



9
24

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN

**EDUSITE: LINK DE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL. PUNTOS SENSORES NEURONALES
DE SERVICIOS DE SEGURIDAD EN
INSTALACIONES INFORMÁTICAS
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN INFORMÁTICA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

LICENCIADO EN INFORMÁTICA

**PRESENTA:
ESPARTACO DAVID KANAGUSICO HERNÁNDEZ**

**ASESOR DEL SEMINARIO:
L.C. y M. en C.C. MARINA TORIZ GARCÍA**



MÉXICO, D.F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A MI MADRE: GRACHELA HERNÁNDEZ NARANJO POR TODO LO QUE REPRESENTAS PARA MI, Y TODO LO QUE ME HAS DADO, LO PRINCIPAL LA VIDA.

A MI PADRE: ALBERTO KANAGUSICO HUESCA POR TODO LO QUE REPRESENTAS PARA MI, Y TODO LO QUE ME HAS DADO, LO PRINCIPAL LA VIDA.

A BETO CHELA JUAN MECHE Y BENJAMÍN, POR SU APOYO Y COMPRENSIÓN.

A MIS TÍAS Y TÍOS.

A MIS PRIMAS Y PRIMOS.

A MIS SOBRINAS Y SOBRINOS.

A MIS AMIGOS.

AGRADECIMIENTOS

UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL A LA MAESTRA MARINA TORIZ GARCÍA POR SU APOYO, YA QUE GRACIAS A SU AYUDA LOGRE DESARROLLAR EL PRESENTE TRABAJO.

UN AGRADECIMIENTO A MIS COMPAÑERAS Y COMPAÑEROS DE LA LICENCIATURA POR FAVORECER EL TERMINO DE LA TESIS.

LA IMAGINACIÓN ES MÁS IMPORTANTE QUE EL CONOCIMIENTO.

ALBERT EINSTEIN.

La Universidad Nacional Autónoma de México, la institución educativa mas grande de México, y que concentra la mayor demanda de ingreso, actualmente no es capaz de atender la demanda de personas que desean cursar una carrera universitaria, por lo que es necesario implementar un medio de educación donde el alumno sea autodidacta, y que pueda llegar al mayor número posible de habitantes en el país.

Una solución al problema anterior es EDUSITE, modelo de enseñanza-aprendizaje, que a través de computadoras y redes (básicamente *Internet*) permite transmitir conocimientos, en la casa u oficina del alumno.

El *site* educativo EDUSITE estará dedicado a la enseñanza a distancia de las licenciaturas y posgrados que se imparten en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM a través de *Internet*.

Una de las materias de la Licenciatura en Informática es la inteligencia artificial, por lo que el presente trabajo realiza una recopilación de información de la inteligencia artificial, además se señalan tres temas relacionados con la inteligencia artificial como son: las redes *neuronales*, los *sensores* ópticos y la seguridad en instalaciones informáticas, por ultimo se redacta un capítulo sobre *Internet*.

La inteligencia artificial es una ciencia que intenta simular el comportamiento humano, dentro de la IA existe una división denominada redes *neuronales*, las cuales tratan de simular el funcionamiento de las redes *neuronales* biológicas, hoy en día la IA y las redes *neuronales*, tienen ya aplicaciones en bases de datos, en programas de simulación, en reconocimientos de sonido y patrones.

Los *sensores* ópticos, pueden utilizarse como dispositivos que restringen el acceso a determinadas instalaciones, si un *sensor* óptico proporciona información *digitalizada* a una red *neuronal*, resulta en un sistema de seguridad excelente, ya que el sistema puede aprender a reconocer patrones, el patrón puede ser una huella digital, o un rostro humano, no siendo necesaria la utilización de tarjetas, o claves de acceso, hoy en día existen sistemas de seguridad de acceso que utilizan *sensores* ópticos, y reconocen una huella digital, pero estos sistemas son bases de datos, no *redes neuronales*, si el dedo pulgar de una persona llegase a sufrir alguna alteración por causa de un accidente (una quemadura por ejemplo), la base de datos negaría el acceso a esta persona, en cambio una *red neuronal* que es entrenada para reconocer un patrón, reconocería esta huella digital, si es que la huella aún conserva la mayoría de sus características originales, así pues con esto se obtiene un sistema de seguridad flexible a los cambios que pudieran sufrir los patrones a reconocer, y de rápida respuesta.

	Págs.
INTRODUCCION GENERAL.	1
INDICE GENERAL.	2
RESUMEN DE LA INVESTIGACION.	6
1. TITULO.	6
2. EL SITE EDUCATIVO.	6
3. APLICACION DE LAS TECNOLOGIAS INFORMATICAS A EDUSITE.	7
4. PLATAFORMA DE DESARROLLO.	15
CAPITULO I. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	
I. INTRODUCCION.	25
II. CONCEPTOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	25
III. EVOLUCION DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	26
1. GENERACIONES DE COMPUTADORAS.	27
2. SITUACION ACTUAL.	28
3. FUTURO.	29
IV. OBJETIVOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	29
V. ELEMENTOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	30
1. EL CEREBRO, ORGANO DE LA MENTE.	30
2. PENSAMIENTO.	32
3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	33
4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LOGICA.	35
5. ALGORITMOS Y COMPUTABILIDAD.	37
VI. APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	40
1. JUEGOS.	40
2. SISTEMAS EXPERTOS.	40
3. LENGUAJE NATURAL Y MODELOS SEMANTICOS.	41
4. MODELADO DEL DESEMPEÑO HUMANO.	41
5. PLANEACION Y ROBOTICA.	41
6. APRENDIZAJE.	41
7. REDES NEURONALES.	42
8. EDIFICIOS INTELIGENTES.	43
VII. HERRAMIENTAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.	51
1. IPL.	51
2. LISP.	52
3. PROLOG.	52
4. SMALLTALK.	53

CAPITULO II. REDES NEURONALES.

I. INTRODUCCION.	55
II. CONCEPTOS DE LAS REDES NEURONALES.	55
III. EVOLUCION DE LAS REDES NEURONALES.	56
1. SITUACION ACTUAL.	58
2. FUTURO.	59
IV. OBJETIVOS DE LAS REDES NEURONALES.	59
V. ELEMENTOS DE LAS REDES NEURONALES.	59
1. DEFINICION DE NEURONA.	60
2. FUNCIONAMIENTO DE UNA RED NEURONAL.	62
3. RETROPROPAGACION.	63
VI. APLICACIONES DE LAS REDES NEURONALES.	64
1. EL USO DE REDES NEURONALES EN EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES VISUALES.	64
2. MICROPROCESADORES DE REDES NEURONALES.	66
3. CHIPS NEURONALES.	67
4. TARJETAS ACELERADORAS.	67
5. VISION ARTIFICIAL.	67
6. PROCESOS QUIMICOS.	67
7. CONTROL MOTOR.	67
VII. HERRAMIENTAS DE LAS REDES NEURONALES.	68
1. LENGUAJE C.	68
2. LENGUAJE C++.	69

CAPITULO III. INTERNET.

I. INTRODUCCION.	69
II. CONCEPTOS DE INTERNET.	69
III. EVOLUCION DE INTERNET.	71
1. SITUACION ACTUAL.	73
2. FUTURO DE INTERNET.	75
IV. OBJETIVOS DE INTERNET.	75
V. ELEMENTOS DE INTERNET.	76
1. TIPOS DE CONEXION A INTERNET.	76
2. EL MODELO OSI REGLAS PARA LA COMUNICACION.	77
3. PROTOCOLOS DE COMUNICACION.	79
4. WEB SITES.	87
VI. SERVICIOS PRINCIPALES DE INTERNET.	87
1. CORREO ELECTRONICO.	88
2. SESIONES REMOTAS. TELNET.	89
3. TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (FTP, FILE TRANSFER	

	Págs.
PROTOCOL).	89
4. NAVEGACION EN INTERNET.	89
VII. APLICACIONES DE INTERNET.	89
VIII. HERRAMIENTAS DE INTERNET.	90
1. VISUALIZADORES.	90
CAPITULO IV. SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.	
I. INTRODUCCION.	91
II. CONCEPTOS DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.	91
III. EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.	93
1. SITUACION ACTUAL.	93
2. FUTURO.	94
IV. OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.	94
V. ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.	94
1. SISTEMAS DE MEDIDA.	94
2. SISTEMAS DE CONTROL.	98
VI. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.	99
VII. HERRAMIENTAS DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.	100
1. DEFINICION DE TRANSDUCTOR.	100
2. DEFINICION DE SENSOR.	102
3. CONCEPTOS BASICOS DE MAGNITUDES OPTICAS.	110
4. SENSORES OPTICOS.	112
CAPITULO V. SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	
I. INTRODUCCION.	120
II. CONCEPTOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	120
III. EVOLUCION EN LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	121
1. EL ESTANDAR DE ENCRIPCACION DE DATOS.	121
2. SEGURIDAD DE ACCESO A INSTALACIONES INFORMATICAS.	123
3. SITUACION ACTUAL DE LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	124
4. FUTURO DE LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	125
IV. OBJETIVOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	125
1. SEGURIDAD MILITAR.	126
2. SEGURIDAD COMERCIAL.	127
3. SEGURIDAD FINANCIERA.	128

	Págs.
V. ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	130
1. AUTENTICACION.	130
2. POLITICAS DE SEGURIDAD.	130
3. SERVICIOS DE LA SEGURIDAD.	131
4. CRIPTOGRAFIA.	131
5. ADMINISTRACION DE LLAVES.	133
6. PAREDES DE FUEGO (FIREWALLS).	134
7. SEGURIDAD DE ACCESO A INSTALACIONES INFORMATICAS.	137
VI. APLICACIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	138
1. CONTROL DE ACCESO AL CENTRO DE COMPUTO.	138
VII. HERRAMIENTAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.	140
1. SAINT.	140
ANEXO A. APLICACION DE UNA RED NEURONAL QUE RECONOCE PATRONES.	145
CONCLUSIONES.	153
BIBLIOGRAFIA.	156
HEMEROGRAFIA.	158
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	159
REFERENCIAS HEMEROGRAFICAS.	160
GLOSARIO.	161
INDICE DE FIGURAS.	171
INDICE DE TABLAS.	172

RESUMEN DE LA INVESTIGACION

El resumen de la investigación es una síntesis del marco teórico, la hipótesis del tema y las conclusiones a que se llegó después del término de la tesis.

1. TITULO.

"EDUSITE: Link de inteligencia artificial. Puntos *sensores neuronales* de servicios de seguridad en instalaciones informáticas", se pretende que el presente trabajo forme parte de EDUSITE como la materia de inteligencia artificial, además de tratar dos temas selectos como son: el reconocimiento de patrones a través de una red *neuronal* y los *sensores* ópticos.

- A. EDUSITE: Modelo de enseñanza-aprendizaje, a través de computadoras y redes (básicamente *Internet*) que permite transmitir conocimientos, en la casa u oficina del alumno.
- B. Link: *Link* es el enlace o liga a través de la cual se puede llegar a otros sitios en el *Web*.
- C. Inteligencia artificial: Rama de la ciencia de la computación que estudia la relación entre la computación y la percepción.
- D. Punto: Sitio, lugar de referencia.
- E. *Sensor*: Dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida *transducible* que es función de la variable medida.
- F. Servicio: Empresa oficial o privada destinada a satisfacer necesidades colectivas del público.
- G. Seguridad: Libre de riesgo, que no corre peligro.
- H. Instalación: Establecimiento o fundación.
- I. Informática: Conjunto de técnicas para el tratamiento de la información a través de medios electrónicos.

2. EL SITE EDUCATIVO.

Debido a las necesidades actuales de educación, las principales instituciones educativas del país han comenzado su incursión en nuevos medios para ofrecer métodos de enseñanza-aprendizaje que permitan que el alumno sea más autodidacta y llegar al mayor número posible de la población.

En algunas universidades, la educación a distancia es un método que se ha adoptado, por medio de la utilización de las tecnologías de información que están disponibles.

De esta forma, surge el concepto de EDUSITE, que es un modelo de enseñanza-aprendizaje que, a través de computadoras y redes (básicamente *Internet*) permite transmitir conocimientos no sólo en un salón de clase, sino en la casa u oficina del alumno.

El *site* educativo EDUSITE estará dedicado a la enseñanza a distancia de las licenciaturas y posgrados, que se imparten en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM a través de *Internet*. La administración del *site*, de las bases de datos e información contenida en las mismas quedará a cargo de la División de Informática de la Facultad, a través del Centro de Informática de la Facultad de Contaduría y Administración.

3. APLICACION DE LAS TECNOLOGIAS INFORMATICAS A EDUSITE.

Este *site* educativo está pensado para que pueda trabajar dentro de una organización como una *Intranet* que funciona fundamentalmente en *Internet*.

El flujo de trabajo que se sigue durante el proceso educativo está representado a través de los diagramas de flujo.

A. ENTIDADES DE EDUSITE.

ENTIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCION
Profesor.	1. Genera el contenido del temario.	Toda vez que se ha obtenido el temario de educación a distancia que se cursará en esa materia, el profesor se dispone a alimentar las bases de datos del temario.
	2. Genera el contenido de la biblioteca.	En esta base el profesor incluirá materiales didácticos adicionales del temario. El material didáctico incluye: imágenes, sonido, otras páginas Web, archivos digitalizados, presentaciones, etc..
	3. Evalúa el examen del alumno.	Cuando el alumno ha concluido el examen, el profesor procede a evaluar el examen y grabar la calificación.
	4. Asienta calificaciones.	Cuando el profesor calificó el examen lo asienta en la base de datos que las coleccionará a través del temario. Una vez terminado el último examen, el promedio de las calificaciones obtenidas en el curso se reflejarán, en el sistema administrativo de la Facultad de Contaduría y Administración.

Tabla A "Entidades de EDUSITE (Profesor)".

RESUMEN DE LA INVESTIGACION

ENTIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCION
Alumno.	1. Consulta temario.	El alumno accesa al temario según la materia en curso, y consulta el tema que le corresponda.
	2. Realiza actividades del temario.	Al terminar de leer el tema, el temario señala una serie de actividades a realizar en un tiempo determinado.
	3. Presenta examen.	Cuando las actividades han sido realizadas por parte del alumno en el tiempo adecuado, aparece el examen. Al resolverlo en el tiempo indicado el alumno, pasa al siguiente tema de forma automática.
	4. Interactúa en el foro de discusiones.	El alumno puede acceder en cualquier momento el foro de discusiones, y aprender más de un tema mientras interactúa con otros alumnos.

Tabla B "Entidades de EDUSTTE (Alumno)".

B. DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS DE EDUSITE.

A continuación se presentan los diagramas de flujo de datos dentro del *Site* Educativo. La idea genérica del diseño del *site* es: Un sistema de Educación a Distancia a través de *Internet*, en la que los profesores de la Facultad de Contaduría y Administración puedan compartir sus conocimientos, por medio de la red para finalmente vaciar la información de las calificaciones, al sistema de Administración Escolar de la Facultad.

Se aclara que en los DFD's siguientes el término "IA" se utiliza para referirnos a "EDUSITE: Link de inteligencia artificial. Puntos sensores neuronales de servicios de seguridad en instalaciones informáticas".

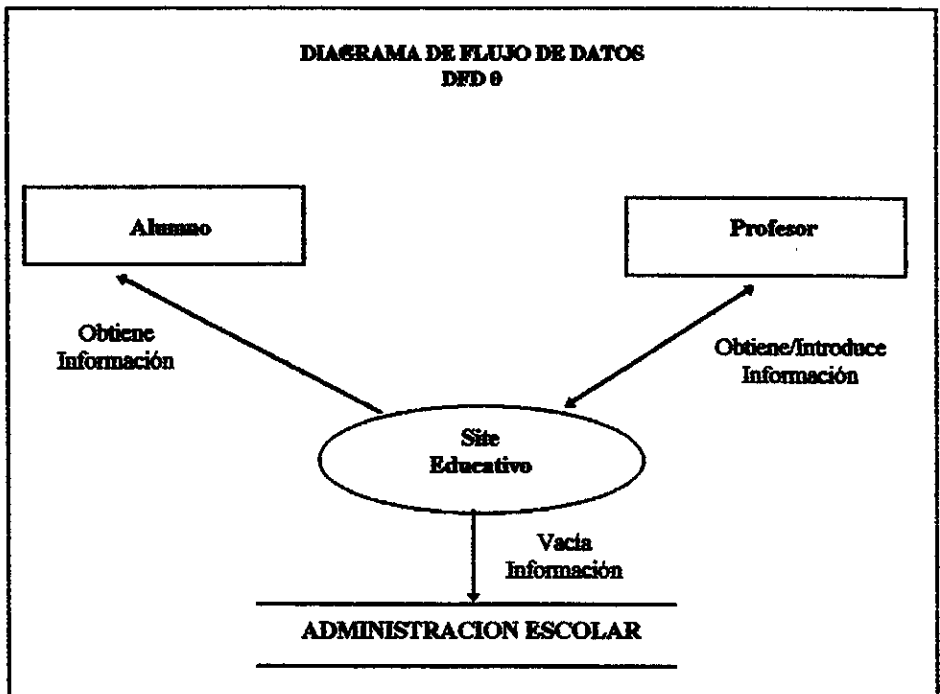


Figura A EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 0.

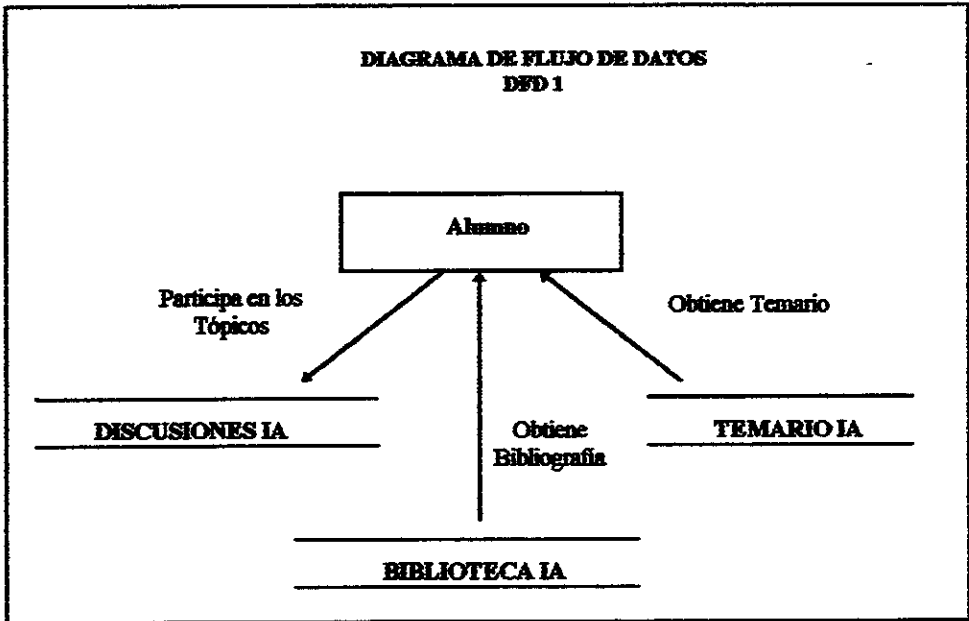


Figura B EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 1.

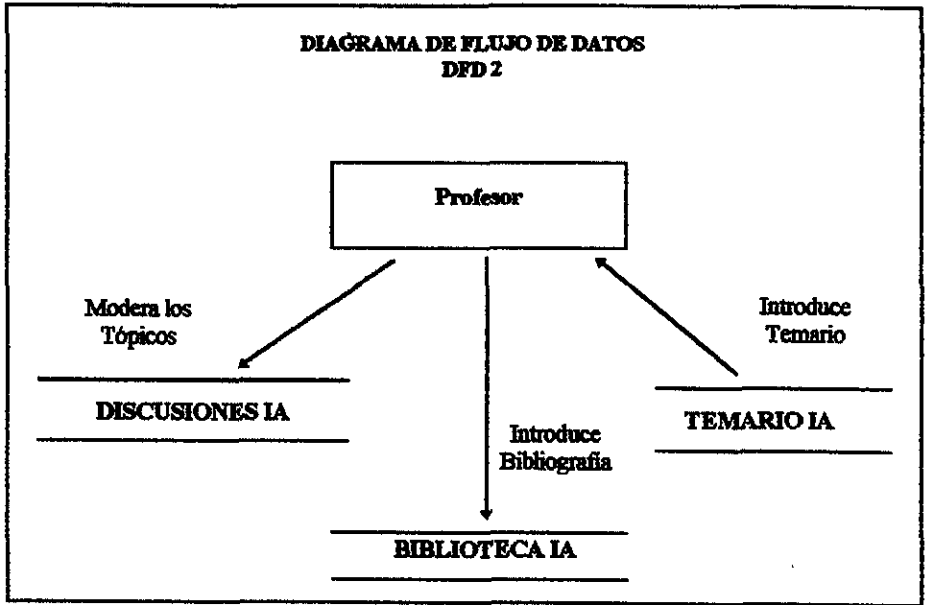


Figura C EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 2.

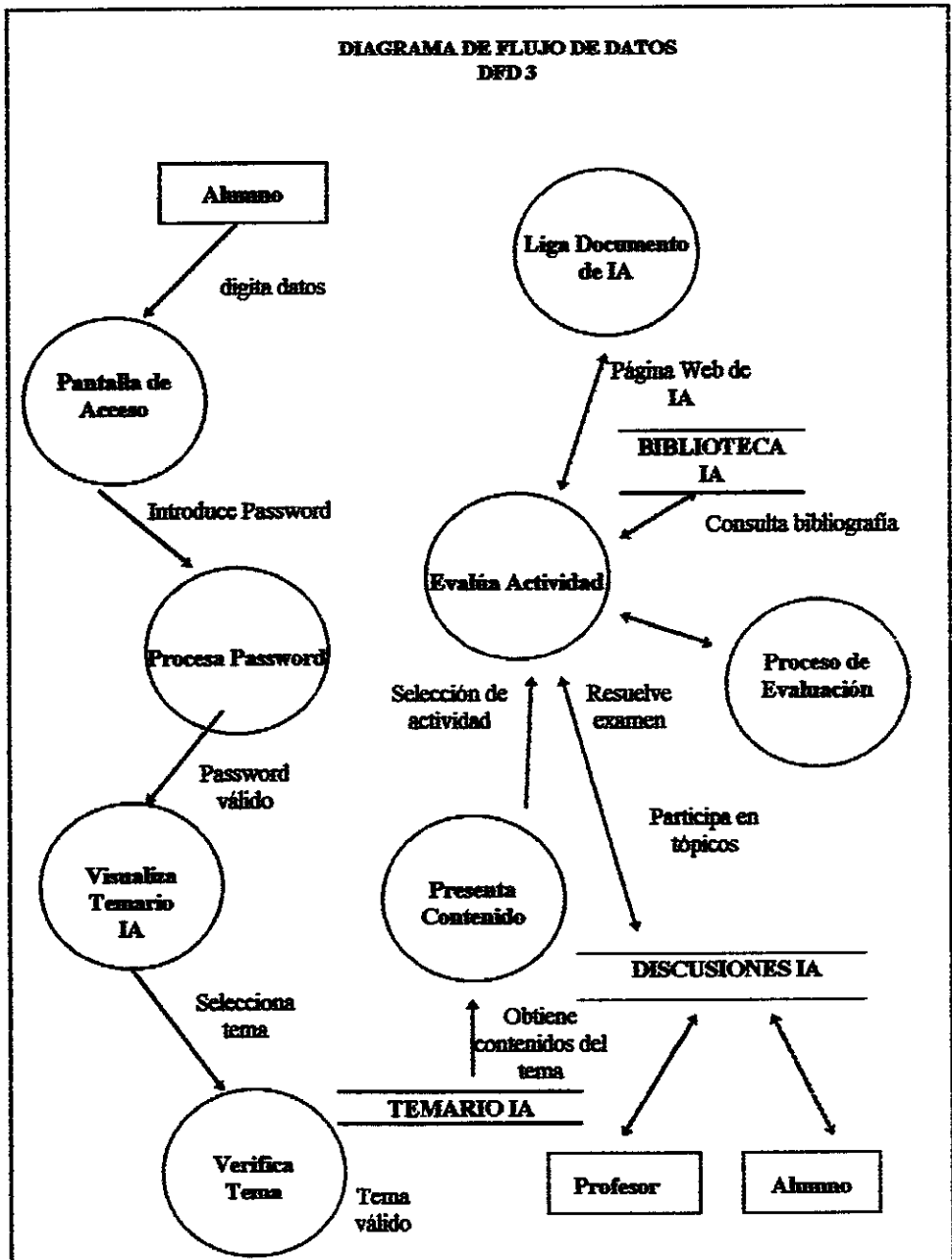


Figura D EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 3.

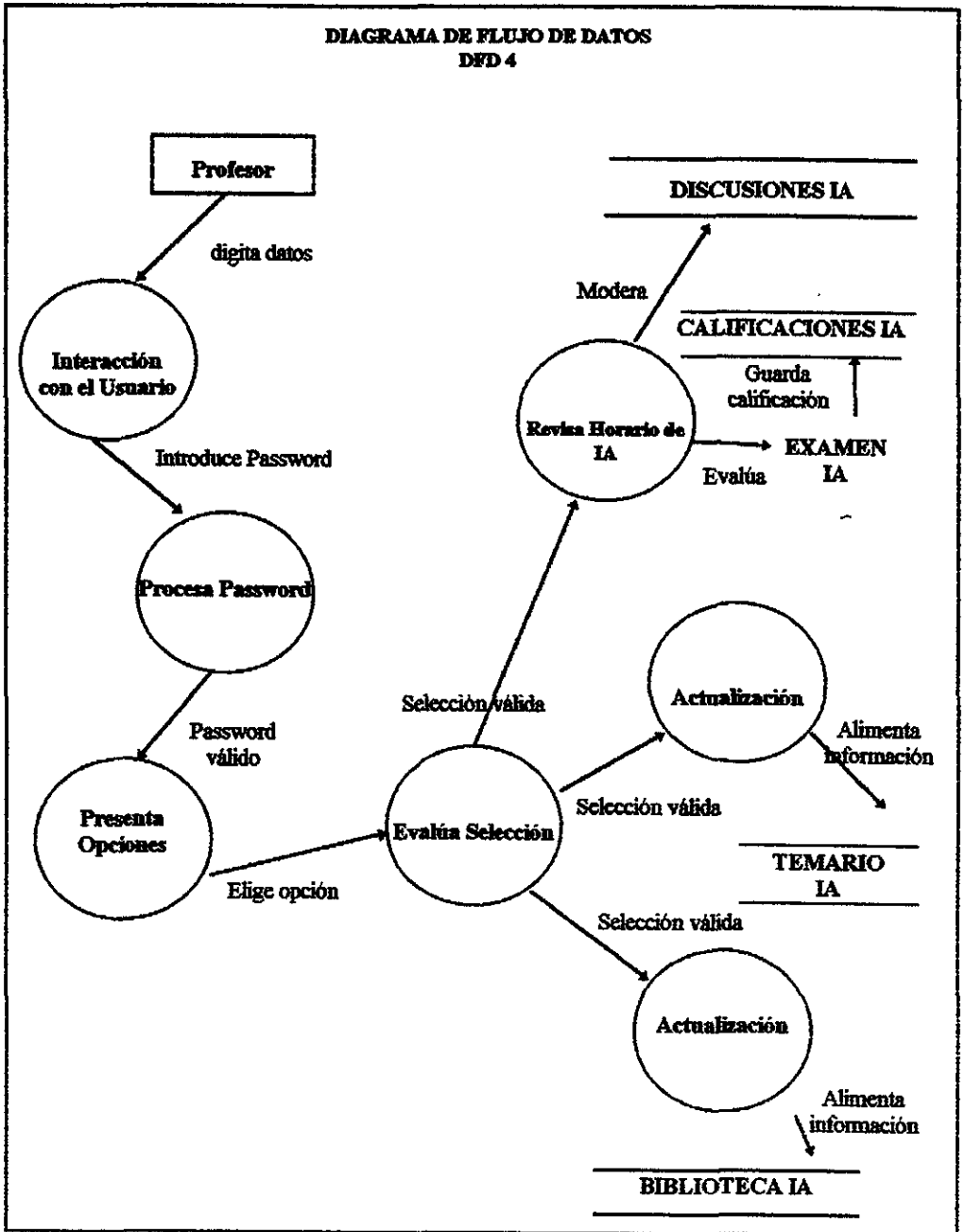


Figura E EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 4.

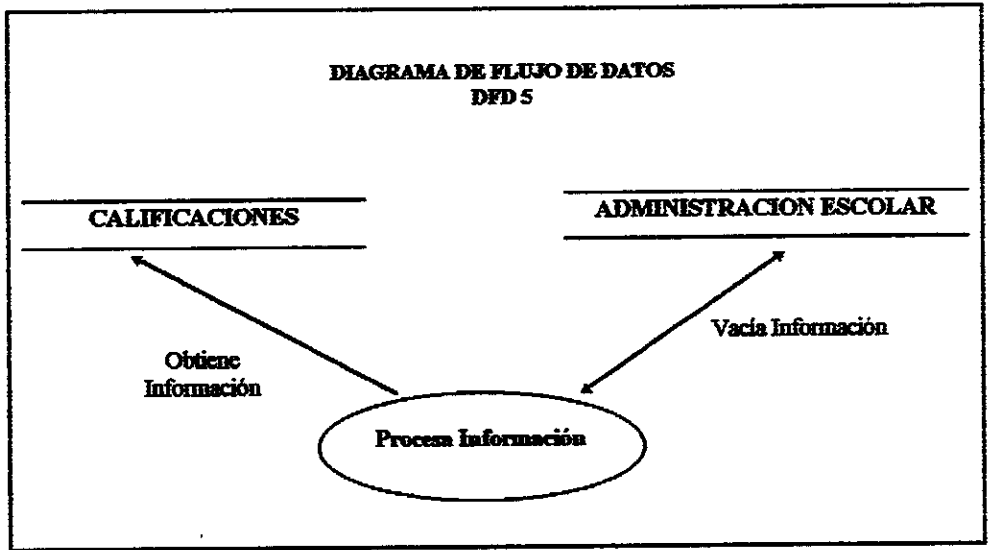


Figura F EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 5.

4. PLATAFORMA DE DESARROLLO.

A. HARDWARE.

El hardware utilizado para el desarrollo del "Link de inteligencia artificial. Puntos sensores neuronales de servicios de seguridad en instalaciones informáticas", fue el siguiente:

Computadora Personal con procesador 586 a 133 Mhz.
Monitor Super VGA.
1.2 GB de espacio en disco duro.
32 MB de memoria RAM.
Modem a 33600 Mb. para conexión a *Internet*.

B. SOFTWARE.

El software utilizado para el desarrollo del "Link de inteligencia artificial. Puntos sensores neuronales de servicios de seguridad en instalaciones informáticas", fue el siguiente:

Sistema Operativo:	Windows 95.
Software para <i>Internet</i> :	Microsoft <i>Internet Explorer</i> Ver. 3.0.
Software para desarrollo del Link:	Microsoft Office 97.
Software para documentación:	Microsoft Office 97.

C. SOFTWARE DE DESARROLLO DEL LINK.

El desarrollo del EDUSITE: "Link de inteligencia artificial. Puntos sensores neuronales de servicios de seguridad en instalaciones informáticas" se realizó en Microsoft Office 97.

a) Microsoft Office 97.

Microsoft Office 97 ha sido diseñado para se ponga en contacto con la red. Han desaparecido los antiguos asistentes *Internet* para Office que Microsoft incluía en las aplicaciones de Office 95, y han sido remplazados por soporte para el *Web* que está integrado en todos los componentes de Office 97. Existe soporte completo para los controles Active X, además de acceso a la información en línea.

Todas las aplicaciones de Office incluyen un soporte interconstruido para formatos HTML.

Las aplicaciones de Office 97 soportan una capacidad transparente para FTP. Los cuadros de diálogo Abrir archivo se conectan a cualquier sitio FTP.

Las hipervínculos resaltados apuntan hacia los documentos accesan a direcciones de *Internet*, a archivos locales o a ubicaciones dentro de archivos, incluyendo el documento en le que se esté trabajando. Es posible dejar caer un hipervínculo casi en cualquier lugar de un documento de Word 97: en texto, imágenes, controles Active X o en una tabla de contenido.

b) Vínculos vivos.

En Excel 97, tanto las celdas como las formulas pueden contener hipervínculos. En Power Point los títulos y las viñetas pueden contener hipervínculos. En Access se puede definir una forma o un campo de tabla empleado el formato de datos Hyperlink.

Cada aplicación soporta HTML como un formato nativo. Es posible abrir o guardar dentro de servidores *Web* o sitios FTP tan fácil como trabajar con el mismo archivo en una computadora personal local o en unidad compartida. Los visores de Word y Excel encajan dentro de los visualizadores *Web*, y las animaciones de Power Point pueden ser publicadas directamente en el *Web*. Excel soporta consultas en el *Web*.

c) Visual Basic para aplicaciones.

Office 97 marca el debut de la versión 5.0 de Visual Basic, un ambiente de desarrollo que controla a Word, Excel y Power Point. Access también incluye una versión de VB.

A diferencia de los lenguajes de macros, que envían combinaciones de teclas o cadenas de comandos a una aplicación, VB trabaja controlando directamente las aplicaciones de Office y colocando objetos dentro de ellas. Un programa VB puede manipular objetos como si se tratara de la propia aplicación. Office 97 permite que los programas VB manipulen cerca de 550 objetos.

d) Bloques de construcción básicos.

En el extremo más alto, existen modelos de objeto para las formas y objetos Data Access, para el mecanismo de bases de datos Jet y para ODBCdirect. En Office 97, el mecanismo de formas se emplea principalmente para agregarle características para grupos de trabajo a Outlook.

El nuevo ambiente de desarrollo de VB integrado incluye el mismo sistema de soporte para programación que se encuentra en Visual Basic 5.0.

e) Red.

En cada aplicación de Office, los menús de ayuda asumen que www.microsoft.com viene con el paquete: este sitio *Web* ofrece soporte para productos, corrección de errores, gráficos y plantillas adicionales.

5. LINK.

Link es el enlace o liga a través de la cual se puede llegar a otros sitios con información relativa a cada una de las asignaturas, en este caso, al link de inteligencia artificial. "Puntos sensores neuronales de servicios de seguridad en instalaciones informáticas", ya que ésta será una parte de la matrícula de la Licenciatura en Informática contenida en EDUSITE.

A. TEMAS.

Puntos sensores neuronales de servicios de seguridad en instalaciones informáticas.
Inteligencia artificial.
Redes *neuronales*.
Internet.
Seguridad de acceso a instalaciones informáticas.

B. OBJETIVO GENERAL.

Poner a disposición de los alumnos de la Licenciatura en Informática, para que puedan cursar la Licenciatura en Informática, por medio de una página *Web* en *Internet* como parte de EDUSITE.

Desarrollar el tema selecto del control de acceso a instalaciones, donde se requiere de dispositivos de *control*, las variables son el acceso, o el no acceso, específicamente se pueden utilizar *sensores* ópticos, que alimenten una red *neuronal* previamente entrenada para que reconozca un patrón específico, o parte de él y así permita o niegue el acceso.

C. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Desarrollar la materia de inteligencia artificial para EDUSITE, destacando dos temas selectos, los cuales son: los *sensores* ópticos y redes *neuronales* para el reconocimiento de patrones visuales.

D. LOGROS A ALCANZAR.

- Obtener el título de Licenciado en Informática.

E. JUSTIFICACION DEL TRABAJO.

Hoy en día las instituciones educativas públicas de educación superior, ya no son capaces de satisfacer la demanda de personas, que desean cursar estudios superiores por lo que EDUSITE es una opción, para resolver la escasez de espacios educativos en el país.

F. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente no se imparte la Licenciatura en Informática a través de *Internet*.

G. SOLUCION AL PROBLEMA.

Con el presente seminario de investigación se logra una recopilación de información acerca de la inteligencia artificial, las redes *neuronales*, *Internet*, los sistemas de instrumentación y la seguridad de acceso a instalaciones informáticas.

Se difunde la investigación realizada mediante una página *Web* en la *Internet* con el fin de que cualquier persona que desee obtener información sobre estos temas pueda consultarla.

H. FORMULACION DE HIPOTESIS.

No existe actualmente un proyecto de este tipo en la Facultad de Contaduría y Administración.

I. SITUACION ACTUAL DEL TEMA.

No existe en la UNAM un *site* de este tipo.

J. APORTACION AL TEMA.

El presente trabajo conjunta la información existente relativa a seguridad de acceso a instalaciones informáticas y redes *neuronales*, dando bases para un futuro desarrollo más complejo

K. ENFOQUE.

Este trabajo es de carácter teórico-práctico debido a la investigación documental y a la aplicación de una red *neuronal* para el reconocimiento de patrones, se pretende que sirva de materia en EDUSITE.

L. UNIVERSO.

La investigación se enfoca a la educación de nivel superior en la UNAM.

M. PERIODICIDAD.

Su utilización se relaciona directamente con la frecuencia en que individuos accesen a EDUSITE.

N. ALCANCE.

Conforme a la expuesto en la justificación del trabajo, el tema de estudio está centrado en la inteligencia artificial.

O. UBICACION GEOGRAFICA.

El presente estudio se sitúan fundamentalmente en la Facultad de Contaduría y Administración.

P. RELACION CON OTROS SISTEMAS.

Este trabajo tiene vínculos muy importantes con otras disciplinas como biología, la psicología, la lógica, la filosofía, la electrónica y la computación.

Q. RECOPIACION DE INFORMACION.

Entre los principales medios para obtener la información que permitió la realización de este trabajo se encuentran:

- a) Libros.
- b) Revistas.

- c) Periódicos.
- d) Conferencias.
- e) Eventos.
- f) *Internet*.
- g) Exposiciones.
- h) Cursos.

R. INSTRUMENTOS DE CAPTACION DE LA INFORMACION.

La información requerida para la elaboración este trabajo se obtuvo a través de investigaciones de campo (eventos) y bibliográficas (consulta a bibliografía y hemerografía), además de documentales televisivos.

S. CANALES DE INFORMACION.

- a) Biblioteca de DGSCA.
- b) Biblioteca y Hemeroteca Nacional.
- c) Biblioteca de la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM.
- d) Biblioteca Central.
- e) Biblioteca de la ENEP Aragon.
- f) Biblioteca de la UAM Iztapalapa.
- g) Biblioteca de la UAM Azcapotzalco.

T. ESPACIO.

a) Pasado:

Se realizaron grandes avances en la automatización en el desarrollo de lenguajes de inteligencia artificial, así como desarrollo de redes neuronales artificiales.

b) Presente:

Debido a la vertiginosa evolución de las tecnologías de información y al aumento de su utilización en las actividades de la vida económica y científica del país, es posible utilizar tecnologías de punta como la inteligencia artificial.

c) Futuro:

Será posible en el futuro utilizar sistemas que requieran de poca intervención del ser humano.

U. ESTADISTICAS.

Las aplicaciones de la inteligencia artificial ha aumentado en los últimos años, como el uso de sistemas expertos, redes neuronales para el reconocimiento de voz y patrones, y los agentes inteligentes.

V. CARACTERISTICAS DEL TRABAJO.

El presente trabajo cuenta con una gran proyección, pues en la actualidad no existen *sensores* ópticos combinados con redes *neuronales* para el acceso a instalaciones informáticas.

W. ORGANIZACION DEL TRABAJO

Se trata de presentar el trabajo en una forma ordenada y comprensible para el lector. Las partes que lo conforman son:

a) **Indices.**

Son tres los índices que describen la organización del presente trabajo. En primer lugar, y al inicio del trabajo se encuentra el índice general, que indica los puntos contenidos, desde la introducción, hasta la bibliografía. Al final del trabajo se encuentra el índice de figuras, donde se listan las figuras, y el índice de tablas que se presentan en el cuerpo del trabajo.

b) **Resumen de la Investigación.**

Es el apartado donde se hace mención a diversos aspectos relacionados a la investigación realizada para elaborar este trabajo.

c) **Introducción.**

En esta parte se da una explicación preliminar acerca de lo que trata el trabajo, situando al lector en el contexto propio para su mejor entendimiento.

d) **Capítulo 1. "Inteligencia artificial".**

Este capítulo contiene información referente a la historia de la inteligencia artificial, las ramas en que se divide y su relación con los edificios inteligentes, y las redes *neuronales*.

e) **Capítulo 2. "Redes neuronales".**

Es en este capítulo se describe la historia, y la teoría acerca de las redes neuronales, su fundamento biológico, y por último se muestra una red neuronal hecha en C que es entrenada para reconocer patrones.

f) **Capítulo 3. "Internet".**

En este capítulo se exponen generalidades sobre la red y se tocan puntos como los servicios que ofrece *Internet*.

g) **Capítulo 4. "Sistemas de instrumentación".**

En este capítulo se exponen algunos conceptos al lector, se comentan los antecedentes de los sistemas de instrumentación, así como los sistemas actuales.

h) **Capítulo 5. "Seguridad en transferencia de información y control de acceso".**

En este capítulo se hace una descripción de la seguridad en computo, su historia, y la

manera en que implementa actualmente la seguridad en computo, en aplicaciones comerciales, por ejemplo en el EDI.

i) Conclusiones.

En las conclusiones se citan los puntos a los que se llegó a través de la investigación con base en las hipótesis anteriormente establecidas.

j) Bibliografía.

Es un listado de los libros de los cuales se extrajo información para poder elaborar este trabajo.

k) Hemerografía.

Es un listado de los periódicos, revistas y boletines consultados.

l) Referencias Bibliográficas.

En esta parte del trabajo se exponen las fuentes completas de las referencias bibliográficas que se citaron en el mismo.

m) Referencias Hemerográficas.

En esta parte del trabajo se exponen las fuentes completas de las referencias hemerográficas que se citaron en el mismo.

n) Glosario.

Es una lista en orden alfabético de la terminología poco entendible contenida en el trabajo.

o) Índice de Figuras.

Lista de figuras.

p) Índice de Tablas.

Lista de tablas.

X. POLITICAS DE EDICION.

La redacción del presente trabajo se realizó con base en las siguientes políticas de edición para su mejor comprensión y apreciación:

- Consideraciones Generales.
Se utilizó Word for Windows Ver. 6.0.
Al final del documento se encuentran conclusiones por capítulo y conclusiones generales.
- Se escribe con negritas los comandos de la computadora.
- Se utilizan cursivas para palabras poco entendibles.

- **Texto Normal.**
Se considera como "Normal" al texto general del trabajo. Escrito en font Times New Roman de 12 puntos
- **Texto de Nota al Pie.**
Utilizado para las notas al pie de página. Escrito con font de 10 puntos
- **Títulos.**
Todos los títulos se escribieron con font Times New Roman, en negritas y en el caso del título de capítulo con 14 puntos, y 12 puntos en negrita para los subtítulos
- **Márgenes.**
Se utilizó un margen de 3 cm. en la izquierda, 3 cm. en la derecha, 2.5 cm. en la parte superior, y 1.5 cm. en la parte inferior.
Encabezados.
Escritos con font de 11 puntos y un borde inferior sencillo.
- **Palabras en ingles.**
Escritas en cursiva.
- **Terminología especial.**
Entre comillas.
- **Palabras contenidas en el glosario.**
Escritas en cursiva.

Y. GRAFICA DE GANTT.

Es el control de tiempo de elaboración de este trabajo, donde se encuentra graficado el tiempo estimado y el tiempo real en que se realizaron las actividades.

Los números significan las quincenas del mes.

ACTIVIDAD	Enero 97		Feb.		Mar.		Abril		Mayo		Junio		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.		Nov.		Dic.		Enero 98		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Selección del tema a desarrollar		X																									
Definición de objetivos		X																									
Definición de logros a alcanzar		X																									
Plantear el problema			X																								
Formulación de hipótesis				X																							
Definición del nuevo método					X	X																					
Recopilación de información							X	X																			
Análisis de información							X	X	X	X																	
Interpretación de resultados									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Obtención de conclusiones																											
Asesorías con la M en CC.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Marta Tania García																											

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

I. INTRODUCCION.

Desde René Descartes el pensamiento occidental ha disociado la actividad espiritual del hombre de su cuerpo. Aparecen así las antinomias mente-cuerpo, espíritu-materia y más recientemente el concepto de la relación mente-cerebro. Jakob Bronowski piensa que éste es el problema específicamente humano porque lo que es específico del hombre es su mente y su cerebro. Los avances en el campo de la *neurofisiología* y los estudios de imagen del cerebro como la resonancia magnética nuclear han hecho reavivar esta vieja polémica.

En este concepto se ha considerado el cerebro como un tipo de hardware mientras que la mente se concibe como un tipo de software. En este esquema de pensamiento conceptual el hombre es considerado como una máquina. Como una máquina infinitamente compleja. Francois Jacob expresó que el cerebro humano no puede ser considerado como una computadora digital sino, tal vez, como una computadora analógica que maneja señales eléctricas y químicas. El desarrollo de la inteligencia artificial ha promovido un pensamiento muy fecundo en relación a esta analogía.

Es evidente la importancia de la inteligencia artificial dentro de la computación, sus aplicaciones son ya una realidad, máquinas que reconocen la voz, agentes que reaccionan de acuerdo a determinados eventos, sistemas expertos, etc., y es imprescindible que los estudiantes de la Licenciatura en Informática cursen la materia de inteligencia artificial, para que cuenten con conocimientos básicos sobre dicho tema.

Una de las materias de la Licenciatura en Informática será la inteligencia artificial, así los alumnos podrán obtener información acerca de su evolución, los elementos que la componen, las aplicaciones y herramientas que se utilizan en este campo de la ciencia de la computación.

II. CONCEPTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

La inteligencia artificial es una ciencia que tiene como objetivo el diseño y construcción de máquinas capaces de imitar el comportamiento inteligente de las personas. Una rama especializada de la informática que investiga y produce razonamiento por medio de máquinas automáticas y que pretende fabricar artefactos dotados de la capacidad de "pensar". [ALVAREZ, 94].

Rama de la informática dedicada a la creación artificial de conocimiento, es decir, una ciencia que tiene como aspiración fundamental el diseño y producción de artefactos computacionalmente inteligentes. [ALVAREZ, 94].

Es un saber positivo que tiene como objetivo final la creación de sistemas

especializados en la manipulación inteligente del conocimiento. [ALVAREZ, 94].

Programas de ordenador que pretenden simular el comportamiento inteligente de las personas. [ALVAREZ, 94].

La inteligencia artificial es una rama de la ciencia de la computación que estudia la relación entre la computación y la percepción. Las investigaciones en inteligencia artificial tratan de diseñar programas que intentan lograr un tipo de comportamiento inteligente. Junto a las computadoras mismas, las más importantes utilerías en inteligencia artificial son los lenguajes de programación, en que estos programas son concebidos e implementados. [ALVAREZ, 94].

Así pues la inteligencia artificial es una rama de la informática dedicada a la creación artificial de conocimiento, es decir, una ciencia que tiene como aspiración fundamental el diseño y producción de artefactos computacionalmente inteligentes. [ALVAREZ, 94].

Construcción del "homo sapiens" sintético que pueda sustituir al hombre en todas aquellas tareas que requieran inteligencia.

Saber en el que se difumina claramente la distinción entre ciencia y técnica ya que convergen plenamente en sus objetivos. [FARRENY/GHALLAB, 94].

