

APLICACION DE TECNOLOGIA MULTIMEDIA PARA LA
INSTRUCCION A NIVEL MEDIO EN EL CAMPO DE LA ROBOTICA



TESIS

MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE SISTEMAS DE
INFORMACION

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE MONTERREY

por

HARVEY ANGULO ZAMBADA

DICIEMBRE DE 1996

**APLICACIÓN DE TECNOLOGIA MULTIMEDIA PARA LA
INSTRUCCIÓN A NIVEL MEDIO EN EL CAMPO DE LA ROBOTICA**



TESIS

**MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE SISTEMAS DE
INFORMACION**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

POR

HARVEY ANGULO ZAMBADA

DICIEMBRE DE 1996

**APLICACIÓN DE TECNOLOGIA MULTIMEDIA PARA LA
INSTRUCCIÓN A NIVEL MEDIO EN EL CAMPO DE LA ROBOTICA**

POR

HARVEY ANGULO ZAMBADA

TESIS

**Presentada al Programa de Graduados en Ingeniería y Tecnologías de
la Universidad Virtual.**

**Este trabajo es Requisito Parcial para obtener el Título de Maestro en
Administración de Sistemas de Información.**

**INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

DICIEMBRE DE 1996

RESUMEN:

La llamada tecnología Multimedia, consiste básicamente en la utilización de múltiples medios de comunicación para transmitir información al ser humano utilizando computadoras en un ambiente interactivo.

Esta tecnología en los últimos años ha demostrado ser útil en el área de la enseñanza y capacitación como una alternativa al método tradicional de enseñanza-aprendizaje presencial.

Mediante el uso de Multimedia, el usuario puede aprender y practicar diversos conceptos de la vida real con la ventaja de hacerlo de manera "virtual" ; es decir, lo que esta viendo y haciendo representa la realidad de su ambiente, pero no lo es. Con lo anterior se tiene un número considerable de ventajas cuando la capacitación representa una fuerte inversión o un riesgo elevado para el instructor, aprendiz o equipo.

Pensando en la capacitación de grupos de estudiantes, la aplicación de Multimedia puede ser de mucha utilidad ya que cada grupo de estudiantes es una mezcla heterogénea de personas donde cada una tiene diferentes capacidades y necesidades.

En la presente tesis se presentan los resultados, ventajas y desventajas de aplicar tecnología Multimedia en el ámbito de la robótica, enfocándose al manejo de robots y a la comprensión de conceptos básicos del área en cuestión.

Asimismo como producto final, se desarrolló un prototipo de capacitación que podrá ser expandido para su uso futuro en clases de manufactura integrada por computadora de la carrera de ingeniería industrial y en la misma celda de manufactura del ITESM Campus Sonora Norte.

INDICE:

Listado de figuras	
Listado de Tablas	
Contenido General	
Capítulo 1 Introducción	1
Capítulo 2 Tecnología Multimedia	4
2.1 Definición de Multimedia	5
2.2 Historia de Multimedia	7
2.3 Ventajas de Multimedia	8
2.4 Hipertexto e Hipermedia	9
2.5 NewMedia, Información Digital	14
2.6 CD-ROM y sus variantes	16
2.7 Principales medios utilizados	20
2.8 Justificación de Multimedia	22
2.9 Aplicación de Multimedia	25
Capítulo 3 Entrenamiento	28
3.1 Justificación de Multimedia	34
3.2 Desventajas de CBT	36
3.3 Sistemas inteligentes	48
3.4 Beneficios de Multimedia	41
3.5 Desventajas de Multimedia	47
3.6 Casos de estudio (aplicaciones)	49
Capítulo 4 Desarrollo Multimedia	54
4.1 Etapas de Desarrollo	54
4.2 Procesos de desarrollo	55
4.3 Sistemas de autoría	74
Capítulo 5 Diseño del sistema de capacitación	78
5.1 Porqué robótica ?	78
5.2 Programa analítico	80

5.3	Generalidades de la robótica	81
Capítulo 6	Diseño de aplicación	89
6.1	Características generales	89
6.2	Información técnica	90
6.3	Metodología de diseño	92
6.4	Objetivos de desempeño	94
6.5	Diseño de pantallas	95
6.6	Mapa de navegación	97
6.7	Preferencias de interfaz	97
Capítulo 7	Experimento	99
Capítulo 8	Conclusiones	108
Apéndice A	Sistemas de impulsión del robot	112
Apéndice B	Examen de Ubicación Computación	152
Apéndice C	Examen de Ubicación Robótica	154
Apéndice D	Encuesta Cualitativa	156
Apéndice E	Evaluación de Habilidades de de Navegación Computacional	158
Apéndice F	Examen de conocimientos de Robótica Básica	159
Apéndice G	Pantallas del Sistema Desarrollado	161
Apéndice H	Encuesta Cualitativa	162
	Bibliografía	163
	Vita	165

LISTA DE FIGURAS:

Figura 2.1 Bosquejo de un diseño hipertexto	9
Figura 2.2 Bosquejo de un diseño hipermedia	12
Figura 2.3 Convergencia de Megaindustrias en Informática	15
Figura 2.4 Costo estimado por Megabyte almacenado	16
Figura 2.5 Direction 2000	27
Figura 3.1 Pantalla de retroalimentación del Direction 2000	31
Figura 3.2 Porcentaje de retención del ser humano	42
Figura 3.3 Aplicación para Aprendiz de Fotografía	48
Figura 5.1 Cuatro anatomías de robot básicas.	84
Figura 5.2 Grados de Libertad.	86
Figura 5.3 Tres grados de libertad asociados con el brazo y el cuerpo de un robot de coordenadas polares.	87
Figura 5.4 Tres grados de libertad asociados con la muñeca del robot.	87
Figura 5.5 Volumen de trabajo.	88
Figura 6.1 Menú principal.	95
Figura 6.2 Boceto de pantalla de tercer nivel	96
Figura 6.3 Mapa de Navegación.	97
Figura 7.1 Examen de conocimientos de robótica y computación en ambos grupos.	103
Figura 7.2 Examen de aprovechamiento y de interés en ambos grupos.	105
Figura 7.3 Tiempo de aprendizaje y nivel de satisfacción en ambos grupos después del experimento.	105
Figura 7.4 Comparación de examen de aprovechamiento cruzado y anterior en ambos grupos.	107

Figura A.1 Dedos intercambiables que se pueden utilizar con el mismo mecanismo de pinza.	118
Figura A.2 Dispositivo Venturi utilizado para activar una ventosa.	121
Figura A.3 Disposición para un sensor de proximidad que utiliza la luz reflejada contra sensores.	129
Figura A.4 Posible acción en una tarea de inserción mostrando los patrones de la configuración de fuerzas de las superficies del sensor de array táctil.	130
Figura G.1 Pantalla típica del sistema	161
Figura G.2 Pantalla típica del sistema	161

LISTA DE TABLAS:

Tabla 4.1	Comparación de las características de los diferentes medios de grabación.	59
Tabla 4.2	Tamaño de diferentes formatos de imagen.	64
Tabla 4.3	Comparación de almacenaje por tiempo de grabación.	65
Tabla 4.4	Ejemplo básico de comprensión.	70
Tabla 4.5	Comparación de algunos Sistemas de Autoría.	76
Tabla 7.1	Resultado de exámenes de ubicación (antes del experimento).	102
Tabla 7.2	Resultados de exámenes de aprovechamiento (después del experimento).	105
Tabla 7.3	Resultados de exámenes de aprovechamiento (después del cruce).	106
Tabla B.1	Resultado de examen de ubicación de computación Grupo Experimental.	153
Tabla B.2	Resultado de examen de ubicación para computación en el Grupo de Control	153
Tabla C.1	Resultado de examen de ubicación de Robótica Grupo Experimental.	155
Tabla C.2	Resultado de examen de ubicación de Robótica Grupo de Control	155
Tabla D.1	Resultado de encuesta cualitativa Grupo Experimental	157
Tabla D.2	Resultado de encuesta cualitativa Grupo de Control.	157
Tabla E.1	Resultado de examen de navegación por computadora.	158

Tabla F.1	Resultado de encuesta cualitativa después del experimento Grupo Experimental	160
Tabla F.2	Resultado de encuesta cualitativa después del experimento Grupo de Control.	160
Tabla H.1	Resultado del examen de Robótica después del experimento Grupo Experimental	162
Tabla H.2	Resultado del examen de Robótica después del experimento Grupo de Control	162

A mis padres....

CAPITULO 1: INTRODUCCION

Alrededor del mundo se pueden apreciar avances de tecnología que van desde el apuntador láser hasta las supercomputadoras y simuladores de realidad virtual. La tecnología hoy en día forma parte integral de la mayoría de las empresas; es utilizada en contabilidad, en los puntos de venta, en seguridad, en atención al cliente y en muchas otras áreas.

Las comunicaciones por redes computacionales, el uso de medios de comunicación digitales y las computadoras, están cambiando la manera de trabajar en los negocios; hoy en día pocas personas ponen en duda el poder que la tecnología tiene en el procesamiento y transmisión de la información, análisis de datos y automatización [BAR94]

Una de las muchas áreas donde se aplica hoy en día la tecnología, es en el entrenamiento de empleados en diversas empresas; dicho entrenamiento así como la educación en general se ve apoyado actualmente por tecnologías de uso cotidiano como lo son: reproductoras de videos, proyectores de video, programas computacionales, etc. Debido a que el entrenamiento va muy ligado a lo que es teoría de aprendizaje, la tecnología puede ser utilizada tanto en educación como en capacitación. En el área académica los maestros de hoy se apoyan de múltiples medios para lograr penetrar más en la mente del estudiante, (videos, fotos, filmas, etc.). Una nueva forma de integrar estos medios se conoce como Multimedia Interactiva, y es usada por diversas empresas en sus programas de entrenamiento, así como por los maestros como herramienta didáctica [APP94].

En la presente tesis se propone la utilización de tecnología Multimedia en una empresa, universidad o fábrica donde se requiera entrenar personal para el uso y programación de robots con el propósito de demostrar que la aplicación de dicha tecnología, puede representar un incremento en la productividad del departamento y una disminución en la curva de aprendizaje del empleado (o estudiante), entre otras ventajas. A un nivel de prototipo en la presente tesis se incluye el software desarrollado para ayudar por medio de tecnología Multimedia la comprensión de conceptos básicos de robótica, así como el uso a un nivel inexperto del robot ASRS863 para almacenaje.

El objetivo de estudio del presente documento es la instrucción de personas para la comprensión básica de robótica partiendo de conocimientos primarios del área. Para realizar los experimentos debidos se utilizará el

sistema ROM (Robotica con Multimedia) desarrollado en Authorware y orientado a los alumnos de preparatoria del Campus Sonora Norte del ITESM, así como alumnos de primeros semestres de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Cabe señalar que el prototipo en cuestión sólo busca dejar claro en la mente del usuario cuáles son las bases de la robótica, su impacto y sólo algunos aspectos técnicos (mismos que deberán ser ampliados en un futuro, si se decide continuar con el prototipo). Lo anterior deberá ser suficiente para demostrar que los conocimientos básicos de robótica y los procedimientos de uso de robots tradicionales son mejor captados por personas ajenas a estas áreas del conocimiento, cuando se aplica tecnología Multimedia en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Para poder demostrar lo anterior se realizarán algunas pruebas de campo utilizando la mencionada tecnología, contrastando los resultados con los obtenidos por los medios tradicionales de enseñanza y capacitación.

México y en particular Sonora, representan un excelente lugar para la realización del experimento, ya que pudieran presentar una gran resistencia al cambio debido a la cultura todavía ajena a este tipo de tecnologías. Esto puede ayudar también a eliminar ruidos por predisposición; es decir, que los miembros del grupo de control se esmeren voluntariamente por asimilar el material, pensando en que ese es el resultado esperado. Si existe cierta resistencia al cambio, y además se tienen resultados positivos a la hipótesis propuesta, entonces el resultado tendrá una mayor confiabilidad.

Como justificación para la presente, basta considerar que el entrenamiento y capacitación del personal en una planta es costoso, además si se pretende entrenar al empleado utilizando métodos empíricos es posible que se corran riesgos materiales, económicos y humanos; por esta razón es necesario utilizar un método de capacitación que reduzca costos, que sea seguro al empleado, y a su vez que permita disminuir los tiempos y recursos en general de capacitación requeridos.

La inquietud por desarrollar este tema surge también por el deseo de crear una aplicación Multimedia que sirva como modelo de capacitación para el manejo de una celda flexible de Manufactura, dicha celda se encuentra instalada en el Campus Sonora Norte, así como en otros Campus del sistema ITESM.

Al desarrollar la mencionada aplicación, será posible demostrar que con Multimedia la curva de aprendizaje del usuario de la celda (estudiante) se ve reducida y la capacidad de retención a corto y largo plazo del usuario se ve aumentada considerablemente.

Otra razón por la que se señaló esta área de investigación, es que el costo por tiempo de uso de una celda de manufactura es muy alto para ser “desperdiciado” en prácticas; es decir, para enseñar a un empleado como manejar cierto robot, es necesario llevarlo por lo menos una vez para que vea y estudie los movimientos del robot en una sesión especial de movimientos (no en los movimientos habituales de producción) por lo que es necesario para el funcionamiento de la celda, adquirir modelos y prototipos similares (también con un costo alto). Además, por la misma naturaleza de la robótica es posible ejemplificar algunos conceptos por medio de animaciones y videos; con una aplicación Multimedia se podría presentar al estudiante los movimientos del robot al presionar ciertos botones, como reaccionaría el robot al tener un impacto, algunos ejemplos de robots utilizados por la nasa, etc. También se podría aprovechar el tiempo de la celda (o robots) para producción mientras que la capacitación se hace aparte con aplicaciones Multimedia simultáneamente.

Otros objetivos que se buscan con este método de capacitación son:

-Satisfacción del estudiante.- Como se explica en el capítulo 3, al tener el estudiante un método dinámico, interactivo y con una interface adecuada, se ve afectado positivamente su nivel motivacional.

-Reducción de costos por capacitación.- Al eliminar las barreras tiempo-espacio en el proceso enseñanza-aprendizaje (ver capítulo 2) el estudiante puede aprender al ritmo deseado en el lapso de tiempo apropiado y a la vez, varios estudiantes pueden hacerlo simultáneamente, necesitando sólo una persona que sirva como guía experto del grupo.

Estos cambios esperados en el resultado final respecto a los métodos tradicionales está basado en que el método de aprender inherente de una persona es mediante una combinación de hacer, oír, probar y ver.

(Ver capítulo 2)

Específicamente en los ambientes de manufactura la tecnología Multimedia puede ser útil donde es necesario un entrenamiento basado en simulación y en prácticas físicas; muchas de estas prácticas y simulaciones pueden ser riesgosas tanto para el empleado como para la empresa.

El prototipo a desarrollar será basado exclusivamente en bases de robótica y conceptos generales de sus aplicaciones, que sirvan para ilustrar a

los usuarios sobre los alcances e implicaciones de la robótica en la actualidad..

Los problemas que se busca resolver son: la complejidad didáctica para el maestro debido a la poca disponibilidad de material en español adaptado a nuestra cultura para el uso de estos robots, la complejidad de aprendizaje de las diferentes técnicas de programación con los métodos tradicionales de enseñanza, así como la poca disponibilidad de maestros capacitados en nuestra región (Sonora) y el alto costo de capacitación. Es importante señalar que en el prototipo no se incluyen aspectos amplios de programación, ni detalles técnicos del robot ASRS.

La aplicación en la que se desarrollará este prototipo como ya se mencionó será “Authorware” de MacroMedia, debido a su capacidad de incluir evaluaciones y registros de sesiones del usuario. Como ejemplos de sistemas desarrollados en Authorware se pueden mencionar los utilizados en las siguientes compañías:

- Newton’s system
- Direction 2000
- American Airlines
- Marriot Corporation
- Y otras

CAPITULO 2: MULTIMEDIA

Las personas desde el inicio de su vida están aprendiendo a través de los sentidos, pues mediante ellos se recibe la información que puede llegar de distintas formas al cerebro, en su mayoría sonidos e imágenes combinadas entre si; sin embargo, muchos de los procesos formales de nuestra vida separan dichos medios de importación a formas simples y aisladas como texto, audio, etc.

Se entiende por “medio”, el conducto por el cual se envía información de un punto a otro (Ej.: de video al cerebro) y puede ser texto, audio, imagen, etc. La televisión es un dispositivo que combina imágenes y audio, pero además estas imágenes son dinámicas, es decir son imágenes secuenciales con cierto orden por unidad de tiempo, a lo que se le conoce como video.

los usuarios sobre los alcances e implicaciones de la robótica en la actualidad..

Los problemas que se busca resolver son: la complejidad didáctica para el maestro debido a la poca disponibilidad de material en español adaptado a nuestra cultura para el uso de estos robots, la complejidad de aprendizaje de las diferentes técnicas de programación con los métodos tradicionales de enseñanza, así como la poca disponibilidad de maestros capacitados en nuestra región (Sonora) y el alto costo de capacitación. Es importante señalar que en el prototipo no se incluyen aspectos amplios de programación, ni detalles técnicos del robot ASRS.

La aplicación en la que se desarrollará este prototipo como ya se mencionó será “Authorware” de MacroMedia, debido a su capacidad de incluir evaluaciones y registros de sesiones del usuario. Como ejemplos de sistemas desarrollados en Authorware se pueden mencionar los utilizados en las siguientes compañías:

- Newton’s system
- Direction 2000
- American Airlines
- Marriot Corporation
- Y otras

CAPITULO 2: MULTIMEDIA

Las personas desde el inicio de su vida están aprendiendo a través de los sentidos, pues mediante ellos se recibe la información que puede llegar de distintas formas al cerebro, en su mayoría sonidos e imágenes combinadas entre si; sin embargo, muchos de los procesos formales de nuestra vida separan dichos medios de importación a formas simples y aisladas como texto, audio, etc.

Se entiende por “medio”, el conducto por el cual se envía información de un punto a otro (Ej.: de video al cerebro) y puede ser texto, audio, imagen, etc. La televisión es un dispositivo que combina imágenes y audio, pero además estas imágenes son dinámicas, es decir son imágenes secuenciales con cierto orden por unidad de tiempo, a lo que se le conoce como video.

La televisión se ha convertido en un medio de información muy común últimamente, se ha comprobado que la televisión por ser un medio visual de transmisión de información puede enviar más información que otros medios como el papel donde generalmente se encuentran las ideas codificadas en texto o dibujos; proyecciones realizadas indican que en una persona promedio de 16 años habrá pasado por lo menos 15,000 horas pasivas frente al televisor absorbiendo los diferentes mensajes transmitidos [BRA87] esto sugiere que de alguna manera las personas se ven inclinadas a utilizar este medio como canal de información, tal vez debido a la combinación de medios que utiliza.

Lo anterior se puede explicar haciendo uso del término ancho de banda que se refiere a la cantidad de información que se puede transmitir por un medio por unidad de tiempo. Desde este marco de referencia se tienen básicamente dos tipos de medios de información:

-Bajo Ancho de Banda (Ej.: Texto) y Alto ancho de Banda (Ej.:Video)

El video y fotografía son ejemplos de medios con alto ancho de banda (hasta 50 millones de veces mayor que el texto) ya que transmiten más información por unidad de tiempo que el texto común en papel.

[BRA87]

El video tiene un fuerte poder explicativo que ha sido adoptado últimamente por educadores que aprovechan la televisión o video para incrementar el nivel de retención y comprensión; sin embargo estos medios audiovisuales son típicamente monólogos donde los videntes no pueden interactuar con el medio, y ésta es precisamente la gran oportunidad que tiene la tecnología Multimedia como medio de comunicación e información.

2.1 DEFINICION MULTIMEDIA:

Existen varias definiciones de Multimedia, debido a los cambios que se han tenido en tecnología; sin embargo, la gran mayoría concuerdan en definir una amalgama de medios con características interactivas.

Multimedia se le denomina a la tecnología de información basada en computadora que combina interactivamente audio, video, gráficas y texto de cierta manera que el usuario pueda moverse libremente a su gusto de acuerdo

a sus intereses. Una combinación de tres o más tipos de medios con cierto nivel de interacción se puede considerar como Multimedia. [APP94]

La diferencia entre lo que se conoce como tecnología Multimedia y un simple video es la capacidad que tienen las aplicaciones Multimedia de dar el control al usuario final; esto es entonces, la interactividad que forma la gran particularidad de Multimedia; además, en un video común no se tiene texto y mucho menos “ligas” de información para navegar en el producto (video o aplicación).

Cabe señalar que Tecnología Multimedia se refiere a ciertos programas de computadoras que al ejecutarse permiten cierta interacción con el usuario utilizando varios medios de información (visual, auditivo, etc.); aunque los “Múltiples medios” existen desde hace tiempo se ha estandarizado el término Multimedia para aquellas aplicaciones computacionales que utilizan medios múltiples.

Un sistema completo Multimedia incorpora los siguientes componentes:

- Información presentada por medio de texto, gráficas, fotos, videos, animaciones, audio (música, voz, sonidos), dibujos, etc.

- Hardware que permita la interacción del usuario (Mouse, Touch-Screen, Teclado, etc.).

