estos paquetes no depende necesariamente del problema al que se deban aplicar, por lo que se les clasifica como herramientas generales.

Se diseñan paquetes matemáticos y paquetes de gráficas para llevar a cabo cálculos y producir representaciones visuales de la información. Las hojas electrónicas son un tipo especial de software matemático que le permite al usuario introducir y realizar cálculos sobre datos ordenados en columnas y renglones. Como tales, son una versión computarizada de una gran pieza de papel u hoja de trabajo en la que se incluyen cálculos que se pueden mostrar o imprimir. Debido a que los cálculos completos se actualizan cada vez que algún número de la hoja se cambia, las hojas electrónicas son ideales para análisis a futuro. Los sistemas manejadores de bases de datos se emplean para almacenar y manejar grandes cantidades de datos eficientemente. El teleprocesamiento permite a los usuarios comunicarse con otras computadoras. El software integrado se refiere a los paquetes que combinan funciones, tales como procesamiento de palabras, gráficas y hojas electrónicas.

Aunque las hojas electrónicas, los sistemas manejadores de bases de datos y el teleproceso se desarrollaron con propósitos

FALLA DE ORIGEN

de negocios numéricos y el software para estadística se pueden aplicar a otros campos.

Se debe notar que las versiones específicas de todos los paquetes se pueden enfocar hacia las necesidades particulares de cualquier profesión. Por ejemplo, la mayor parte del software de procesamiento de palabras no está diseñado para el manejo simple de símbolos y fórmulas matemáticas. Por tanto, un paquete de procesamiento de palabras enfocado a la ingeniería y a las ciencias debería desarrollar trazos específicos como requisito de la ingeniería. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el software genérico es lo suficientemente flexible para aplicarse efectivamente en diversas situaciones.

SOFTWARE ESPECIFICO PARA LA INGENIERIA

Aunque hay una gran cantidad de áreas a las que se les debe dar el tratamiento de software genérico, existen muchas otras aplicaciones de la ingeniería que requieren programas hechos por conocedores. Algunos de estos programas serán tan específicos que estarán limitados a la solución de un sólo problema. Sin embargo, otros serán similares en espíritu al software genérico analizado en la sección anterior en el sentido de que se pueden aplicar ampliamente.

CAPITULO 3 INFORMATICA

El desarrollo alcanzado hoy por las organizaciones demanda gran cantidad de información. Por otra parte, las empresas de nuestros días están obligadas a tomar decisiones cada vez más precisas y con mayor rapidez. La informática enfrenta estos problemas y los relaciona, estudiando el mejor modo de proporcionar la información necesaria para la toma de decisiones. Para lograr estas metas, la informática estudia el diseño y la utilización de equipos, sistemas y procedimientos que permitan captar y tratar los datos adecuados a fin de obtener información útil para la toma de decisiones. En la actualidad, los responsables de tomar decisiones muchas veces cuentan con información inadecuada para sus fines; generalmente esta información resulta superflua, incompleta, poco clara, demasiado voluminosa o se recibe demasiado tarde para que sea útil. Se le ha definido como la disciplina que incluye las diversas técnicas y actividades relacionadas con el tratamiento lógico y automático de la información, en cuanto ésta es soporte de conocimiento y comunicación humana. También se le considera como un conjunto de técnicas, procedimientos y políticas que rigen el desarrollo de sistemas de información.

Requiere de:

1. - Técnicas o conjunto de herramientas que se utilizan para procesar la información.

FALLA DE ORIGEN

2. - Procedimientos o procesos para transformar la información en elemento útil.

3. - Políticas que rijan el uso de la información.

La informática ha revolucionado los métodos empleados por muchos años en la industria y la administración gubernamental. La idea de emplear a una persona de mucha experiencia, intuición e inteligencia para ocupar puestos ejecutivos ha quedado obsoleta. Si estos ejecutivos fueran capaces de guardar en su memoria la información que requieren, no necesitarían de la informática. Puesto que la memoria del hombre es limitada y las organizaciones modernas presentan un vasto crecimiento de tamaño, complejidad y diversidad de operaciones, se ha requerido un enfoque sistemático.

INFORMACION Y DATOS

Es importante aclarar la diferencia entre información y datos. Aunque se utilizan estos términos como sinónimos, existe una importante diferencia entre estos dos conceptos desde el punto de vista de la informática.

Podemos considerar los datos como los insumos o resultados de un fenómeno, es decir, se trata de magnitudes, cifras o relaciones por introducir o derivar de la operación de un sistema. Los datos también pueden ser no numéricos; por ejemplo hechos, principios, etc. Otro concepto de datos es el que los trata como elementos susceptibles de observación directa o de componentes elementales

indivisibles de la información. La diferencia básica entre datos e información consiste en que los datos no son útiles o significativos como tales, sino hasta que son procesados y convertidos en una forma útil llamada información. En la figura 3.1 se muestra la relación que se establece entre datos e información a través de un proceso. El conjunto esquematiza un sistema de información.

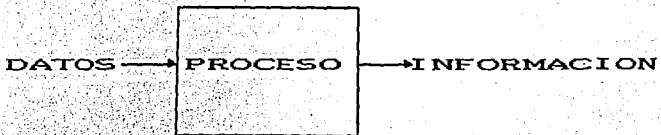


Figura 3.1 Sistema de información.

Se puede considerar que la información es el conocimiento derivado del análisis de los datos. Es necesario hacer notar que la información obtenida en un proceso determinado puede servir como dato para otro. Para situar estos datos en un cierto orden y dar resultados comprensibles, es necesario efectuar una o varias operaciones básicas dentro de un sistema de procesamiento de datos.

Las operaciones a las cuales nos referimos son las siguientes:

1. - Captación. Es el registro de datos hecho a partir de un evento o acontecimiento.
2. - Verificación. Es la comprobación o validación de los datos con el fin de asegurarnos que fueron obtenidos en forma correcta.
3. - Clasificación. Coloca los datos en categorías específicas que tienen un sentido para el usuario.
4. - Ordenación. Mediante esta operación los datos se colocan en una secuencia específica predeterminada.
5. - Sumarización. Es la combinación de los datos, principalmente de dos formas: la primera se refiere a la acumulación en sentido matemático (cálculo de totales); la segunda reduce los datos en un sentido lógico de acuerdo a una clave o cantidad (selecciona aquellos datos que tienen una característica en común).
6. - Cálculo. Se refiere a la vinculación de operaciones aritméticas y lógicas de datos.
7. - Almacenamiento. Los datos se guardan en dispositivos como pueden ser: el papel, microfilm, los dispositivos magnéticos, etc. donde se pueden tener disponibles y ser consultados cuando se requieran.
8. - Recuperación. Esta operación implica buscar y obtener el acceso a datos específicos y tomarlos del dispositivo en que se encuentran almacenados.
9. - Reproducción. Se refiere a la copia de los datos de un dispositivo a otro, o cambiar su ubicación dentro de uno de

ellos, ya sea para procesamientos posteriores o por razones de seguridad.

10. - Distribución / Comunicación. Mediante esta operación se transfieren los datos de un lugar a otro.

CICLO VITAL DE LOS DATOS

El ciclo vital de los datos se refiere al proceso a que están sujetos los mismos para proporcionar determinada información requerida para la toma de una decisión o una acción. Cada información, obtenida del procesamiento de datos, es a la vez el elemento de entrada al sistema de información. Este ciclo se logra a través de la "retroalimentación" del sistema.

FASES DE LA INFORMACION

Al igual que los datos, la información integra un ciclo por medio de la retroalimentación. Y en cada proceso de información (considerada como dato de entrada), en que puede estar sujeta a una o más operaciones, ésta recorre tres fases involucradas en el proceso: a) Observación, b) Acumulación y c) Recuperación.

Hasta antes de 1948 en que Claude E. Shannon publicó su libro "A Mathematical Theory of Communication" (Una teoría matemática de la comunicación), la ingeniería de comunicaciones tenía como objetivo reconstruir en el extremo receptor del sistema de comunicación, la señal tan fielmente como había sido enviada por el transmisor. En la teoría moderna de las comunicaciones (que nace con las ideas de Shannon) más que

reconstruir lo más exacta posible la señal transmitida, se busca recuperar la información que contiene. Así por ejemplo, supóngase que la señal que sale del transmisor sea de la forma como se muestra en la figura 3.2a y en la recepción se puede aceptar tener la señal como en la figura 3.2b, que como se observa difiere bastante de la forma de onda de la señal transmitida y sin embargo, aún puede ser suficientemente buena para permitir recuperar la información que contiene.

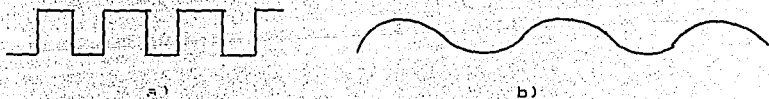


Figura 3.2 a) Señal transmitida y b) Señal recibida.

¿Pero que distinción hay entre la información y la señal por medio de la cual se transmite de un punto a otro? Contestaremos esta cuestión con el siguiente ejemplo.

Supóngase que escribimos con un gis la palabra "pan" sobre el pizarrón. ¿Qué hemos puesto en realidad "gis" o "pan" sobre el pizarrón?

Para la ingeniería de comunicación clásica ahí se ha puesto *gis*. Desde el punto de vista semántico hemos puesto una palabra cuyo significado es un comestible y para la teoría moderna de comunicación hemos puesto tres símbolos P, A y N. La información en este caso está asociada con la probabilidad que tiene cada uno de los símbolos de ser generados por la fuente de información, en tanto que la señal sería la gráfica con *gis* de esos símbolos.

Con el estudio de este problema nace lo que conocemos como Teoría de la Información una rama de la teoría de las comunicaciones que trata de los siguientes conceptos: a) La medida de la información, b) La capacidad del canal de comunicación y c) La codificación.

Estos conceptos se engloban en el teorema fundamental de la teoría de la información que dice:

"Dada una fuente de información y un canal de comunicación, existe una técnica de codificación tal que la información puede transmitirse sobre el canal a cualquier velocidad menor que la capacidad del canal y con una frecuencia arbitrariamente pequeña de errores a despecho de la presencia de ruido"

Lo sorprendente de este teorema es el postulado de la transmisión de información libre de errores sobre un canal ruidoso con el uso de una codificación apropiada.

MEDIDA DE LA INFORMACION

Información es algo que reduce nuestro grado de incertidumbre sobre una situación. El recibir información en la forma de un mensaje implica que tenemos incertidumbre antes de que recibamos el mensaje. De acuerdo con lo anterior, una medida del contenido de información está basada en la cantidad de incertidumbre que es removida en el receptor del mensaje.

Consideremos que recibimos un mensaje sobre la ocurrencia de un evento acerca del cual teníamos poca duda que ocurriera. En estas condiciones la información que nos proporciona el mensaje es poca porque poca es la incertidumbre que ha removido en nosotros. En cambio si teníamos un alto grado de incertidumbre sobre la ocurrencia del evento, el mensaje notificándonos que ha ocurrido, tendrá una gran cantidad de información. Como se ve, la medida de la información envuelve probabilidades. Mensajes de eventos de alta probabilidad de ocurrencia llevan poca cantidad de información, en cambio mensajes de eventos poco probables llevan gran cantidad de información.

Consideremos el siguiente caso:

Si el servicio de noticias de una radiodifusora nos transmite el mensaje de que el día de ayer fue cálido en Acapulco, la información que nos proporciona es poca puesto que la probabilidad de que los días sean cálidos en Acapulco es muy grande. En cambio si el mensaje es de que nevó en Acapulco, lleva gran cantidad de información porque la probabilidad de que neve

FALLA DE CRISIS

en esa playa es sumamente pequeña.

Como se ve del caso anterior la medida de la información de un mensaje está relacionada de forma inversa a la probabilidad de ocurrencia del evento.

CAPACIDAD DEL CANAL

Cuando no hay ruido presente en el canal de comunicación las señales transmitida y recibida, son de la misma forma y tienen la misma entropía, pero si hay ruido presente las entropías difieren. Las características principales del canal incluyen:

- a) Ancho de banda.
- b) Tipo de ruido presente.
- c) Cualquier limitación en la forma de la señal, como potencia promedio limitada.

La capacidad de un canal telefónico de ancho de banda de 3 Khz, cuya relación de la potencia de la señal a la potencia del ruido es aproximadamente 30 dB, se tiene una capacidad teórica para transmitir información de 30,000 bits/seg.

CODIFICACION

La codificación es la conversión de un conjunto de símbolos en otro conjunto de símbolos diferente con algún objetivo definido. En ingeniería de comunicaciones los objetivos de la codificación son:

- a) Hacer adecuados los símbolos del lenguaje para su transmisión por medio de señales eléctricas digitales.
- b) Para detectar y corregir los errores en la transmisión debidos a la distorsión y al ruido en el canal.
- c) Para igualar la entropía de la fuente a la capacidad del canal con el fin de hacer máximo el flujo de información.

CODIGOS PARA TRANSMISION

Los códigos más usuales para hacer adecuados los símbolos del lenguaje para su transmisión son el código Baudot y el código ASCII. Además de éstos y con aplicación más especial están el código BCD, el código Hollerith y algunos más. Se considera que actualmente hay en uso más de 60 códigos de transmisión.

CODIGO BAUDOT.

Es el código más ampliamente usado hasta ahora en todo el mundo. El código Baudot figura 3.3 utiliza 5 bits para representar cada carácter. Con él se pueden codificar 32 símbolos diferentes, lo cual es insuficiente para representar las letras del alfabeto, los números y los signos especiales.

CARACTER		SEÑALES DEL CODIGO				
LETRAS	SÍMBOLOS	1	2	3	4	5
A	-	.	.	.	.	.
B	?	.	.	.	.	.
C	:	.	.	.	.	.
D	\$	.	.	.	.	.
E	3	.	.	.	.	.
F	!	.	.	.	.	.
G	€	.	.	.	.	.
H	#	.	.	.	.	.
I	8	.	.	.	.	.
J	'	.	.	.	.	.
K	(	.	.	.	.	.
L	)	.	.	.	.	.
M	»	.	.	.	.	.
N	,	.	.	.	.	.
O	9	.	.	.	.	.
P	0	.	.	.	.	.
Q	1	.	.	.	.	.
R	4	.	.	.	.	.
S	BELL	.	.	.	.	.
T	5	.	.	.	.	.
U	7	.	.	.	.	.
V	;	.	.	.	.	.
W	2	.	.	.	.	.
X	/	.	.	.	.	.
Y	6	.	.	.	.	.
Z	"	.	.	.	.	.
Cambio a Letras.		.	.	.	.	.
Cambio a Símbolos.		.	.	.	.	.
Espacio.		.	.	.	.	.
Retorno.		.	.	.	.	.
Alimentación de línea.		.	.	.	.	.
Espacio en blanco.		.	.	.	.	.

Figura 3.3 Código Baudot.

Presencia de "." indica marca.

Ausencia de "." indica espacio.

Para hacer más amplio este código se utilizan dos caracteres para indicar "cambio a letras" y "cambio a figuras". Así, el

receptor interpreta todos los caracteres del que vienen después del carácter "cambio a letras" como letras, y las que vienen después del "cambio a figuras" como números, puntuaciones y otros símbolos. Por ésto, cada configuración de 5 bits del código Baudot representa dos símbolos o caracteres. Por ejemplo la combinación de bits:

10000 representa la letra "E" o el número "3" dependiendo de cual carácter "cambio a letra" o "cambio a figuras" haya sido previamente transmitido.

Con la configuración anterior el número de combinaciones posibles del código Baudot es de 56 combinaciones utilizables para representar símbolos de información.

El código Baudot se utiliza en la Telegrafía y Telex (teleprinter exchange) principalmente.

CODIGO ASCII

El código Baudot tiene dos desventajas principales: muy pocas combinaciones (56) y carencia de un modelo secuencial lógico debido a lo arbitrario de las combinaciones para representar cada símbolo.

Por estas razones este código tiende a ser reemplazado por otros más flexibles y de estructura lógica, lo que facilita más la labor de la computadora. Entre estos códigos destaca el ASCII (American Standard Code for Information Interchange) que está diseñado especialmente para el intercambio general de información.

entre sistemas procesadores de información, sistemas de comunicación y equipo terminal de datos. Hoy, casi todos los aparatos de comunicación con computadoras usan este código o alguna variante de él.

El código ASCII figura 3.4 emplea 7 bits para representar cada símbolo lo que da un total de 128 combinaciones posibles. Usualmente se agrega un octavo bit para comprobar paridad con el fin de detectar errores, por ejemplo, para representar la letra "E" y el número "5" en este código:

1 0 0 0 1 0 1 = "E" y 0 1 1 0 1 0 1 = "5", donde el bit de la derecha es el menos significativo.

BIT POSITIONS:							0	0	0	0	1	1	1	1
6	_____						0	0	1	1	0	0	1	1
5	_____						0	1	0	1	0	1	0	1
4	_____													
3	_____													
2	_____													
1	_____													
0	_____													
0	0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	p		
0	0	0	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q			
0	0	1	0	STX	DC2	"	2	B	R	b	r			
0	0	1	1	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s			
0	1	0	0	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t			
0	1	0	1	ENQ	MAX	%	5	E	U	e	u			
0	1	1	0	ACK	SYN	&	6	F	V	v				
0	1	1	1	BEL	ETB	'	7	G	W	w				
1	0	0	0	BS	CAN	(	8	H	X	h	x		
1	0	0	1	HT	EM	)	9	I	Y	i	y		
1	0	1	0	LF	SUB	:	:	J	Z	j	z			
1	0	1	1	VT	ESC	+	:	K	[	k	[
1	1	0	0	FF	FS	<	<	L	]	l]			
1	1	0	1	CR	GS	=	=	M	^	m	^			
1	1	1	0	SO	RS	>	>	N	^	n	^			
1	1	1	1	SI	US	/	?	O	~	o	DEL			

Figura 3.4 Código ASCII.