La solución de problemas complejos con el apoyo del ordenador mediante la aplicación de procesos que son análogos al pensamiento humano. [ROLSTON, 90].

Es el resultado de investigaciones, aplicaciones e intereses de personas pertenecientes a distintas ramas del saber. [LOLLI, 91].

Una definición de inteligencia es la capacidad de comprender hechos y proposiciones, sus relaciones y razonamientos, dentro de esta definición, un programa puede ser inteligente, y comportarse de manera similar a un ser humano. [SCHILDT, 90].

La ciencia de construir máquinas que hagan cosas que exigirían inteligencia si fueran realizadas por personas. [MINSKY, 91].

III. EVOLUCION DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Sólo unos pocos acontecimientos que han ocurrido u ocurrirán en el último cuarto de este siglo tendrán un efecto tan profundo y duradero sobre la vida humana como es la creación de las máquinas inteligentes. La introducción de computadoras y robots inteligentes y autónomos provocará un cambio fundamental en nuestra sociedad. Para entender su importancia es conveniente analizar dos puntos fundamentales.

El primero es que prácticamente todos los usos y aplicaciones de las computadoras y de la automatización, en general a la industria, están estrechamente relacionados con los principios básicos en que se fundó la revolución industrial: mas específicamente, el uso de las computadoras y de la automatización ha reemplazado a aquellos trabajadores que desempeñaban labores poco calificadas y repetitivas.

El segundo punto a tener en cuenta es que la introducción de una automatización inteligente provocará una segunda revolución industrial. No obstante, en esta revolución, los trabajadores que serán reemplazados por las máquinas pertenecerán a un nivel medio, donde entrarían todos aquellos trabajos que exigen la toma de decisiones meditadas (pero quizás ninguna inventiva).

Para ver el efecto de la automatización inteligente en una estructura corporativa básica, se muestra en la siguiente figura.



Figura 1 Estructura corporativa.

La automatización simple ha reemplazado ya a muchos trabajadores sin calificar, por tanto, en un próximo caso, la automatización inteligente reemplazará a la dirección media.

1. GENERACIONES DE COMPUTADORAS.

La fabricación de la primera computadora en serie UNIVAC posibilita un amplio y vertiginoso desarrollo de la computadora, y se empieza a hablar de generaciones de computadoras. [ALVAREZ, 94].

La primera generación de computadoras digitales se sirve de válvulas de vacío (*bulbos*). Eran lentos, caros, voluminosos y consumían mucha energía eléctrica. Se considera a EDSAC, diseñado por Von Neumann en el año de 1945, la primera computadora ya que

funcionaba por programa de control almacenado. Al mismo tiempo en Inglaterra se construyó la computadora EDSAC que funcionaba según los mismos principios. [ALVAREZ, 94].

La segunda generación se hizo posible con la introducción del *transistor* que sustituye los bulbos. Produjo mayor rapidez de conmutación, reducción del tamaño y mayor fiabilidad. En 1954 se construyó la computadora TRADIC según estos principios. [ALVAREZ, 94].

La tercera generación surge con la introducción de los *circuitos integrados*. La investigación sobre el comportamiento de los *semiconductores* en el campo de la física permitió conectar en una delgada capa de silicio *transistores, resistencias, condensadores, y diodos*. [ALVAREZ, 94].

La cuarta generación surge con los avances en la técnicas de integración. Ello posibilita la creación y uso del *microprocesador* en el que se conectan todos los elementos de la unidad central de proceso. Se construyen y comercializan las computadoras personales de IBM, y las computadoras de Apple (estas no tuvieron éxito comercial debido a que su costo era cuatro veces mayor al de una IBM PC). [ALVAREZ, 94].

En la quinta generación se intentan hacer realidad los proyectos surgidos ante las limitaciones de la arquitectura Von Neumann. El proyecto japonés de quinta generación se consideró como prototipo de la computadora del futuro, se aspiró a desarrollar una computadora rápida, fiable e inteligente. (Desafortunadamente este proyecto no logró sus objetivos). [ALVAREZ, 94].

2. SITUACION ACTUAL.

La IA trata de introducir el conocimiento dentro de singulares construcciones lógicas. La mente humana es una excelente utilidad para ésta. Sin embargo la lógica falla para interpretar las emociones o las intuiciones. El conocimiento después de todo, es un asunto complicado.

Hoy en día la industria del desarrollo del software, comprende el valor de la abstracción, siendo ésta una de las características de los lenguajes de la IA, por lo que actualmente proliferan nuevas tecnologías relacionadas con la IA.

Un ejemplo de lo anterior son los agentes inteligentes (los agentes inteligentes son programas que reaccionan de acuerdo a los eventos), que permiten la consulta en lenguaje natural, y buscan en el *Web* para encontrar respuestas, o utilidades que generan páginas HTML. El aeropuerto de Atlanta utiliza un sistema basado en el conocimiento para la administración de los servicios del aeropuerto (el puerto aéreo de Atlanta cuenta con un metro que no requiere de la intervención humana).

Las utilidades de transferencia del conocimiento se enfocan en el conocimiento es

compartido, construido y aumentado dentro de una organización, ejemplo de esto es el Lotus Domino Server, herramienta completamente indexada y disponible para cualquier buscador de conocimiento en red. El documento compartido puede utilizar otras utilerías de conocimiento como los agentes inteligentes programados para buscar específicamente el tipo de información en el documento.

3. FUTURO.

Las tecnologías de la IA tomarán rápidamente su lugar en el área de negocios en los próximos años, además se aspira que las computadoras del futuro sean rápidas, fiables e inteligentes. Ello será posible en la medida que muchos aspectos de lo que hoy es software en las computadoras se implemente en el hardware. Se pueden resaltar las siguientes líneas de investigación que progresivamente se van realizando:

- A. Adelantos en la miniaturización y rapidez de los circuitos posibilitadas por las investigaciones sobre semiconductores promovidos por la investigación de los físicos.
- B. Paralelismo masivo: construcción de un tipo de computadora que posea múltiples unidades de proceso.
- C. Construcción de computadoras según los principios de la *lógica difusa* esto es, que manejen conocimiento incierto y se maneja y procesa por medio de sistemas de control difuso.
- D. De fácil manejo, incluso por los que no sean especialistas en informática, y basados en principios *ergonómicos*. Esto ha llevado a algunos autores a hablar de una sexta generación de computadoras, objetivo que se propone Japón desde el año de 1990.

IV. OBJETIVOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

La escuela *cognitiva* apareció en los años de 1970 especialmente en Stanford dentro del equipo de D. Lenat y en MIT con Hayes-Roth. Esta escuela propone, inicialmente, hacer la comunicación y cooperación de los sistemas expertos. Los sistemas *cognitivos* comprenden un pequeño número de agentes que disponen de una capacidad de razonamiento bajo sus bases de conocimiento y de una aptitud de tratar informaciones diversas del dominio de aplicación y del de información relativa al manejo de interacciones con otros agentes y el medio. Cada agente es, según el nivel de sus capacidades, un sistema experto más o menos sofisticado y los problemas de cooperación semejan a esos pequeños grupos de individuos que deben coordinar su actividad y que están dispuestos a negociar para resolver sus conflictos. Y se les conoce como agentes de alta *granularidad*.

La escuela *reactiva* en contraste, presupone que no es necesario que cada agente sea individualmente inteligente para lograr un tratamiento global inteligente, los mecanismos de planificación, pueden, por efecto secundario, hacer emerger el comportamiento correspondiente al objetivo perseguido. Esto se le conoce como agentes de *granularidad* fina. D. Lloyd autor en 1989 del libro *Simple Minds* afirma que la psicología *cognitiva*

emerge fundamentalmente comprometida con el estudio científico de los mecanismos de la mente. Un modelo preferido para esta disciplina es el de sustituir creencias y deseos por una noción más general.

La idea es similar a la idea de enfoque de una cámara fotográfica, es decir, la representación tiene muchos planos, por ejemplo, si tenemos enfrente una inscripción egipcia, lo primero que se presenta a la vista es una serie de caracteres, que no sabemos qué son, pero que afirmamos debe tratarse de una inscripción de algún idioma extranjero, esto es un primer plano. En un segundo plano, posiblemente reconozcamos caracteres egipcios y diremos que se trata de un código. Y en un tercer plano descifraremos lo que está dicho en éste.

La teoría *cognitiva* construye modelos de la mente humana que tratan de develar la arquitectura de ese conjunto de actitud de, creencias, deseos y capacidades que constituyen el yo, son la base del comportamiento inteligente, y raíz de la posición específica que ocupa el hombre en el universo. Estos modelos tienen su origen en la investigación sobre algoritmos y ordenadores que Turing y Von Neumann concibieron como base científica para una nueva visión del ser humano. Momento clave de su consolidación es la hipótesis de los símbolos físicos que se articula sistemáticamente en la visión *funcionalista* de la mente entendida como un conjunto de símbolos manipulados a través de reglas.

En cuanto *tecnología intelectual* tiene como objetivo el diseño y construcción de máquinas inteligentes. Para ello construye programas que pretenden simular el comportamiento inteligente de las personas.

Es un saber positivo que tiene como objetivo final la creación de sistemas especializados en la manipulación inteligente del conocimiento. Se trata además de un saber en el que se difumina claramente la distinción entre ciencia y técnica ya que convergen plenamente en sus objetivos [ALVAREZ,94].

V. ELEMENTOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

1. EL CEREBRO, ORGANO DE LA MENTE.

El cerebro humano sede de la inteligencia, creatividad y memoria consta de alrededor de un billón de células, de las cuales unas cien mil millones son *neuronas* concatenadas en redes. Las grandes subdivisiones anatómicas del cerebro ofrecen un mapa rudimentario de sus capacidades. A nivel somero, el cerebro parece mostrar simetría bilateral, estando sus hemisferios derecho e izquierdo conectados por el cuerpo calloso (la unión de los hemisferios). Su base consta de estructuras como la médula que regula las funciones autónomas (por ejemplo, la respiración, la circulación y la digestión), y el cerebelo, que se encarga de coordinar los movimientos. Entre ambos se encuentra el sistema *límbico*, colección de estructuras que intervienen en la conducta emotiva y la memoria a largo plazo.

La capa superficial de ambos hemisferios tiene un par de milímetros de espesor y recibe el nombre de corteza. Su área total es de 1.5 metros cuadrados. La porción evolutivamente más antigua de la corteza forma parte del sistema *límbico*. La *neocorteza* más joven, está dividida en lóbulos frontal, temporal, parietal y occipital separados por surcos o pliegues profundos. Casi todos los fenómenos de pensamiento y percepción se traducen en impulsos eléctricos nerviosos, denominados potenciales de acción, que se mueven por la corteza y a través de ésta. De la actividad colectiva de todas las regiones cerebrales aflora la mente. En la siguiente figura se muestra la estructura del cerebro humano.

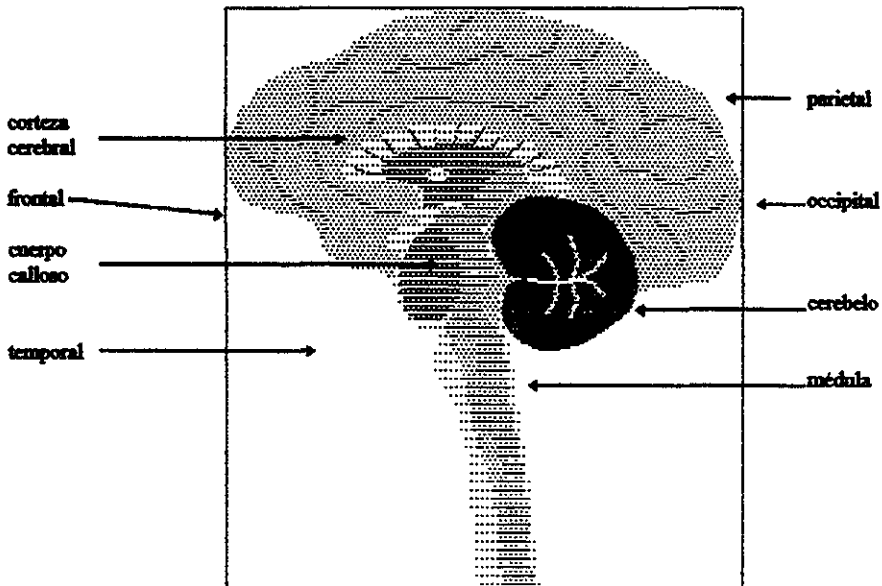


Figura 2 Estructura del cerebro.

2. PENSAMIENTO.

El problema más difícil al tratar el tema de los pensamientos, la conciencia, la memoria y el aprendizaje es que no se conocen los mecanismos *neuronaes* de un pensamiento.

La destrucción de grandes porciones de la corteza cerebral no impide que un ser humano genere pensamientos, aunque suele reducir el grado en que la persona se da cuenta de su entorno.

En cada pensamiento están implicadas, casi con certeza, señales simultáneas en muchas porciones de la corteza cerebral, sistema *límbico* y tallo cerebral. Algunos pensamientos sin refinar es probable que dependan casi por completo de centros inferiores; el dolor es probablemente un buen ejemplo, pues la estimulación eléctrica de la corteza humana sólo en raras ocasiones genera otra cosa que no sea el grado más leve de dolor, en tanto que la estimulación de ciertas áreas del *hipotálamo* provocan, con frecuencia, un dolor exasperante. Por otro lado, un tipo de patrón de pensamiento que requiere principalmente de la corteza cerebral es el de la vista, porque la pérdida de la corteza visual provoca una incapacidad absoluta para percibir la forma o el color visuales.

Por tanto se puede definir un pensamiento en términos de actividad *neural* de la forma siguiente: un pensamiento es el resultado del patrón de estimulación de muchas partes diferentes, del sistema nervioso al mismo tiempo y en una secuencia definida, en la que probablemente se vean involucrados de forma más importante la corteza cerebral, el *tálamo*, el sistema *límbico* y la *formación reticular* superior del tallo cerebral. Esta es la denominada teoría *holística* de los pensamientos.

Las áreas estimuladas del sistema *límbico*, *tálamo* y *formación reticular* se cree determinan la naturaleza general del pensamiento, al que confieren cualidades tales como agrado, desagrado, comodidad etc.. Por el contrario, las áreas estimuladas de la corteza cerebral determinan las características individuales del pensamiento tales como la localización específica de sensaciones en el cuerpo y de objetos en los campos de visión, patrones distintos de sensaciones como el patrón rectangular de una pared de hormigón.

La conciencia se puede quizá descubrir como la corriente continua del entorno o de los pensamientos secuenciales.

Memoria: Desde el punto de vista fisiológico, los recuerdos están producidos por cambios en la capacidad de transmisión *sináptica* de una *neurona* a la siguiente como resultado de una actividad *neural* anterior. Estos cambios, a su vez, hacen que se desarrollen nuevas vías para la transmisión de señales a través de los circuitos *neuronaes* del cerebro.

Las nuevas vías se llaman rastros de memoria. Son importantes porque, una vez establecidas, se pueden activar por la mente pensante para producir recuerdos, presentes principalmente en la corteza cerebral.

Cuando un ser humano habla con otra persona de determinado tema, genera una imagen en el cerebro del objeto de su discusión, por ejemplo, si habla de una casa, dentro de su cerebro se genera la imagen de la casa, no es que todas esas imágenes estén almacenadas en el cerebro, al hablar de éstas, el cerebro comienza a relacionar los elementos necesarios para recordar una casa, sin embargo, no todo lo recordamos, la memoria puede ser de dos tipos: memoria a largo plazo cuando constantemente hablamos de algo, ese algo lo recordamos, caso contrario con la memoria a corto plazo, ese algo no lo recordamos porque no hablamos de éste.

A. FUNCIONES MENTALES SUPERIORES.

El ser humano posee un equipo complejo de funciones mentales superiores que le permiten conocer, comprender, el ser afectado y actuar sobre lo existente. En conjunto las funciones mentales superiores trabajan armónicamente de forma coordinada y congruente de modo que, la acción resultante esté acorde con lo proporcionado por dichas funciones. Las funciones mentales superiores representan el aparato de conocimiento tanto afectivo como cognoscitivo con el que el ser humano se enfrenta a lo existente, lo que le permite una captación integral que a su vez genera acciones premeditadas que van a permitir modificar el entorno e incluso a la misma persona.

El estudio de las funciones mentales superiores ha sido abordado de forma multidisciplinaria tanto por las diversas ciencias biológicas como el estudio de la filosofía. Para la comprensión del funcionamiento de este equipo de conocimiento lógico-afectivo existe la necesidad de llevar a cabo su parcelación, hecho que intenta tener bases anatómicas y funcionales. En esta parcelación se incluyen: las características que fundamentan el estado de alerta, el papel del lenguaje en sus diversas modalidades, el cálculo numérico, la atención y la memoria, los componentes de la vida afectiva y los elementos del pensamiento lógico o correcto.

Avances recientes en el estudio del cerebro y sus funciones han permitido conocer el comportamiento de diversas regiones del cerebro, cuando se aplica a una función cerebral específica. Sin embargo, pese a estos notables avances científicos, mucho queda aún por esclarecer el funcionamiento del cerebro ante las más elaboradas funciones de la mente.

3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Con estos antecedentes es posible conocer el funcionamiento del cerebro más no el origen del pensamiento, o de la conciencia, así pues es un problema difícil recrear o simular el pensamiento cuando no se conoce a ciencia cierta el origen del mismo. Esta nueva ciencia estriba en el uso de la analogía del ordenador como método de simulación de lo que haría un ser humano. Esta orientación ha hecho posible el surgimiento de una nueva rama del saber denominado ciencias *cognitivas* que tiene como objeto específico de estudio el análisis y la experimentación sobre el conocimiento visto como un proceso de adquisición, codificación, manipulación, producción y transferencia de nueva información.

Un lenguaje de programación provee la especificación de los objetos y procedimientos para resolver ciertas clases de problemas. Lenguajes como FORTRAN y COBOL fueron desarrollados para resolver problemas algebraicos y de negocios, respectivamente (y además para establecer vocabularios que puedan ser usados en una variedad de máquinas). A la par del desarrollo de estos lenguajes, los investigadores en IA desarrollaron sus propios lenguajes de programación con características diseñadas para tratar problemas de IA, como LISP.

Los lenguajes de IA han tenido un papel central en la historia de la IA, sirviendo a dos importantes funciones. Primero, éstos permiten una conveniente implementación y modificación de programas que demuestran y prueban las ideas de la inteligencia artificial. Segundo, estos permiten al usuario concentrarse en conceptos de alto nivel. [BARR, FEIGENBAUM, 82].

Este tipo de tareas de programación implican una búsqueda exhaustiva de todas las posibles combinaciones de algún conjunto finito, que si no está controlado puede producir un incremento exponencial del espacio de búsqueda con la dimensión del problema imposible de tratar. La programación *heurística* ha venido a significar el uso del conocimiento específico del dominio para cubrir esta explosión de posibilidades guiando la búsqueda por las direcciones más prometedoras. Y se puede definir como aquel tipo de programación computacional que aplica para la resolución de problemas reglas de buena lógica, denominadas *heurísticas*, las cuales proporcionan entre varios cursos de acción uno que presenta visos de ser el más prometedor, pero no garantiza necesariamente el curso de acción más efectivo.

La programación *heurística* implica una forma de modelizar el problema en lo que respecta a la representación de su estructura, estrategias de búsqueda y métodos de resolución, que configura el *Paradigma Heurístico*. Es un hecho cierto que una *heurística* es la conclusión del razonamiento humano en un dominio específico, por lo que es normal que este tipo de programación quede encuadrado en el área de la IA, ya que implementa el conocimiento humano, validado por la experiencia, utilizando reglas de "buena lógica".

El paradigma heurístico define, pues, un modelo de resolución de problemas en el que se incorporan algunos componentes *heurísticos* en base a:

- A. Una representación más apropiada de la estructura del problema para su resolución con técnicas *heurísticas*.
- B. La utilización de métodos de resolución de problemas aplicando funciones de evaluación con procedimientos específicos de búsqueda *heurística* para la consecución de las metas.
- C. Técnicas de búsqueda para la obtención de metas en problemas no algorítmicos, o con algoritmos que generan explosión combinatoria (ejemplo un juego de ajedrez).

Es conveniente utilizar un modelo *heurístico* cuando:

- A. Los datos, limitados e inexactos, utilizados para estimar los parámetros del modelo pueden contener errores inherentes muy superiores a los proporcionados con la solución de una buena heurística.
- B. No se dispone de un método exacto que sea fiable para ser aplicado en el modelo del problema, o si existe es intratable computacionalmente.
- C. Se desea mejorar la eficacia de un algoritmo optimizador aplicado al modelo, por ejemplo, proporcionando buenas soluciones de inicio, guiando la búsqueda y reduciendo el número de soluciones candidatas.
- D. Se tiene la necesidad de resolver el mismo problema frecuentemente, o sobre una base de tiempo real, y el tratamiento heurístico significa un ahorro computacional.

En general, un modelo *heurístico* es aconsejable si puede proporcionar resultados superiores a los del modelo actual.

Las especificaciones más relevantes del tratamiento heurístico deben tener en cuenta las características de la heurística, de la información y de las especificaciones del problema de acuerdo con las siguientes condiciones:

- A. Una buena *heurística* debe ser simple, con requerimientos razonables de memoria, con velocidad de búsqueda que no produzca incrementos polinomiales, ni exponenciales, precisa, robusta, que proporcione soluciones múltiples, y que disponga de un buen criterio de parada que incorpore el conocimiento obtenido durante la búsqueda.
- B. La información a tratar es fundamentalmente simbólica, inexacta o limitada, incremental y basada en el conocimiento.

4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LOGICA.

Aunque de ninguna manera se deba identificar a la IA con la lógica, si se puede afirmar que constituye una de las disciplinas claves para el desarrollo tanto del hardware como del software de la IA. Los programadores, para controlar el comportamiento del sistema, tienen que suministrarle una secuencia de instrucciones paso a paso, o un conjunto de reglas precisas.

La lógica se puede definir como la teoría del razonamiento formalmente correcto. Expresión que refiere a una estructura inferencial en la que partiendo de uno o más argumentos-premisas se obtiene una conclusión válida. Pues bien la pretensión de la lógica de justificar la validez de los argumentos y su aspiración a fijar los métodos para determinar si pueden ser deducidos correctamente partiendo de unos presupuestos conocidos, enlaza directamente con la programación que procesa enunciados (axiomas) para solucionar problemas (teoremas) por medio de un intérprete o mecanismo de inferencia (reglas de inferencia). Ahora bien, el gran escollo que tiene la realización de esta analogía estriba en la dificultad de implementar en las máquinas la estructura del razonamiento correcto que la lógica investiga. De ahí la necesidad de hacer un recorrido histórico de cómo y en qué condiciones se ha logrado este enlace, esto es, la implementación de las máquinas del razonamiento de los seres humanos.

Desde un punto de vista sincrónico, podemos distinguir tres grandes etapas por las que ha pasado el estudio científico de la inteligencia o razón entendida como capacidad de enlazar y producir argumentos formalmente correctos y válidos:

A. Análisis filosófico del razonamiento desde una perspectiva formal que comienza con Aristóteles y culmina en el medioevo con la escolástica. Se estudia la estructura de la argumentación atendiendo a su dimensión sintáctica o formal y prescindiendo, aunque no anulando, su dimensión material o de verdad. Veamos cómo se podría formular un razonamiento (modus ponendo ponens) formalizado y parcialmente simbolizado:

Si ocurre A entonces ocurre B
 es así que ocurre A

 entonces ocurre B

Tratamiento matemático inspirado en las ideas de R. Llull y Leibniz que culmina en la teoría de Boole cuando afirma que el pensamiento tiene una estructura algebraica y que por tanto se debe separar de la filosofía de corte metafísico. "Entonces me veo obligado a afirmar que de acuerdo con esa opinión sobre la naturaleza de la filosofía, la lógica no forma parte de ésta. Tomando por base el principio de una clasificación verdadera, no debemos asociar ya la lógica y la metafísica, sino la lógica y la matemática. La lógica descansa, como la geometría, en verdades axiomáticas, y sus teoremas están construidos sobre la doctrina general de símbolos, que constituye el fundamento del análisis reconocido. Lo esencial de esta nueva orientación de la lógica es el uso del cálculo entendido como manejo de símbolos según unas reglas precisas y la demostración exacta.

Para ello será necesario simbolizar totalmente los segmentos de cualquier razonamiento que evite las ambigüedades del lenguaje natural. Veamos cómo se formula el mismo razonamiento en la Lógica matemática:

A
 A → B

 B

B. La construcción de sistemas axiomáticos y la reflexión en torno a sus propiedades como sistemas totalmente formalizados, hizo posible el surgimiento de un tercer período que se puede definir como computacional o informático. En éste se construyen procedimientos efectivos que permiten producir el razonamiento de modo automático, esto es, sin necesidad de la actividad humana. Ello supuso un gran reto a la actividad creadora del ser humano. Sin la participación del hombre es difícil determinar qué reglas se pueden usar y además sobre qué argumentos. Sin la presencia del hombre es bastante complicado evitar razonamientos que, aunque puedan ser verdaderos, quizás no tengan relevancia alguna para la solución de algún problema, esto es, se generen conclusiones triviales, además

tampoco se puede descartar la posibilidad de que se produzca una explosión combinatoria que deje sin resolver las cuestiones que interesa dilucidar a través de la automatización del razonamiento. La dificultad consiste, por tanto, en la producción mecánica del razonamiento a través de máquinas que no necesiten de operadores humanos y funcionen de una manera efectiva. El reto consistía en simular la actividad de un hombre que crea un algoritmo y ejecuta sus instrucciones procediendo de forma puramente mecánica, pero efectiva. La cuestión fundamental es, por tanto, la posibilidad de mecanizar el pensamiento, prescindir de la presencia del ojo humano. Ahora bien, para poder alcanzar este objetivo será necesario establecer con precisión:

- C. Cuáles son los métodos o técnicas más adecuados para mecanizar y automatizar el razonamiento de un ordenador. En este contexto surge la noción del algoritmo o procedimiento efectivo.
- D. A qué tipos de problemas se les puede aplicar estos métodos, partiendo del ideal de la solución de todo tipo de problemas con un procedimiento único o algoritmo universal.
- E. Si no es posible alcanzar este ideal, crear algoritmos concretos que solucionen los diferentes problemas que se plantean al pensamiento humano. [ALVAREZ,94].

5. ALGORITMOS Y COMPUTABILIDAD.

En la realización de los anteriores objetivos es clave la investigación sobre los fundamentos de la matemática, que a principios del siglo XX se concentra en el problema de decisión propuesto por Hilbert en el año 1901, en un congreso de matemáticos y suscitado por un problema general de la Lógica matemática: si era posible encontrar un procedimiento efectivo, para demostrar si una fórmula o sentencia de una teoría es verdadera dentro de esa misma teoría. Y uno de los problemas concretos que deberían ser resueltos era el siguiente: ¿Es posible diseñar un algoritmo procedimiento efectivo que permita decidir para cualquier ecuación de Diofante si tiene solución en números enteros? Esta enigmática pregunta para un no especialista ya que encuadra en una rama específica y especializada del saber matemático desembocó, sin embargo, en una cuestión mucho más amplia: la posibilidad de construir un algoritmo capaz de resolver cualquier problema, esto es, un procedimiento para responder a cualquier pregunta. Para ello se vió la necesidad de analizar una cuestión todavía mas básica: necesidad de poseer una definición formal y precisa de lo que deba entenderse por procedimiento efectivo o algoritmo. El intento de fijar rigurosamente este concepto dió origen a enfoques diferentes e intentos de solución como los siguientes:

- A. Computable por una máquina ideal. En esta orientación hay que destacar la teoría de Turing sobre los algoritmos: El concepto informal de procedimiento efectivo o algoritmo se puede identificar por computable por una máquina de Turing.
- B. Construcciones formales de procedimientos de cómputo en los que partiendo de una sucesión finita de símbolos se pueden deducir otros símbolos a través de reglas.
- C. La teoría de las funciones recursivas en la que partiendo de funciones básicas y reglas u operadores adecuados se generan otras funciones.
- D. Procesos combinatorios finitos propuestos en los que se hace uso de dos conceptos: espacio de símbolos en el cual debe realizarse el trabajo que lleva del problema a la respuesta y juego de instrucciones inalterado que fija las operaciones sobre los símbolos.

Un área de especial interés del campo de las matemáticas es la lógica de relaciones en la que se estudia los diferentes tipos de conexiones que se pueden establecer entre los elementos de un conjunto o entre conjuntos. Dentro de la relación que se puede establecer entre conjuntos diferentes existe un tipo que satisface la siguiente condición: una relación en la que no existen dos pares ordenados que tiene el mismo primer componente. Tal tipo de relación se denomina función. El nombre de función, por otra parte, proviene del filósofo Leibniz que se interesó por analizar matemáticamente los puntos de las curvas donde alcanzan su máximo y mínimo valor. Desde entonces los matemáticos se han ocupado del estudio de los múltiples aspectos de una función, especialmente de las funciones numéricas: clasificación de los diferentes tipos de funciones, crecimiento y decrecimiento, límites, continuidad y discontinuidad, etc.. En este contexto podemos dar una definición más precisa: función es una relación, regla o aplicación por medio de la cual se hace corresponder a un elemento único de un conjunto A con cada elemento de otro conjunto B. La relación es una asignación de valor por medio de una regla. Es típica la siguiente notación:

$$\begin{array}{lcl} f: A & \rightarrow & B \\ x & \rightarrow & f(x) = y \end{array}$$

La segunda fórmula es la más usada en matemáticas. en ésta "f" representa la función y refiere a la operación que hay que realizar, "x" refiere al conjunto de elementos o argumento de la función que componen su dominio y se denomina variable independiente; "y" es el rango y refiere al conjunto de valores que reciben cada uno de los elementos y se denomina variable dependiente. El siguiente ejemplo nos puede ayudar a comprender de una manera intuitiva el concepto de función usando la función cuadrado, es decir, elevar un conjunto de números al cuadrado:

$$\begin{array}{l} x = 0, 1, 2, 3, 4 \\ f(x) = x^2 \\ y = 0, 1, 4, 9, 16 \end{array}$$

Para poder especificar una función habrá que determinar:

- El nombre de la función.
- El conjunto de elementos en el que se define la función: dominio y rango.
- La regla de transformación que asigna valores a cada uno de esos elementos, es decir, la fórmula que transforma A en B.

Gödel autor del libro sobre proposiciones formalmente indecibles de los principios matemáticos y temas afines en 1980, sostiene que el campo de las funciones numéricas es lugar adecuado para estudiar las funciones calculables. Decir que una función $f: A \rightarrow B$ es calculable y existe un procedimiento efectivo que permita, tomando un elemento x del conjunto A como entrada, obtener el resultado $f(x)$ como salida del conjunto B. Este ejemplo destaca la posibilidad de construir funciones a través de otras funciones. Para ello se deberán especificar las funciones *base* como las *reglas* para combinarlas entre si de tal manera que

generen otra función. Se trata de una propiedad ampliamente investigada en el campo de las funciones numéricas, es decir, de aquellas funciones cuyos elementos y valores, son números.

Es mérito de Hilbert el haber creado una estrategia para construir funciones numéricas que fue completada por Kleene¹. Cuando descubrió la existencia de una función que no se podía encuadrar en el esquema que él había propuesto. Se completa de esta manera un esquema que sirve para crear *funciones recursivas parciales*. Se puede mostrar que partiendo de una serie de funciones iniciales sencillas y además fácilmente computables, se pueden combinar para formar otras de cuya computabilidad no se puede dudar, y de esta manera llegar progresivamente a establecer la jerarquía de todas las funciones que son computables. El tema básico es comenzar con una colección de funciones, llamadas funciones iniciales, cuya sencillez es tal que no hay duda acerca de su computabilidad, para luego mostrar que estas funciones se pueden combinar para formar otras cuya computabilidad se desprenda de las funciones originales. Este proceso se sustenta en la inducción matemática y sus elementos son funciones base y reglas para combinarlas.

A. Básicas son las funciones iniciales de las que se parte.

- a) La función "cero" por la cual sus valores se les asigna de una manera constante el cero.
- b) Funciones de proyección o funciones idénticas con múltiples variables independientes y sirven para seleccionar un argumento de una lista de argumentos.
- c) Función sucesor o de seguimiento que suma 1 a su valor de entrada.

A. Reglas son operadores que aplicados a las funciones básicas generan nuevas funciones:

- a) De *sustitución regular* que se aplica a dos funciones, una de las cuales F tiene como argumentos el valor de otras funciones f_1, f_2, \dots, f_n .
- b) De *recursión*: genera progresivamente otra función F partiendo de otras funciones f_1, f_2 , una de las cuales proporciona el valor para el argumento 0, y las otras para el argumento $n+1$ en términos de su valor para el argumento n .

El interés del conjunto de funciones recursivas parciales estriba en el hecho de que confirman la hipótesis de Hilbert: todas éstas son calculables o computables, esto es, aplicando este esquemas se pueden construir funciones que son calculables.

[ALVAREZ, 94].

¹ Kleene, INTRODUCCION A LA MATEMATICA, Ed. Tecnos, Madrid, 1974.

VI. APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

APLICACIONES

1. juegos.
2. sistemas expertos.
3. lenguaje natural y modelos semánticos.
4. modelado del desempeño humano.
5. planeación y robótica.
6. aprendizaje.
7. redes neuronales.
8. edificios inteligentes.

1. JUEGOS.

Los juegos pueden generar búsquedas de espacio muy grandes, y esto es tan complejo que se requieren técnicas para determinar qué alternativas utilizar para el problema del espacio, además la computadora debe determinar las posibles soluciones a un problema por ejemplo, que pieza mover en un juego de ajedrez. [HAYKIN, 94].

2. SISTEMAS EXPERTOS.

La idea de dominar un conocimiento específico, por ejemplo, los conocimientos específicos de un médico es otra aplicación de la IA. Un sistema experto es un sistema que domina un conocimiento específico. El sistema experto es construido con los conocimientos de una persona experta en un tema y codificándolo esto de una manera que la computadora pueda aplicarlo en problemas similares.

Una vez que el programa ha sido escrito, es necesario refinarlo probándolo con problemas ejemplo, hasta que el sistema adquiere la confiabilidad necesaria.

Uno de los primeros sistemas expertos que explotó el dominio de un conocimiento específico fue el sistema DENDRAL, desarrollado en Stanford a finales de 1960. DENDRAL fue diseñado para inferir la estructura de moléculas orgánicas a través de la información de las fórmulas químicas. Debido a que las moléculas orgánicas tienden a ser muy grandes, el número de posibles estructuras de estas moléculas es enorme. DENDRAL resuelve el problema utilizando el conocimiento *heurístico* de expertos químicos para la solución del problema.

El siguiente sistema experto fue MICYN que utilizó conocimientos expertos de médicos, para diagnosticar y prescribir la meningitis espinal e infecciones de la sangre. MYCIN, desarrollado en Stanford a mediados de 1970 y fue uno de los primeros sistemas en resolver problemas con información incompleta o incierta. [HAYKIN, 94].

3. LENGUAJE NATURAL Y MODELOS SEMANTICOS.

Una de las metas de la IA es la creación de programas capaces de entender el lenguaje humano, entender el lenguaje humano involucra más que traducir palabras sino entender además el contexto, respondiendo a la necesidad, los investigadores han desarrollado muchas de las técnicas para estructuras semánticas.

Debido a la gran cantidad de conocimiento necesario para entender el lenguaje natural los sistemas se especializan por áreas, uno de los programas que utiliza esta metodología es el SHRDLU es un lenguaje que puede conversar acerca de la configuración de bloques de diferentes formas y colores SHRDLU puede contestar preguntas como de qué color es el bloque en el cubo azul. [HAYKIN, 94].

4. MODELADO DEL DESEMPEÑO HUMANO.

Los programas de IA que modelan algunos aspectos de la resolución de problemas humanos es una fértil área de investigación en la IA y la psicología.

El modelar el desempeño humano, es una poderosa utilería para formular y probar teorías de la cognición humana. [HAYKIN, 94].

5. PLANEACION Y ROBOTICA.

La planeación asume la capacidad de que un robot puede cruzar un cuarto repleto de obstáculos, esto se resuelve descomponiendo en problema en subproblemas requiere de sofisticadas *heurísticas* y un extensivo conocimiento acerca del dominio de la planeación. Determinar qué subplanes deben ser salvados y cómo deben ser generalizados en el futuro es también un problema difícil.

Un robot que ejecuta ciegamente una secuencia de acciones sin responder a los cambios en el ambiente o ser capaz de detectar y corregir errores no puede llamarse inteligente, organizar un plan que responda a los cambios en el ambiente es uno de los mayores problemas de la planeación. [HAYKIN, 94].

6. APRENDIZAJE.

El aprendizaje es uno de los más importantes componentes de los sistemas expertos, la solución a estos problemas son programas que aprenden a través de la experiencia, ejemplo de esto es el programa matemático automático, AM fue diseñado de 1977 a 1982 para descubrir leyes matemáticas. [HAYKIN, 94].

7. REDES NEURONALES.

En la definición de la sexta generación de computadoras, las características más sobresalientes son:

- A. Computación cooperativa, la computadora será una red de autómatas que llevan a cabo procesos de cooperación/competencia encaminados a resolver problemas globales, más que una máquina de propósito específico.
- B. Procesamiento paralelo, algunos subsistemas estarán formados por arreglos de procesadores simples y podrán realizar tareas complejas.
- C. Estas máquinas serán capaces de mejorar su desempeño con base en la experiencia.

Así, la ingeniería enfrenta la necesidad de diseñar y construir sistemas computacionales que puedan ser entrenados, a diferencia de las máquinas tipo Von Neumann que son programables. En este sentido, este tipo de sistemas han sido los autómatas entrenables que más éxito han tenido en la solución de problemas complejos.

Estas redes *neuronales* son arreglos de procesadores simples cuyo diseño fue inspirado en las propiedades estructurales y funcionales del sistema nervioso, esta tecnología se ha aplicado en el procesamiento de señales.

Esta tendencia revolucionaria en el desarrollo tecnológico, consiste en mejorar la elaboración de todo tipo de máquinas inspiradas en el diseño de estructuras biológicas, o que al menos intentan imitarlo, así la ingeniería se ha beneficiado con este programa de desarrollo y ha producido una gran variedad de dispositivos mecánicos que desarrollan su trabajo con gran eficiencia, estos intentos han visto nacer a la biomecánica y han producido una verdadera renovación de la robótica.

Sin duda este ambicioso programa de trabajo debería alcanzar su punto culminante al producir máquinas computacionales que logren tener una eficiencia cercana por lo menos, a los sistemas computacionales de origen biológico, es decir, al cerebro de los vertebrados por no hacer referencia al cerebro del hombre. Aparentemente, este objetivo sería independiente de la arquitectura empleada en la construcción del sistema computacional y debería en principio ser determinado casi exclusivamente por la estructura de los algoritmos empleados en la consecución de la tarea computacional.

Esta primicia dominó a la IA casi desde su nacimiento, la cual se vio parcialmente confirmada a través de los éxitos conseguidos por la cibernética y la biomecánica aunque al mismo tiempo crecieron las capacidades de las computadoras y la conectividad de éstas, mediante sistemas de control de los dispositivos artificialmente inteligentes. Este desarrollo en alguna forma paralelo enmarca la validez de las primicias que se pueden denominar IA "dura".

El desarrollo de la IA, entendida ésta como la producción de sistemas computacionales con capacidades *neuronales* en el sentido biológico, se vio alentado por lo que ha llegado a conocerse como prueba de Turing y que en resumen es una demostración

matemática de que cualquier sistema computacional, sin importar su arquitectura, es capaz de realizar una tarea específica en la misma manera en que las realizaría un sujeto. A este tipo de máquinas capaces de realizar tareas computacionales, se les ha conocido como máquinas de Turing y por lo menos dentro del contexto de validez de Turing, poseen los conceptos e inteligencia, mente y conocimiento.

La mayor parte de los esfuerzos de la IA durante un largo periodo de tiempo, se concentró en desarrollar algoritmos que cumplieren con la prueba de Turing y por lo tanto fueran inteligentes exactamente en el mismo sentido en que un sujeto es inteligente.

Sin embargo, es posible demostrar que se pueden construir sistemas que computen mediante algoritmos de diseño específico, y que sean tan eficientes como un sujeto, pero que no entiendan lo que están haciendo, la validez de la prueba de Turing. Al parecer la línea dura de la IA se encuentra, al invalidarse de cualquier forma la prueba de Turing, en un punto en que parece imposible traer inteligencia de un sistema computacional.

El principio de funcionamiento de las redes *neuronales* es, en términos generales, el de un convertidor vectorial, es decir, la red es confrontada con la información codificada en forma de un vector de entrada y después de un número determinado de intentos la red produce un vector de salida que es la mejor solución que encuentra en la conversión del vector de entrada.

Así las respuestas distintas de la red dependen de la arquitectura de ésta, es decir, de sus propiedades de conectividad y de las reglas algorítmicas en el paso de la información de una capa de *neuronas* a las siguientes. En cuanto a la mejora en la propiedades de la respuesta generada por la red, depende del entrenamiento de ésta mediante la cual cambia, en función de un algoritmo de *retroalimentación*, la forma en que pasa la información entre las *neuronas* individuales y capas de *neuronas*.

Estas similitudes en propiedades entre las redes *neuronales* y el cerebro parecen sugerir que la posible consecución de la emulación del comportamiento inteligente, o más ambiciosamente la reproducción de "mentes" en "cerebros artificiales", se puede obtener no con algoritmos más perfeccionados, sino con cambios más o menos radicales en la concepción básica de las estructuras computacionales. [ISLAS, 92].

8. EDIFICIOS INTELIGENTES.

A. INTRODUCCION.

En la actualidad existe una creciente demanda en el mercado para la construcción o remodelación de redes de telefonía, informática, control de acceso y energía en los edificios de oficinas empresariales e industriales, y abre campo de trabajo para profesionales de Arquitectura, Ingeniería Civil, Informática, Ingeniería en computación y otros que participen en el diseño e implementación de sistemas para *edificios inteligentes*.

B. CONCEPTO DE EDIFICIO INTELIGENTE.

Edificio:

- a) Construcción que suele ser de grandes dimensiones.

Inteligente:

- a) Dotado de inteligencia. Que comprende fácilmente. Hábil. Que denota inteligencia.

Inteligencia:

- a) Facultad para adquirir y aplicar conocimientos.
- b) Habilidad para establecer relaciones.

El costo beneficio es determinante para hacer una consideración de *edificio inteligente*, sin perder de vista la capacidad para satisfacer las necesidades de la organización y su contribución a una mayor productividad del usuario y la empresa. Un edificio es inteligente, si cumple con los requerimientos básicos para lograr en conjunto su óptima utilización. Desde otro punto de vista son considerados *edificios inteligentes* aquellos en los que el ingenio del hombre crea para los dueños y usuarios, sistemas de aprovechamiento de recursos que les permiten alcanzar sus metas, trazadas dentro de parámetros de eficiencia, comodidad, conveniencia, seguridad, flexibilidad y rentabilidad de acuerdo a sus necesidades.

Los *edificios inteligentes* deben reunir ciertas características que los distinguen como:

- a) Flexibilidad.
- b) Seguridad.
- c) Comfort.
- d) Altamente redituables y ecológicos.

Un *edificio inteligente* debe integrarse a su medio ambiente tanto exterior como interior para producir el mínimo impacto, además de aprovechar todos los sistemas pasivos de climatización, ventilación e iluminación en forma natural y complementándose con sistemas electromecánicos eficientes. En la concepción del diseño es necesario considerar el sitio y el entorno, la localización, orientación, forma y diseño de las estructuras, el tipo de materiales constructivos y acabados, integrando además el uso de elementos vegetales como dispositivos de control climático, ya sea para sombrear, humidificar o controlar el viento.

Edificio inteligente es aquel que optimiza, aprovecha o procesa al máximo los recursos con que cuenta a través de las herramientas necesarias para administrar los sistemas ambientales y su coordinación para brindar la comodidad y seguridad requerida por los usuarios.

Por otra parte es necesario considerar los requerimientos de los usuarios, que van desde su actividad hasta el uso del espacio, rangos de comodidad, niveles adecuados de

iluminación, control de ruido y ambientación.

Los *edificios inteligentes* son aquellas construcciones que proveen un espacio confortable para vivir o desempeñar cualquier actividad propia del ser humano, ya sea una empresa, un hospital, una escuela, etc., al igual que infraestructuras basadas en tecnologías de información, tales como comunicaciones digitales, automatización del edificio y automatización de oficinas. Esto da a esos negocios una gran ventaja sobre sus competidores y de éste se da una gran demanda de *edificios inteligentes*, según Akihito Kujuro, desarrollador de sistemas avanzados para *edificios inteligentes*. En adición el estado real de los edificios que se encuentran en renta encuentran que puede ser no sólo a un costo mayor para los *edificios inteligentes*, además puede esperar un largo flujo de inquilinos.

La demanda de los *edificios inteligentes* proviene no únicamente de las necesidades de espacio para oficinas, sino de las necesidades de un gran número de diferentes clases de edificios en los cuales se requiere de un avanzado proceso de información y sistemas de comunicación. Los hoteles pueden ser ejemplo de esto: en lugar de ser un simple lugar para comer y pasar cómodo el resto de la noche, el incremento de la importancia de la información en la sociedad ha ocasionado que su papel se expanda a un soporte de comunicaciones interpersonales y depósito de información. Consecuentemente, la industria hotelera demanda una rápida operación en cuanto a los sistemas de administración y sistemas que den un ambiente seguro y confortable y, además se dirigen hacia la introducción de oficinas de soportes de sistemas.

Un *edificio inteligente* no será novedoso para el año 2000, ya que dentro de poco tiempo dejará de ser una moda o un lujo. La empresa que no considere este concepto dentro de su planeación estratégica, para tener una mayor competitividad estará destinada al fracaso por los altos costos que origina el desarrollarse en una construcción de tipo tradicional.

C. EVOLUCION HISTORICA DE LA TECNOLOGIA DEL EDIFICIO INTELIGENTE.

Los controles automáticos de temperatura de tipo termostato para calefacción aparecieron en el mercado hace mas de 100 años, desde 1880 este control relativamente simple, estuvo funcionando de forma satisfactoria durante 50 años aproximadamente, mientras que en los grandes edificios comenzaban a incorporarse sistemas de calefacción, ventilación centralizada y de aire acondicionado. Después de la segunda guerra mundial las construcciones con ventanas fijas hicieron que los sistemas de aire acondicionado fueran una necesidad. Los métodos neumáticos para la medición, transmisión de señales y respuestas de control llegan a ser un estándar, con tal tecnología era sencillo mantener y operar la climatización de un edificio dentro de los límites aceptables.

Los primeros sistemas de control de edificios basados en técnicas electrónicas aparecen en 1950 junto con el aumento en la complejidad de las instalaciones técnicas y del tamaño de los edificios, lo que hizo necesario centralizar la señalización de desperfectos y alarmas. Así surgieron los grandes tableros con esquemas sinópticos que representaban las

instalaciones con indicadores luminosos, instrumentos de medidas, interruptores, etc., que permitían supervisar, incluso a distancia, los equipos e instalaciones.