- La facilidad de que el usuario aplicando su sentido común sin nada o mínimas explicaciones, pueda moverse y usar el sistema libremente. [POO83]

Aun cuando comúnmente la tecnología Multimedia es concebida como un conjunto de medios controlados por computadora y con interacción con el usuario, existen algunas otras definiciones más estrictas al respecto.

Multimedia como ya se mencionó se compone de combinaciones de elementos de texto, arte gráfico, sonido, animación y video. Cuando se le permite al usuario final (observador de la aplicación) controlar estos elementos y cuando deben presentarse, se le llama *Multimedia interactiva*; esto significa que puede existir material Multimedia sin necesidad de ser interactivo, aunque comúnmente no es concebido como tal.

Cuando a una aplicación Multimedia se le agregan relaciones o ligas de información dentro de los documentos para que el usuario pueda “navegar”, entonces Multimedia interactiva se transforma en *Hipermedia*.

Se ha mencionado en repetidas ocasiones a los sistemas o aplicaciones Multimedia, esto indica que al igual que cualquier programa computacional, estos sistemas o aplicaciones deben ser generados por el hombre y armados de acuerdo a un bosquejo inicial. Los programas, los mensajes y el contenido presentado en una computadora constituyen un *proyecto Multimedia* y si el proyecto se vende a los consumidores a manera de distribución se convierte en un *título Multimedia*. [APP94]

Se ha mencionado también que la mayoría de las aplicaciones Multimedia son realmente Multimedia Interactiva y por ende se les denomina simplemente Multimedia; sin embargo, pueden existir tanto presentaciones de Múltiples Medios sin computadora, como aplicaciones en computadora Multimedia sin ser interactivas. Cuando un proyecto no es interactivo, el usuario puede sentarse frente a la pantalla y observar el curso de la aplicación (igual que una presentación o película), en este caso se le conoce como *proyecto lineal*, por el contrario cuando el usuario tiene cierto control (o interactividad) se le conoce como *no-lineal*. [VAU94]

En el presente documento se referirá como MULTIMEDIA al tipo de proyecto Multimedia no lineal asistido por computadora.

2.2 HISTORIA DE MULTIMEDIA:

Hace algunos años los educadores y científicos se apoyaron en la computadora precisamente porque brindaba una manera diferente de enseñar que la misma televisión; la computadora permite al usuario crear un cierto ambiente de acción y reacción, donde el usuario tiene el poder de decidir y cambiar el curso del sistema de una manera que no se había logrado antes.

A medida que las computadoras se fueron desarrollando siendo más poderosas y más comunes, se utilizaron para manipular texto, gráficas y en algunos casos animaciones muy sencillas con fines educativos.

Posteriormente con el videodisco interactivo y la tecnología de audio digital, las computadoras fueron utilizadas para manipular estos medios integrándolos a los ya existentes, bajo el control del usuario final.

Hoy en día la computadora deja de ser un simple equipo para procesar palabras o hacer cálculos, ahora se convierte en un fenómeno interesante capaz de transmitir información de una manera mucho más flexible y dinámica que con los métodos tradicionales. [ENG88]

Al integrar la computadora con la combinación de estos medios añadiendo interactividad con el usuario, se marca la diferencia entre lo que hoy se conoce como tecnología Multimedia y los viejos tipos de medios-múltiples (libros con texto y fotografías, videos con imagen y audio) surgiendo así nuevas maneras de enseñanza con ciertas ventajas para esta nueva tecnología.

2.3 VENTAJAS DE MULTIMEDIA:

El uso de audiovisuales en la transmisión de información a los humanos ayuda en gran manera debido a su alto ancho de banda; sin embargo, la mayoría de las presentaciones audiovisuales de la actualidad son desarrolladas en base a necesidades promedio y circunstancias grupales, donde los individuos prácticamente no tiene control alguno sobre lo que se les presenta. [NEL87] por ejemplo, en un video de inducción de una empresa, se asume que todos desconocen (o conocen) los procesos de la empresa, por lo tanto todos por igual deberán pasar el mismo tiempo frente al video recibiendo la información que para muchos puede ser redundante (debido a que ya lo conocían y preferirían profundizar en otro tema) y para otros puede ser insuficiente.

Multimedia es una forma de personalizar la forma en que se presenta la información, además de hacerlo de una manera que aprovecha los diferentes medios existentes y el beneficio de su combinación. Al individualizar el proceso de presentación, el usuario no se limita a seguir el ritmo promedio del grupo (caso tradicional) sino que es capaz de cambiar el curso de la presentación de acuerdo a sus necesidades particulares.

Además de tener la capacidad de selección con Multimedia se puede revisar el material de estudio (o presentación) cuantas veces se desee para entender por completo el mensaje, y el despejar una duda puede ser tan sencillo como presionar un botón de “repetir” en la pantalla. [NEL87] Gracias a esta tecnología el usuario se convierte en un participante activo escogiendo el material apropiado apoyado por narraciones, imágenes,

animaciones, video, y en algunos casos cambiando la información de acuerdo a sus necesidades.

Esta visión de nuevos sistemas computarizados para guardar y usar múltiples formas de medios fue descrita hace tiempo por Ted Nelson en su libro de 1974 *Computer Lib.* donde define términos como Hipertexto e Hipermedia como "Documentos no-secuenciales" compuestos por texto, audio e información visual (video y fotos).

2.4 HIPERTEXTO E HIPERMEDIA:

Como se mencionó anteriormente un aspecto fundamental de la tecnología Multimedia es la interacción con el usuario; dentro de este aspecto se incluye el concepto Hipertexto; éste permite al usuario navegar en un documento de texto sin perder un orden lógico; es decir, en lugar de que el usuario lea el documento de una manera lineal, el usuario es invitado a realizar enlaces de información de un tópico a otro apoyado por los mismos medios visuales de acuerdo a sus propios intereses. De esta manera se rompe el esquema de la lectura secuencial permitiendo realizar saltos a diferentes partes del texto de acuerdo a la referencia de una pantalla inicial. [BAR90]

Estos saltos o ligas (links) son conexiones entre elementos conceptuales; es decir, existen "nodos" también conocidos como tarjetas de información o documentos que contienen texto, gráficas, sonido o simplemente información relacionada en la base de conocimiento que tienen vínculos entre sí a través de estas ligas (figura 2.1). Como ejemplo, en una base de datos de mecánica automotriz puede existir un vínculo entre "Aceite" y "Mantenimiento" donde el usuario al leer una página electrónica en la que se menciona que el mantenimiento de un auto incluye cambio el aceite, al "presionar" la palabra "aceite" el contenido de la pantalla puede saltar a otra página donde se describe que tipos de aceite son recomendados, características, etc.

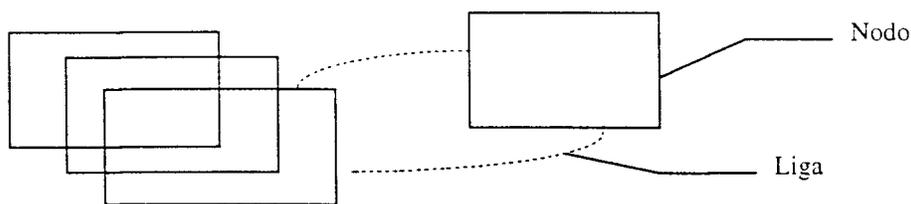


Figura 2.1

Las ligas son los caminos o asociaciones existentes, mientras que los nodos son temas, documentos, mensajes y elementos de contenido. Un ancla de vínculo (Link Anchor) es de donde viene el salto (pantalla anterior) un final de vínculo (Link End) es el nodo destino vinculado al ancla. Existen sistemas Hipertexto que permiten al usuario regresar por el camino por donde llegaron a la última pantalla (Ej.: Netscape) y se les conoce como bidireccionales, sin embargo algunos son unidireccionales y no permiten regresar a las pantallas anteriores a menos que se seleccione un vínculo nuevo con alguna de ellas.[VAU94]

Básicamente Hipertexto es basado en un conjunto de relaciones y dominios de información, concepto descrito por primera vez en 1945 como la máquina “MEMEX” por Vannevar Bush en un artículo llamado “As we may think”, a continuación se presenta un párrafo de su artículo traducido al español:

“Consiste de un escritorio que aunque puede ser operado a distancia, es básicamente el mueble en el que (el usuario) trabaja.

En la parte superior se encuentran pantallas translúcidas donde el material puede ser proyectado para una lectura más conveniente. Existe un teclado, un conjunto de botones y palancas. Lo importante es ligar dos cosas.

Cuando el usuario está construyendo una búsqueda, él la nombra, inserta el nombre en su libro de claves, y la introduce en su teclado. Antes se encuentran las dos cosas a ser ligadas, proyectadas en posiciones adyacentes...El usuario presiona un botón, y los artículos son ligados permanentemente... Después cuando sea que uno de estos objetos se encuentre en pantalla, el otro puede ser instantáneamente llamado presionando un botón...”

Hipertexto según lo describe Bush es muy similar a su máquina, al permitir al usuario relacionar dos situaciones, objetos o casos aumentando la capacidad y habilidad del usuario para recuperar información y trabajar con

la misma, sin tratar de reemplazarla como es el caso de la inteligencia artificial. [BAR90]

Hipertexto es una manera de presentar información textual de una manera no lineal análogamente a como funciona el cerebro humano.

Contrario al funcionamiento del cerebro los libros están organizados de manera lineal, es decir una página lleva a otra y si se salta de un capítulo a otro generalmente se pierde el sentido. Aunque las notas de pie y referencias pueden usarse para conectar tópicos de información que no son físicamente adyacentes, el libro por si solo no soporta estos estilos de lectura. Hipertexto además de permitir un acceso no secuencial, brinda diversos mecanismos de “navegación” incluyendo cambio de página, notas ‘pop-up’, saltos de un lugar a otro en la información (y de regreso), índices dinámicos, búsqueda de texto completo, etc. [BAR90]

El primer sistema Hipertexto fue “*Guide*” un sistema basado en el trabajo hecho por Peter Brown de la Universidad de Kent; se construyó para las computadoras Macintosh en 1986 y posteriormente para las PC’s de IBM.

En 1987 se lanzó el sistema “*HyperCard*” de Apple y en 1989 surgieron las imitaciones (clones) de Hypercard como “*SuperCard*” y “*Plus*”. Por otro lado para IBM, Linkway fue la primera aplicación Hipertexto mostrada en la demostración ‘BETT’ en Febrero de 1989.[BAR88]

Una característica de los sistemas Hipertexto consiste en que se puede buscar rápidamente cierto tópico entre todo el texto electrónico que tiene cargado la computadora, además se pueden localizar referencias, palabras clave y artículos relacionadas con solo “tocar” la palabra (ya sea con mouse, touch-screen, o teclado), además permite realizar búsquedas con operadores booleanos; es decir, utilizar términos como ‘and’, ‘or’, ‘not’, para localizar artículos que contengan cierta combinación de palabras o frases.

Como regla general un sistema Hipertexto debe incluir interacción con el usuario como parte crítica del diseño; de ahí, el significado del término hyper o hiper. [VAU94]

La primera propuesta de la palabra Hipertexto fue por parte de Ted Nelson como se mencionó anteriormente; esto llevó con el tiempo a generar el término Hipermedia el cual extiende la noción de ligar sólo textos,

agregando ligas con otros medios como video, audio, gráficas, etc. (Figura 2.2)

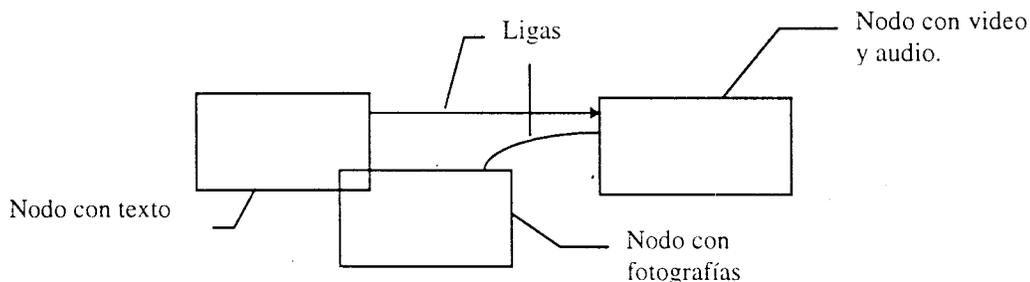


Figura 2.2

Aunque las mencionadas ligas o vinculaciones de información se hacen con el propósito de agilizar las búsquedas y dar un mayor alcance al momento del aprendizaje, se usan también con aplicaciones sencillas donde se incluyen diferentes medios de presentación (Figura 2.2); es decir, cuando un proyecto de Hipermedia contiene grandes volúmenes de información, las ligas se establecen al incluir índices en dicho contenido para lograr una recuperación de información más rápida, pero también se incluyen simplemente para relacionar diferentes tipos de medios; por ejemplo, un texto o palabra relacionada con una fotografía o video.

Con este nuevo tipo de ligas el término Hipermedia describe estructuras de Hipertexto que incorporan medios adicionales como audio y video: esto le brinda a Hipertexto la ventaja del alto ancho de banda que manejan los medios mencionados y así, la posibilidad de tener un efecto positivo en la retención y tiempo de aprendizaje al enviar mayor información al cerebro de una manera más similar a como funciona el mismo. [BAR90]

Una definición más completa del término Hipermedia lo sugiere como el fenómeno que marca la unión de tres industrias: de Difusión, Computación y Edición debido a que es en ellos donde tiene lugar la creación y aplicación de estos sistemas y a medida que estas industrias convergen entre sí, se verán nuevas maneras de construir extraordinarios ambientes de aprendizaje.[APP88]

Existen varios métodos de búsqueda de información que son utilizados y combinados en diferentes aplicaciones; en la mayoría de los sistemas de búsqueda de información Hipertexto se incluyen por lo menos los siguientes métodos de búsqueda de información:

1.- Categórico.- Selecciona o limita los documentos o campos de texto donde se busca una palabra o palabras; es decir, la búsqueda se lleva a cabo en la(s) sección(es) que cumpla(n) con cierta característica o se encuentre(n) dentro de cierta categoría.

2.- Relación de palabras.- Busca palabras de acuerdo con su cercanía y orden; por ejemplo, se puede pedir seleccionar aquellos artículos (tarjetas o nodos) que incluyen las palabras “Gates” y “Microsoft” en el mismo párrafo para evitar confusión con artículos que hablen de puertas o hangares (gates) ya que en realidad lo que se busca es información del principal accionista de la compañía Microsoft (Bill Gates).

3.- Colindancia.- Busca palabras que aparezcan cerca de otra, por ejemplo “viuda” y “negra” solo si son seguidas la segunda de la primera; esto evita confusiones con frases o párrafos seleccionados por el sistema donde aparecen por casualidad las dos palabras pero no tienen ninguna relación entre sí.

4.- Alternativa.- Asociado con el operador booleano ‘OR’, busca una u otra palabra; por ejemplo, “TLC” or “NAFTA” ya que cualquiera de los dos son válidos o interesantes para el usuario.

5.- Asociación.- Utiliza el operador ‘AND’, selecciona los documentos, que contengan una y otra palabra a la vez, por ejemplo “Expropiación” and “México”.

6.- Negación.- Asociado con el operador ‘NOT’ selecciona los documentos que no contengan determinada palabra. Generalmente este operador se utiliza en conjunto con otros; Ej.:. “Windows” and not “computer” para obtener información de ventanas pero NO información del programa Windows de computadora.

7.- Truncamiento.- También conocido como ‘WildCard’ busca una palabra por cualquiera de sus prefijos posibles. Por ejemplo, “Geo” buscará geometría, geométrico, geografía, etc.

Estos son algunos ejemplos de lo que es posible hacer con Hipertexto; con la combinación de las anteriores técnicas de búsqueda y la integración de múltiples medios se pueden alcanzar niveles de eficiencia en la búsqueda de

información muy por arriba de lo tradicional. Ya que se brinda al usuario una manera más efectiva y dinámica de aprender gracias a que el usuario aprende acerca de lo que decide y no de lo que es expuesto.

[VAU94]

2.5 NEWMEDIA E INFORMACION DIGITAL:

Es otro término muy escuchado en el ambiente Multimedia; se refiere a los “nuevos medios” que han surgido con los avances de la tecnología, aunque la mayoría no considera hoy a la computadora como un “nuevo medio” muchos piensan que los últimos desarrollos de software han cambiado radicalmente su uso. Hipertexto, Hipermedia, Ambientes gráficos, etc., le han dado un cambio en su uso; se han desarrollado también discos compactos donde se guarda información digital; es decir, Philips hace algunos años desarrollo un producto en el cual se puede grabar sonido convirtiéndolo en pulsos digitales y almacenándolo en un disco de platino, que después sería leído por rayo láser captando estos pulsos digitales para traducirlos posteriormente a la señal analógica original. Philips después sacó al mercado otro producto donde se almacenan de igual manera películas (LaserVision) convirtiéndose en un estándar mundial por su excelente calidad. Debido a la gran nitidez y magnífica calidad de reproducción de sonido del CD (Compact Disc), se pensó en crear un producto capaz de almacenar grandes cantidades de información, teniendo como resultado el CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) con una capacidad aproximada de 600 megabytes. En la conferencia ‘Interactiviy 88’ en Hague en Octubre de 1988 los sistemas NewMedia de Philips dieron a conocer detalles de otros “nuevos medios” como son:

- CD-I (Compact Disc Interactive)
- CD-V (Compact Disc Video)
- CD-DA (Compact Disc Digital Audio)
- LV-ROM, CD-Common, CD-X, etc.

INFORMACIÓN DIGITAL Y SU APLICACIÓN:

En la actualidad están ocurriendo cambios a gran escala en lo que respecta a tecnología; cinco mega-industrias (computación, editoriales, electrónica, entretenimiento, telecomunicación) convergen cada día más y para el año 2000 cada una de estas industrias podría representar cerca de un billón de Dólares en tamaño (Activos). (Figura 2.3)

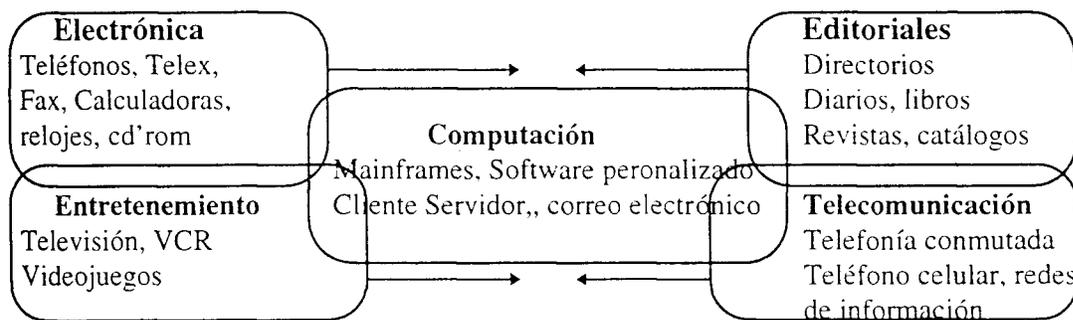


Figura 2.3

Para el año 2000 el contenido de información manejado por estas industrias será en formato digital, almacenado en bits y bytes, casi todo lo que se vea en televisión, en el cine, se lea impreso y se reciba por aire o por alambres, será fácilmente accesible y estará disponible donde sea, a cualquier hora.[BUR92]

La tecnología digital se basa en el concepto de que la forma más simple de representar un elemento de información es que esté encendido o apagado; este concepto se relaciona directamente con el sistema de numeración binario el cual utiliza dos números (que pueden representar los estados encendido o apagado). Un bit se refiere a un elemento o "dígito" que puede variar sus valores de cero a uno (sin valores intermedios), de apagado a encendido, de si a no, etc. pero solamente puede tomar un valor a la vez de una gama de dos valores discretos. Por lo regular se necesita una combinación de bits para comunicar una orden o dato significativo; dicha combinación emplea aritmética binaria. Entonces, una señal digital es aquella que varía en el tiempo tomando dos valores discretos lógicos; aquellas señales que varían en el tiempo de manera continua y que pueden tomar un número infinito de valores intermedios se conocen como analógicas.

Por definición las ondas de luz, sonido y electricidad son analógicas; para su uso en computadoras y otros aparatos electrónicos es necesario

transformarlas a señales digitales ya que solo así podrán ser procesadas por las computadoras; para lograr esto se utilizan convertidores AD/DA (análogo-digital/digital-análogo) que aceptan un voltaje analógico y lo convierten en una serie de números discretos mediante un proceso denominado digitalización o muestreo, o bien, aceptan un grupo de números discretos y los convierten en un voltaje continuo (analógico). [BUR92]

De esta manera es posible alimentar la computadora con imágenes, audio y video digitalizados para incorporarlos en aplicaciones Multimedia. Otra de las ventajas de manejar la información en formato digital es que se minimiza el grado de distorsión al ser grabada y además sólo de esta manera puede ser almacenada en los discos compactos.