CODIGO BCD

En el código BCD (Binary Coded Decimal) cada dígito decimal se representa por un número binario. Para representar los diez dígitos decimales se necesitan 4 bits, dado que con 3 bits sólo se pueden tener 8 combinaciones posibles.

La forma más sencilla del código BCD es el llamado BCD 8421 cuya representación se muestra en la figura 3.5. Por ejemplo convertir el número decimal 1995 a BCD.

El número $1995_{10} = 0001\ 1001\ 1001\ 0101_{BCD}$.

DIGITO DECIMAL	B I N A R I O			
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Figura 3.5 Código BCD.

Hay algunas variantes del código BCD, tales como el código BCD a exceso 3 que utiliza las diez combinaciones centrales de las 16 que pueden obtenerse con 4 bits. Cada carácter representado por este código es el equivalente del número decimal representado en binario más tres.

corrección del mismo se hace por la repetición en el transmisor del bloque de bits por indicación previa del receptor de que ha habido error. Esta es la forma usada por la mayoría de los sistemas de transmisión de datos para corregir el error. Otro método de corregir el error una vez detectado, es agregar suficiente redundancia a los mensajes transmitidos para permitir que el propio receptor haga la tarea de corrección sin recurrir a la repetición del mensaje.

SISTEMA DE TRANSMISION

El sistema de transmisión de datos también llamado teleproceso tiene por objeto el movimiento de información codificada de un lugar a otro por medio de señales eléctricas.

Los componentes básicos de un sistema de teleproceso terminal - computadora son: a) Terminal, b) Modem, c) Canal de comunicación y d) Centro de procesamiento de datos

La terminal que está en un lugar remoto de la computadora, convierte los mensajes que le introduce el usuario por medio del teclado figura 3.7 en diferentes combinaciones de pulsos y no pulsos de corriente, según un código determinado con el cual está diseñada para operar.

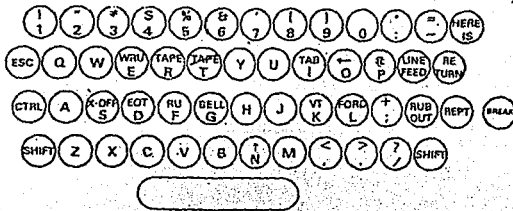


Figura 3.7 Teclado de una terminal.

La terminal y el medio de comunicación (usualmente una línea telefónica) son incompatibles en cuanto a la señal eléctrica que operan, ya que mientras la señal de la terminal es digital, la línea de comunicación está diseñada para la transmisión de señales analógicas. Este problema de incompatibilidad lo resuelve el aparato llamado Modem (Modulador - Demodulador) también conocido como DATA SET, convirtiendo las señales digitales en analógicas por medio de un proceso de modulación como lo muestra la figura 3.8.

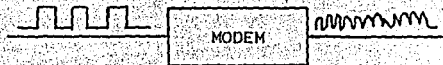


Figura 3.8 Modulador - Demodulador.

El medio de comunicación urbano es una línea telefónica del lugar en que está situada la terminal a la estación de transmisión de microondas y es un canal de microondas de una

ciudad a otra, en la cual está el centro de procesamiento de datos. En este sitio se tiene otro modem que convierte la señal; de transmisión analógica a su forma digital para entregarla al centro de procesamiento.

El mismo proceso citado de terminal a computadora ocurrirá de computadora a terminal cuando han sido procesados los datos.

TIPOS DE SISTEMAS DE TELEPROCESO

El sistema puede ser en línea (On Line) y fuera de línea (Off Line). En el primero los datos van directamente a la computadora, siendo la computadora la que controla la transmisión de datos.

En el sistema fuera de línea, los datos de comunicación no van directamente hacia dentro de la computadora, sino que son almacenados en dispositivos de memoria como cinta magnética, disco, cinta de papel perforada, o tarjeta perforada, para procesamiento posterior.

El sistema en línea se dice que trabaja en tiempo real, si el tiempo de respuesta de la computadora a la terminal es suficientemente rápida para dar la impresión al usuario de que la computadora lo está atendiendo únicamente a él. En forma más general en un sistema en tiempo real, la computadora controla un proceso recibiendo los datos que emergen de él, procesándolos y tomando acciones o retornando resultados en un tiempo suficientemente corto como para afectar el funcionamiento del proceso.

El tiempo de respuesta del sistema se considera como el intervalo de tiempo comprendido en el instante en que el operador oprime la última tecla del mensaje y el instante en que aparece el primer símbolo de la respuesta.

SISTEMA DE TIEMPO COMPARTIDO

En estos sistemas varios usuarios utilizan la computadora al mismo tiempo. Cada uno de ellos posee una terminal con operación manual enlazada al centro de cómputo. Cuando hay pausa en el procesamiento de un usuario, la computadora conmuta su atención a otro usuario.

MODOS DE TRANSMISION

La transmisión de datos puede ser síncrona o asíncrona. En la transmisión síncrona se envía un bloque de caracteres a un tiempo, siendo necesario que la terminal receptora y la transmisora estén en fase durante el tiempo de la transmisión del bloque. La longitud normal de cada bloque es de 80 caracteres (debido al uso de tarjetas perforadas). La terminal receptora comprueba si el bloque recibido no tiene error por el método de comprobación de paridad vertical y horizontal.

Para establecer la sincronización, el modem envía caracteres de sincronía al receptor al comienzo de la transmisión. La sincronización de la terminal transmisora y de terminal receptora es controlada por osciladores. La señal de reloj o base de los

osciladores es proporcionada por el modem.

En la transmisión asíncrona, también llamada de arranque - parada se envía un sólo carácter a un tiempo. La transmisión de cada carácter se inicia con un pulso binario de arranque y termina con un pulso binario de parada.

TRANSMISION FULL DUPLEX, HALF DUPLEX Y SIMPLEX

En el modo de transmisión Simplex, la información fluye en una sólo dirección en cualquier tiempo.

En el modo de transmisión Half Duplex la información fluye en ambas direcciones del enlace pero no simultáneamente.

En el modo Full Duplex la información fluye en ambas direcciones simultáneamente.

Los modos Half Duplex y Full Duplex son los que se emplean en transmisión de datos porque es necesario tener flujo de información en ambas direcciones, aunque no siempre sea indispensable. Señales de datos van en una dirección y señales de control van en dirección contraria (aunque no siempre simultáneamente) para indicar que los mensajes han sido recibidos correctamente o que habiendo detectado error, es necesario retransmitirlos.

La transmisión simultánea en las dos direcciones puede realizarse en un enlace de 4 hilos o bien en uno de 2 hilos empleando una banda de frecuencia para transmisión en una dirección y otra banda para la dirección contraria.

Las velocidades en las dos direcciones no son iguales. Por ejemplo algunos modems de 1200 bits/seg tienen una trayectoria de retorno a velocidad de 75 bits/seg; o modems de 3600 bits/seg transmiten a esta velocidad en una dirección y reciben señales de control a velocidad de 150 bits/seg simultáneamente.

LINEAS DE COMUNICACION

Uno de los factores más importantes en la línea de comunicación, es su velocidad de transmisión. Esta varía de 50 bits/seg hasta alrededor de 500,000 bits/seg. Considerando su velocidad de transmisión, las líneas caen dentro de tres categorías: a) Grado de Subvoz, b) Grado de Voz y c) Banda Ancha.

Grado de Subvoz. - Las señales de grado subvoz transmiten a velocidades de 45 a 150 bits/seg y son propias para la transmisión de señales de telegrafía y sistemas similares.

Grado de Voz. - Las líneas de grado de voz están diseñadas para la transmisión de señales de voz telefónicas en la banda de 300 a 3400 Hz. Estas líneas operan a velocidades de 600 a 9600 bits/seg. En México la velocidad normal en estas líneas es de 600 a 9600 bits/seg, aunque hay ya enlaces de 2400 y hasta algunos de 4800 bits/seg.

Banda Ancha. - Las líneas de banda ancha trabajan a velocidades mucho más altas que la del canal de voz, por ejemplo un canal de grupo de 12 canales telefónicos puede transmitir alrededor de 50,000 bits/seg.

LINEAS PRIVADAS Y CONMUTADAS

La transmisión de datos puede ser sobre línea privada o línea pública conmutada. La primera es una línea telefónica que se arrenda a la compañía de Teléfonos de México, S.A. de C.V., para uso exclusivo del arrendador. La línea privada no es conectada a los aparatos de señalización de la compañía ni al sistema de conmutación.

La línea conmutada está sujeta a la señalización del sistema y a su engranaje de conmutación. El ancho de banda disponible para datos, de esta línea, es menor que la privada dado que se reservan ciertas frecuencias para señalización.

La línea privada es menos perturbada por el ruido y la distorsión que la línea conmutada, ya que no está sujeta, en el mismo grado, al ruido de impulso que surge del mecanismo de conmutación. Además, la línea privada puede ser acondicionada, es decir, igualada para compensar la distorsión en amplitud y en fase. Esta operación no puede hacerse con la línea conmutada, ya que cada vez que se utilice para hacer una transmisión de datos, la línea será generalmente diferente.

La selección entre una línea privada y línea conmutada para la transmisión de datos dependerá fuertemente del tiempo de utilización. Si en las 24 horas del día se usa la línea un tiempo muy reducido es probable que el canal adecuado sea la línea pública conmutada.

La velocidad normal en líneas conmutadas es de 1200

bits/seg, mientras que en línea privada la velocidad de transmisión usual es de 2400 bits/seg.

ENLACE PUNTO A PUNTO Y MULTIPUNTO

El enlace en la línea de comunicación puede ser punto a punto o multipunto. En el enlace punto a punto una línea de comunicación sirve para enlazar el centro de cómputo con una terminal remota. Mientras que el enlace multipunto una sola línea de comunicación es el medio de transmisión entre el centro de procesamiento de datos y varias terminales localizadas en diferentes lugares. Este sistema puede ser adecuado cuando la distancia entre el lugar donde está la computadora y los lugares en donde están las terminales sea demasiado grande. En estos casos, el costo de la renta de la línea de comunicación es un factor de primera importancia en el diseño de la red de transmisión de datos.

EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

En el centro de cómputo electrónico el modem no se conecta directamente a la unidad de procesamiento central (CPU), sino a un aparato generalmente llamado controlador de comunicaciones.

Esto es así, porque el modem y el CPU no trabajan en el mismo código (no entienden el mismo lenguaje) ni tienen la misma interfase. Además hay entre ambas unidades una incompatibilidad de velocidades debido a que mientras el modem trabaja a 2400

bits/seg, 4800 bits/seg o a lo más 9600 bits/seg; la unidad de cómputo central opera a más de 50,000 bits/seg.

La unidad de acoplamiento entre el CPU y el modem es el controlador de comunicaciones, que en base a un programa (software) o funciones de circuitería diseñados especialmente (hardware) realiza toda la operación desde y hacia las terminales. De este modo libera a la computadora central de esta función con lo cual le permite aprovechar su capacidad en otras labores importantes de procesamiento de datos.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

¿Qué es la inteligencia artificial? Aunque la mayoría de intentos para definir con precisión los complejos y amplios términos usados han sido vanos, es útil esbozar al menos una frontera aproximada alrededor del concepto para proporcionar una perspectiva en la discusión que seguirá. Para ello se propone la siguiente definición, que no está en absoluto aceptada universalmente: Inteligencia Artificial (I.A.) es el estudio de cómo lograr que las computadoras hagan cosas que, por el momento, las personas hacen mejor. Esta definición es, naturalmente, algo efímera debido a que hace referencia al estado actual de la ciencia de las computadoras. Sin embargo, la rapidez con que puede variar el significado de esta definición no es en absoluto tanta como pudiera pensarse. De hecho, la constatación de lo lento que es el progreso hacia computadoras que puedan sustituir a las personas en tareas difíciles fue uno de los primeros resultados que surgieron de la inteligencia artificial experimental. En los primeros días de la especialidad (hacia 1960), los expertos predijeron un progreso mucho más rápido del que ha acontecido desde entonces. Así pues, por lo menos en los años próximos, esta definición debería proporcionar un buen esquema de lo que constituye la inteligencia artificial, y evitar los debates filosóficos que dominaron los intentos de definir el significado de "inteligencia artificial".

Así pues, ¿cuáles son algunos de los problemas contenidos en

la I.A.? Algunos de los primeros trabajos en este campo fue enfocado a tareas formales, así como a juegos y demostración de teoremas. Samuel (Samuel, 1963) escribió un programa de juego de damas, que no solamente jugaba partidas con sus oponentes sino que también usaba su experiencia de éstos juegos para mejorar su posterior rendimiento. El ajedrez también recibió una destacada atención.

Los juegos y la demostración de teoremas compartían la propiedad de que, aunque se consideraba que las personas capaces de hacerlo bien mostraban inteligencia, parecía que las computadoras podrían realizarlos correctamente por el simple hecho de ser más rápidas al explorar un gran número de caminos de solución y seleccionar el mejor. Parecía que este proceso requería muy poco conocimiento y podía ser programada fácilmente.

Ninguna computadora es lo suficientemente rápida para superar la explosión combinatoria generada por tales problemas.

Otra de las primeras incursiones en I.A. se centro en la clase de resolución de problemas que realizamos cada día cuando decidimos cómo ir al trabajo por la mañana. Para investigar este tipo de razonamiento, Newell, Shaw y Simon construyeron el "GPS" (General Problem Solver, Solución General de Problemas), que aplicaron a diversas tareas incluyendo la manipulación simbólica de expresiones lógicas. Nuevamente no se hizo ningún intento para crear un programa con una gran cantidad de conocimiento sobre el dominio de un problema específico; sólo se seleccionaron tareas

muy sencillas. Conforme progresaba la investigación en I.A. y se desarrollaban técnicas para almacenar grandes cantidades de conocimiento, se hizo algún progreso en las tareas que acabamos de describir y se pudieron intentar tareas nuevas de una forma razonable. Estas incluyeron: percepción (visión y habla), comprensión del lenguaje natural, y resolución de problemas en áreas especializadas tales como diagnóstico médica y análisis químico.

La percepción del mundo que nos rodea es crucial para nuestra supervivencia. Animales con mucho menos inteligencia que las personas son capaces de una percepción visual más sofisticada que las máquinas actuales. Los primeros esfuerzos respecto a la percepción visual simple y estática se bifurcaron en direcciones: hacia el conocimiento de modelos estadísticos y hacia sistemas más flexibles de comprensión de la imagen. A causa de las diferencias en la flexibilidad de estos dos enfoques, sólo el último es considerado típicamente como perteneciente a la esfera de la inteligencia artificial. Las tareas de percepción son difíciles porque involucran señales analógicas en vez de digitales, porque las señales típicas son muy ruidosas, y porque usualmente deben percibirse un gran número de cosas a la vez (algunas de las cuales pueden ocultar parcialmente a las otras).

La capacidad de usar el lenguaje para comunicar una amplia variedad de ideas es quizás lo más importante que separa a las

personas de los animales. El problema de la comprensión del lenguaje hablado es un problema de percepción, y es difícil por las razones que acabamos de discutir; pero supongamos que se simplifica el problema restringiéndolo al lenguaje escrito. Este problema, llamo usualmente comprensión del lenguaje natural, es aún extremadamente arduo. Para entender frases sobre una materia es necesario poseer un amplio conocimiento, no solamente del lenguaje en sí mismo (su vocabulario y gramática), sino también, en buena parte, sobre dicha materia, de forma que puedan reconocerse los tópicos que no se manifiestan de forma explícita.

Casi todo el mundo realiza de forma rutinaria actividades tales como percepción y comprensión del lenguaje natural. Además de estas actividades cotidianas, mucha gente realiza otras actividades inteligentes en las cuales es experta. Puesto que sólo unas pocas personas son capaces de realizar estas cosas (tales como diagnóstico de enfermedades), se consideran a menudo más difíciles que las actividades más comunes. Pero se ha demostrado que varios de estos problemas resolverse mediante programas usualmente llamados sistemas expertos (Feigenbaum, 1977).

La siguiente lista contiene un resumen de algunos de los problemas que caen dentro del radio de acción de la inteligencia artificial:

- Juegos

FALLA DE ORIGEN

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- Demostración de teoremas
- Solución general de problemas
- Percepción
- Visión y habla
- Comprensión del lenguaje natural
- Solución de problemas expertos
- Matemática simbólica
- Diagnóstico médico
- Análisis químico
- Diseño de ingeniería

Antes de aventurarnos en el estudio de los problemas de la I.A. y de las técnicas de solución, es importante discutir al menos, si no contestar, las cuatro cuestiones siguientes:

1. - ¿Cuáles son nuestras suposiciones subyacentes acerca de la inteligencia?
2. - ¿Qué tipos de técnicas serán útiles para resolver los problemas de I.A.?
3. - ¿Hasta qué punto vamos a intentar modelar la inteligencia humana?
4. - ¿Cómo sabremos cuándo hemos logrado construir un programa inteligente?

EL SUPUESTO SUBYACENTE

En el centro de la investigación sobre inteligencia

artificial subyace lo que Newell y Simon (Newell, 1976) llaman la hipótesis del sistema de símbolos físicos. Ellos definen un sistema de símbolos físicos como sigue:

Un sistema de símbolos físicos consiste en un conjunto de entidades llamadas símbolos, que son patrones físicos que pueden existir como componentes de otro de entidad llamada expresión (o estructura de símbolos). Así, una estructura de símbolos está compuesta por un número de ocurrencias (o marcas) de símbolos relacionados de alguna manera física (por ejemplo estando uno a continuación de otro). En cualquier momento el sistema contendrá una colección de estas estructuras de símbolos. Además de estas estructuras, el sistema contiene también una colección de procesos que operan sobre unas expresiones para producir otras expresiones: procesos de creación, modificación, reproducción y destrucción. Un sistema de símbolos físicos es una máquina que produce, a lo largo del tiempo, una colección evolutiva de estructuras de símbolos. Tal sistema existe en un mundo de objetos de forma más amplia que las expresiones simbólicas por sí mismas.