La evolución de la electrónica e informática, así como los conocimientos adquiridos en la automatización de otras áreas, permitieron desarrollar explicaciones específicas, mejorar los sistemas de transmisión de señales, buscar sensores especiales y realizar programas encaminados a la optimización del control de edificios. Surgieron sistemas que han garantizado un servicio de alta fiabilidad y precisión en cuanto al control del funcionamiento de complejos sistemas electromecánicos.

La crisis del petróleo de 1973 y la consiguiente escalada de los precios de la energía, propiciaron la necesidad de instalar sistemas capaces de reducir su consumo, esta reducción llegó a ser un objetivo crítico en la operatividad de los edificios existentes y de nueva construcción. El casi simultáneo desarrollo de los microprocesadores proporcionó las herramientas necesarias para la elaboración de sistemas de control con costos relativamente bajos, lo que condujo a que se implantaran cada vez más.

Desde 1980 se maneja constantemente el concepto de calidad, esto conlleva, la optimización de recursos humanos y materiales. Al desarrollarse tal concepto, se inicia la era del *edificio inteligente*, ya que uno de los factores principales es ahorrar recursos financieros y humanos, esto es, ser eficientes en todas las áreas de la organización.

El concepto de *edificio inteligente* fue creado en 1981 por la Corporación Unida de Sistemas Tecnológicos de Construcción (UTBS) en Estados Unidos, que proporciona servicios compartidos por los arrendadores y servicios de comunicación, automatización de oficinas y otros servicios controlados con dispositivos digitales (aire acondicionado, elevadores, mecanismos de emergencia etc.). Posteriormente los japoneses (NEC como pionera) ampliaron estas construcciones en hospitales, escuelas, centros comerciales, inclusive a los hogares.

La mejor integración entre los diversos sistemas de los *edificios inteligentes* está realizada a través de la convergencia del procesamiento de la información y las tecnologías de las comunicaciones.

D. ELEMENTOS BASICOS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE.

Desde la perspectiva de un *edificio inteligente* se identifican cuatro elementos básicos, los cuales se desglosan a continuación:

- a) Categorías de *edificios inteligentes*.
 - b) Estructura del *edificio inteligente*.
 - c) Sistemas del *edificio inteligente*.
 - d) Servicios del *edificio inteligente*.
 - e) Grados de inteligencia del *edificio inteligente*.
 - f) Sistemas distribuidos.
-

g) Administración del *edificio inteligente*.

a) Categorías de *edificios inteligentes*.

- i. Diseño del edificio bajo el concepto del *edificio inteligente*.
- ii. Actividad Multidisciplinaria.
- iii. Conceptos arquitectónicos.
- iv. Reglamentaciones.
- v. Conceptos de ingeniería civil.
- vi. Conceptos de instalaciones.
- vii. Plataforma única de cableado.
- viii. Sistemas del edificio.

b) Estructura del *edificio inteligente*.

La estructura del *edificio inteligente* es el fundamento del mismo y se integra a partir del diseño estructural del edificio, de las características arquitectónicas especiales con las que se construye, de los acabados interiores y del mobiliario utilizado. Estos aspectos estructurales que integran al edificio afectan principalmente la capacidad del mismo para cubrir las necesidades de los ocupantes y la capacidad de adaptación de la estructura a nuevas tecnologías.

Los aspectos estructurales dentro de un *edificio inteligente* son:

- i. Sistema de cableado estructurado.
- ii. Piso elevado.
- iii. Acceso al cableado eléctrico.
- iv. Material resistente al fuego y equipo de detección y control de incendios.
- v. Situación y orientación del edificio.
- vi. Acabados interiores y mobiliario.

c) Sistemas del *edificio inteligente*.

Los sistemas son los encargados de crear un ambiente de alta productividad y mantener en excelentes condiciones de operación los equipos que se encuentren en el edificio. Todos estos sistemas dependen directamente del diseño del edificio y en los que se contempla también la característica de flexibilidad que les permite soportar cambios futuros. Estos sistemas están formados por dispositivos conectados por una red de comunicación con el equipo de cómputo central, este último, encargado de llevar un registro de consumo energético de los sistemas, del control y optimización de los recursos del inmueble.

- i. Elevadores y puertas automáticas.
- ii. Sistema eléctrico (energía eléctrica).
- iii. Telecomunicaciones.
- iv. Sistema de Acondicionamiento Ambiental y Aire Acondicionado.
- v. Iluminación.
- vi. Seguridad.
- vii. Control de acceso.

- viii. Detección de intrusos.
- ix. Control de incendio.
- x. Control de riego.
- xi. Control de cisternas.
- xii. Hidrosanitario.

d) Servicios del edificio inteligente.

En la automatización de *edificios inteligentes* se aplica la siguiente fórmula: integrar una red de equipos de diferentes fabricantes que saben comunicarse entre sí y que además tienen la capacidad de autocontrol. De esta manera se selecciona siempre el mejor producto para cada aplicación con una variedad de más de 700 compañías a nivel mundial que siguen el mismo esquema.

Características de la instalación de un sistema de control distribuido.

- i. Se comparte la instalación y cableado para todos los equipos.
- ii. Trabajan coordinados y en conjunto.
- iii. Un solo equipo supervisor.
- iv. Flexibilidad para agregar nuevos equipos.
- v. Tecnología abierta.

Se utiliza la tecnología abierta para la implantación personalizada de redes de coordinación de sistemas ambientales. Esta tecnología de vanguardia permite realizar interfaces con equipos convencionales para:

- i. Tomar información del medio ambiente (*sensores*).
- ii. Actuar sobre mecanismos eléctricos
- iii. Tomar decisiones locales.
- iv. Comunicación en red.
- v. Diversos canales de comunicación.

e) Grados de inteligencia del edificio inteligente.

- i. **Inteligencia mínima:** Un sistema básico de automatización del edificio el cual no está integrado. Automatización de la actividad pero no existe integración de los diferentes sistemas.
- ii. **Inteligencia mediana:** Sistema de automatización del edificio totalmente integrado. Sistemas de automatización de la actividad, sin una integración de las telecomunicaciones.
- iii. **Inteligencia máxima:** Los sistemas de automatización del edificio, de automatización de la actividad y telecomunicaciones se encuentran totalmente integrados.

f) Sistemas distribuidos.

Un sistema distribuido se compone de los cables, adaptadores y otros equipos de apoyo que permiten conectar teléfonos, terminales de datos, sistemas de energía, seguridad y dispositivos sensores de alarmas, para que tengan comunicación entre ellos. Un sistema

distribuido consta de un número variado de productos, muchas veces de diferentes proveedores. Al mismo tiempo, la forma de arreglar todos los elementos descritos anteriormente en forma lógica, coherente y económica, dentro de un *edificio inteligente* o un conjunto de éstos, dividiéndolos en más subsistemas de acuerdo a sus necesidades.

g) Administración del *edificio inteligente*.

La adecuada administración del *edificio inteligente* se convierte en una herramienta poderosa que permite aprovechar correctamente todos los recursos, asegurando la eficiencia de operación de todos los sistemas y permitiendo controlar los costos de operación. La administración utiliza computadoras que ayudan a administrar efectiva y fácilmente los diversos sistemas incorporados al edificio. Las computadoras poseen valores de reinicio y emulación de valores de puesta en marcha de todos los puntos apropiados de cada uno de los sistemas para proteger el equipo, reducir el gasto del mantenimiento e incrementar el confort de los ocupantes.

La administración del *edificio inteligente* considera los siguientes puntos:

- i. Administración de la comunicación.
- ii. Administración de la seguridad.
- iii. Administración del confort.
- iv. Administración del arrendamiento.
- v. Administración del mantenimiento.
- vi. Administración de estadísticas.
- vii. Administración de servicios.
- viii. Administración de la energía.

i. Administración de la comunicación.

La llave de la comunicación es la velocidad e integridad de la recepción y transmisión de los mensajes, convirtiéndose de esta manera en piezas fundamentales de la correcta administración de la comunicación del edificio al realizar por medio de monitoreo el control y la ejecución de las actividades de los sistemas.

De acuerdo a la variedad de aplicaciones, existen diferentes requerimientos de administración de la comunicación de alrededor de los diez segundos hasta un minuto. Aplicaciones como las funciones del sistema de aire acondicionado que requieren de una comunicación lenta e inversamente aplicaciones que requieren de una respuesta inmediata como son el control de la demanda de energía, el control de presurización del aire y las estrategias de salvamento de vidas.

ii. Administración de la seguridad.

La administración de la seguridad tiene como finalidad esencial la preservación de la vida de los ocupantes del *edificio inteligente*, además de proteger los equipos y la operatividad de las áreas. A partir del monitoreo y control de los siguientes puntos se realiza la administración de la seguridad:

- ◆ Protección contra intrusos.
- ◆ Circuito cerrado de televisión.
- ◆ Control de acceso.
- ◆ Detección y control de incendio.

iii. Administración del confort.

Asegura el confort de los ocupantes e inquilinos al acelerar la respuesta a sus quejas de incomodidad. Una alarma de anticipación a la incomodidad da al administrador la oportunidad para modificar la función de control automático y contar con tiempo para evitarla al poner en marcha una solución al momento que se registra. Adicionalmente, el administrador debe desarrollar su sensibilidad para leer y establecer los futuros puntos de conflicto a manera de diagnóstico. En esta forma, él puede localizar fallas antes de que se presenten y solicitar el mantenimiento requerido.

iv. Administración del arrendamiento.

Incluye medición del consumo de los inquilinos para generarles su recibo de pago o para realizar un futuro ajuste a su contrato de arrendamiento. Esta administración es de mucha ayuda en el prorrateo de gastos por oficina y en lo que respecta a los nuevos inquilinos sirve para que el administrador conozca la oficina que alquilaron y activar los sistemas de iluminación, seguridad, etc., que les brindan confort y permiten desarrollar las actividades. El objetivo de esta administración no es sólo realizar los cobros apropiados sino asegurar la satisfacción del inquilino.

v. Administración del mantenimiento.

La administración se realiza sobre dispositivos que sufren degradación con respecto al tiempo o cuya vida de operación depende del número de veces que se ha utilizado como pueden ser contactos, elevadores, lámparas, etc.. Se puede llevar un registro de estos parámetros en la estación de supervisión, de esta forma se puede realizar un programa de mantenimiento preventivo y evitar paro de actividades.

vi. Administración de estadísticas.

El administrador del *edificio inteligente* tiene acceso a la base de datos donde se almacenan todos los eventos ocurridos y a partir de ésta, genera reportes para la evaluación y planeación estratégica, adicionalmente obtiene gráficas de la operación de los equipos que muestran su rendimiento y operación. Analiza las tendencias de consumo, operación y mantenimiento de los sistemas y equipos, a partir de este análisis reprograma los horarios y calendarios del sistema de iluminación, fija nuevos puntos de operación del aire acondicionado, etc., con la finalidad de conocer en que temporadas se alcanzarán picos de demanda y entonces abastecerse de suficientes recursos.

vii. Administración de servicios.

El sistema de administración de servicios desarrolla funciones de control y monitoreo de todos los servicios del edificio y genera reportes de los datos históricos sobre la eficiencia y uso de la energía. Estos reportes se proporcionan con un control de gastos de la energía y se pueden elaborar a la medida para cada una de las áreas del edificio a fin de que

proporcionen la información requerida en el cobro a cada uno de los inquilinos del edificio. El sistema no solamente puede registrar la demanda de energía eléctrica de un cliente, sino que también calcula la energía empleada para enfriar o calentar una zona en particular.

viii. Administración de la energía.

El sistema de administración del edificio corre automáticamente una gran variedad de sofisticados programas diseñados para utilizar eficientemente la energía sin descuidar el confort de los ocupantes. El monitor de la computadora evalúa el promedio de energía utilizada y la compara con un valor definido dentro de los programas de demanda límite, la computadora entonces determina qué acción correctiva es necesario tomar para asegurar que la demanda actual y futura sea satisfecha. Con los programas de rendimiento cíclico, la computadora reduce el consumo de energía total mediante el apagado de cargas de energía por periodos cortos de tiempo. Un procesador de cargas inteligentemente controla los puntos para realizar las acciones correctas de los programas de control de demanda límite y rendimiento cíclico.

El sistema controla automáticamente el arranque y el apagado para optimizar el uso de la energía. La computadora utiliza datos de tiempo real para determinar hasta el último momento posible en el cual se debe encender el equipo, y cuando debe ser apagado.

El sistema almacena todas las muestras de consumo de energía ocurridas en el *edificio inteligente* y a través de la estación de supervisión se observan gráficamente los consumos de energía en forma diaria, semanal, mensual o anual con los que el administrador realiza una planeación estratégica por temporadas que permita cumplir con los requerimientos de control de la demanda de energía al establecer nuevos valores ideales de operación.

VII. HERRAMIENTAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

La idea fundamental de los lenguajes de programación de IA es el uso de la computadora para manejar símbolos arbitrarios, símbolos que podrían ser entendidos por cualquiera, no solamente números.

1. IPL.

IPL fue creado por Newell, Shaw y Simón en 1957, su diseño fue guiado por conceptos de psicología especialmente la noción intuitiva de la asociación. Los elementos principales del lenguaje son los símbolos. Para formar asociaciones con estos símbolos fue utilizado el procesamiento de listas que permite a los programas construir estructuras de datos de impredecible forma y tamaño. Cuando se escoge un movimiento de ajedrez o cuando se planea un movimiento de un robot uno no puede conocer la forma de la estructura

de datos que representa el significado de la sentencia.

El problema de la forma impredecible de las estructuras de datos fue resuelto en IPL por el uso de elementos primitivos de datos (ahora comúnmente conocidos como celdas) consistentes en dos campos, cada uno puede tener un símbolo o un puntero a otras celdas. Este simple arreglo llamado estructura de lista, permite construir arbitrariamente árboles binarios. El problema de un impredecible tamaño fue tratado con listas libres de celdas que son alojadas en varias estructuras de datos según se requiera. Este tipo de lenguajes de programación de IA permiten al programador ignorar el hecho de que mientras el programa corre, las celdas en estructuras de listas temporales deben regresar a una lista libre o de lo contrario el programa corre fuera del espacio de memoria ya que estas tareas son atendidas por el ambiente operativo del lenguaje, y le permite al programador pensar en un alto nivel.

2. LISP.

La idea del procesamiento de listas fue incorporada con algunas otras ideas acerca de la programación, en un lenguaje conocido como LISP. Desde su invención en 1958 por Jonh McCarthy, LISP ha sido utilizado por una gran cantidad de investigadores de la inteligencia artificial, las razones de esto en parte son históricas, pues muchos estudiantes de IA aprendieron LISP.

LISP probablemente difiere de otros lenguajes de programación en su estilo de programación, este es una secuencia de pasos, los programas en LISP consisten en funciones definidas en un formato matemático. Cada función llamada es representada en una lista, el valor del primer elemento es el nombre de la función y los valores de los demás elementos son los argumentos por ejemplo, la definición de la función factorial sería:

```
FACTORIAL (N)
  COND ( (EQUAL N 1)          1
        ( TRUE (TIMES N (FACTORIAL (DIFERENCE N))) )
```

Donde la función EQUAL toma dos argumentos y regresa TRUE si son iguales, la función COND toma pares de expresiones y sus argumentos y evalúa la expresión de la derecha en cada par hasta que una mitad izquierda evalúa a TRUE, y entonces COND regresa el valor de la mitad derecha de ese par.

3. PROLOG.

Uno de los más importantes acontecimientos dentro de la IA ocurrió en los años sesenta, pero pasó virtualmente desapercibido en los Estado Unidos hasta la década de los ochentas. Este fue la creación de PROLOG en 1972, obra de Alain Colmeaur en Marsella, Francia, al igual que LISP, PROLOG era un lenguaje diseñado para ayudar a resolver problemas relativos de la IA; al contrario de LISP, poseía un gran número de características especiales, tales como una base de datos incorporada y una sintaxis bastante simple. En

esencia, hacia 1980, el LISP era el lenguaje de la IA elegido en los Estados Unidos, mientras que PROLOG tenía el mismo estatus en Europa. Sin embargo, en 1981, esta situación cambió tras el anuncio de los japoneses, de que usarían PROLOG como base de sus computadoras de la "quinta generación".

Lo que hace a PROLOG importante en la historia de la IA es el hecho de que reuniera un conocimiento más profundo del proceso de pensamiento de lo que hacia LISP. Por ejemplo, PROLOG contiene la posibilidad de una base de datos incorporada y rutinas de *retropropagación*, siendo ambas necesarias para la resolución de problemas.

Actualmente, el énfasis en el campo de la IA pasa de la investigación a la aplicación. Este cambio significa que las técnicas de IA desarrolladas en laboratorio usando un lenguaje de investigación, necesitarán hacerse efectivas usando diversos lenguajes de programación de ámbito general para resolver aplicaciones reales. [BARR, FEIGENBAUM,82].

PROLOG utiliza axiomas junto con teoremas, esto es, utiliza los teoremas como restricciones para decidir si el axioma es verdadero o falso por ejemplo:

```
dog(fido).
mammal(X) :-
    dog(X).
```

Fido es un perro, además X es un mamífero, por lo tanto el perro es un mamífero.

4. SMALLTALK.

SMALLTALK fue desarrollado por Alan Kay y Dan Ingalls del *Learning Research Group* del *Xerox Palo Alto Research Center* (PARC) a principios de 1970. SMALLTALK introduce el concepto de "programación orientada a objetos".

Algunas de las características de SMALLTALK son presentadas a continuación:

- A. *Objeto*: La definición de objeto es un conjunto de información y su descripción para su manipulación. Los únicos elementos de SMALLTALK que no son objetos son los *mensajes* y los comentarios.
- B. *Mensaje*: Enviar un mensaje es el equivalente de SMALLTALK de invocar un procedimiento en un lenguaje convencional. El mensaje incluye un selector de *mensajes* (el nombre del procedimiento) y sus operandos. El resultado de enviar un mensaje a un objeto es generar otro objeto como una respuesta o un valor.
- C. *Método*: El *método* es equivalente del cuerpo de un lenguaje convencional, subrutina o procedimiento. Es la descripción de una secuencia de acciones a ser tomadas cuando un mensaje es recibido por un objeto.
- D. *Clase*: La *clase* es la estructura fundamental de SMALLTALK que describe uno o mas objetos similares.
- E. *Herencia*: La *clase* posee la característica de la *herencia*, un esquema muy eficiente para

la representación del conocimiento en que los objetos comparten los atributos de su clase.

- F. *Diccionario de métodos*: El diccionario de *métodos* contiene pares de selectores y *métodos*. Cuando un mensaje es enviado a un objeto, el *diccionario de métodos* de esa *clase* busca el *método* apropiado que debe ejecutar.

II

REDES NEURONALES

I. INTRODUCCION.

Las redes *neuronales* son mecanismos que implementan inteligencia de una manera flexible. Esto se refiere a que la inteligencia humana es mucho más flexible, que un programa de computadora, una persona puede reconocer un rostro en un cuarto oscuro, o cuando una persona no puede resolver un problema, generalmente formula una suposición para resolver dicho problema.

Las redes *neuronales* capturan el conocimiento en un gran número de unidades, las cuales tienen potencial para resolver problemas con datos incompletos o mezclados. Las redes *neuronales* además proporcionan un modelo natural de paralelismo, debido a que cada neurona es una unidad independiente, así se simula la rapidez de aprendizaje de un ser humano, en contraparte a la búsqueda secuencial de conocimientos que realiza la computadora, siendo así las redes *neuronales* un mecanismo para un aprendizaje veloz.

Las redes *neuronales* son una forma de emular una de las características propias de los humanos: la capacidad de memorizar y asociar hechos. Si examinamos con atención aquellos problemas que no pueden expresarse a través de un algoritmo nos daremos cuenta de que todos ellos tienen una característica común: la experiencia. El hombre es capaz de resolver estas situaciones acudiendo a la experiencia acumulada. Así, parece claro que una forma de aproximarse al problema consista en la construcción de sistemas, que sean capaces de reproducir esta característica humana. En definitiva, las redes *neuronales* no son más que un modelo artificial y simplificado del cerebro humano, que es el ejemplo más perfecto del que disponemos de sistema que es capaz de adquirir conocimiento a través de la experiencia.

Las redes *neuronales* son parte de la inteligencia artificial, por lo tanto es importante que los alumnos de EDUSITE, conozcan la historia, los conceptos, los elementos de una neurona biológica vs. una artificial, y comprendan el funcionamiento de las redes *neuronales* artificiales.

II. CONCEPTOS DE LAS REDES NEURONALES.

Un esquema simple de una *neurona* consiste en un cuerpo celular que posee una serie de ramificaciones llamadas *dendritas* y una rama principal llamada *axón*. Las cuales reciben señales de otras *neuronas*. Cuando estos impulsos combinados exceden un *umbral* la *neurona* dispara un impulso que pasa a través del *axón*. Las ramas al final del *axón* forman *sinapsis* (conexiones) con las *dendritas* de otras *neuronas*, las *sinapsis* pueden ser excitatorias o inhibitorias. Una señal excitatoria suma el total de señales, una señal inhibitoria substrahe este total.

La anterior descripción es muy simple, pero muestra aquellas características que son

relevantes en los modelos computacionales de las redes *neuronales*. Las redes *neuronales* se simulan con unidades que poseen alguna función de entrada y obtienen el resultado a lo largo de unidades conectadas en la red, el conocimiento del sistema emerge de la entrada de valores en la red, de las conexiones *neuronales* y de los valores del *umbral* (por *umbral* se entiende un valor que debe ser superado para que la red *neuronal* se dispare).

Las redes *neuronales* artificiales basan su funcionamiento en las redes *neuronales* reales, estando formadas por un conjunto de unidades de procesamiento conectadas entre sí.

Por analogía con el cerebro humano se denomina *neurona* a cada una de estas unidades de procesamiento. Cada *neurona* recibe muchas señales de entrada y envía una única señal de salida (como ocurre en las *neuronas* reales).

III. EVOLUCION DE LAS REDES NEURONALES.

Partiendo de que las redes neuronales se fundamentan en el sistema nervioso humano deberíamos remontarnos a los tiempos de Galeno, en los que ya se tenía un conocimiento considerable de éste. Sin embargo, los verdaderos avances en *neurología* se produjeron a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Investigadores ilustres de esta época son Jackson, Ramón y Cajal y Golgi entre otros.

La época de las redes *neuronales* empezó con los trabajos de McCulloch y Pitts en 1943. McCulloch psiquiatra y *neuroanatomista* consumió 20 años pensando acerca de la representación de los eventos en el sistema nervioso. Pitts matemático, quien junto con McCulloch realizaron el cálculo lógico de una red *neuronal*.

En 1949 con la publicación del libro de Hebb's *La organización del comportamiento*, el autor explica la regla del aprendizaje psicológico para la modificación de la *sinapsis*. Específicamente Hebb's propone que la gracias a la conectividad del cerebro con el organismo, éste aprende a diferenciar una tarea de otra, y los ensambles de *neuronas* son creados por estos cambios, Hebb's por sugestión de Ramón y Cajal introdujo su postulado del aprendizaje, en donde menciona que la efectividad de una variable *sináptica* entre dos *neuronas* es incrementada por la repetida activación de una *neurona* por la otra a través de la *sinapsis*.

El libro de Hebb's fue el origen de la inspiración para el desarrollo de modelos computacionales de aprendizaje y sistemas *adaptivos*. El papel de Rochester, Holland, Habit y Duda en 1956 es quizás el primer intento para utilizar una simulación por computadora para probar la teoría de Hebb's, los resultados de la simulación demostraron que era necesaria una inhibición a la red *neuronal* para que ésta trabajara correctamente. En ese mismo año Uitley demostró que una red *neuronal* con *sinapsis* modificables puede aprender a clasificar simples conjuntos de patrones binarios.

En 1952 el libro de Ashby, *Diseño para el cerebro: El origen del comportamiento adaptivo*. El libro menciona que el comportamiento *adaptivo* no es congénito pero es aprendido y es a través del aprendizaje que los organismos cambian para mejorar.

En 1954 Minsky escribió una tesis doctoral en la Universidad de Princeton que se tituló "*Teoría de la analogía neuronal de los sistemas de reforzamiento y su aplicación a el problema del modelo cerebral*".

En 1957, Frank Rosenblatt presentó el *Perceptron*, una red neuronal con aprendizaje supervisado cuya regla de aprendizaje era una modificación de la propuesta por Hebb's. El *Perceptron* trabaja con patrones de entrada binarios, y su funcionamiento, por tratarse de una red supervisada, se realiza en dos fases: una primera en la que se presentan las entradas y la salidas deseadas; en esta fase la red aprende la salida que debe dar para cada entrada. La principal aportación del *Perceptron* es que la adaptación de los pesos se realiza teniendo en cuenta el error entre la salida que da la red y la salida que se desea. En la fase siguiente, de operación, la red es capaz de responder adecuadamente cuando se le vuelven a presentar los patrones de entrada.

En los años 60 se propusieron otros dos modelos, también supervisados, basados en el *Perceptron* de Rosenblatt denominados *Adaline* y *Madaline*. En estos, la adaptación de los pesos se realiza teniendo en cuenta el error, calculado como la diferencia entre la salida deseada y la dada por la red, al igual que en el *Perceptron*. Sin embargo, la regla de aprendizaje empleada es distinta. Se define una función error para cada *neurona* que da cuenta del error cometido para cada valor posible de los pesos cuando se presenta una entrada a la *neurona*. Así, la regla de aprendizaje hace que la variación de los pesos se produzca en la dirección y sentido contrario del vector del error. A esta regla de aprendizaje se le denomina *Delta*.

Durante la época de los 70s se perdió el interés por el estudio de las redes *neuronales*, muchos de los investigadores excepto aquellos en psicología y en *neurociencias*, desertaron del campo durante esta época, sólo un pequeño grupo de investigadores continuaron trabajando en el tema.

Una importante actividad que emergió en 1970 fue el de la auto-organización utilizando el aprendizaje competitivo. El trabajo de simulación fue realizado por Von Der Malsburg en 1973.

Grossberg en 1980 estableció un nuevo principio de auto-organización que consiste en que los patrones de entrada son aprendidos y realimentados.

En 1982, Hopfield formuló las redes simétricas con conexiones *sinápticas* y almacenamiento de información en las mismas.

En 1983, Kirkpatrick, Glatt, y Vecchi describieron un nuevo procedimiento llamado *simulación recocida* para optimizar problemas combinatorios.

En el mismo año Barto, Sutton, y Anderson publicaron un artículo sobre el reforzamiento del aprendizaje.

En 1988 Linsker describe un principio de auto-organización de una red *neuronal* perceptiva.

En 1989 se publica el libro de Mead's VLSI analógicos y sistemas *neuronaes*. Este libro describe una mezcla de conceptos acerca de la *neurobiología* y la tecnología VLSI (*Very Large Scale Integration*).

La era moderna de las redes *neuronaes* artificiales surge con la técnica de aprendizaje de propagación hacia atrás. La estructura de las redes citadas anteriormente (*Perceptron*, *Adaline* y *Madaline*) consta de dos capas: una capa primera formada por unidades que dejan pasar la entrada y que no tienen aprendizaje, y una segunda capa formada por una o varias neuronas en el caso del *Madaline*. La contribución de Minsky y Papert fue la de demostrar que una red del tipo *Perceptron* no es capaz de aprender todas las posibles combinaciones entre entradas y salidas. La solución del problema consiste en añadir capas intermedias de *neuronas*, introduciendo de esta forma el problema de cómo enseñar a estas capas intermedias. Aquí es donde tiene importancia el algoritmo de propagación hacia atrás. En éste se compara la salida real con la salida deseada. La diferencia entre ambas constituye un error que se propaga hacia atrás desde la capa de salida hasta la de entrada permitiendo así la adaptación de los pesos de las *neuronas* intermedias mediante una regla de aprendizaje *Delta*.

1. SITUACION ACTUAL.

Tratar de descifrar los misterios del funcionamiento del cerebro y el sistema nervioso, o de construir aparatos que emulen estas funciones es un problema clásico que ha sido atacado desde diferentes puntos de vista por distintas disciplinas como la *neurofisiología*, la psicología y la IA. Los avances en estas áreas y en la tecnología y el análisis matemático de las redes *neuronaes* han tenido un efecto unificador de estas disciplinas. La confluencia de todas estas disciplinas ha resultado en una nueva área de trabajo que integra enfoques para lograr un objetivo común: entender y emular el funcionamiento del cerebro y la mente.

Los sistemas de redes *neuronaes* están contribuyendo al entendimiento de las funciones del cerebro y al desarrollo de formas nuevas de computación, y de procesamiento de información que resultarán en una nueva generación de computadoras y *robots*.

Los grupos de redes *neuronaes* trabajan en distintos campos como control motor, visión artificial, identificación y control de procesos, robótica móvil y reconocimiento de patrones. En resumen, se ha consolidado la idea de imitar en las computadoras la manera en que funcionan los cerebros biológicos.

2. FUTURO.

Las redes *neuronales* alcanzan cada vez mayor auge, teniendo multitud de aplicaciones en campos diversos y dando soluciones sencillas a problemas cuya resolución resulta complicada cuando se emplean máquinas algorítmicas. En un futuro las redes *neuronales* artificiales abrirán el camino para que las computadoras de la sexta generación posean capacidades *cognoscitivas* como la memoria asociativa, y los *robots* sean flexibles con capacidades *sensoriales* parecidas a las que poseen los seres vivos.

IV. OBJETIVOS DE LAS REDES NEURONALES.

El objetivo de las redes *neuronales* es crear sistemas que sean capaces de aprender de su entorno y mejorar su desempeño a través del aprendizaje. Es un nuevo sistema para el tratamiento de la información cuya unidad básica de procesamiento está inspirada en la célula fundamental del sistema nervioso humano, la *neurona*.

Las redes *neuronales* tratan de simular el aprendizaje humano, a través de *neuronas*, para crear sistemas autónomos, y que aprenden de su entorno, modificando su estructura interna hasta reducir el error de la información obtenida, comparándola constantemente con la información deseada, y así realizar acciones similares a las que realizaría un ser humano.

Un objetivo adicional es, el diseño de redes *neuronales* con propósitos específicos como el reconocimiento de patrones, ya que su principio de operación es radicalmente distinto a la computación hasta ahora tradicional y es muy interesante que las capacidades computacionales de estos sistemas, inspirados biológicamente, sean superiores cuando realizan funciones similares a las que llevan a cabo los sistemas nerviosos, lo cual constituye una clara analogía con estos últimos, pues es bien conocido que una computadora digital, aún la más sencilla, supera la velocidad y la precisión del cerebro en la realización de operaciones secuenciales, mientras que las operaciones como reconocimiento de patrones, memoria asociativa y en general, toda las relacionadas con el comportamiento inteligente, parecen imposibles para las concepciones computacionales tradicionales.

V. ELEMENTOS DE LAS REDES NEURONALES.

La más interesante propiedad de una red *neuronal*, es la habilidad para aprender de su entorno y mejorar su desempeño a través del aprendizaje, la red *neuronal* es entrenada con esta información, y responde de una nueva manera a este entorno de la siguiente manera:

1. *No linealidad*: Una *neurona* es básicamente un dispositivo *no lineal*.
2. *Adaptividad*: Las redes *neuronales* tienen la capacidad de adaptar sus pesos *sinápticos* a los cambios en el ambiente. Las redes *neuronales* entrenadas para operar en un ambiente

pueden volver a entrenarse si las condiciones cambian. La natural arquitectura de una red *neuronal*, la hacen una utilería ideal para utilizarse en ambientes donde cambian las condiciones.

3. Tolerancia a fallas: Una red *neuronal* implementada en hardware, tiene el potencial de ser tolerante a fallas en el sentido de que en condiciones adversas no detiene su procesos, sólo se degradan.
4. Uniformidad en el análisis y el diseño: Básicamente las redes *neuronales* utilizan la misma notación, ya que todas las redes *neuronales* constan de *neuronas* en una forma u otra, representan un ingrediente común en todas las redes *neuronales*. Esta similitud hace posible que se compartan teorías sobre los algoritmos de aprendizaje en las diferentes aplicaciones de las redes *neuronales*. [LOLLI, 91].

1. DEFINICION DE NEURONA.

La *neurona* es la unidad básica del sistema nervioso. Se afirma que es una unidad básica porque posee en si misma todos los elementos que permiten funcionar al sistema nervioso. Desde el punto de vista funcional la *neurona* se puede dividir en cuatro sectores:

A. LAS DENDRITAS.

Prolongaciones ramificadas del cuerpo celular, son muy finas y pueden extenderse hasta varios milímetros en forma de *arborescencias*. Son poco extensas, a excepción de las *dendríticas* de las células *ganglionares* en la raíz dorsal de la médula espinal. Están llenas en su superficie de engrosamientos localizados y especializados llamadas espinas, donde hacen *sinapsis* las fibras *aférentes*. Habitualmente están llenas en su superficie de contactos de centenares de terminaciones de otras tantas células nerviosas.

B. EL SOMA.

Cuerpo celular, donde se realizan, las funciones metabólicas básicas. En su membrana convergen contactando con ésta, las terminaciones de otras *neuronas*. Fisiológicamente generan signos eléctricos.

C. EL AXON.

Prolongación cilíndrica originada del soma, o de un tronco *dendrítico* (cono *axónico*) tiende a mantener el mismo diámetro en toda su longitud, se ramifica en ángulos rectos y puede estar cubierto de *mielina*, en cuyo caso el grosor varía. En las células de proyección *mielínica*, el potencial de acción se propaga con velocidades que alcanzan hasta 120 metros por segundo. El *axón* puede alcanzar hasta un metro de largo.

D. SINAPSIS.

Región que no pertenece en exclusividad a una *neurona*, sino que es compartida por dos o mas células.

Se llama *sinapsis* al contacto funcionante entre dos o más *neuronas* o entre éstas y sus células *efectoras*.

Es la zona donde una *neurona* ejerce una acción que modificará la *excitabilidad* de otra célula.

Es a través de la *sinapsis* que una *neurona* recibe la información que proviene de otras células nerviosas.

Por último, la *sinapsis* determina la unidireccionalidad de los impulsos nerviosos, impidiendo que éstos vuelvan al lugar de origen.

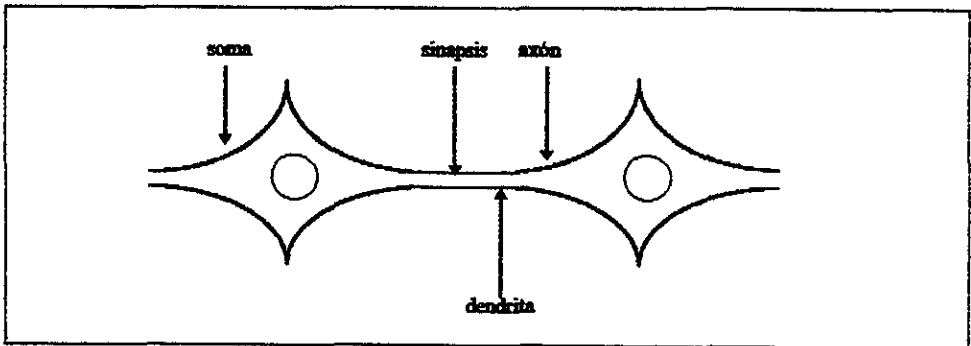


Figura 3 Estructura de las *neuronas*.

El sistema nervioso está constituido por *neuronas* conectadas que controlan todas las regiones del cuerpo, la actividad de una región no se propaga indiscriminadamente a otras, sino que sigue una ruta anatómica y funcional que depende no sólo de las conexiones sino del estado de excitabilidad de éstas.

La *inhibición* permite circunscribir la actividad o excitación a una zona del sistema nervioso sin que ésta se extienda a otras.

Desde el punto general, al sistema nervioso se le pueden atribuir dos propósitos fundamentales: *contractuar* y *actuar*.

En el primer caso, su misión es oponerse a las acciones que tienden a alterar el equilibrio del medio interno (estado llamado de *homeostasia*). También se le llama a esta acción, función reguladora del medio interno.

En la situación de *actuar*, inicia acciones sobre el medio ambiente que le permiten un cambio de éste para objetivos que le son propios.

2. FUNCIONAMIENTO DE UNA RED NEURONAL.

Una neurona típica del cerebro humano recoge señales procedentes de otras a través de las *dendritas*. La *neurona* genera impulsos eléctricos a través del *axón*.

En la extremidad de cada *dendrita*, la *sinapsis* convierte la actividad procedente del *axón* en efectos eléctricos, que inhiben o inducen actividad en las neuronas a las que está conectado.

Cuando las señales excitadoras que recibe una *neurona* alcanzan suficiente intensidad frente a las señales inhibitorias que también produce una *neurona*, la *neurona* envía y transmite a lo largo de su *axón* un pulso eléctrico breve.

Las redes *neuronales* artificiales se componen, típicamente de unidades interconectadas que reproducen de manera limitada, idealización de las redes *neuronales* auténticas. Un modelo aproximado de un red auténtica está constituido de la siguiente manera:

- A. La señal de salida (eléctrica) queda expresada por un solo número que representa la frecuencia de disparo de la *neurona*.
- B. Cada unidad convierte el cúmulo de actividades que en ésta ingresan, en una actividad única de egreso, que se difunde a otras unidades. La conversión se lleva a cabo en dos etapas: primero cada actividad *aférente* es multiplicada por un factor de peso o coeficiente de ponderación atribuido a la conexión, luego se suman para obtener una cantidad única denominada entrada total. En una segunda fase, la unidad utiliza una función de transferencia que transforma a la entrada totalizada en una salida.
- C. El comportamiento de una red *neuronal* artificial depende, a la vez de los factores de peso y de la función de transferencia especificada para las unidades. Las funciones de transferencia se encuadran en una de tres categorías: lineal, de *umbral* y *sigmoide*. Si es lineal, la salida será proporcional a la entrada ponderada total. Si es de *umbral*, la salida estará sometida a límites. La *sigmoide* es la que tiene más similitud con las *neuronas* reales pues su salida varía continuamente con la entrada.
- D. Para que una red *neuronal* artificial cumpla con una tarea específica, deberán establecerse la *topología* y el valor de los factores de peso atribuidos a las conexiones. Las conexiones determinan la posibilidad de influencia de una unidad sobre otra, los factores de peso definen la intensidad de la influencia.

A continuación se muestra el funcionamiento de una red *neuronal*.

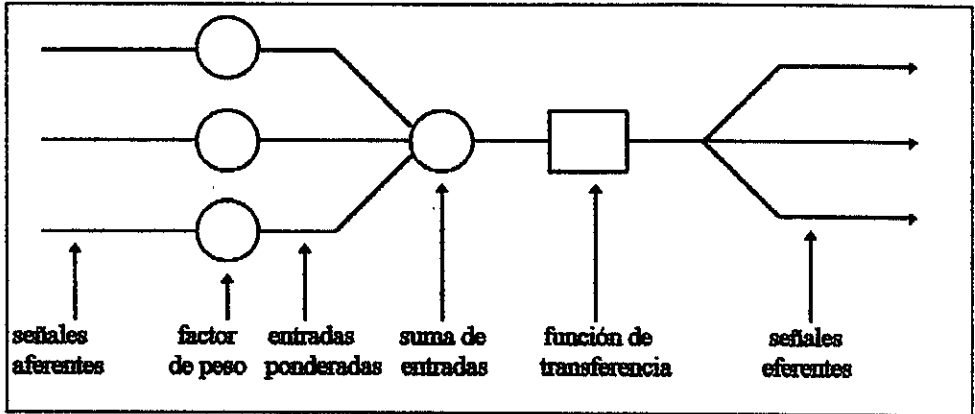


Figura 4 Funcionamiento de una red *neuronal*.

3. RETROPROPAGACION.

El algoritmo de *retropropagación* tiene que ver con el “entrenamiento de la red *neuronal* (digamos 3 unidades de entrada, 3 *sensores*, una unidad de salida”.

Si a la red se le presenta una entrada y se compara la salida de la red *neuronal* con la salida deseada, es posible determinar el error: suma de los cuadrados de las discrepancias entre las actividades reales de la red y las actividades deseadas.

Enseguida, se cambia el valor del factor de peso para tratar de reducir el error. La magnitud de la modificación deberá ser proporcional a la derivada parcial de la variación del error con respecto a la variación del factor de peso.

Se procede enseguida a multiplicar los factores de peso, recientemente identificados, por los errores calculados o medidos para tales unidades. Luego se suman los productos, tal suma conforma el error.

A. ALGORITMO DE RETROPROPAGACION.

A continuación se muestra el algoritmo de retropropagación.

$$x_j = \sum_{i=1}^3 y_i w_{ij}$$

x = neurona
 y = entradas
 w = pesos

se procede al cálculo de y_j , por la vía de una función *sigmoïdal*.

$$y_j = \frac{1}{1 + e^{-x_j}}$$

se procede al cálculo del error.

$$E = \frac{1}{2} \left[(y_j - d_j)^2 \right]$$

y = entradas
 d = valor deseado

VL. APLICACIONES DE LAS REDES NEURONALES.

1. EL USO DE REDES NEURONALES EN EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES VISUALES.

El reconocimiento de patrones visuales como la lectura de caracteres o el distinguir formas, una tarea que fácilmente realiza el hombre, representa grandes dificultades para intentar diseñar procesadores de información que puedan hacer lo mismo. La solución a este problema de diseño aparentemente reside en el cerebro mismo.

El cerebro humano contiene más de 10 billones de *neuronas* que tienen complicadas interconexiones que conforman una gran red. Por lo tanto los mecanismos *neuronaes* para las más altas funciones del cerebro no son algo sencillo. En un acercamiento a la *neurofisiología* convencional, por ejemplo, un *microelectrodo* es usado para grabar las respuestas de las *neuronas*. A veces la grabación puede ser hecha por unas cuantas células simultáneamente.

El modelo de redes *neuronaes* estudia, cómo están interconectadas las *neuronas* en un modelo sintético del cerebro, con una red con las mismas funciones y habilidades del cerebro, tratando de seguir la fisiología del mismo, entonces se construye una hipótesis y se sintetiza el modelo siguiendo esta hipótesis. Si hay discrepancia de comportamiento entre el

modelo y el cerebro, se cambia la hipótesis inicial y se modifica el modelo con una nueva hipótesis y se probará el comportamiento del modelo nuevamente, este procedimiento se repetirá hasta que el comportamiento sea igual al del cerebro.

Las investigaciones en este campo han dado como resultado varios modelos capaces de reconocer patrones visuales, que poseen la función de auto organización y que pueden aprender a reconocer patrones. Estas redes son jerárquicas y están organizadas en capas de *neuronas*.

La habilidad para procesar información se incrementa y es directamente proporcional al número de capas. Varios estudios han intentado encontrar procedimientos efectivos de aprendizaje para la auto organización de redes de múltiples capas. Un ejemplo de aprendizaje con maestro (aprendizaje supervisado) que es muy usado por las redes de múltiples capas, es el procedimiento de la *retropropagación* de errores. El modelo de percepción utiliza el aprendizaje sin maestro (aprendizaje sin profesor).

La percepción como muchos otros modelos no tiene la habilidad para reconocer patrones en posiciones distintas o patrones distorsionados. La percepción convencional usualmente reconoce el mismo patrón presentado en diferentes posiciones, como un patrón diferente. Aunque también existe la *neopercepción*, que es la habilidad de reconocer los patrones cuando cambian de posición o su forma es distorsionada.

Cuando dos o más patrones son presentados simultáneamente la *neopercepción* no siempre los reconoce. Para mejorar la función de la *neopercepción* las conexiones traseras fueron adicionadas a la *neopercepción* convencional que sólo contenía conexiones delanteras esto es: El nuevo modelo adquirió la función de atención selectiva en el reconocimiento de patrones visuales. Este modelo puede automáticamente separar y reconocer patrones individuales simultáneamente, además de poder restaurar imperfecciones en los patrones.

A. FISILOGIA DEL AREA VISUAL DEL CEREBRO.

En el área visual del cerebro, las *neuronas* responden selectivamente a características locales o patrones visuales como líneas en una cierta orientación. Dentro del área superior de la corteza visual, las células responden selectivamente a figuras como círculos, triángulos o rostros humanos, por consiguiente el sistema visual parece tener una estructura jerárquica, en que simples características son primero extraídas de un patrón de estímulos, éstos son integrados en patrones mas complicados. En esta jerarquía la cual es un gran escenario que generalmente recibe señales del lado ancho de la retina, y es más insensible a la posición de los estímulos.

Esperando que la estructura jerárquica del sistema visual es delantero (aférente) y trasero (eferente).

B. BOSQUEJO DEL MODELO.

El modelo es una red consistente en "*neuronas*" que tienen entradas y salidas, es una estructura jerárquica con múltiples capas, la red tiene conexiones delanteras y traseras entre células. En esta jerarquía la parte delantera administra la función del reconocimiento de patrones, mientras que la parte trasera administra la función de atención selectiva, diferenciación de patrones y la memoria asociativa.

Algunas de las conexiones entre células son variables, y las redes *neuronales* pueden adquirir la habilidad de reconocer patrones con el aprendizaje sin maestro. La red puede aprender a reconocer cualquier conjunto de patrones. Durante el proceso de aprendizaje las conexiones de variables crecen gradualmente de acuerdo con los estímulos obtenidos en la red. La repetida presentación de un conjunto de patrones de aprendizaje es suficiente para la auto organización de la red.

Cuando una figura compuesta consiste en dos o más patrones presentados al modelo, cuando éste ha terminado de aprender, el modelo selectivo enfoca su atención en un patrón, separando éste de los demás y reconociéndolo por separado. Cuando hay defectos que afectan el patrón el modelo puede reconocer y recordar el patrón completo en el que los defectos han sido eliminados.

2. MICROPROCESADORES DE REDES NEURONALES.

Las redes *neuronales* son arreglos de procesadores (células) que tienen un comportamiento análogo al de las *neuronas*. Como las células nerviosas, cada uno de estos procesadores puede estar activo o no, y el estado global de la red está determinado por el estado de cada una de sus células. Como en el sistema nervioso, estos procesadores se comunican mediante una red de conexiones de diferente calidad y peso.

Tradicionalmente la tecnología CMOS (C Metal Oxide Silice, la letra C corresponde a la familia) VLSI ha sido empleada para construir sistemas digitales y analógico de componentes numéricos secuenciales, en el primer caso, y de conversión analógica-digital, digital-analógica para el segundo caso principalmente.

Sin embargo, en la actualidad el desarrollo está motivado por la aparición de sistemas con tecnología CMOS-VLSI, con lo cual se pueden integrar directamente en silicio las unidades de procesamiento o *neuronas* y las redes de interconexión *sináptica*.

Ello se traduce directamente en la solución paralela en tiempo real de problemas de optimización global, los cuales ocupan un gran número de circuitos integrados.

Lo anterior implica que nuevas técnicas de diseño de circuitos integrados VLSI se estén proponiendo basadas principalmente, en las características de procesamiento analógico de bloques integrativos simples, a base de ampliar operaciones para imitar *neuronas* y el de la utilización de transistores para la conexión *sináptica* entre *neuronas*.

Así mismo se están proponiendo CMOS de compuertas flotantes para almacenamiento de cantidades *sinápticas*, cuya área de silicio es más reducida que los arreglos de transistores.

El almacenamiento de coeficientes *sinápticos* puede hacerse por diferentes medios, el más inmediato es el uso de células digitales.