2.6 CD-ROM Y SUS VARIANTES:

Significa Compact Disc Read Only Memory y es muy escuchado en el ambiente Multimedia ya que es el medio más usado para distribuir aplicaciones Multimedia por dos razones:

- Alta capacidad de almacenamiento
- Bajo costo de producción masiva (figura 2.4)

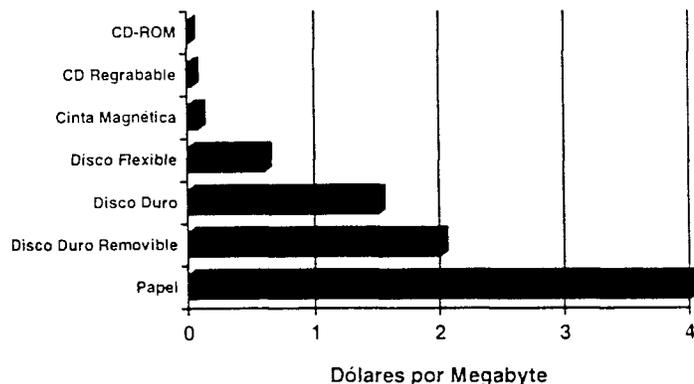


Figura 2.4 Costo estimado por Megabyte almacenado [BAR94]

El disco compacto (CD-DA, CD-ROM, etc.) es una oblea de plástico de policarbonato transparente y metal de 120 mm. De diámetro, con un orificio centrado. La capa metálica del interior del disco es generalmente de aluminio puro y su espesor se mide en moléculas. Mientras el disco gira en la unidad de CD, el metal refleja luz que es emitida directamente por un láser que se encuentra sobre el disco, estos reflejos son captados por un receptor de luz que transforma dichos reflejos a pulsos eléctricos que vienen a convertirse en bits y bytes que posteriormente son procesados para regenerar la información original (audio, video, datos, etc.).

TIPOS DE DISCOS COMPACTOS:

A través de los años, se han venido utilizando y creando diferentes patrones o estándares para definir el formato en el que los Discos Compactos son grabados. Sin embargo, estos patrones no garantizan la compatibilidad entre las diferentes tecnologías, y muchos de los formatos necesitan un reproductor específico. A continuación, se presenta un panorama simple de los patrones más comunes, así como también, un cuadro que define algunas de las relaciones entre ellos.

Compact Disc-Audio (CD-A).- Compact Disc-Audio, fue el primer formato para grabar información digital en discos compactos.

Los discos CD-Audio almacenan un máximo de 74 minutos con audio de alta calidad (usualmente música a 41 KHz de muestreo) en un disco compacto. Casi todos los demás formatos (CD-ROM, CD-i, etc.) pueden reproducir discos CD-Audio. Este fue el primer formato lanzado por Philips, posteriormente se lanzó el CD-V que fue utilizado para video-clips.

Compact Disc-Read Only Memory (CD-ROM).- Los discos CD-ROM, almacenan una combinación de textos digitales, gráficas, sonido y video. Pueden ser hechos con una variedad de estructuras de archivos, incluyendo la Apple HFS y la ISO 9660.

Compact Disc-Recordable (CD-R).- En este formato se puede grabar información en un disco CD-R, sólo que no se puede borrar. Los discos CD-R, son color dorado, compatibles con CD-ROM, y pueden ser usados en reproductores regulares de CD-ROM. (Nota: a veces, el CD-R se refiere como CD-WO para Compact Disc-Write Once).

Compact Disc-Interactive (CD-I).- El CD-i, es una herramienta y una especificación del software para un sistema interactivo de audio, video, y

computadoras, basado en discos compactos como medio de almacenamiento. La salida del CD-i se representa visualmente en un monitor de televisión standard. El CD-i tiene un amplio rango de capacidades y está apuntando hacia el mercado del consumidor, donde el bajo costo es importante.

3DO.- El 3DO es similar al CD-i. Es un reproductor de Multimedia que se conecta a un aparato de televisión. El 3DO fue lanzado en 1993 y el blanco es el mercado del juego y el consumo.

Photographic Compact Disc (Photo-CD).- El Photo-CD fue creado por Kodak, para almacenar imágenes fotográficas en discos compactos. El disco compacto, es reproducido en un aparato especial de Photo-CD (o algún otro reproductor compatible como CD-i o CD-ROM XA) y representado gráficamente en un aparato de televisión. Muchos reproductores de CD-ROM tienen la habilidad de reproducir discos de Photo-CD.

Video-CD.- Los discos compactos son designados para repartir videos de movimiento completo son llamados Video-CDs. Estos discos pueden almacenar hasta 74 minutos de video, pero requieren de una herramienta decifrador de videos especial. Los reproductores CD-i y 3DO pueden ser adaptadas para reproducir Video-CD.

Mixed Mode CD-ROM.- El CD-ROM de modo mezclado contiene información de datos de computadora y de pistas de audio. Los datos de computadora están grabados en las pistas interiores del disco y las de audio en las pistas externas. Esta configuración permite una mayor versatilidad; sin embargo, debido a que el aparato reproductor puede solamente leer una parte del disco a la vez, los discos deben de ser planeados cuidadosamente para prevenir interrupciones no esperadas al realizar los cambios entre datos y música.

CD-ROM XA.- Compact Disc Extended Architecture, mezcla el audio y el texto/gráficas de un disco compacto y así se pueden reproducir al mismo tiempo las gráficas o texto, desplegadas con el audio correspondiente.

CD -G.- Algunos discos de audio tienen una pequeña cantidad de información gráfica codificada en el disco. Con un reproductor apropiado se pueden ver estas gráficas mientras se escucha la música.

WORM.- Write Once-Read Many, la mayoría de las tecnologías de Compact Disc son únicamente de lectura (Read Only). La tecnología WORM puede grabar en los discos compactos (sin borrar); es decir, se puede grabar solo una vez. Los discos WORM no son compatibles con la mayoría de los reproductores de CD-ROM y por este motivo se están volviendo menos populares. Entre las ventajas de este tipo de disco se tiene que pueden

almacenar mayor cantidad de información que los tradicionales CD-ROM; sin embargo el costo de los reproductores no es proporcional debido a que tienen un costo mucho más alto que los tradicionales.[BAR 94]

DVI.- Digital Video Interactive, es básicamente un 'chip' de compresión que se le agrega a la computadora, el cual permite desplegar en el monitor en tiempo real, pantalla completa y a todo color, videos digitalizados.[BAR90]

Drive	CD-A	CDROM	CD-R	CD-I	3DO	PhotoCD	VideoCD
CD-A	Sí	No	No	No	No	No	No
CDROM	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No
CD-I	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí
3DO	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí

Compatibilidad entre los diferentes formatos

Un CD-ROM actualmente puede producirse en masa en menos de un Dólar y puede contener hasta 72 minutos de video de pantalla, o aproximadamente 600 Megabytes de información digital. El CD-ROM ha tenido un crecimiento explosivo a medida que las computadoras y nuevas tecnologías evolucionan; se estima que para 1997 más de 20 millones de reproductores de CD estarán instalados en computadoras.[VAU94]

A fines de 1991 se instalaron más de tres millones de unidades de CD-ROM alrededor del mundo y se publicaron más de tres mil títulos comerciales en este formato. Se espera que esta cifra se duplique cada año pues se considera una espiral donde las computadoras con CD-ROM crecen a medida que existen más títulos disponibles, y los títulos crecen a medida que existe más mercado (CD-ROM instalado) disponible. Al mejorarse las capacidades de Multimedia están publicándose más títulos nuevos en las áreas de educación, capacitación y entretenimiento. Entre las principales categoría de cd's comerciales destacan:

Agricultura, Enciclopedias, Bibliografía, Juegos, Ciencias Naturales, Negocios, Geografía, Literatura, Diccionarios, Gráficas, Música, Directorios, Historia, Turismo y Educación.

[VAU94]

2.7 PRINCIPALES MEDIOS UTILIZADOS:

Aunque el CD-ROM es uno de los medios más comunes de distribución, existen otros medios utilizados en Multimedia, tanto para

producción como para distribución final. Algunos ejemplos de estos medios son:

Floptical Disk.- Este tipo de medio está formado por un disco magnético de 3.5 pulgadas, muy similar a un diskette típico, el cual utiliza un sistema óptico de guía que le permite almacenar hasta 20 Megabytes de información. Este tipo de medios funcionan relativamente rápido en comparación con los diskettes tradicionales, sin embargo no son lo suficientemente rápidos para compararlos con un disco duro o cartucho (discos portátiles contenidos en un estuche de mica).

Magneto-Optical Disk.- Los discos portátiles magneto-ópticos, constituyen un medio eficiente para almacenar grandes volúmenes de información, son un poco más lentos que los discos duros (ver Tabla 4.1 en capítulo 4) sin embargo, cada año se mejora el desempeño de las nuevas unidades. Estos discos tienen la forma de un CD-ROM pero son más caros que un CD-ROM común; por esta razón son utilizados únicamente con fines de archivo. La principal ventaja de este medio es que es regrabable.

DAT.- (Digital Audio Tape) originalmente fue creado para grabaciones profesionales de audio, pero en la actualidad se utiliza también para realizar respaldos de información. Al igual que las cintas digitales de 8mm., el DAT es un medio limitado en cuestiones de interactividad, debido a su lento tiempo de acceso (por su lectura secuencial).

Flash Ram Card .- Llamadas también PC-Cards , son tarjetas con exterior duro, delgadas, de poco peso, que utilizan poca energía y son extremadamente rápidas y duraderas, debido a que no tienen piezas movibles ni giratorias en su interior . Cuando las aplicaciones se corren desde este tipo de medio, la rapidez es similar a la de un disco virtual en la memoria RAM de una computadora; sin embargo al momento de escribirlas se consume el mismo tiempo que si se grabase en un disco duro o diskette. La principal ventaja sobre los discos virtuales es que las PC-Card no son volátiles, es decir, a diferencia de la memoria RAM de una computadora, no se pierde la información al apagar la computadora o al remover la tarjeta (incluyen una pequeña batería para conservar la información). [APP94]

2.8 JUSTIFICACION DE MULTIMEDIA:

La tecnología Multimedia como ya se ha mencionado puede ayudar de gran manera al aprendizaje y a la transmisión de información hacia el ser humano, esto se ha demostrado en diversos estudios, sin embargo, no han sido adoptados ampliamente ni han tenido el éxito predicho. [GIA92] esto se puede explicar debido al alto costo de implantación y producción de estas tecnologías que muchas veces se extrapola equivocadamente al simple uso de Multimedia, es decir, el hecho de que el costo de crear una aplicación sea elevado, no significa que el usarlo sea también costoso; como ejemplo se puede mencionar que para crear una aplicación sencilla Multimedia se necesita por lo menos una tarjeta digitalizadora de video, la cual no es necesaria para utilizar (reproducir) el video o la aplicación. Aun cuando no se ha tenido la explosión esperada, en la década de los 90's es un hecho el inicio de esta explosión, ya que la utilización y venta de equipo Multimedia crece de manera acelerada [APP94]

Cada mes nuevas aplicaciones Multimedia salen al mercado y con el surgimiento de dispositivos Multimedia portátiles en 1993, han surgido aplicaciones aun más revolucionarias lo que permite al usuario transportar la información de un lado a otro habilitando a diversos campos (por ejemplo la mercadotecnia) en la explotación de esta tecnología.

La tecnología Multimedia en términos muy generales puede también ser utilizada (entre otras muchas aplicaciones):

- Para preparar una aplicación interactiva de aprendizaje
- Para preparar una lectura (o muchas) donde el usuario maneja el curso de la información.
- Para preparar presentaciones para enviar en tiempo real o como producto de mercadotecnia o como un medio de bajo costo para dirigir información al usuario[BAR90]

Un buen sistema Multimedia entre otras ventajas mejora las interfaces tradicionales basadas sólo en texto y proporciona beneficios en cuanto a la capacidad de retención del usuario, además de esto puede resultar bastante entretenida dependiendo de su diseño. [VAU94]

Por otro lado, existen proyectos de investigación que ya han revelado que al usar una variedad de estímulos visuales y auditivos basados en un ambiente interactivo, se incrementa el aprendizaje [GIA92] y es precisamente en esta aseveración en la que se basa el objetivo fundamental de Multimedia.

Aun cuando la tecnología Multimedia Interactiva ofrece ventajas claras y es aplicada frecuentemente, a menudo es subutilizada. De acuerdo a la mayoría de los investigadores de este campo, falta mucho por explotar en el terreno de Multimedia ya que la mayoría de los programas existentes son simples tutoriales que usan software de computadora para uso educativo [MER85]. A medida que se desarrolla software y hardware más poderosos, y a medida que crecen las necesidades de educación y entrenamiento dentro de los países de las empresas, es necesario investigar el porque Multimedia no tiene el éxito esperado. Una de las razones es que en los mercados locales no se producen estos sistemas debido a que son concebidos como sistemas caros, en ocasiones sin siquiera evaluar alternativas; además existe una paradoja: estos sistemas deben ser personalizados de acuerdo a las necesidades del usuario [GAY85] pero además, para que su producción sea efectiva y el costo bajo debe producirse en masa; esto lleva a cuestionar ¿Cómo puede producirse un sistema personalizado en masa?.

Para esto, es necesario encontrar métodos para personalizar programas genéricos mediante diseños dinámicos de la aplicación, de tal manera que el usuario pueda al instalar y al usar el sistema personalizarlo de acuerdo a sus necesidades permitiendo cambiar el diseño por ejemplo de pantallas, colores, medios a utilizar, etc. manteniendo un costo apropiado.

Entre las principales ventajas e impactos de la tecnología Multimedia destacan las siguientes:

- El usuario es capaz de aprender a su propio ritmo y de acuerdo a sus necesidades.

- Es más fácil romper la resistencia al cambio por medio de interfaces amigables como las que se pueden ofrecer con Multimedia.

- El ancho de banda es mayor (con videos y fotografías) lo que se traduce en mayor información para el usuario por unidad de tiempo.

- Acceso inmediato a video y audio como parte del material didáctico.

- El usuario tiene acceso directo a grandes volúmenes de información y no se limita a la memoria del maestro a al contenido de un solo libro.

-Se pueden explicar conceptos dinámicos y complejos que con métodos y materiales tradicionales sería difícil lograrlo (Por ejemplo, la estructura atómica de los elementos o el principio de Bernoulli)

-Ayuda al usuario a trascender la complejidad del tiempo, espacio y procedimientos en el aprendizaje.[HAR93, UNE90]

Además de lo anterior, al hacer uso de computadoras para manejar la información, el tiempo de respuesta se ve mejorado en gran medida; es decir, se ahorra mucho tiempo de búsqueda al usar la computadora, mismo que se puede aprovechar especialmente para descubrir puntos de vista divergentes sobre un tema dado y desarrollar en el alumno el poder de discernimiento, y no el aprendizaje maquinal.[UNE90].

Una de las áreas de aplicación de Multimedia es la capacitación de empleados en las empresas; por ejemplo, los cursos de inducción que se ofrecen a los empleados se pueden preparar en un sistema Multimedia lo que ofrece importantes ventajas sobre el método tradicional (ver capítulo 3). Las empresas que utilizan tecnología Multimedia para entrenamiento han encontrado que los nuevos empleados contratados y capacitados, han tenido un desarrollo más rápido que los capacitados con el método tradicional [WHI93], esta se puede considerar como una justificación más para mirar hacia Multimedia y pensar en aplicarla ya en diversas empresas.

Aunque los beneficios de Multimedia se pueden captar en muchos experimentos, no se tienen bases firmes en una teoría que explique porque se debe registrar un cambio al aplicar esta tecnología [GIA92].

Una de las teorías que quizá puede apoyar para explicar estos resultados es la teoría de la codificación doble.

Dicha teoría propone que existen por lo menos dos funciones separadas de codificación cognositiva que se especializan en la organización y transformación de información visual y verbal en la mente (PAVIO,1986). De acuerdo a esta teoría, la información visual es organizada de manera tal que las diferentes partes de un objeto imaginado están disponibles simultáneamente para un procesamiento futuro. Cualquier escena recordada puede ser mentalmente hurgada de acuerdo a la posición relativa del objeto en la imagen mental. En contraste la información verbal parece ser llamada, procesada y usada de manera secuencial. La información verbal entonces sólo puede ser organizada en forma secuencial; y las imágenes pueden ser

almacenadas y modificadas por una gran variedad de dimensiones sensoriales, por ejemplo , color, rotación, tamaño, etc.

Aun cuando esto puede significar por sí misma una ventaja (de los medios visuales sobre el simple texto) la gran ventaja que propone Pavio se refiere a que si se combina el texto con imágenes, en el cerebro serán almacenadas en dos diferentes lugares como formas diferentes. Al momento de tener información similar en dos lugares diferentes de procesamiento, la extracción de memoria será mejor que si sólo se tuviera una forma guardada en un solo lugar.[GIA92]

2.9 APLICACION DE MULTIMEDIA:

El uso de Multimedia cada día crece y esto en parte es debido a que la cultura de las personas va cambiando al respecto; también, la disponibilidad de tecnologías para hacer uso de Multimedia ayuda a su rápido crecimiento, pues al surgir más productores, y al bajar los costos de nuevas tecnologías, más y más personas están en la posibilidad de adquirir nuevo equipo con Multimedia. Por otro lado, las grandes casas de Software al percibir este cambio están produciendo también más aplicaciones Multimedia lo que convierte a este fenómeno en una espiral de crecimiento.

A continuación se citan algunos ejemplos donde es utilizada actualmente la tecnología Multimedia:

Oficinas.- Se usa básicamente en presentaciones mediante la cual se puede tener un mayor impacto debido a su interface y se puede lograr una mayor penetración en la mente del observador debido al alto ancho de banda. También se usa en capacitación de empleados aprovechando el aumento de retención que ofrece y la ventaja de evitar la limitante del espacio-tiempo del salón de clases o de capacitación. En algunas organizaciones ya se utiliza el correo de voz y la videoconferencia como métodos de trabajo regular.

Capacitación.- Algunas aerolíneas capacitan con Multimedia a sus sobrecargos para manejar cuestiones de terrorismo y seguridad por medio de simulaciones. Los mecánicos pueden aprender como reparar un motor sin necesidad de hacerlo hasta que conozcan bien las partes y la manera de hacerlo.

Los pilotos de asalto practican misiones de combate en simuladores, antes de arriesgarse en la vida real. Los vendedores pueden ser capacitados también por medio de Multimedia. Multimedia ha demostrado tener ventajas en la educación y capacitación, contrastando los métodos tradicionales (ver capítulo 3).

Educación.- Con el desarrollo de aplicaciones educativas Multimedia el maestro pasará a ser un guía del estudiante y no tanto el dador de conocimiento. En el área de educación es quizá donde tiene mayor impacto directo la tecnología Multimedia pues como se mencionó anteriormente una de sus ventajas es que puede transmitir mayor información por unidad de tiempo e incrementa la capacidad de retención en la mayoría de los casos. Actualmente las aplicaciones no se consideran aun como un sustituto del maestro, actualmente se les denomina enriquecedores del proceso de aprendizaje.

Es importante aclarar que Multimedia no debe verse como un reemplazo para el maestro sino como sistemas que sirven de herramienta para el proceso enseñanza-aprendizaje. No se conoce tecnología alguna que pueda reemplazar al humano en sus habilidades de comunicación y razonamiento, por lo tanto Multimedia tampoco es el sustituto del maestro, siempre es necesario que exista un asesor disponible para atender y aclarar dudas de los estudiantes,[BAR90]

Lugares Cotidianos.- Un lugar típico donde se podrá encontrar aplicaciones Multimedia es el hogar; en Estados Unidos, con la carretera de información se pondrá en marcha la televisión interactiva, con la que el televidente podrá interactuar con el televisor, captando las imágenes como él lo decida.

Muchos hogares en la actualidad cuentan con discos Kodak fotográficos, video-juegos como Sega que incluyen lectores de disco compacto. El canal Sega (conglomerado de TCI, Time Warner y Sega) ofrecerá una biblioteca de juegos para usuarios caseros; el servicio Prodigy en Estados Unidos, también ofrecerá servicios Multimedia para los usuarios desde sus casas. Además de los hogares se puede apreciar este tipo de aplicaciones en hoteles, centros comerciales, etc. donde se tienen módulos computarizados (kioskos) de ayuda e información; la instalación de este tipo de equipos reducen la demanda de personal y los costos por salarios, además de que el servicio es ininterrumpido, más consistente y confiable.