Hipótesis del sistema de símbolos físicos. - Un sistema de símbolos físicos posee los medios necesarios y suficientes para acciones inteligentes en general.

A medida que ha ido siendo más fácil construir computadoras, han aumentado las posibilidades de llevar a cabo investigaciones

científicas sobre la hipótesis del sistema de símbolos físicos. En cada una de dichas investigaciones se selecciona una tarea particular que podemos considerar que requiere inteligencia. Se propone un programa para realizar la tarea y se ensaya. Aunque no hemos tenido un éxito completo en la creación de programas que realicen todas las tareas seleccionadas, la mayoría de los científicos creen que muchos de los problemas que han surgido mostrarán, en último término, que pueden ser superados por medio de programas más sofisticados que los que se han producido hasta ahora.

La evidencia a favor de la hipótesis ha llegado no solamente desde áreas tales como los juegos, donde era más probable encontrarla, sino desde áreas como la percepción visual, donde parecía más posible que la hipótesis resulte ser sólo parcialmente verdadera. Quizás algunos aspectos de la inteligencia humana demuestren que pueden ser modelados por sistemas de símbolos físicos mientras que otros no pueden serlo. Sólo tiempo y esfuerzo nos lo dirán.

La importancia de la hipótesis del sistema de símbolos físicos es doble. Es una teoría importante sobre la naturaleza de la inteligencia humana y, por tanto, es de gran interés para los psicólogos. También forma la base de la creencia en la posibilidad de construir programas que puedan realizar tareas inteligentes que actualmente realizan las personas. Nuestra mayor

preocupación aquí se relacionará con la última de éstas implicaciones aunque, como veremos pronto, las dos cuestiones no carecen de relación.

¿QUE ES UNA TECNICA DE I.A.?

Los problemas de la inteligencia artificial abarcan un amplio campo. Parecen tener muy poco en común excepto por el hecho de ser difíciles. ¿Existen algunas técnicas que sean apropiadas para resolver una variedad de estos problemas? La respuesta a esta cuestión es sí, existen. Uno de lo pocos resultados definitivos que surgieron de los veinte primeros años de investigación en I.A. es que la inteligencia requiere de conocimiento. En compensación por esta arrolladora ventaja, la indispensabilidad, el conocimiento posee también algunas propiedades menos deseables, incluyendo:

- Ser voluminoso.
- Ser difícil de caracterizar con precisión.
- Estar cambiando constantemente.

Así pues, ¿a dónde llegamos en nuestro intento de definir las técnicas de la I.A.? Nos vemos forzados a concluir que una técnica de I.A. es un método que explora un conocimiento que debería ser representado de tal manera que:

- a) Capte generalizaciones. En otras palabras, que no sea necesario representar separadamente cada situación individual. En

vez de ello, las situaciones que comparten propiedades importantes se agrupan. Si el conocimiento no tiene esta propiedad, para representarlo necesitaríamos más espacio del que disponemos. Y necesitaríamos más tiempo para mantenerlo actualizado.

b) Que pueda ser comprendido por la gente que deba proporcionarlo. Aunque para muchos la mayor parte de los datos pueden ser adquiridos automáticamente (por ejemplo tomando lecturas de diversos instrumentos), en muchos campos de la I.A. la mayor parte del conocimiento que posee un programa debe, en último término, ser proporcionado por personas en términos que ellas comprendan.

c) Que pueda ser fácilmente modificado. Para corregir errores y para modificar los cambios del mundo y de nuestra visión del mismo.

d) Que pueda ser usado en muchas situaciones. Incluso si no es totalmente preciso o completo.

e) Que pueda ser usado para ayudar a superar su propia extensión absoluta. Ayudando a estrechar el rango de posibilidades que deban considerarse usualmente.

Aunque las técnicas de I.A. deben diseñarse de acuerdo con las restricciones impuestas por los problemas de I.A., hay algún grado de independencia entre los problemas y las técnicas de resolución de los mismos. Es posible resolver problemas de I.A.

sin usar técnicas de I.A. (aunque, como lo sugerimos anteriormente, quizá esas soluciones no sean muy buenas). Y es posible aplicar técnicas de I.A. a la solución de problemas que no son de I.A. Es probable que este sea un buen método para problemas que posean muchas de las mismas características que los de I.A.

CRITERIOS PARA EL EXITO

Una de las cuestiones más importantes a contestar en cualquier proyecto de investigación científica o ingenieril es "¿Cómo sabremos que hemos tenido éxito?" La inteligencia artificial no es una excepción. ¿Cómo sabremos si hemos construido una máquina inteligente? En 1950, Alan Turing (Turing, 1953) propuso el siguiente método para determinar si una máquina puede pensar. Su método ha sido conocido desde entonces como test de Turing. Para llevar a cabo este test, necesitaremos dos personas y la máquina a evaluar. Una de las personas interpretará el papel del interrogador. El interrogador estará en una sala separada del computador y de la otra persona, con los cuales podrá comunicarse tecleando preguntas y recibiendo las contestaciones impresas. El interrogador puede preguntar a ambos, la persona o al computador, pero no sabe cuál es cuál. El interrogador los conoce sólo como "A" y "B", e intenta determinar cuál es la persona y cuál es la máquina. El objetivo de la

máquina es engañar al interrogador haciéndole creer que es la persona. Si la máquina tiene éxito, podremos concluir que puede pensar. A la máquina se le permite hacer cualquier cosa para engañar al interrogador. Así, por ejemplo, si se le ha preguntado "¿cuánto es 12.324 por 73.981?", puede aguardar varios minutos y contestar erróneamente.

Pasará mucho tiempo hasta que una computadora pase el test de Turing. Algunos piensan que nunca lo hará. Pero supongamos que nos conformamos con algo menos que una imitación completa de una persona. ¿Podemos medir logros de la I.A. en campos más restringidos?

A menudo la respuesta a esta cuestión es sí. A veces es posible lograr una medida bastante precisa de la ejecución de un programa. Por ejemplo, un programa puede obtener una puntuación de ajedrez de la misma forma que lo hace un jugador humano. La puntuación puede basarse en los jugadores a los que la computadora puede derrotar. Ya hay programas que han obtenido puntuaciones más altas que la mayoría de los jugadores humanos.

Para otros dominios de problemas son posibles otras medidas menos precisas de los logros de un programa. Si nuestra meta al escribir un programa es la actividad humana en una tarea concreta, entonces la medida de su éxito es hasta qué punto el comportamiento del programa concuerda con la actividad humana, medida por experimentos diversos y análisis. Aquí no queremos un

programa que actúe lo mejor posible, sino uno que falle como lo hacen las personas. Para hacer estos análisis pueden usarse diversas técnicas desarrolladas por los psicólogos para comparar individuos y comprobar modelos.

Debemos concluir que la cuestión de si una máquina tiene inteligencia o puede pensar es demasiado confusa para poder contestarla con precisión. Pero a menudo es posible construir un programa para computadora que emplea una norma de actuación en una tarea concreta. Esto no significa que el programa realice la tarea de la mejor forma posible. Sólo significa que conocemos por lo menos una manera de realizar al menos una parte de esta tarea. Al empezar a diseñar un programa de I.A., se debería intentar primero especificar lo mejor posible los criterios de éxito para ese programa particular, funcionando en su dominio restringido.

CARACTERISTICAS DE LOS PROBLEMAS

La búsqueda heurística es un método muy general aplicable a una amplia clase de problemas. Abarca una variedad de técnicas específicas, cada una de las cuales es particularmente eficiente para una pequeña clase de problemas. Para escoger el método más apropiado (o combinación de métodos) para un problema en particular, es necesario analizar el problema según varias dimensiones clave:

¿Se puede descomponer el problema en un conjunto de subproblemas independientes más pequeños o más fáciles?

¿Pueden ignorarse o deshacerse aquellos pasos a la solución que sean poco cuerdos?

¿Es predecible el universo del problema?

¿Es obvia una buena solución del problema sin necesidad de compararla con todas las otras posibles soluciones?

El conocimiento base que debe usarse para resolver el problema, ¿es consistente interiormente?

¿Es absolutamente necesaria una gran cantidad de conocimiento para resolver el problema o bien el conocimiento sólo es importante para restringir la búsqueda?

¿Es posible dar simplemente el problema a la computadora y que ésta devuelva la solución, o bien la solución del problema requiere interacción entre la computadora y una persona?

Hay que recalcar que algunas de esas cuestiones involucran, no sólo la definición del problema, sino también características de la solución que se desea y las circunstancias en las que debe tener lugar dicha solución.

¿QUE ES EL APRENDIZAJE?

Una de las críticas que más repetidamente suelen hacer a la I.A. es que las máquinas no podrán llamarse inteligentes hasta que sean capaces de hacer cosas nuevas y adaptarse a nuevas

FALLA DE ORIGEN

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

situaciones en vez de realizar las cosas simplemente como se les ha dicho que las hiciesen. Hay pocas dudas acerca de que la capacidad de adaptarse a nuevos entornos y de resolver nuevos problemas es una característica importante de las entidades inteligentes. ¿Podemos esperar ver tales capacidades en los programas? Ada Augusta, uno de los primeros filósofos sobre computación, escribió que:

La máquina analítica no tiene pretensiones de originar nada. Puede hacer cualquier cosa que nosotros sepamos cómo ordenarle que realice (Lovelace, 1961).

Esta observación ha sido interpretada por varios críticos de la I.A. como que las computadoras no pueden pensar. De hecho, no dice eso en absoluto. Nada nos impide decirle a la computadora cómo interpretar sus entradas de tal manera que su rendimiento mejore gradualmente.

En vez de empezar preguntándonos si es posible que las computadoras "aprendan" es mucho más esclarecedor intentar describir exactamente qué actividades queremos mencionar cuando decimos "aprendizaje", y qué mecanismos deberían usarse para permitirnos realizar dichas actividades. ¿Qué es el aprendizaje?

Los psicólogos han estudiado el aprendizaje durante mucho tiempo, por lo que quizá tengan una definición que pueda ayudarnos. Una definición es la siguiente:

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El aprendizaje se refiere al cambio de la conducta de un sujeto frente a una situación dada, ocasionada por sus experiencias repetidas en dicha situación, supuesto que cambio de conducta no pueda explicarse basándonos en sus tendencias de respuesta innatas, maduración, o estados temporales del sujeto (por ejemplo, fatiga, drogas, etc.) (Hilgard, 1975, p. 17).

El principal problema de esta definición es que es demasiado vaga para ser útil. Necesitamos una definición más precisa de aprendizaje antes de poder diseñar algunas técnicas

Una manera de enfocarla es no intentar definir el aprendizaje como una tarea sino, en su lugar, intentar caracterizar los tipos de programas de aprendizaje como distintos de los otros programas. Desafortunadamente, aunque sean hecho intentos de definir con precisión qué son los programas de aprendizaje, por ejemplo, (Smith, 1977), no se ha llegado a una definición precisa. Existen dos razones principales para ello:

- Un componente del aprendizaje es la adquisición de nuevo conocimiento. La simple adquisición de datos es fácil para las computadoras, aunque sea difícil para las personas.
- El otro componente importante del aprendizaje es que se requiere que el solucionador de problemas, a la vez integre el nuevo conocimiento que se presenta en el sistema y deduzca nueva

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

información cuando no se han presentado los hechos requeridos.

Como ya hemos expuesto, todas las tareas difíciles de solución de problemas requieren el uso del conocimiento. De hecho, la necesidad de tal conocimiento crece conforme crece el tamaño de la tarea a resolver (es decir, el tamaño del espacio de búsqueda entre la posición inicial la meta). Puesto que la mayoría de tareas de aprendizaje son, con esa medida, problemas muy grandes, dependerán muchísimo de un buen cúmulo de conocimientos.

COMPONENTES DE UN PROGRAMA DE I.A.

Hemos examinado las principales técnicas de inteligencia artificial. De nuestra discusión ha quedado claro que en cada programa de I.A. existen dos aspectos importantes:

- Un sistema de representación del conocimiento.
- Métodos de inferencia y de resolución de problemas.

Estos dos aspectos interaccionan fuertemente el uno con el otro. La elección de una red de representación del conocimiento determina los tipos de métodos de resolución de problemas que pueden aplicarse. Por ejemplo, si se representa el conocimiento como fórmulas de lógica de predicados puede usarse la solución para derivar nuevas inferencias. Si por otra parte, se representa

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

el conocimiento mediante redes semánticas, entonces deben usarse rutinas de búsqueda en la red.

Aunque los métodos débiles (sintácticos) suelen ser útiles como marco en el cual encajan el conocimiento y el control basado en dicho conocimiento, no son por sí mismos lo bastante potentes como para superar la explosión combinatoria que surge en problemas difíciles. Así, la búsqueda heurística, basada en una profunda comprensión de la estructura subyacente en el dominio del problema, forma el núcleo de los programas de I.A.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CIENCIA DE LA COMPUTACION

Habiendo examinado los resultados concretos que han surgido de la investigación en I.A., deberíamos preguntarnos cómo pueden aplicarse estos resultados a otras áreas de la ciencia de la computación. En cierto momento, mucha gente dedicada a la informática más tradicional miraba la investigación de I.A. como algo "marginal". Se dudaba que los tipos de técnicas que se desarrollaban para resolver problemas de I.A. pudieran ser útiles en programas de producción reales que tenían que ser eficientes tanto en términos de tiempo como de espacio. Para algunos de dichos programas, por otra parte había poca elección. Un programa de integración numérica, por ejemplo, debe muestrear su función a

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

intervalos apropiados. Puesto que la eficiencia es nuestra primera preocupación, estos intervalos deberían ser tan largos como fuera posible. Pero, al mismo tiempo, los intervalos deben ser suficientemente pequeños para poder obtener el grado deseado de precisión. Por lo tanto, se usa la heurística para encontrar el tamaño más apropiado en cada caso, equilibrando los intereses de la precisión y la eficiencia.

Recientemente se ha incrementado la convicción de que las técnicas de I.A. pueden ser útiles en un amplio espectro de dominios de programación. Esto puede seguirse tanto en el desarrollo de métodos mejorados de I.A. como en la creciente magnitud de la potencia computacional que puede llevarlos a apoyar la resolución de problemas. Por ejemplo, un factor clave en el diseño del compilador de compiladores "PQCC" (Production Quality Compiler) [Levertt, 1980] era la idea de que no existía un algoritmo general de alta potencia para la producción de un buen código. En vez de ello, se requería un conjunto de conocimiento específico, codificado en una colección de módulos "expertos" individuales.

El área donde la programación y la I.A. se aproximan más es en la programación automática, en la que se combinan las técnicas de resolución de problemas con una base de datos que contiene

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

información, tanto del dominio de la tarea como del conocimiento de la programación, para producir un sistema que genere programas automáticamente.

¿ Qué conclusiones podemos obtener de esta apresurada introducción de los principales problemas de la I.A. ? Los problemas son variados, interesantes y difíciles. Para resolverlos debemos lograr dos objetivos primordiales: hacer todo lo posible para establecer los criterios que nos permitan analizarlos y a continuación resolverlos.

R O B O T I C A

El campo de la robótica tiene sus orígenes en la ciencia ficción. El término "robot" proviene del checo y lo usó por primera vez el escritor Karel Capek en 1917 para referirse en sus obras a máquinas con forma humanoide.

Entre los escritores de ciencia ficción, Isaac Asimov ha contribuido con varias narraciones relativas a robots, comenzando en 1939, y a él se atribuye el acuñamiento del término "robótica". La imagen de un robot que aparece en su obra es el de una máquina bien diseñada y con una seguridad garantizada que actúa de acuerdo con tres principios. Estos principios fueron denominados por Asimov las "Tres Leyes de la Robótica", y son:

- 1.- Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, permitir que un ser humano sufra daños.
- 2.- Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que estén en conflicto con la primera ley.
- 3.- Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes.

Los futuros robots pueden encontrar aplicaciones fuera de la fábrica, en bancos, restaurantes e incluso en los propios hogares.

Actualmente la analogía humana de un robot industrial es muy limitada, los robots no tienen apariencia humana y no se

comportan como seres humanos. Se trata más bien de máquinas con un sólo brazo que casi siempre operan desde una posición fija en la superficie de la fábrica. Es probable que los futuros robots tengan un mayor número de atributos, similares a los humanos.

También es probable que tengan mayores capacidades de sensores, más inteligencia, un nivel más alto de destreza manual. No hay ninguna objeción a que la tecnología de la robótica se desplace en una dirección para proporcionar a esta máquina cada vez más capacidades similares a las humanas.

La tecnología de la robótica está controlada por medio de la programación, y la capacidad para programar un robot depende de su nivel de tecnología.

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 diseño de máquinas, teoría de control, microelectrónica, programación de computadoras, inteligencia artificial, factores humanos y teoría de la producción.

La robótica es una tecnología con futuro y también es una tecnología para el futuro, con capacidad de procesamiento de datos y cálculo que las grandes computadoras actuales. Los robots del futuro serán capaces de responder a órdenes dadas con voz humana. Asimismo serán capaces de recibir instrucciones generales y traducirlas, utilizando inteligencia artificial, en un comando específico de acciones requeridas para llevarlos a cabo.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ver, oír, palpar, aplicar una fuerza media con precisión a un objeto y desplazarse por sus propios medios.

El paso del presente al futuro exigirá mucho trabajo de ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, informática, ingeniería industrial, tecnología de materiales, ingeniería de sistemas de fabricación y ciencias sociales.

Para describir la tecnología de la robótica tenemos que definir una diversidad de características técnicas relativas a la forma en que está construido el robot y la manera en que opera. Los robots trabajan con sensores, herramientas y pinzas, y deberán definirse estos términos. Sin embargo, muchos de estos temas será conveniente un tratamiento mucho más profundo de la materia, bastante más allá de la introducción básica pretendida en este capítulo.