3. CHIPS NEURONALES.

Tipos especiales de semiconductores pueden ejecutar operaciones de una manera muy veloz, pero no pueden ser usados para sucesiones de redes de trabajo. Para esto es necesario la sucesión fuera del chip, en sentido provisional, las tarjetas aceleradoras son usadas. La idea es proveer la implementación de la estructura de redes *neuronales* de una mejor manera utilizando dispositivos analógicos (80170) o dispositivos digitales.

4. TARJETAS ACELERADORAS.

Estas son dedicadas a los procesadores de multicircuitos que pueden ser adicionados a las computadoras. Algo similar al coprocesador matemático, algunos ejemplos son el brainmaker accelerator board, balboa/860 y el neuroboard, estos pueden ser 100 veces más rápidos que un procesador 486.

5. VISION ARTIFICIAL.

Se emplean modelos de redes *neuronales* que son capaces de emular características del funcionamiento visual humano permitiendo, por ejemplo, el reconocimiento de imágenes texturadas en color, el aprendizaje para determinar posiciones a partir de la información proveniente de dos cámaras, y representación de la visión binocular.

6. PROCESOS QUIMICOS.

Dos aplicaciones posibles son: el control de la temperatura en un reactor químico y el control de procesos químico-orgánicos no lineales.

7. CONTROL MOTOR.

Control motor: Permiten resolver el problema de determinar la secuencia de movimientos que deben realizar las distintas partes del robot, para alcanzar una posición deseada. También permiten el aprendizaje de la dinámica del manipulador, es decir, de la generación de las fuerzas que hay que aplicar para producir un movimiento determinado.

Otros campos, como la predicción económica y problemas de gestión, aprendizaje preventivo, etc..

VII. HERRAMIENTAS DE LAS REDES NEURONALES.

1. LENGUAJE C.

A pesar de los avances de la IA solamente unas pocas técnicas importantes se han abierto camino rápidamente en el mundo de la programación de computadoras, probablemente se deba a que la mayoría de los programadores solo tienen conocimientos básicos sobre inteligencia artificial, o tal vez se deba a que mientras que la mayoría de las investigaciones de IA se hacen en lenguajes como LISP y PROLOG, la mayoría de las aplicaciones comerciales como procesadores de texto, u hojas de cálculo están escritas en C, este es uno de los lenguajes de programación más populares en uso y no limita la creatividad del programador esto lo hace un lenguaje ideal para la programación de IA y por supuesto para el diseño de redes *neuronales*.

Características
de C.

Velocidad.
Ausencia de tipos estrictos.
Lenguaje estructurado.
Programación modular.
Rutinas en lenguaje ensamblador.
Variables puntero.
Eficiencia de memoria.
Portabilidad.
Bibliotecas de funciones especiales.

A. RELACION DE C CON AREAS DE LA COMPUTACION.

Redes *neuronales*.
Inteligencia artificial.
Lenguajes de ordenes de sistemas operativos.
Lenguajes orientados al problema.
Lenguajes orientados a la máquina.
Lenguaje ensamblador.
Hardware actual.

Comenzando en la parte inferior de la jerarquía y desplazándose hacia arriba, los lenguajes van de lo tangible a lo teórico.

"C" pertenece a un nivel superior al de los lenguajes orientados a la máquina, pero está a un nivel por debajo de la mayoría de los lenguajes orientados al problema. Está suficientemente cerca de la computadora, para dar un gran control sobre los detalles de la implementación de una aplicación, pero lo bastante lejos para ignorar los detalles del

hardware. Por ello, el lenguaje "C" es un lenguaje de alto y bajo nivel al mismo tiempo.

2. LENGUAJE C++.

La mejora más importante respecto a "C" involucra el concepto de programación orientada a objetos. A continuación se mencionan estas mejoras.

- A. Constructores de clase y encapsulamiento de datos. Los constructores de clase son el vehículo fundamental para la programación orientada a objetos. Una definición de clase puede encapsular todas las declaraciones de datos, los valores iniciales y el conjunto de operaciones (llamados métodos) para la abstracción de datos. Los objetos pueden ser declarados para ser de una clase dada y se pueden enviar mensajes a objetos. Adicionalmente, cada objeto de una clase especificada puede contener su propio conjunto privado y público de datos representativos de esa clase.
- B. Constructores y destructores. Los métodos constructores y destructores se utilizan para garantizar la inicialización de los datos definidos dentro de un objeto de una clase especificada. Cuando se declara un objeto, el constructor de inicialización especificado se activa. Los destructores desasignan automáticamente el almacenamiento para el objeto asociado cuando se sale del alcance en el que está declarado el objeto.
- C. Mensajes. El objeto es la pieza básica de la programación orientada a objetos. Los objetos son manipulados enviándoles mensajes (variables declaradas de una clase dada) utilizando un mecanismo similar a una llamada a función. El conjunto de posibles mensajes que se pueden enviar a un objeto se especifica en la descripción de la clase para el objeto. Cada objeto responde a un mensaje determinando una acción apropiada, basándose en la naturaleza del mensaje. Por ejemplo, si `mi_objeto` representa un objeto y `mi_metodo` representa un método con un único parámetro entero, se puede enviar un mensaje utilizando la siguiente instrucción:

```
mi_objeto.mi_metodo(5);
```

- D. Clases derivadas. Una clase derivada es como una subclase de una clase especificada. Generalmente, los objetos de una clase derivada heredan todos o algunos de los métodos de la clase padre. También es habitual que una clase derivada incorpore estos métodos heredados junto con nuevos métodos específicos a la subclase. Todos los objetos de la subclase contienen los campos de datos protegidos y públicos de la clase padre, pero no miembros de datos privados.
- E. Polimorfismo. El polimorfismo induce a una estructura de árbol de clase padre y sus subclases. Cada subclase dentro de este árbol puede recibir uno o más mensajes con el mismo nombre. Cuando un objeto de una clase dentro de este árbol recibe un mensaje, el objeto determina la aplicación particular del mensaje que resulta apropiada para un objeto de la subclase especificada.

I. INTRODUCCION.

Internet ha sido descrita como la más vasta carretera digital de la información, que conecta a millones de computadoras a través de miles de redes alrededor del mundo. Esta red de redes consiste en miles de universidades, redes del gobierno y corporativas conectadas a través de líneas privadas y públicas de alta velocidad, e incorpora ligas para los más populares servicios en línea como *America Online* o *CompuServe*.

Las conexiones subyacentes incluyen a la red de enlace telefónico, a los enlaces por *microondas* tanto terrestres como para satélites, y a las redes de *fibra óptica* como las que trabajan en áreas metropolitanas. La red no se puede idear en cualquier momento, ya que constantemente se añaden nuevas computadoras y redes, y los caminos electrónicos para la información cambian continuamente.

Internet se podría comparar con el servicio de información *CompuServe*. Los usuarios inician la sesión para acceder a los recursos de una red de sistemas de computadoras. Pero aquí es donde termina la semejanza, *CompuServe* así como otras redes privadas proporcionan un conjunto de servicios dentro de límites específicos.

Un *site* es un sitio o lugar dentro de *Internet*, que contiene un conjunto de páginas *Web* conectadas entre sí, *EDUSITE* estará abierto a cualquier persona con capacidad de conectarse a *Internet*, este contendrá una serie de elementos basados en diversas tecnologías de actualidad, y será centro de aprendizaje continuo para la comunidad universitaria.

II. CONCEPTOS DE INTERNET.

Internet es una red de computadoras interconectadas entre sí de forma permanente a través de diversos medios, como líneas telefónicas, *fibras ópticas* y satélites que se encuentran por todo el mundo, y que ofrecen la oportunidad de acceder información que se ubica a una gran distancia física de la máquina que se conecta. [MATUK, 96].

Internet es el resultado de comunicar miles de computadoras entre sí. [FEERREYRA, 96].

Internet es una red híbrida, que contiene computadoras, programas, medios de transmisión, datos, sistemas operativos y aplicaciones de muchos tipos. [PCMagazine, 96].

Desde el punto de vista técnico, *Internet* es un gran conjunto de redes de ordenadores interconectados. Desde otro punto de vista, *Internet* es un fenómeno sociocultural. Un usuario desde su consola, tiene acceso a la mayor información que existe. [Infochannel, 97].

Para entender qué es la red *Internet* se puede tomar como referencia al sistema telefónico internacional. A lo largo de los años, el servicio de comunicación de voz se ha ido perfeccionando y las naciones se han puesto de acuerdo para que, por ejemplo, se pueda marcar de México a Japón sin mayor complicación, sólo basta oprimir unos cuantos dígitos en el teléfono, y una serie de computadoras y sistemas de telecomunicaciones hacen posible el enlace de dos aparatos telefónicos. Esto parece lo más normal y natural, después de todo, el teléfono ha estado con nosotros durante décadas. *Internet* es algo parecido. [MATUK, 96].

De forma más específica, *Internet* es la *WAN* más grande que hay en el planeta, e incluye decenas de *MANs* y centenas o miles de *LANs*. Las computadoras que la integran van desde equipos personales hasta supercomputadoras, pasando por minicomputadoras, estaciones de trabajo y mainframes. Es decir, una red de cómputo a nivel mundial que agrupa distintos tipos de redes usando un mismo protocolo de comunicación. Los usuarios de *Internet* pueden compartir datos, recursos y servicios.

Internet es una gigantesca base de datos distribuida en todo el mundo, en la que se puede encontrar información y servicios de todo tipo, es además una red pública accesible por cualquier persona con un *modem* o una computadora con *TCP/IP* instalado. Para acceder a *Internet* es necesario contar con un proveedor del mismo, a través de una línea dedicada (utilizada exclusivamente para ese propósito) o *dial up* (utilizada solo ocasionalmente).

Internet es una estructura con vínculos a muchas redes públicas y privadas. El acceso a estas redes puede ser libre y sin restricciones, en función de los privilegios de acceso o de cuanto se esté dispuesto a gastar. El sistema nacional y mundial de telecomunicaciones, tanto público como privado, da soporte a la red.

III. EVOLUCION DE INTERNET.

Al inicio de los 60's se desarrollaron las primeras "redes de conmutación de paquetes", como un proyecto militar y científico. La historia de esta red, ha estado relacionada con el campo militar, *Internet* fue desarrollada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, pretendiendo un sistema computacional que estuviera a prueba de cualquier posible ataque que sufriera ese país, y que mantuviera informados a los altos mandos pasando desapercibido por el enemigo.

En 1969 algunos científicos norteamericanos descubrieron la conexión de equipos a través de las líneas telefónicas, y fue así como surgió la *ARPANet* (*Advanced Research Project Agency Network*), red antecesora de la actual *Internet*.

Para 1978 se tenían definidos los principales protocolos y la arquitectura que se empleó en la red experimental llamada *ARPANet*, Red de la Agencia de Investigación de

Proyectos Avanzados. Al conjunto de *protocolos* definidos se les llamó *TCP/IP*. El proyecto *ARPANet* tenía una finalidad: comunicar todos los centros militares. Muy pronto *ARPANet* fue un *backbone* sobre el cual se unieron más redes y a la nueva red resultante se le llamó *Internet*.

Durante el desarrollo del *protocolo TCP/IP*, se incrementó notablemente el número de redes locales, agencias gubernamentales y universidades que participaban en el proyecto, dando origen así a la red de redes más grande del mundo, las funciones militares se separaron y se permitió el acceso a la red a todo aquel que lo requiriera, sin importar de qué país provenía la solicitud, siempre y cuando fuera para fines académicos o de investigación.

La idea principal consistía en compartir información de una manera rápida, eficaz y segura, reduciendo los costos de las líneas de transmisión, programas (con sistema operativo *UNIX*) y equipos involucrados, al distribuir los gastos entre un número cada vez mayor de usuarios. En este tipo de redes la información que se envía se subdivide en pequeñas partes, que son dirigidas hacia el receptor (a veces por diferentes caminos). Una vez allí, todas las partes se unen en el orden correcto, para recuperar la información original.

En 1987 *ARPANet* se desintegra formando dos grandes redes la *NSFNET* (*National Science Foundation Network*) y *MILNET* (*Military Network*). La primera, fue absorbida por el gobierno, las universidades y los centros de investigación quedando completamente dedicada a actividades científicas. En tanto que la otra estructura *MILNET*, fue utilizada en labores militares.

Con esta tecnología se aseguraba que varios usuarios podrían mandar mensajes por las mismas líneas de comunicación y, sin la dependencia de un *host* central. Mediante fondos federales de los Estados Unidos se han hecho investigaciones y desarrollo de servicios, programas, medios, *protocolos* y reglas que dan forma a *Internet*.

A últimas fechas, en marzo de 1995 las redes anteriores desaparecen para darle paso a la actual *Internet*, Redes de Computadoras Interconectadas (*INTERconnected NETWORKS*) con fines principalmente comerciales, lo cual ocasionó disgusto en algunas organizaciones culturales, científicas y educacionales.

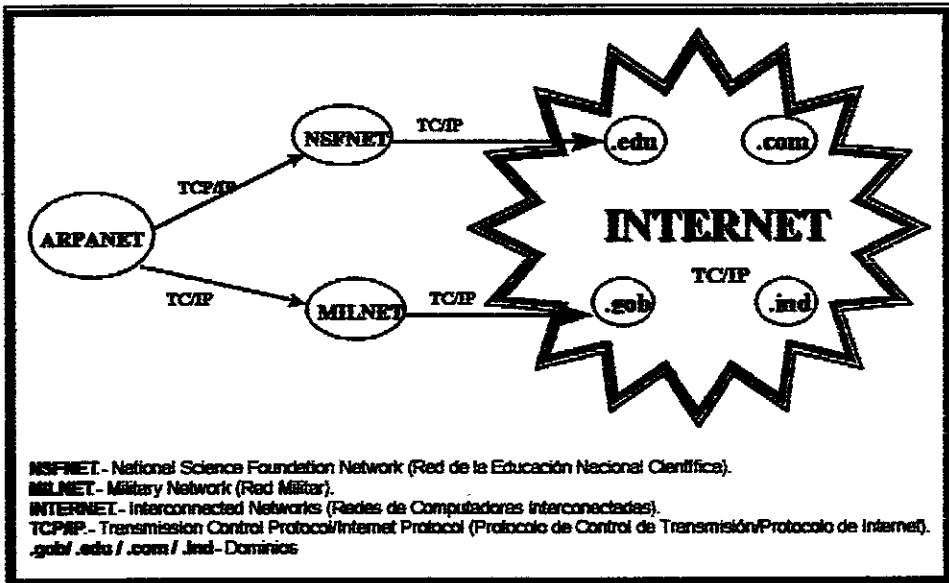


Figura 5 Orígenes de *Internet*.

1. SITUACION ACTUAL.

La regulación de *Internet* lo hacía inicialmente el Gobierno de los Estados Unidos a través del departamento de la Defensa, y la Fundación Nacional de la Ciencia (*NFS*). Esta última continúa siendo pieza fundamental en la regulación de las actividades en *Internet*, pero debido a la expansión de la red hacia otros países se ha creado un nuevo organismo, compuesto principalmente por usuarios, que define las nuevas políticas, reglamentos, asignación de *dominios* etc.. Se llama Sociedad *Internet*, es importante señalar que cada gobierno tiene políticas establecidas sobre las telecomunicaciones en su territorio. Por ejemplo, mientras que en Europa casi no hay restricciones, en Vietnam el gobierno revisa todo tipo de comunicación que entra o sale de su territorio.

Adicionalmente, cada proveedor establece políticas sobre el uso y administración de los servicios que dependen de *Internet*.

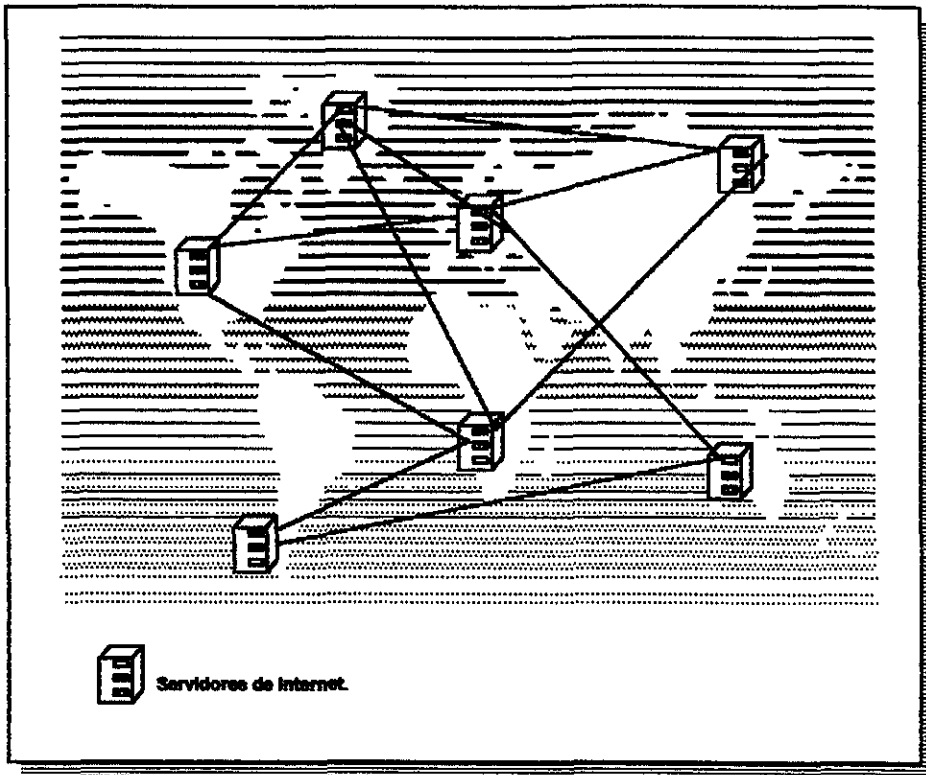


Figura 6 *Internet* en el mundo.

La red nacional de educación e investigación (*NREN, National Research and Education Network*) es la red soporte de datos de *Internet*, administrada por red de la fundación nacional de ciencias (*NSFnet, National Science Foundation network*). Esta red tuvo éxito como la principal red de *Internet* utilizada para la investigación y la educación en los Estados Unidos.

NREN se diseñó para conectar colegios, universidades, bibliotecas, industrias de asistencia sanitaria, oficinas, fábricas y escuelas, en una red pública nacional mediante *Internet*. A través de ésta red, *Internet* proporciona información útil para estas instituciones, mediante los enlaces de telecomunicación existentes. El acceso se obtiene con la utilización de equipos de computadoras de escritorio, *modems* o conexiones a las redes conectadas a *Internet*.

2. FUTURO DE INTERNET.

Las tecnologías se mejoran para adaptarse a la enorme demanda que se espera en los próximos años, el incremento en la velocidad de transmisión y la reducción en los precios, ampliarán la gama de servicios existentes y permitirán otros servicios que hoy no son factibles: por ejemplo, actualmente utilizar *Internet* para videoconferencia es muy lento y se introduce demasiado ruido en las imágenes, esto es debido a que se utiliza cable de cobre en las líneas telefónicas.

Aunque ya es posible comprar, hacer pedidos y pagar por productos por *Web*, la parte del pago no es completamente segura. Hay varias firmas comerciales trabajando duramente para desarrollar sistemas de pago seguros en *Internet*. Una de estas firmas, CyberCash Inc., unió sus fuerzas recientemente con Checkfree Corporation, para desarrollar y poner en el mercado productos y servicios que permitirán a los consumidores, el realizar transacciones seguras de pago en tiempo real en *Internet* usando tarjetas de crédito, tarjetas de débito, cheques o efectivo. Otra de estas compañías, DigiCash, está dirigiendo sus esfuerzos en algo llamado Ecash, el equivalente digital del dinero en efectivo. Con Ecash podremos retirar dinero digital de nuestra cuenta bancaria en *Internet* y guardarlo en nuestro disco duro. En el momento en que deseemos realizar un pago, usaremos este dinero. Pronto podremos comprar y pagar servicios (como subscribirnos y recibir un periódico en conexión o quizás incluso comprar un coche) sin apartarnos de nuestra computadora personal.

Es difícil predecir hasta dónde evolucionará el *Web*, pero a juzgar por la enorme cantidad de cosas que están ocurriendo, el futuro se ve, sin exageraciones, muy prometedor.

IV. OBJETIVOS DE INTERNET.

Originalmente *Internet* no tuvo un fin comercial, sino académico, aunque recientemente, y debido a su tamaño creciente, muchas empresas privadas tienen objetivos de lucro y en la actualidad es la red comercial y de información más grande y conocida del mundo.

Otro objetivo es permitir el intercambio de información entre dos o más personas a través de una conversación escrita simultánea, realizada por conducto de algún programa que permita "platicar" en *Internet*. Para participar en una discusión bastará con "conectarse" a una computadora que ofrezca el servicio e ingresar a un canal de conversación (tema de discusión). Una vez en el canal podremos intervenir en la conversación y salir de ésta, en caso de querer conectarnos a otro canal de conversación que trate un tema diferente, ingresamos, participamos y saldremos cuando lo deseemos.

V. ELEMENTOS DE INTERNET.

1. TIPOS DE CONEXION A INTERNET.

Las formas de conectarse a la red de *Internet* son básicamente dos:

A. Acceso directo ó permanente.

Esta es la que utilizan los proveedores de información, es decir, las empresas u organismos que usan la red para enviar y recibir datos en forma constante. Otras empresas que también mantienen conexiones permanentes a la red son las proveedoras de servicio de interconexión (ISP del inglés *Internet Service Provider*), las cuales son el punto de contacto entre las conexiones permanentes y las temporales. La computadora del usuario normalmente está integrada a una LAN, que ya sea por conexión directa o a través de una MAN que forma parte de *Internet*. Por ejemplo: En la dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México las conexiones o accesos a *Internet* son directos. Esto quiere decir que cada computadora en cada salón siempre forma parte de *Internet*, puesto que los cables de red están dedicados a ello. La dirección de cada computadora es siempre la misma.

B. Acceso Comutado ó Temporal.

Se denominan temporales porque precisamente tienen una duración finita y un propósito específico. No hay tiempos estándar de duración para estas llamadas y básicamente dependerá de qué tan rápido se encuentre la información que se está buscando, o qué tanto se pase el tiempo navegando entre sitios o lugares de interés. Implica el uso de líneas de comunicación o medios que no siempre están sirviendo para acceder a *Internet*, tal es el caso de la conexión por medio de *modem* telefónico del *comutador* para servicios *Internet*, que tiene el proveedor público o privado. Este *comutador*, asignará una dirección IP a la computadora que está conectada por teléfono, siendo el funcionamiento de la comunicación idéntico a la conexión directa una vez asignada la dirección. Se denominan temporales porque tienen una duración finita y un propósito específico. No hay tiempos estándar de duración para estas llamadas y básicamente dependerá de qué tan rápido se encuentre la información que se está buscando, o qué tanto se pase el tiempo *navegando* entre sitios o lugares de interés. A este tipo de conexiones se les conoce generalmente como enlaces PPP (*Protocolo Punto a Punto*) y es la forma de simular el TCP/IP por medio de un *modem* y la línea telefónica. El *protocolo* de Punto a Punto, forma parte del conjunto de *protocolos* de la capa de enlace del modelo OSI que sirven para garantizar la confiabilidad de la comunicación, de la capa del mismo modelo cuando se utiliza una línea telefónica.

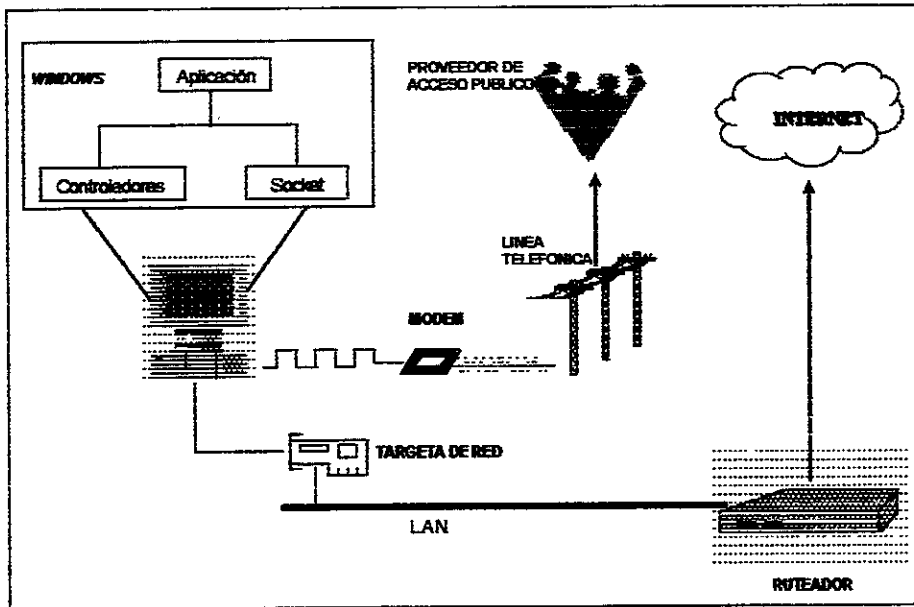


Figura 7 Dispositivos necesarios para el acceso a *Internet*.

2. EL MODELO OSI. REGLAS PARA LA COMUNICACION.

Para permitir que todos los usuarios de una red puedan comunicarse con otras redes, la Organización Internacional de Estándares (*Open System Interconexión OSI*), definió una serie de tareas que éstas deben efectuar con la finalidad de que exista enlace entre dos o más redes de computadoras.

El objetivo a largo plazo de *OSI* es desarrollar una compatibilidad intersistemas entre muchos productos y servicios alrededor del mundo. *Internet* depende de *TCP/IP*, su protocolo original. Existen una serie de servicios básicos que cumplen con las últimas funciones específicas en el modelo *OSI*, como son la presentación de los datos y la aplicación de los mismos.

Este modelo es estratificado y se estructura en siete niveles, como se muestra a continuación:



Figura 8 Modelo OSI.

Los niveles del 1 al 4 se encargan de la transmisión de datos y los niveles del 5 al 7 del uso de éstos, y es en el nivel de transporte donde se llevan a cabo las traducciones de los datos.

A. NIVEL 1: FISICO.

Está relacionado con las especificaciones eléctricas, electromagnéticas y ópticas, de cómo los bits son transmitidos a través del medio de comunicación. En los sistemas que incluyen componentes eléctricos para la transferencia de datos, las especificaciones se refieren a la forma en cómo los ceros y unos son representados por voltaje.

B. NIVEL 2: ENLACE DE DATOS.

Es el responsable de la comunicación de estación a estación en la red. Este impone la organización lógica de los bits en paquetes de información. Aquí se especifican las estrategias y mecanismos para acceder al medio de comunicación, la forma como los datos serán transmitidos y la forma como serán reensamblados en el destino, las funciones de este nivel son:

- a) Detectar y posiblemente corregir errores del nivel físico.
- b) Poder establecer la comunicación y cerrar ésta.

C. NIVEL 3: RED.

Especifica cómo los datos son *ruteados* de un *nodo* a otro y tiene como función proporcionar una trayectoria de conexión entre una pareja de entidades de la capa de transporte. En éste nivel se agrupan *protocolos* de retorno para el funcionamiento de la red, tales como control de congestión en la red.

D. NIVEL 4: TRANSPORTE.

Tiene un significado especial porque es el primer nivel en el conjunto de *protocolos*, que provee una comunicación fin a fin entre estaciones de red, el nivel de transporte conduce su conversación con su destino (la otra computadora) sin importar el número de computadoras intermedias o redes entre la computadora origen y destino.

F. NIVEL 5: SESION.

Permite a las aplicaciones de red establecer y mantener comunicación con aplicaciones remotas; el nivel también permite a una aplicación el controlar la dirección de la comunicación, si ésta es requerida.

G. NIVEL 6: PRESENTACION.

Es la de proveer un lenguaje común entre computadoras diferentes tal que puedan intercambiar información y entender la información. Este tipo de servicios es importante porque computadoras de diferentes arquitecturas usan diferentes métodos para representar los datos. Esto es, aquí se realiza el formato de los datos, los cuales pueden incluir compresión, traducción y cifrado de éstos.

H. NIVEL 7: APLICACION.

Contiene los programas de aplicación de la red, que realizan las tareas deseadas por parte del usuario tales como los programas de transferencia de archivos, correo electrónico, impresión, manejadores de bases de datos, hojas de cálculo, etc..

3. PROTOCOLOS DE COMUNICACION.

A. CONCEPTO DE PROTOCOLOS.

Los *protocolos* de comunicación describen el conjunto de reglas y procedimientos que gobiernan y coordinan la transmisión de mensajes y datos sobre el medio de comunicación.

Los *protocolos* y las *topologías* de la red crean los estándares de conexión de redes, estos estándares son desarrollados y controlados por la *IEEE* (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrómecánicos. Los estándares son importantes porque sirven de guía para la manufactura e implantación de sistemas de comunicación.

Los *protocolos* trabajan en el nivel electrónico, y son inicializados y controlados por rutinas avanzadas construidas en cada *NIC* (*Network Interface Card*), Tarjeta Interface de Red, tarjeta que generalmente usa uno de los tres *protocolos* de comunicación más conocidos como son: *CSMA*, *POLLING* y *Token Passing*. También existen los *protocolos* de

comunicación que utiliza el correo electrónico como son *POP* e *IMAP*. Los cuales se mencionan a continuación.

B. PROTOCOLO CSMA (CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS).

Se utiliza para conectar a las estaciones de trabajo en un ambiente de red con un solo segmento de cable de comunicación, cada estación de trabajo se conecta al segmento y se comunica a la red a través de la tarjeta de red. Un ejemplo del funcionamiento del *protocolo CSMA* se explica a continuación.

- a) Si la estación A tiene un mensaje para la estación B, la estación verifica el medio de comunicación hasta que éste sin ocupar (*Carrier Sensing*).
- b) Cuando A detecta que el segmento está libre, la estación marca el mensaje con la dirección destino y lo envía. Todas las demás estaciones continúan monitoreando el segmento, para ver si existe un mensaje con su dirección.
- c) Cuando B encuentra su dirección, acepta el mensaje, y regresa un mensaje de reconocimiento. Los problemas existen cuando varios *nodos* envían mensajes simultáneamente, y ocurre lo que se llama colisión (*collision*). *CSMA* tiene un *subprotocolo* llamado *Collision Detection*, para el manejo de colisiones.

C. PROTOCOLO POLLING.

También conocido como encuestado, es controlado por un *nodo* central (estación de trabajo) o *file server* (servidor de archivos), y cuando una estación está lista para transmitir información, el *nodo* central reserva el canal de comunicación y el mensaje es transmitido.

Este *protocolo* es usado generalmente en sistemas centralizados, la desventaja de éste es que si el *nodo* central no funciona correctamente, toda la red deja de funcionar o puede ser lenta, así como el procesamiento de la información, por la demanda que se hace al *nodo* central por cada estación de trabajo, por esta razón el *protocolo* de encuestado no es muy utilizado como *protocolo* en las *LAN*.

D. PROTOCOLO TOKEN PASSING.

Funciona con base en una señal de control de llamada *TOKEN*, que circula de una tarjeta de red a otra tarjeta en un orden predeterminado, si una estación de trabajo desea transmitir, ésta debe poseer el *TOKEN* y así podrá controlar y usar el canal de comunicación.

La existencia de un solo *TOKEN* en la red elimina la posibilidad de colisiones, el *TOKEN* es originalmente creado por la primera estación de trabajo, que es llamada monitor activo, y es la responsable de asegurar la integridad del *TOKEN* mientras éste viaja a través del canal de comunicación.

E. PROTOCOLO POP (POST OFFICE PROTOCOL).

Necesita un servidor que funcione como almacén de los buzones de los usuarios,

dejando que toda la parte de edición de los mensajes quede a cargo de las máquinas. El trabajo con *POP* resulta inadecuado para aquellos usuarios que no suelen consultar su correo desde una misma máquina, ya que así no se les facilita tenerlos reunidos y accesiblemente guardados por el tiempo necesario. *POP* únicamente maneja un buzón, lee su contenido y lo borra del servidor.

Requiere de un mínimo de recursos del servidor y de tiempo de conexión, es un *protocolo* simple, fácil de implementar y cuenta en este momento con un número considerable de clientes.

F. PROTOCOLO IMAP (INTERNET MESSAGE ACCESS PROTOCOL).

Diseñado para permitir la manipulación de buzones remotos como si fueran locales, igual que *POP*, requiere de un servidor que haga las funciones de oficina de correos, pero en vez de leer todo el buzón y borrarlo, *IMAP* puede solicitar sólo los encabezados de cada mensaje, es decir, puede realizar varias acciones diferentes a escoger y con más de un buzón.

Como puede verse, *IMAP* resulta más conveniente que *POP*, dado que puede manipular con mayor versatilidad el correo, ajustándose a las necesidades y limitaciones de los medios de comunicación que en un momento determinado se estén utilizando para leer el correo del servidor.

G. PROTOCOLO TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

Es la conexión de redes de computadoras con diferentes arquitecturas. *TCP/IP* es una forma en que las computadoras conectadas a una red, se pueden comunicar entre sí. No importa si son parte de la misma red o si están conectadas a redes distintas, tampoco si son de plataformas distintas. *TCP/IP* es una norma independiente de plataformas que une la brecha que hay entre computadoras, sistemas operativos y redes distintas.

Es el *protocolo* que controla *Internet* en su género global, y es a *Internet* que *TCP/IP* debe gran parte de su popularidad. *TCP/IP* no es sólo un *protocolo*, sino varios. Esta es la razón por la que a menudo escuchamos que se hace referencia a este término como un paquete integrado de *protocolos*, de los cuales *TCP* e *IP* son los dos *protocolos* principales. [PCMagazine, 96].

Como se aprecia en su nombre, consta de dos elementos principales los cuales son:

a) IP (Internet Protocol).

Esta sección se encarga de la parte de red en el modelo *OSI*. Esto es, define la nomenclatura que habrá de manejar cada equipo que se encuentre en la red: la dirección *IP*. Esta consiste en un conjunto de números (*bytes*) único y exclusivo para cada anfitrión, de tal forma que todo dato que cada una reciba o envíe a otro equipo lleve un "sello personal". Esto es todas las máquinas tienen un número de identificación.

El número de identificación preferido es un binario de 32 bits, ejemplo:

100 101 000 110 101 010 100 110 101 110 10

Los números se agrupan en cuatro conjuntos de ocho bits y cada grupo se traduce en un equivalente decimal, ejemplo:

140.05.89.9

Estos números se dividen en dos partes: la primera es el número de la red de trabajo, la segunda es la parte local, que representa el número de anfitrión en esa red de trabajo en particular. Ya que algunas redes tiene más anfitriones que otras, éstas se dividen en tres diferentes tamaños: grandes, medianas y chicas.

En las redes grandes llamadas Clase A, la primera parte de las cuatro fracciones es el número de la red y las últimas tres son el número local. En las redes medianas, clase B, las primeras dos partes del número son el número de la red y las dos últimas corresponden al número local. En la clase C o pequeñas, las primeras partes son el número y la última es la parte local. El primer número le indicará el tipo de red.

CLASE	PRIMER NUMERO	NUMERO MAXIMO DE ANFITRIONES
A	1-126	16,387,064
B	128-191	64,516
C	192-223	254

Tabla 1 Clase de Direcciones.

Las grandes organizaciones son redes de clase A. Por ejemplo, *IBM* tiene la red 9 por lo tanto su número de anfitrión sería similar a 9.12.345.56.

Aun con la simplificación de números, resulta complicado manipularlos por lo que se asignan nombres. Los nombres tienen también una lógica para trabajar, la anfitrión de *Microsoft* se llama *microsoft.com*. Todos los anfitriones tienen una descripción indicando a qué tipo de institución pertenecen.

En la siguiente tabla aparecen la descripción que se les asigna a los anfitriones.

ZONA	TIPO DE ANFITRION
com	Organizaciones comerciales
edu	Instituciones educacionales
gob	Cuerpos y departamentos gubernamentales
int	Organizaciones internacionales
mil	Emplazamientos militares
net	Organizaciones de manejo de redes
org	Organizaciones que no caben en las otras categorías

Tabla 2 Descripción de direcciones.

Cuando después del apellido aparece un punto y dos letras indica que se trata de un país en específico. Por ejemplo, la extensión "mx" indica México.

Las direcciones *IP* equivalen a la dirección particular de cualquier persona. Cada computadora tiene una dirección asignada. La asignación no es arbitraria, pues depende de la ubicación geográfica del equipo. Por ejemplo:

Si deseamos enviar una carta a un amigo en Estados Unidos debemos anotar en el sobre los siguientes datos, además del nombre del destinatario:

- i. Número de Casa
- ii. Calle
- iii. Ciudad
- iv. País

Para el *IP*, cada uno de los cuatros rubros anteriores constituye un "dominio", y sus equivalentes se podrían expresar de la siguiente manera:

<u>Humanos</u>	<u>IP</u>
Número de casa	Dominio particular
Calle	Dominio Regional
Ciudad	Dominio Nacional
País	Dominio Nacional

Como programa de cómputo, *IP* actúa en forma semejante a como lo hace el servicio postal en todo el mundo. Cuando enviamos una carta no nos preocupamos de cómo se organizan las oficinas de correo, simplemente ponemos el sobre en el buzón. *IP* trabaja así, también: libera al usuario de ocuparse en cómo se establecen la comunicaciones con las otras computadoras.

La dirección *IP* de una computadora puede escribirse de dos maneras: en forma de números o como palabras, separando los dominios con puntos. La primera forma tiene la siguiente estructura.

200.15.31.51

200: Significa que la computadora se encuentra en Acapulco.

15: La computadora está en la UAA.

31: La computadora se ubica en la Dirección de Sistemas.

51: Es la primera computadora en el edificio.

Como a veces es difícil recordar todos los números, se ha implementado el *DNS* (*Domain Name Service*), servicio de nombres de dominio.

Básicamente consiste en una o más computadoras dedicadas en cada región del planeta, a traducir a su equivalente numérico los nombres que escriben los usuarios o sus computadoras, como ocurre en el siguiente ejemplo:

<u>Numérico</u>	<u>Servicio de Nombres</u>	<u>Significado</u>
200	mx	Dentro de todo el dominio mundial, la computadora está en Acapulco.
15	uaa	Dentro del dominio nacional, la computadora pertenece a la UAA.
31	ds	Dentro del dominio regional, la computadora se localiza en la Dirección de Sistemas.
51	servidor	El nombre propio de la computadora.

Tabla 3 *Domain Name Service*.

Entonces, tenemos que 200.15.31.15 equivale a escribir: *server.ds.uaa.mx* (observando que se leen al revés y que usar la segunda forma implica para IP que debe existir alguna computadora que haga la traducción a la forma numérica).

b) *TCP (Transfer Control Protocol)*.

La otra parte del *protocolo* se encarga de cumplir con el transporte de los datos a través de la red y, por lo tanto, efectúa dos de las tareas que especifica el modelo *OSI*. Partiendo de las direcciones *IP*, *TCP* crea paquetes de información, como sobres de correo. Cada bloque incluye la dirección de quien lo emite, la dirección de quien lo debe recibir y los datos del usuario. *TCP* es dinámico, el programa vigila que únicamente reciba los datos quien señaló el emisor, efectuando una codificación o encriptamiento de los mismos para

evitar que algún otro elemento en la red, distinto al destinatario, pueda usarlos.

Otra de las tareas de *TCP* radica en permitir circulación por medio de datos provenientes de diversas computadoras a la vez. Si la información no estuviera segmentada en paquetes, entonces los otros tendrían que esperar mucho tiempo hasta que cierta máquina terminara la transmisión de su envío. Todo este proceso es transparente para el usuario.

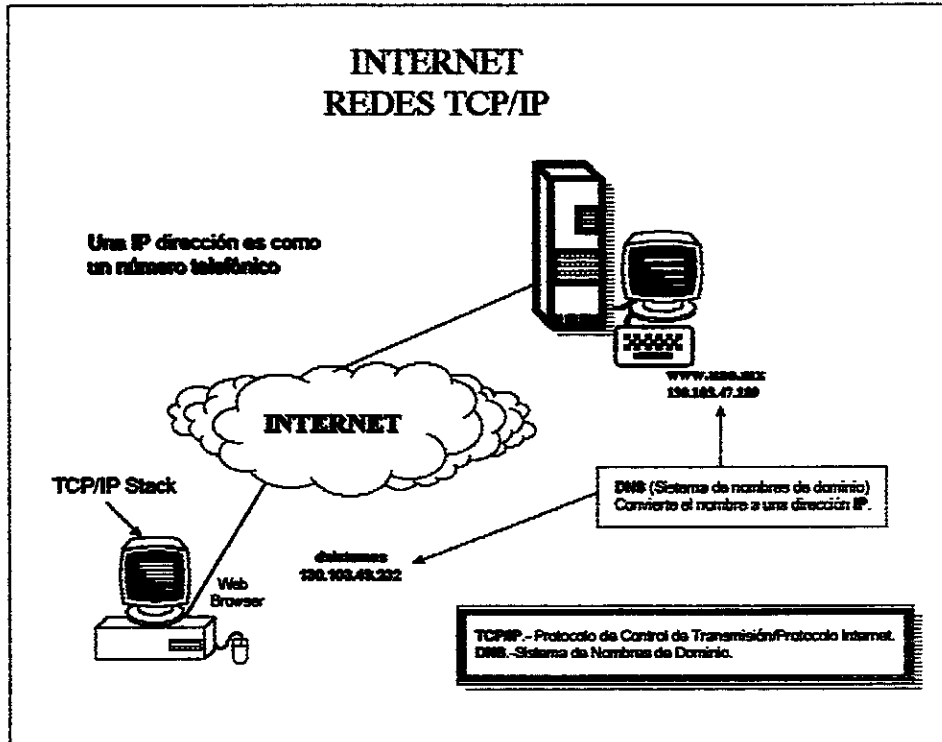


Figura 9 Internet en redes TCP/IP.

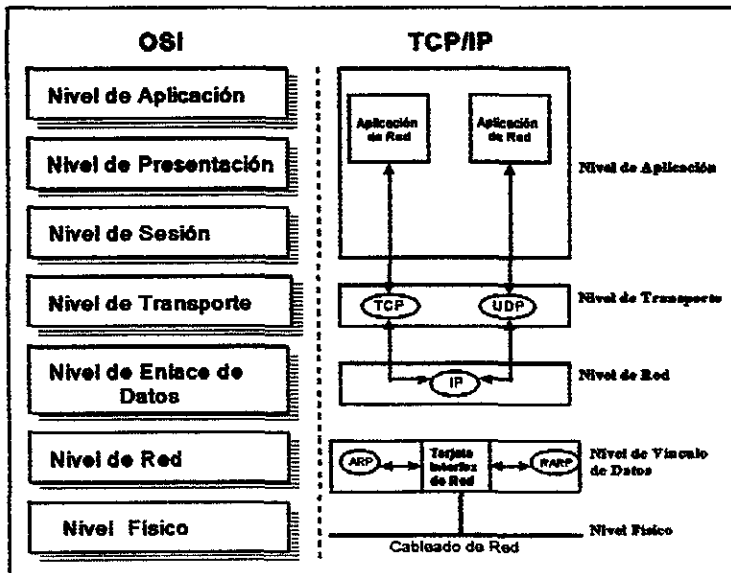
c) Características de TPC/IP.

Como protocolo dentro del modelo *OSI TCP/IP* tiene varias funciones, y cada función es independiente de los otros niveles. Sin embargo, cada nivel espera recibir ciertos servicios de los niveles vecinos, por ejemplo en una aplicación para la transferencia de archivos usando *TCP/IP*, se realizan las siguientes operaciones para mandar el contenido de un archivo a otra computadora.

- i) El nivel de aplicación para un conjunto de bytes al nivel de transporte en la computadora fuente.
- ii) El nivel de transporte divide el conjunto de *bytes* en segmentos *TCP* y adiciona un encabezado con un número de secuencia para este segmento, y pasa el segmento al nivel

- Internet (IP).*
- iii) El nivel *IP* crea un paquete con la porción de datos conteniendo el segmento *TCP*. El nivel *IP* adiciona un encabezado al paquete conteniendo la dirección *IP* fuente y destino. El nivel *IP* también determina la dirección física de la computadora destino o computadoras intermedias en el camino de la computadora destino, y pasa el paquete y la dirección física al nivel de enlace de datos.
 - iv) El nivel de enlace de datos transmite el paquete *IP* dentro de la porción de datos a la computadora destino.
 - v) El nivel *IP* verifica el encabezado del paquete *IP* para determinar la longitud de éste que está arribado. Si los datos contenidos en el encabezado no son iguales a la suma calculada por el nivel *IP*, descarta el paquete.
 - vi) Si la suma concuerda, el nivel *IP* descarta el encabezado *IP* y pasa el segmento *TCP* al nivel *TCP*. El nivel *TCP* verifica la secuencia para determinar si el segmento es correcto en la secuencia.
 - vii) El nivel *TCP* realiza una suma para el encabezado y los datos, y si el cálculo no concuerda con la suma transmitida en el encabezado, el nivel descarta el segmento. Si la suma es correcta y el segmento está en la secuencia correcta, el nivel *TCP* descarta el encabezado *TCP* y pasa los *bytes* de aplicación.
 - viii) La aplicación en la computadora destino recibe un conjunto de *bytes*, tal como si ésta estuviera conectada directamente a la aplicación en la computadora fuente.

En la siguiente figura se ilustra la correlación de *TCP/IP* con el modelo *OSI*.



NOTA: ARP - Address Resolution Protocol
RARP - Reverse Address Resolution Protocol

Figura 10 Diagrama que muestra los niveles del modelo *OSI* y *TCP/IP*.

df) Características del modelo OSI.

- i) En el modelo *OSI*, la capa Física asegura que la información llegue a las computadoras independientemente del tipo de enlace (*modem, fibra óptica, enlace satelital*).
- ii) La capa de Enlace de datos se encarga de llevar a cabo un intercambio de mensajes entre que *OSI* llama *IMP (Interface Message Processor, procesador de interfaz de mensajes)* y *DCE (Data Communication Equipment, Equipamiento de la comunicación de datos)*.
- iii) La capa de Red tiene una dirección lógica *IP (Internet Address)* e identifica la dirección de los equipos, es la encargada de llevar acabo el encaminamiento de los paquetes de información.
- iv) La capa de Transporte establece comunicación entre las diferentes aplicaciones, asegurándose que los paquetes de información sean entregados en orden y sin pérdida o duplicación.
- v) La capa de Sesión se conoce también como capa de conexión y su función es permitir a los usuarios identificarse cuando desean ingresar a la red, por ejemplo, *Telnet*.
- vi) La capa de Presentación tiene dos funciones principales, el encriptamiento de la información y la compresión de los datos.
- vii) La capa de Aplicación maneja el correo electrónico, el *WWW*, etc..

4. WEB SITES.

Los *Web sites* consisten en una o mas páginas de *HTML (Hypertext Markup Language)* o shell scripts, Java o C++, los tipos comunes de páginas incluyen:

Home page: Página inicial, para cualquier compañía, organización o persona en el *Web*, típicamente almacenado en el directorio *public_html* y con el nombre *index.html* en las máquinas *UNIX*.

Info pages: Páginas de información ligadas via *hipertexto* hacia otras páginas bajo el *home page*.

Interactive queries: Se utiliza para que los visitantes puedan buscar información en el *site*.

Interactive forms: Las formas hacen el *World Wide Web* mas interactivo, los visitantes pueden introducir sus nombres, direcciones y pedir información a través de formas escritas en *HTML*.