Otras aplicaciones de Multimedia se usan para demostrar y presentar diversos productos como es el caso del sistema Newton (de Apple) y Direction 2000 (Ver figura 2.5) así como el ya mencionado sistema de entrenamiento de American Airlines. [VAU94]

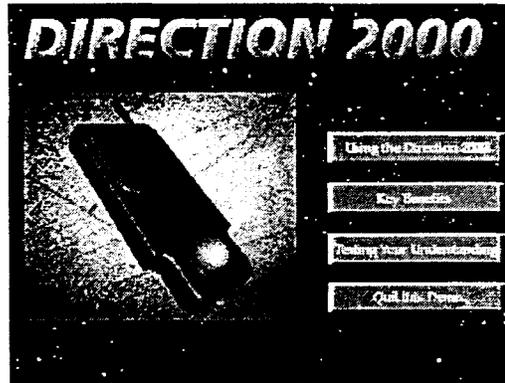


Figura 2.5

En México en 1993 se anunció una inversión de treinta millones de Dólares para adquirir equipo y computadoras Sun que servirán como procesadores para correr una aplicación Multimedia para el negocio de cablevisión; la aplicación es conocida como CLI/MAX (Consolidación de Listados Interactiva/Máxima). Este sistema fue desarrollado por RE/MAX y se pretende que con su uso el usuario tenga control de los listados de programación vía listas a color y videos interactivos.[JHO93]

CAPITULO 3: APRENDIZAJE Y ENTRENAMIENTO CON MULTIMEDIA

La mayoría de las empresas requieren en cierta medida capacitar a sus empleados en diversas tareas para que puedan realizar efectivamente su trabajo desde el mantenimiento de equipo costoso, hasta la simple difusión de las políticas y métodos de la empresa. Sin importar que tan efectivo sea un sistema de selección, invariablemente los empleados deben pasar por algún tipo de capacitación antes de desempeñarse de manera óptima dentro de su empleo [SCHU90]. Como ejemplo de la necesidad de entrenamiento, cabe mencionar que en Estados Unidos se gastan aproximadamente \$100.000 millones de dólares por año en capacitación [WHI93], debido a esta necesidad de las empresas por capacitar a su personal y al costo que ello implica, ha surgido la necesidad de investigar y crear nuevos métodos y tecnologías de entrenamiento que ayuden a mejorar dichas operaciones, así como a reducir los costos que representan para las empresas.

Desafortunadamente no todas las empresas practican alguna técnica de capacitación. de cualquier manera estas empresas han logrado subsistir pero no con el nivel de excelencia que tienen las empresas que sí lo hacen. Para que un plan de capacitación sea exitoso es necesario que la alta dirección esté convencida de que realmente es necesario para llevar a su empresa al liderazgo [GAL93].

En la actualidad se utilizan diversas técnicas de capacitación entre las que se puede mencionar la tecnología Multimedia; esta tecnología como se ha venido mencionando posee cualidades en cuanto a retención y reducción de la curva de aprendizaje [GIA92] lo que representa una ventaja importante para las empresas. Las tecnologías interactivas para capacitación fueron utilizadas e investigadas primeramente por la milicia y las grandes compañías; entre dichas tecnologías se encuentra el video interactivo utilizado para sistemas de entrenamiento basados en simulación, como entrenamiento en vuelo de aviones, cirugía experimental, etc.; después, se realizaron otros estudios a cargo de:

- World Institute for Computer Assisted Teaching
- The Electronic Information Delivery System
- U.S. Navy

donde se demostró que la aplicación de video interactivo en los programas de entrenamiento tenía un impacto positivo en el individuo, mejorando su aprendizaje y motivación, así como una reducción en los costos de entrenamiento para las empresas.[HAR93]

Dentro de las principales características de un programa (computacional o no) de capacitación están las sesiones de grupos donde se aprovecha el tiempo y recursos (maestros, salones) para entrenar a varios empleados; además, los programas de capacitación deben brindar información actualizada al empleado (o estudiante), deben ser eficientes, rápidos y consistentes.

La mayoría de los profesores buscan incrementar el nivel de aprendizaje de sus estudiantes creando un ambiente interactivo por medio de prácticas, ejercicios de laboratorio, demostraciones, etc. De cierta manera, los profesores usan ya medios-múltiples para sus exposiciones, debido a que combinan, voz, acetatos, gráficas, gestos e incluso ya utilizan computadoras.[APP94]

En los grupos tradicionales de capacitación se tienen individuos con diferentes capacidades, conocimientos y expectativas, sin embargo el ritmo de enseñanza es igual para todo el grupo, lo que ocasiona niveles de aprendizaje diferentes (debido a la particularidad de cada alumno) donde no todos los individuos alcanzan el nivel más óptimo. Pensando en esto se recomienda plenamente la tecnología Multimedia para entrenamiento y educación, ya que uno de los aspectos más importantes de la enseñanza es cubrir las necesidades de cada estudiante en el mayor grado posible, y al hacer uso de Multimedia se puede lograr un alto índice de individualización (ver capítulo 2) cubriendo las necesidades de cada estudiante.

[ENG88]

Otra característica positiva de estos sistemas es que por lo general los ambientes interactivos de aprendizaje bajo la guía de un instructor son más espontáneos y divertidos para el estudiante, lo que como ya se ha mencionado motiva al individuo y facilita el aprendizaje. Estos ambientes interactivos son fáciles de crear con la ayuda de computadoras.

Las empresas que están utilizando las computadoras para implementar sus programas de entrenamiento lo hacen también para poder incrementar el alcance e impacto de los mismos en sus empleados[WHI93]. Estos métodos de entrenamiento basado en computadora (Computer Based Training) permite a los estudiantes aprender acerca de determinado tema de acuerdo a sus propias expectativas, conocimiento y ritmo de aprendizaje a través de una serie de pantallas con información predeterminada en una computadora.

Estos sistemas en sus inicios manejaban sólo texto, pero a medida que se fueron desarrollando nuevas tecnologías se incorporaron gráficas, fotos y video; y así a medida que las herramientas de capacitación se han venido también revolucionando y convertido en aplicaciones más accesibles, muchas empresas están cambiando a sistemas de entrenamiento interactivo Multimedia como su programa de entrenamiento. [APP94]

En estudios realizados se pronostica que el mercado para la tecnología interactiva podría alcanzar los 14,000 millones de dólares para 1995, esto demuestra cómo realmente existe un mercado y aplicación para dicha tecnología, existen incluso autores que afirman que el desarrollo de medios interactivos es igual de importante que el desarrollo de ferrocarriles. [SOL93]

Las diferentes aplicaciones Multimedia para entrenamiento pueden variar desde un LaserDisc conectado a una computadora hasta aplicaciones complejas con video, animaciones y audio a través de redes.

Un ejemplo es el ya mencionado sistema de American Airlines; esta compañía utiliza dicho sistema para la capacitación de su personal de paquetería; funciona de una manera muy similar a la instrucción personal, pues al usuario se le presentan diversos escenarios de donde debe escoger con el 'mouse' de su computadora cuál es el apropiado para la situación dada; también se le muestran diferentes tipos de paquetes y el debe rechazar o aceptar los que cumplan con las políticas de la empresa; al final, es evaluado de acuerdo a sus aciertos y puede repetir las pruebas.

Un sistema similar es el ya mencionado DIRECTION 2000, el cual después de presentar al usuario las principales características del sistema, aplica al usuario una evaluación donde éste, obtiene retroalimentación inmediata de sus respuestas (ver figura 3.1)

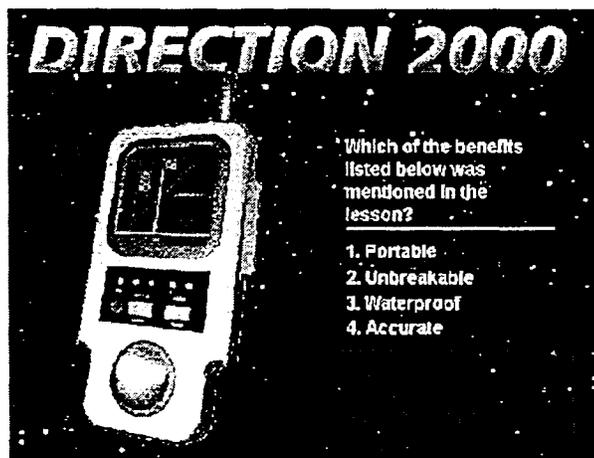


Figura 3.1

Otro ejemplo dentro del área de la educación es un modelo mediante el cual el estudiante puede conocer la estructura atómica de las partículas, cosa que resulta un poco complicada de explicar si no se hace gráficamente, además el dinamismo del video y la interactividad permite al estudiante ventilar todas sus dudas al respecto. Por si esto fuera poco, otra ventaja escondida de Multimedia es la eliminación de la barrera del cuestionamiento; esto es, el estudiante puede “preguntar” al sistema sin temor alguno acerca de conceptos que no tiene bien claros; cosa que en ocasiones no sucede con el método tradicional por distintas razones, entre ellas el miedo a que el maestro considere que no es oportuno para el resto del grupo.

Aunque Multimedia ofrece muchas ventajas, existen obstáculos que limitan el número de empresas que pueden contar con esta tecnología; entre dichos obstáculos figuran:

- El costo del equipo para desarrollar aplicaciones Multimedia.- Aunque el costo de un equipo para utilizar aplicaciones Multimedia es hoy en día muy reducido y al alcance de cualquier empresa (incluso persona), el costo de desarrollo de aplicaciones de este tipo, sigue siendo algo elevado pues se requiere de equipo (Hardware) muy especializado como son tarjetas de video y sonido profesionales y una máquina con gran capacidad de procesamiento.

- La falta de estándares para el desarrollo.- Realmente no existen estándares para el desarrollo de estas aplicaciones; es decir, las aplicaciones que generan estos programas pueden utilizar diferentes tipo de formato para los medios (fotos, audio, videos) los cuales al igual que el programa

resultante (aplicación Multimedia) no son compatibles con otros formatos u otras aplicaciones.

- La falta de plataformas no unificadas.- A la fecha existen alguna firmas que producen generadores de aplicaciones Multimedia para dos o más plataformas, como es el caso de Authorware, que se encuentra disponible para Unix, Macintosh y PC; sin embargo aunque los fabricantes de aplicaciones como la mencionada , afirman que el programa fuente se puede compilar en cualquier plataforma, no es transparente en la mayoría de las veces hacer la conversión y siempre requiere un trabajo extra.

[APP94]

Aun cuando existen estas limitantes, con el desarrollo de nuevas tecnologías se pueden eliminar las barreras de entrada para nuevas aplicaciones Multimedia en el ámbito comercial y educativo; por tal motivo es importante conocer los beneficios e impactos de lo anterior, basándose siempre en el aspecto humano del aprendizaje; es decir, no es cuestión de automatización simple, sino de un real beneficio cognitivo; es necesario considerar ciertos factores en cuanto a la manera óptima en que pueden aprender los individuos. La enseñanza en primer lugar debe ser interesante; es decir, ninguna persona aprende sino es por propia voluntad; por esto, el material a presentar debe ser motivante para que el usuario desee aprender más. Una manera de lograr esto es agregando dinamismo al material con videos, música y animaciones. Por otro lado el aprendizaje debe ser activo; es decir, el estudiante debe tener un rol activo dentro de su mismo aprendizaje; no se trata de si es interactivo o no, sino de que tan interactivo es el aprendizaje. Como ejemplo se puede mencionar a una persona que aprende a manejar en un auto y a otra que aprende con diagramas y fotografías; es obvio que la persona que practicó en el auto debido a su interacción aprenderá más rápidamente y estará mas motivada.

Esta misma interacción genera una motivación en el individuo lo que contribuye a un mejor aprendizaje al permitir al estudiante seleccionar el material de estudio y explorar la información por "caminos" que pueden llevar a diferente información. [ARD89]

Multimedia ofrece un método para llevar a cabo un aprendizaje interactivo al permitir al usuario controlar que es lo que se presenta en la pantalla, como se presentará y cuantas veces se presentará; es muy común entonces que se mezcle el término "aprendizaje abierto" en estos casos; sin embargo no necesariamente Multimedia es un reflejo del aprendizaje abierto.

Aprendizaje abierto es mencionado a menudo cuando el estudiante tiene control como nunca antes del proceso enseñanza-aprendizaje; por esta razón cuando el usuario tiene una interacción elevada con el programa de educación se “etiqueta” como aprendizaje abierto; pero no necesariamente existe conexión entre los dos términos.

Aprendizaje abierto se refiere a una solución administrativa para resolver el problema de ciertos individuos que no tienen los medios o tienen limitantes para acceder a los sistemas tradicionales y comunes de estudio. Este tipo de personas incluye aquellas a las que el horario de trabajo no les permite estudiar, las instalaciones de estudio se encuentran retiradas, tienen problemas físicos para desplazarse, etc. [BAR90]

Otro punto clave en el estudio de las tecnologías interactivas es el hecho de que al ser Multimedia una tecnología interactiva lleva incluido el concepto de “calidad de interacción” ; este punto es más complejo aun. Intuitivamente se sabe que existen interacciones de poca calidad, pero la mayoría de lo que se conoce al respecto está basado en intuición de maestros experimentados más que en estudios experimentales cuidadosos. Si existen muchas interacciones en una secuencia de aprendizaje y si el grado de interacción es alto, se puede medir la calidad de interacción del material presentado. Ejemplos de interacciones con alto grado de calidad son el método socrático que mediante preguntas y respuestas se obtiene información para el estudiante; por otro lado un ejemplo de interacciones de baja calidad es la opción múltiple, aun cuando existe interacción, la calidad de la misma no es la más deseable. [GIA92]

Gracias a estas características. Multimedia se ha venido aplicando en el campo de entrenamiento, ya que ofrece ambientes interactivos (creados por computadora) y una facilidad en la administración del entrenamiento dentro de las empresas. Numerosos estudios de investigación se han publicado en los últimos diez años para demostrar la efectividad en el área; sin embargo, el campo de estudio es complejo y muy amplio para generalizar los resultados[BAR94]

Cabe señalar que lo que realmente incrementará el nivel de aprendizaje es el aprendizaje interactivo y no la tecnología por sí sola; esto quiere decir que aprendizaje interactivo se refiere más que a un desarrollo puro de tecnología,

a un proceso que implica la creación de un ambiente con información provechosa que envuelve interacción entre:

- Gente (Maestros y Estudiantes)
- Materiales impresos
- Medios de computadora pudiendo incluir Hipertexto, Hipermedia, discos ópticos, satélite, etc.

Este tipo de aprendizaje interactivo se ha desarrollado a partir del entrenamiento basado en computadora y el video interactivo.[BAR90]

3.1 JUSTIFICACION DE MULTIMEDIA PARA ENTRENAMIENTO:

Uno de los problemas y oportunidades de diseñar sistemas de capacitación Multimedia es conseguir la combinación de habilidades requeridas para las personas que desarrollan. Algunas personas tienen las bases interdisciplinarias ideales para trabajar con Multimedia interactiva como son : producción de video, diseño de arte gráfico, programación de computadoras, psicología del aprendizaje, etc. Es decir, se necesitan no un experto en computadoras ni un experto en el tema (a enseñar) sino la combinación de ambos [BAR90]

Por otro lado el éxito en el trabajo de estas personas (desarrolladores) depende en el provecho que se obtenga de estos sistemas. Numerosos estudios se han realizado en la últimas décadas para demostrar que tan útil (o que tan inútil) es la aplicación de computadoras (últimamente Multimedia) en la enseñanza y capacitación.

En las diversas investigaciones acerca del impacto de los diferentes medios en el aprendizaje, no se ha podido llegar a un consenso; por ejemplo, algunos maestros indican que la computadora es una herramienta excepcional a la que no se le puede comparar con la televisión o con el libro; otros piensan que el videodisco interactivo tiene efectos únicos en el aprendizaje muy superiores a los de otro medio.

Haciendo un poco de historia, alrededor de los años 70's se tenía poca credibilidad para los múltiples medios, numerosos investigadores concluyeron que no existía evidencia suficiente para afirmar que un medio

puede producir mayor aprendizaje que otro. Levie and Dickie (1973) [LEV73] concluyeron que la mayoría de los objetivos de aprendizaje podían ser alcanzado por cualquier medio de la gran variedad existente. Esta idea fue retomada por Schramm [SHA77] quien afirmó que el aprendizaje parece ser afectado más por la información manejada, que por el medio utilizado.

En la década pasada la técnica conocida como meta-análisis demostró ser más útil en las investigaciones de medios instructivos; los procedimientos meta-analíticos de investigación de medios han demostrado una ventaja en el aprendizaje al utilizar los medios nuevos, de aproximadamente media desviación estándar en la evaluación final de rendimiento a los estudiantes, contrastada con el método tradicional.

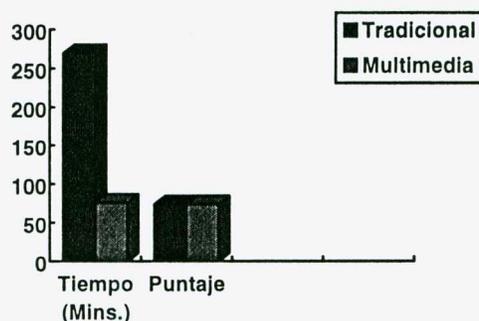
En el caso de capacitación basada en computadora esta ventaja se incrementa del 50 al 66 % en el rendimiento final (en diferentes cursos). [GIA92]

Del interés por aplicar los métodos antes descritos en entrenamiento y de las investigaciones consecuentes se ha ventilado la teoría **Multiplicativa**, misma que propone que los beneficios de Multimedia son en ocasiones multiplicativos en el sentido de ser mayores a los beneficios que puede ocasionar la suma de cada medio por si sólo.[CLA92]

En la investigación educacional, algunas veces se encuentra que las variables por si solas tienen poco impacto en el aprendizaje; sin embargo cuando dichas variables son combinadas, éstas pueden interactuar entre sí para producir efectos importantes. En esto precisamente se basa la investigación de “interacción de tratamiento-aptitud” [CLA82]. Por esta razón es necesario examinar la posibilidad de que combinaciones de múltiples medios es más provechoso en cuanto aprendizaje (y por lo tanto entrenamiento) que el resultado obtenido por la suma de cada medio. Cabe señalar que mientras existen muchos estudios comparativos de los diferentes medios, existen muy pocos estudios acerca del efecto multiplicativo de la combinación de medios.

Por otro lado existen diversos estudios que demuestran que Multimedia realmente incrementa la EFICIENCIA, EFICACIA y MOTIVACIÓN del estudiante [HAR93]. En particular Kimberly J. Harris desarrolló un estudio donde se encontró que el entrenamiento de administradores de hoteles por medio de Multimedia, tenía los mismos resultados académicos que el método

tradicional, pero con una mejora (reducción) en el tiempo de entrenamiento. Se encontró también que los puntajes individuales cuando el aprendizaje Multimedia se hacía en grupos de dos, era mayor que cuando se hacía de manera solitaria en el mismo sistema. A continuación se muestra una gráfica comparativa de los datos:



Estos resultados sugieren que el método de entrenamiento con Multimedia puede no ser más efectivo en algunas ocasiones que el método tradicional, pero si es más eficiente en cuanto al tiempo.[HAR93]

Otro estudio realizado por Kinzie y Sullivan demostró que los estudiantes eran más motivados a interactuar con Multimedia que con el mismo material pero presentado de manera tradicional; lo que se veía reflejado en una mayor retención final a largo plazo.[KIN89]. Otro punto importante a considerar es que la motivación del estudiante al utilizar sistemas interactivos de educación puede verse afectada (positivamente) en alguna fase del proceso por la presencia física de un instructor.[FRI90]

3.2 DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE ENTRENAMIENTO BASADOS EN COMPUTADORA (CBT):

Como en la mayoría de las nuevas propuestas, existen también opiniones en contra de los sistemas de capacitación asistidos por computadora.

Hace 5 años estas opiniones prácticamente sellaban la posibilidad de implantar en las empresas sistemas de capacitación Multimedia basándose en la no eficacia de los sistemas CBT (Computer Based Training) existentes.

Entre los principales argumentos utilizados destacan los siguientes:

- Los diseños y el desarrollo de material de capacitación basado en computadoras eran muy caros, puesto que se requerían entre 150 y 300 horas-hombre de trabajo para producir solamente una hora de capacitación.

- Los sistemas convencionales eran un poco mas que lenguajes de programación ordinarios y los cursos de capacitación podían ser escritos únicamente por autores con habilidades de programación específicas y apropiadas.

- Los autores casi nunca eran buenos diseñadores, por lo tanto, el material de capacitación no era interesante ni estimulaba la imaginación.

- Resultaba un proceso difícil y largo el hacer arreglos al material ya existente.

- Era difícil para los maestros el manejar clases con habilidades mixtas exitosamente; fué mucho mas difícil para los sistemas CBT el satisfacer las necesidades de capacitación de un grupo de estudiantes con amplias habilidades.

- En general, las personas aprenden mejor cuando cometen errores y reciben ayuda remedial; CBT no logró proveer esta clase de ayuda.

- Los objetivos de CBT eran únicamente los del autor y de los entrenadores, no existía interacción entre los alumnos y los diseñadores y los sistemas eran incapaces de saber los objetivos de los usuarios.

- Ni los maestros, ni los entrenadores tenían el tiempo ni las habilidades necesarias para utilizar el sistema convencional exitosamente; el mejor material CBT fue invariablemente producido por diseñadores profesionales del curso.

- Aunque hubiese sido una comparación sin sentido, el mejor material de CBT está por debajo de la peor interacción maestro/estudiante.

- Los clientes deseaban hacer pequeños ajustes o cambios a los cursos, pero no podían ya que desconocían el lenguaje.

- Todos los cursos contenían información que se repetía una y otra vez, lo cual, unido con la subestimación de las habilidades del usuario, conducía a malas presentaciones.

[GIA92]

Desde entonces a la fecha, se han realizado mejoras a estos sistemas convirtiéndose en lo que son, sistemas Multimedia interactivos de capacitación.