ANATOMIA DEL ROBOT

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 cuerpo está unido a la base y el conjunto del brazo 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 o giros. El cuerpo, el brazo y el conjunto de la muñeca se denomina, 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 utiliza para orientar dicho efector final.

Los robots industriales están disponibles en una amplia gama de tamaños, formas y configuraciones físicas. La gran mayoría de los robots comercialmente disponibles en la actualidad tienen una de estas cuatro configuraciones básicas.

- 1) - Configuración polar.
- 2) - Configuración cilíndrica.
- 3) - Configuración de coordenadas cartesianas.
- 4) - Configuración de brazo articulado.

Las cuatro configuraciones básicas se ilustran en la figura 5.1.

La configuración polar se ilustra en la parte (a) de la figura 5.1. Utiliza un brazo telescópico que puede elevarse o bajar alrededor de un pivote horizontal. Este pivote está montado sobre una base giratoria. Estas diversas articulaciones proporcionan al robot la capacidad para desplazar su brazo dentro de un espacio esférico, y de aquí la denominación de robot de "coordenadas esféricas" que se suele aplicar a este tipo.

La configuración cilíndrica, según se muestra en la figura 5.1 (b), utiliza una columna vertical y un dispositivo de deslizamiento que puede moverse hacia arriba o abajo a lo largo de la columna. El brazo del robot está unido al dispositivo deslizante de modo que puede moverse en sentido radial con respecto a la columna. Haciendo girar la columna, el robot es capaz de conseguir un espacio de trabajo que se aproxima a un cilindro.

El robot de coordenadas cartesianas, ilustrado en la parte (c) de la figura 5.1, utiliza tres dispositivos deslizantes perpendiculares para construir los ejes "x", "y" y "z". Otros nombres se aplican, a veces, a esta configuración, incluyendo las denominaciones de robot "xyz" y robot rectilíneo. Desplazando los tres dispositivos deslizantes entre sí, el robot es capaz de operar dentro de una envolvente rectangular de trabajo. El robot de "pórtico" es otro nombre utilizado para los robots cartesianos, que suelen ser grandes y que tienen la apariencia de una grúa del tipo de pórtico.

El robot de brazo articulado se ilustra en la figura 5.1 (d). Su configuración es similar a la del brazo humano. Está constituido por dos componentes rectos, que corresponden al antebrazo y al brazo humanos, montados sobre un pedestal vertical. Estos componentes están conectados por dos articulaciones giratorias que corresponden al hombro y al codo. Una muñeca está unida al extremo del antebrazo, con lo que se

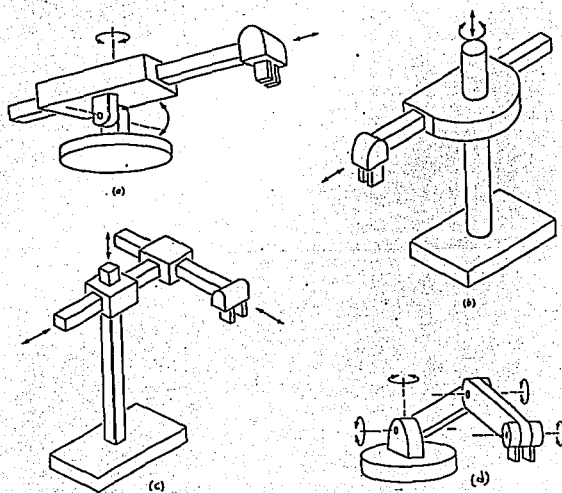


Figura 5.1 Las cuatro configuraciones de un robot básicas a) Polar, b) Cilíndrica, c) Cartesiana y d) De brazo articulado.

proporcionan varias articulaciones suplementarias.

Hay ventajas e inconvenientes relativos a las cuatro anatomías de robot básicas, simplemente debido a sus geometrías.

En términos de repetibilidad de movimiento (la capacidad para desplazarse a un punto determinado del espacio con un error mínimo), el robot cartesiano de estructura de caja es probable que tenga ventaja, debido a su estructura inherentemente rígida.

En términos de alcance (la capacidad del robot para extender su brazo significativamente más allá de su base), las configuraciones polar y de brazo articulado resultan ventajosas.

La capacidad de elevación del robot es importante en muchas aplicaciones. La configuración cilíndrica y el robot "xyz" de pórtico pueden diseñarse para una alta rigidez y gran capacidad de transporte de carga. Para las aplicaciones de carga de máquinas, la capacidad del robot para penetrar a través de una pequeña abertura, es importante. Las configuraciones polar y cilíndrica tienen una ventaja geométrica natural en términos de esta capacidad.

MOVIMIENTOS DEL ROBOT.

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 denomina, a veces, por el término "grado de libertad", y un robot industrial típico 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 o tres articulaciones se suelen emplear para accionar la muñeca. Para la conexión de las diversas articulaciones del manipulador se emplean elementos rígidos denominados uniones. En cualquier cadena de unión - articulación - unión, llamaremos unión de entrada al eslabón que está más próximo a la base de 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 o rotacional. Las articulaciones lineales implican un movimiento deslizante o de traslación 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 o vía lineal). En este punto no nos interesan los detalles mecánicos de la articulación, sino el movimiento relativo de las uniones contiguas. El término de articulación prismática se utiliza, a veces, en robótica en lugar de articulación lineal.

Hay, como mínimo, tres tipos de articulación giratoria que pueden distinguirse en los manipuladores de robots. Los tres tipos se ilustran en la figura 5.2. Denominaremos al primero como una articulación de tipo "R" (R como inicial de rotacional). En la articulación de tipo "R" el eje de rotación es perpendicular a los ejes de las dos uniones. El segundo tipo de articulación giratoria implica un movimiento de torsión entre las uniones de entrada y salida. El eje de rotación de la articulación de torsión es paralelo a los ejes de ambas uniones. Llamaremos a esta articulación de tipo "T" (T es la abreviatura de torsión).

El tercer tipo de articulación giratoria es una articulación de revolución en la que la unión de entrada es paralela al eje de rotación y la de salida es perpendicular a dicho eje. Esencialmente, la unión de salida gira alrededor de la de entrada como si estuviera en órbita. Esta articulación se designará como de tipo "V" (V procede de reVolución).

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 o de brazo articulado, los tres grados de libertad asociados con los movimientos del brazo y del cuerpo son:

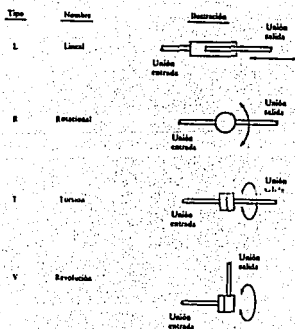


Figura 5.2 Articulaciones en robots a) Articulación rotacional, b) Articulación rotacional con una acción de torsión y c) Articulación de movimiento lineal, que suele conseguirse mediante una acción de deslizamiento.

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

Los grados de libertad asociados con el brazo y el cuerpo del robot se indican en la figura 5.3 para un robot de configuración polar. Grados de libertad similares están asociados con la configuración cilíndrica y el robot del brazo articulado.

Para un robot de coordenadas cartesianas los grados de libertad son: movimiento vertical (movimiento eje "Z"), movimiento hacia adentro y afuera (movimiento eje "Y") y movimiento derecha o izquierda (movimiento eje "X"). Estos se consiguen por los movimientos correspondientes de los tres dispositivos de deslizamiento ortogonal del brazo del robot.

El movimiento de la muñeca está diseñado para permitir al robot orientar adecuadamente el efector final con respecto a la tarea a realizar.

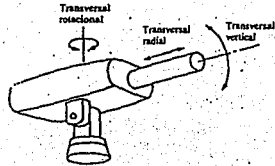


Figura 5.3 Tres grados de libertad asociados con el brazo y el cuerpo de coordenadas polares.

Por ejemplo, la mano debe estar orientada en el ángulo adecuado con respecto a la pieza de trabajo para poder sujetarla. Para resolver este problema de orientación, la muñeca suele disponer de hasta tres grados de libertad (la siguiente es una configuración típica):

- 1.- Giro de la muñeca: También denominado oscilación de la muñeca, que implica la rotación del mecanismo de la muñeca alrededor del eje del brazo.
- 2.- Elevación de la muñeca: Habida cuenta de que el giro de la muñeca está en su posición central, la elevación implicaría la rotación arriba o abajo de la misma. La elevación de la muñeca se denomina, a veces, flexión de la muñeca.
- 3.- Desviación de la muñeca: De nuevo, considerando que el giro de la muñeca está en la posición central, la rotación implicaría

la rotación a derecha o a izquierda de la muñeca.

Tres grados de libertad para la muñeca se ilustran en la figura 5.4. El motivo para especificar que el giro de la muñeca esté en su posición central en las definiciones de la elevación y de la desviación, radica en que la rotación de la muñeca alrededor del eje del brazo modificará la orientación de los movimientos de elevación y de desviación.

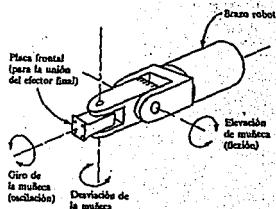


Figura 5.4 Tres grados de libertad asociados con la muñeca del robot.

VOLUMEN DE TRABAJO

El volumen de trabajo es el término que se refiere al espacio del cual el robot puede manipular el extremo de su muñeca. El convenio de utilizar el extremo de la muñeca para definir el volumen de trabajo del robot se adopta para evitar la complicación de diferentes tamaños de efectores finales, que

podrían unirse a la muñeca del robot. El efector final es una adición al robot básico y no debe contarse como parte del espacio de trabajo del robot. Un efector final largo montado en la muñeca se añadiría significativamente a la extensión del robot en comparación con un efector final más pequeño. Además, el efector final unido a la muñeca podría no ser capaz de alcanzar algunos puntos dentro del volumen normal de trabajo del robot debido a la combinación particular de límites de articulaciones del brazo.

El volumen de trabajo viene determinado por las siguientes características físicas del robot:

- La configuración física del robot.
- Las dimensiones de los componentes del cuerpo, del brazo y de la muñeca.
- Los límites de los movimientos de las articulaciones de robot.

La influencia de la configuración física sobre la forma del volumen de trabajo se ilustra en la figura 5.5. Un robot de coordenadas polares tiene un volumen de trabajo que es una esfera parcial, un robot de coordenadas cilíndricas tiene una envolvente de trabajo cilíndrica, un robot de coordenadas cartesianas tiene un espacio de trabajo de forma rectangular y un robot de brazo articulado tiene un volumen de trabajo aproximadamente esférico. El tamaño de la forma de cada volumen de trabajo está influido por las dimensiones de los componentes del brazo y por los límites de los movimientos de sus articulaciones. Utilizando la

FALLA DE ORIGEN

configuración cilíndrica como ejemplo, los límites sobre la rotación de la columna alrededor de la base determinarían qué parte de un cilindro completo podría alcanzar el robot con el extremo de su muñeca.

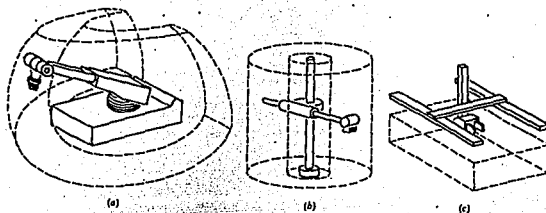


Figura 5.5 Volúmenes de trabajo para diversas anatomías de robot:
a) Polar, b) Cilíndrica y c) Cartesiana

SISTEMAS DE IMPULSION DEL ROBOT

La capacidad del robot para desplazar su cuerpo, brazo y muñeca se proporciona por el sistema de impulsión utilizado para accionar el robot. El sistema impulsor determina la velocidad de los movimientos del brazo, la resistencia mecánica del robot y su rendimiento dinámico. En cierta medida, el sistema impulsor determina las clases de aplicaciones que puede realizar el robot y pueden ser::

- 1.- Impulsión hidráulica.
- 2.- Impulsión eléctrica.

3.- Impulsión neumática.

Las impulsiones hidráulicas y eléctricas son los dos tipos utilizados principalmente en los robots más sofisticados.

La impulsión hidráulica suele estar asociada con los robots más grandes y la ventaja habitual del sistema de impulsión hidráulica es proporcionar al robot una mayor velocidad y resistencia mecánica. Los inconvenientes del sistema de impulsión hidráulica radican en que suelen añadir más necesidades de espacio y en que un sistema hidráulico es propenso a las fugas de aceite, lo que resulta fastidioso. Los sistemas de impulsión hidráulica pueden diseñarse para actuar sobre articulaciones rotacionales o lineales. Se pueden emplear actuadores de paletas giratorios para proporcionar un movimiento de rotación y pueden utilizarse pistones hidráulicos para realizar un movimiento lineal.

Los sistemas de impulsión eléctrica no suelen proporcionar tanta velocidad o potencia como los sistemas hidráulicos, pero la exactitud y la repetibilidad de los robots de impulsión eléctrica suelen ser mejores. En consecuencia, los robots eléctricos tienden a ser más pequeños, con menos exigencias de espacio y sus aplicaciones tienden hacia un trabajo más preciso, tal como el montaje. Los robots de impulsión eléctrica son accionados por motores paso a paso o servomotores de corriente continua. Estos motores son idóneos para el accionamiento de articulaciones

rotacionales mediante sistemas de engranajes y trenes impulsores adecuados. Los motores eléctricos pueden emplearse también para accionar articulaciones lineales (por ejemplo, brazos telescópicos) por medio de sistemas de poleas u otros mecanismos de traslación.

La economía de los dos tipos de sistemas de impulsión es también un factor en la decisión adecuada para emplear la impulsión hidráulica en los robots grandes y la impulsión eléctrica en los robots más pequeños. Resulta que el costo de un motor eléctrico es proporcional a su tamaño, mientras que el costo de un sistema de impulsión depende en menor medida del mismo. Estas relaciones se visualizan de forma conceptual en la figura 5.6. Como indica la ilustración, hay un punto de equilibrio hipotético por debajo del cual es conveniente utilizar la impulsión eléctrica y por encima del cual es adecuado el uso de la impulsión hidráulica.

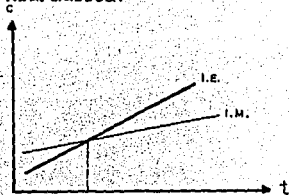


Figura 5.6 Relación entre el costo y el tamaño para las impulsiones eléctrica e hidráulica.

Una vez explicados estos factores, debe destacarse el hecho de que existe una tendencia en el diseño de los robots industriales hacia todas las impulsiones eléctricas y, debido a los inconvenientes anteriormente examinados, a prescindir de los robots hidráulicos.

La impulsión neumática suele reservarse para los robots más pequeños que tienen menos grado de libertad (movimientos de dos a cuatro articulaciones). Estos robots suelen estar limitados a simples operaciones de "coger y situar" con ciclos rápidos. La potencia neumática puede adaptarse fácilmente a la actuación de dispositivos de pistón para proporcionar un movimiento de traslación de articulaciones deslizantes. También puede emplearse para accionar actuadores giratorios para articulaciones rotacionales.

VELOCIDAD DE MOVIMIENTO

Las capacidades de velocidad, medida en la muñeca, de los robots industriales actuales llegan hasta un máximo de 1.7 m/s (unos 5 pies/seg). En consecuencia, las más altas velocidades pueden obtenerse por robots grandes con el brazo extendido a su distancia máxima del eje vertical del robot. Como se indicó anteriormente, los robots hidráulicos tienden a ser más rápidos que los robots de impulsión eléctrica.

Por supuesto, la velocidad determina la rapidez con la que

el robot puede realizar un ciclo de trabajo determinado. Esta suele ser deseable en la producción para hacer mínima la duración del ciclo de una tarea dada. Casi todos los robots tienen algunos medios mediante los cuales puede realizarse ajustes en la velocidad. La determinación de la velocidad óptima, además de un simple intento para reducir al mínimo el tiempo del ciclo de producción, dependería también de otros factores, tales como:

- La exactitud con la que debe situarse la muñeca (efector final).
- El peso del objeto que se manipula.
- Las distancias a recorrer.

Suele existir una relación inversa entre la exactitud y la velocidad de los movimientos del robot. Cuando se incrementa la exactitud requerida, el robot necesita más tiempo con el fin de reducir los errores de localización en sus diversas articulaciones para conseguir la posición final deseada. El peso del objeto desplazado influye también sobre la velocidad operativa. Objetos más pesados significan mayor inercia y cantidad de movimiento y el robot debe accionar con más lentitud para tratar con seguridad estos factores. Debido a problemas de aceleración y desaceleración, un robot es capaz de desplazarse en una distancia larga en menos tiempo que una secuencia de distancias cortas, cuya suma sea igual a la distancia larga. Las distancias cortas pueden no permitir al robot alcanzar la velocidad operativa programada.

VELOCIDAD DE RESPUESTA Y ESTABILIDAD

La velocidad de respuesta y la estabilidad son dos características importantes del rendimiento dinámico en relación con el diseño de los sistemas de control. La velocidad de respuesta se refiere a la capacidad del robot para desplazarse a la siguiente posición en un breve periodo de tiempo. Este tiempo de respuesta está evidentemente relacionado con la velocidad de movimiento del robot y también es una función del sistema de control. En robótica la estabilidad se suele definir como una medida de las oscilaciones que se producen en el brazo durante el movimiento desde una posición a la siguiente. Un robot con buena estabilidad presentará pocas o ninguna oscilaciones durante el movimiento o el fin del movimiento del brazo. Una estabilidad deficiente se indicaría por una gran cantidad de oscilación. En el diseño de los sistemas de control suele ser deseable que el robot una buena estabilidad y un tiempo de respuesta corto.

Lamentablemente, estos son objetivos en cierto modo incompatibles. La estabilidad de un robot puede controlarse, en cierta medida, incorporando elementos amortiguadores en el diseño del mismo. Un alto nivel de amortiguación aumentará la estabilidad del robot (reduciendo su tendencia a la oscilación). El problema con alta amortiguación es que reduce la velocidad de respuesta. En consecuencia, existe una solución de compromiso que debe buscarse entre la estabilidad del robot y su capacidad para

operar a altas velocidades.