VI. SERVICIOS PRINCIPALES DE INTERNET.

Los principales servicios y actividades de hoy en día en la red *Internet* son: navegar por el *WWW* (del Inglés *World Wide Web*) y enviar y recibir correo electrónico. Más adelante se analizaran las características principales del *WWW*. Existen otros servicios adicionales,

que se presentan a continuación.

1. CORREO ELECTRONICO.

También conocido como *e-mail*. Este servicio es el más usado en todo el mundo por la gente que trabaja con *Internet*. Permite el intercambio de mensajes entre distintos usuarios.

Para enviar un correo se requiere conocer la dirección del destinatario, que se compone de dos partes: su nombre o clave y el lugar en donde se almacenará el mensaje en cuestión.

Así con *navegar* en el *Web* y poder enviar y recibir correo electrónico en un medio seguro, económico, y confiable para intercambiar mensajes, el usuario se encontrará perfectamente conectado a la red *Internet*.

Algunos programas que se utilizan para enviar y recibir mensajes son:

E-MAIL	El término correo electrónico (<i>e-mail</i>) se refiere en general a cualquier método por el cual una computadora en red intercambia mensajes privados con otras computadoras de la red. <i>Utiliza archivos adjuntos.</i>
PINE	Este programa se utiliza para trabajar como <i>Internet News</i> y con el correo electrónico, es una herramienta organizada por medio de menús mediante la cual se puede leer, enviar y administrar mensajes electrónicos. PINE fue diseñado específicamente pensando en los usuarios novatos en computación, está creado de tal manera que satisface las necesidades de los usuarios de la mejor manera posible. Sus principales características son: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Siempre presenta menús de comandos. ◆ Muestra la información a los usuarios inmediatamente y tiene una gran tolerancia para los errores que éstos cometan. ◆ Sus mensajes pueden incluir archivos adjuntos (<i>attachments</i>) y extraerlos de los que recibe.
MIME	Las extensiones de correo de <i>Internet</i> de múltiples propósitos son una técnica para codificar archivos y anexarlos a un mensaje. Permiten enviar archivos binarios como parte de un mensaje de correo electrónico como son: hojas de cálculo, documentos en Word, archivos de audio, video e imágenes pueden ser enviados por conducto de <i>Internet</i> como mensajes. <i>MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions).</i>
TALK	Un símil apropiado para el programa Talk es llamar por teléfono, con la diferencia de que en lugar de hablar con la otra persona, se escriben los diálogos. Este "teléfono", puede ser integrado en diferentes tipos de computadoras, siendo común utilizarlo en una computadora personal.

2. SESIONES REMOTAS. TELNET.

Con los programas de sesiones remotas que ofrece *Internet* se trabaja en computadoras distantes, observando toda la información en nuestra pantalla como si se tratase de datos procesados en la nuestra.

TELNET	<i>Protocolo de sesión de trabajo remoto de Internet en sistemas UNIX, mediante el cual el usuario se coloca frente al teclado de una computadora y establece una conexión con otra computadora dentro de la red, es decir funciona como si estuviésemos directamente conectados con la consola principal, aunque, claro, hay una diferencia notable: debido a la distancia y de que los datos viajan a través de la red, la respuesta de la máquina puede ser más lenta.</i>
--------	---

3. TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (FTP, FILE TRANSFER PROTOCOL).

Este servicio ahorra tiempo y distancias para obtener datos de todos el mundo. Permite transferir archivos sobre *Internet* entre una máquina local y otra remota.

4. NAVEGACION EN INTERNET.

Debido a la gran cantidad de datos que residen en la red, es difícil encontrar algo específico. Por ello se han creado programas que permiten a los usuarios definir criterios o palabras relacionadas con la información requerida, siendo otras computadoras de la propia red las que efectúan la búsqueda, indicando los sitios donde están los datos. Por ejemplo Netscape, Explorer, entre otros.

VII. APLICACIONES DE INTERNET.

Cuando apareció el *World Wide Web* en 1990, pocos siquiera sospechaban el éxito que iba a suponer. Incluso ahora, las conexiones son bastante lentas para la mayoría de nosotros, debido a que el ancho de banda de las líneas telefónicas que usamos es pequeño. Los tendidos de *fibra óptica* y de cable de televisión pueden incrementar este ancho de banda de forma dramática, convirtiendo al *Web* en mucho más potente. Existe actualmente una explosión del comercio, ediciones comerciales, distribución de bases de datos, proyectos de investigación en colaboración, video conferencias y mundos tridimensionales.

Algunos de los avances más importantes en *Web* ocurren en el área de multimedia. Una compañía, *Progressive Networks*, ha desarrollado el sistema *RealAudio*. Los proveedores de entretenimientos, información y noticias pueden ofrecer sonido accesible y audible de inmediato por cualquiera que posea un Reproductor *RealAudio*. En caso de tener

una copia del Reproductor *RealAudio* y de haber configurado el visor de *Web* para reconocer archivos de extensión *.ra*, podemos visualizar, seleccionar y reproducir sonidos en tiempo real desde los servidores en lo que se encuentren. Por lo general, debemos de transferir archivos de sonido a nuestro sistema (algo que puede llevar mucho tiempo, dependiendo del tamaño del archivo) y entonces reproducirlos.

La proliferación de mundos de realidad virtual (o tridimensionales) que podamos visitar y explorar usando visores especiales, ya está en marcha. Usan algo llamado VRML, que significa Lenguaje de modelación de realidad virtual, un tipo de tecnología completamente novedoso y excitante.

VIII. HERRAMIENTAS DE INTERNET.

1. VISUALIZADORES. (BROWSERS).

El concepto de herramienta mecanizada que brinde soporte al conocimiento es una idea antigua, en 1945 Vaner Bush propone el sistema "Memex" en donde su idea fundamental era que la selección de la información se realizara por asociación en lugar de por indexación, esto como posible solución en el manejo de grandes cantidades de información. Para 1962 Douglas Engelbart trata de definir las funciones que se deberían incorporar a las computadoras para aumentar las capacidades humanas, entre estas destacan conexiones entre textos, correos electrónicos, librerías, documentos y espacios privados para uso personal.

Vaner Bush y Engelbart creían en la habilidad de una máquina para aumentar la inteligencia del ser humano y comunicar esa inteligencia entre ellos. Vaner Bush predijo la explosión de la información científica, y la necesidad de una máquina para ayudar a los científicos, a continuar con el desarrollo de sus disciplinas por medio de consultas, a documentos sin la necesidad, de hacer búsquedas en una cantidad ilimitada de información almacenada en grandes bancos de datos.

Para 1965 Theodor Nelson tomando como antecedentes las ideas de Vaner Bush y Engelbart inventa el término *hipertexto*, que es básicamente lo mismo que texto común, en el sentido de que puede ser leído, guardado y editado, de manera estricta se aplica a los sistemas basados únicamente en texto.

Los aspectos más destacados de estos sistemas son la posibilidad de soportar múltiples usuarios y múltiples ventanas además de añadir un periférico al teclado ordinario, el ratón, que actualmente incorporan la mayor parte de los sistemas.

Así mismo la preocupación de que los usuarios no se vieran envueltos en un mundo de teclas y comandos difíciles aparecieron en Europa en 1992, los primeros *visualizadores* o

browsers, pero no es sino hasta 1993 cuando aparece por primera vez el programa Mosaic que constaba de programas basados en texto que con simples comandos del teclado brindaba gran facilidad en el manejo de la información a los usuarios.

IV

**SISTEMAS DE
INSTRUMENTACION**

I. INTRODUCCION.

La medición ha sido de gran importancia para la humanidad, desde sus inicios, cuando se intercambiaban unos bienes por otros. Hoy en día, los sistemas de instrumentación y los *transductores*, son de una gran importancia en una amplia variedad de actividades domésticas e industriales. El crecimiento en número y sofisticación de instrumentos usados en la industria han sido significativos en los ochentas y noventas. [MORRIS, 93].

Los sistemas de instrumentación son una parte indispensable para el control o medida de magnitudes y procesos, y la tendencia es el diseño de nuevas aplicaciones apoyadas en *sensores* han reducido su costo, y pueden utilizar microprocesadores o microcontroladores, así los *sensores* pasaron de un componente mecánico a ser un subsistema electrónico capaz de comunicarse con un sistema basado en microprocesadores, y con software, aumentando su eficiencia y reduciendo su costo. [NORTON, 84].

El tema de los sistemas de instrumentación es un tema selecto, que muestra la relación que existe, entre los *sensores* las redes *neurales* y la inteligencia artificial para los alumnos de EDUSITE, observen una aplicación de la inteligencia artificial, en la seguridad de las instalaciones informáticas.

II. CONCEPTOS DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.

Los sistemas de instrumentación están categorizados en sistemas de *medida* y en sistemas de *control*. En un sistema de medida una magnitud o propiedad es medida y su valor puede ser visualizado a través de un desplegador. En los sistemas de control la información acerca de la magnitud o propiedad medida es usada para controlar la magnitud o propiedad, de manera que su valor medido iguale a un valor deseado. El valor medido puede ser visualizado o no. [NORTON, 84].

Un instrumento de medida existe para proporcionar información acerca de los valores físicos de alguna variable a ser medida. [MORRIS, 93].

Un instrumento de medida consiste en una unidad que obtiene la lectura de una señal de salida. [MORRIS, 93].

Común a cualquier instrumento de medida es el *transductor*: este obtiene una salida, que es una función de la medida. [MORRIS, 93].

III. EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.

Los sistemas de medición han sido de gran relevancia para la raza humana desde los primeros días de la civilización humana, cuando se tenían que cuantificar los bienes que se intercambiaban, y se hacía necesario utilizar equivalencias, por ejemplo, cuatro borregos por una vaca. Hoy en día los sistemas de medida tienen un amplio uso en actividades domésticas e industriales, gracias a la evolución de los instrumentos de medición, que se ha dado en las últimas 3 décadas.

Los setentas fueron testigo de un constante crecimiento en el uso de dispositivos conocidos como *transductores* (un *transductor* transforma una señal física en una señal física correspondiente pero distinta) y otros dispositivos *sensores*, muchos de los cuales fueron desarrollados para cubrir las necesidades de la industria aeroespacial. La accesibilidad a los nuevos *transductores* generó aplicaciones adicionales y nuevas técnicas de detección, nuevas metodologías en la adquisición de datos y, a su vez, el desarrollo de nuevos *transductores*. El amplio mercado estimuló la aplicación de nuevas tecnologías en los dispositivos *sensores* y la proliferación de sistemas de captación de datos *digitales* y sistemas de proceso conllevó el uso de sistemas electrónicos, en lugar de sistemas neumáticos o mecánicos, en la adquisición, proceso y visualización de datos, en sistemas de medida y control. *Sensores* y *analizadores orientados a la medida y control de polución física* (ruido, vibración) y química fueron demandados.

En los ochenta existió un rápido crecimiento en la industria, alentada por el desarrollo en electrónica en general y en las computadoras en particular. Esta década de rápido crecimiento, conocida como la revolución de la electrónica, representa una mejora en las técnicas de producción, similar a la que hubo durante la revolución industrial.

1. SITUACION ACTUAL.

El masivo crecimiento de aplicaciones de computadoras para procesar el control y monitorear tareas ha sido paralelo al crecimiento de requerimientos para los instrumentos de medición, aumentando su precisión y disminuyendo su costo.

Actualmente muchos sistemas de instrumentación incluyen computadoras digitales dentro de los instrumentos mismos. Estas características "inteligentes" representan la moderna etapa en la tecnología de la medición. [MORRIS, 93].

Por otra parte, el avance en el conocimiento del silicio y otros *semiconductores*, y en las tecnologías de microcircuitos, ha permitido integrar cada vez más funciones en una misma tarjeta. Esto ha llevado a *sensores* que realizan funciones adicionales a la mera obtención de una señal a partir de una magnitud física. Estos *sensores* se denominan "inteligentes". [MORRIS, 93].

2. FUTURO.

La tendencia clara es la construcción de *sensores* con microprocesadores, los procesadores digitales conectados a varios sensores combina las salidas para obtener la información deseada, el motor de los cambios hasta ahora ha sido el microprocesador. La tendencia clara es hacia sensores con salida digital.

Actualmente se trabaja en el desarrollo de sistemas de medida que combinan varios *sensores* para realizar funciones complejas como el reconocimiento de patrones y la extracción de características, que tradicionalmente han sido realizadas por seres humanos. [MORRIS, 93].

En último término, la tendencia es hacia instrumentación de medida y control, donde la información comunicada sea digital.

IV. OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.

El objetivo de los sistemas de control es obtener magnitudes deseadas. Los sistemas de control pueden ser manuales (sistemas de control en bucle abierto) o automáticos (sistemas de control en bucle cerrado). Los sistemas de control automático más comúnmente utilizados son sistemas en bucle cerrado con realimentación. Un bucle de realimentación y un punto de suma de señales que forman juntos un circuito cerrado.

Por lo antes redactado es posible plantear una nueva opción para el acceso a instalaciones o información que se encuentra dentro de las instalaciones de una empresa. Los sistemas de instrumentación tradicionalmente se utilizan para la automatización de procesos industriales, evitando así la intervención humana, dentro de los sistemas de instrumentación se encuentra la división de los sensores ópticos, que funcionan básicamente con la presencia o ausencia de energía luminosa, ejemplo de la utilización de éstos, son los *sensores* de los elevadores o las puertas automáticas muy comúnmente en centros comerciales.

V. ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.

1. SISTEMAS DE MEDIDA.

El sistema de medida más sencillo consiste en un dispositivo de medida que además visualiza el valor medido (por ejemplo, un termómetro de columna de mercurio). Si se desea

indicar el valor medido en un punto situado a cierta distancia del punto de medida, es preciso introducir un medio de transmisión de información entre el dispositivo de medida y el dispositivo de visualización, que puede ser un cable (por ejemplo, el cable de velocidad de un automóvil) o una señal, (por ejemplo, visualizar la cantidad de terminales en uso en un servidor a través de una red inalámbrica).

A. SISTEMAS ELECTRONICOS DE MEDIDA.

En la siguiente figura se muestra un sistema electrónico básico de medida. Está formado por:

- a) El *transductor*, que convierte la magnitud que se desea medir (magnitud medida) en una salida eléctrica utilizable.
- b) El *acondicionador de señal*, que convierte la salida del *transductor* en una magnitud eléctrica adecuada a las exigencias de entrada del dispositivo visualizador.
- c) La *fuente de alimentación*, que proporciona la energía eléctrica adecuada al acondicionador de señal, proporciona la excitación para todos los tipos de *transductores*.
- d) El *dispositivo visualizador*, que visualiza la información requerida acerca de la magnitud que se mide. [NORTON, 84].

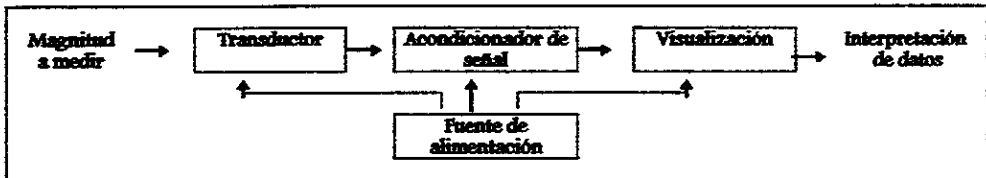


Figura 11 Sistema electrónico básico de medida.

Los *transductores*, debido a su variedad, son la parte clave de los sistemas de medida en que se usan. Los *acondicionadores de señal* pueden ser convertidores analógico-digitales. Entre los dispositivos visualizadores se encuentran instrumentos digitales o analógicos, impresoras y osciloscopios. Por otra parte la fuente de alimentación, como su nombre lo indica, es la encargada de surtir de energía eléctrica al sistema.

B. SISTEMAS DE MEDIDA DE DATOS MULTIPLES.

Muchos sistemas de medida están diseñados para captar y visualizar las salidas de dos o más *transductores*. Los *transductores* utilizados en sistemas de medida de datos múltiples pueden ser del mismo tipo (por ejemplo, varios *transductores* de temperatura) o de diferente tipo (de temperatura, presión y vibración). [NORTON, 84].

En la figura 12 se muestra un sistema típico de medida de datos múltiples.

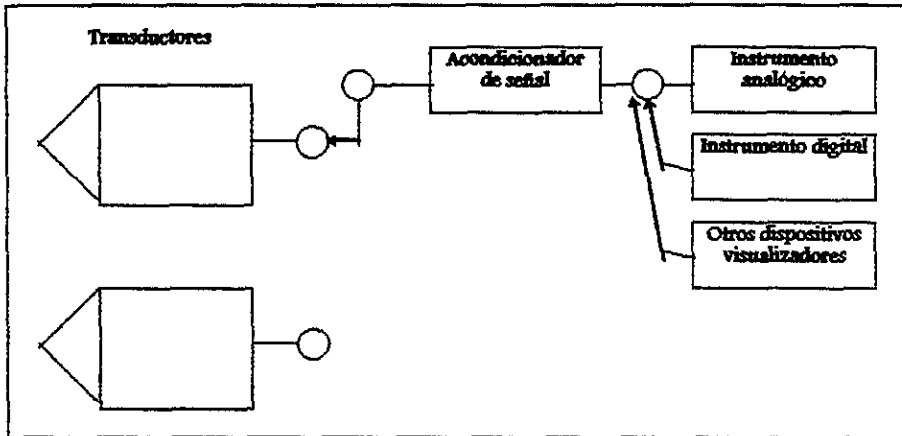


Figura 12 Sistema de medida de datos múltiples.

C. SISTEMAS DE TELEMETRIA.

El término *telemetría* está usualmente reservado para los sistemas de medida múltiple que utilizan una señal de alta frecuencia modulada para transmitir la información desde un punto a otro.

En la figura 13 se muestra un sistema de telemetría. Las salidas de los *transductores* u otros dispositivos *sensores*, que pueden o no precisar de acondicionadores de señal, son conducidos a un *commutador (multiplexor)*, que las combina en una única señal compuesta. Esta señal se aplica al transmisor de alta frecuencia, donde se modula la salida de un oscilador. La portadora *modulada* es amplificada y aplicada a una antena. La antena transmisora, radia la portadora *modulada* hacia la antena receptora. La señal recibida es amplificada y aplicada a un *demodulador*, que separa la información moduladora de la portadora de alta frecuencia. Este proceso reconstituye la señal compuesta al final del sistema receptor. Un sistema *decommutador* es empleado para obtener las señales correspondientes a las respectivas salidas de los sistemas *sensores*, así cada medida puede ser visualizada y evaluada individualmente.

En algunos sistemas de *telemetría* el enlace radio es reemplazado por un enlace cable, la portadora modulada está directamente acoplada sobre la línea de transmisión de energía eléctrica y desacoplada de la línea en el punto de recepción. [NORTON, 84].

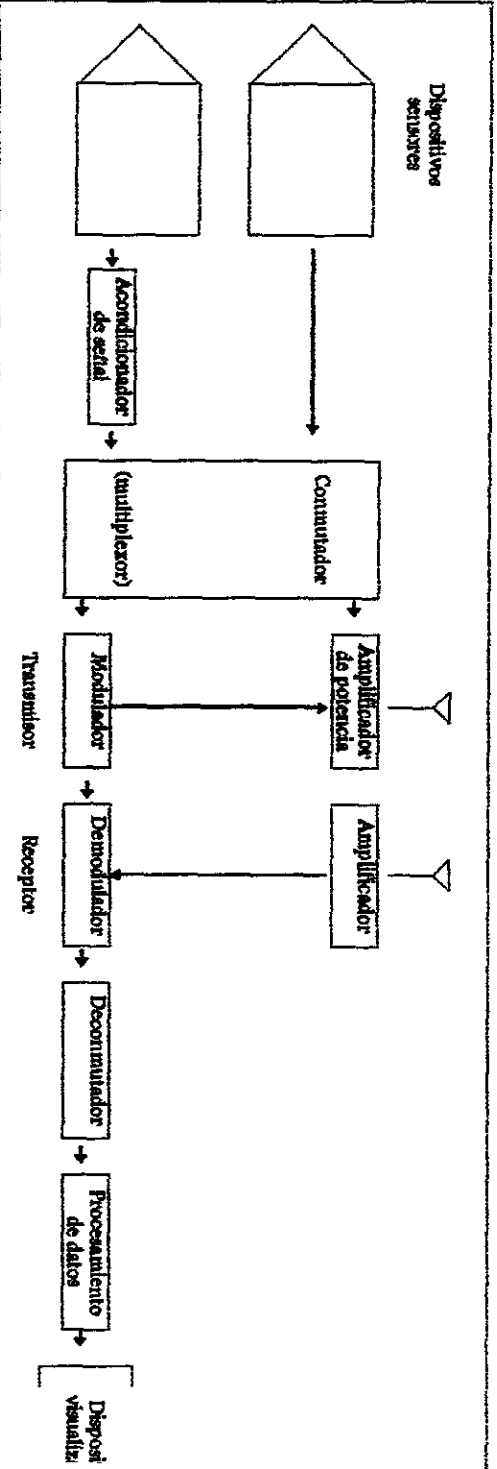


Figura 13 Sistema de telemetría.

D. ACONDICIONAMIENTO DE DATOS, PROCESO Y VISUALIZACION.

a) Tratamiento de datos analógicos.

Los datos adquiridos por un sistema de medida, requieren de un tratamiento para transformarlos en la información requerida.

Puede ser necesario un discriminador de frecuencia, (convertidores C.A. a C.C.) que convierten variaciones de frecuencia en variaciones de amplitud, pueden ser precisos filtros usados para rechazar ruido de la señal de datos. Una vez rectificadas los datos, éstos pueden transformarse en datos *digitales* y ser procesados y almacenados en una computadora.

b) Tratamiento de datos digitales.

El proceso y visualización de datos *digitales*, consiste usualmente en un número de datos secuenciales. Cada trama de datos comienza con una palabra de sincronización (típicamente entre 7 y 31 bits de longitud) y una o más palabras identificadoras (a veces incluye una palabra indicando la hora en que la medida ha sido efectuada), seguidas de las palabras de datos. Cada palabra es un grupo de bits representante de un medida *analógica digitalizada*, del conteo de sucesos.

Los sistemas computadores realizan diferentes tipos de proceso en los datos, además de la visualización secuencial de los datos *commutados*. Algunos ejemplos de procesado son:

- i. Comparando cada valor de información con unos límites superior e inferior predeterminados y activando una alarma cuando se excede de dichos límites.
- ii. Acumulación de los sucesivos valores de una misma magnitud durante un periodo de tiempo especificado, para determinar el valor medio, visualizando este valor (análisis de valores medios).
- iii. Acumulación de sucesivos valores de una misma magnitud durante un periodo de tiempo especificado, determinando el valor mayor de todos, visualizando este valor máximo (búsqueda de picos) [NORTON, 84]

2. SISTEMAS DE CONTROL.

Una magnitud específica de un sistema controlado (proceso) desea ser mantenida a un valor determinado. Esta magnitud controlada (variable controlada), es medida a partir de un sistema *sensor*, usualmente un *transductor* (transmisor). La salida del dispositivo *sensor*, acondicionada o no de alguna manera, es aplicada a un elemento de comparación o punto de suma (punto de establecimiento), en un dispositivo de regulación (controlador). En este punto, la señal realimentada procedente del dispositivo *sensor* (señal realimentada) es comparada con una señal de referencia (señal de valor establecido). Si las dos señales tienen la misma longitud, o están dentro de una tolerancia relativamente estrecha, nada acontece. Si las dos señales difieren en un valor mayor que el tolerado, una señal de regulación se envía al dispositivo de control (elemento de control final). Esta señal provoca en el dispositivo de control un cambio de magnitud, o condición (magnitud manipulada) (variable manipulada) en el sistema controlado. La acción de control permanece activa hasta que la magnitud controlada adopta su nivel apropiado, correspondiente a que la señal realimentada, iguale a la señal de valor establecido como se muestra en la siguiente figura: [NORTON, 84].

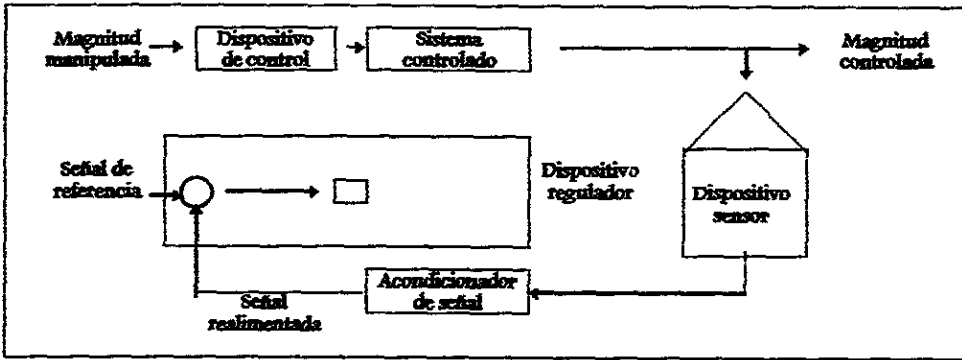


Figura 14 Sistema en bucle cerrado.

VI. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.

Los *sensores* adquieren más importancia para el hardware conectado a redes como *Internet*. Los *sensores* junto con un hardware apropiado y un software de diagnóstico, permitirán al administrador del sistema monitorear un sistema a distancia. Esto puede ser la diferencia entre una red que es apagada, y una donde se puede obtener información a tiempo de la temperatura, esto le da la oportunidad al administrador de *rerutear* el tráfico a un equipo frío.

Dos estrategias se utilizan en el control de temperatura, estas son: la activa y la pasiva. Un ejemplo de refrescamiento activo es encender el ventilador cuando se eleva la temperatura. Un ejemplo de ventilación pasiva es hacer que el reloj del procesador ejecute operaciones más despacio hasta que se alcance una temperatura adecuada, sin embargo, el costo de utilizar el enfriamiento pasivo es reducir el desempeño.

Los *sensores* de temperatura resuelven ambos problemas, en el caso de los ventiladores de una notebook, el enfriamiento pasivo puede controlar la temperatura de una mejor manera pues consume menos energía.

El uso de los *sensores* es muy importante, la utilidad implica que a veces es más importante *senear* un evento de temperatura y su causa, que conocer el valor de la temperatura.

La detección de una falla en el ventilador, o mejor aún la inminente falla del ventilador, provee una advertencia de un recalentamiento justo antes de que el *sensor* de temperatura reciba algún cambio en la información. Los ventiladores contienen salidas hacia un *tacómetro*, esto permite al usuario tratar el problema porque usualmente el procesador continúa aún trabajando correctamente. Se considera que existe una falla en un ventilador cuando su velocidad ha llegado a un 70% de lo normal.

Los *sensores* de ventiladores han incrementado su uso, desde que estos proporcionan información acerca de un inminente recalentamiento y permiten que el sistema sea compensado, o apagado con mínimos problemas, inclusive se pueden utilizar múltiples *sensores* de temperatura, por ejemplo, si el *sensor* de audio detecta que existe un recalentamiento, el sistema notificará al usuario que apague la tarjeta de audio y permitira utilizar la computadora en sus otras funciones.

La disipación de energía y el aumento de temperatura es una causa importante de fallas en el equipo, situación que debe ser *sensada* y controlada, la tecnología de los *sensores* juega otros papeles en la protección del hardware por ejemplo:

La detección de la apertura del gabinete de la computadora es importante porque el administrador del sistema, necesita conocer si alguien trata de insertar o remover alguna tarjeta.

Se pueden utilizar *sensores* ópticos este puede ser instalado en la tarjeta madre entonces al *sensor* óptico se le incorpora un circuito alimentado por la batería de la computadora para que pueda operar en cualquier momento.

Otras aplicaciones de los *sensores* en las computadoras personales incluyen variaciones de voltaje y vibraciones. Algunos productores de *drives* para aplicaciones móviles incluyen *sensores* para protección cuando están encendidos. El *sensor* de variaciones de voltaje retrae las cabezas del *drive*, cuando la variación ocurre, protegiendo el *drive* contra variaciones de voltaje o vibraciones.

VII. HERRAMIENTAS DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION.

1. DEFINICION DE TRANSDUCTOR.

Se denomina *transductor*, a todo dispositivo que convierte una señal de una forma física en una señal correspondiente, pero de otra forma física distinta. Es por tanto, un dispositivo que convierte un tipo de energía en otro.

Un *transductor* es un dispositivo que proporciona una salida utilizable en respuesta a una magnitud física, propiedad o condición específica que se desea medir, pero los *transductores* han sido, son y probablemente siempre serán denominados, por diferentes nombres en diferentes disciplinas técnicas. En los procesos industriales son denominados usualmente *transmisores* (por ejemplo transmisor de presión, de temperatura). En algunos casos se denominan *sensores* (*sensores* de presión, fuerza, temperatura).

La descripción de un *transductor* se basa generalmente en las consideraciones siguientes:

Descripción de un *transductor*.

- ¿Qué se intenta medir?
(*elemento de transducción, principio de transducción*).
- ¿Qué elemento del *transductor* responde directamente a la Magnitud que se mide? (*elemento sensor*).
- ¿Qué ventajas especiales dignas de mencionar se incorporan en el *transductor*?
- ¿Cuáles son los límites superior e inferior de los valores de la medida que intenta realizar el *transductor*? (*rango*) [NORTON, 84].

Al medir una fuerza, por ejemplo, se supone que el desplazamiento del *transductor* es despreciable, es decir no se "carga" al sistema, ya que de lo contrario podría suceder que éste fuera incapaz de aportar la energía necesaria para el desplazamiento. Pero en la *transducción*, siempre se extrae una cierta energía del sistema donde se mide, por lo que es importante garantizar que esto no lo perturba.

Dado que hay seis tipos de señales: mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y moleculares (químicas), cualquier dispositivo que convierta una señal de un tipo en una señal de otro tipo debería considerarse un *transductor*, y la señal de salida podría ser de cualquier forma física "útil". En la práctica, no obstante, se consideran *transductores* por antonomasia aquellos que ofrecen una señal de salida eléctrica. Ello se debe al interés de este tipo de señales en la mayoría de los procesos de medida. Los sistemas de medida electrónicos ofrecen, entre otras, las siguientes ventajas:

- A. Debido a la estructura electrónica de la materia, cualquier variación de un parámetro no eléctrico, de un material viene acompañada por la variación de un parámetro eléctrico. Eligiendo el material adecuado, esto permite realizar *transductores* con salida eléctrica, para cualquier magnitud física no eléctrica.
- B. Dado que en el proceso de medida, no conviene extraer energía del sistema donde se mide, lo mejor es amplificar la señal de salida del *transductor*. Con amplificadores electrónicos se puede obtener fácilmente ganancias de potencia de 10^{10} .
- C. Además de la amplificación, hay una gran variedad de recursos, en forma de circuitos integrados, para acondicionar o modificar las señales eléctricas. Incluso hay *transductores* que incorporan físicamente en un mismo encapsulado, parte de estos recursos.
- D. Existen también numerosos recursos para presentar o registrar información si se hace electrónicamente, pudiéndose manejar no sólo datos numéricos, sino también textos, gráficos y diagramas.
- E. La transmisión de señales eléctricas es más versátil que la de señales mecánicas, hidráulicas o neumáticas, y éstas pueden ser más convenientes en determinadas circunstancias, como puede ser la

eléctricos. De hecho, mientras en industrias de proceso (química, petróleo, gas, alimentación, textil, etc.), donde se introdujeron en seguida los sistemas automáticos, se encuentran actualmente sistemas neumáticos junto a sistemas eléctricos más recientes, en cambio en las industrias de manufacturados, donde hay una serie de procesos discontinuos y que son de automatización más reciente, apenas hay sistemas neumáticos. [PALLAS, 94].

2. DEFINICION DE SENSOR.

Un *sensor* es un dispositivo que, a partir de la energía del medio que se mide, da una señal de salida *transducible* que es función de la variable medida.

Sensor y *transductor* se emplean a veces como sinónimos, pero *sensor* sugiere un significado más extenso: la ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o tamaño, no pueden ser percibidas directamente por los sentidos. *Transductor*, en cambio, sugiere que la señal de entrada y la de salida no deben ser homogéneas.

La distinción entre *transductor* de entrada (señal física / señal eléctrica) y *transductor* de salida (señal eléctrica/presentación) está prácticamente en desuso. La tendencia actual, particularmente en robótica, es emplear el término *sensor* para designar el *transductor* de entrada, y el término *actuador* o *accionamiento* para designar el *transductor* de salida. Los primeros pretenden la obtención de información, mientras que los segundos buscan la conversión de energía. [PALLAS, 94].

A. ACONDICIONAMIENTO Y PRESENTACION.

Los acondicionadores de señal, amplificadores, en sentido amplio, son los elementos del sistema de medida que ofrecen, a partir de la señal de salida de un *sensor* electrónico, una señal apta para ser presentada o registrada o que simplemente permita un procesamiento posterior mediante un equipo o instrumento estándar. Consisten normalmente en circuitos electrónicos que ofrezcan, entre otras funciones, las siguientes: *amplificación*, *filtrado*, *adaptación de impedancias* y *modulación* o *demodulación*.

Si se considera, por ejemplo, el caso en que una de las etapas de tratamiento de la señal de medida es *digital*, si la salida del *sensor* es *analógica*, que es lo más frecuente, hará falta un convertidor A/D. Estos tienen una *impedancia* de entrada limitada, exigen que la señal aplicada sea continua o de frecuencia de variación lenta, y que su amplitud esté entre unos límites determinados, que no suelen exceder de 10 V. Todas estas exigencias obligan a interponer un acondicionador de señal entre el *sensor*, que muchas veces ofrece señales de apenas unos milivoltios, y el convertidor analógico digital.

La presentación de los resultados puede ser de forma analógica (óptica, acústica) o numérica (óptica). El registro puede ser magnético o sobre papel, e incluso electrónico (memorias eléctricas), y exige siempre que la información de entrada esté en forma eléctrica. [PALLAS, 94].

B. INTERFACES, DOMINIO DE DATOS Y CONVERSIONES.

En los sistemas de medida, las funciones de *transducción*, acondicionamiento, procesamiento y presentación, no siempre se pueden asociar a elementos físicos distintos. Además, la separación entre el

acondicionamiento, y el procesamiento puede ser a veces difícil de definir. Pero en general, siempre es necesaria una acción sobre la señal del *sensor*, antes de su utilización. Con el término *interfase* se designa, en ocasiones, el conjunto de elementos que modifican las señales, cambiando incluso de dominio de datos, pero sin cambiar su naturaleza, es decir, permaneciendo siempre en el dominio eléctrico.

Se denomina dominio de datos al nombre de una magnitud, mediante la que se representa o transmite información. El concepto de dominio de datos y el de conversiones entre dominios, es de gran interés para describir los *transductores* y los circuitos electrónicos asociados como se muestra en la siguiente figura donde se muestra en el cuadro algunos de los posibles dominios, detallando ciertos dominios eléctricos.

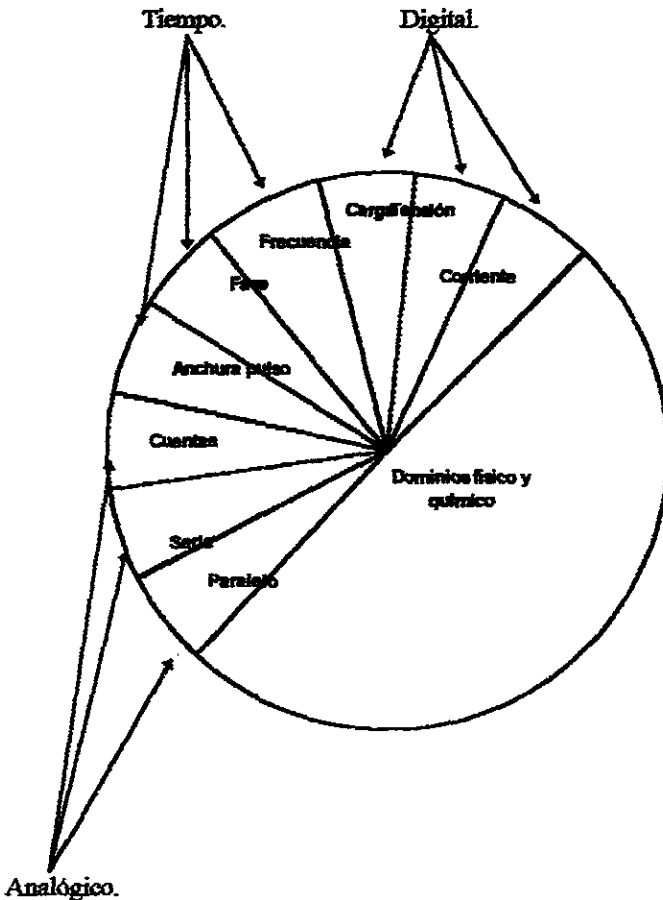


Figura 15 Dominios de datos.

En el dominio *analógico*, la información está en la amplitud de la señal, bien se trate de *carga*, *corriente*, *tensión* o *potencia*. En el dominio temporal, la información no está en las amplitudes de las señales, sino en las relaciones temporales: período o frecuencia, anchura de pulsos. En el dominio *digital*, las señales tienen sólo dos niveles: *analógico* y *digital*. La información puede estar en el número de pulsos, o venir representada por palabras en serie o paralelo.

El dominio *analógico* es, en general, el más susceptible a interferencias eléctricas. En el dominio temporal, la variable codificada no se puede medir, es decir, convertir al dominio de números, de forma continua, sino que hay que esperar un ciclo o la duración de un pulso. En el dominio digital, la obtención de números es inmediata. La estructura de un sistema de medida refleja las conversiones entre dominios que se realizan.

Una medida física es directa cuando se deduce información cuantitativa acerca de un objeto físico, o acción mediante comparación directa con una referencia. A veces se puede hacer simplemente de forma mecánica, como en el caso de una balanza clásica.

En las medidas indirectas la cantidad de interés se calcula a partir de otras medidas y de la aplicación de la ecuación que describe la ley que relaciona dichas magnitudes. Los métodos empleados suelen ser siempre eléctricos. [PALLAS, 94].

C. TIPOS DE SENSORES.

El número de *sensores* disponibles para las distintas magnitudes físicas es tan elevado, que no se puede proceder a su estudio sin clasificarlos de acuerdo con algún criterio.

Según el aporte de energía, los *sensores* se pueden dividir en moduladores y generadores. En los *sensores* moduladores o activos, la energía de la señal de salida procede, en su mayor parte, de una fuente de energía auxiliar. La entrada sólo controla la salida. En los *sensores* moduladores o activos, la energía de la señal de salida procede, en su mayor parte, de una fuente de energía auxiliar. La entrada sólo controla la salida. En los *sensores* generadores o pasivos, en cambio, la energía de salida es suministrada por la entrada.

Los *sensores* moduladores requieren en general más hilos que los generadores, ya que la energía de alimentación suele suministrarse mediante hilos distintos a los empleados para la señal. Además, esta presencia de energía auxiliar puede crear un peligro de explosiones en algunos ambientes. Su sensibilidad se puede modificar a través de la señal de alimentación, lo que no permiten los *sensores* generadores.

Según la señal de salida, los *sensores* se clasifican en *analógicos* o *digitales*. En los *analógicos* la salida-varía. La información está en la amplitud, si bien se suelen incluir en este grupo los *sensores* con salida en el dominio temporal.

En los *sensores digitales*, la salida varía en forma de saltos o pasos discretos. No requieren

conversión A/D, y la transmisión de su salida es más fácil. Tienen también mayor fidelidad y mayor fiabilidad, y muchas veces mayor exactitud.

Atendiendo al modo de funcionamiento, los *sensores* pueden ser de *deflexión* o de *comparación*. En los *sensores* que funcionan por *deflexión*, la magnitud medida produce algún efecto físico, que engendra algún efecto similar, pero opuesto, en alguna parte del instrumento, y que está relacionado con alguna variable útil. Un *dinámometro* para la medida de fuerzas es un *sensor* de este tipo, en el que la fuerza aplicada deforma un muelle hasta que la fuerza de recuperación de éste, proporcional a su longitud, iguala la fuerza aplicada.

En los *sensores* que funcionan por *comparación*, se intenta mantener nula la *deflexión* mediante la aplicación de un efecto, opuesto al generado por la magnitud a medir. Hay un detector del desequilibrio y un medio para restablecerlo. En una balanza manual, por ejemplo, la colocación de una masa en un platillo provoca un desequilibrio, indicado por una aguja sobre una escala. Si se coloca una masa en el otro platillo, hasta alcanzar el equilibrio, que se juzga por la posición de la aguja.

Las medidas por comparación suelen ser más exactas porque el efecto conocido opuesto, se puede calibrar con un patrón o magnitud de referencia de calidad. El detector de desequilibrio sólo mide alrededor de cero y por lo tanto, puede ser muy sensible y no necesita estar calibrado. Por contra, tiene en principio menor respuesta dinámica y, si bien se pueden automatizar mediante un *servomecanismo*, no se logra normalmente una respuesta tan rápida como en los de *deflexión*.

Según el tipo de relación entrada-salida, los *sensores* pueden ser de orden cero, de primer orden, de segundo orden o de orden superior. El orden está relacionado con el número de elementos almacenadores de energía independientes que incluye el *sensor* y repercuten en su exactitud y velocidad de respuesta.

D. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAGNITUD A MEDIR.

Características de la magnitud a medir.

Un *transductor* se diseña usualmente para medir una magnitud específica y responder únicamente a esa magnitud; por ejemplo, un *transductor* de presión proporciona una salida indicativa de la presión. El *rango* de un *transductor* se especifica como los límites superior e inferior de los valores a medir. El rango puede ser unidireccional (por ejemplo de 0 a 2.5 cm.) o bidireccional (+- 45°). El *sobrerango* (denominado a veces sobrecarga o medida máxima) es la magnitud máxima de la medida con que se puede aplicar el *transductor* y ocasionarle un cambio de prestaciones dentro de unas tolerancias especificadas [NORTON, 84].

Las características eléctricas de un *transductor*, excitación, (referido a la entrada dado que la magnitud a medir es una entrada), salida, tierras e *impedancias* de salida, entrada, fuente y carga se explican a continuación y se ilustran en la figura 6. [NORTON, 84].

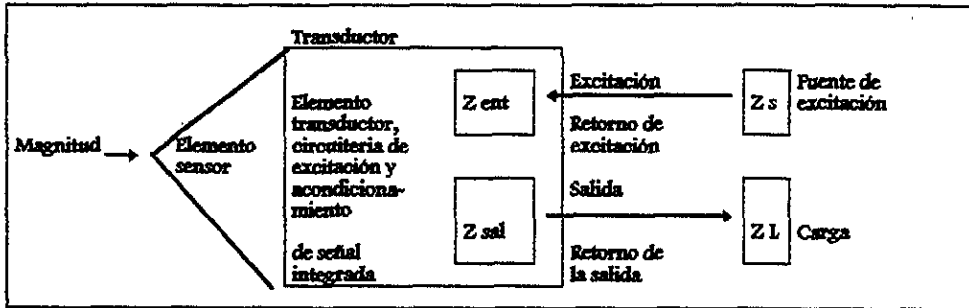


Figura 16 Características eléctricas de un transductor.

Características eléctricas de diseño de transductores.

Los transductores requieren una excitación, consistente en una tensión eléctrica (o corriente eléctrica) externa aplicada al mismo para su operación apropiada. La impedancia de la fuente de excitación presentada al transductor, es la impedancia de la fuente (Z_s). La impedancia de un transductor presentada a la fuente de excitación es la impedancia de entrada (Z_{ent}). La impedancia de los cables de excitación se considera parte de la impedancia de la fuente. La impedancia a través de las terminales de salida del transductor es la impedancia de salida (Z_{sal}). La impedancia presentada en las terminales de salida del transductor por la circuitería externa asociada (por ejemplo, la circuitería de acondicionamiento de señal, el dispositivo de visualización), se denomina la carga, y la impedancia debida al cableado entre el transductor (terminales de salida) y la carga es la impedancia de carga (Z_L). La salida es la magnitud eléctrica producida por el transductor, que es una función de la magnitud aplicada. La salida es usualmente una función continua de la magnitud a medir (salida analógica). La frecuencia de salida, cuando el número de ciclos magnitud a medir y las salidas moduladas en frecuencia, con o los pulsos por segundo son función de la desviaciones de frecuencia a partir de una frecuencia central (por ejemplo 3000 ± 200 Hz) también son formas de salida analógica. Las salidas digitales representan a la magnitud a medir en una forma de magnitudes discretas codificadas en determinado sistema de numeración (por ejemplo código binario). Los puntos extremos son valores de salida en los límites superior e inferior del rango de un transductor. Las lecturas de los puntos extremos determinan mediante dos o más ciclos de calibración consecutivos. Cuando se especifican los puntos extremos, se les aplica usualmente una tolerancia (por ejemplo, 0.00 ± 0.01 V c. c.). [NORTON, 84].

Características mecánicas de diseño de transductores.

Las características mecánicas de diseño se especifican en los *transductores* principalmente por tres razones: para facilitar su manejo e instalación, para prevenir utilizaciones inadecuadas o una degradación del mismo ocasionada por el fluido a medir por el ambiente. [NORTON, 84].

Características de actuación de transductores.

Características estáticas que describen la actuación en unas Condiciones ambientales, con cambios muy lentos de la magnitud a Medir y en ausencia de golpes, vibraciones o aceleraciones (a menos que sea esta la magnitud a medir). Para todo *transductor* existe una Relación ideal o teórica entre la salida y la magnitud a medir. Si el *Transductor* estuviera diseñado idealmente por diseñadores ideales y *Estuviera fabricado de materiales correctos utilizando métodos y Técnicas idóneas* la salida de este *transductor* ideal indicaría siempre el valor real de la medida.

Características dinámicas, que relacionan la respuesta de un *Transductor* con las variaciones de la magnitud a medir en el tiempo. Cuando se utiliza un *transductor* en medidas donde la magnitud varía de manera rápida, o en donde pueden existir cambios de la misma en Escalón se deben establecer las características dinámicas del *transductor*. Estas pueden estar definidas y determinadas en términos de la respuesta frecuencial, o tiempos de respuesta o amortiguamiento, o la frecuencia natural, dependiendo del tipo de *transductor* y de la aplicación.

Características del medio ambiental, que relacionan la actuación de un *transductor* antes de su exposición o durante la exposición a unas condiciones externas (como temperatura, golpes, vibraciones).

Características de fiabilidad, que relacionan la esperanza de vida del *transductor* con una serie de sucesos que pueden presentarse por su utilización inadecuada en un sistema en el que opera conjuntamente. Aunque algunas características ambientales en modo operativo y no operativo están relacionadas con la fiabilidad de un *transductor*, las características consideradas aquí son aquellas que están relacionadas con la vida útil de un *transductor*, así como aquellas características que pueden ocasionar efectos adversos en el sistema en el que el *transductor* está instalado cuando un *transductor* falla de una manera particular. [NORTON, 84].

Continúa en la siguiente página.

Características de actuación de transductores.

La vida operativa de un *transductor* se puede expresar de dos maneras: como vida operativa, entendida como el mínimo (especificado) lapso en el que el *transductor* operará, ya sea continuamente o sobre un número de ciclos de funcionamiento o no funcionamiento de duración especificada, sin cambios en las características dentro de unas tolerancias especificadas; o como vida de ciclo, entendida como el mínimo (especificado) sobre las que un *transductor* operará sin cambios en sus prestaciones dentro de tolerancias especificadas. Las características de fiabilidad relacionadas con los efectos adversos actuantes sobre el *transductor* cuando se encuentra instalado son generalmente dependientes de la aplicación.