Para estos modernos sistemas Multimedia la principal desventaja radica en el alto costo de producción y desarrollo, donde se incluye el costo del personal especializado para el desarrollo que generalmente no se encuentra dentro de la empresa, el hardware, el software y la maquila del producto final en CD (en caso de que así se decida); sin embargo, como ya se ha mencionado anteriormente, a medida que los costos bajan muchas organizaciones con visión están incorporando dichas tecnologías a sus estrategias de operación para mejorar la calidad de capacitación y servicio que ofrecen. [HAR93]

Un factor importante a señalar es el hecho de que para que una empresa implante un programa de capacitación, generalmente es necesario un estudio costo-beneficio, que al ser aplicado al caso de Multimedia en algunas ocasiones no será costeable (especialmente en grupos o empresas pequeñas).

Bajo este enfoque, Multimedia no es siempre costeable para todas las empresas, sin embargo es recomendable hacer una evaluación Costo-Efectividad para poder justificar la implantación de Multimedia [DAH93].

3.3 SISTEMAS INTELIGENTES Y SISTEMAS HIPERMEDIA:

Con el paso del tiempo, debido a la evolución de la tecnología y al surgimiento de nuevas necesidades, se han creado sistemas de entrenamiento inteligentes (ITS- Intelligent training systems) y HTMS (Hypermedia-based intelligent training systems) los que permiten entre otras cosas, crear aplicaciones de entrenamiento con una gran facilidad, mezclando además la inteligencia artificial en sus bases de conocimiento (sistemas híbridos).

La diferencia principal entre los ITS y los HMS (Hypermedia Systems) radica en que los ITS, son basados en el conocimiento e inteligencia

artificial, mientras que los HMS no lo son (por sí solos). La distinción crucial entre ellos se basa en la manera en que tratan la información. [GIA92]

Los ITS estructuran la información en una base de conocimiento, mientras que los HMS mantienen la información sin estructura y la usan como datos. La estructura de los ITS incluye relaciones semánticas que constituyen una red de conocimiento que puede ser manipulada e interpretada por simples reglas dirigidas a un objetivo en particular.[GIA92]

Los HMS no tienen relaciones semánticas pero tienen un gran número de conexiones de elementos de información, que son básicamente apuntadores y conceptualmente por sí solos no significan nada. Lo anterior sugiere que la información contenida en estos sistemas es sólo comprensible por un humano y que la información no es computable y por lo tanto no está abierto al poder de la tecnología AI (Artificial Intelligence). Esto lleva a otro contraste respecto al estilo pedagógico de cada uno de los sistemas; los ITS brindan orientación adaptativa en las sesiones de aprendizaje debido a su habilidad computacional de interpretar las acciones del estudiante y sus respuestas en términos de modelos de conocimientos.

Por otro lado los HMS son sistemas de aprendizaje [DUC90], no son tutores pero tienen un gran poder como recursos de aprendizaje. Los HMS brindan un control total al estudiante y por consiguiente son basados en la inteligencia del estudiante para aprender. Lo anterior significa que por sí solo los HMS no contienen ninguna pericia pedagógica.

Cabe señalar que Hipermedia es una tecnología no pedagógica, la cual está abierta para que el usuario aprenda a través de la navegación en la información (browsing), pero es necesario contar con la inteligencia de los estudiantes para que funcione como una guía en el aprendizaje.

La filosofía detrás de la enseñanza es esencialmente diferente a la filosofía de libre acceso de Hipermedia..

Un problema importante con muchos sistemas de enseñanza es su inflexibilidad en términos afectivos. Hacen énfasis en una adaptación cognoscitiva, en proveer al estudiante los elementos cognoscitivos de conocimiento propios que son necesarios en un tiempo determinado en la sesión de aprendizaje. Entre más ajustado esté un sistema a instrucciones individualizadas, tendrá mayor capacidad de adaptación en estos términos, que es lo que sucede con los HMS [GIA92].

A diferencia, los HMS no se adaptan cognoscitivamente al estudiante, éste es su punto débil. Sin embargo, son sistemas muy fuertes en el control del estudiante, y por lo tanto afectivamente eficientes. La diferencia entre los HMS y los sistemas de enseñanza tradicionales se basa en un trueque o balance a lo largo de la dimensión cognoscitiva-afectiva.

La adaptación es la esencia de lo que es conocido como conocimiento pedagógico (las reglas tutelares de un ITS), la cual puede ser caracterizada principalmente como conocimiento del plan de estudios. Efectivamente, el conocimiento pedagógico implica el conocer la estructura del conocimiento e incluye también el conocer los problemas comunes que pueden surgir en una situación particular de aprendizaje.[GIA92]

Uno de los factores críticos a considerar al pensar en implantar un sistema de entrenamiento por computadora es la RESISTENCIA al cambio y la CULTURA existente. A menos que se involucre la cultura en un proyecto de este tipo, cualquier cambio realizado será temporal. Para obtener un verdadero beneficio de estos sistemas es necesario tener bien claro a QUIEN se le va a enseñar, QUE es lo que se debe aprender y COMO debe hacerse para causar el mayor impacto posible. [GIA92]

Es necesario que la cultura sea evaluada de acuerdo a su diversidad y no solamente manejada como si fuera algo que se puede “contener”. [GEB90]

El entrenamiento de diversidad de culturas es diferente a entrenar con una manera culturalmente diversa; esto es, no es lo mismo el entrenamiento donde los entrenados son de diferentes culturas, que el entrenamiento basado en culturas diferentes. Las técnicas utilizadas para una cultura pueden ser inapropiadas para otra. En muchas culturas por ejemplo, los juegos y ejercicios son únicamente para niños; aunque en Japón se inventó el video interactivo, no se usa para capacitación, porque ellos trabajan y aprenden en grupos, no de manera individual. [GUP90]

Estudios de manufactura han demostrado grandes diferencias en la habilidad de las diferentes naciones de Europa Occidental para obtener beneficios de nuevas tecnologías de producción, dependiendo de como la cultura de cada nación percibe la tecnología. [DIR90]

3.4 BENEFICIOS DE MULTIMEDIA EN ENTRENAMIENTO:

La práctica hace al maestro... un dicho conocido que no tiene demostración por sí solo; sin embargo sí se ha demostrado que una parte fundamental del aprendizaje es la práctica; en muchos casos la presentación repetida del estímulo es el factor básico del aprendizaje [ARD89].

Esta práctica puede obtenerse al proporcionar al estudiante (aprendiz o empleado) un medio por el cual pueda repetir las lecciones una y otra vez y navegar por la información de acuerdo a sus necesidades. Como se ha mencionado anteriormente con los sistemas Multimedia, el estudiante tiene el control de su aprendizaje, por lo tanto puede repetir el estímulo hasta que quede claro y firme en su memoria. Además de esto, existen estudios que sostienen que el aprendizaje puede ser positivamente afectado si el estudiante está consciente de que es lo que necesita aprender; los mismos estudios revelan que la información dada al estudiante acerca de los logros obtenidos con su aprendizaje de manera individualizada mejora la calidad de su aprendizaje. [GIA92]

La interacción es otra característica favorable de las aplicaciones Multimedia (aunque no es lo único que se necesita), en particular el hecho de que el estudiante tenga el control de lo que estudia (en parte o completamente) tiene beneficios tales como el desarrollo de ciertas habilidades “metacognoscitivas” [GIA92]

Al mezclar esta capacidad de interacción con imágenes, gráficas, video, texto y audio, se logra presentar al individuo de una manera nueva, motivante e interesante. Estudios han demostrado (figura 3.2) que los humanos retienen aproximadamente el 20% de lo que oyen, el 40% de lo que ven y oyen, y el 75% de lo que ven, oyen y hacen. Esto se explica debido a que la manera natural del humano para aprender es una combinación de ver, oír, tocar, oler y probar. [WHI93]

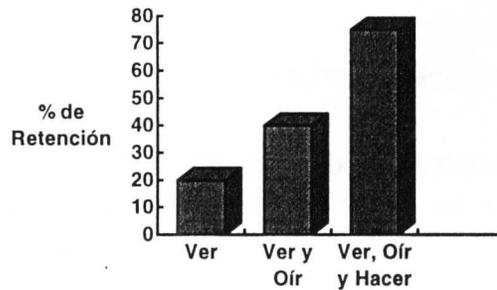


Figura 3.2

Tal vez la principal ventaja de utilizar tecnología Multimedia radica en que:

1.- La información es transmitida a todos los estudiantes o empleados de manera consistente; esto es, dado que la información y el método de enseñanza ya se encuentran grabados por expertos en el área, todos los estudiantes aunque lo hagan por diferentes caminos, llegarán a tener el mismo conocimiento, lo que evita los problemas de diferencias de capacitación debido a las diferencias de criterio, conocimientos y experiencias de los diferentes maestros. [HAR93]

2.- Los costos de dicha tecnología se decrementan a medida que el uso se incrementa y la empresa forma su propio equipo tecnológico de desarrollo, de tal manera que a una empresa debe evaluar que tan sofisticado será el sistema a utilizar de acuerdo a la frecuencia de uso que se le dará a dicho sistema y del costo unitario de capacitación (por empleado). [HAR93]

3.- Es más fácil actualizar (en la mayoría de los casos) un sistema electrónico Multimedia que las publicaciones impresas en papel. [HAR93]

El entrenamiento de personal basado en tecnología Multimedia tiene otras ventajas que se derivan de la diferencia entre aprender interactivamente y aprender tradicionalmente; entre dichas ventajas destacan:

Incremento en la efectividad.- La mayoría de los estudios que se han hecho para demostrar la efectividad de la tecnología en entrenamiento son basados en comparaciones de medios; es decir, comparando el resultado en grupos capacitados con Multimedia con grupos capacitados con el método tradicional. Los resultados de estos estudios usualmente no muestran diferencias entre los grupos [KEA93] la falta de diferencias sugiere que las

variables fueron muy complejas o no se han controlado correctamente; existen diversas causas para explicar el resultado anterior, sin embargo existen otros experimentos que demuestran diferencias significantes en las comparaciones.

Otro estudio relacionado es el que realizó el Departamento de Defensa de Estados Unidos donde en un meta-análisis revisó 47 estudios que comparaban lecciones apoyadas con Multimedia contra lecciones tradicionales, en el campo militar y educación superior. Con los resultados obtenidos se encontró que con el método experimental (Multimedia) el alumno sometido a instrucción militar o industrial con Multimedia tuvo un incremento del 15 % comparado con el método tradicional de enseñanza; por otro lado, en cuanto a entrenamiento o enseñanza superior la mejora fue del 25 % en el grupo experimental. En este experimento los investigadores evaluaron conocimiento (hechos, conceptos), desempeño (habilidades, procedimientos) y retención. La conclusión a la que se llegó es que Multimedia es generalmente más efectiva y menos costosa que los métodos tradicionales de enseñanza [FLE90].

Otro caso de investigación lo desarrolló Nelson (1991) en un experimento similar donde concluyó que el entrenamiento con videodisco “es un medio efectivo de instrucción”. Dado que el video disco representa video interactivo para cuestiones de enseñanza, se puede asumir que Multimedia también es un medio efectivo ya puede realizar las mismas funciones que el videodisco interactivo (pero con diferente tecnología) [NEL91]

Multimedia también puede ayudar al desarrollo de habilidades; Federal Express encontró que los errores en dicha empresa disminuyeron en un 30% como resultado de su programa de entrenamiento con disco interactivo. [BAR94]

Confianza Personal.- Los estudiantes que han cursado programas apoyados por tecnología interactiva, han demostrado tener un mayor dominio del tema [IND90] al compararse con estudiantes que han llevado los mismos cursos de manera tradicional. Por otro lado el estudiante se siente más motivado por el tipo de material y la forma en la que se presenta. Al tener el estudiante un control de lo que aprenderá su nivel motivacional se incrementa [RAC93]

Múltiples Herramientas.- El usar Multimedia implica la disponibilidad de múltiples métodos de enseñanza (controlados por la computadora) en una sola sesión; por ejemplo, selección del video correcto combinado con respuestas que llevan a un mayor grado de dificultad. [WHI93]

Tiempo de Entrenamiento Reducido.- Se han realizado estudios sobre el tiempo requerido para capacitar empleados con tecnología Multimedia y aplicaciones basadas en computadoras (CBT) donde se encontró una reducción del 30% o más en el tiempo requerido, contrastado con el método tradicional de capacitación (sin Multimedia) [FLE90]. Por ejemplo, una programa de capacitación en Multimedia implementado por Holiday Inn ha reducido el tiempo de capacitación de 14 días a 6 días [BAR94, FRY92]

En la gran mayoría de las empresas se requiere capacitación de alguna especie para los empleados, esta capacitación cuesta y en ocasiones puede tener un costo considerable por individuo.

Si es posible reducir el tiempo de capacitación será posible también reducir los costos de capacitación [BAR94]. Aun una pequeña disminución en el tiempo de capacitación produce un gran impacto; por ejemplo, Dennis menciona que una reducción del 5% en el tiempo de capacitación puede ahorrar hasta 8 billones de dólares por año para ciertas empresas [DEN94].

Reducción de Costos.- Se ha mencionado que una de las barreras de entrada para la tecnología Multimedia es el alto costo; sin embargo el alto costo se refiere al costo de desarrollo y no se toma en cuenta el ahorro a mediano plazo que se obtendrá; es decir, una empresa puede gastar una cantidad considerable de dinero para implantar de manera total esta tecnología en sus programas de capacitación; de hecho el costo inicial será alto, pero este sacrificio se verá recompensado con los ahorros en capacitación, satisfacción e incremento de eficiencia de sus empleados.

En 1990 Fletcher encontró favorable el costo de Multimedia comparándolo con la capacitación convencional en la armada, industria y ambientes académicos. En otras palabras, Fletcher encontró que el costo de Multimedia es menor que el costo de los medios tradicionales. La reducción del costo de la capacitación Multimedia parece estar relacionado con el ahorro por el uso de Multimedia comparado con el equipo real, Multimedia contra los costos de repartición (entrega) manual (humana), o descentralizada contra instrucciones centralizadas.

Por ejemplo, en United Airlines estiman un ahorro de 9 millones de dólares en viajes, hoteles y otros gastos cuando implementen un programa de capacitación interactivo con costo de \$150,000.Dólares [BAR94]

Aprendizaje Activo.- Se ha mencionado en repetidas ocasiones que Multimedia permite que el usuario participe en forma activa en el aprendizaje, por medio de interacciones y pensamiento cognoscitivo. El aprendizaje activo sirve para mantener la atención, crear nuevo conocimiento y mejorar los logros. [BAR94].

Reducción de Viajes para entrenamiento.- Muchas de las empresas incurren en costos de viaje para enviar a sus empleados a capacitar a las centrales donde cuentan con el equipo de demostración (robots, simuladores, etc.) y los maestros apropiados, con Multimedia todo esto queda “grabado” de tal manera que cada empleado puede tener acceso a los mismos recursos evitando los gastos de viaje o reduciéndolos drásticamente [WHI93]

Difusión Multisensorial.- Investigaciones en estilos de aprendizaje indican que algunos estudiantes aprenden mejor bajo ciertas modalidades, como visuales o de audio. Algunos estudiantes aprenden más fácilmente mediante el estímulo visual, otros mediante el oído y otros por el tacto. Multimedia brinda la posibilidad de capacitación por medio de múltiples canales sensoriales, permitiendo a los estudiantes escoger el método que más les convenga.[BAR94]

Difusión en Varios Idiomas: Las aplicaciones Multimedia pueden incluir varias pistas de audio donde puede estar grabada información (voz) en varios idiomas. Esta es una gran ventaja, ya que las empresas que cuenten con personal heterogéneo (lingüísticamente hablando) tienen la habilidad de cambiar instantáneamente el idioma en el cual se imparte la capacitación.[BAR94]

Motivación a la Exploración.- Al ser las aplicaciones Multimedia Interactiva permiten al usuario “navegar” por la información explorando de acuerdo a sus intereses. Los programas Multimedia que emplean este método pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar brillantes modelos mentales como base del aprendizaje futuro; creando ambientes que permitan al estudiante y al maestro la investigación sostenida; ayudan a los estudiantes a

explorar el campo desde varias perspectivas, y desarrollar estructuras del conocimiento integradas que ayuden a los alumnos a utilizar los conocimientos adquiridos de una manera práctica para trabajos más complicados. [BAR94]

Al poder el estudiante explorar la información y captar experiencias nuevas se incrementa la calidad del proceso de aprendizaje ya que estos estímulos se pueden interpretar como “refuerzos” en el aprendizaje[ARD89]

Motivación.- El uso de tecnología moderna en el proceso enseñanza-aprendizaje puede motivar a los estudiantes y consecuentemente lograr un nivel de retención mayor. Estudios de investigación generalmente acuerdan en que los estudiantes están motivados de una manera positiva por la integración de la tecnología.[SMI87] El hecho de que los estudiantes disfruten trabajando con la tecnología y se mantengan en cierto trabajo por un período más largo de tiempo, puede ser importante para su aprendizaje además de traer varios beneficios.[SUM90]

Incremento en la Seguridad.- La mayoría de las personas puede aprender practicando; sin embargo, la probabilidad de pérdidas y accidentes son altas cuando el empleado no tiene experiencia; es por esto que se le debe entrenar. Algunas empresas capacitan a sus empleados en salones; una vez que tienen los conceptos básicos pasan a la práctica para pulir sus habilidades; sin embargo existen varios ambientes peligrosos para programas de capacitación como lo es una celda flexible de manufactura donde constantemente se encienden máquinas automáticamente. [BAR94]

En caso de ambientes de riesgo, es a menudo factible la posibilidad de diseñar un programa Multimedia que permita al estudiante interactuar con simulaciones del ambiente sin condiciones que pongan el peligro su seguridad o la de la empresa. Por ejemplo, la marina de Estados Unidos implementó un programa Multimedia para capacitar de una manera segura a los oficiales guía para aterrizar aviones en portaaviones.[BAR94]

Hipermedia permite que la información sea yuxtapuesta de cualquier manera que el usuario considere, es decir, dentro del contexto a estudiar

el usuario puede “poner” la explicación de un concepto en la pantalla y después compartir la pantalla con otro tema relacionado o con un video que ilustre el concepto. [LAN90]. Esto resulta muy provechoso ya que así un concepto puede ser analizado desde diversas perspectivas; por ejemplo, el usuario puede desplegar en la pantalla varios elementos de contenido con

información codificada; esto es, el color de la “ventana” indica profundidad de búsqueda, el color de la “barra de menús” indica el área de búsqueda, etc. [SPI90]

3.5 DESVENTAJAS DE MULTIMEDIA EN ENTRENAMIENTO:

El desarrollo e implantación de Multimedia no es la panacea para mejorar todos los programas de entrenamiento, es necesario evaluar los beneficios esperados contra el costo de desarrollo, que es donde se puede señalar la principal de desventaja de Multimedia; además del alto costo de desarrollo existen algunas otras desventajas:

1.- Generalmente el entrenamiento es durante el tiempo de trabajo del empleado, lo que implica una “merma” de producción. [WHI93]

2.- Puede ser complicado actualizar varios sistemas Multimedia cuando el sistema no se encuentra instalado en red (para empresas grandes). Cuando es preferible correr el sistema desde el disco duro de la máquina, el tener muchas copias implica realizar de nuevo las copias cuando el sistema se actualiza, lo que puede resultar algo tedioso o cansado [WHI93]

3.6 CASOS DE ESTUDIO (APLICACIONES):

Existen muchos y muy diversos ejemplos de aplicaciones Multimedia para entrenamiento, todas ellas se han aplicado con el objetivo de obtener un beneficio para la empresa y para el empleado; además de las empresas, en algunas universidades se utilizan ya sistemas de educación y entrenamiento como es el caso de la Universidad Brown en Estados Unidos, donde se usó el sistema de Hipermedia llamado “Intermedia” para dar clases de inglés y Biología. En este sistema el alumno puede agregar su propio material al material ya existente del curso.

El entrenamiento apoyado por Multimedia es utilizado tanto en el sector público como en el privado. Sus aplicaciones específicas van desde la simulación de operación de equipos (ver figura 3.3) hasta entrenamiento para desarrollo de software.

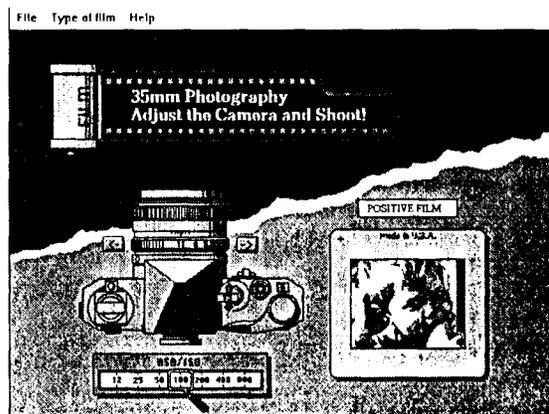


Figura 3.3

En esta aplicación el aprendiz de fotografía puede simular el efecto que tendría el variar cada uno de los controles de una cámara (obturador, velocidad, etc.) incluyendo el tipo de film utilizado, para observar de manera inmediata como se vería el positivo en la realidad.