El concepto de estabilidad y su relación con la amortiguación se ilustra en la figura 5.7. En los diagramas de la figura la posición de la muñeca del robot se muestra, en función del tiempo, para dos casos: amortiguación pequeña y amortiguación grande. Con la amortiguación de nivel bajo, el brazo del robot se desplaza con rapidez a la posición programada, pero presenta una oscilación considerable en la posición final. Con una gran cantidad de amortiguación incorporada al sistema, el movimiento del brazo a la posición deseada es muy "lento", pero no hay ningún movimiento oscilatorio en la posición final.

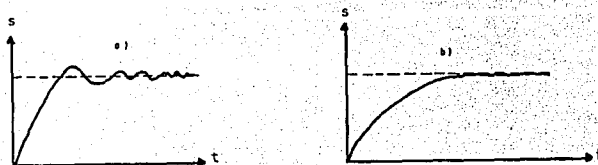


Figura 5.7 Concepto de velocidad de respuesta y estabilidad: a) Baja amortiguación: respuesta rápida y b) Alta amortiguación: respuesta lenta.

CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CARGA

El tamaño, la configuración, la construcción y el sistema de impulsión determina la capacidad de transporte de carga del robot. Esta capacidad de carga debe especificarse bajo la

condición de que el brazo del robot esté en su posición más débil. En el caso de una configuración polar, cilíndrica o de brazo articulado, esto significaría que el brazo del robot esté en la extensión máxima. Lo mismo que en el caso de un ser humano, es más difícil elevar una carga con los brazos completamente extendidos, que cuando los brazos están cercanos al cuerpo.

Las capacidades nominales de transporte de peso de los robots industriales varían desde menos de una libra, para algunos de los robots pequeños, hasta varios miles de libras para robots muy grandes. La especificación del fabricante con respecto a esta característica es la capacidad de peso bruto. Para utilizar esta especificación, el usuario debe considerar el peso del efector final. Por ejemplo, si la capacidad nominal de carga de un robot dado es de 5 libras y el efector final pesa 2 libras, la capacidad neta de transporte de peso del robot será solamente de 3 libras.

SISTEMAS DE CONTROL Y RENDIMIENTO DINAMICO

Para poder funcionar, un robot debe tener un medio de controlar su sistema impulsor para la regulación adecuada de sus movimientos. En esta sección se describirán sucintamente los diversos tipos de sistemas de control y sus características. 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 con control punto a punto.
- 3.- Robots de reproducción con control de recorrido continuo.
- 4.- Robots inteligentes.

De las cuatro categorías, los robots de secuencia limitada representan el control de nivel más bajo y los robots inteligentes el más sofisticado.

Los robots de secuencia limitada no utilizan servocontrol para indicar 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) u 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 adecuada. 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 sofisticada, en la que una serie de posiciones o movimientos son "enseñados" al robot, registrados en su 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 reproducción suelen tener alguna forma de servocontrol (por ejemplo, sistemas de realimentación de bucle cerrado) para asegurar que las posiciones conseguidas por el robot son las posiciones que se le "enseñaron".

Los robots de reproducción pueden clasificarse en dos categorías: robot punto a punto y robot de trayectoria continua.

Los robots punto a punto son capaces de realizar ciclos de movimientos que consisten en una serie de localizaciones de

puntos deseados y acciones afines. Al robot se le enseña cada punto, y 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 continua son capaces de realizar ciclos de movimiento, en los que se controla la trayectoria seguida por el robot. Esto se suele realizar efectuando el desplazamiento del robot a través de 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 en línea recta es una forma común de control de trayectoria continua 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

FALLA DE ORIGEN

suave, definida por un programador que desplaza manualmente el brazo a través del ciclo de movimiento deseado. Para conseguir un control de trayectoria continua 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, esto implica el empleo de una computadora digital como unidad de control del robot.

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 interaccionar con su entorno de una forma que parece inteligente. Invariablemente, el controlador consiste en una computadora digital o dispositivo similar (por ejemplo, un controlador programable). Los robots inteligentes 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 del sensor recibidos desde la operación. Los robots de esta clase tienen capacidad para comunicarse, durante el ciclo de trabajo, con los operadores humanos o con sistemas basados en computadoras.

PROGRAMACION DEL ROBOT

La programación del robot se realiza para enseñarle su ciclo de trabajo. Una gran parte del programa se refiere a la

trayectoria del movimiento que el robot debe ejecutar para mover piezas o herramientas desde una posición del espacio de trabajo a otra. Estos movimientos se suelen enseñar mostrando el movimiento al robot y registrándolo dentro de su memoria. Sin embargo, existen otras partes del programa que no se refieren a ningún movimiento del brazo. Entre éstas se incluyen la interpretación de los datos de los sensores, la actuación del efector final, el envío de señales a otros elementos del equipo dentro de la célula, la recepción de datos a partir de otros dispositivos y la realización de cálculos y toma de decisiones acerca del ciclo de trabajo.

Existen varios métodos para programar robots. Las dos categorías básicas de mayor importancia comercial actual son la programación "gestual" y la programación de lenguaje "textual"

La programación gestual consiste en forzar el brazo del robot a desplazarse a través de la secuencia de movimiento requerida y registrar los movimientos de la memoria del controlador. Los métodos gestuales, o directos, se utilizan para programar robots de reproducción. En el caso de robot de reproducción punto a punto, el procedimiento habitual es utilizar una caja de control, para impulsar las articulaciones de robot a cada uno de los puntos deseados en el espacio de trabajo y registrar dichos puntos en memoria para una posterior reproducción. La caja de control está provista de una serie de

conmutadores y mandos para controlar los movimientos del robot durante el procedimiento de enseñanza. Debido a su facilidad y comodidad y a la amplia gama de aplicaciones adaptables, este método es el más utilizado para los robots del tipo de reproducción. El ejemplo siguiente ilustra una parte de un programa, llamado subtarea de "búsqueda" de instrucciones.

PASO	ORDEN	COMENTARIO
13	MOVE INTER	Ir al punto intermedio sobre el conducto de descarga.
14	WAIT 12	Esperar la siguiente pieza desde el conducto de descarga.
15	SIGNAL 5	Abrir pinza.
16	MOVE PICKUP	Mover pinza para coger la pieza.
17	SIGNAL 6	Cerrar pinza.
18	MOVE INTER	Separar al punto intermedio sobre el conducto de descarga

Se observa que la codificación para la parte de "búsqueda" de instrucciones de la tarea es idéntica sin importar cual sea el número de la pieza que está siendo captada.

Los robots de reproducción de trayectoria continua utilizan también este tipo de programación gestual o directa. Para trayectorias bien definidas, tales como las de desplazamiento a

lo largo de una línea recta entre dos puntos, puede utilizarse una caja de control para "enseñar" las posiciones de los dos puntos y luego el controlador del robot calcula la trayectoria a seguir para desplazarse a lo largo de la trayectoria rectilínea. Para movimientos más complejos (por ejemplo, los encontrados en las operaciones de pintura por pulverización) suele ser más cómodo para el programador desplazar físicamente el brazo del robot, y el efector final a través de la trayectoria del movimiento que se desea y registrar las posiciones a intervalos de muestreo muy poco separados. Algunos parámetros del ciclo de movimiento, tales como la velocidad del robot, se controlarían de forma independiente cuando se prepare el trabajo a realizar. En consecuencia, el programador no tiene que preocuparse de estos aspectos del programa. La preocupación principal del programador será cerciorarse de que la secuencia de movimiento sea correcta.

Los métodos de programación textual utilizan un lenguaje similar al inglés, para establecer la lógica y la secuencia del ciclo de trabajo. Una terminal de computadora se utiliza para introducir las instrucciones del programa en el controlador, pero también se emplea una caja de control para definir las posiciones de los diversos puntos en el espacio de trabajo. El lenguaje de programación del robot nombra los puntos como símbolos en el programa y estos símbolos se definen posteriormente mostrando al robot sus posiciones. Además de identificar puntos en el espacio

de trabajo, los lenguajes de robot permiten el empleo de cálculos, un flujo lógico más detallado y subrutinas en los programas, junto con un más frecuente uso de sensores y comunicaciones. Por consiguiente, la utilización de los lenguajes textuales corresponde, en gran medida, a los denominados robots inteligentes.

Una futura mejora de la programación del lenguaje textual es introducir el programa completamente "off line", sin la necesidad de una caja de control para definir las posiciones puntuales en el programa. La ventaja potencial de este método es que la programación puede realizarse sin tener que poner el robot fuera de servicio. La totalidad de los métodos actuales de programación exigen la participación del robot para ejecutar la función de programación. Con la programación "off line", el programa completo puede introducirse en una computadora para su posterior carga en el robot. Esta programación aceleraría el cambio desde un ciclo de trabajo del robot a otro nuevo sin una demora importante para la nueva programación. Lamentablemente, existen algunos problemas técnicos asociados con esta programación. Dichos problemas se refieren sobre todo a la definición de las localizaciones espaciales de las posiciones a utilizar en el ciclo de trabajo, y ésta es la razón por la que se requiere la caja de control en los lenguajes textuales de robot actualmente empleados.

Además de los métodos de programación anteriormente citados, hay otra forma de programación para los robots de secuencia limitada por baja tecnología. Estos robots se programan fijando interruptores de fin de carrera, topes mecánicos y otros medios similares para establecer los puntos finales de desplazamiento para cada una de las articulaciones. Esto se denomina, a veces, programación mecánica e implica realmente más un procedimiento de puesta a punto manual que un método de programación. Los ciclos de trabajo para estas clases de robots suele estar constituido por un número limitado de movimientos simples (por ejemplo, aplicaciones de "coger y situar"), para los cuales es apropiado este método de programación manual.

El control de la célula de trabajo tiene relación con el problema de coordinar el robot a accionar con otros equipos en la célula de trabajo. Una célula de robot suele estar constituida no solamente por el robot, sino también por transportadores, máquinas - herramienta, dispositivos de inspección y posiblemente operadores humanos. Algunas de las actividades en la célula de trabajo del robot se producen de forma secuencial, mientras que otras tienen lugar de manera simultánea. Se requiere un método para controlar y sincronizar estas diversas actividades, y ése es el propósito del controlador de la célula de trabajo. El control de la célula de trabajo se realiza por el controlador del robot, por un pequeño ordenador independiente o por un controlador

programable. Durante la operación, el controlador comunica señales al equipo en la célula y recibe señales desde dicho equipo. Estas señales se denominan, a veces, enclavamientos. Mediante la comunicación en todos los sentidos con los diversos componentes de la célula de trabajo, las diversas actividades en la célula se realizan en la secuencia adecuada.

APLICACIONES DE LOS ROBOTS

Los robots se utilizan en una amplia gama de aplicaciones en la industria. Actualmente la mayoría de las aplicaciones están en los procesos de fabricación para el desplazamiento de materiales, piezas y herramientas de diversos tipos. Las futuras aplicaciones incluirán tareas no sólo de fabricación, sino de otros tipos, como trabajos de construcción, exploración de espacio y cuidados médicos. En algún momento en el futuro lejano, un robot casero puede llegar a ser un elemento de producción en serie, quizá tan utilizado como el automóvil en nuestros días.

De momento, la mayoría de las aplicaciones industriales de robots pueden dividirse en las tres categorías siguientes:

- 1.- Aplicaciones de manipulación de materiales y de carga y descarga de maquinaria. En estas aplicaciones la función del robot consiste en desplazar materiales o piezas en la célula de trabajo de uno a otro lugar.
- 2.- Aplicaciones de procesos. En esta categoría se incluye la

soldadura por puntos, la soldadura por arco, la pintura por pulverización y otras operaciones en las que la función del robot consiste en manipular una herramienta para realizar algún proceso de fabricación en la célula de trabajo. La soldadura por puntos representa una aplicación especialmente en la categoría de aplicaciones de procesos.

3.- Montaje e inspección. Estas son dos operaciones independientes que se incluirán juntas en esta categoría. El montaje robótico es un campo en que la industria está mostrando gran interés, debido a su potencial económico. Los robots de inspección harían usos de sensores para calibrar y medir características de calidad del producto fabricado.

Existe razón para creer que la automatización del trabajo a través de la robótica conducirá a un aumento sustancial en la productividad, y que estos aumentos de productividad año a año permitirán al hombre ocuparse de actividades más culturales y recreativas. No solamente la robótica mejorará nuestro nivel de vida, sino que también nuestra forma de vivir.

MICROONDAS Y SATELITES ARTIFICIALES

Los sistemas de transmisión de información por microondas constituyen, en nuestros días, junto con los satélites de comunicación, elementos esenciales en la infraestructura de las telecomunicaciones mundiales.

Por esta razón, los estudios sobre propagación de microondas han adquirido gran importancia, sobre todo en aquellos países donde por la orografía se ha preferido utilizar sistemas de microondas a cualquier otro medio de transmisión.

La propagación de las ondas electromagnéticas, desde el punto del transmisor al receptor, toma muchas formas debido a las condiciones de frecuencia, distancia de propagación, naturaleza eléctrica de la tierra, las capas atmosféricas de la troposfera y de la ionosfera:

En general la presión, la humedad y la temperatura de la atmósfera terrestre disminuyen conforme aumenta la altura sobre el nivel del mar, igual que el índice de refracción de la atmósfera se reduce, por lo cual las microondas se propagan en forma curva descendente en la atmósfera normal.

Sin embargo, la propagación de las microondas es complicada debido a la influencia de los fenómenos de reflexión, difracción, refracción, absorción, dispersión, que se presentan

por la topografía de la trayectoria de propagación y las condiciones atmosféricas. Por lo tanto se pueden determinar los elementos básicos de la propagación de microondas por medio de estos parámetros.

Además, en la práctica, en las microondas que se propagan en la troposfera se originan, frecuentemente, variaciones de intensidad de campo (conocidas como desvanecimientos) debidas a la influencia de fenómenos atmosféricos de la zona por la que se propagan las ondas, como el movimiento anormal de las capas atmosféricas, la aparición de capas inversas y turbulencia.

La figura 6.1 muestra las diferentes trayectorias de propagación de las ondas electromagnéticas.

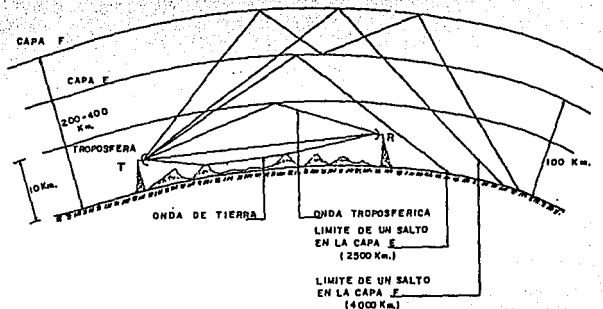


Figura 6.1 Diferentes trayectorias de propagación de las ondas electromagnéticas.

La energía radiada desde una antena transmisora puede llegar a la antena receptora a través de diversas trayectorias de propagación, como se ilustra en la Figura 6.1.

- 1 .-Onda directa.
- 2 .-Onda reflejada.
- 3 .-Onda difractada.
- 4 .-Onda superficial.
- 5 .-Onda dispersa en la troposfera.
- 6 .-Onda de reflexión y refracción en la ionosfera capa E.
- 7 .-Onda de reflexión y refracción en la ionosfera capa F.

Las ondas que llegan al receptor después de reflejarse o esparcirse en la ionosfera, se conocen como ondas de cielo u ondas reflejadas ionosféricamente. Las ondas que se reflejan en la troposfera (la región de la atmósfera dentro de los diez kilómetros a partir de la superficie de la tierra) son conocidas como ondas troposféricas. La energía propagada sobre otras trayectorias cerca de la superficie de la tierra se le conoce como onda de tierra. La señal de la onda de tierra se divide en la onda de espacio y la onda de superficie. La onda de espacio está formada de la onda directa, o sea la señal que viaja en una trayectoria directa desde la antena transmisora a la receptora y la onda reflejada por la tierra, la cual es la señal que llega al receptor después que se refleja en la superficie de la tierra. La onda de espacio también incluye la porción de energía que se

recibe como un resultado de la difracción alrededor de la superficie de la tierra y de la refracción en las capas superiores de la atmósfera.

La onda de superficie es una onda que es guiada a lo largo de la superficie de la tierra, tal como una onda electromagnética se guía a través de una línea de transmisión. Parte de la energía de la onda de superficie se absorbe debido a las pérdidas de la tierra, así que la atenuación de esta onda está directamente afectada por las constantes de la tierra a lo largo de la cual viaja.

REFLEXION EN UNA TIERRA PLANA

Para antenas transmisoras y receptoras elevadas en línea de vista, la onda directa y reflejada se combinan para producir la señal resultante. Para una tierra plana y pulida con conductividad finita, la magnitud y fase de la onda reflejada puede calcularse haciendo una extensión del análisis para reflexión en la superficie de un dieléctrico perfecto. Cuando la tierra es irregular, la onda reflejada tiende a dispersarse y su efecto en el punto de recepción, es menor que cuando se refleja sobre una tierra regular.

Una medida de la regularidad o irregularidad de la tierra, se basa en el criterio de Rayleigh, el cual se representa por la siguiente ecuación:

$$R = [(4\pi\sigma \sin \theta)] / [(c/f)]$$

Donde " σ " es la desviación estandar de las irregularidades del terreno relativas a la altura promedio de la superficie.

" θ " es el ángulo de incidencia medido desde la superficie de la tierra a la trayectoria del haz incidente.

" c/f " es la longitud de onda de operación. Para $R < 0.1$, la superficie reflectora puede considerarse como una superficie regular. Para $R > 10$, la superficie se considera como irregular y la onda reflejada tiene una pequeña magnitud. Por ejemplo la Figura 6.2 muestra el caso básico y simple de reflexión sobre una tierra plana. Las ondas se transmiten de un punto "T" situado a una altura " h_1 ", a un punto receptor "R" a una altura " h_2 ", según se ilustra en la Figura 6.2.