Estas incluyen características controladas por códigos de protección. Incluyen las características consideradas importantes que determinan los efectos de un fallo después que éste se halla producido. Un ejemplo puede ser los resultados de un corto circuito interno (se deben establecer protecciones en el sistema eléctrico asociado o pueden estar incluidos dentro del *transductor*). Otro ejemplo es el valor máximo de presión de un *transductor*, presión que puede ser aplicada al elemento *sensor* o al *encapsulado* de un *transductor* sin ruptura del elemento *sensor* o el *encapsulado*. Cuando un elemento *sensor* entra en ruptura, el fluido a medir entra en contacto con materiales que pueden o no ser compatibles y los resultados pueden ir desde una contaminación del fluido a medir hasta una explosión. Cuando un *encapsulado* entra en ruptura, las porciones del mismo pueden salir despedidas violentamente de manera que pueden dañar el equipo o personal de alrededor [NORTON, 84].

F. CRITERIOS GENERALES DE SELECCIÓN DE UN TRANSDUCTOR

La selección de un *transductor* está usualmente relacionada con la mayoría de las siguientes consideraciones:

La medida.

- a) ¿Cuál es el propósito de la medida?
- b) ¿Cuál es la magnitud a medir?
- c) ¿La magnitud a medir sólo aumentará o sólo disminuirá o puede realizar ambas cosas?
- d) ¿Qué rango de valores de la medida se visualizarán en los datos finales?
- e) ¿Qué condiciones de sobrerango pueden ocurrir antes o durante el tiempo en que los datos son requeridos?
- f) Con qué precisión debe ser presentada la medida de los datos finales?
- g) ¿Qué respuesta frecuencial o tiempo de respuesta debe ser visible en los datos finales?
- h) ¿Cuál es la naturaleza de la magnitud a medir?
- i) ¿Dónde y cómo está instalado el *transductor*?
- j) ¿Cómo y hasta qué extensión puede un *transductor* modificar la magnitud mientras está siendo

medida?

- k) ¿A qué condiciones ambientales estará expuesto el *transductor*?

El sistema de datos.

- a) ¿Cuál es la naturaleza general del sistema de datos (por ejemplo, *radiotelemetría*, *telemetría*, *visualización*)?
- b) ¿Cuál es la naturaleza de los elementos principales del sistema de datos?
- Acondicionamiento de señal, *multiplexión*, almacenamiento en la retransmisión.
 - Enlace de transmisión de datos.
 - Proceso de los datos.
 - Almacenamiento de los datos.
 - Visualización de los datos.
- c) ¿Cuál es la precisión y las características de respuesta frecuencial del sistema de datos, extremo a extremo a continuación inmediata del *transductor*?
- d) ¿Qué forma de salida del *transductor* afectará al sistema de datos con un acondicionamiento de señal mínimo?
- e) ¿Qué *impedancia* de carga verá el *transductor*?
- f) ¿Se requiere un filtrado de frecuencias o una limitación de amplitud de la salida del *transductor*?, y ¿puede el sistema de datos realizarlo?
- g) ¿Hasta qué punto el sistema de datos es capaz de realizar detecciones o correcciones de los errores a la salida del *transductor*?
- h) ¿Qué *tensión de excitación* del *transductor* es más adecuada?
- i) ¿Cuánta corriente requiere el *transductor* de la fuente de excitación?

El diseño del *transductor*.

- a) ¿Qué restricciones se imponen en la masa del *transductor*, la excitación, la potencia y la configuración?
- b) ¿Cuáles son los requerimientos de salida del *transductor*?
- c) ¿Qué principio de *transducción* se utiliza en el *transductor*?
- d) ¿Cuáles son los efectos de la magnitud a medir sobre el *transductor*?
- e) ¿Puede el *transductor* afectar a la magnitud de manera que se obtengan datos erróneos?
- f) ¿Qué vida operativa se requiere?
- g) ¿Qué restricciones se imponen sobre el diseño por recomendaciones o normalizaciones industriales o gubernamentales?
- h) ¿Qué modos de avería tiene el *transductor*? ¿Qué acciones puede presentar una avería en el sistema en que está instalado, a los sistemas o componentes adyacentes, al área en la que opera, al personal que trabaja en el área o al sistema de datos?
- i) ¿Cuál es el nivel mínimo de competencia técnica de cualquier persona relacionada con su manejo, instalación y utilización?
- j) ¿Qué métodos de prueba se utilizarán para verificar sus características?

La disponibilidad.

- a) ¿Existe un *transductor* que completa o satisface todos los requerimientos?

- b) Si la respuesta a la pregunta 1 es no, considerar las siguientes:
- ¿Es suficiente un rediseño de un *transductor* existente o es necesario un esfuerzo de desarrollo?
 - ¿Qué fabricante ha demostrado su habilidad para producir *transductores* similares al requerido?
 - ¿Qué experiencia pasada existe por parte del fabricante propuesto?
 - ¿Puede el *transductor* estar disponible en el suficiente tiempo como para acceder a los requerimientos de la instalación?

El costo.

- ¿Es compatible el costo del *transductor* con la función de medida que realiza?
- ¿Qué costos adicionales se requieren para su, manipulación e instalación?
- ¿Qué requerimiento del *transductor* es al que le corresponde el mayor costo?
- ¿Qué compromisos en requerimiento se establecen con un sustancial ahorro?
- ¿Qué modificaciones pueden realizarse en el sistema de datos para reducir el costo de un número de *transductores* utilizados en el sistema, y a qué compromiso de costo están relacionados?

3. CONCEPTOS BASICOS DE MAGNITUDES OPTICAS.

Intensidad
luminosa.

La luz es una forma de energía radiante, una radiación electromagnética propagada en forma de onda. Usualmente se define como la porción del espectro electromagnético entre 10^3 y 10^6 *nanómetros* (nm) en *Longitud de onda* (la longitud de onda límite se sitúa entre 100 y 1000 μm aunque nunca ha sido definida estrictamente). Por definición estricta, sin embargo, únicamente la radiación visible (380 a 780 nm) puede ser considerada como luz. La banda de *longitudes de onda* entre 10 380 nm se denomina preferentemente *radiación ultravioleta* (UV) y la banda entre 780 y 10^6 nm *radiación infrarroja* (IR). Dentro de la banda IR la porción entre 780 y 3000 nm (3 μm) se denomina frecuentemente *infrarroja cercana*, mientras que las longitudes Mayores (por encima de 3 μm se consideran *infrarroja lejana*. La mayor parte de la banda IR se solapa con la banda de *radiación calorífica* de la radiación electromagnética, Las magnitudes ópticas se pueden definir en términos de magnitudes *visuales* y *no visuales* (radiación) y los *sensores* destinados a detectar magnitudes ópticas se pueden dividir en dos grupos principales: *sensores fotónicos* y *sensores de radiación*.

Las características espectrales de la luz con frecuencia se muestran en términos de longitud de onda. Sin embargo, también se pueden indicar en términos de frecuencia y energía *fotónica*.

La frecuencia de la luz se relaciona con la *longitud de onda* y la velocidad de la luz (2.99793×10^{10} cm/s, normalmente redondeada a 3×10^{10} cm/s) en el vacío:

$$v = \frac{3 \times 10^{10}}{\lambda}$$

en donde v = frecuencia de la luz, Hz

λ = longitud de onda de la luz en cm.

Interacción
de la
luz con la
materia.

La *absorción* es el proceso por el cual (una porción de) la energía (luz) incidente se transfiere a una sustancia recibiendo esta energía, este fenómeno se relaciona con las características de la estructura molecular de las sustancias.

La *absorbancia* es la relación del flujo (luminoso o radiante) absorbido a una sustancia y el flujo incidente sobre la sustancia.

La *reflexión* (radiante) es la relación entre el flujo radiante reflejado por la superficie de una sustancia y el flujo radiante incidente sobre dicha superficie.

La *refracción* es el cambio de dirección de un haz de luz (o rayo de radiación) cuando pasa de un medio a otro con diferentes *índices de refracción*.

La *difracción* es la interferencia resultante de la unión de cada punto rayos procedentes de diferentes puntos alrededor de un objeto opaco.

Una *interferencia* es la variación, debida a la superposición de dos o más ondas, en la amplitud de onda con la distancia y el tiempo.

La *dispersión* es el cambio en la dirección *fotónica* ocasionada por la colisión con otras partículas.

La *fluorescencia* es la reemisión de energía radiante (luz) de una Sustancia como resultado de una radiación electromagnética o la incidencia de partículas cargadas sobre la sustancia y que han sido absorbidas en estas.

La *turbiedad* es el nublamiento de un fluido debido a la presencia de polvo suspendido o sólidos granulares. [NORTON, 84].

A. UNIDADES DE MEDIDA DE MAGNITUDES OPTICAS.

Intensidad luminosa. La unidad de intensidad luminosa es la *candela (Cd)*, y se define como la intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente emitiendo una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz.

Iluminación (de un área). La unidad de iluminancia es el *lux (lx)*, la iluminancia de un lumen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

Brillo. La unidad es la *candela* por metro cuadrado (cd/m^2).

Longitud de onda. La longitud de onda en las porciones visibles del espectro se expresa en

nanómetros (nm), mientras que en la región IR se expresa usualmente en micrómetros (μm). [NORTON, 84].

4. SENSORES OPTICOS.

Los *sensores* que proporcionan una salida eléctrica utilizable en respuesta a una radiación electromagnética incidente en la porción UV-visible-IR del espectro se conocen como *sensores* de luz, detectores de luz (o específicamente como detectores de UV o detectores de IR), *fotosensores*, o transistores de luz (UV o IR). Estos elementos de *transducción* actúan además como elementos *sensores*.

A. METODOS SENSORES.

Los *sensores* de luz se pueden clasificar en dos categorías principales: detectores *cuánticos* (o detectores *fotónicos*) y detectores *térmicos*. Los detectores *fotónicos* dependen de los efectos producidos cuando un *cuanto* de radiación incidente (*fotoes*) actúa sobre los electrones del material *sensor*. Los detectores *térmicos* responden a la energía radiante incidente total; se utilizan principalmente como *sensores* IR, los *sensores* que serán analizados son los detectores *fotónicos*, ya que a través de éstos se puede realizar el reconocimiento de patrones.

Los detectores *fotónicos* emplean *transductores* *fotovoltaicos*, *fotoconductivos*, *unión fotoconductiva*, *fotoemisivos* y *fotoelectromagnéticos*. [NORTON, 84].

a) Transducción fotovoltaica.

Los *sensores* *fotovoltaicos* son autogeneradores, esto es, no necesitan potencial de excitación exterior. Su tensión de salida es una función de la iluminación sobre dos materiales diferentes. La unión actúa como una barrera de potencial por la que fluyen electrones excitados por los *fotoes* incidentes. Algunos tipos de parejas de material exhiben el efecto *fotovoltaico*, como las de selenio hierro y cobre óxido (Figura 17). [NORTON, 84].

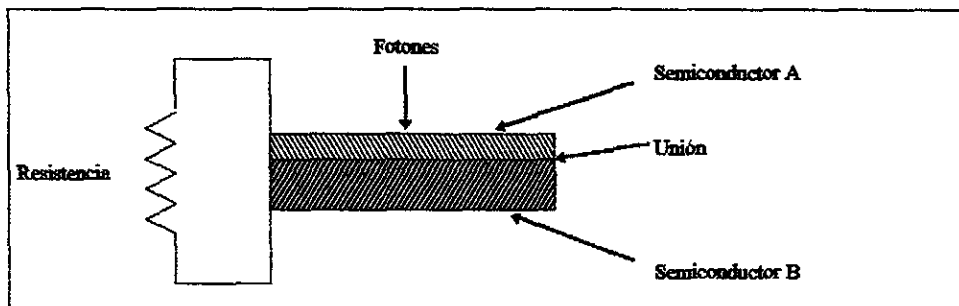


Figura 17 Transductor fotovoltaico.

b) Transducción fotoconducativa.

Los *sensores fotoconducativos* se fabrican de material *semiconductor* que reduce su resistencia en respuesta a una iluminación creciente. El material está contenido entre dos *electrodos* conductores a los que los unen los hilos de conexión. El cambio en *conductancia* resulta del cambio en el número de portadores de carga creado por la absorción de la energía de los *fotones* incidentes. Como *fotoconductores* se utilizan películas *poli cristalinas* (por ejemplo, sales de plomo y antimonio de indio) así como materiales de cristal único (silicio o germanio). Un ejemplo popular del *sensor fotoconducativo* es el sulfuro de cadmio utilizado en muchas cámaras para el control automático de la exposición (Figura 18). [NORTON, 84].

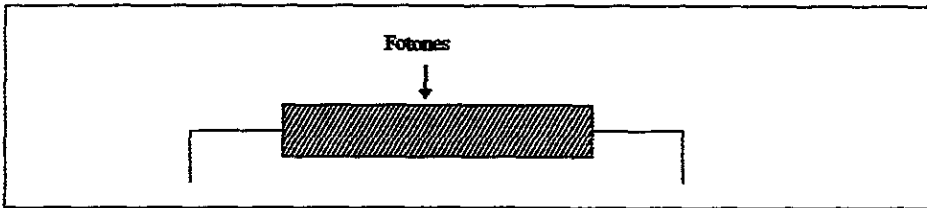


Figura 18 *Transductor fotoconductor*.

c) Transducción fotoemisiva.

Los *sensores fotoemisivos* emiten electrones desde un *cátodo* cuando los *fotones* chocan contra el *transductor*. Los electrones son lanzados fuera de la superficie del *cátodo* cuando la energía de la radiación es mayor que la función de trabajo del material *catódico*. Este efecto se utiliza en los *diodos fototubo* (al vacío o rellenos de gas) así como en los *tubos fotomultiplicadores*. En los *diodos fototubo*, algunos electrones son recolectados por algún *ánodo* que se encuentra a algún potencial positivo con respecto al *cátodo*. Esto ocasiona un flujo de corriente que puede ser utilizado para proporcionar una tensión de salida a través de una resistencia de carga en serie con el *ánodo*. En el *tubo fotomultiplicador* se utilizan *electrodos* adicionales (*dínodos*, con potenciales crecientes secuencialmente, localizados entre el *cátodo* y el *ánodo* de manera que amplifican la corriente de electrones por medio de la emisión secundaria de los *dínodos*) (Figura 19). [NORTON, 84].

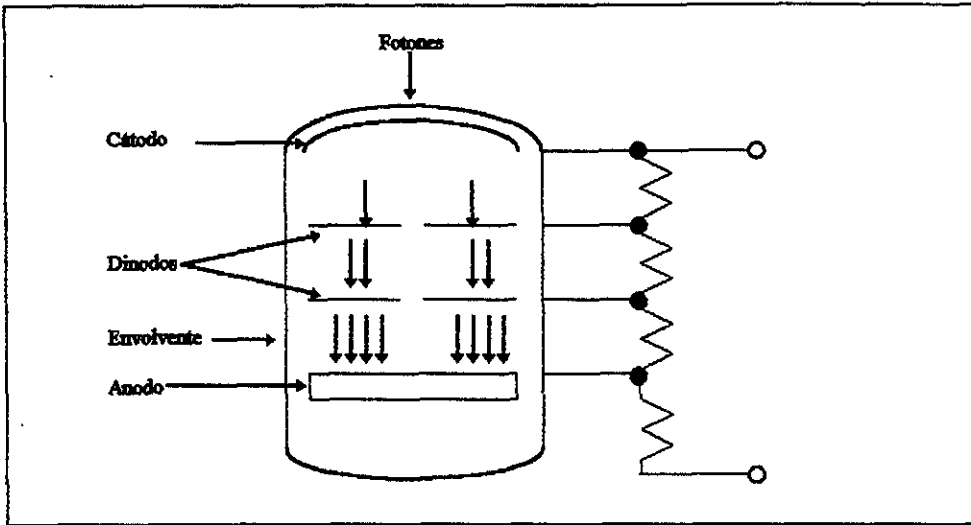


Figura 19 Transductor fotoemisor.

d) Transducción fotoelectromagnética.

Este método de *transducción* especializado afecta a un *semiconductor* (típicamente fabricado de cristales de antimonio de indio), al actuar sobre el *transductor* un campo magnético externo. Cuando los *fotones* son absorbidos cerca de la superficie frontal del *semiconductor*, el exceso de portadores resultantes en esa superficie y su ausencia en la superficie opuesta ocasiona una difusión de portadores hacia la superficie opuesta. La fuerza debida a la aplicación de un campo magnético transversal direcciona los huecos hacia un extremo del *semiconductor* y a los electrones hacia el otro extremo proporcionando así una pequeña fuente de poder, desarrollada entre los dos terminales extremos. (Figura 20). [NORTON,84].

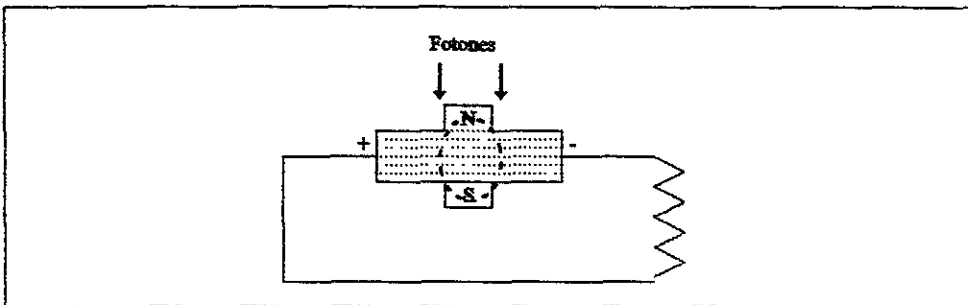


Figura 20 Transductor fotoelectromagnético.

B. FUNCIONAMIENTO.

a) Sensores de luz fotovoltaicos.

Los sensores de silicio y selenio son los sensores de luz más populares que emplean el principio de *transducción fotovoltaica*. Su respuesta espectral corresponde a la región visible y de infrarrojo cercano.

El *sensor fotovoltaico de selenio* utiliza una unión entre el selenio, que es un material *semiconductor* de tipo p (conteniendo un exceso de huecos), y óxido de cadmio (de tipo n, conteniendo un exceso de electrones). Una capa policristalina de selenio de alrededor 75 μm de espesor se deposita sobre una armadura de base metálica (por ejemplo hierro). Se deposita al vacío una capa de cadmio sobre el selenio, de manera que el cadmio en contacto con el selenio se encuentra oxidado. Entonces se provoca el crecimiento de la región de la unión, consistente en una delgada capa de seleniuro de cadmio y óxido de cadmio. La película de cadmio así como la unión tienen un espesor molecular de manera que son casi transparentes a la luz. A baja temperatura se deposita una aleación de alta conductividad (por ejemplo una aleación de plata) en forma de línea o anillo sobre la superficie activa utilizándose como *electrodo*.

Cuando se conecta una carga eléctrica externa a través de las terminales, la luz incidente se convierte en el flujo electrónico desde el selenio del tipo p a la superficie activa del tipo n, cuya aleación de conexión se convierte en el terminal negativo del *sensor*. La corriente de salida depende de la resistencia de carga así como de la iluminación. Figura 21. [NORTON, 84].

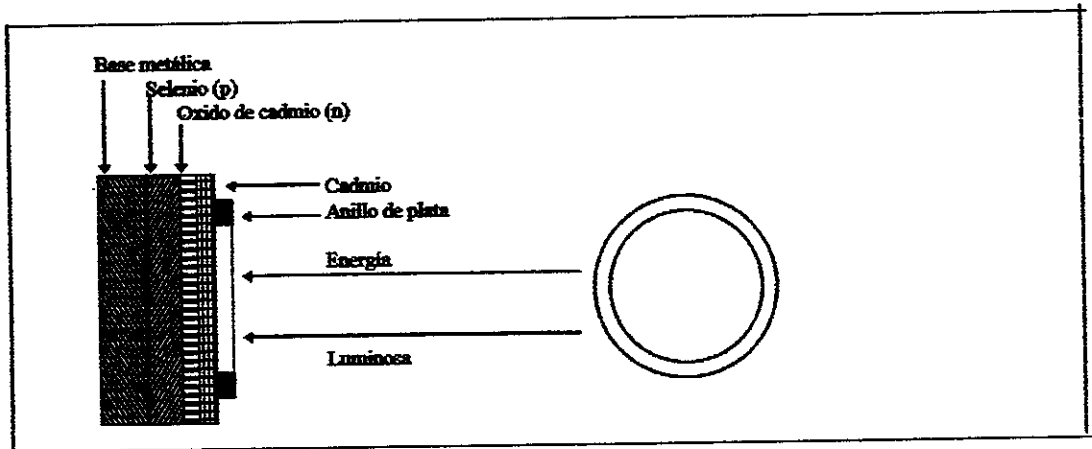


Figura 21 *Sensor fotovoltaico de selenio*.

El *sensor fotovoltaico de silicio* utiliza la unión entre un cristal de silicio tipo p y un cristal de silicio tipo n, produciendo una corriente a la salida proporcional a la iluminación incidente. Un diseño típico consiste en una rebanada de silicio (tipo n) *dopada* (contaminada con electrones de otro elemento), con una capa de arsenio de 0.5 mm de espesor, con boro difundido sobre su superficie superior para

crear una capa, transparente a la luz, de silicio tipo p. La unión p-n actúa como un campo eléctrico permanente. Cuando la superficie activa (capa tipo p) se ilumina, los *fotoes* incidentes ocasionan un flujo de *huecos* (cargas positivas) y electrones. El campo eléctrico en la unión dirige el flujo de *huecos* hacia el silicio tipo p, y el flujo de electrones hacia el silicio tipo n. Cuando se conecta una resistencia de carga entre las superficies, en donde se han formado las terminales de conexión, sobre unas cargas metalizadas (por ejemplo níquel plateado), los portadores *hueco* y electrón fluyen hacia el circuito hasta que se alcanza una condición de equilibrio. Este flujo de corriente es función del flujo de *fotoes* incidente. (Figura 22). [NORTON, 84].

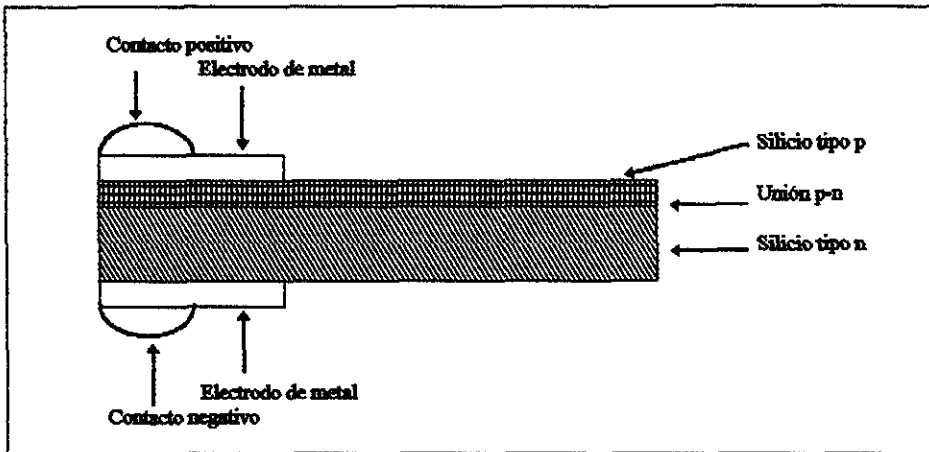


Figura 22 Sensor fotovoltaico de silicio.

b) Sensores de luz fotoconductores.

Los sensores de luz que emplean una unidad con efecto *fotoductor* son dispositivos resistivos cuya resistencia decrece al aumentar la iluminación. Se denominan frecuentemente *fotoresistencias*. El valor de resistencia absoluto de un *sensor fotoductor*, depende del material *fotoductor*, espesor, área, iluminación, temperatura, diferencia entre los niveles de luz presente y previa, así como los tiempos de exposición a estos niveles.

Los sensores *fotoductores* de sulfuro de cadmio y seleniuro de cadmio son los tipos más populares debido a que su respuesta espectral se encuentra centrada en la región de luz visible, y por su relativa alta sensibilidad a cambios de nivel de iluminación. (Figura 23). [NORTON, 84].

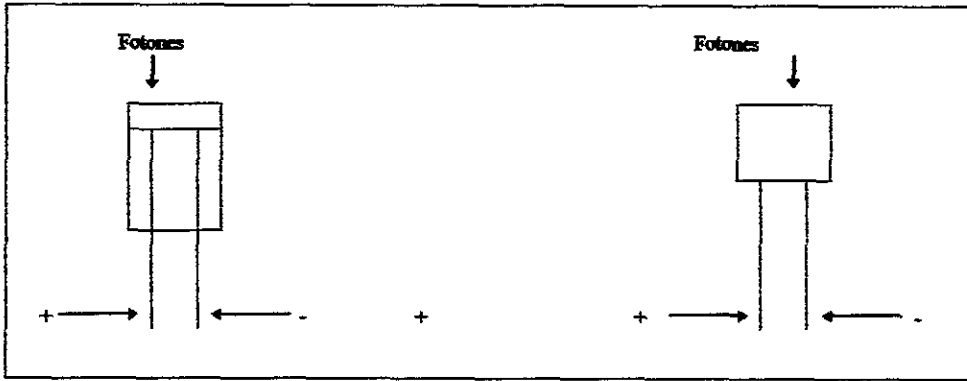


Figura 23 Sensores fotoconductores de sulfuro de cadmio y seleniuro de cadmio.

c) Sensores de luz fotoemisivos.

En este grupo de sensores se incluyen los *fototubos* (*foto diodos* al vacío o rellenos de gas). Los *fototubos* son tubos *diodos* al vacío (o rellenos de gas de *cátodo* frío, consistentes en un *fotocátodo*, en un *ánodo*, a veces un anillo de blindaje, un encapsulado y una ventana de entrada. Cuando se aplica un potencial entre el *cátodo* y el *ánodo*, se emiten electrones en el *cátodo* fotosensible de manera que algunos alcanzan el *ánodo* forzando un flujo de electrones (*fotocorriente*). (Figura 24) [NORTON, 84].

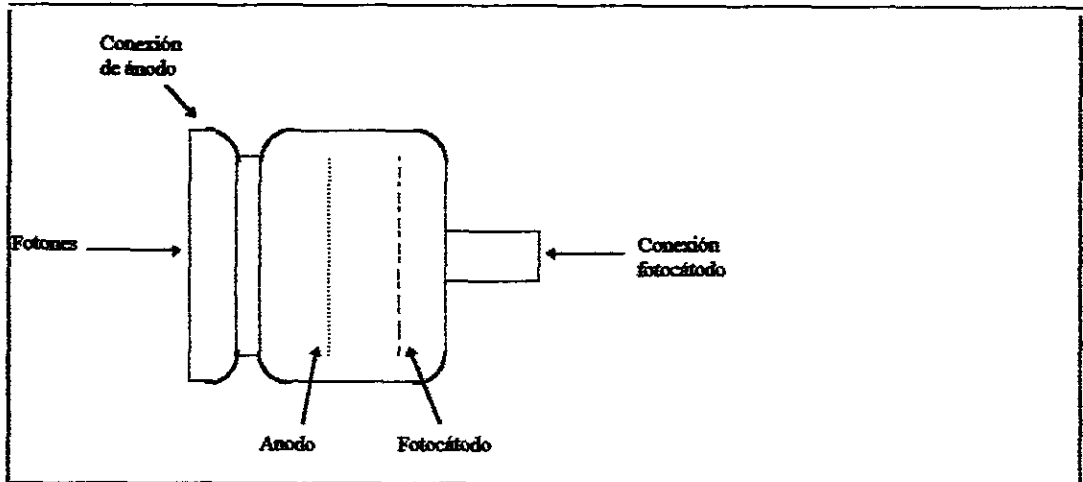


Figura 24 Sensores fotoemisivos.

d) Sensores de luz fotoelectromagnéticos.

Algunos detectores de este tipo han sido desarrollados para medidas en la porción infrarroja del

espectro. Este dispositivo puede medir radiación entre 2 y 6.5 μm sin refrigeración artificial.

C. SELECCION DEL SENSOR OPTICO ADECUADO.

Seleccionar el detector óptico adecuado es uno de los aspectos más críticos, pues mientras que los catálogos de los fabricantes proporcionan mucha información útil acerca de los detectores no lo dicen todo.

Cuando se considera la combinación de un detector y un amplificador es necesario definir la aplicación. Factores como la luz, el ancho de banda, longitud de onda, consumo de energía y costo definen el tipo de detector y amplificador a usar.

Aun es más crítica la selección de un óptico para una aplicación nueva (*redes neuronales*), ya que no existen parámetros para determinar el más adecuado, y se requiere de gran precisión para el reconocimiento de patrones, desafortunadamente este tipo de *sensores* son costosos y no se encuentran en el país, por lo que el *sensor* óptico seleccionado fue atendiendo a las siguientes consideraciones:

- a) Precio accesible.
- b) Disponible en el país.
- c) Bajo consumo de energía.
- d) Fácil instalación.
- e) Fácil apilamiento de *sensores*.
- f) Rápida respuesta.
- g) Adecuado para condiciones ambientales normales.
- h) Transmisión de señales digitales.

D. DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SENSOR OPTICO.

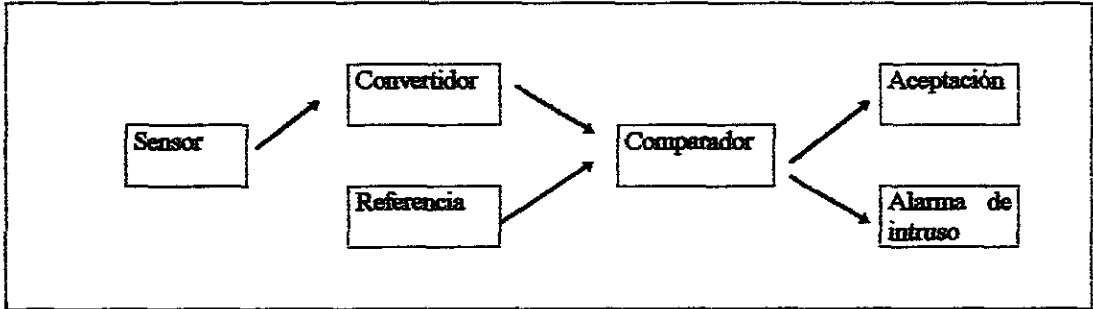


Figura 25 Diagrama de bloques.

V

**SEGURIDAD EN
INSTALACIONES
INFORMATICAS**

I. INTRODUCCION.

Hoy en día la seguridad en cómputo cobra cada vez más importancia, en instituciones públicas y privadas donde la información y los recursos deben ser protegidos contra un uso inadecuado, ya que el peligro puede ser desde el robo de información hasta la destrucción de la misma.

Los temas clásicos de seguridad en cómputo, se refieren a la seguridad en la transmisión de información, (la importancia en la transmisión de información es innegable en el caso de información secreta para una compañía o en el comercio electrónico, por ejemplo), para lo que se utiliza la encriptación de la información y utilización de "llaves" para su desciframiento, o para restringir el acceso a ciertas áreas físicas de una institución pública o privada.

Actualmente lo más avanzado para restringir el acceso a instalaciones, es a través de *sensores* ópticos que alimentan a una base de datos, esto es el *sensor* capta una imagen por ejemplo una huella digital, la compara con la huella digital almacenada en la base de datos, si no existen diferencias, el acceso es permitido, de lo contrario se niega el acceso.

II. CONCEPTOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

La implementación de mecanismos de seguridad es necesaria debido al gran número de ataques a los sistemas. En estos mecanismos de seguridad computacional, se deben considerar las políticas particulares que sean convenientes para cada organización. Estas políticas deben proteger al sistema del robo, divulgación y modificación no autorizada de información, así como prevenir que alguien niegue haber realizado una acción. Para que dichas políticas cumplan con los objetivos de una organización, deben ser establecidas de manera precisa para evitar confusiones.

Diversos autores consideran a la seguridad en cómputo como:

Mantener a cada persona realizando sólo el tipo de actividad que debe hacer, desde una computadora o cualquier dispositivo periférico. [CHESWICK, 94].

Seguridad en cómputo es el nombre genérico que se da al conjunto de herramientas diseñadas para proteger datos de tramposos y seguridad en redes son las medidas tomadas para proteger los datos durante su transmisión. [STALLINGS, 95].

La seguridad en una red se puede definir como un conjunto de reglas a seguir que implican políticas de una organización, así como de estándares y procedimientos a nivel

software y hardware. [DAVIES, PRICE, 84].

III. EVOLUCION EN LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

Durante los años 60's la protección de la información no era una preocupación mayor, ésta se reducía a controlar el acceso a instalaciones y recursos de forma discrecional. En 1974 el departamento de defensa de los E.U. establece la *política de seguridad multinivel*, cuyo objetivo principal es el secreto de la información. En los años 80's aparece el *Trusted Computer System Evaluation Criteria*, llamado también *Orange Book* el cual describe los criterios de evaluación y certificación de sistemas computacionales seguros, posteriormente aparece el *Red Book* como un complemento del anterior para el caso de que el sistema sea una red.

Más tarde aparecen políticas de seguridad comercial debido a la toma de conciencia de los civiles, sobre la necesidad de integridad de su información y de las transacciones que manipulan dicha información, es entonces cuando Clark y Wilson² publican un libro acerca de la política de seguridad comercial, y Brewer y Nash³ sobre la financiera. En 1989 ISO⁴ propone recomendaciones de seguridad en sistemas abiertos. En 1990 en Europa se propone el *ITSEC (Information Security Evaluation Criteria)*⁵ para evaluación de seguridad de sistemas, con un enfoque más comercial que el *Orange Book*.

1. EL ESTANDAR DE ENCRIPCIÓN DE DATOS.

Cuando se requieren comunicaciones protegidas entre usuarios de diferentes organizaciones, esto resulta un problema difícil de arreglar. Las organizaciones deben escoger dispositivos de ciframiento y si estos dispositivos son de diferentes fabricantes, probablemente estos serán incompatibles, así pues se hace necesario utilizar un estándar.

El primer intento hacia un estándar para el *cifrado* provino del gobierno federal de USA, el *cifrado* fue por supuesto usado antes de esta iniciativa, por el gobierno de USA. Esta iniciativa apuntó en áreas donde la autoridad consideró que lo datos en cuestión requerían de ciframiento y ameritaban protección de *criptografía*, en general las áreas fueron militares, diplomáticas y otras áreas de seguridad nacional.

² A comparison of commercial and military computer security policies, Clark and D.R. Wilson, IEE Symposium on Security and Privacy, USA, 1987.

³ The Chinese Wall Security Policy, Brewer y M. J. Nash, IEEE Symposium on Security and Privacy, USA, 1989.

⁴ Information Processing Systems OSI Reference Model Part 2: Security Architecture", International Standards Organization, USA, 1989.

⁵ Criteres d'évaluation de la sécurité des systèmes informatiques (ITSEC), Service Central de la Sécurité des Systèmes d'Information, Francia, 1990.

A. EL ROL DE LA NBS.

El *US Federal Department* le dió esta tarea al departamento de comercio, éste a través del *National Bureau of Standards* (NBS). Esta agencia tuvo la responsabilidad de diseñar estándares para el efectivo y eficiente uso de los sistemas de computación, a continuación un fragmento relevante de la cláusula PL 89-306 que dice: "El secretario de comercio está autorizado para realizar recomendaciones apropiadas al presidente relacionadas con el establecimiento de estándares uniformes acerca del proceso automático de datos de la federación.". Los estándares que se produjeron resultado de esta legislación fueron expresados en series de publicaciones bajo el título de *Federal Information Processing Standards*, éstos cubren hardware (códigos y transmisión de medios), software (documentación y lenguajes de programación), datos, etc..

Así la NBS estudió un programa para la seguridad en cómputo. Una de las primeras acciones en este programa fue expresar la necesidad de un estándar en la encriptación de datos.

La responsabilidad de la NBS se extendió primero a la protección de datos procesados y transmitidos por las agencias federales, y en ocasiones la asesoría a compradores en general de equipo de ciframiento. Esto ocasionó a su vez que los fabricantes de equipo fabricaran su equipo de acuerdo a los estándares.

En 1974 el congreso de los Estados Unidos tuvo una reunión a puerta cerrada y la seguridad de los datos era imprescindible para este acto, así la NBS tuvo la responsabilidad de desarrollar estándares de datos para cubrir las necesidades de dicho acto.

La NBS había estudiado desde 1972 un algoritmo apropiado de *cifrado* que satisfacía el estándar de la *Federal Information Processing Standard*, este algoritmo cuenta con los siguientes requerimientos:

- a) Debe proveer un alto nivel de seguridad.
- b) Debe ser completamente especificado y debe ser fácil de entender.
- c) La seguridad proporcionada por el algoritmo no debe estar basada en algoritmos secretos.
- d) Debe estar disponible para todos los usuarios y administradores.
- e) Debe ser adaptable para usarse en diversas aplicaciones.
- f) Debe ser económico para implementarse en dispositivos electrónicos y éstos deben ser eficientes.
- g) Debe ser receptivo a la validación.
- h) Debe ser exportable.

En Agosto del mismo año, un algoritmo desarrollado por IBM, satisfacía esos requerimientos, su nombre: "Lucifer".

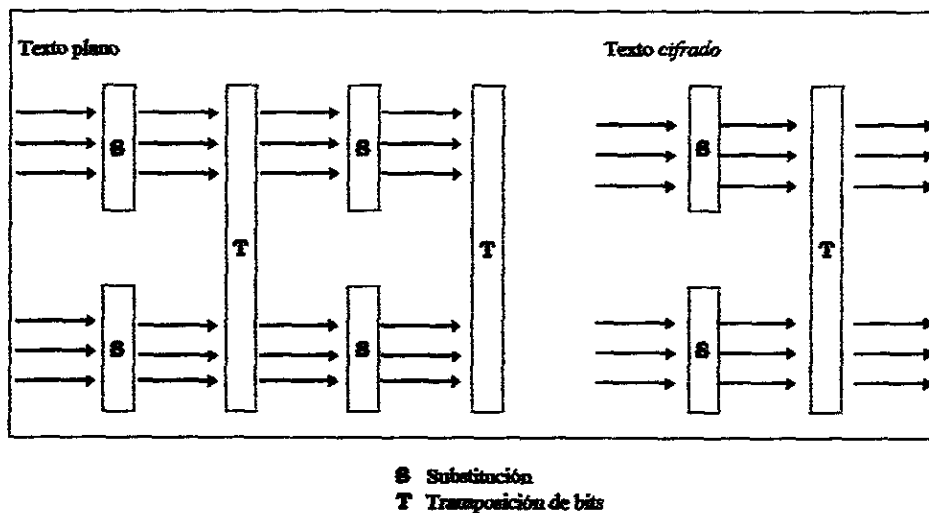


Figura 26 Cifrado con transposición y sustitución.

En la figura 26 el primer paso es la sustitución, los bits del bloque de texto plano son tomados en grupos y reemplazados por otros patrones de bits del mismo tamaño de acuerdo a tablas de sustitución (el cuadro que contiene una S), sin expandir los datos. El segundo paso es la transposición o reordenamiento, de los bits de la salida del primer paso. El tercer paso es la sustitución, en otras palabras se repite el primer paso, esto se repite hasta que el texto plano es indescifrable, el número de pasos será determinado por el usuario. A través del proceso inverso en cada caja de sustitución se logra el desciframiento.

2. SEGURIDAD DE ACCESO A INSTALACIONES INFORMATICAS.

La seguridad de un sistema depende frecuentemente de la correcta identificación de una persona, en los 80s, se empezaron a utilizar medios como tarjetas de plástico con una cinta magnética, estas tarjetas comenzaron a utilizarse bastante como medio de identificación, para el control de acceso a instalaciones. Adicionalmente a la tarjeta se le incluyo un *Personal Identification Number (PIN)*.

Otro medio utilizado es la identificación a través de características personales, esto es el tamaño de las manos, los dedos, el peso, ancho de la cabeza, largo del pie etc. Este método conocido como *antropometría* depende de almacenar registros de personas conocidas.

Un medio mas es la verificación de firmas (un sistema muy usado en los bancos).

Técnicas para medir el movimiento de una pluma han sido desarrolladas, una de ellas conocida como *teleautografía*, que es un sistema que registra los movimientos del estilo, los

movimientos son digitalizados para su posterior transmisión a través de una línea de comunicación. La *Teleautograph Corporation* es una compañía que se dedica al desarrollo de estos sistemas, estos sistemas funcionan de la siguiente manera: a los usuarios se les pide que realicen varias firmas de ejemplo. El sistema de verificación las analiza e introduce sus características dentro de los registros. El sistema puede ser programado para demandar más firmas hasta que sea satisfecho el parámetro de consistencia requerido.⁶

El estudio de las huellas digitales conocido como *dermatología*, es otro medio de identificación muy seguro ya que no existen dos personas con la misma huella digital.

3. SITUACION ACTUAL DE LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

Hoy en día se cuenta con mecanismos para la protección de información y la seguridad de acceso a instalaciones informáticas, como los siguientes:

Interfaces una computadora para lectoras de banda magnética que son utilizadas para: control de accesos. Las lectoras de banda magnética, se conectan al sistema a través de un interface, Así mismo, la interface incluye un microprocesador con el programa necesario para operar integralmente con los módulos del sistema. Esta interface está diseñada para obtener un doble control para el acceso a ciertas áreas ya que combina el registro a través de la banda magnética, con la confirmación de un N.I.P. digitado en el teclado. de los módulos soportados por el sistema.

Interface para control de *sensores* para controlar los diferentes dispositivos *sensores* que pueden ser controlados por el sistema. a continuación se mencionan algunos de ellos.

Sensores magnéticos (puertas). *Sensores* de vibración o impacto (ventanas y muros).
Sensores de presencia (azoteas). *Sensores* de temperatura (diferentes aplicaciones).

Sensores Magnéticos: Para uso en puertas, aplicación en instalaciones informáticas.
A. Uso Normal: Envía señales al sistema del estado actual de la puerta. (Abierta o Cerrada).
B. Modo Seguridad: Envía la señal de que la puerta ha sido abierta para que el sistema inicie la fase de alarma.

Sensores de vibración: Envía la señal de que la ventana ha sido abierta, han roto el vidrio o muro para que el sistema inicie la fase de alarma.

Sensores de presencia: Detecta la presencia de un cuerpo y envía la señal al sistema para iniciar la fase de alarma.

Estas interfaces han sido diseñados para responder los eventos de alarma generadas por las interfaces *sensores*.

⁶ Security for Computer Networks, D.W. Davies y W.L. Price, Ed. John Wiley & Sons, UK, 1984.

4. FUTURO DE LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

Hoy en día no existe una aplicación de seguridad de acceso instalaciones a través de sensores ópticos que utiliza una red *neuronal* que reconozca patrones, la posibilidad de una sistema de seguridad de esta naturaleza proporciona la siguientes ventajas.

- A. No existe la necesidad de utilizar vigilantes humanos.
- B. Resulta un sistema económico.
- C. La red *neuronal* puede ser entrenada para reconocer cualquier patrón.
- D. En caso de existir cambios en los patrones a reconocer, la red *neuronal* se adapta a dichos cambios.
- E. La velocidad de respuesta dependerá de la cantidad de procesadores que se utilicen, o e la cantidad de nodos de la red *neuronal*, cabe recordar que una red por su naturaleza es un sistema de procesamiento paralelamente masivo.
- F. La red puede autocorregir sus errores.
- G. Aunque existen diversos algoritmos para el aprendizaje de una red *neuronal*, todos se basan en la misma estructura por lo es bastante general la implementación de una red *neuronal*.

Por lo antes mencionado la utilización de un medio de seguridad de este tipo resulta excelente, recordando el ejemplo del empleado de *Intel* que robo los planos, cabe la pregunta de que hubiera sucedido si la compañía hubiese contado con una red *neuronal* que reconoce patrones para autenticar el acceso información valiosa para la compañía, si cada empleado que deseara acceder información valiosa de la compañía desde una terminal remota, se le pidiera como requisito contar con una videocámara para reconocer a las personas que intentan obtener información seria una barrera muy difícil de traspasar, es posible robar contraseñas, pero es muy difícil suplantar físicamente a otra persona, tal vez el robo de información de *Intel* no hubiera ocurrido.

IV. OBJETIVOS DE LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

La seguridad de acceso a instalaciones tiene como objetivo crear mecanismos para prevenir o detectar el acceso a instalaciones, terminales o dispositivos de una organización. Los mecanismos de seguridad pueden ser implementados vía hardware, software o una combinación de ambos, para prevenir *ataques pasivos* (obtención de información) o *ataques activos* (modificación de información), y así impedir que personas ajenas a la empresa obtengan información privilegiada de la misma.

La seguridad en la transferencia de información tiene como objetivo garantizar la confidencialidad e integridad de la información, así mismo debe existir disponibilidad de la

misma y recursos para los usuarios legítimos, la seguridad en cómputo también implica que los recursos sean usados por personas no autorizadas o que se utilicen de manera inadecuada. Este objetivo es el mismo en diferentes situaciones, pero toma ciertas características de acuerdo a las necesidades de cada entorno, son tres los entornos que se analizan: la seguridad militar, la seguridad comercial y la seguridad financiera:

1. SEGURIDAD MILITAR.

La política de seguridad militar es el conjunto de reglas que fueron propuestas para controlar la información clasificada del gobierno, con estas reglas se pretende que la información no sea divulgada, es decir, la información debe ser confidencial.

La seguridad de un sistema posee la propiedad de confidencialidad si, la información manipulada por éste no es disponible ni puesta en descubierto para usuarios, entidades o procesos no autorizados. Las reglas de seguridad para los documentos del Departamento de Defensa de los E.U., conocidas bajo el nombre de *Política de Seguridad Militar o Política de Multinivel* especifican que:

- A. Toda información tiene asociada una clase de seguridad, es decir, que todo conjunto de datos está etiquetado según su clasificación.
- B. Toda persona tiene asociado un nivel de autorización, es decir, a cada usuario le es asignado un nivel, que determina a qué datos puede tener acceso y a cuales no.

La naturaleza de las clasificaciones de seguridad y de los niveles de autorización es la siguiente:

- A. Un nivel de seguridad (*Unclassified, Secret y Top-Secret*).
- B. Un conjunto de categorías (*Seguridad, OTAN, ONU, Nuclear, etc.*).

La razón por la cual se debe clasificar la información es para controlar que no sea divulgada a individuos no autorizados. Para resolver por completo el problema de versiones no autorizadas de información, se requiere de un mecanismo de control de escritura tan bueno como el de lectura. Esta política fue formalizada por Bell y La Padulla⁷ El mecanismo de control de lectura y escritura que propusieron considera lo siguiente:

- A. Seguridad simple: Condición de lectura hacia abajo. Un sujeto (usuario) tiene acceso de lectura a un objeto (información), si la clasificación de seguridad del sujeto domina (es superior o igual a aquella del objeto).
- B. Propiedad: Condición de escritura hacia arriba. Un sujeto tiene acceso en escritura sobre un objeto, si la clasificación de seguridad del objeto domina a aquella del sujeto.