Algunas de las aplicaciones de Multimedia se explican a continuación:

Medicina.- Un campo donde se ha utilizado fuertemente Multimedia es la medicina, en este ámbito la tecnología se usa para asistir en el entrenamiento de paramédicos, enfermeras, Doctores, etc. El departamento de medicina en el centro médico Halifax en Florida, utiliza ya tecnología Multimedia para entrenar al personal en cuanto a las habilidades requeridas para mantener la vida de un paciente en el cuarto de emergencias. Este método elimina la necesidad de programar los cursos y la indisponibilidad de espacio en situaciones reales; además no se pone en peligro la vida del paciente.[WHI93]

Manufactura.- Se utiliza Multimedia para entrenamiento en ambientes donde el riesgo de equivocarse puede tener consecuencias graves para el usuario o para el equipo en cuestión. Para evitar estos posibles contratiempos se utiliza la simulación de procesos por medio de Multimedia, de esta manera, el empleado puede experimentar con lo aprendido y observar las consecuencias de sus acciones de manera virtual, sin poner en juego su salud y sin desgastar o averiar la maquinaria.[WHI93]

Finanzas.- En este sector básicamente se puede decir que la mayor parte de las aplicaciones de Multimedia son para entrenar a los cajeros de los bancos. También se les utiliza para ejemplificar situaciones de contingencia con clientes y en general para dar a conocer a todos los empleados de la

empresa los diferentes servicios que ofrece y su funcionamiento básico (Ver Union Bank en la siguiente página). Algunas aplicaciones tienen capacidades multi-lengua lo que puede ayudar al empleado en el manejo de transacciones. [WHI93]

ALGUNOS EJEMPLOS ESPECÍFICOS:

UNION BANK OF SWITZERLAND: [THO94]

En el banco unión de Suiza, a partir de 1992 se iniciaron las pruebas de un nuevo sistema para el entrenamiento de sus cajeras; este sistema llamado “VISTA” es usado para capacitar a las empleadas en cuanto atención al cliente, rapidez de servicio y operaciones de caja. Dicho sistema simula un proceso cliente-empresa donde la imagen y actitud del cliente es incluso simulada. No es hasta hace poco cuando los ejecutivos de la matriz (en Zurich) decidieron que la mejor manera de capacitar a los empleados es con un sistema que permita al empleado visualizar los múltiples escenarios que se le pueden presentar.

El sistema funciona de una manera interactiva, donde el inicio de la clase es la llegada (en el monitor) de un cliente, mismo que puede ser escogido por el estudiante; después el cliente pregunta a la cajera acerca de cierto proceso o servicio y ella por medio de botones puede contestar de acuerdo a su criterio.

Dependiendo de la respuesta, el cliente podrá enojarse o seguir con el diálogo, todas las respuestas son recordadas para evaluar finalmente a la persona en entrenamiento. Además del resultado final, el empleado puede ver en el “monitor de satisfacción” como está realizando su trabajo; es decir, se informa en tiempo real cuando una respuesta fue equivocada. En cualquier momento el empleado puede detener la simulación y revisar sus aciertos y errores; el puntaje va de acuerdo a las preguntas y respuestas que se le dan al cliente (virtual). Cabe señalar que el sistema está diseñando (al igual que en la vida real) para nunca poder satisfacer al cliente.

Este sistema ha ayudado a la empresa a eliminar los problemas de programación de cursos donde nunca se sabe a ciencia cierta cuantos alumnos asisitirán. Además de esto, evaluaciones posteriores al

entrenamiento con VISTA han demostrado una mejora en el nivel de satisfacción del cliente, una reducción en el número de quejas y un mayor dominio por parte del empleado de los servicios con que cuenta el banco, así como de sus procedimientos.

Con anterioridad se habían usado sistemas CBT (80's) pero su diseño de pregunta y respuesta fue muy rígido para su propósito. Al desarrollarse la tecnología Multimedia, una compañía consultora (FalcoMedia AG) en Burr, Suiza desarrolló el sistema para que el banco lo utilizara en la capacitación de su personal sobre atención al cliente.

El Vicepresidente de sistemas de medios y aprendizaje del Banco Unión en Suiza (Gian Piero Bolzern) comenta:

“Nos sorprendimos por la reacción de los empleados en el programa piloto; una vez que se sentaban al programa, teníamos prácticamente que arrancarlos de la silla para que dejaran de usarlo. Es el aspecto interactivo, como si fuera juego, lo que lo hace tan llamativo, creo yo, es decir los empleados tratan de mejorar cada vez mas su 'score' y pueden comparar sus resultados”

En el caso de VISTA Multimedia significa no solo diferentes cosas para diferentes personas, sino una combinación de conocimiento expresado en texto, gráficas, video y sonido aunado a bases de datos sobre una misma plataforma para capacitar al personal. Dicha plataforma es la IBM-PC o compatible con el equipo básico (teclado, monitor svga, mouse, CD-ROM drive). Este sistema tomó en su desarrollo aproximadamente 11 meses, costándole al banco aproximadamente \$360,000 US DLLS.[THO94]

MARRIOT CORPORATION: [HAR93]

Esta empresa está formada por una cadena hotelera la cual inició con un programa de reclutamiento basado en Multimedia en 1990. El desarrollo del sistema se inició en verano del año mencionado, cuando Marriot determinó que necesitaba un nuevo enfoque para reclutar y entrenar a su gente; al comparar los costos de viajar de un lugar a otro contra los costos de tecnología Multimedia involucrados en el reclutamiento, Marriot determinó

que Multimedia ofrecía la mejor manera para llevar a cabo su objetivo desde un punto de vista económico; para esto la empresa investigó que era lo que los estudiantes querían aprender, que tecnología preferían usar y que tecnología era la indicada para lograrlo.

Con los resultados obtenidos por la investigación, se desarrolló un prototipo en plataforma Macintosh conectada a un reproductor de videodiscos Sony para ser manejados por un software desarrollado en AuthorWare al cual Jim Cannaday (Experto en sistemas de información de la empresa) le llamó “Explore el mundo de Marriott”.

El programa original permitía a los usuarios utilizar el mouse para seleccionar video y fotografías de la historia, misión y pormenores de la empresa; al final del sistema, el empleado podía hacer sus propias preguntas y comentarios, los cuales eran grabados y enviados por correo a Washington donde se enviarían por disquetes las respuestas correspondientes. Lo anterior para algunas de las plazas era un problema, pues debido a la carga de trabajo los disquetes no se podían enviar a tiempo. La solución a este problema se dió en 1992 cuando se revisó el sistema y se decidió que la solución obvia era conectar las computadoras por medio de Módem con el computador central de Marriot en Washington. Este es un ejemplo más de cómo se utiliza Multimedia en el entrenamiento y reclutamiento de personal; en este caso no es posible conocer contrastes importantes en los efectos de capacitación (salvo el ahorro económico y de tiempo) debido al corto tiempo que tiene el sistema desde que fue liberado.

Existen otros ejemplos de entrenamiento en hotelería apoyados por Multimedia principalmente en los Estados Unidos, algunos usan videodiscos o compact disc y algunos no (stand-alone o en red); ejemplos de estas empresas son: ARASERVE, Marriot, Sheraton y Domino's, y utilizan dicha tecnología para reclutamiento, entrenamiento y operaciones.

La Universidad del Estado de Florida, Universidad Internacional de Florida, y la Vermont's Johnson State College utilizan exitosamente este tipo de tecnologías en sus clases para enseñar a los alumnos cuestiones de sanidad, operaciones de mostrador y estrategias de mercadotecnia relacionadas con turismo, así las grandes empresas reducen sus costos[HAR93]

ARTHUR ANDERSEN & ANDERSEN CONSULTING GROUP:

Esta empresa dedicada a la consultoría en contabilidad, ciencias computacionales, ingeniería y comunicaciones, se encuentra en una posición privilegiada gracias a su calidad de servicio y a su búsqueda constante por utilizar tecnología de punta. Andersen invierte el 5 % de sus ingresos en capacitación de sus empleados como una manera de mantener la calidad de servicio que esperan; esto equivale a más de 300 millones de Dólares al año.

La compañía desarrolla cerca de 6 millones de horas en capacitación al año donde se incluyen tanto programas de cursos tradicionales, como avanzados programas con tecnología Multimedia.

“La capacitación en Andersen Consulting Group son programas altamente interactivos, están diseñados para que el usuario los utilice en la forma que el desee aprende. Estos programas utilizan Multimedia para enseñar las funciones básicas de consultoría en las industrias.” comenta Susan Bumpass, Directora del grupo de servicios de soporte organizacional.

Todo el trabajo involucrado en estos programas de capacitación es realizado por la división de estudios profesionales (PED) donde se desarrolla el diseño, elaboración y soporte de dichos programas. La compañía utiliza lo último en tecnología para su capacitación incluyendo computadoras, video digital interactivo, teleconferencias, cd-rom, etc.

OTROS EJEMPLOS:

Existen diversos ejemplos de empresas que aplican Multimedia ya sea para entrenamiento o para cualquiera de sus procesos de operación, a continuación se enuncian algunos de ellos explicando sus respectivos impactos.

La compañía norteamericana **BellSouth** utiliza un sistema Multimedia para entrenar a su fuerza de ventas, ejecutivos de cuenta y representantes de mercadotecnia de una manera más eficiente; se espera que este sistema ahorre

a la empresa cinco millones de Dólares y 20,000 días de entrenamiento en un período de cinco años; esto es calculado en base a la drástica reducción del tiempo de entrenamiento de 5 días (método tradicional) a 7 horas con Multimedia. Con el cambio de método de entrenamiento la empresa consiguió una reducción del 80 % en el tiempo de entrenamiento y una mejora en la retención del 40 % [WHI93]

Otro ejemplo es la empresa Steelcase, Inc, (fabrica muebles) que mediante el entrenamiento basado en Multimedia a logrado reducir sus costos de entrenamiento de \$200 Dlls. por empleado al año a \$20 Dlls. de 4,000 empleados utilizando 300 equipos Multimedia. La entrena a sus empleados en temas como administración de proyectos, habilidades directivas e información de productos. [WHI93]

CAPITULO 4: DESARROLLO MULTIMEDIA

En este capítulo se desarrolla el concepto de producción Multimedia; dicho de otra manera, se explica que es lo que incluye una aplicación Multimedia, que factores se deben considerar y cuales metodologías son las más comunes.

Antes de que cualquier empresa o individuo intente implantar o comprar una aplicación Multimedia es necesario tener bien claro los objetivos de dicho sistema; si la aplicación se va a desarrollar en lugar de comprar, la responsabilidad entonces es mucho mayor y será necesario entonces planear el *proyecto Multimedia*.

4.1 ETAPAS BASICAS DEL DESARROLLO:

Estos proyectos son muy similares a los proyectos tradicionales de ingeniería, o de desarrollo de software. Normalmente están compuestos por actividades, cada una con sus características, precedencias, y prioridades; pero generalmente constan de cuatro etapas básicas:[VAU94]

1.- Planeación y Costo.- Antes que cualquier otra cosa un proyecto Multimedia debe empezar por establecer los objetivos del sistema, los cuales deben satisfacer una necesidad o problema previamente definidos. Una vez definidos los objetivos es posibles señalar las características con las que debe contar el sistema, por ejemplo, si se requiere un alto contenido de audio, será necesario contratar a un experto en edición y grabación de audio; si el sistema requiere un alto contenido de animaciones, entonces se necesitará a un animador para apoyar al proyecto. Todos estos gastos, costos e inversiones son lo que se deben planear antes de iniciar el proyecto para poder así decidir, que tan factible será el proyecto y en cuanto tiempo se realizará.

2.- Diseño y Producción.- Esta etapa es la que contiene el grueso del trabajo ya que es aquí donde se hace el diseño específico de cada tarea y posteriormente su ejecución, para integrar después todas estas tareas en lo que será la aplicación final. Dependiendo de la complejidad del sistema, existirán

coordinadores de tareas de quienes dependerán los programadores, editores, etc.

3.- Fase de Pruebas.- Es sumamente importante probar cada una de las fases (o partes) del sistema, así como la aplicación final antes de ser liberada; en esta fase se deben realizar todo tipo de pruebas que aseguren que el sistema cumple con sus objetivos, es robusto, y sobre todo que puede funcionar satisfactoriamente en cualquier máquina que cumpla con las características especificadas.

4.- Distribución .-Es la parte final de un proyecto, una vez que el sistema fue diseñado, realizado y probado exhaustivamente, está listo para “empacarse” en su medio final (disquetes, cd’s, etc.) y distribuirse.

De manera muy general estas son las cuatro etapas básicas que todo proyecto Multimedia debe tener, cada una de estas etapas puede variar en su complejidad y estructura dependiendo del proyecto, pero de alguna manera deben siempre estar presentes[VAU94]

4.2 PROCESOS DEL DESARROLLO:

Dentro de un proyecto de Multimedia existen diversos procesos que deben cumplirse hasta llegar a la liberación del sistema, a continuación se describen estos procesos de una manera detallada, a diferencia de las 4 etapas de desarrollo, los procesos de desarrollo explican con un nivel más detallado los pasos y factores que deben considerarse. Estos procesos son un prototipo de proyecto por lo tanto no todos los proyectos los pueden incluir.

A) Administración.- Es imprescindible que en un proyecto exista una función de administración que sea quien vigile la comunicación entre los miembros del equipo, la efectividad de las tareas, los logros alcanzados, y el consumo de recursos. Existen muchas historias de casos brillantes e ideas ingeniosas sobre proyectos Multimedia que han fracasado debido a una mala administración del proyecto [APP94]. El administrar un proyecto Multimedia no es algo sencillo, de hecho puede ser una tarea retadora debido a que implica manejarse dentro del caos aparente de nuevos mercados emergentes, modelos no balanceados de precios, y nuevas tecnologías; todo esto debe ser controlado por la administración del proyecto, lo que hace a la tarea algo

interesante. Existen comúnmente dos tipos de administración: *Administración del negocio y Administración del proyecto*.

La administración del negocio se refiere al manejo y operación de la empresa que desarrolla este tipo de aplicaciones, normalmente solo las empresas que se dedican a producir títulos Multimedia cuentan con esta administración. Para casos y proyectos especiales como el que se propone en esta tesis, se le dará prioridad al segundo tipo de administración, la administración del proyecto, que como ya se mencionó— es la encargada de coordinar las tareas y el avance de un proyecto específico.[APP94]

La administración de un proyecto abarca desde la concepción de la idea, hasta la distribución del producto final, debe descifrar como es que se financiará el proyecto, debe establecer un presupuesto de proyecto, realizar la planeación de trabajo, contratar a las personas indicadas, etc. en otras palabras la administración del proyecto comprende la estimación y coordinación de finanzas, recursos tecnológicos y recursos humanos para realizar un proyecto o una serie de procesos relacionados con un proyecto [APP94]

B) Conceptualización y planeación.- Otro proceso involucrado en un proyecto Multimedia es la conceptualización del mismo, así como su planeación; el definir el concepto del proyecto lleva a contestar la pregunta ¿Que hace este proyecto? Al contestar esta pregunta debe quedar claro el tipo de proyecto y el contenido del mismo, al igual que el objetivo que se busca.

Para ejemplificar un poco el término concepto, se puede tomar el caso de la industria fílmica, de la película “*2001: A Space Odyssey*” donde según Arthur C. Clark, el concepto de la película es “ *el pasado y futuro del hombre en el espacio y el descubrimiento de inteligencia superior en el universo* ”

Dentro del campo de Multimedia se puede citar el ejemplo del cd-rom de la revista TIME titulado “*Desert Storm: The War in the Persian Gulf*”, donde su concepto queda definido por “ *una historia cronológica de los hechos utilizando medios interactivos* “. [APP94]

Por otro lado la función de planeación es llevar a cabo el concepto de la manera más directa posible; el planear un proyecto no garantiza que se vaya a tener éxito, pero si le da al proyecto mayores posibilidades de éxito. En esta etapa o proceso se deben responder preguntas como:

- ¿Cuál es el propósito del proyecto?
- ¿Cuál será básicamente el contenido?
- ¿Qué personas estarán involucradas?
- ¿Quién será la audiencia?

¿Qué recursos se ocuparán?
¿Cuáles son las implicaciones legales, técnicas y de mercado?
Etc.

Al contestar estas preguntas se tendrá una idea más clara de la dirección que debe darse al proyecto y consecuentemente una mejor planeación de las tareas específicas con un menor número de contratiempos. [APP94]

En esta etapa debe considerarse también el definir la idea tras el concepto, el término de idea para Multimedia puede venir desde la simple inspiración, hasta un estudio profundo de mercado. La idea del proyecto puede ser definida en una frase simple como "*Diccionario interactivo para niños*" o en una frase más elaborada surgida de un estudio elaborado: "*Analizar las necesidades de los jóvenes de las ciudades de provincia acerca de como alcanzar oportunidades de estudios profesionales*".

B.1) Nivel de Interactividad.- Una aplicación Multimedia puede variar en cuanto su contenido y la manera de presentar la información; es decir, puede ser únicamente una presentación lineal donde el espectador solo observa, o puede ser una aplicación con un alto nivel de interacción con el usuario. Los proyectos con poca o nula interacción corren el riesgo de salir rápidamente del mercado, o bien, de ser descartados o no utilizados por el usuario. En algunas ocasiones la única razón de comprar versiones electrónicas de películas, libros, cursos, etc. es la interactividad que se brinda como valor agregado[APP94]

Por otro lado a mayor interactividad, mayor será la complejidad de diseño, estimación de costos y realización del proyecto. Se tienen básicamente 3 tipos de interactividad:

1.- Multimedia Pasiva .- Es básicamente una presentación lineal, una especie de película o secuencia de filmas; los usuarios no interactúan con el sistema solo pueden ver lo que ya está hecho, si acaso las únicas funciones que pueden realizar son las de detener momentáneamente o por completo la presentación y la de iniciar de nuevo (Pause, Stop, Play). Este tipo de aplicaciones es mucho más fácil de producir, pero también es mucho menos interesante para el usuario.

2.- Multimedia Interactiva .- Este tipo de aplicación le brinda al usuario gran parte del control del flujo de la información, por ejemplo, en una enciclopedia electrónica el usuario puede "brincar" de un tema a otro gracias

a las ligas entre las palabras, en los juegos por ejemplo, la interactividad es muy alta ya que el usuario domina en una gran parte lo que sucede en la pantalla, incluyendo el audio y animaciones.

3.- Multimedia Adaptativa.- En esta categoría se encuentran las aplicaciones con el mayor grado de interactividad; dichas aplicaciones permiten al usuario además de controlar los flujos y sucesos del sistema, agregar información propia. Esta nueva información puede ser texto, video, audio, etc. Estos proyectos por su nivel de interactividad son los más difíciles de crear, ya que deben ser capaces de organizar la información que el usuario agregue.[APP94]

B.2) Contenido.- El contenido de un sistema Multimedia es todo el material que brinde información al usuario y puede estar constituido por cualquier medio, (audio, gráficas, video, etc.). La mayoría de los proyectos inician con *contenidos existentes*, este tipo de contenido se refiere al material que previamente ha sido digitalizado por otras personas o para otros proyectos; este tipo de material tiene la ventaja de autenticidad, familiaridad y disponibilidad. Muchos proyectos utilizan la *conversión de materiales existentes*, por ejemplo la digitalización de video ya existentes, o de fotos ya reveladas, listas para digitalizarse. Aun cuando existen estas dos opciones, en ocasiones es necesario crear nuevos materiales o contenidos, por ejemplo, para una aplicación de capacitación, si se compra una maquinaria nueva, será necesario digitalizar fotos, video y tal vez animaciones, que no existen en ningún lado, para integrarlas posteriormente al sistema. La decisión entre convertir, crear, o utilizar materiales existentes debe ser tomada por los expertos en el área (ya sea video, o audio) de acuerdo a tres factores:

1.- Calidad.- Es importante buscar siempre la mejor calidad de acuerdo a las capacidades y requerimientos de la aplicación; por ejemplo, si la aplicación se ejecuta en un monitor a color con millones de colores, las fotos que el sistema utilice no deben ser digitalizadas de un periódico (por su baja resolución), es preferible volver a tomar la foto y directamente con una cámara digital pasarla a la computadora.

2.- Actualidad .- Este factor va muy ligado al tipo de contenido, se refiere a buscar la información y datos más nuevos; por ejemplo, si se está desarrollando una aplicación para explicar el SIDA en un hospital, no se pueden usar gráficas y textos sacados de libros (2 o 3 años de antigüedad), en cambio, será necesario utilizar reportes de investigaciones recientes para que el sistema no pierda su objetividad.

3.- Exactitud.- Se refiere a que el material refleje lo que el experto en contenido quiso manifestar, por ejemplo, para enseñar en un atlas electrónico como es la ciudad de Hermosillo en el aspecto cultural, no sería lo más apropiado incluir tomas de video de McDonald's y Subway's, ya que daría al usuario una idea errónea de lo que es la cultura en la ciudad de Hermosillo (Agrícola y Ganadera).

Combinando estos tres factores, el desarrollador del sistema (o el experto de cada medio) debe combinar prioridades y en ocasiones sacrificar alguna de ellas, por ejemplo, en el caso del sistema explicativo de SIDA, si se tiene una foto con mala calidad donde se alcanza a apreciar ciertas marcas en la piel que recientemente fueron detectadas por la medicina, será más importante el factor de actualidad que el de calidad, dado el objetivo del sistema.