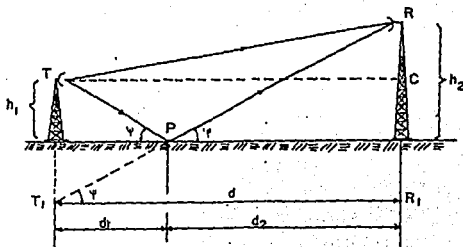


Figura 6.2 Geometría para el caso de reflexión en tierra plana.

Las ondas recibidas por "R", se transmiten a través de un medio que tiene un índice de refracción constante y pueden tomar la trayectoria "TR" o la trayectoria "TPR", después de haberse reflejado por la tierra a un ángulo θ .

El índice de reflexión es un número complejo que expresa la relación entre la onda incidente y la reflejada, es decir:

$$R = |R| e^{j\theta}$$

Donde $|R|$ es el factor que determina la atenuación y " θ " el factor que determina el cambio de fase de la onda al reflejarse.

ATENUACION POR DISPERSION

La atenuación por dispersión, se analiza a partir de la potencia de una señal transmitida por una antena, ésta señal se distribuye sobre áreas cada vez más grandes (frentes de onda esféricas), dando como resultado que la potencia de la señal que llega a la antena receptora, sea una pequeña fracción de la potencia transmitida. Este concepto es básicamente la ley inversa de propagación en óptica aplicado a la transmisión en microondas. La figura 6.3 ilustra este fenómeno.

ATENUACION POR ABSORCION

La atenuación por absorción se presenta a frecuencias de 10 GHz en adelante y consiste en la pérdida de la intensidad de la

energía electromagnética, debido a que la longitud de onda de ésta, es comparable a la separación entre moléculas en el espacio libre, las cuales entran en resonancia originando así la absorción de energía del frente de onda electromagnética.

A frecuencias superiores a los 10 GHz, la separación entre estaciones está determinada por la atenuación originada por la lluvia y a frecuencias superiores a los 18 GHz, el espaciado entre estaciones es de tan sólo unos cuantos kilómetros.

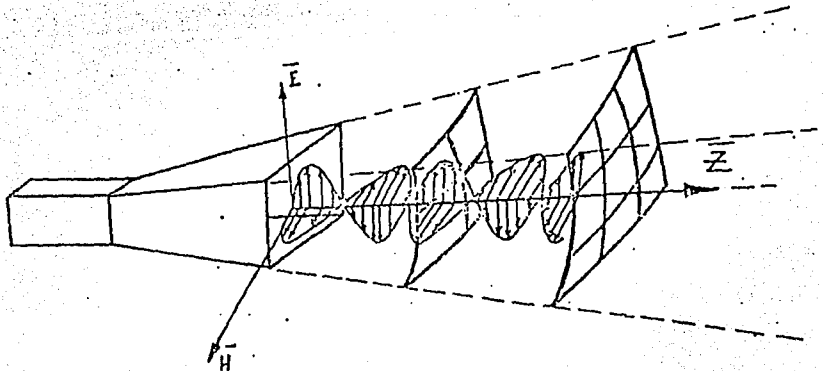


Figura 6.3 Representación esquemática de la atenuación por dispersión.

DIFRACCION

El efecto de difracción alrededor de la curvatura de la tierra, es el que hace posible la transmisión más allá de la

línea de vista. La magnitud de la pérdida originada por la obstrucción, se incrementa cuando se aumenta la distancia o la frecuencia y depende de las alturas de las antenas. La pérdida originada por la curvatura de la tierra se muestra en la figura 6.4. Las pérdidas por sombra originadas por grandes colinas y montañas, pueden predecirse si estas obstrucciones están perpendiculares a la dirección de propagación y forman una barrera de difracción

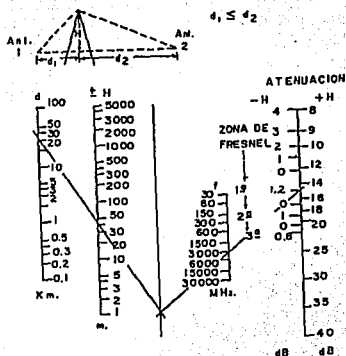


Figura 6.4 Pérdidas de difracción debido a obstáculos en la trayectoria de propagación.

Para este caso, puede emplearse la teoría de difracción de Fresnel empleada en óptica para el cálculo de la pérdida por sombra, la cual se suma a la pérdida de propagación en el espacio

libre. En la Figura 6.4 también pueden leerse las dimensiones de las tres zonas de Fresnel. Esta pérdida por sombra, puede despreciarse si los obstáculos no interfieren con la línea de vista entre las estaciones. Las pérdidas se incrementan progresivamente con la altura de los obstáculos arriba de la línea de vista.

Si representamos como E_0 la intensidad de campo de una trayectoria de propagación sin obstáculo y como E_s la intensidad de campo resultante del fenómeno de difracción provocado por un obstáculo, podemos calcular Z , que es el coeficiente de difracción, así:

$$Z = E_s/E_0$$

Por lo tanto, el coeficiente de difracción se puede expresar por medio del valor absoluto de $|Z|$ y el ángulo de retraso de fase θ , en la siguiente forma:

$$Z = |Z|e^{-j\theta}$$

REFRACCION

Cuando la onda electromagnética atraviesa el límite de dos medios con diferente constante eléctrica, una parte se refleja y otra se refracta. Como se muestra en la Figura 6.5, cuando los índices de refracción de los medios son números reales, siguen lo que afirma la Ley de Snell, sobre los fenómenos de reflexión y refracción. Tanto las direcciones de reflexión y refracción, como

la de incidencia, se encuentran en una superficie plana perpendicular a la superficie límite de los medios. El ángulo de incidencia α y el ángulo de reflexión β son siempre iguales. La propagación de los senos del ángulo de incidencia al ángulo de reflexión es igual a la propagación de la velocidad de propagación v^1 a v^2 de los medios I y II y se expresa así:

$$\text{sen}\alpha/\text{sen}\beta = v^1/v^2$$

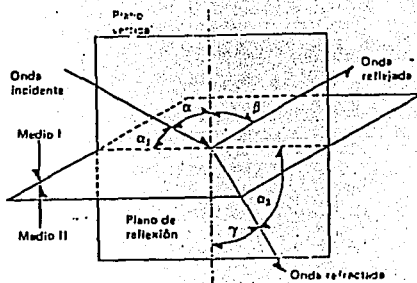


Figura 6.5 Reflexión y refracción.

El resultado de esta división v^1/v^2 , o sea el medio I sobre el medio II es lo que se conoce como índice de refracción relativa.

Cuando el medio I es el vacío, este índice recibe el nombre de índice de refracción absoluta.

FALLA DE ORIGEN

Cuando se presentan dos medios con índices de refracción absoluta n^1 y n^2 , generalmente el índice de refracción relativa ($n^1 - n^2$) se calcula con la siguiente ecuación:

$$n^1 = C/v^1 \text{ y } n^2 = C/v^2$$

Donde $C = 3 \times 10^8$ m/s

Por lo tanto, el índice de refracción relativa ($n^1 - n^2$) en las ondas electromagnéticas será:

$$n_{1-2} = v^1/v^2 = n^2/n^1$$

Si consideramos que tenemos un medio con índice de refracción absoluta n^1 y otro medio con índice de refracción absoluta n^2 , el índice de refracción relativa en la superficie límite se calcula de la siguiente manera:

$$n^1 \text{sen} \alpha = n^2 \text{sen} \phi$$

$$n^1 \text{cos} \alpha_1 = n^2 \text{cos} \alpha_2$$

estas ecuaciones se conocen como Ley de Snell. Si aplicamos la Ley de Snell, a la atmósfera terrestre, formada por capas concéntricas esféricas, es decir, de un sólo centro, como se muestra en la Figura 5.6, tendremos la siguiente expresión:

$$n_0 \text{acos} \alpha_0 = n(a+h) \text{cos} \alpha$$

en donde:

a = Radio real de la tierra.

n_0 = Índice de refracción al nivel del mar.

h = Altitud relativa.

n = Índice de refracción para la altura h .

$(a+h)$ = Radio de la capa atmosférica a una altitud h .

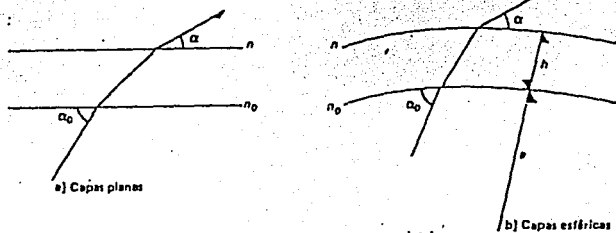


Figura 6.6 Refracción de la onda en la atmósfera.

Por lo que, el índice de refracción modificado "M" queda de la siguiente manera:

$$M = N + (h/a)10^6$$

$$N = (n - 1)10^6$$

$$m = (n + h/a)$$

Por ejemplo, en la atmósfera normal a 300 m de altura, los valores de n y m son aproximadamente de 1.000313 y 1.000360 respectivamente; por lo tanto, los valores de N y M serán de 313 y 360.

DESVANECIMIENTOS

Las variaciones del campo eléctrico recibido, ocasionado por los cambios del medio de transmisión y la topografía de la ruta

se denomina desvanecimientos y pueden ocurrir por atenuación o por interferencia.

Los desvanecimientos por atenuación ocurren bajo condiciones de inversión o doblez del haz, cuando el obstáculo no libra lo suficiente para compensar las variaciones de la curvatura del haz y la señal será como se muestra en la Figura 6.7 a) y c). Estos desvanecimientos pueden evitarse aumentando las alturas de las antenas, pero sin embargo, pueden ocurrir desvanecimientos por atenuación al atraparse las ondas por ductos atmosféricos y si el transmisor o el receptor se encuentran fuera del ducto atmosférico, puede disminuir la señal considerablemente durante mucho tiempo o por cortos intervalos, según sea el caso; de acuerdo a la Figura 6.7 d) y e).

En cambio los desvanecimientos por interferencia se atribuyen principalmente a variaciones de temperatura, presión y humedad que continuamente ocurren en la atmósfera, dando como resultado que ocurran varias trayectorias de las ondas entre el transmisor y el receptor, ya sea por reflexiones en la atmósfera o en la tierra. Cada trayectoria tiene diferente longitud y se suma fuera de fase o en fase con la onda directa, dando como resultado que en cualquier instante la señal recibida será la suma vectorial de todas las ondas contribuyentes de diferentes trayectorias y pueden mejorar o cancelar la señal recibida.

Las pruebas de propagación, se efectúan principalmente para

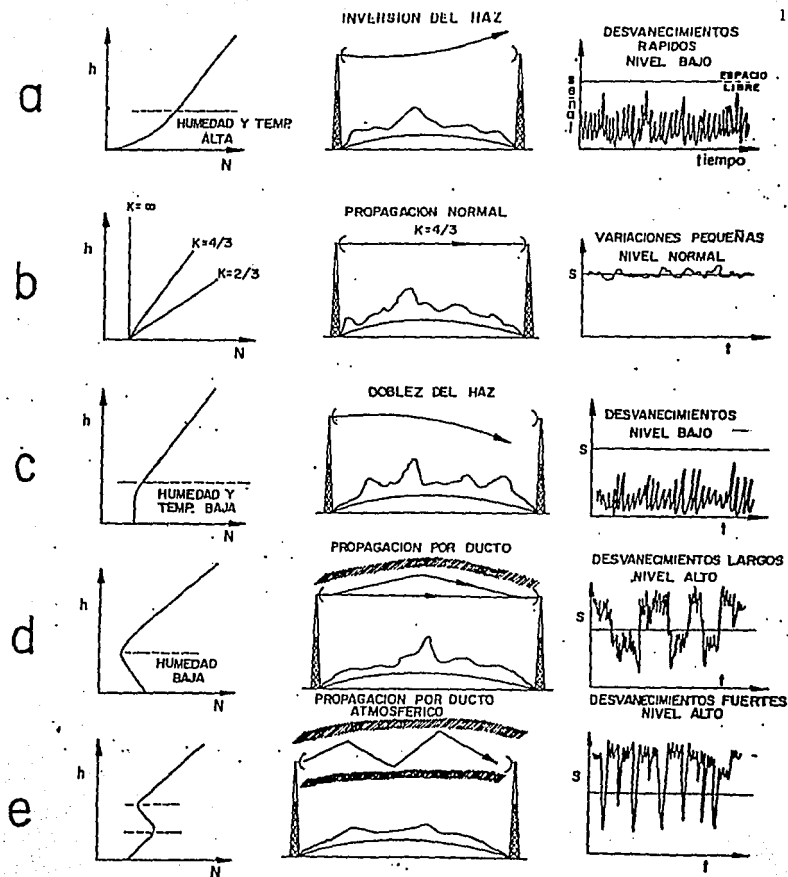


Figura 6.7 Desvanecimientos.

determinar los obstáculos y las reflexiones de los tramos del sistema de microondas. Cualquier obstrucción en la trayectoria de las ondas, no dejará pasar la radiación y presentará una variación de la señal al cambiar las alturas de las antenas, primeramente debido a la sombra del obstáculo y también debido a la interferencia entre la onda directa del transmisor y la onda reflejada del obstáculo, como se ilustra en la Figura 6.8. Todos los puntos en que la diferencia es hasta media longitud de onda ($\frac{1}{2}\lambda$) se denomina la primera zona de Fresnel y de la misma manera, los límites de la zona de Fresnel número "n" consisten de todos los puntos en que la onda reflejada difiere por $n(\frac{1}{2}\lambda)$ de la onda directa ($n = 1,2,3, \dots$)

Tomando en cuenta que la onda sufre un desfaseamiento de 180° ($\frac{1}{2}\lambda$) al reflejarse, las zonas de Fresnel 1,3,5,...etc., aumentarán la señal recibida hasta su máximo (6 dB), en cambio las zonas de Fresnel 2,4,6,...etc., bajarán la señal y pueden, en caso dado cancelar por completo la señal, dependiendo del coeficiente de reflexión. En la Figura 6.8 se ilustra el efecto de reflexión por un obstáculo, vista frontal de la distribución de las zonas de Fresnel y gráfica de la variación de la altura de la antena receptora contra el nivel de la señal recibida.

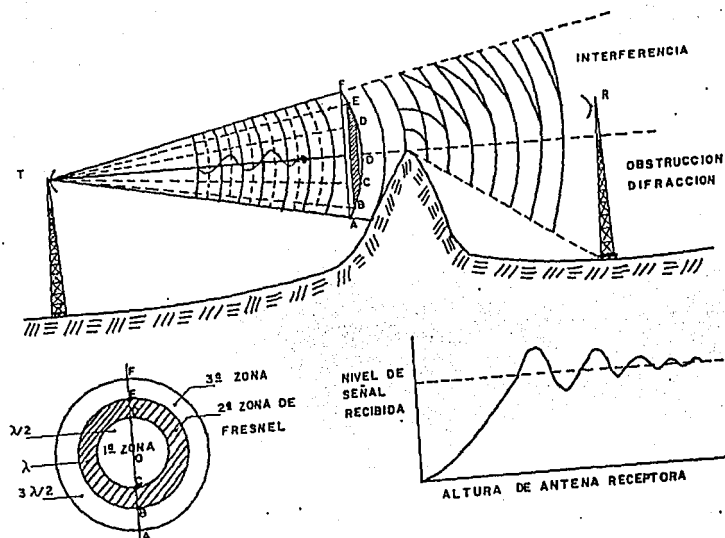


Figura 6.8 Efecto de reflexión por un obstáculo, vista frontal de las zonas de Fresnel y gráfica de la variación de la altura de la antena receptora contra el nivel de la señal recibida.

RUIDO TERMICO

Esta clase de ruido es producido por el movimiento térmico de los electrones cuando atraviesan el registrador. El ruido térmico promedio varía con el ancho de banda del receptor. Es constante cuando el ancho de banda es fijo y es independiente de la carga de canal en la señal multicanal transmitida. Dado que todos los receptores de microondas cuentan con un CAG (Control

Automático de Ganancia) para mantener constante el nivel de entrada de RF (Radio frecuencia) y FI (Frecuencia intermedia) en todas las condiciones de desvanecimientos. El ruido térmico tiene el mismo espectro en todas las frecuencias y su potencia P_n se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_n = KTB_0$$

En donde

$K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$ Constante de Boltzman.

$T =$ Temperatura absoluta ($^\circ\text{K} = ^\circ\text{C} + 273^\circ$).

$B_0 =$ Ancho de banda.

RUIDO DE INTERMODULACION

El ruido de intermodulación es originado por las no linealidades del sistema, tales como:

- a) La no linealidad en la modulación, discriminación y ampliación de las señales de banda base.
- b) La no linealidad fase-frecuencia en los circuitos entonados que manejan señales de RF y FI moduladas en frecuencia.

Una fuente adicional de ruido de intermodulación lo constituye el sistema de alimentación de la antena y algunas conexiones largas en RF y FI. El ruido no lineal es independiente del desvanecimiento pero depende de la carga del canal, lo cual a su vez afecta el ancho de banda de RF de la

portadora modulada en frecuencia.

SATELITES ARTIFICIALES

Ya se trate de comunicaciones de uno a otro lado del mundo, de la exploración del inmenso universo o del descubrimiento de nuevos recursos naturales... ¡los satélites están ahí!

No todos los satélites artificiales giran a la misma distancia de la Tierra. Evidentemente, cuanto más alejados están de nuestro planeta, más larga es la duración de su órbita. A una distancia de 274 Km se efectúa en 90 minutos. Pero si usted toma el ejemplo de nuestro satélite natural, la Luna, situado cerca de 380,000 Km, verá que la órbita tarda 27 días.