Un importante componente del mecanismo utilizado en esta política es que checa la clasificación de todas las lecturas y escrituras, aunque estos controles no son suficientes para

⁷ Security Computer Systems: Mathematical Foundations and Model, Bell y L. J. LaPadula, Ed. MITRE Corp. Bedford Massachusetts, USA, 1974.

hacer cumplir las reglas de seguridad militar porque los usuarios autorizados no pueden ser totalmente confiables. Por lo tanto, para hacer cumplir esta política, el sistema debe protegerse a sí mismo, tanto de los usuarios no autorizados como de los autorizados, ya que éstos pueden desclasificar información como resultado de un error, como una acción ilegal deliberada o porque invoquen un programa que sin su consentimiento desclasifique la información. La desclasificación también ocurre por el copiado de información.

Además el *Orange Book* considera otros mecanismos que deben ser usados para poner en práctica la seguridad, como la *autenticación* y autorización de usuarios, generación de informes de auditoría y asociación de etiquetas de control de acceso.

2. SEGURIDAD COMERCIAL.

En el entorno comercial es importante prevenir la divulgación no autorizada de información, y la modificación no autorizada de la misma información.

La seguridad de un sistema posee la propiedad de integridad si, los datos manipulados por éste no son alterados o destruidos por usuarios, entidades o procesos no autorizados.

En el ambiente de integridad comercial, el poseedor de una aplicación y los controles de procesamiento de datos implementados para la organización, son los responsables de asegurar que todos los programas sean transacciones bien formadas. Aquí, existe un *staff* que se responsabiliza de que los usuarios puedan ejecutar transacciones de tal forma que cumplan con el modelo de separación de funciones. El sistema asegura que el usuario no pueda evitar estos controles.

Una de las preocupaciones de los corporativos al ejecutar transacciones en las redes son los niveles de seguridad, además de que en la actualidad se cuenta con un nuevo medio para el intercambio de información comercial, que es el *EDI, Electronic Data Interchange*, a través de este medio se pueden intercambiar transacciones o documentos comerciales de una manera mas económica y eficiente, pero la transmisión de la información puede correr riesgos, actualmente para el intercambio de información comercial se utilizan redes *VAN, Value Added Network*, las cuales son redes privadas que cuentan con "buzones" (un buzón es un espacio físico en disco donde se almacena información que envía un socio de negocios, una vez en el buzón la información puede ser tomada por el socio de negocios quien recibe la información), actualmente en México se encuentran 3 redes *VAN*, que son *advantis* de IBM, *cnet* de *Sterling Commerce*, y *geis* de *General Electric*, en Estados Unidos *geis* es la más importante, pero en México lo es *cnet*.

Así pues dada la naturaleza de los documentos enviados por *EDI*, se requiere de seguridad para el envío y recepción de información comercial, por lo que el *EDI* implica riesgos para los sistemas de cómputo, ya que *EDI* lo que hace es compartir archivos de salida que antes eran compartidos como formatos impresos (ordenes de compra, facturas etc.), los cuales pueden ser modificados.

La posibilidad de modificar datos, es poco probable debido a que las redes que se utilizan son privadas sin embargo los productos que proporcionan *EDI* proveen de mecanismos de seguridad para salvaguardar la información como son *firewalls*, y *password*, y una vez que la información es enviada o recibida se produce un "reconocimiento" que contiene la información de quien envía o recibe y un a fecha del envío, y por último la información puede ser cifrada para garantizar su integridad.

3. SEGURIDAD FINANCIERA.

Brewer y Nash⁸ proponen esta política (también conocida como la *muralla China*), la cual se basa en la política de acceder la información que no esté en conflicto con ninguna otra información que ellos ya posean. En un sistema computacional sólo se puede tener acceso a la información que haya sido tomada por el sistema, y que el usuario haya accedido previamente.

El acceso a la información es concedido sólo si el objeto solicitado por un sujeto:

Está en el mismo conjunto de datos de la compañía de un objeto que ya ha sido accedido por el sujeto, es decir, que está dentro de la *muralla*.

Pertenece a una clase de conflicto de interés totalmente diferente.

A. ORGANIZACION DE LOS DATOS.

Toda la información corporativa es almacenada en un sistema jerárquico. Existen 3 niveles:

- a) Nivel más bajo: Aquí se consideran partidas individuales de información cada una concerniente a una sola corporación.
- b) Nivel intermedio: Se agrupan todos los objetos pertenecientes a la misma corporación en algo que se le llama conjunto de datos de la compañía.
- c) Nivel más alto: Aquí se agrupan todos los conjuntos de datos de las compañías cuyas corporaciones están en competencia. A dichas agrupaciones se les llaman "clases de conflicto de interés". Un ejemplo de los nombres de las clases de conflicto de interés podría ser el sector de negocios (servicios financieros, petroquímica etc.).

Se asocia cada objeto con el nombre del conjunto de datos de la compañía a la cual pertenece, y al nombre de la clase de conflicto de interés a la que pertenece.

Con el fin de ejemplificar consideremos los conjuntos de datos del banco A, de la compañía de petróleo A y la compañía de petróleo B, un usuario nuevo puede acceder a

⁸ The Chinese Wall Security Policy, Brewer y M. J. Nash, IEEE Symposium on Security and Privacy, USA, 1989.

cualquier conjunto de datos que desee ya que este usuario no posee ninguna información y por lo tanto tampoco existe conflicto de interés, aunque más tarde éstos pueden surgir.

Suponiendo que el usuario accesa primeramente al conjunto de datos de la compañía de petróleo A, entonces se dice que ese usuario posee información que concierne a esta compañía. Más tarde él pide acceder al conjunto de datos del banco A. Esto se permite porque el conjunto de datos de la compañía de petróleo A pertenecen a diferentes clases de conflicto de intereses, y entonces no existe conflicto. Ahora, si la petición de acceso es al conjunto de datos de la compañía de petróleo B esta petición debe ser negada porque existe un conflicto entre el conjunto de datos que se pide (La compañía de petróleo B) y aquel conjunto de datos que ya se posee (Compañía de petróleo A).

Se pudo observar que inicialmente, el usuario tuvo completa libertad para acceder al objeto de su preferencia, y con la selección inicial realizada se creó una *muralla china* para el usuario alrededor del conjunto de datos. En realidad no importa si el conjunto de datos de la compañía de petróleo A fue accedido antes o después que el conjunto de datos del banco A, pero si la compañía de petróleo B hubiese sido accedida antes de la petición de acceder al conjunto de datos de la compañía de petróleo A, serían muy diferentes las restricciones y la muralla que se formaría. En este caso sería negado el acceso al conjunto de datos de la compañía de petróleo A y lo que el usuario podría poseer será la compañía de petróleo B y el banco A.

Los teoremas de esta política son:

- a) Una vez que un sujeto ha accedido un objeto los únicos otros objetos accesibles por ese sujeto descansan dentro del mismo conjunto de datos de la compañía o dentro de una diferente clase de conflicto de interés.
- b) Un sujeto puede tener acceso, a lo más a un conjunto de datos de compañía en cada clase de conflicto de interés.
- c) El flujo de información "no saneada" está confinado a su propio conjunto de datos de la compañía, la información "saneada" puede fluir libremente a través del sistema.

B) VIOLACIONES INDIRECTAS.

Dentro de esta política son posibles las violaciones indirectas, supongamos que se tienen dos sujetos, el usuario A y el usuario B, entre los dos tienen acceso a los tres conjuntos de datos, a la compañía de petróleos A y la compañía de petróleos B y al banco A, el usuario A tiene acceso a la compañía de petróleos A y al banco A, mientras que el usuario B tiene acceso a la compañía de petróleos B y al banco A. Entonces si el usuario A lee información de la compañía de petróleos y la escribe en el banco A entonces el usuario B puede leer información de la compañía de petróleos A. Esto no debe estar permitido debido al conflicto de interés entre la compañía de petróleos A y la compañía de petróleos B. Por lo tanto para prevenir tales violaciones se debe cumplir lo siguiente:

El acceso en escritura será permitido sólo si:

- a) El acceso es permitido por la seguridad simple.
- b) Ningún objeto puede ser leído si está en un conjunto de datos de compañía diferente a aquel de donde el acceso en escritura es solicitado y dicho objeto contiene información no saneada.

En general, se ha demostrado que la representación formal de esta política permite que el acceso a los bancos de datos de una compañía sea posible sólo si no representa competencia, es decir, que no genere conflicto de interés por la compañía que realiza el acceso. De esta manera, todas las compañías que no compiten, están dentro de la muralla y pueden compartir su información.

Existen diferentes métodos para obtener seguridad en cómputo como son la *autenticación*, las políticas de seguridad, los servicios de la seguridad, y *criptografía* todos ellos necesarios para garantizar la seguridad de un activo intangible muy importante: la información.

V. ELEMENTOS DE LA SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

1. AUTENTICACION.

Un dato, mensaje, archivo o documento es "auténtico" cuando es genuino y proviene de un origen confiable. [DAVIES, PRICE, 1984].

La *autenticación* es un procedimiento para identificar usuarios, es un mecanismo de autorización para acceder datos o modificarlos, con la *autenticación* se puede lograr identificar al usuario que manda un mensaje.

2. POLITICAS DE SEGURIDAD.

Las políticas de seguridad son un conjunto de reglas que se aplican a todas las actividades referidas al tema en cuestión en un "dominio de seguridad". Un dominio de seguridad es típicamente el conjunto de procesos y recursos de comunicación que pertenecen a una organización. Las reglas son establecidas por una autoridad para ese "dominio de seguridad".

Niveles de políticas de seguridad:

- A. Objetivos de las políticas de seguridad: Se refieren a que una organización debe informar cómo va a llevar a cabo la protección de sus recursos.
- B. Políticas de seguridad en la organización: Son el conjunto de leyes, reglas y prácticas que reflejan cómo un organización se administra, protege y distribuye sus recursos para llevar a cabo los objetivos de la política de seguridad.

C. Políticas de seguridad en los sistemas: Se refiere a cómo una información específica de la tecnología de sistemas es planeada para soportar los requerimientos de las políticas de seguridad de una organización. [RED, 1995].

3. SERVICIOS DE LA SEGURIDAD.

En el contexto de las comunicaciones entre computadoras, el principal guardián de la seguridad son los "servicios de la seguridad". Existen cuatro servicios de seguridad:

- A. Servicio de *autenticación*: La *autenticación* es la medida de contar las violaciones de acceso al sistema, las cuales pueden directamente llevar a que los compromisos de cualquiera de los fundamentos de la seguridad se cumplan. La *autenticación* se aplica en un contexto particular al momento de hacer presente la identificación del usuario, cuando se lleva a cabo una conexión al sistema.
- B. Servicio de control de acceso: El objetivo del control de acceso es proteger el acceso no autorizado a cualquier recurso (*recursos de cómputo, comunicación o de información*).
- C. Servicio de confidencialidad: El servicio de confidencialidad protege a la información de ser descubierta o revelada a entidades (personas u organizaciones) no autorizadas a tener la información.
- D. Servicio de integridad de datos: Los servicios de integridad de datos actúan como guardias de las amenazas que la información pueda sufrir al tratar de ser cambiados de manera inconsistente. Alterar la información implica insertar datos adicionales o borrarlos, modificarlos, o reordenar partes de la misma. [RED,95].

4. CRIPTOGRAFIA.

La *criptografía* es la tecnología por medio de la cual se transforma la información a una forma ininteligible para cualquier entidad que no sea el destinatario. Existen dos tipos de *criptografía*.

A. LLAVE SECRETA SIMETRICA.

Se le conoce como *llave simétrica* porque el conocimiento de la *llave secreta* es conocida por quien envía el mensaje, y quien lo recibe.

B. LLAVE ASIMETRICA O LLAVE PUBLICA.

En este modelo cada usuario debe contar con un par de llaves relacionadas entre si:

- a) *Llave pública*, que da a conocer para que cualquier persona pueda usarla para enviarle mensajes encriptados a un destinatario.
- b) *Llave privada*, que sólo el destinatario posee y conoce para descifrar la información cifrada que recibe.

La operación de *cifrado* y *descifrado* de texto se muestra en la siguiente figura:

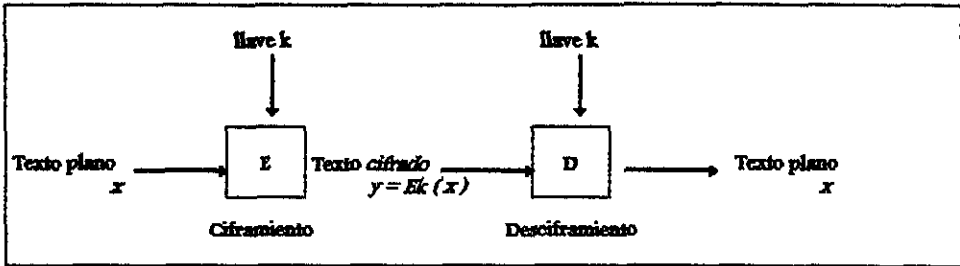


Figura 27 Notación para ciframiento y desciframiento.

Las letras D y E están reservadas para el ciframiento y desciframiento de funciones respectivamente. En una notación matemática se utiliza la siguiente función si x es el texto plano:

$$y = Ek(x)$$

El resultado del ciframiento y su función inversa:

$$x = Dk(y)$$

expresa el desciframiento del texto *cifrado* para producir el texto plano. En ambas variables, la variable k es la llave.

C. FUNCIONES DE CIFRADO.

Las funciones de *cifrado* más utilizadas son las que no expanden el texto. Un bloque *cifrado* para un bloque de n -bits de 2^n diferentes valores de texto plano corresponde a 2^n valores de texto *cifrado*. Esto es una permutación de estos valores de 2^n , el posible número de permutaciones es $(2^n)!$.

Para obtener el valor de llave k , y x es el rango para todos los posibles valores.

La fórmula para el ciframiento es la siguiente: $x = Dk [Ek(x)]$ y esto implica otra función de desciframiento $x = Ek [Dk(x)]$. En otras palabras el ciframiento y el desciframiento pueden ser intercambiados. Esto se ilustra en la siguiente figura:

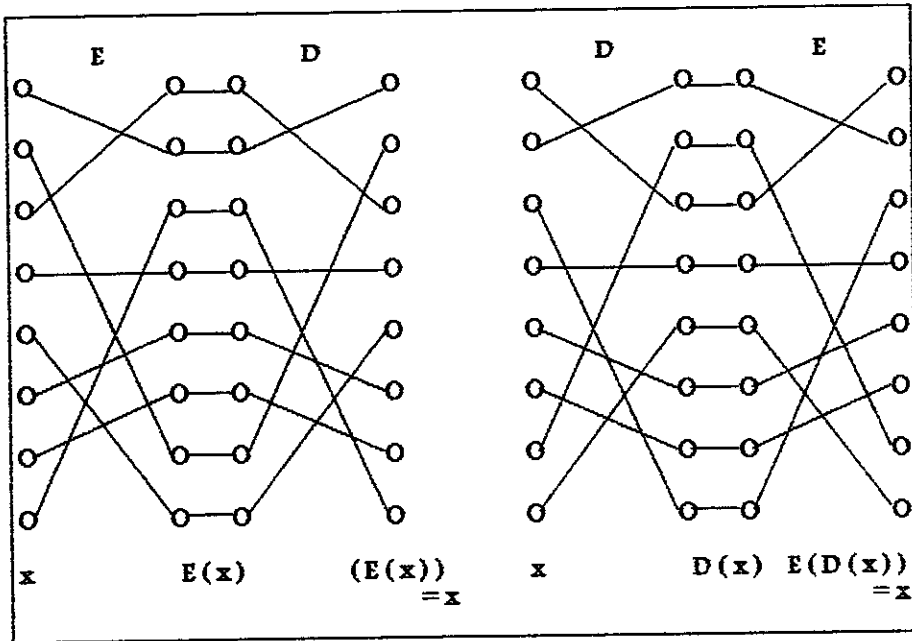


Figura 28 Intercambio entre funciones de cifrado y descifrado. (La E significa *Encriptado*).

D. PROPIEDADES DEL CIFRAMIENTO.

El proceso de ciframiento consiste en tomar un mensaje en palabras e intercambiarlo por un código equivalente, el código puede ser alfabético o numérico, el código es arreglado en un orden secuencial. El reemplazo del código por el mensaje equivalente, todo este proceso constituye el ciframiento.

5. ADMINISTRACION DE LLAVES.

La seguridad del ciframiento depende de la protección de la llave, así pues, se concentra el riesgo, en el descubrimiento de la llave en el orden de que los datos pueden ser tratados más fácilmente. Por esta razón la administración de llaves es un factor vital en la seguridad de los datos. En una red los mensajes son transmitidos entre muchas terminales y *host*. La esencia del ciframiento es mantener a los usuarios y las terminales separadas para que no puedan leer o interferir con los otros mensajes excepto si les es permitido por la compartición de llaves, esto es complejo, problemas similares son presentados en una computadora *host* que almacena archivos de diferentes usuarios y se pregunta que *communique* a alguno de ellos, bajo estricto control con otros usuarios.

Un esquema de administración de llaves debe permitir manejar múltiples usuarios,

múltiples *hosts* y múltiples terminales protegiendo los datos y el almacenamiento en una red.

La administración de llaves incluye aspectos como el manejo de generación de llaves y su eventual destrucción. La principal complejidad ocurre en la distribución de llaves para su almacenamiento.

A. GENERACION DE LLAVES.

El método ideal para la generación de llaves es hacerlo de manera aleatoria, un método clásico para generar números aleatorios es conocido como "lanzar una moneda" o "arrojar los dados". Este método es sugerido por IBM y lo importante de la generación aleatoria es que el número resultante sea impredecible.

B. VERIFICACION DE IDENTIDAD.

La seguridad de un sistema depende frecuentemente de identificar correctamente a la persona que se encuentra en una terminal. Davies y Price⁹, mencionan que los métodos para identificación de identidad se pueden dividir en cuatro grandes categorías:

- a) Empleo.
- b) Algo que conozcamos acerca de la persona y algo que posea la persona.
- c) Una característica física de la persona.
- d) El resultado de una acción involuntaria de la persona.

Un *password* y un pasaporte son ejemplo de las categorías 1 y 2, una huella digital es un ejemplo de la categoría 3, una firma sería el ejemplo de la categoría 4 ya que los movimientos de la mano no son totalmente controlados.

6. PAREDES DE FUEGO (FIREWALL).

Con una conexión *Internet* normal e insegura, cualquier persona del exterior puede, por ejemplo, acceder a un sistema de archivos de un servidor UNIX, obtener una conexión directa con *telnet*, u obtener archivos a través del protocolo *ftp*.

Para hacer estos riesgos manejables, en los años 80 surgieron las versiones electrónicas de las paredes de fuego, ya que las compañías se dieron cuenta de que necesitaban nuevos medios para proteger sus recursos de los accesos no autorizados.

Una *firewall* sirve como un escudo ante el mundo exterior y provee mayor seguridad que la que ha sido lograda hasta hoy a través de contraseñas.

Los mecanismos utilizados varían pero, en principio la pared puede concebirse como un par de mecanismos: uno que existe para bloquear el tráfico y otro que existe para permitir

⁹ Security for Computer Networks, D.W. Davies y W.L. Price, Ed. John Wiley & Sons, UK, 1984.

el tráfico.

A. PROTECCION DE UNA FIREWALL.

Un *firewall* protege a la red privada del mundo exterior mediante el filtrado de paquetes, *circuit gateways* (puertas de acceso por hardware) y *application gateways* (puertas de acceso por software) y normalmente es configurada para proteger a los sistemas contra accesos no autenticados desde el mundo exterior. Los modelos más avanzados bloquean el tráfico que intenta entrar a la red, pero permiten a los usuarios de la misma la libre comunicación con el exterior.

B. DEBILIDADES DE UNA FIREWALL.

Las paredes de fuego no son seguras contra los virus dado que hay muchas maneras de codificar archivos binarios, muchas arquitecturas diferentes y miles de virus para poder filtrarlos. En general, no brindan protección contra ataques basados en datos que son copiados al interior de la red y se ejecutan en la misma.

C. TIPOS DE PAREDES DE FUEGO.

Aunque existen varias clasificaciones, una de las más útiles las separa de acuerdo a los componentes principales. Sin embargo, es raro verlas en la vida real, ya que las paredes de fuego modernas se crean a partir de la combinación de tres tipos de paredes:

a) Barreras inter-red.

Se pueden usar para segmentar una red en varios dominios (grupos de servidores o usuarios), los cuales no pueden ser traspasados por sus diferentes usuarios a menos que demuestren tener los derechos suficientes para ello.

Este tipo de barreras se construyen al configurar adecuadamente los ruteadores y puertas de acceso (*gateways*) localizados dentro de los límites de la red a proteger. Su desventaja es que puede ser fácilmente penetrada.

b) Paredes de fuego basadas en ruteadores.

Esta solución aísla el punto de enlace entre la red privada y el mundo exterior a un *ruteador*, que frecuentemente está asociado a un *concentrador (host)* especialmente configurado. En realidad son dispositivos configurados para direccionar datos desde una red hacia afuera y permitir el ruteo de ciertos tipos de datos hacia la misma. Así pues, y dado que permiten la comunicación en ambas direcciones, las paredes de fuego basadas solamente en *ruteadores* no son una buena elección cuando se necesita un buen nivel de seguridad.

Para solucionar los problemas mencionados, suele añadirse un segundo *ruteador* y un *concentrador* especialmente configurado entre ambos que sirve como puerta de acceso, lo cual da lugar a dos variaciones: La configuración de *bastión* y la de *diodo*.

Una pared de fuego en su versión de *bastión* es básicamente un par de *ruteadores*

con un *concentrador* entre ellos, el cual está configurado para proteger a la red y su éxito está determinado en el grado de acceso otorgado a cada uno de los *ruteadores*, ya que la red protegida está aislada del mundo exterior. El *bastión concentrador* es la plataforma en la que se ejecuta el software de la pared como se muestra en la siguiente figura:

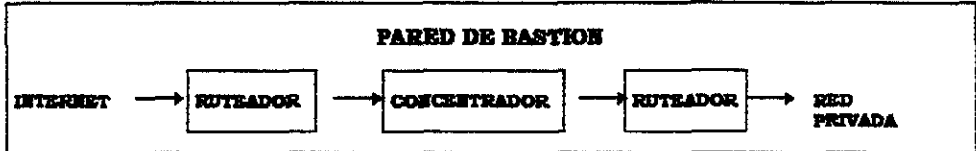


Figura 29 Firewall de pared de bastión.

Por su parte, una pared *diodo* está compuesta por un *concentrador* y dos *ruteadores* entre los que se permite el tráfico originado dentro de la red y se niega el que viene de fuera. La red sólo se comunica con el *ruteador* interno, el cual a su vez sólo se comunica con el *ruteador* externo que está limitado a comunicarse con el *concentrador* puerta de acceso. Este *concentrador* que se encuentra en el medio hostil, está configurado para permitir únicamente las comunicaciones hacia afuera, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 30 Firewall de pared de diodo.

El principal problema de las paredes de fuego basadas en *ruteadores* es que al menos se debe permitir un tipo de tráfico hacia dentro de la red: el protocolo de transferencia de archivos ftp, por lo que los intrusos pueden copiar archivos hacia la red protegida.

c) Pared de fuego basada en software.

Se construye mediante aplicaciones de software llamadas servicios *proxy* (por el vocablo inglés que denomina el proceso de apoderado). Un servidor *proxy* es una aplicación que sirve de mediador entre una red protegida e *Internet*. Los *proxies* también se utilizan en vez de *ruteadores* como controladores de tráfico entre redes.

Muchos *proxies* contienen *autenticación* extra o dispositivos de acceso adicionales y, dado que dependen fuertemente del protocolo usado, pueden desarrollar mecanismos de seguridad específicos para cada protocolo. Por ejemplo, un *proxy* de protocolo de transferencia de archivos ftp puede configurarse para permitir las recepciones de ftp pero bloquear las salidas. [RED, 95].

7. SEGURIDAD DE ACCESO A INSTALACIONES INFORMATICAS.

A. PROTECCION CONTRA INTRUSOS.

Permite prevenir el ingreso de personal no autorizado, así como dar una respuesta adecuada a un intento de ingreso no autorizado. Los elementos que permiten cubrir estas funciones pueden ser sensores ópticos que alimenten a una red neuronal que reconoce patrones, si la persona es la autorizada se le permitirá el acceso a las instalaciones.

Los sensores ópticos o de proximidad determinan si hay zonas ocupadas en el horario de trabajo, o en espacios autorizados, entonces la estación de supervisión avisa al personal de vigilancia sobre la situación irregular.

B. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION.

Facilita notablemente las labores del personal de vigilancia ya que permite la observancia de la totalidad de las áreas del inmueble desde un centro de vigilancia. Lo anterior mediante la instalación de cámaras, video y monitores.

C. CONTROL DE ACCESO.

Permite restringir el ingreso y desplazamiento en el interior del inmueble a todo tipo de persona de acuerdo a la política de la empresa. Este control puede ser desde la tarjeta personal con clave numérica hasta la red neuronal de reconocimiento de patrones.

A través de la estación una supervisión del edificio inteligente, la red neuronal puede decidir qué personal o usuarios tiene acceso a una zona, oficina o cuarto, aunque en la práctica es necesario que se supervise la actuación de la red neuronal.

Como medida de seguridad, desde la estación de supervisión se puede saber qué usuario entró además del día y la hora en que lo hizo.

La seguridad para impedir el acceso a instalaciones a personal no autorizado tradicionalmente se lleva a cabo a través de vigilancia, y en México se sigue utilizando este sistema de seguridad en la mayoría de las instituciones de gobierno y privadas, algunas instituciones utilizan cámaras de televisión, o tarjetas con código magnético, y lo mas avanzado que existe actualmente es la base de datos con imágenes, este tipo de bases de datos almacena imágenes, como puede ser una huella digital, cuando una persona desea acceder a una instalación simplemente muestra su dedo pulgar a una cámara que captura la imagen, la digitaliza y la compara con las imágenes que se encuentran en la base de datos, si las imágenes son las mismas, se permite el acceso, sin embargo este sistema presenta un inconveniente, si una persona sufre una transformación en la forma de su huella digital, debido por ejemplo a un accidente, le será negado el acceso, así dicho sistema no es flexible, caso contrario si se utiliza un *sensor* óptico que digitalize la imagen y alimente a una red neuronal que es entrenada para reconocer patrones, si la persona sufre cambios en su huella

digital, la red *neuronal* es capaz de reconocer que se trata de la misma persona pero con algunos cambios, esto resulta en sistema de seguridad eficiente y además económico como se muestra con la siguiente información obtenida en las tiendas de electrónica de la calle de república del salvador en el centro histórico de la ciudad de México.

	Costo de un <i>sensor</i> óptico	\$50
Sueldo mensual de un vigilante	Costo de una tableta	\$100
	Soldadura	\$30
	Alambre	\$10

La cantidad de *sensores* ópticos dependerá del tamaño de la imagen que se desee captar.

VI. APLICACIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

1. CONTROL DE ACCESO AL CENTRO DE COMPUTO.

Este tipo de sistemas garantizan que solo el personal autorizado podrá ingresar al centro de procesamiento de datos, por lo cual se disminuirá considerablemente el riesgo de robo, destrucción o manipulación no autorizada de equipos de información (desastres producidos por el hombre). Los controles durante los descansos y cambios en turno son de especial importancia. El medio que permite identificar al personal, puede ser a través de teclados y cables numéricas, otros realizan la identificación a través de tarjetas codificadas o tarjetas con cintas magnéticas, otros mas lo hacen con una combinación de los sistemas anteriores. Hay otros sistemas de identificación que se basan en quien es la persona y no en que tiene a persona (que acabamos de mencionar), como los de reconocimiento de firmas, de huellas digitales, sistemas de reconocimiento de las líneas de la mano, de voz, reconocimiento de la retina, etc., llamados sistemas *biométricos*. A los sistemas descritos anteriormente se les llama sistemas de identificación y autenticación, ya que intentan no solo conocer sino saber sino esa identidad es autentica. Cuando se utilizen estos sistemas automáticos para las puertas debe existir un sistema adicional que funciona como puerta de emergencia. Las aperturas que se usen para recepción y entrega de datos deberían estar en un área separada del centro de cómputo con una división a prueba de fuego. Tomando en cuenta que el centro de cómputo esta (en la mayoría de los casos) dentro del edificio de oficinas de la empresa, las medidas de control de acceso al centro de cómputo comienzan con las medidas de control de acceso.

A. GUARDAS Y MONITOREO ELECTRONICO.

Se emplean policías que permanecen constantemente a la entrada del centro de cómputo vigilando o al menos haciendo rondas cada determinado tiempo o monitoreando a través de un circuito cerrado de televisión.

B. PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO.

Se utilizan gafetes de identificación, listas de acceso, áreas restringidas, etc..

C. CONTROL DE ACCESO DE TERCERAS PERSONAS.

Aquí se incluye al personal de limpieza, a los técnicos de diversos sistemas localizados en le centro de cómputo por ejemplo aire acondicionado e impresoras, a los visitantes autorizados. Todos ellos deben de ser identificados previamente, controlados y vigilados en sus actividades durante el acceso.

D. SISTEMAS BIOMETRICOS.

Cinco tecnologías biométricas son las que se están comercializando principalmente:

- a) Patrón de huellas digitales.
- b) Geometría de la mano.
- c) *Scaneo* retinal.
- d) Verificación de voz.
- e) Dinámica de firma.

Estos sistemas no son del todo confiables dadas las siguientes circunstancias, en primer lugar, el dispositivo *biométrico* rechaza una persona cuya identidad es válida, y en segunda la frecuencia con que el dispositivo acepta a un impostor.

a) Patrón de huellas digitales.

Es un técnica de identificación personal, donde la tecnología es la comparación de patrones.

b) Geometría de la mano.

Estos sistemas miden, gravan y comparan la longitud de los dedos translucidez de la piel, grosor de la mano y forma de la palma.

c) *Scaneo* retinal.

Los patrones de las venas del ojo humano son únicos, un *scaner* digital analiza esas venas para determinar la identidad de una persona esta tecnología, introducida en 1983 se usa principalmente en instalaciones de alta seguridad muchos consumidores estaban preocupados acerca de contraer gérmenes, pero los *scaner* actuales no requieren contacto.

d) Verificación de voz.

Esta técnica se desarrollo a principios de la década de 1970 los primeros sistemas tenían tasas de error muy altas, por ejemplo un resfriado alterar la voz y dejar a un usuario sin posibilidades de ser aceptado. Afortunadamente esto se ha corregido casi en su totalidad.

e) Dinámica de firma.

Desafortunadamente los falsificadores son muy hábiles para duplicar firmas. Por esta razón las firmas estáticas no son útiles como identificación personal. Las técnicas más nuevas se basan en un *sensado electrónico* y medición de los movimientos de la pluma mientras se está firmando. La falsificación de este tipo de firma es casi imposible estos sistemas ahora se basan en un tapete sensible donde se firma debido al tiempo extra y al esfuerzo para firmar, este método no es un buen candidato para control de acceso físico a áreas con alto volumen de tráfico, especialmente donde las mismas personas están entrando y saliendo todo el día. su aplicación para el acceso es más adecuada para entradas a instalaciones de alta seguridad.

VII. HERRAMIENTAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES INFORMATICAS.

1. SAINT.

SAINT, Security Analysis Integrator Tool, es una herramienta de seguridad y su función general es la de analizar e integrar reportes generados por el sistema y las herramientas de seguridad instalados en el mismo, esto es para obtener una visión más general del comportamiento de los usuarios, así como del mismo sistema. Este programa nace en el Area de Seguridad en Cómputo en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico en la UNAM, como parte de sus tareas de investigación y desarrollo en herramientas de seguridad que satisfagan las diferentes necesidades de los administradores en sistemas UNIX de la Universidad ¹⁰.

A. CARACTERISTICAS DE SAINT.

- a) Extensible: Capacidad de añadir nuevos módulos al sistema.
- b) Configurable: El usuario puede especificarle los casos importantes en seguridad.
- c) Portable: Puede utilizarse en un ambiente heterogéneo.

B. ACCIONES QUE REALIZA SAINT.

La operación de *SAINT* esta dividida en cuatro grandes etapas, que se enumeran de la siguiente forma:

¹⁰ Memorias del Día Internacional de la Seguridad en Computo, DGSCA, México, D.F., 1996.

- a) Recolección y homogeneización de los datos.
- b) Ordenamiento de los eventos.
- c) Análisis de los eventos.
- d) Presentación de los resultados.

C. RECOLECCION Y HOMOGENEIZACION DE LOS DATOS.

El primer paso es obtener información de uno o posiblemente de varios sistemas de cómputo, para facilitar el proceso posterior de la información, *SAINT* obtendrá la información necesaria de todas las fuentes que sean necesarias, con base en su configuración y convertirá todo esto en un formato que facilitará las siguientes etapas del proceso debido a que, existe un programa para cada una de las herramientas, esto ofrece las siguientes ventajas:

- a) Cada módulo se especializa en un solo tipo de datos, lo cual hace a cada módulo fácil de probar.
- b) Cada módulo puede ser escrito en el lenguaje que sea idóneo según la tarea a realizar, siempre y cuando cumpla con las especificaciones de *SAINT*.
- c) Cada módulo puede obtener su información de donde le sea más apropiado. La puede obtener de un archivo, la misma red o de otro programa. Este proceso debe ser transparente para *SAINT*.
- d) Módulos extra pueden ser fácilmente añadidos, reemplazados o modificados para trabajar con herramientas nuevas o nuevas versiones de las herramientas.
- e) Formato común de datos.

El diseño del formato común de datos (*FCD*) debe contener toda la información que reciba, sólo que en otro formato. Su salida debe estar en forma de eventos, partes discretas de la información tanto concisa como simple. Para lograr el objetivo de analizar la información proveniente de varias herramientas o bitácoras del sistema, el formato común de datos debe incluir los siguientes campos:

- i) Tipo de evento: Palabra que permite la clasificación del evento. Este es asignado arbitrariamente de acuerdo a los eventos que el sistema reconocerá como: *port_connect*, *telnet*, *ftp*, *rlogin*, *rsh*, *su*, *reboot*.
- ii) Fecha y hora del evento: Como su nombre lo indica es el momento en el tiempo en que se generó dicho evento. No todas las herramientas generan un registro completo de la hora o la fecha en que ocurren los eventos debido a que es muy importante que el análisis sea hecho en orden cronológico, cada evento debe tener la fecha y la hora de su realización, en el caso de que no se cuente con dicho dato se siguen dos políticas: El módulo correspondiente calculará de algún modo el momento en que se realizó el evento. Dejar este campo en cero, al momento de ordenarse con respecto a los otros eventos será considerado como que sucedió antes que todos los demás eventos. El formato de la fecha y la hora será como sigue: *añomesdiahoranimutosegundo* esto es para facilitar el proceso de ordenamiento a través de este campo, con esto se asegura el orden cronológico.
- iii) Sistema origen: Este campo contendrá el sistema origen del evento.
- iv) Sistema destino: Sistema destino del evento.

- v) Usuario origen: Cuando sea posible este campo contendrá el usuario que originó el evento.
- vi) Usuario destino: Usuario que recibió el evento.
- vii) Campo de uso general: El contenido de este campo dependerá del evento que se esté registrando.
- f) Recolección de la información.

Una de las formas en que el servidor de *SAINT* recibirá la información de las herramientas y de las bitácoras del sistema cliente puede ser a través del *syslog*.

D. ORDENAMIENTO DE LOS EVENTOS.

El análisis de los eventos deberá ser necesariamente cronológico, debido a que se desea detectar la relación que exista entre los distintos elementos. Es por esto que una vez que los datos de los diferentes eventos sea convertido al *FCD*, se ordenarán de acuerdo a su fecha y hora. El ordenamiento de los eventos se realizará con la utilería del sistema llamada *sort*.

E. ANALISIS DE LOS EVENTOS.

Esta es la parte central de *SAINT*. Basado en los datos recolectados a través de los módulos anteriores, se debe realizar un análisis de ellos, para detectar relaciones que nos puedan dar mayor información sobre algún problema en el sistema, o trate de averiguar si es parte de la operación normal del mismo.

F. SIMULACION DE EVENTOS.

Esta técnica consiste en realizar una simulación dentro del programa con los eventos que afectan a cada sistema de cómputo, así como, las consecuencias que éstos puedan tener. La simulación tiene como base los elementos que responden a ciertos estímulos y su interacción entre ellos, en este caso, los elementos de simulación son los sistemas, elementos centrales para la simulación, pues son los que generan y reciben más eventos. Para la simulación se necesitan crear los objetos máquina que representarán a los sistemas involucrados con base en sus características como: nombre, dirección *IP*, usuarios privilegiados, horarios especiales.

Los pasos para realizar la simulación son los siguientes:

- a) Crear las instancias de los objetos, que representan todos los sistemas involucrados.
- b) En orden cronológico se mandará a cada objeto-máquina únicamente los eventos en los que este objeto se encuentre involucrado. Cada objeto recibirá los eventos a través de un mecanismo de selección de eventos y el objeto-máquina reaccionará de acuerdo a este evento. Esta reacción puede ser cambiar su estado interno, mandar un mensaje a otro objeto o crear una línea de reporte.

Un objeto puede reaccionar a un evento con una o más de las siguientes acciones:

- a) Modificar su estado interno y reflejar el cambio producido por el evento.
- b) Mandar un mensaje (en forma de evento) a otro objeto, para comunicarle algo.

- c) Emitir una salida que será presentada como resultado de la simulación. Todas las salidas producidas por los objetos serán pasadas a la siguiente etapa para generar el reporte final.

Para facilitar la presentación de los resultados, se diseñó un formato común para los resultados de la simulación. Se llama formato común de resultados (*FCR*) y contiene los siguientes campos:

- a) Tipo de evento: Se usará la misma clasificación mencionada anteriormente, además de otros tipos definidos para describir problemas. Entidad que reporta el evento: El sistema o dominio que emite el mensaje. Prioridad del evento: Cada evento reportado debe ser clasificado según su severidad. Los niveles actualmente definidos son: 0 Informativo. Algo lo suficientemente notable para ser reportado. 1 Aviso. Un evento poco común, pero que no representa un problema directamente. 2 Alerta. Un posible problema que debe ser investigado. 3 Emergencia. Un claro problema de seguridad. Se debe de observar que el nivel de prioridad, es asignado por el objeto que reporta el evento, de este modo la determinación del nivel se deja a la "opinión" del objeto.
- b) Fecha y hora: Del evento que disparó el mensaje.
- c) Resumen de eventos: Una breve descripción del evento, normalmente incluye el tipo de evento, sistema afectado o dominio y cualquier otra información relevante.
- d) Mensaje descriptivo: Una descripción detallada del evento, que será incluida en algunos formatos del reporte final.

G. PRESENTACION DE RESULTADOS.

La última fase de *SAINT* es la interpretación de los mensajes producidos durante la simulación y su presentación al usuario final. Teniendo los resultados en un módulo separado hace simple la modificación del formato sin la necesidad de modificar el programa. Actualmente *SAINT* en su primera versión presenta sus resultados en dos formatos:

- a) *ASCII*
- b) *HTML*

Ejemplo de un reporte del sistema SAINT.

Reporte SAINT			
SAINT			
Gravedad 0=informativo, 1=aviso, 2=advertencia, 3=alerta			
Total de eventos :24323			
Total de eventos de advertencia: 123			
Total de eventos de aviso: 3245			
Total de eventos de alarma: 0			
Reporte SAINT			
Máquina	Fecha	Descripción	Gravedad
escila	96-Ene 19 00:18	port_connect clamato.super.unam.mx en un horario de trabajo poco común. Este tipo de conexiones valdría la pena revisarse <u>profundamente</u>	2
escila	96-Feb 04 00:53	port_connect clamato.super.unam.mx en un horario de trabajo poco común. Este tipo de conexiones valdría la pena revisarse <u>profundamente</u>	2
escila	96-Mar-14 00:23	port_connect clamato.super.unam.mx en un horario de trabajo poco común. Este tipo de conexiones valdría la pena revisarse <u>profundamente</u>	2
escila	96-May-12 00:13	port_connect clamato.super.unam.mx en un horario de trabajo poco común. Este tipo de conexiones valdría la pena revisarse <u>profundamente</u>	2
escila	96-Ago-23 00:23	port_connect clamato.super.unam.mx en un horario de trabajo poco común. Este tipo de conexiones valdría la pena revisarse <u>profundamente</u>	2

Figura 31 Reporte SAINT.

ANEXO A.

APLICACION DE UNA RED NEURONAL QUE RECONOCE PATRONES.

Los algoritmos para diseñar una red varían en la manera en que la red aprende, el aprendizaje puede ser supervisado, esto es que tiene un modelo que la red debe igualar a través del entrenamiento, o no supervisado, en este caso la red "aprende por sí misma", las red puede variar en complejidad de acuerdo a la tarea que realiza y al algoritmo de aprendizaje que se utilice.

A continuación se muestra un red *neuronal* que es entrenada para reconocer un patrón, en este caso el patrón es el número 9. La red *neuronal* utiliza un arreglo de 7 columnas por 5 renglones, y consta de un nodo de entrada y un nodo de salida, la red será entrenada 20 veces y al final se obtiene el resultado de dicha comparación. El programa fue realizado en Borland C versión 3.1.

```
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>

/* número de elementos por arreglo (7x5) */
#define N 35

/* número de arreglos */
#define M 10

/* número de renglones y columnas (r,c) */
#define renglones 7
#define columnas 5

/* define el máximo número de iteraciones antes de la convergencia */
#define MAX_ITERACION 20

/* define el ejemplar para el entrenamiento */

static int ejemplares[M][N] = {
/* 0 */
-1,1,1,1,-1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,

```

-1,1,1,1,-1,
 /* 1 */
 -1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,1,1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 /* 2 */
 -1,1,1,1,-1,
 1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,1,-1,
 -1,-1,1,-1,-1,
 -1,1,-1,-1,-1,
 1,1,1,1,1,
 /* 3 */
 1,1,1,1,1,
 -1,-1,-1,1,-1,
 -1,-1,1,-1,-1,
 -1,1,1,1,-1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 1,-1,-1,-1,1,
 -1,1,1,1,-1,
 /* 4 */
 -1,-1,-1,1,-1,
 -1,-1,1,1,-1,
 -1,1,-1,1,-1,
 1,-1,-1,1,-1,
 1,1,1,1,1,
 -1,-1,-1,1,-1,
 -1,-1,-1,1,-1,
 /* 5 */
 1,1,1,1,1,
 1,-1,-1,-1,-1,
 1,1,1,1,-1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 -1,-1,-1,-1,1,
 1,-1,-1,-1,1,
 -1,1,1,1,-1,
 /* 6 */
 -1,-1,1,1,-1,
 -1,1,-1,-1,-1,
 1,-1,-1,-1,-1,

```

1,1,1,1,-1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
-1,1,1,1,-1,
/* 7 */
1,1,1,1,1,
-1,-1,-1,-1,1,
-1,-1,-1,1,-1,
-1,-1,-1,1,-1,
-1,-1,1,-1,-1,
-1,-1,1,-1,-1,
-1,-1,1,-1,-1,
/* 8 */
-1,1,1,1,-1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
-1,1,1,1,-1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
-1,1,1,1,-1,
/* 9 */
-1,1,1,1,-1,
1,-1,-1,-1,1,
1,-1,-1,-1,1,
-1,1,1,1,1,
-1,-1,-1,-1,1,
-1,-1,-1,1,-1,
-1,1,1,-1,-1};

static float p[N][M];          /* pesos del limite inferior de la red */
static float maxred[M][M];    /* pesos del limite superior de la red */
/* patron de entrada */
static int x[N] =
{
/* 9 */
-1,-1,1,1,-1,
-1,-1,-1,1,1,
1,-1,1,-1,1,
1,1,-1,1,-1,
-1,-1,-1,1,-1,
-1,-1,1,1,-1,
1,1,1,-1,-1};

/* vector de entrada */
static salida[MAX_ITERACION][M]; /* salida */

```

```

#define THETA 0.0 /* N / 2.0 */
#define EPSILON 1.0 / (2.0 * M)

/* inicializa los pesos del limite inferior de la matriz */
int inicia_baja()
{
    int i, j;

    for (i=0; i<N; i++) {
        for (j=0; j<M; j++) {
            p[i][j] = ejemplares[j][i]/2.0;
        }
    }
}

/* inicializa los pesos del limite superior del arreglo */
int inicia_alta()
{
    int k, l;

    for (k=0; k<M; k++) {
        for (l=0; l<M; l++) {
            if (k==l)
                maxred[k][l] = 1.0;
            else
                maxred[k][l] = -1.0 / 20.0;
        }
    }
}

/* código para ejecutar las suma de los pesos/entradas para cada
salida, (sum(i=0..N-1) w[i][j]*x[i]) - THETA
*/
float ini_sum(j)
{
    int j;

    int i;
    float sum;
    sum = 0;
    for (i=0; i<N; i++) {
        sum = sum + (p[i][j] * x[i]);
    }
    return(sum - THETA);
}

```

```
}  
  
/* CONVERGE_SUM(J,T)  
ejecuta la suma de la salida de maxred  
*/  
float converge_sum(j,t)  
    int j,t;  
{  
    int k, sum;  
  
    sum = 0;  
    for (k=0; k<M; k++)  
        if (k != j) sum = sum + salida[t][k];  
    sum = salida[t][j] - EPSILON * sum;  
    return(sum);  
}  
  
/* implementa el umbral */  
float umbral(alpha)  
    float alpha;  
{  
    if (alpha <= 0.0)  
        return(0.0);  
    else  
        return(alpha);  
}  
  
/* aplica la entrada para la inicia_baja */  
int ini_desc()  
{  
    int j;  
  
    for (j=0; j<M; j++) {  
        salida[0][j] = umbral(ini_sum(j));  
    }  
}  
  
/* ejecuta un máximo de iteraciones y responde encontrado */  
int converge()  
{  
    int t, cuenta, j, ganador;  
  
    cuenta = 2;  
    ganador = -1; /* inicia con "no hay ganador" */
```

```

for (t=1; t<MAX_ITERACION && cuenta>1; t++) {
    cuenta = 0;
    for (j=0; j<M; j++) {
        if ((salida[t][j] = umbral(converge_sum(j,t-1))) > 0) {
            ganador = j;
            cuenta++;
        }
    }
}
if (cuenta != 1)
    ganador = -1; /* error */
return(ganador);
}

/* muestra los arreglos */
int muestra_ejemplar(ex)
int ex[];
{
    int c, i;

    c = 0;
    for (i=0; i<N; i++) {
        if (ex[i] < 0) {
            printf("-");
        }
        else {
            printf("*");
        }
        if (++c == columnas) {
            printf("\n");
            c = 0;
        }
    }
    printf("\n");
}

/* muestra todos los ejemplares */
int muestra_ejemplares()
{
    int j;

    for (j=0; j<M; j++) {
        printf("Ejemplar %d:\n",j);
        muestra_ejemplar(&ejemplares[j][0]);
    }
}

```

```

    }
    printf("\n");
}

main()
{
    int ganador;

    printf("Ejemplo de red neuronal\n\n");

    /*
    muestra_ejemplares();
    */

    inicia_baja();
    inicia_alta();
    ini_desc();
    ganador = converge();
    if (ganador >= 0) {
        printf("El ganador es %d.\n", ganador);
        printf("\nPatron de entrada:\n");
        muestra_ejemplar(&x[0]);
        printf("\n\nEjemplar:\n");
        muestra_ejemplar(&ejemplares[ganador][0]);
        printf("\n");
    }
    else {
        printf("No hay ganador.\n");
    }
    exit(0);
}

```

El resultado de la corrida del programa es el siguiente:

Ejemplo de red neuronal

El ganador es 9.