Es importante también seleccionar el tipo de medio a utilizar de acuerdo al espacio y tiempo requeridos; por ejemplo en lugar de utilizar un video de 10 seg., se pueden utilizar 3 ó 4 fotos que ocuparían menos espacio en disco y pueden dar el mismo efecto en el usuario (depende de la aplicación). Otro ejemplo en cuestión de efectividad de, en ciertas ocasiones es más rápido leer el texto en la pantalla que escucharlo como audio.APP94]

Medio	Capacidad (MB)	Costo (\$/MB)	Acceso (ms)	Uso Típico
HD Diskette	1.4	0.70	2000	Distribución
FD Diskette	2.8	0.70	2000	Distribución
Optical	20	1.00	1000	Distribución
Disco Duro	40-2000	5.00-1.50	10-20	Prod./Dist.
Cartucho	44/88	1.40/1.00	15-30	Prod./Dist.
CD-ROM	600	0.003	300	Distribución
3.5 MO	128/660	0.50	40	Producción
WORM	300-650	0.15	1200	Archivo
DAT	1300	0.01	variable	Archivo
Flash Memory	20	30.00	1	Dist. futura

Precios en Dólares, ver capítulo 2 para definición de medios Tabla 4.1

C) Diseño y Prototipo.- En muchas ocasiones se piensa que ciertos proyectos no justifican el hacer un prototipo y un diseño, y se procede a la ejecución directamente. Esto provoca diversas contrariedades y una pérdida de la meta de proyecto, por lo que generalmente fracasan o no cumplen satisfactoriamente sus objetivos. Esta etapa es la indicada para realizar el plan

del proyecto, este plan puede ser de una simple página o una muy bien estructurada y documentada serie de tablas, gráficas y presupuestos, dependiendo de la complejidad y duración del proyecto. El plan de proyecto es un enfoque para resolver los problemas que puedan presentarse, un buen plan ayuda a todos los integrantes a seguir la misma dirección aun cuando el director del proyecto pudiera faltar en determinado momento; dicho plan identifica las responsabilidades, tareas, y programaciones que se manejarán durante el proceso del mismo, así como los presupuestos para cada etapa del proyecto. [APP94]

Volviendo al diseño general, es importante después de definir el plan, señalar también la estructura y forma del proyecto, es decir, como se verá como funcionará, que utilizará y como se utilizará; después de completada la fase de diseño y planeación, será necesario iniciar con la elaboración de un prototipo que demuestre que el diseño funciona. Si se logra esta etapa, es posible continuar con desarrollo inicial. El prototipo debe considerarse sobre todo en proyectos complejos, debido a que ayuda a corregir errores de diseño antes de gastar los recursos importantes, y sobre todo antes de dedicar tiempo a un diseño ineficiente. Un prototipo no es un producto terminado, es algo como un bosquejo solamente, además de que la cantidad de información y recursos requeridos para realizar un prototipo es sólo una fracción de lo requerido para el producto final.[APP94]

El diseño de un prototipo debe incluir los siguientes factores para poder ser considerado como aceptable:

1.- Simplicidad.- El contenido e interfase de una aplicación en conjunto generan la interactividad necesaria, si el contenido es claro la complejidad del mismo se puede incrementar según sea necesario, pero no solo debe ser claro sino debe ser también simple, esto es, la información, el control y en general la estructura del programa debe ser sencilla para el usuario sin perder la relevancia, por ejemplo un programa con muchas opciones, muchos botones, y muchos pasos que recordar, pierde esta característica; en ocasiones basta con incluir sólo los botones más utilizados y con una forma sencilla. Las aplicaciones Multimedia que bombardean al usuario con muchos colores, imágenes y sonidos sin mantener un propósito fijo y común, simplemente son ignoradas por el usuario.

2.- Consistencia.- Un diseño consistente es generalmente fácil de seguir, fácil de usar y de recordar. En el diseño de una aplicación debe mantenerse la

consistencia de flujo, de presentación y de control para el usuario, es muy difícil por ejemplo, ‘adivinar’ cuál será el botón de cierta pantalla para salir del sistema; en cambio, si en todas las pantallas el botón rojo de la derecha es para salir, para el usuario será fácil de recordar y utilizar el sistema.

3.- Motivación.- Toda aplicación Multimedia debe invitar al usuario a participar, debe “atraer” al usuario para utilizar la aplicación; en el diseño de un sistema Multimedia se debe considerar hacer más fácil la labor de “conversación” entre el usuario y la máquina sembrando constantemente un interés por conocer más del sistema y su contenido.

4.- Profundidad.- Como una manera de fomentar la motivación por medio de la curiosidad, se pueden establecer algunos niveles de profundidad en el sistema, de tal manera que el usuario pueda navegar “hacia adentro” en ciertas opciones, pero sólo si él lo elige, y sin perderse en las pantallas.

5.- Entretenimiento .- El aspecto de entretenimiento o diversión de una aplicación Multimedia dependerá mucho de la audiencia a la que va dirigida, por ejemplo, algo entretenido para un músico puede ser el poder crear combinaciones de sonidos, para un matemático el tener nuevas ecuaciones y gráficas que signifiquen un reto. Al hablar de entretenimiento también se habla de evitar el *no entretenimiento* por ejemplo, al utilizar segmentos de video o animación que tardan varios segundos en cargarse, el usuario se puede desesperar ya que no le entretiene la espera, en otras palabras, se da el no entretenimiento.

6.- Adquirible .- Este factor se refiere al hecho de que cada persona o grupo de personas tienen diferente poder adquisitivo, por lo tanto un buen diseño de proyecto debe considerar el poder adquisitivo de su audiencia objetivo, y no permitir que el costo del producto final sea mayor que lo que el usuario pueda adquirir.[APP94]

D) Producción .- En una primera instancia la etapa de producción y de prototipo pudieran parecer la misma, sin embargo, la diferencia radica en que para realizar el prototipo se utilizan contenidos de media o baja calidad, enfoques de prueba y error, etc. Mientras que la etapa de producción está basada en alta calidad, automatización, y consistencia; las dos etapas usan técnicas y procedimientos similares, pero los estándares utilizados en la etapa de producción serán definidos mediante el prototipo.

Como se ha mencionado anteriormente, la administración del proyecto juega un papel muy importante, y es en esta etapa donde se deben concentrar

más los esfuerzos de planeación y control. Como parte de la planeación es necesario considerar los formatos de los archivos a utilizar; esto es porque no todas las aplicaciones soportan los mismos formatos de videos, gráficos o audio.

La fase de producción es un ciclo repetitivo de cambios, revisiones y mejoras, a medida que se llevan a cabo los ciclos de producción, el volumen y la versión del contenido se incrementan también, generando una complejidad que demanda cierto método de control e identificación; el control de versión puede ayudar a rastrear errores y a mantener una sanidad entre los miembros del equipo de trabajo, quienes deben trabajar con la última versión de todos los elementos.

D.1) Producción de texto .- El texto es el contenido impreso del proyecto, mismo que se convertirá a texto de computadora al teclearlo, normalmente y dependiendo de la complejidad del proyecto, el texto se genera a partir de varios borradores que son creados por los *escritores*, posteriormente cuando el contenido ha quedado depurado los *editores* pulen y perfeccionan la manera en que fueron redactadas las ideas. En este procesos se tienen tres etapas:

a) Primer borrador .- El texto en esta fase, no necesita correcciones gramáticas, aún no se define el contenido definitivo del texto, por lo tanto no tiene sentido corregirlo semántica o gramáticamente.

b) Segundo borrador .- Normalmente son los manuscritos completos a los que sólo les faltan correcciones gramáticas y semánticas, para mejorar el impacto de las frases, la ilación de las ideas, etc. En esta etapa se hacen algunas correcciones de ortografía, sustitución de palabras, verificación de referencias y figuras, etc.

c) Borrador final .- Es la ultima iteración de borradores; esto no quiere decir que necesariamente deban ser tres iteraciones, el número varía de acuerdo a la experiencia de los editores y a la complejidad del proyecto. En esta etapa se revisa desde la ortografía hasta las páginas y referencias del texto, se hace una revisión exhaustiva del contenido, ortografía, semántica, etc. el objetivo de esta etapa es detectar cualquier error que pudiera haber sido ignorado en las revisiones parciales anteriores.

D.2) Producción Gráfica.- Este proceso comprende la creación de gráficas, dibujos y pantallas consideradas en el diseño de proyecto y que son responsabilidad de los expertos en diseño gráfico del proyecto. Debido a que

existen muchos tipos de ilustraciones, los procesos y herramientas necesarias pueden variar, sin embargo se manejan limitantes iguales en todos los casos como los son: la pantalla, el número de colores, la resolución.

Algunas herramientas para producción gráfica utilizadas normalmente son:

1) Herramientas de pintura .- Estos programas trabajan modificando cada “pixel” de una imagen para crear otra, o bien por medio de pixeles se crea una nueva imagen; la diferencia básica entre este tipo de herramientas y las herramientas de dibujo, es que éstas últimas manipulan “objetos” en vez de pixeles para crear imágenes.

2) Herramientas de dibujo .- Estas herramientas crean imágenes a partir de objetos gráficos, es por esta razón que es mucho más fácil manipular y cambiar dichos objetos, ya que las herramientas de dibujo “entienden” a los objetos de una imagen y no solo “ven” los pixeles que la forman. La mayoría de las herramientas de dibujo son utilizadas para crear diagramas de flujo, tablas, etc. con fines de impresión , pero no cuentan con la definición como para crear imágenes de alta resolución en la pantalla. Con las herramientas de dibujo se pueden crear ciertas ilustraciones que después serán transformadas por los diseñadores gráficos a versiones de imagen para herramientas de pintura.

3) Herramientas de manipulación de imágenes .-Los dispositivos de video de una computadora son capaces de muchos más colores y con más alta resolución que los posibles en papel con los medios físicos tradicionales (plumas, pinceles, etc.) por este motivo las imágenes creadas en computadora son más fuertes o vivas que las imágenes digitalizadas. En un proyecto a menudo se utilizan combinación de estos dos tipo de imágenes resultando en ocasiones variaciones desagradables de contrastes y brillos. Las herramientas manipuladoras de imágenes, permiten variar el brillo, contraste, saturación, etc. de las imágenes para igualar unas con otras, o bien , para crear efectos atractivos a partir de las imágenes originales. El uso de estas herramientas se hace más importante a medida que aumenta la calidad de las imágenes, en ocasiones no es necesario sacrificar el espacio (megabytes) y el tiempo (ms) para utilizar una alta calidad de imagen (ver Tabla 4.2)

Imágenes de 640x480 pixel con diferente calidad (num. Colores)

Nombre	# de Bits	# de Colores	Espacio en disco
True Color	24-bits	16 millones	921 Kb
System Color	8-bits	256	300 Kb
Grayscale	8-bits	256 grises	300 Kb
Blanco y Negro	1-bit	2	38 Kb

Tabla 4.2 [APP94]

D.3) Producción de Audio .- En lo que respecta al audio, muchos productores de Multimedia lo han dejado rezagado en comparación con los medios de video, gráficas y animaciones; esto se debe a que uno de los antecesores de Multimedia fue la presentación de filminas, donde normalmente no se utilizaba audio; además las computadoras por mucho tiempo fueron silenciosas y no es sino hasta hace poco que se comenzaron a producir computadoras con capacidades de audio. [BUR94]

El Audio es tan importante como el video. El audio puede dar el toque necesario de dinamismo, realismo, tiempo y lugar en un desarrollo Multimedia, en sus diferentes formas: voz, música, sonidos y efectos

Un punto fundamental en la producción de sonido, es el de digitalizar o capturar siempre la mejor calidad posible de sonido, aun cuando la plataforma final no soporte tan alta calidad; esto es con el fin de tener un amplio margen de degradación por procesamiento sin que se note en el producto final. [APP94]

La calidad del sonido es un factor determinante en el impacto de la aplicación, entendiéndose calidad como un buen contenido y una buena ejecución (reproducción); existe una amplia variedad de plataformas de sonido con diferente calidad, la mayoría de las computadoras son capaces de reproducir por lo menos sonidos de 8 bits a 11 khz de muestreo, que es mejor que la calidad telefónica. Muchas aplicaciones comunes de hoy en día requieren tarjetas de audio que puedan reproducir sonidos de mejor calidad, incluso hasta calidad de CD-A (16 bit, 44.1 Khz).

El sonido digital (ver capítulo 2) consiste en un conjunto de muestras en intervalos discretos que representan la codificación digital de un sonido análogo. La *tasa de muestreo* (sampling rate) se refiere al número de muestras

por segundo y es expresada en KiloHertz (khz); entre mayor sea la tasa de muestreo la calidad del sonido será mejor, pero también se incrementará el espacio requerido para almacenamiento (ver Tabla 4.3). *El tamaño de la muestra* es el tamaño en “bits” que es usado para “cuantificar” la señal, entre mayor sea el tamaño de la muestra (sample size) mejor será la calidad del sonido debido a que existen más combinaciones para representar frecuencias analógicas específicas. Normalmente se utilizan muestras de 8 y 16 bits, y de 24 para grabaciones profesionales.

Sonido Stereo a 22 Khz	5,280 Kb. por minuto
Sonido Stereo a 44 Khz	10,560 Kb. por minuto
Stereo Midi polifónico	50 Kb. por minuto

Tabla 4.3 Comparación de almacenaje por tiempo de grabación

La calidad del sonido apropiada para el proyecto será determinada por la capacidad de la plataforma destino de la aplicación [BUR94]

D.4) Producción de animaciones.- Las animaciones son básicamente dibujos en movimiento, por esta razón la mayoría de técnicas y reglas de dibujo se aplican también a las animaciones. El trabajo que implica realizar una animación es mucho mayor que el de un dibujo o tal vez que cualquier otro contenido del proyecto, debido a que además de cuidar los aspectos de brillo, ángulo, etc. de una imagen, es necesario crear las imágenes y objeto a partir de la nada, es decir, no se filman ni se capturan sino se crean en la computadora, lo que hace esta tarea realmente pesada para las computadoras comunes. [BUR94]

Debido a que las animaciones consumen tanto tiempo y recursos computacionales, es necesario crear bosquejos y diagramas de lo que será la animación para que pueda ser criticada, corregida y aceptada antes de dedicarle tiempo y esfuerzo. [APP94]

Animaciones en 2 Dimensiones.- Muchas personas relacionan este tipo de animaciones con caricaturas, y de hecho los son, sin embargo, en la mayoría de los proyectos se utilizan este tipo de animaciones para crear ejemplos ilustrativos donde rara vez aparecen personajes. La animación en dos dimensiones se produce básicamente utilizando dos enfoques:

- Cuadro por cuadro.- De esta manera se hacían las caricaturas en un principio, es pasando rápidamente “cuadros” de dibujo donde cada cuadro consecutivo tiene variaciones leves en cuanto a la posición de los objetos. Este tipo de animación puede ser más sencilla de elaborar, pero consume más tiempo y espacio de almacenamiento.

-Orientada a objetos.- Este es el tipo de animación más popular en la actualidad debido a que permite mover los objetos individualmente. Este tipo de animación normalmente es similar a la realización de una obra de teatro o película; se define un escenario y los actores, después en un ‘score’ se describen los movimientos de cada “actor” durante la presentación (animación)

Existe otra técnica de animación que se le conoce como animación en 2 y media dimensiones (2 ½ D); esto no es otra cosa más que agregar efectos de 3 dimensiones a imágenes de dos dimensiones; estas imágenes resultantes no son propiamente imágenes en tres dimensiones, pero su apariencia puede confundirse con las de 3 dimensiones, debido a los diferentes efectos que se le pueden dar a una imagen bidimensional para crearle profundidad y textura. [APP94]



Imagen original 2D



Imagen Procesada ("punch")



Imagen procesada (2 ½ D)

Animaciones en 3 dimensiones.- Normalmente las aplicaciones generadoras de animaciones 3D son mucho más complejas que las anteriores, debido a que incluyen funciones de “construcción” y “acabado” para cada objeto incluido en los diferentes “cuadros” de la animación. A diferencia de otras animaciones, la realizada en 3 dimensiones requiere descripciones precisas de cada uno de los objetos que se representarán, este proceso de definición de estructuras se le conoce como “*modelado*”; después viene la “*animación*” o creación de los diferentes cuadros y finalmente la textura o acabado (“*rendering*”).

El **modelado** consiste en crear un objeto en el espacio ya sea con herramientas de la aplicación para crear objetos, mediante la deformación de imágenes en 2 dimensiones, mediante el rotado de imágenes en 2 dimensiones, o mediante la combinación de objetos e imágenes. Los modeladores más avanzados son llamados modeladores “*spline*” y permiten crear objetos más complejos en 3 dimensiones manipulando punto por punto; con esta técnica se puede dar una mejor textura a las curvas de los objetos. Los animadores profesionales utilizan “*curvas cuadráticas*” para controlar aun más los objetos complejos; este tipo de animadores normalmente son utilizados en las estaciones de trabajo de sistemas CAD.

La **animación** es realizada una vez que el modelo fue construido, aquí es donde realmente se utiliza el animador y no tanto al crear el objeto, debido a que esa parte del software puede ser un editor de 3D. El animador es el que generará los cuadros de los modelos creados anteriormente, las interacciones con los diferentes objetos, el movimiento de luces y de las cámaras. Es importante realizar la animación con la menor textura de objetos posibles, ya que si se hace la animación a la par con la textura puede tomar demasiado tiempo y al final resultar algún movimiento incorrecto (por mal diseño de animación) que implicaría una pérdida de tiempo.

La **textura** o “*rendering*” se lleva a cabo una vez que se tienen las animaciones de los modelos y escenarios correctas, y cada objeto puede llevar una textura con diferentes cualidades. La textura en los modelos puede ser también de diferentes calidades, la más baja es utilizada en las fases de prueba hasta que estar satisfecho con la animación final. Las texturas con mayor calidad requieren de mucho más tiempo de procesamiento, lo que hace a este

proceso el más lento, pudiendo llegar a tardar días en terminar de dar acabado a cierta animación. Por esta razón este proceso se deja únicamente para el producto final. Dentro de los diferentes niveles de acabado o textura los más utilizados son los siguientes:

- Animación de cuadros y alambres (Wire-Frame animation).- Es utilizada normalmente para las etapas de prueba; es el tipo de animación de menor calidad, ya que solo agrega textura a las orillas de los objetos; es decir, crea los “cuadros” de la animación pero los objetos no tienen un acabado definido y solo se aprecia su “armazón”, algo similar a los dibujos de estructuras en CAD.

- Animación de líneas escondidas.- Algunas aplicaciones de animación permiten este tipo de técnica similar al de cuadros y alambres; la diferencia radica en que solo se ven las líneas de “afuera” del objeto, es decir las líneas que quedan por atrás son ocultas; esto requiere un poco más de procesamiento pero brinda mayor legibilidad y comprensión a la animación.

- Animación de Sólidos .- También conocida como “Gouraud shading”, en este nivel de acabado no sólo se esconden las líneas de atrás o de adentro, sino que se agrega color a los segmentos entre los “alambres”; de esta manera se puede apreciar perfectamente un cuerpo sólido, aunque con un aspecto computarizado.

- Phong Shading .- Este tipo de acabado es similar al anterior, agrega color a los espacios, pero de una manera más realista incluyendo sombras de los objetos y eliminando el aspecto cuadrado (computarizado) de las curvas en los objetos.

- Ray tracing .- Es el siguiente nivel de acabado y consiste en una serie de cálculos complejos para calcular la intensidad, reflejos, valores y direcciones de los rayos de luz. Esta técnica consume considerablemente más tiempo que la acabado de alambres o de sólidos. Para este tipo de acabado se debe calcular el efecto y reacción de cada rayo de luz en la escena (frame), el rayo teórico de luz recoge las características de color del objeto basándose en su reflexión, consistencia, textura, etc. para dar una impresión foto-realista.

- Radiosity.- Es el nivel más fino de acabado conocido en la actualidad [APP94] es similar a la técnica “ray tracing” pero incluye cualidades atmosféricas. Esta técnica requiere de poderosos equipos para realizar los cálculos necesarios que pueden tomar días finalizar.

[APP94, BUR94]

D.5) Producción de video.- Como en todas las etapas de producción, el video debe planificarse antes, para ahorrar recursos y hacer más sencilla las labores de producción. En video, la preproducción es donde se lleva a cabo la planeación de tomas, mensajes, estilos, etc. También es necesario que el productor de video discuta la sincronización de audio y la codificación de tiempo del video; una vez que se conoce el bosquejo y especificaciones del video se puede iniciar con la producción del mismo.

En la mayoría de las ocasiones se requiere de material de video nuevo, debido a que en las librerías existentes no se encuentran todas las tomas necesarias, sin embargo la labor de crear video nuevo requiere de un gran esfuerzo de coordinación, detalle y calidad. La función de producción consiste en realizar las tomas de video, las grabaciones de audio, el control de actores y escenarios.

Una vez que se han completado las fases de preproducción y producción se procede con la tercera etapa del proceso de producción de video: la post-producción. Una vez que el video y audio se tienen en cinta se necesita digitalizar o editar antes de poder ser utilizado en una computadora; esto se puede hacer de dos maneras:

- 1.- Realizar la edición del video con medios tradicionales analógicos y pasar digitalizado a la computadora únicamente el video final listo para utilizarse.