Una órbita precisa es la que se sitúa a 36,000 Km y permite a un satélite completar su revolución en 24 horas; como éste es el tiempo que necesita nuestro planeta para efectuar una rotación entera sobre su propio eje, el satélite parecerá inmóvil en relación con la Tierra y quedará estacionado arriba sobre un mismo punto, llamado "geostacionario".

En la superficie de nuestro planeta, donde las comunicaciones a grandes distancias se hacen cada vez más a pinceladas de onda que se propagan en línea recta, la curvatura de la Tierra obliga a colocar repetidoras (o relevos) cada 50 Km. De un continente a otro, un sólo satélite es suficiente para desempeñar este papel, si se halla colocado en la órbita

geoestacionaria.

Modelo de un sistema de comunicación por satélite

La Figura 6.9 muestra un enlace básico de comunicación por satélite.

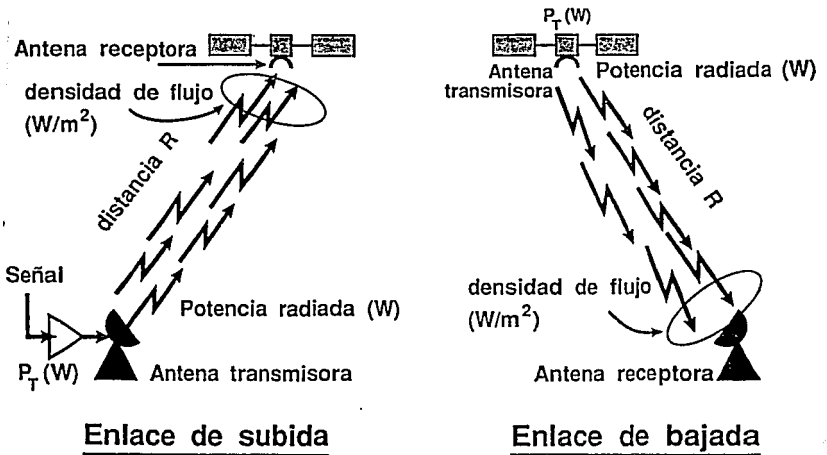


Figura 6.9 Enlace básico de comunicación por satélite.

Donde P_T = Potencia del transmisor [w].

ϕ = Densidad de flujo [w/m²].

En la Figura 6.10 se muestra la ganancia de una antena y su patrón de radiación.

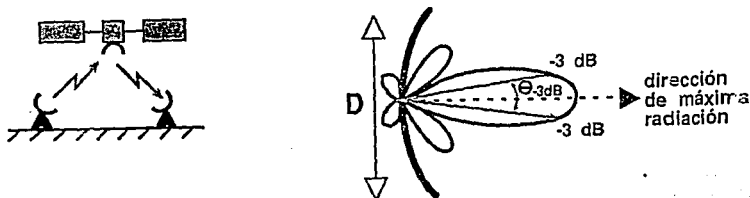


Figura 6.10 Ganancia de una antena y su patrón de radiación.

Donde $G_{max} = \mu \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$

D = Diámetro de la antena [m].

λ = Longitud de onda.

μ = Eficiencia de la apertura de la antena, un valor típico es de 0.6

$\theta - 3dB$ = Ancho del haz [grados].

$\theta - 3dB \approx 70 \left(\frac{\lambda}{D} \right)$.

$[G_{max}]_{dB} = 10 \log_{10} G_{max}$

Por ejemplo, la ganancia máxima y el ancho del haz de una antena de 4 m de diámetro, a 6 GHz será de:

SOLUCION

$$G_{\max} = \mu[(nD/\text{Lambd}\alpha)^2] = 0.6[(n4\text{m}/0.05\text{m})^2] = 37899.28$$

$$\{G_{\max}\}_{\text{dB}} = 10\text{Log}_{10}G_{\max} = 10\text{Log}_{10}37899.28 \text{ dB} = 45.78 \text{ dB}$$

$$\theta - 3\text{dB} = 70(0.05\text{m}/4\text{m}) = 0.875 \text{ grados.}$$

En la Figura 6.11 se muestra la potencia isotrópica radiada equivalente o efectiva (P_E).

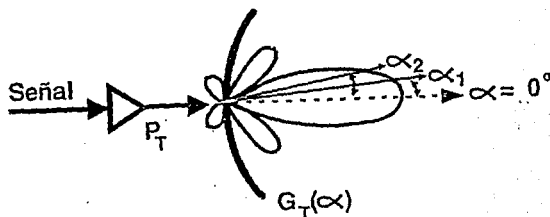


Figura 5.11 Potencia isotrópica radiada equivalente o efectiva y es máxima cuando $\alpha = 0^\circ$.

Donde P_T = Potencia del transmisor [w].

$G_T(\alpha)$ = Ganancia de la antena transmisora, en función del ángulo α .

$$P_E = P_T G_T(\alpha)$$

$$\{G_T(\alpha)\}_{\text{dB}} = \{G_{\max}\}_{\text{dB}} - 12[\alpha/\theta - 3\text{dB}]$$

Cuando $\alpha = 0^\circ$, la P_E es máxima; es decir:

$$P_{E(\max)} = P_T G_{\max}$$

FALLA DE ORIGEN

En la Figura 6.12 se ilustra la densidad de flujo en el receptor.

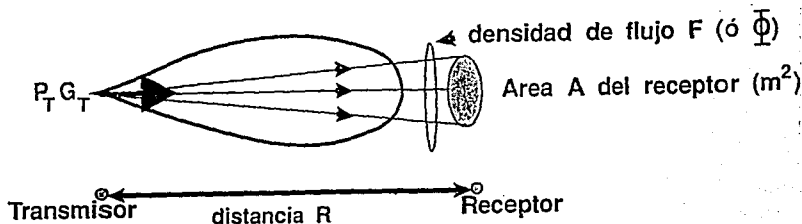


Figura 6.12 Densidad de flujo en el receptor.

Donde $\Phi = (P_T G_T / 4\pi R^2)$ en $[w/m^2]$.

Por ejemplo, considérese el siguiente enlace donde la potencia de alimentación de la antena transmisora es de 10 w, la ganancia de la antena transmisora en dirección del satélite es de 40 dB y la distancia entre la antena transmisora y el satélite es de 36,000 Km. ¿Calcular la densidad de flujo en la antena receptora del satélite?

SOLUCION

$$\Phi = (P_T G_T / 4\pi R^2) = [(10W)(40dB) / 4\pi(36,000,000 \text{ m})^2] = 2.45609 \cdot 10^{-14} \text{ w/m}^2$$

Actualmente, tenemos una idea precisa de todo lo que es posible descubrir gracias a los satélites; para comprender mejor esto, basta decir, que detalles del tamaño de un centímetro pueden ser observados desde el espacio.

SISTEMAS DE COMUNICACION POR FIBRAS OPTICAS

En el mundo, el desarrollo de las telecomunicaciones, así como el de la electrónica se ha orientado al uso extensivo de circuitos de alta escala de integración con un alto contenido de inteligencia artificial, por una parte y al desarrollo de sistemas de transmisión digital de alta velocidad, basados en nuevos conmutadores digitales controlados por programa almacenado.

Los sistemas de comunicación por fibras ópticas han encontrado en los últimos años una gran aceptación en diversos sectores, debido principalmente a la gran versatilidad para el manejo de grandes volúmenes de información a altas velocidades, así como a sus propiedades intrínsecas de la fibra óptica como son su inmunidad a la interferencia electromagnética, su aislamiento dieléctrico, su gran ancho de banda y peso reducido le han permitido su aplicación en zonas expuestas a grandes interferencias como son las plantas nucleares y plantas generadoras de electricidad e inclusive en lugares explosivos.

Una de las aplicaciones más importantes de estos sistemas de comunicación es la telefonía. En ésta, los canales de voz son utilizados para la transmisión de señales eléctricas analógicas que contienen ya sea conversaciones, o señales de datos que han sido procesadas analógicamente.

La Modulación por Impulsos Codificados (PCM), puede

describirse como un método para transferir la información analógica a la forma digital. La conversión de la señal analógica en una digital se basa en tres principios fundamentales: el muestreo, la cuantificación y la codificación, como se muestra en la Figura 7.1.

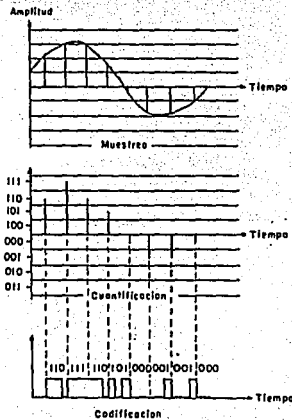


Figura 7.1 Modulación por Impulsos Codificados.

De acuerdo con la teoría de la información, es suficiente transmitir muestras tomadas a, por lo menos, el doble de la frecuencia más alta de la señal. Esto se denomina el Teorema del Muestreo.

Las muestras tomadas de una señal de frecuencia vocal (VF)

tienen una gama continua de amplitudes. El siguiente paso es dividir esta gama de amplitudes en una cantidad limitada de intervalos. A todas las muestras cuyas amplitudes caen dentro de un cierto intervalo se les asigna el mismo valor. Este principio se conoce como cuantificación.

Finalmente, las muestras cuantificadas se codifican en un código adecuado. En la Figura 7.1 se usa un código binario normal. La señal puede ahora transmitirse como un tren de impulsos de "unos" y "ceros".

La estructura básica de una línea de transmisión vía fibra óptica, contempla los equipos terminales ópticos (transmisor y receptor), dispositivos ópticos pasivos, transductores optoelectrónicos y la red óptica, en la Figura 7.2 se muestran dichos componentes.

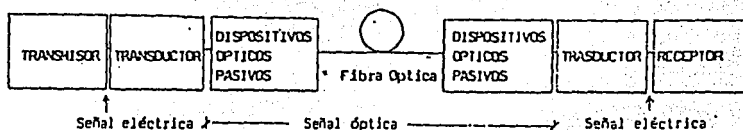


Figura 7.2 Componentes de una línea de transmisión vía fibra óptica.

En la etapa de recepción del sistema, el primer paso es la recuperación de la información óptica transmitida, para que posteriormente sea codificada. Para ello es necesario la

conversión de la señal óptica a su correspondiente señal eléctrica. El dispositivo a utilizar se conoce como Fotodetector.

Dos tipos de fotodiodos son los más usados para este propósito; uno de ellos consiste en una unión PN con una capa intrínseca entre las regiones P y N, llamado Diodo PIN. El otro Diodo se conoce como Fotodiodo de Avalancha (APD). En cada uno de estos Diodos, el hecho de que sean iluminados por la fibra en la región cercana a la unión, provoca un aumento del nivel de energía de los electrones en la unión, lo que permite un flujo mayor de corriente a través del circuito.

El Fotodiodo Avalancha es más eficiente que el tipo PIN. Debido a que niveles más altos de energía en la unión representan un mayor flujo de corriente, el efecto de avalancha genera una ganancia en la potencia de la señal a través del Diodo; por ello, los Fotodiodos Avalancha poseen mejor sensibilidad que los Diodos PIN.

La sensibilidad se define como la mínima entrada de luz requerida para un nivel de funcionamiento dado. Este nivel de funcionamiento se establece a partir de la relación señal a ruido para los sistemas analógicos de comunicación, o con respecto a la tasa de error por Bit en los sistemas digitales de comunicación.

El APD es más conveniente que el PIN en los sistemas que requieren grandes anchos de banda. Sin embargo, los APD tienen la desventaja de necesitar altos voltajes de polarización y una

gran sensibilidad a la temperatura. Esto obliga al empleo de fuentes de alimentación con voltajes del orden de 100 a 400 volts.

Cabe mencionar que los sistemas de comunicación convencionales son el par telefónico, el cable coaxial y las microondas, entre otros, los cuales, en mayor o menor grado poseen problemas de congestión de las líneas, en el caso del par telefónico, o bien, de limitación del espectro de frecuencia disponible, en el caso de las microondas. Es por ello que se ha acudido al empleo de los sistemas de comunicación por fibras ópticas, los cuales presentan grandes ventajas para su empleo en corta y mediana distancia (menor a 30 Km), pero ciertas desventajas a larga distancia (mayor a 30 Km), con respecto a los sistemas de microondas.

Los sistemas de comunicación por fibras ópticas se clasifican en sistemas analógicos y sistemas digitales. En los sistemas analógicos se emplea principalmente la modulación en frecuencia, con una multicanalización en frecuencia (FDM), mientras que en los sistemas digitales se utiliza principalmente la modulación por pulsos, con una multicanalización por división en el tiempo (TDM). Los sistemas digitales requieren de mayor ancho de banda que los sistemas analógicos, para el mismo número de canales. Así los sistemas analógicos son principalmente aplicados en la transmisión de canales de televisión, mientras

que los sistemas digitales permiten la transmisión de datos entre computadoras, imágenes fijas o en movimiento y códigos de protección.

Desafortunadamente, la no linealidad de los componentes del sistema es una de las principales limitaciones de este medio de comunicación, produciendo problemas de armónicas y de intermodulación.

Actualmente se distinguen tres tipos de fibra óptica:

- 1 .- Unimodo, índice escalonado.
- 2 .- Multimodo, índice escalonado.
- 3 .- Multimodo, índice gradual.

Decidiéndose utilizar en la planta telefónica, la fibra óptica del tipo Unimodo de Índice Escalonado, alcanzando una transmisión de 140 Mb/s, con una longitud de onda de $1.3 \mu\text{m}$ y una capacidad de 1920 canales en un sólo sentido. Las fibras ópticas son guías de onda, compuestas de un núcleo cilíndrico de vidrio o cuarzo, envueltas por un revestimiento concéntrico de plástico o vidrio, cuyo índice de refracción es mayor al del núcleo.

Con el avance tecnológico en la fibra óptica, se ha mejorado su comportamiento mecánico para soportar tensiones, compresiones y flexiones. Asimismo, se han obtenido bajas atenuaciones, ofreciendo con esto, cubrir mayores distancias sin el empleo de regeneradores ópticos.

En la construcción de líneas de transmisión vía fibra

óptica, se utilizan principalmente dos tipos de enlace.

- a) Enlace directo de punto a punto.
- b) Enlace con derivación.

ENLACE DIRECTO PUNTO A PUNTO

El enlace troncal directo de punto a punto, es aquel en el cual por medio de una fibra óptica se unen dos Centrales Telefónicas, es decir, en donde las fibras que salen de una Central "A" rematan en una Central "B", la Figura 7.3 muestra un diagrama a bloques de un enlace directo de punto a punto.

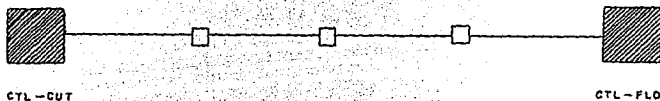


Figura 7.3 Enlace directo de punto a punto.

ENLACE TRONCAL CON DERIVACION

El caso del enlace troncal con derivación, es aquel en el cual por medio de un cable de fibra óptica se realiza la conexión de más de dos Centrales, en donde alguna(s) de ella(s) tiene conexión a través del mismo cable con más de una Central, la Figura 7.4 muestra un diagrama a bloques de un enlace con derivación.

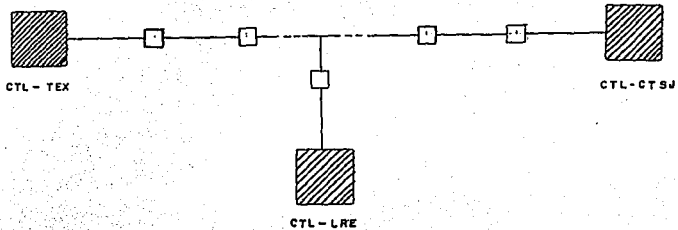


Figura 7.4 Enlace troncal vía fibra óptica con derivación.

En las líneas de transmisión vía fibra óptica, se utilizan dispositivos de interconexión como son los empalmes y conectores. El conector es una unión no permanente que se usa cuando es necesario conectar una fibra más de una vez, su aplicación principal es en la conexión de la red exterior con el equipo terminal óptico o enrutamientos en los distribuidores ópticos.

Los empalmes se utilizan para unir permanentemente las fibras ópticas en cable-cable o cable-pigtail, para aplicaciones donde la distancia que ha de cubrir la línea de transmisión es mayor que los tramos de cable disponibles, o bien para unir pigtaills con fibras ópticas para interconexiones en los equipos ópticos dentro de las Centrales Telefónicas.

La atenuación que introducen dichos dispositivos de interconexión pueden constituir un factor muy importante en el

diseño de sistemas de fibra óptica, particularmente en enlaces de varios kilómetros. El objetivo principal de acoplamiento de los empalmes y de conectores, es el alineamiento preciso de los dos núcleos de las fibras por unir, de tal forma que la energía luminosa se propague con un mínimo de pérdidas. Actualmente existen dos métodos para realizar un empalme:

1 .- Empalme Mecánico.

2 .- Empalme por Fusión (Arco Eléctrico).

Los empalmes mecánicos suelen incluir un elemento de alineamiento de metal rígido, de vidrio o de cerámica, cuidadosamente fabricado, dentro del cual se guían las dos fibras por medio de un canal común hasta quedar alineados los dos núcleos para posteriormente, con la aplicación de un pegamento especial, unir las fibras permanentemente.

El empalme por fusión, consiste en la unión de dos fibras utilizando un arco eléctrico para fundir sus extremos para que posteriormente, por medio de la tensión superficial, se produzca una unión casi invisible, la cual debe estar libre de burbujas de aire y fisuras.