Patron de entrada:

```

.. **
... **
* **
** *
... *

```


CONCLUSIONES

Hoy en día las organizaciones cuentan con un activo que cada vez es más valioso, la información. En los entornos corporativos, la seguridad se ha convertido en una cuestión cada vez más importante para prevenir la supervisión no autorizada de las transmisiones de datos, la modificación de la información, la suplantación del usuario por otro no autorizado.

Así pues se debe proteger las instalaciones de ataques pasivos y activos contra la información, de los virus, contra el robo de los equipos o protegerse de los intrusos que intenten acceder a las instalaciones de una organización.

Además para una compañía resultaría muy costoso iras de inactividad debido a la pérdida de información. Hay muchas soluciones para la protección de la información, que dependen de la cantidad de dinero y esfuerzo que se quiera gastar.

Las instituciones privadas se ven obligadas a implementar mecanismos de seguridad de acceso a sus instalaciones para proteger sus recursos humanos, materiales e intelectuales del robo o del espionaje, ejemplo de esto fue el caso de un empleado de *Intel Corporation* que planeo el robo de los planos del procesador *Pentium*, dicho empleado no podía extraer la información de la empresa, ya que los empleados al salir de las instalaciones son revisados meticulosamente, por el personal de seguridad, para evitar el robo de información, el cual es el activo más valioso de dicha empresa, el empleado al no poder obtener la información tomándola de la empresa, optó por acceder desde su computadora personal a la computadora de la compañía donde se encontraban almacenados los planos del procesador, la compañía se protegía del robo de información, permitiendo a los empleados poder observar la información desde una computadora personal, pero no almacenar dicha información, el empleado después de desplegar en su monitor la información del procesador *Pentium*, tomó fotografías de los planos, hecho este viaje a Europa e intentó vender los planos, sin embargo el empleado fue apresado, la anterior información apareció en un artículo de *PCMagazine* del año de 1997.

El anterior ejemplo es solo una muestra de los casos de robo de información debido a un sistema de seguridad poco adecuado, evidentemente la seguridad de acceso a las instalaciones de la compañía *Intel* es muy eficiente debido a que el empleado nunca pudo extraer la información del interior de la compañía, pero existió un punto débil en su sistema de seguridad al permitir que los empleados pudieran acceder la información desde una terminal remota:

Por otra parte la inteligencia artificial ha pasado de ser un pequeño aspecto de la ciencia informática y de ser un área de tipo experimental, a ser lo más avanzado en la ciencia informática, otro aspecto de la IA es su carácter multidisciplinario, pues se combinan la biología, la psicología, la lógica, la filosofía, la electrónica y la computación.

Sus logros se deben a la utilización de sistemas expertos con éxito, los cuales fueron

los primeros productos de IA de auténtico impacto comercial, el compromiso de los japoneses con la IA, la aplicación de los conceptos de IA para la automatización de procesos (el World Trade Center es un edificio inteligente, así como el centro de cómputo del IPN en Zacatenco), el uso de redes *neuronales* que son capaces de aprender y autocorregir errores, es evidente que en los próximos años el uso de la IA y las redes *neuronales* será algo común.

La inteligencia artificial ha planteado una nueva era en la computación la posibilidad de crear computadoras que simulen el comportamiento humano, esto es para un sistema de seguridad de acceso algo realmente formidable, aun en la compañía *Intel* se siguen utilizando vigilantes humanos para reconocer al personal que accesa a las instalaciones, sin embargo existe hoy la tecnología para implementar un sistema de seguridad de acceso a instalaciones a través de programas inteligentes, por ejemplo al autenticación es un mecanismo para comprobar si una persona es quien dice ser, hoy en día no se utiliza la inteligencia artificial para la autenticación, realmente una gran desperdicio, sin embargo ya existen muchos sistemas que utilizan a la inteligencia artificial para realizar ciertas tareas solo como un ejemplo se puede hablar de los agentes inteligentes que pueden ser tanto de hardware como de software. Los primeros comúnmente conocidos como robots, aun cuando son agentes de hardware, necesitan dentro de ellos gran cantidad de software inteligente que les permita realizar sus funciones.

Por último las redes *neuronales* permiten simular el comportamiento de las neuronas biológicas reales, la característica más importante es la posibilidad de aprender de su entorno, del medio ambiente y cambiar la estructura de la red para adecuarse al nuevo medio ambiente, inclusive algunas redes *neuronales* poseen la habilidad de aprender por sí mismas y corregir los errores que pudieran llegar a tener debido a un aprendizaje incorrecto.

La aplicación mostrada en el anexo, es un ejemplo de una red *neuronal* que es entrenada para reconocer un patrón, el tipo de aprendizaje es supervisado, y al final del entrenamiento la red se encuentra lista para reconocer un patrón similar, la red cuenta con una pequeña malla, esto es debido a que no se cuenta con los recursos de procesamiento y la memoria suficiente para soportar una malla más grande, sin embargo el ejemplo es ilustrativo ya que sea una malla pequeña o grande el funcionamiento de la red neuronal es el mismo, Concluyendo la seguridad de acceso a instalaciones puede ser inteligente más eficiente y valga la redundancia más segura.

Un ejemplo de la relación entre *sensores* y redes *neuronales* podría ejemplificarse con el cerebro de un gato, el gato posee sensores y actuadores. Hay sensores a la luz en su retina y actuadores con sus músculos, así el gato puede detectar y actuar. Así pues una red *neuronal* necesita de *sensores*. De manera similar, un programa que simula redes *neuronales* no tendrá aplicaciones en el mundo real si no posee capacidad sensorial y maniobrabilidad.

Una de las habilidades cognitivas de un ser humano consiste en recordar personas, eventos y objetos a partir de información incompleta o confusa. En otras palabras,

un ser humano puede asociar y recordar así algo que, ha olvidado por completo. Un trozo de melodía puede traer una avalancha de memorias de la infancia. Esta memoria llamada *asociativa*, es una de las sutilezas del cerebro. Así que no es raro que una de las aplicaciones más importantes de las redes *neuronales* sea simular una memoria asociativa. Para esto se requiere de sensores especializados para *transducir* la imagen o patrón en un vector de entrada a la red *neuronal*.

Hace algunas décadas el pensar en IA se hacía énfasis en la resolución de problemas específicos, y sólo tenía objetivos de investigación, sin embargo hoy en día las aplicaciones tienen objetivos comerciales, como las bases de datos, programas de diseño gráfico, sistemas para el soporte de decisiones, sistemas que aprenden etc., empero actualmente no existen sistemas de seguridad de acceso que sean apoyados por redes *neuronales*, la red *neuronal* de la aplicación, es un ejemplo de las posibilidades del reconocimiento de patrones a través de redes *neuronales*, esto apoyados con un *sensor* se puede obtener un sistema de seguridad de acceso eficiente, flexible y más económico que un vigilante humano.

BIBLIOGRAFIA.

1. A Comparison of Commercial and Military Computer Security Policies, Clark and D.R. Wilson, IEE Symposium on Security and Privacy, USA, 1987.
2. Advances en neural information processing systems, Touretzky S. David, vol. 1. Morgan Kaufmann publishers, Inc., 1990.
3. Advances in neural information processing systems, Touretzky S. David, vol. 2. Morgan Kaufmann publishers, Inc., 1990.
4. Advances in neural information processing systems, Touretzky S. David, vol. 3. Morgan Kaufmann publishers, Inc., 1990.
5. Artificial Intelligence in Business, Rauch-Hindin Wendy B., Science, and Industry. Prentice-Hall, Inc. 1989.
6. Artificial Intelligence Structures and Strategies for Complex Solving, George F. Luger, William A. Stubblefield, Ed. The Benjamin/Cumming Publishing Company Inc. USA 1993.
7. Complete Multilingual Dictionary of Computer Terminology, Nania Georges, vol. 2. National Textbook Company. 1990.
8. Complete Multilingual Dictionary of Computer Terminology, Nania Georges, vol.1. National Textbook Company. 1990.
9. Criteres d' Évaluation de la Sécurité des Systemes Informatiques (ITSEC), Service Central de la Sécurité des Systemes d'Information, Francia, 1990.
10. Database Security, Silvana Castano, Mariagrazia Fugini, Giancarlo Martella, Pierangela Samarati, Ed. Addison Wesley, USA 1990.
11. El uso de Redes Neuronales en el Reconocimiento de Patrones Visuales, Kunihiro Fukushima, NHK Ciencia y Laboratorios de Investigación, Japon, 1994.
12. Fundamentos de Inteligencia Artificial, Secretariado de Publicaciones, Universidad de Murcia, España, 1994.
13. ICYT Información Científica y Tecnológica, Abril de 1990, vol. 12, num. 163, México.
14. Information Processing Systems OSI Reference Model Part 2: Security Architecture", International Standards Organization, USA, 1989.
15. Memorias del Día Internacional de la Seguridad en Computo, DGSCA, México, D.F., 1996.
16. Neural Networks de Tripi y Turban, Ed. Probus Publishing Company, Chicago, Illinois, Cambridge, England, 1993.
17. Neural networks for control, Werbos, Paul J, Massachusetts Institute of Technology., 1990.
18. Principles of Measurement and Instrumentation, Morris S. Alan, Ed. Prentice Hall International, Hertfordshire UK, 1993.
19. Reingeniería de Software, Toriz G., Marina, McGraw-Hill, México, 1995.
20. Security Computer Systems: Mathematical Foundations and Model, Bell y L. J. La Padula, Ed. MITRE Corp. Bedford Massachusetts, USA, 1974.
21. The artificial intelligence dictionary, Thro Ellen, Microtrend Books. 1991.
22. The Chinese Wall Security Policy, Brewer y M. J. Nash, IEEE Symposium on Security and Privacy, USA, 1989.

23. Tratado de Anatomía Humana tomo III, L. Testut y A. Latarjet Ed. Salvat, Barcelona, España, 1980.
24. Utilización de C en Inteligencia Artificial, Herbert Schildt, Ed. McGraw-Hill, Madrid España 1990.
25. VII Simposio, "la Formación y Extensión Tecnológica para la Comunidad" México, 1994.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. [ALVAREZ, 94]
Fundamentos de Inteligencia Artificial, Luis Alvarez Munarriz, Ed. Secretariado de Publicaciones Universidad de Murcia, España, 1994.
2. [CHESWICK, 1994]
Firewalls and *Internet Security*, William R. Cheswick y Steven M. Bellovin. Ed. Addison Wesley, USA 1994.
3. [DAVIES, PRICE, 1984]
Security for Computer Networks, D.W. Davies y W.L. Price, Ed. Jonh Wiley & Sons, UK, 1984.
4. [FARRENY/GHALLAB, 94]
FARRENY H. / GHALLAB M., *Eléments d' intelligence artificielle*, Ed, Hermes, Paris, Francia, 1990.
5. [LOLLI, 91]
LOLLI G., *La máquina y las demostraciones*, Ed. Alianza, Madrid, España, 1991.
6. [MINSKY, 91]
MINSKY, M. L., *Semantic Informatic Processing*, Ed. MIT Press, Cambridge, USA, 1968.
7. [MORRIS, 93]
Principles of Measurement and Instrumentation, Morris S. Alan, Ed. Prentice Hall International, Hertfordshire UK, 1993.
8. [NORTON, 84]
NORTON N Harry., *Sensores y Analizadores*, Ed. Gustavo Gili S.A. Barcelona España, 1984.
9. [PALLAS, 94]
PALLAS ARENY Ramón, *Sensores y Acondicionadores de Señal*, Ed. Marcombo, Barcelona España, 1994.
10. [RAUCH, 89]
Rauch-Hindin Wendy B. *Artificial Intelligence in Business, Science, and Industry*. Ed. Prentice-Hall, Inc. USA, 1989.
11. [ROLSTON, 90]
ROLSTON D. W., *Inteligencia artificial y sistemas expertos*, Ed. McGraw Hill, Bogotá, Colombia, 1990.
12. [STALLINGS, 1995]
Network and Interwork Security Principles and Practice, William Stallings, Ed. Prentice Hall, Engewood Cliffs, N. Jersey, USA, 1995.

23. Tratado de Anatomía Humana tomo III, L. Testut y A. Latarjet Ed. Salvat, Barcelona, España, 1980.
24. Utilización de C en Inteligencia Artificial, Herbert Schildt, Ed. McGraw-Hill, Madrid España 1990.
25. VII Simposio, "la Formación y Extensión Tecnológica para la Comunidad" México, 1994.

HEMEROGRAFIA.

1. Automated Support of Software Maintenance, Bennet K, Information and software Technology, 1991,74-85.
2. Databased Advisor, "Solution: Year 2000", Ed. Advisor Publications Inc., USA. 1996.
3. Downsizing: para una mayor eficiencia de recursos, Saldivar Juan, RED, enero 1992, 16-20.
4. Electronic Design, Vol. 45, No. 5, Ed. Penton Publication, March 3, USA, 1997.
5. PC AI, Ed. Vol 11, No 4, Ed Bulk Rate, July/August, USA, 1997.
6. Redes:el coco de los mainframes, Bort Julie, Personal computing México, num. 49, 1992, 33-38
7. Reverse Engineering and Design recovery, Chikofsky E. and Cross J.H., IEEE Software, 1990,13-17.
8. Tactics for Downsizing, Bloor Robin, DBMS, diciembre de 1992, 14-16.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. [ALVAREZ, 94]
Fundamentos de Inteligencia Artificial, Luis Alvarez Munarriz, Ed. Secretariado de Publicaciones Universidad de Murcia, España, 1994.
2. [CHESWICK, 1994]
Firewalls and Internet Security, William R. Cheswick y Steven M. Bellovin. Ed. Addison Wesley, USA 1994.
3. [DAVIES, PRICE, 1984]
Security for Computer Networks, D.W. Davies y W.L. Price, Ed. Jonh Wiley & Sons, UK, 1984.
4. [FARRENY/GHALLAB, 94]
FARRENY H / GHALLAB M., Eléments d' intelligence artificielle, Ed, Hermes, Paris, Francia, 1990.
5. [LOLLI, 91]
LOLLI G., La máquina y las demostraciones, Ed. Alianza, Madrid, España, 1991.
6. [MINSKY, 91]
MINSKY, M. L., Semantic Informatic Processing, Ed. MIT Press, Cambridge, USA, 1968.
7. [MORRIS, 93]
Principles of Measurement and Instrumentation, Morris S. Alan, Ed. Prentince Hall International, Hertfordshire UK, 1993.
8. [NORTON, 84]
NORTON N Harry., Sensores y Analizadores, Ed. Gustavo Gili S.A. Barcelona España, 1984.
9. [PALLAS, 94]
PALLAS ARENY Ramón, Sensores y Acondicionadores de Señal, Ed. Marcombo, Barcelona España, 1994.
- 10.[RAUCH, 89]
Rauch-Hindin Wendy B. Artificial Intelligence in Business, Science, and Industry. Ed. Prentice-Hall, Inc. USA, 1989.
- 11.[ROLSTON, 90]
ROLSTON D. W., Inteligencia artificial y sistemas expertos, Ed. McGraw Hill, Bogotá, Colombia, 1990.
- 12.[STALLINGS, 1995]
Network and Interwork Security Principles and Practice, Wilham Stallings, Ed. Prentice Hall, Engewood Cliffs, N. Jersey, USA, 1995.

REFERENCIAS HEMEROGRAFICAS.

1. [BARR, FEIGENBAUM, 82]
The Handbook of Artificial Intelligence, Avron Barr, Edward A. Feigenbaum, Ed.
Addison-Wesley Publishing Company Inc. USA 1982.
2. [HAYKIN, 94]
A Comprehensive Foundation, Simón Haykin, MacMillan College Publishing Company,
Inc. USA 1994.
3. [ISLAS, 94]
Neurocomputacion Aplicaciones y Tendencias ed. IPN Emilio Salinas Fernandez, Dr.
Humberto Carrillo Calvet, Dr. Jose Carlos Orozco Buenrostro, Dr. E. Julio Muñoz
Martinez, Leon David Islas Suarez, Dr. Jose Negrete Martinez, M. en Ing. Felipe Gomez
Castañeda, Dr. Jaime Vega, México 1992.
4. [RED, 1984].
RED, "Seguridad" Numero 62, Ed. Red S.A. de C.V., México, 1995.

1. *Adaline y Madaline*: Redes neuronales donde la adaptación de los pesos se realiza teniendo en cuenta el error, calculado como la diferencia entre la salida deseada y la dada por la red, al igual que en el *Perceptron*. Sin embargo, la regla de aprendizaje empleada es distinta. Se define una función error para cada neurona que da cuenta del error cometido, para cada valor posible de los pesos cuando se presenta una entrada a la neurona.
2. *Adaptivo*: Que se adapta a las condiciones del ambiente.
3. *Aferente*: Hacia fuera.
4. *America Online*: Compañía de acceso a Internet.
5. *Amplificador*: Sistema que modifica una señal por un factor.
6. *Analógico*: Técnica de transmisión de datos que utiliza cambios en el voltaje o frecuencia.
7. *Anodo*: La parte positiva de un diodo.
8. *Applet*: Programa dinámico e interactivo que se puede ejecutar dentro de una página Web, desplegada por un visualizador con capacidad JAVA como HotJava o Netscape.
9. *Arborización*: Dibujo natural que representa ramas de árbol.
10. *ASCII*: Conjunto de caracteres de comunicación a nivel usuario.
11. *Axón*: Prolongación cilíndrica originada del soma.
12. *Backbone*: Columna Vertebral. BUS central de comunicaciones de voz, datos y video para redes de alta velocidad, generalmente de fibra óptica. Es la línea principal de comunicación de un edificio, se puede pensar como en la avenida principal de una gran ciudad por donde circulan automóviles, camionetas, camiones, etc., que manejan distintas capacidades, velocidades y contenidos, y que se dirigen a puntos de ciudad con diferentes propósitos. Es la parte de una red que soporta el mayor tráfico.
13. *Base de conocimientos*: La base de conocimientos de manera simbólica representa conocimientos de hechos e información general, así como *heurísticos*, tales como juicios, y experiencias sobre determinada área del saber. [RAUCH 89].
14. *Biométrico*: Sistemas que permiten el reconocimiento de firmas, de huellas digitales, de reconocimiento de las líneas de la mano, de voz, reconocimiento de la retina, etc..
15. *Bit*: Abreviatura de Binary Digit (dígito binario). Las computadoras utilizan dos dígitos "0" ("que apaga" un circuito eléctrico) y "1" ("que enciende" una señal eléctrica). Es la más pequeña unidad de información que maneja una computadora. Hay ocho bits en un Byte.
16. *Byte*: También denominado palabra de computadora, el número de bits (unos y ceros) que una computadora necesita para representar un sólo carácter o palabra. Una palabra es la menor unidad direccionable del almacenamiento principal en un sistema de computadora. En una computadora de 8 bits, el byte consta de 8 bits de datos que representan en forma colectiva un carácter alfanumérico.
17. *Brillo*: El intrínseco de una fuente luminosa con diferencia del que aparenta.
18. *Browser*: Es un programa que permite leer *hipertexto*. El *Browser* proporciona un significado a la vista del contenido de los *nodos* y navega de un *nodo* a otro. Programa *visualizador*. Es un software que permite a los usuarios, ver las páginas de *World Wide Web*. El navegador de Netscape y el Internet Explorer de Microsoft son los Browser más populares.
19. *Bulbo*: Válvula electrónica usada en aparatos de radio y televisión.
20. *C. A.*: Corriente alterna ciclos positivos y negativos con una frecuencia constante.

- 21.C. C.: Corriente directa corriente constante a través del tiempo.
- 22.*Cable coaxial*: Es un cable que consiste en un conductor externo dispuesto en forma de malla cilíndrica que rodea al conductor interno, el cual es un alambre sencillo.
- 23.*Cable de fibra óptica*: Medio de transmisión que transporta pulsos de luz a través de filamentos de vidrio. Los cables de fibra óptica pueden transportar cientos de millones de bits por segundo a través de miles de kilómetros. Debido a que la fibra de vidrio transporta luz, no reciben interferencia externa y no pierden fuerza. Por lo tanto, la transmisión por fibra óptica produce menos errores que el cableado de cobre aunque es mucho más cara. Los datos se transmiten en forma de pulsos luminosos que representan bits lógicos (1 y 0). El extremo emisor es una fuente de luz láser que convierte señales eléctricas en luz láser, y el extremo receptor convierte la luz en señales eléctricas. Un cable de fibras ópticas contiene dos filamentos de vidrio, ya que las señales luminosas sólo viajan en una sola dirección. Cada filamentos, o fibra, está dentro de una funda de plástico.
- 24.*Candela*: Unidad de la intensidad luminosa.
- 25.*Carga*: Elemento eléctrico que presenta resistencia a la corriente eléctrica y consume potencia eléctrica sus unidades son Omhs.
- 26.*Cátodo*: La parte negativa de un *diodo*.
- 27.*Ciberspacio*: Es el mundo electrónico percibido desde una computadora, el término es comúnmente utilizado en oposición al mundo real.
- 28.*Cibernética*: Ciencia que estudia los mecanismos automáticos de comunicación y de control de los seres vivos y de las máquinas. Ciencia que estudia el funcionamiento de las conexiones nerviosas en los seres vivos.
- 29.*Circuito integrado*: Circuito electrónico que reemplaza él solo a toda una serie de piezas separadas y ligadas entre si: *bulbos, transistores, resistencias y diodos*.
- 30.*Clase*: Estructura jerárquica de cosas según la POO. Las clases y subclases son conjuntos de una misma clase de objetos genéricos o componentes. En la POO se tienen clases tales como, números, cadenas de caracteres, formas gráficas, documentos o archivos, p.e., ventanas menús, iconos. [RAUCH 89].
- 31.*Cognitiva*: modelos de la mente humana que trata de develar la arquitectura de las actitudes, creencias, deseos y capacidades de un ser humano.
- 32.*Compuserve*: Compañía de acceso a *Internet*.
- 33.*Concentrador*: También conocido como *HUB*, es un gabinete que contiene módulos de conexión para cableado. Funciona como un repetidor, pero también suelen contener microcomputadores que monitorean y reportan la actividad de la red.
- 34.*Conceptos simbólicos*: Son los que expresan ideas sobre los símbolos. [RAUCH 89].
- 35.*Condensador*: Aparato destinado a almacenar electricidad.
- 36.*Conductancia*: Propiedad física de la materia, que presenta la capacidad de conducir la corriente eléctrica.
- 37.*Conmutador*: Dispositivo que cambia entre dos estados.
- 38.*Contienda*: Es una técnica de acceso al medio en telecomunicaciones. Las estaciones compiten por el canal para transmitir. Muy difundido por ser fácil de implementar. Ideal para tráfico ligero a moderado. El CSMA/CD es un ejemplo de éste.
- 39.*Correo electrónico*: Intercambio electrónico de mensajes entre personas por medio de computadoras.

40. *Corriente*: Flujo de electrones a través de un conductor, su unidad son los amperes.
41. *Cuanto*: Partícula eléctrica producida por excitación externa (calor por ejemplo).
42. *Delta*: Regla de aprendizaje hace que la variación de los pesos se produzca en la dirección, y sentido contrario del vector del error.
43. *Demodulador*: Recuperador de señales moduladas.
44. *Demultiplexor*: Separador de señales.
45. *Dendrita*: Prolongaciones ramificadas del cuerpo celular, son muy finas y pueden extenderse hasta varios milímetros en forma de arborizaciones.
46. *Digital*: Técnica de transmisión de datos que aplica dos voltajes o frecuencias, para transformar la información analógica en un formato binario.
47. *Dinamómetro*: Instrumento que mide la fuerza.
48. *Dinodo*: *Nodo* que contiene dos caminos diferentes (*nodo* es un punto donde se unen dos o mas conductores).
49. *Diodo fototubo*: Switch electrónico que emite luz.
50. *Diodo*: Switch electrónico en una sola dirección.
51. *Domnio*: Una parte de la jerarquía de nombres sintácticamente, un nombre de dominio consiste en una secuencia de nombres u otras palabras separadas por un punto.
52. *Dopar*: Contaminar con electrones de otro elemento.
53. *Drive*: Dispositivo periférico para lectura y escritura de información.
54. *EDI*: Intercambio electrónico de información de negocios de computadora a computadora en un predeterminado formato de un estándar.
55. *Efactor*: Productor de una causa.
56. *Electrodo*: Terminal donde se conecta un potencial eléctrico.
57. *Encriptado*: Transformar la información en código no comprensible.
58. *Ergonómico*: Que se adapta a la forma del cuerpo humano.
59. *Estándar*: Conjunto de lineamientos que todos están dispuestos a cumplir. En el mundo de la computación cuando se establece un estándar y un fabricante lo cumple se dice que su producto es compatible. De esta manera, los fabricantes pueden desarrollar productos que pueden desempeñarse con otros que a su vez también lo sean.
60. *Formación reticular*: Red de filamentos o fibrillas ya sea en el interior de la célula, o en la matriz intra celular.
61. *Fotoconductor*: Que conduce fotones.
62. *Fotoconductor*: Conductor de fotones.
63. *Fotocorriente*: Corriente producida por excitación de luz.
64. *Fotodiodo*: *Diodo* para conducción por medio de un estímulo luminoso.
65. *Fotoemisivo*: Emisión de electrones de una superficie expuesta a la acción de los rayos luminosos.
66. *Fotomagnético*: Que produce magnetismo a través de los *fotones*.
67. *Foton*: Es una partícula eléctrica emitida por radiación luminosa.
68. *Fotonico*: Referente a los *fotones*.
69. *Fotosensible*: Que cambia sus propiedades con la luz.
70. *Fotosensor*: *Trasdutor* sensible a la luz.
71. *Fototubo*: Elemento que emite luz.
72. *Fragmentación*: Proceso de romper un paquete *IP*, en partes más pequeñas para cumplir los requisitos de tamaño de paquete de una red. Los fragmentos se reensamblan por

- medio de la capa *IP* en el anfitrión destino. Parte de un paquete.
73. *Función de umbral*: Valor que debe rebasarse para que se active o dispare la red neuronal.
74. *Función lineal*: Reproduce el valor de entrada con un factor de distorsión (amplificación o reducción).
75. *Función sigmoidal*: Es un disparo de la red que es continuo en el tiempo.
76. *Función*: Tipo de procedimiento que se efectúa sobre ciertos valores de entrada llamados argumentos, es decir procedimientos efectuables sobre una serie de valores admisibles. [RAUCH 89].
77. *Funcionalista*: Concepción de la mente entendida como un conjunto de símbolos manipulados a través de reglas.
78. *Ganglio*: Célula nerviosa.
79. *Ganglionar*: Región de concentración de células nerviosas.
80. *Gateways*: Software que posibilita la comunicación entre dos redes que operan con diferentes protocolos.
81. *Gopher*: Programa asistido por menús que ayuda a localizar y recuperar información en *Internet*.
82. *Granularidad*: Agentes que coordinan una actividad, y que están dispuestos a negociar para resolver sus conflictos.
83. *Grupo estructurado*: Bloque de datos con información adicional sobre el número de grupo estructurado, tamaño de bloque, códigos de verificación de errores y códigos de inicio/fin, contenidos en el encabezado y en la sinopsis. Un grupo estructurado es parte de la capa de vínculo de datos del Modelo de Referencia OSI.
84. *Hardware*: Se trata del equipo físico que compone un sistema de cómputo.
85. *Herencia*: Es la capacidad de obtener información y significado de atributos, capacidades y limitaciones de nodos nuevos, marcos de referencia u objetos de un sistema. Los marcos de referencia, se pueden ligar a otros marcos de referencia y pueden heredar su información. [RAUCH 89].
86. *Heurística*: Programación computacional que aplica para la resolución de problemas reglas de "buena lógica".
87. *Hipermedia*: Término utilizado para el *hipertexto* que no es construido para ser únicamente texto, puede incluir gráficas, video y sonido. Aparentemente Ted Nelson fue el primero en utilizar este término. *Hipermedia* puede contener gráficos, video y sonido, además de texto.
88. *HiperTexto*: Es un texto en el cual determinadas palabras o frases derivan a un nuevo documento relacionado con el contenido de dicha palabra o frase.
89. *Hipotálamo*: Región del cerebro anterior, que contiene varios centros que controlan actividades viscerales, como equilibrio del agua del cuerpo, temperatura etc..
90. *Holística*: Teoría que supone que un pensamiento es el resultado del patrón de estimulación de muchas partes diferentes, del sistema nervioso al mismo tiempo y en una secuencia definida.
91. *Homeostasia*: Estado de equilibrio entre las células.
92. *Host*: Máquina anfitrión, por lo regular son máquinas que corren programas que utilizan otras computadoras.
93. *HTML*: Lenguaje de *hipertexto*, que permite visualizar documentos en *Internet* en

- diferentes máquinas y visualizadores, el *hipertexto* permite ligar las palabras o elementos con otros documentos.
94. *HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto del Inglés Hypertext Transfer Protocol)*: Protocolo de comunicación para el intercambio de texto e *hipertexto*. Facilita la distribución de documentos en *hipertexto* y describe la estructura de cada documento. Es un *protocolo* que se utilizan para transferir de una computadora a otra los documentos en *hipertexto* escritos con el lenguaje *HTML*.
95. *Hueco*: Cargas positivas.
96. *Iluminación*: Acción y efecto de proporcionar luz.
97. *Impedancia*: Es la oposición al paso de la corriente.
98. *Inhibición*: Impedir una acción.
99. *Intensidad Luminosa*: Cantidad con la que se produce una fuente de luz.
100. *Interface interfaz*: (Sustantivo) Juego de conexiones a un dispositivo tal como una interfaz paralela de impresora que tiene 25 alambres, cada uno con una función definida. También es el método por medio del cual un usuario interactúa o se comunica con una computadora local o con un anfitrión remoto. Es una frontera compartida por ejemplo, la frontera entre dos sistemas o dispositivos.
101. *Internet*: Vasta colección de redes interconectadas alrededor del mundo que utilizan el protocolo *TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol)*, e integra redes de área local ubicadas en escuelas, bibliotecas, oficinas, hospitales, agencias federales, institutos de investigación y otras entidades, en una única gran red de comunicaciones extendida por todo el mundo.
102. *Intranet*: Cualquier red que provee servicios a una organización similares a aquellos que se ofrecen a través de *Internet*, pero que no necesariamente tiene que conectarse a la red.
103. *IP: (Internet Protocol)*: Protocolo de comunicación sin conexión que por si mismo proporciona un servicio de *datagramas*. Los *datagramas* son paquetes independientes de información.
104. *ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN)*: Organización reconocida mundialmente cuyo objetivo principal es el establecimiento de estándares diversos. Por ejemplo ISO 9000 o el modelo OSI. Como parte de su misión de promover la cooperación en ciencia y tecnología, este cuerpo internacional publica estándares que incluyen, entre otras cosas, computadoras y comunicaciones. Su mayor contribución a la tecnología de redes es el Modelo de Referencia OSI.
105. *LAN (Local Area Network)*: Es una red de comunicaciones que provee interconectividad a una variedad de dispositivos dentro de un área reducida (hasta 25kms). Confiadas a un edificio o aun conjunto de edificios. Altas velocidades y generalmente privadas.
106. *Lenguaje de programación*: Conjunto de instrucciones que nos permiten desarrollar aplicaciones.
107. *Límbico*: colección de estructuras que intervienen en la conducta emotiva y la memoria a largo plazo.
108. *Lóbulo frontal*: Concentración frontal de ramificaciones nerviosas en la parte superior del cráneo.
109. *Lóbulo occipital*: Concentración anterior ubicada en la base del cráneo.
110. *Lóbulo parietal*: Concentración anterior ubicada en la parte superior del cráneo.

111. *Lóbulo temporal*: Concentración frontal ubicada en la parte superior del cráneo.
112. *Lógica formal*: La lógica formal es otro modo común de representar los conocimientos usados generalmente en el lenguaje diario y en casi toda la matemática moderna permitiendo verificar formalmente la veracidad de la información. [RAUCH 89].
113. *Longitud de onda*: Tamaño de una onda.
114. *MAN*: (Metropolitan Area Network), red que comprende el área de una ciudad, red que comprende el área de 100 km. cuadrados.
115. *Manómetro*: Medidor de presión.
116. *Marcos de referencia*: Los marcos de referencia, cuya hipótesis se debe a Marvin Misky, son un tipo de plantilla (un modelo genérico o molde) que encuadra conjuntos de conocimientos relacionados y relativos a un tema muy concreto, que a menudo da nombre al marco de referencia. Son estructuras de datos que contienen áreas de memoria de tamaño variable y que se denominan ramas. [RAUCH 89].
117. *Mbps*: Megabites por segundo.
118. *Mecanismo inferencial*: El mecanismo inferencial interpreta los conocimientos almacenados en la base de conocimientos y efectúa deducciones lógicas y ciertas modificaciones en la base de conocimientos. [RAUCH 89].
119. *Megabytes*: Capacidad de almacenamiento de datos de 1,000,000 de bytes de información, velocidad de transferencia de datos de 1,000,000 de bytes o caracteres por segundo.
120. *Mensaje*: Un mensaje es el nombre de una operación o procedimiento (lo que se denomina un método en POO) a ejecutar. [RAUCH 89]
121. *Método (procedimiento)*: Son las operaciones típicas a efectuar sobre el objeto, p.e., en el objeto <<documento>> éstas incluyen abrir y cerrar el objeto <<documento>>, encontrar, imprimir y mostrar. Enviar al objeto <<documento>> uno de estos mensajes es similar a invocar una subrutina en la programación convencional. Un objeto se define junto con un grupo de procedimientos (métodos) asociados que puede efectuar. [RAUCH 89].
122. *Microelectrodo*: Terminal de pequeño tamaño donde se conecta un potencial eléctrico.
123. *Micrómetro*: Instrumento que mide diámetros menores a un milímetros.
124. *Microondas*: Ondas de pequeño tamaño.
125. *Microprocesador*: Circuito electrónico de minúsculas dimensiones.
126. *Mielina*: Sustancia que rodea el cuerpo neuronal.
127. *Modulador*: Señal que sirve para modificar un parámetro de una señal llamada modulada.
128. *Multiplexor*: Combinador de señales en una única señal compuesta.
129. *Multiproceso*: Método en el que el procesador de una computadora es capaz de ejecutar simultáneamente dos o más programas en un mismo CPU.
130. *Multipunto*: Se le llama así a la comunicación que se da entre tres o más extremos.
131. *Multitarea*: Método en el que el procesador de una computadora es capaz de trabajar simultáneamente en varias tareas diferentes.
132. *Navegación*: El proceso de moverse de un nodo a otro a través de hipertexto en el Web.
133. *Navegar*: Se refiere la hecho de trasladarse de un servidor a otro en el Web.
134. *Neocorteza*: Parte superficial del cerebro.
135. *Neopercepción*: habilidad de reconocer los patrones cuando cambian de posición o su

- forma es distorsionada.
136. *Neural*: Referente al sistema *neural*.
137. *Neuroanatomista*: Estudio de la anatomía de las *neuronas*.
138. *Neurociencia*: Ciencia que se dedica al estudio de las *neuronas*.
139. *Neurofisiología*: Estudio interno de las *neuronas*.
140. *Neurología*: Estudio de las enfermedades del sistema nervioso.
141. *Neurona*: Unidad básica del sistema nervioso.
142. *Neuronales*: Referente a las *neuronas*.
143. *Nodo*: Una unidad de información. También conocido como frame (trama) o card (tarjeta).
144. *Objeto*: Es una unidad elemental en el cálculo de predicados. [RAUCH 89].
145. *Osciloscopio*: Instrumento de medición electrónica, aplicado al registro de señales eléctricas.
146. *Página WWW. (Web Page)*: Se refiere al contenido que se encuentra en un archivo escrito con *HTML*. Las páginas de la red tienen longitud variable, y ofrecen en su espacio una variedad de opciones que pueden llevar a otras páginas dentro del mismo archivo, o en alguno ubicado en otro *Web Site*.
147. *Paradigma*: Es un ejemplo o modelo especialmente claro o arquetípico. Conjunto de reglas orientadas a establecer límites y a describir cómo solucionar problemas dentro de esos límites. En un sentido más amplio, puede considerarse un modelo que ayuda a comprender lo que se ve y se oye.
148. *Parámetros*: Factores de medidas o límites determinados.
149. *Password*: Contraseña para acceder a un sistema de cómputo.
150. *Perceptron*: Una red *neuronal* con aprendizaje supervisado cuya regla de aprendizaje era una modificación de la propuesta por Hebb's.
151. *Policristalino*: Compuesto de muchos cristales.
152. *Potencia*: Corriente que consume un dispositivo y que produce un trabajo eléctrico.
153. *Premisa*: Sinónimo de declaración lógica o aserción en lógica formal [RAUCH 89].
154. *Proxy*: Servidor intermedio en una red *Web*.
155. *Puentes*: Dispositivo que accesa los paquetes de información para leer la dirección de origen y la dirección destino.
156. *Punto a punto*: Se le llama así a la comunicación que proporciona el intercambio de información entre dos extremos.
157. *Radiación infrarroja*: Banda entre 780 y 10^6 nm.
158. *Radiación ultravioleta*: Banda de longitudes de onda entre 10^{10} y 380 nanómetros.
159. *Reactiva*: Teoría que supone no es necesario que cada agente sea individualmente inteligente para lograr un tratamiento global inteligente.
160. *Red de comunicaciones*: Es un sistema de comunicación en el cual el mensaje se hace llegar de la fuente al destino a través de puertos o *nodos* intermedios.
161. *Red neuronal*: Convertidor vectorial cuyo diseño está inspirado en las propiedades funcionales del sistema nervioso.
162. *Redes semánticas*: Una red semántica es una notación gráfica *nodo* y arco que representa objetos, acciones o eventos e incorpora significados reales en el entorno

- exterior sobre los mismos. Los *nodos* representan los objetos, también pueden representar acciones o eventos. Los arcos entre los *nodos* representan predicados o atributos que indican relaciones entre los objetos (acciones o eventos) mostrados en los *nodos*. Los arcos que conectan los *nodos* de la red, muestran entre otras cosas, que esta estructura de conocimientos puede inferir información basada en un principio llamado inferencia. [RAUCH 89].
163. *Reglas*: Una regla es una declaración que especifica una acción que ocurre supuestamente si se dan una serie de condiciones y son la forma más común de representar el conocimiento. [RAUCH 89].
164. *Repetidor*: Elemento para la interconexión de redes, que regenera la señal eléctrica que viaja a través de un medio de transmisión.
165. *Resistencia*: Cuerpo poco conductor, que se introduce en un circuito eléctrico.
166. *Retroalimentación*: Véase retropropagación.
167. *Retropropagación*: Método a través del cual se entrena a una red *neuronal*.
168. *Robot*: Artificio mecánico que actúa como un ser humano.
169. *Ruteadores*: Dispositivo electrónico que canaliza la comunicación a través de los *nodos* de una red.
170. *Semiconductor*: Elemento que se encuentra entre un conductor y un aislador y que *dopado* adecuadamente puede convertirse en un conductor controlado.
171. *Sensor de radiación*: Transductor de radiación.
172. *Sensor fotonico*: Transductor fotonico.
173. *Sensor*: Dispositivo que a partir del medio donde se mide, da una señal de salida *transducible* que es función de la variable medida.
174. *Servidor*: Dispositivo de *hardware* o subrutina de *software* que provee uno o más servicios predefinidos a una población de entidades usuarias.
175. *Servomecanismo*: Mecanismo compuesto por diferentes tipos de sistemas (sistema eléctrico y sistema mecánico por ejemplo).
176. *Símbolos*: Son los nombres de los objetos y atributos, p.e. pelo, marrón, ojos, azul. [RAUCH 89].
177. *Sinapsis*: Región que no pertenece en exclusividad a una *neurona* sino que es compartida por dos o más células.
178. *Sistemas expertos*: Los *sistemas expertos* son programas de computadora que contienen la erudición de un especialista humano, versado en un determinado campo de aplicación. En este sentido, los expertos humanos escasean y su contratación supone una enorme inversión económica. [RAUCH 89].
179. *Site (Web Site)*: Sitio *WWW* (del inglés *Web Site*). El "Site" o sitio es la ubicación en *Internet* donde se encuentra la información o las "páginas" de los usuarios sean estos individuos o empresas. Para acceder a un *Site* es necesario contar con una dirección o *URL*.
180. *Software*: Se trata de una serie de instrucciones que realizan una tarea en particular a los que se les llama programas. Se trata de una *interface* para comunicarse con la computadora y que le indica qué debe hacer.
181. *Soma*: Cuerpo celular, donde se realizan las funciones metabólicas básicas.
182. *Tacómetro*: Instrumento de medición de la velocidad.
183. *Talamo*: Masa ovoide de materia gris, es el centro principal de transmisión de los

- impulsos *sensoriales* a la corteza cerebral.
184. *TCP*: Modo de interconectar redes con el uso de muchos tipos diferentes de métodos de transmisión.
185. *Telemetría*: Sistema de medida con capacidad de visualización remota.
186. *Tensión*: Sinónimo de voltaje (voltaje es la cantidad de carga eléctrica que se encuentra presente entre dos puntos dentro de un circuito eléctrico).
187. *Token*: Es una señal o agente que pasa de *nodo* en *nodo* otorgando el privilegio de transmitir datos, siempre y cuando se tenga información que enviar.
188. *Topología anillo*: En las *topologías de anillo*, las estaciones se conectan físicamente en un *anillo*, terminando el cable en la misma estación de donde se originó.
189. *Topología de bus*: En las *topologías de bus* o lineales, todas las estaciones se conectan a un cable central llamada "*bus*". Este tipo de *topología* es fácil de instalar y requiere de menos cable que otras *topologías*.
190. *Topología de estrella*: En las *topologías de estrella*, cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, bien sea un servidor de archivo o un concentrador o repetidor.
191. *Topología*: La conectividad permitida entre varios *nodos*. La *topología* de la red se refiere a cómo se establece y se cablea la red. La elección de la *topología* afectará la facilidad de la instalación, el costo del cable y la confiabilidad de la red. Tres de las *topologías* básicas de red son la *estrella*, el *bus* y el *anillo*.
192. *Transductor fotoconductor*: Dicese de los *transductores* cuya conductividad eléctrica varía según la intensidad de la luz que los ilumina.
193. *Transductor fotoelectromagnético*: *Transductor* que afecta un *semiconductor*, al actuar sobre el *transductor* un campo magnético externo.
194. *Transductor fotoemisor*: *Transductores* que emiten electrones desde un *cátodo* cuando los *fonones* chocan contra el *transductor*.
195. *Transductor fotovoltaico*: *Transductor* que transforma la luz en un flujo electrónico.
196. *Transductor*: Dispositivo que transforma una señal física en una señal correspondiente pero distinta.
197. *Transistor*: Dispositivo electrónico de amplificación.
198. *Tubo Fotomultiplicador*: Emisor de luz que utiliza *electrodos* adicionales (*dínodos*, con potenciales crecientes secuencialmente, localizados entre el *cátodo* y el *ánodo* de manera que amplifican la corriente de electrones por medio de la emisión secundaria de los *dínodos*).
199. *Umbral*: Valor que debe ser superado para que una red *neuronal* se dispare.
200. *URL (LOCALIZADOR DE RECURSOS UNIVERSAL DEL INGLÉS UNIVERSAL RESOURCE LOCATOR)*: Es la ruta hacia las páginas del *WWW* o recursos de *HTML* (del inglés *Hypertext Markup Language*).
201. *Visualización*: Tomar datos, explorar su significado y hacerlos más comprensibles presentándolos en una simulación intuitiva; es usada principalmente en física, química y aplicaciones médicas.
202. *Visualizador o browser*: Programa interactivo usado para acceder información en *Internet*.
203. *WAIS: (Wide Area Information Servers)* Servicio que permite la indexación de grandes cantidades de documentos de texto y permite la búsqueda de estos a través de *Internet*.

204. *WAN*: (Wide Area Network), red que comprende el área de un país.
205. *World Wide Web o WEB*: Servidor de información, desarrollado en el CERN Laboratorio Europeo de física de construir un sistema distribuido de *hipermedia* e *hipertexto*. Una estructura de *nodos* mundiales en *Internet* que corren el *protocolo HTTP* de enlaces *hipertextuales* que los relaciona entre sí. También conocida como *W3*, *WWW*, o *Web*, es un sistema de información distribuido cliente/servidor, basado en un *protocolo* de transferencia de *hipertexto*. (*HTTP*).

	Págs.
Figura A EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 0.	10
Figura B EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 1.	11
Figura C EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 2.	12
Figura D EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 3.	13
Figura E EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 4.	14
Figura F EDUSITE: Diagrama de Flujo de Datos 5.	15
Figura 1 Estructura corporativa.	27
Figura 2 Estructura del cerebro.	31
Figura 3 Estructura de las <i>neuronas</i> .	61
Figura 4 Funcionamiento de una red <i>neuronal</i> .	63
Figura 5 Orígenes de <i>Internet</i> .	73
Figura 6 <i>Internet</i> en el mundo.	74
Figura 7 Dispositivos necesarios para el acceso a <i>Internet</i> .	77
Figura 8 Modelo <i>OSI</i> .	78
Figura 9 <i>Internet</i> en redes <i>TCP/IP</i> .	85
Figura 10 Diagrama que muestra los niveles del Modelo <i>OSI</i> y <i>TCP/IP</i> .	86
Figura 11 Sistema electrónico básico de medida.	95
Figura 12 Sistema de medida de datos múltiples.	96
Figura 13 Sistema de <i>telemetría</i> .	97
Figura 14 Sistema en bucle cerrado.	99
Figura 15 Dominios de datos.	103
Figura 16 Características eléctricas de un <i>transductor</i> .	106
Figura 17 <i>Transductor fotovoltaico</i> .	112
Figura 18 <i>Transductor fotocoductor</i> .	113
Figura 19 <i>Transductor fotoemisor</i> .	114
Figura 20 <i>Transductor fotoelectromagnético</i> .	114
Figura 21 <i>Sensor fotovoltaico</i> de selenio.	115
Figura 22 <i>Sensor fotovoltaico</i> de silicio.	116
Figura 23 <i>Sensores fotoconductores</i> de sulfuro de cadmio y seleniuro de cadmio.	117
Figura 24 <i>Sensores fotoemisivos</i> .	117
Figura 25 Diagrama de bloques.	119
Figura 26 <i>Cifrado</i> con transposición y sustitución.	123
Figura 27 Notación para ciframiento desciframiento.	132
Figura 28 Intercambio entre funciones de cifrado y descifrado.	133
Figura 29 Firewall de pared de <i>bastión</i> .	136
Figura 30 Firewall de pared de <i>diodo</i> .	136
Figura 31 Reporte SAINT.	144

	Págs.
Tabla A "Entidades de EDUSITE (Profesor)".	8
Tabla B "Entidades de EDUSITE (Alumno)".	9
Tabla 1 Clase de Direcciones.	82
Tabla 2 Descripción de Direcciones.	83
Tabla 3 <i>Domain Name Service</i> .	84