ATENUACION

La Atenuación total máxima permisible, de acuerdo a las especificaciones en este tipo de red, es ocasionada por los siguientes elementos:

1 .- Atenuación por fibra óptica (A_f) \leq 0.5 dB/Km

2 .- Atenuación por empalme (A_e) \leq 0.2 dB/Km

3 .- Atenuación por conectores (A_c) \leq 0.8 dB/Km

Por lo tanto, la Atenuación total máxima (A_t) está dada por:

$$A_t = A_f + A_e + A_c$$

Por ejemplo, si se tiene una red de 10 Km de longitud en donde se tienen 5 empalmes (4 rectos y 2 en el Distribuidor Optico) y rematado en dos conectores del Distribuidor Optico, la Atenuación total es:

$$A_f = (0.5 \text{ dB/Km})(10\text{Km}) = 5 \text{ dB}$$

$$A_e = (0.2 \text{ dB/Km})(6 \text{ empalmes}) = 1.2 \text{ dB}$$

$$A_c = (0.8 \text{ dB/Km})(2 \text{ conectores}) = 1.6 \text{ dB}$$

$$A_t = A_f + A_e + A_c = 5 \text{ dB} + 1.2 \text{ dB} + 1.6 \text{ dB} = 7.8 \text{ dB}$$

El cálculo de la Atenuación, nos permite evaluar la calidad deseada de la señal transmitida, la Figura 7.5 representa una forma gráfica de calcular la Atenuación por unidad de longitud. Los dos métodos más ampliamente usados para evaluar la Atenuación en fibra óptica son:

a) Retrodispersión - Se basa en las dispersiones de luz en el interior de la fibra en donde se presenta un tipo de luz difusa, de la cual una parte se orienta a lo largo del eje de la fibra, entrando a su modo de guía de onda y regresa al extremo de la fibra en la que se inyecta el impulso de luz. Midiendo el nivel de esta luz reflejada, es posible medir la Atenuación óptica por

unidad de longitud a partir de las variaciones en el nivel de retrodispersión. El instrumento que se utiliza para medir las pérdidas por retrodispersión es el Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo.

b) Inserción.-Este método consiste en realizar una comparación entre una señal luminosa inyectada y la que se obtiene como salida en fibras, conectores o en algún dispositivo óptico. El error de la medición depende de la estabilidad de la fuente de luz (señal luminosa inyectada) y el medidor de Potencia Óptica, por lo cual es posible realizar mediciones sumamente exactas.

Actualmente con los equipos existentes en el mercado se pueden realizar mediciones de Atenuación en tramos de fibra óptica desde 0.1 m hasta 144 Km. En la Figura 7.5 se muestra una gráfica de una forma de onda de Atenuación y su cálculo por unidad de longitud.

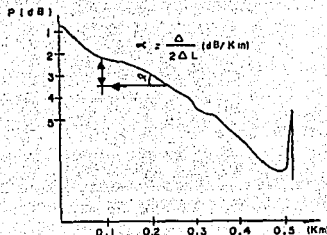


Figura 7.5 Forma de onda de Atenuación y cálculo por unidad de longitud.

El análisis completo de la curva registrada en la Figura 7.6 muestra que independientemente de la medición de la Atenuación, muchos fenómenos pueden monitorearse usando la técnica de reflectometría:

- a) Reflexiones originadas por el dispositivo acoplador a la entrada de la fibra.
- b) Zona de pendiente constante.
- c) Discontinuidad debido a defectos locales, empalmes o acopladores.
- d) Reflexiones debido a defectos dieléctricos.
- e) Reflexiones al final de la fibra.

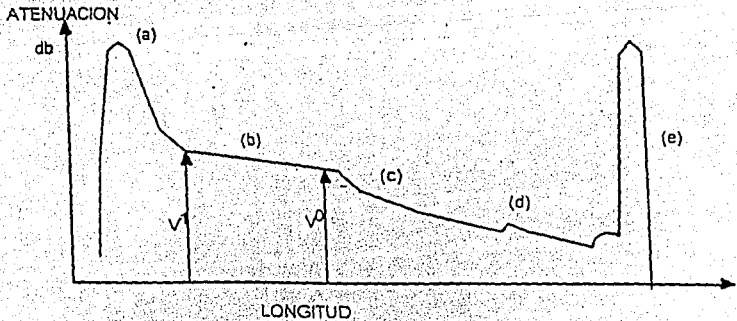


Figura 7.6 Curva típica Longitud vs. Atenuación.

MEDICION DE POTENCIA OPTICA

Dentro de esta area se realiza la medicion de Potencia

Óptica, Atenuación Óptica, Prueba de continuidad y Localización de Averías, siendo el campo de aplicación más importante, la construcción y el mantenimiento de la red troncal vía fibra óptica.

Las mediciones se realizan con equipos ópticos que se adaptan a la región del infrarrojo en las bandas de $0.85 \mu\text{m}$, $1.3 \mu\text{m}$ y $1.55 \mu\text{m}$. La banda más usual actualmente en la construcción de la red de fibra óptica en TELMEX es la de $1.3 \mu\text{m}$.

Para realizar las mediciones se utilizan medidores de Potencia Óptica, a los cuales se les adaptan transductores optoelectrónicos que convierten la señal luminosa a eléctrica; la Figura 7.7 muestra un diagrama a bloques de los elementos que integran una medición de Potencia Óptica.

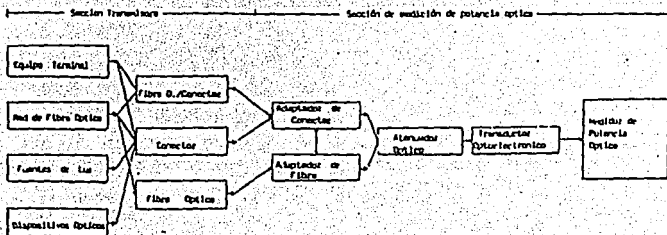


Figura 7.7 Elementos que integran una medición de Potencia Óptica.

El Reflectómetro Óptico proporciona una representación visual de los datos, en donde se monitorea la forma de onda, se indican las condiciones de barrido (ancho de pulso, rango de medición, etc.), así como datos de medición (longitud, atenuación por kilómetro, atenuación total, etc.).

PRUEBAS DE CONTINUIDAD OPTICA

La prueba de continuidad consiste en verificar que la luz viaje a través de un tramo de fibra óptica, una conexión o un dispositivo óptico. Para esto se inyecta un rayo luminoso en un extremo y se verifica que en el otro extremo llegue la señal.

Para realizar esta prueba se hace uso del siguiente equipo:

- Fuente de luz estabilizada / Medidor de potencia óptica.
- Fuente de luz visible.
- Fuente de luz visible / Analizador de espectro óptico.

De los cuales los de uso más común en TELMEX, para realizar la prueba de continuidad son los dos primeros. La Figura 7.8 representa el arreglo de equipo y dispositivos para realizar la prueba de continuidad.

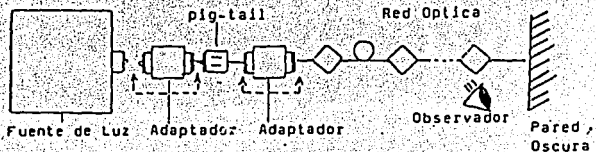


Figura 7.8 Arreglo de equipo y dispositivos para realizar la prueba de continuidad.

Aquí se requiere un observador al otro extremo de la línea, con el fin de que verifique que la señal de la luz visible llegue al extremo en cuestión, auxiliándose para ello de una pared "negra".

LOCALIZACION DE AVERIAS EN LINEAS DE TRANSMISION DE FIBRA OPTICA

La localización de averías consiste en detectar y ubicar físicamente el punto en donde se está presentando una atenuación mayor a la norma o una discontinuidad óptica, lo cual puede ser consecuencia de un mal manejo del cable o cajas de empalme al momento de alojar las fibras, o bien por un daño ocasionado por terceras personas. Para ubicar la avería se realiza un barrido de la curva de Atenuación en la pantalla del Reflectómetro Optico por tramos de fibra óptica, verificando que los datos de Atenuación por longitud y conexiones (empalmes y conectores), estén dentro de las normas de TELMEX.

Cuando la avería se refiere a una discontinuidad óptica es posible que ésta se deba la ruptura de una fibra, ocasionada por la incorrecta colocación en el organizador de la caja de empalme, o bien si es en varias fibras, existe la posibilidad de que esto sea ocasionado por daño al cable.

Para localizar una discontinuidad óptica en la red troncal via fibra óptica, se procede de la siguiente forma:

a) Se instala el Reflectómetro Optico en uno de los extremos de

la red de fibra óptica.

b) Haciendo uso de los rangos y escalas de medición del Reflectómetro Óptico, se monitorea la curva de Atenuación de la fibra óptica, realizando una medición de la distancia de cada una de las fibras, para posteriormente compararla con la distancia real de acuerdo a las mediciones de Atenuación realizadas anteriormente o en su caso, de acuerdo a lo estimado en los datos de planificación.

c) Para ubicar la avería se realiza un barrido de la curva de Atenuación por tramos de fibra óptica, verificando en que punto existe discontinuidad óptica.

d) Posteriormente se procede a localizar la avería desde el otro extremo de la fibra óptica, a fin de confirmar su localización y corroborar que sea la única avería existente.

e) Una vez que se determina la distancia por ambos extremos de la fibra se comparan con la distancia total del enlace, de acuerdo a los datos de planificación o a las mediciones realizadas con anterioridad y se ubica en el plano de ruta.

APLICACIONES

La reducción del costo de las computadoras ha hecho posible que la informática invadiese con gran éxito el campo de la educación. Esta intervención tiene ya unas ramosas siglas: CAI (Computer Assisted Instruction, Enseñanza Asistida por Computadora). El alumno se sitúa frente a una pantalla como la de los televisores, a través de la cual la computadora va presentando las enseñanzas y dispone de un lápiz especial con el que responde a las preguntas comodamente, con sólo señalar sobre la pantalla el resultado elegido. En la computadora funciona un texto de "enseñanza programada" sobre el tema en cuestión.

Este tipo de enseñanza obedece a un esquema conservador de la pedagogía por el que se avanza en cada lección, prestando una particular atención al control de los resultados, de modo que sólo se presentan nuevos temas cuando lo enseñado hasta el momento se tiene total y absolutamente aprendido. Esta técnica se presta a diversas críticas: maniqueísmo de la materia a enseñar, valoración abusiva del alumno, simplificaciones excesivas, etc., pero es evidente que puede ayudar en gran parte al profesor, los aspectos muy concretos de la lección puede enseñarlos la computadora, y el profesor, liberado de esta pesada tarea, puede concentrar su atención en las funciones más importantes: enmarcamiento del tema, generalizaciones, conclusiones y sobre

todo, atender mas directamente al alumno mediante explicaciones adicionales y mas individualizadas.

La computadora ha penetrado también en los hospitales, permitiendo controlar eficazmente las constantes vitales de los enfermos y, al mismo tiempo, centralizar los cuidados de toda la institución. Pero quizá la aplicación más prometedorá en medicina sea el diagnóstico automático.

Para realizarlo, hay que comunicarle la historia clínica del paciente y los síntomas de su enfermedad. La computadora, que tiene almacenadas en su memoria las posibles afecciones, explora sistemáticamente el árbol de probables enfermedades y facilita una gama reducida de diagnósticos y la terapéutica correspondiente, ante los que el médico decide.

Las bibliotecas automatizadas son también de gran valor en medicina. Asimismo, el registro mecanizado de las enfermedades de una población puede permitir detectar sus causas, localizar epidemias y, en general, potenciar el desarrollo de la medicina preventiva, a la que día a día se da mayor importancia.

En este gran abanico de aplicaciones de la informática se podría incluir también la composición editorial, mediante la cual se diseña automáticamente la perfecta disposición de un texto para su impresión; y el control de tráfico, en el que por medio de unos sensores situados en los puntos clave de las avenidas se analiza la densidad de tráfico de la ciudad y se gobiernan los

semáforos para conseguir una circulación con la máxima fluidez y agilidad.

De todo lo expuesto se concluye que la computadora es un instrumento enormemente útil al hombre. Su estructura permite utilizarla en casi todos los campos de la actividad humana. El objetivo es siempre el mismo: liberar al hombre de tareas rutinarias y peligrosas.

Sin embargo, todas las aplicaciones citadas no suponen más que el 10 % o el 15 % del uso real de las computadoras existentes.

La utilización por excelencia de las computadoras en la sociedad capitalista es la administración. La inmensa mayoría de los usuarios de computadoras en la sociedad occidental las utilizan como herramienta para el manejo financiero o simplemente burocrático: facturas, cuentas corrientes, estadísticas comerciales, etc. No se puede negar que se trata de tareas rutinarias que la computadora permite agilizar. Ahora bien, este elevado rendimiento ¿repercute realmente en favor de todos?

Aunque una administración bien organizada es siempre positiva, ¿por qué no dedicar tanto gasto en material informático a tareas con una mayor trascendencia social, como el control de procesos, diagnóstico automático, etc.?

Mientras los mecanismos de gobierno económico estén en pocas manos, será difícil que tales esfuerzos se proyecten en áreas de

beneficio general.

La mayoría de las aplicaciones de las computadoras que se han señalado presentan cierta inmadurez en lo que se refiere a puesta a punto real. El motivo de ello reside en que las aportaciones económicas de este tipo de aplicaciones son muy bajas en comparación con los grandes presupuestos que se dedican a las aplicaciones administrativas, que lógicamente están más desarrolladas. Como ejemplo se podría hablar de los Sistemas Integrados de Administración de una empresa, con los que de una forma integral se gobiernan automáticamente la producción, los almacenes de materias primas y de productos acabados, la contabilidad, etc. A un nivel más ambicioso puede citarse el ejemplo de la reserva de billetes de la compañía aérea. Con esta aplicación se controla y administra toda la expedición de billetes a nivel de todo un país o, incluso, de varios países a la vez. Como subproducto, se obtiene además, el control de pasajeros en cada vuelo, las asignaciones a la tripulación, el aprovisionamiento de material para cada aeronave, etc. No escapará al lector la complejidad de esta aplicación.

Para alcanzar tales objetivos se dispone de una red de terminales conectadas a una computadora central de gran capacidad.

En ella, o en archivos de disco o tambor, se almacenan los datos de vuelo, itinerario, reservaciones, billetes expedidos y

FALLA DE ORIGEN

nombre del pasajero, etc. Una computadora, accionada por una terminal provista de pantalla, es capaz de responder en pocos segundos a preguntas referentes a vuelos de una determinada ciudad, características y plazas vacantes, cambios de reservación, anotación de nuevos viajeros, etc. Todas las transacciones efectuadas son inmediatamente registradas en los archivos de disco, con lo que en cualquier momento y desde cualquier punto de la red se conoce el estado de los vuelos y nunca se pueden producir errores por el manejo de informaciones ya caducas.

En la misma línea de complejidad y volumen se registran aplicaciones de la banca, el más grande usuario de computadoras en la sociedad de consumo. Ya es común que un banco tenga una red de terminales en todas las sucursales de una región, con lo que las transacciones realizadas en ellas quedan registradas al instante y la sede central controla estrechamente la evolución de sus sucursales. Hasta tal punto ha tenido éxito esta aplicación, que se halla en construcción avanzada una red de información bancaria que enlazará bancos a lo largo y ancho del mundo.

Bien puede decirse que estas redes informativas son maravillas de la aplicación de las computadoras, lo mismo puede decirse de la red de consulta a bibliotecas de uso internacional, así como a centros de enseñanza superior, donde es posible comunicarse cualquier progreso científico al instante.

CONCLUSIÓN

El conocimiento científico ha aumentado tan considerablemente, que al individuo le resulta imposible poderlo apreciar en sus detalles. Este alud de información ha desencadenado otro semejante de innovaciones técnicas. Como consecuencia, la industria nos inunda de productos que han sido posibles gracias a estas innovaciones.

Así, la Informática y las Telecomunicaciones nos plantean un cambio de visibilidad, de lecturas que salen del dominio del texto y obligan a la participación de más sentidos y más capacidades humanas. Establece un puente de comunicación entre las artes, la cultura, las concepciones de confort, el pensamiento, las ciencias y la tecnología. Nos hacen pensar que el correo electrónico es ya el camino, no tan metafórico, de la telepatía.

Por lo que se considera, que el perfil del nuevo ingeniero debe contemplar conocimientos sobre computación, teleinformática, bioingeniería, robótica, diseño y manufactura asistido por computadora e idiomas, entre otros, que permita al futuro profesional ser un solucionador de problemas en beneficio de la sociedad mexicana.

BIBLIOGRAFIA

1. - AN INTRODUCTION TO INFORMATION AND THEORY

Fred Haber

Addison Wesley, 1985

2. - ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Elaine Rich & Kevin Knight

International Edition, 1991

3. - BASIC ELECTRONICS TECHNOLOGY

Alvis J. Evans, BS, & Jerry D. Mullen, BS, Med.

Radio Shack, 1986

4. - FUNDAMENTOS DE COMPUTACION

Rafael Arechiga y Jorge Corchado

I.P.N., 1989

5. - INFORMATICA PRESENTE Y FUTURO

Donald H. Sanders

McGRAW-HILL, 1991

6. - INTRODUCCION A LA COMPUTACION PARA INGENIEROS

Steven C. Chapra y Raymond P. Canale

McGRAW-HILL, 1989

7. - INTRODUCCION A LA INFORMATICA

José Luis Mora y Enzo Molino

Editorial Trillas, 1991

8. - INTRODUCCION A LOS PC

Bob Albrecht

McGRAW-HILL, 1994

9.- MICROELECTRONICA

S. Gergely

Biblioteca Científica Salvat, 1985

10.- ORGANIZACION DE COMPUTADORAS: UN ENFOQUE ESTRUCTURADO

Andrew S. Tanenbaum

Prentice-Hall, 1986

11.- ROBOTICA INDUSTRIAL: TECNOLOGIA, PROGRAMACION Y APLICACIONES

Mikell P. Groover, Mitchell Weiss, Roger N. Nagel y N. G. Odrey

McGraw-Hill, 1990

12.- SATELLITE TELEVISION RECEPTION

Joel Goldberg

Prentice-Hall, Inc., 1984

13.- OPTICAL FIBER COMMUNICATIONS PRINCIPLES AND PRACTICE

John M. Senior

Prentice-Hall, 1993