- 2.- Capturar en la computadora (digitalizar) los segmentos de video y audio y utilizar editores digitales para crear los efectos y segmentos deseados utilizando la computadora.

El mejor método será definido por las necesidades y características del equipo y proyecto en cuestión.

La edición del video puede ser en línea o fuera de línea, esto es, en sistemas de edición basados en computadora (en línea) o en sistemas tradicionales analógicos (fuera de línea) pero además en ambos casos, la edición puede ser lineal o no lineal. Un sistema de edición lineal es aquel que utiliza dos clips de video uno tras otro para crear uno final; a diferencia, en los sistemas no lineales se pueden tener varios clips de diferentes tipos y pueden ser manipulados, intercambiados, insertados y borrados para crear el video final, este segundo método elimina la restricción de trabajar sólo con dos clips.

[APP94]

Una vez que se tiene el video terminado de editar, es posible comprimirlo y guardarlo en el formato deseado para su utilización por la aplicación final.

La **compresión de video** no es otra cosa que la codificación de los DATOS digitales de tal manera que se economice espacio al almacenarlos en disco; una ventaja de esto es que, por ejemplo, los cd's permiten guardar más información en los mismos 600 Kb. del CD; otra ventaja es que se ahorra tiempo en la transferencia de datos del medio (disco) a la memoria de la computadora. La compresión digital en sí es la anulación de datos redundantes y en su lugar se guarda la información para regenerarlos, la cual ocupa menos espacio (ver tabla 4.4)

	Tamaño real	Tamaño codificado
Sin comprimir	aaaaaaabbbbcdee	aaaaaaabbbbcdee
Comprimido	aaaaaaabbbbcdee	a7b4cde2

Tabla 4.4 Ejemplo básico de compresión

La compresión puede ser tan agresiva como se requiera, una alta compresión puede reducir mucho el espacio requerido en disco, pero también puede reducir considerablemente la calidad del video. Básicamente se deben considerar cuatro variables para tomar en cuenta un algoritmo de compresión:

1.- Radio de compresión .- Es la comparación entre el espacio que requiere la imagen sin comprimir y el espacio que requiere después de la compresión, el radio de compresión depende de la complejidad de la imagen, si la imagen tiene muchos puntos y colores redundantes entonces el radio de compresión puede ser mayor.

2.- Calidad de la imagen .- El radio de compresión normalmente afecta la calidad de la imagen, por eso es importante realizar un buen balance entre el espacio en disco y la calidad de imagen; a mayor radio de compresión, mayor decremento en la calidad de la imagen.

3.- Velocidad de compresión/descompresión .- Representa la cantidad de tiempo que requiere el algoritmo de compresión para comprimir y

descomprimir los datos. Este factor es importante ya que si el valor es muy alto puede representar un retraso en el proyecto debido a la compresión del material, o bien una reproducción muy lenta del video en la aplicación final. Algunos algoritmos de compresión (CODEC) tardan lo mismo para comprimir que para descomprimir y se les conoce como **simétricos**; sin embargo existen otros donde el tiempo de compresión es diferente al tiempo de descompresión (normalmente tardan más en comprimir) y a estos se les conoce como **asimétricos**.

4.- Compresión espacial/temporal .- La compresión espacial quita información de cada cuadro de video después de ser analizado y comprime individualmente cada cuadro, mientras que la compresión temporal compara un cuadro de video con el cuadro anterior y sólo almacena los cambios ocurridos; este último tipo de compresión es recomendado cuando en el video existen pocos cambios, por ejemplo una persona hablando en un escritorio donde la lámpara, muebles, paredes, etc. Están estáticos.

Tecnologías de compresión de video:

Actualmente existen diversas tecnologías de compresión de video con diferentes características; entre las más conocidas destacan:

QuickTime .- Este formato multiplataforma creado por Apple, es utilizado en su mayoría en las aplicaciones Multimedia con video y animaciones basadas en tiempo. El ratio de compresión de QuickTime varía entre 5:1 y 8:1, y una de variante (compact video compression) varía de 5:1 a 25:1. Ambos esquemas utilizan compresión con pérdida; es decir, borran puntos de la imagen (normalmente sin afectar fuertemente la calidad de la imagen).

Video for Windows (AVI) .- Este formato creado por Microsoft es muy similar al QuickTime de Apple, utiliza un formato de archivo con terminación AVI (Audio Video Interleaved) donde se intercalan cuadros de video y de audio. Existen manejadores especiales creados por Microsoft para las tarjetas de DVI de Intel que corren Windows.

JPEG .- (Joint Photographers Experts Group) es un estándar internacional de compresión para imágenes fijas de alta calidad. Los ratios de compresión para este formato varían de 10:1 a 25:1, se comprimirían aun más pero la calidad de la imagen comenzaría a decaer.

MPEG .- (Motion Picture Experts Group) Codifica imágenes de película comprimiendo el espacio de los mismos cuadros y el espacio entre los cuadros; sus ratios de compresión varían de 50:1 a 200:1. Debido a su capacidad de compresión es común encontrar películas de 72 minutos en cd-rom.

Motion JPEG .- Es una variación de JPEG y es utilizado para comprimir secuencias de imágenes fijas, la ventaja sobre MPEG es que no se considera ningún espacio entre cuadros ni transiciones haciendo más rápidos los cambios aleatorios entre imagen e imagen.

Digital Video Interactive DVI .- Este formato requiere un circuito integrado fabricado por Intel en conjunto con IBM para comprimir y descomprimir video y audio. Este algoritmo de compresión es asimétrico. Este formato es útil para aplicaciones cerradas debido a que el hardware requerido es propietario y el formato de despliegue no es flexible.

E) Pruebas del sistema .- Una vez que se ha terminado la producción de la aplicación final, es necesario realizar una serie de pruebas exhaustivas para comprobar que realmente la aplicación funcionara como se diseñó—. Una aplicación Multimedia es la unión de varias partes en diferentes formatos y está expuesta a diferencias y problemas entre una computadora y otra a causa de diferente paleta de colores, diferentes tarjetas de audio, diferentes sistemas operativos e inclusive diferente configuración de cada máquina. Es necesario probar la aplicación con cada combinación posible de Hardware y Software para la cual fue diseñada, probar cada una de las opciones, cada una de las salidas, etc. entre mayor sea el esfuerzo de pruebas, mayor será la certeza de que la aplicación esta bien hecha y que no dará problemas al usuario final. Existen diferentes tipos de prueba a los que se debe someter una aplicación Multimedia:

1.- Pruebas de Usuario .- Este tipo de prueba se hace antes que la producción inicie; con estas pruebas se busca comprobar que todos los elementos de interfase y navegación son apropiados para el objetivo. Cuando

la prueba de usuarios se hace después de la producción, debe ser con fines meramente estéticos. Ejemplos de factores a considerar son:

- Alineación de botones
- Consistencia de botones y colores
- Legibilidad de textos y caracteres, etc.

2.- Pruebas Funcionales .- Con este tipo de pruebas se verifican los requerimientos estipulados en el diseño, también se le conoce como “prueba de especificaciones”. Esta parte de las pruebas es muy similar al utilizado para probar software y las áreas de prueba incluyen:

- Pruebas de unidad (aislar cada parte y probarla así)
- Pruebas de integración (unión de partes y transiciones)
- Pruebas de medios (Asegurar que los archivos del CD pueden abrirse correctamente, que los videos no están corruptos, etc.)
- Pruebas de tensión (Asegurar que el sistema funcione en situaciones extremas)
- Pruebas de configuración (Asegurar que la aplicación funcione en diferentes computadoras con diferentes monitores y tarjetas, diferentes sistemas operativos, diferentes manejadores de memoria, etc.)
- Pruebas de ambiente (Probar el sistema en el lugar y ambiente donde será utilizado, para verificar que el sonido no moleste, que el video se aprecie bien con la cantidad de luz del lugar, etc.)

Los problemas que se busca detectar pueden ser por ejemplo, un botón que no funciona o una opción que ejecuta nada al seleccionarla; también puede ser una liga que lleva al usuario a una información incorrecta; algunos problemas pueden ser más graves como por ejemplo la caída del sistema al seleccionar cierta opción o errores de alojamiento de memoria.

3.- Pruebas de Contenido .- El objetivo de este tipo de prueba es asegurar que el material Multimedia utilizado es el apropiado; los errores a detectar van desde simples errores de teclado (de dedo), hasta información errónea o datos equivocados. Las personas indicadas para realizar estas pruebas son los expertos de contenido ya que son quienes dominan el tema mejor que nadie; por ejemplo si la aplicación explica las diferentes leyes de

un país, varios abogados de ese país deberían realizar las pruebas de contenido.

Es en esta etapa donde se revisa también las cuestiones, símbolos, marcas y logotipos utilizados en la aplicación; esto es, cuando se desarrollen aplicaciones para empresas específicas, es necesario revisar los manuales de identidad corporativa para asegurar que se utilizaron los colores, tipografías y símbolos apropiados.

Pruebas ALFA .- Estas son las primeras pruebas que se hacen a un producto nuevo después de la producción; el objetivo principal de esta etapa de pruebas es asegurar la funcionalidad del sistema e incluye todas las pruebas de funcionalidad antes mencionadas (que el sistema no se inhiba, que los botones funcionen, etc.). Cuando se detectan errores estos se pueden archivar, priorizar y corregir y después ser verificados en versiones posteriores. A esto se le conoce como *pruebas de regresión*.

Pruebas BETA .- Esta es una etapa posterior de pruebas, donde el foco principal es terminar el producto para su distribución; en las pruebas beta los errores principales se encuentran ya corregidos y básicamente se hacen arreglos mínimos a la aplicación. Para producciones en masa, normalmente se solicita a usuarios potenciales su colaboración para probar la aplicación y reportar las fallas encontradas, a estos usuarios se les conoce como probadores beta o BETA-SITES; una vez más, el objetivo principal en esta etapa es crear un producto consistente y estable para evitar reportes de fallas de los clientes.

4.3 SISTEMAS DE AUTORIA:

Estos sistemas son frecuentemente mencionados en el ambiente de capacitación con Multimedia; ya que precisamente son herramientas que facilitan el desarrollo de Multimedia. Haciendo una analogía, los sistemas de autoría (Authoring systems) son como la caja de herramientas de un carpintero; esto es, la caja de herramientas ya trae un martillo, un cincel, etc. y son herramientas que en alguna ocasión alguien tuvo que crear como respuesta a una necesidad presentada; es decir, tal vez hace mucho tiempo el carpintero necesitó algo con que golpear y le dedicó tiempo a la manufactura de un martillo, después esa experiencia y herramienta fue aprovechada por

otros carpinteros. Una analogía más de acuerdo al tema son las librerías de programación o los lenguajes de cuarta generación, donde al programador se le dan rutinas ya hechas que se pueden ajustar a la medida de las necesidades con ciertos parámetros, sin quitar tiempo al programador en hacer por ejemplo, una pantalla o una caja de diálogo.

Los sistemas de autoría son algo muy similar, brindan la oportunidad de crear aplicaciones Multimedia de una manera mucho más sencilla, por ejemplo, para crear un botón en la pantalla sólo se selecciona “make button” con el mouse se le da la medida y posición necesaria, se le pone un nombre y listo; de otra manera se debería escribir un código en “C” tal vez, para dibujar pixel por pixel el botón.

Muchos sistemas de autoría pueden ser utilizados en dos modos: para gente que no quiere programar y para gente que quiere más detalle y le gusta programar; obviamente al permitirle al usuario programar se puede lograr una mejor adecuación a las necesidades pero todo esto depende de la habilidad de los programadores.

Los sistemas de autoría para entrenamiento basado en computadora tienen por lo menos cuatro características:[YEA94]

Hace preguntas y califica respuestas.- Estas preguntas pueden ser desde simples textos con opción múltiple, hasta una combinación de dibujos, fotos, sonidos, etc. donde el estudiante debe identificar partes o sonidos. El sistema de acuerdo a la información con que se alimentó, evaluará la respuesta de acuerdo al rango de variación permitido y de esta manera se le dará retroalimentación inmediata al alumno.

Crea divisiones o ramificaciones.- De esta manera se pueden llevar clases personalizadas con diferentes tipos de desviaciones y divisiones; los **camino de navegación** son utilizadas para saltar de una pantalla a otra, en el caso de que un estudiante prefiera saltar ciertos pasos o iniciar con ciertas lecciones; las aplicaciones con este tipo de caminos permiten al estudiante elegir como llevarán el curso. Los **Camino o divisiones condicionales** llevan al estudiante a ciertas lecciones dependiendo de su desempeño; así, la aplicación puede decidir si un alumno necesita o no cierta lección o si necesita o no un curso remedial de la materia.

Almacena información.- Como mínimo un buen sistema de autoría de capacitación debe ser capaz de llevar un registro de las lecciones que ha

llevado cada alumno, de esta manera se puede controlar el progreso del alumno en el curso. Algunos sistemas más complejos son capaces de llevar registro de las lecciones completas, calificaciones, tiempo de respuesta, etc.

Actualmente existen diversos sistemas de autoría (Ver Tabla 4.5) con diferentes características, es necesario escoger la herramienta adecuada de acuerdo a un análisis de las necesidades, por ejemplo, se debe considerar que tipo de interacción se busca, en qué plataforma se utilizara el sistema?, qué tipo de medios utilizará?, qué tanta flexibilidad se requiere?. Etc.

Producto >>	Apple Media Kit	Authorware Professional	Cast	Director	Icon Author	Power Media
Compañía	Apple	Macromedia	Master Class	Macro Media	Ami-Tech	RED Tech
Plataformas/Autoría	MAC	Mac, Win	Dos, Unix	Mac, Win	OS/2, Win	Mac, Win
Plataformas/Reproducción	MAC, WIN	Power Mac	Unix	PowerMac	Unix,	Power, Unix
Metáfora de Autoría	Objetos	Mac	Dos, Unix	Mac, Win	Mac, OS/2	Mac, Win
Programación visual	Si	Windows	Script, Cuadro	Pwr, 3DO	Win, Unix	Power, Unix
Hipertexto	Limitado	ícono	Diag. flujo	Cuadro	Icono/	Objetos
Versión RED	No	Diag. flujo	No	Si	Diag. flujo	Si
Editores integrados	Texto	Sí	Si	No	Si	Si
Bases integradas	No	Audio, Texto	Imagen	Animación: txt, imagen	Animación: txt, video	Audio, texto, imagen
Costo por reproducción	\$500 por título	Si	No	Si	Si	Si
Precio	\$1,195	Gratis	D: \$ 85 U: \$269	Gratis	variable	\$499/Win \$299/Mac, Win \$995/OS/2, Win

Tabla 4.5 Comparación de algunos Sistemas de Autoría (precios en dólares) [ROS95]

La tendencia general para los próximos sistemas de autoría será la incorporación de sistemas expertos, para permitir al usuario crear su propia base de conocimiento basados en conocimiento de expertos.[YEA94]

Una meta común es crear sistemas con plataformas cruzadas. Los estándares de facto creados por Apple y Microsoft (QuickTime y AVI) son muy populares, sin embargo, las aplicaciones deben incluir filtros (de entrada y de salida) para poder utilizar diferentes materiales en la aplicación; también es importante que los sistemas de autoría permitan la interacción con grandes bases de datos externas o sistemas distribuidos; algunas aplicaciones ofrecen

ligas para sus propias bases de datos como “Oracle media objects” y “Gain Interplay”. [ROS95].

CAPITULO 5: DISEÑO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

En el presente capítulo se describe el contenido y objetivos específicos del programa analítico que se utilizará para instruir al estudiante/aprendiz en la comprensión de conceptos básicos de robótica y de un sistema de almacenamiento y recuperación automático (AS/RS).

Como se ha mencionado anteriormente en esta tesis, para efecto de la misma, no es necesario desarrollar todo un curso completo de robótica; es decir, la presente tesis y el experimento que comprende son basados en un prototipo Multimedia que servirá para demostrar o no los beneficios de la tecnología Multimedia en la capacitación de personas ajenas a la robótica, dentro de esta misma área de conocimiento.

Existen diversos tipos de robots y diversas técnicas de programación; para efectos experimentales en esta tesis, se considerará uno de los tipos específicos de robots, el AS/RS 863 fabricado por Amatrol y utilizado para la automatización de inventarios.

La idea esencial es desarrollar un sistema Multimedia mediante el cual el usuario pueda comprender conceptos de robótica y conocer a nivel muy básico el uso del AS/RS 863, a tal grado de ser capaz de manipularlo y realizar programas básicos en el mismo, inmediatamente después de completo el curso.

5.1 PORQUE ROBÓTICA ?

Se ha elegido esta área de estudio, debido a que la efectividad de su uso en la industria es factor determinante para la productividad de la misma, y debido también al crecimiento de su uso en la industria; en 1986 más de 16,000 robots fueron utilizados en Estados Unidos, para 1990 la cifra era de más de 90,000 [SCH93].

La definición de un Robots de acuerdo a la asociación de industrias de robots (RIA), un robot *“es un manipulador reprogramable multifuncional diseñado para mover material, partes, herramientas o dispositivos especializados por medio de diversos movimientos programados”* [WOR86]

como se puede apreciar en esta definición la ‘programación’ es fundamental al hablar de robots; de hecho es una tarea fundamental que ocupa de escribir y reescribir hasta miles de líneas de código de computadora para lograr los movimientos deseados [SPR94]; por este motivo es importante capacitar a las personas que programarán a los robots de una planta o celda de manufactura, eso es obvio, pero otro factor importante es el tiempo que se destinará a enseñar a estas personas sobre la línea de ensamble (‘On-Line programming’); es decir, la programación de robots es lo suficientemente compleja como para entenderse de una manera abstracta o “de palabra”; es necesario asociar comandos con movimientos lo cual es posible mediante la práctica. La Universidad Carnegie Mellon ha desarrollado una interface gráfica (Onika) con el afán de simplificar las tareas de programación de estos robots; este sistema por medio de iconos permite asignar comandos al robot; de cualquier manera el sistema es creado para personas que conocen el área de programación de robots. [SPR94]

Al mejorar entonces la técnica de capacitación disminuyendo el tiempo en línea se le brinda a la empresa la oportunidad de ser más productiva; por otro lado el operador-programador (estudiante) no corre riesgos en el uso de robots durante su aprendizaje y puede disfrutar de la asociación visual-auditiva-código al utilizar un sistema Multimedia.

La manera actual de producir de las industrias tiende a la producción en masa con un nivel alto de flexibilidad; en los ambientes turbulentos cambiantes de hoy en día pocas industrias son capaces de satisfacer las demandas cambiantes de sus clientes con un nivel de alta calidad en tiempos cada vez menores de producción. Estas características se pueden obtener de una manera más fácil con la flexibilidad en la industria de manufactura, y la automatización robótica es la clave en las estrategias competitivas de manufactura [ZAL94].

Al hablar de Flexibilidad se incluyen varios tipos:

- Flexibilidad de Mezcla.- Muchos productos en el proceso de un mismo producto.
- Flexibilidad de Volumen.- Habilidad de cambiar el proceso para satisfacer el aumento o disminución de la cantidad demandada.
- Flexibilidad Multifuncional.- Habilidad de tener los mismos dispositivos para diferentes tareas.

- Flexibilidad de Nuevos Productos.- Habilidad de cambiar el proceso para generar nuevos productos.[ZAL94]

Una razón más para utilizar un sistema computarizado Multimedia de entrenamiento es la disponibilidad misma, esto es, el riesgo de que un empleado deje de trabajar existe, y éste implica las responsabilidades de tener preparado un equipo de respaldo ya sea para la sustitución directa de la persona, o para la capacitación de una persona nueva, en ambos casos el costo es alto, por lo que resulta atractivo tener un “maestro” Multimedia para capacitar cuando se necesite.

5.3 PROGRAMA ANALITICO:

A continuación se describe la información mínima necesaria para una comprensión básica de robótica y programación de robots. Este material fue diseñado, escogido y ordenado específicamente para el experimento de la presente tesis. La duración en sesiones ordinarias de enseñanza es de 20 Horas de acuerdo a empíricas proyecciones realizadas.

Objetivo General: El alumno comprenderá los conceptos básicos de robótica, así como las características de los robots de manejo de inventarios (Automatic Storage/Retrieval System); asimismo comprenderá algunos comandos comunes de programación específicos para el robot AS/RS 863.

Capítulos:

Automatización y Robótica
Anatomía del Robot
Volumen de Trabajo
Sistemas de Impulsión

Efectores Finales
Sensores
Programación AS/RS 863
Ejercicios de Programación

5.3 GENERALIDADES DE LA ROBOTICA:

El material que a continuación se presenta es en parte compilado de los textos señalados al inicio de cada sección; debido a que estos materiales son ampliamente aprobados y de autores reconocidos se incluyen sólo con una referencia al inicio de párrafo. Para desarrollar este material fue necesario recopilar también información de otros centros de manufactura (fuera del ITESM) para poder documentar de manera precisa las instrucciones y procedimientos necesarios para operar el robot en cuestión.

AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA [GRO90]

La robótica es un componente esencial de la automatización de la fabricación, que afectará a la mano de obra humana a todos los niveles, desde los trabajadores no especializados hasta los técnicos profesionales y directores de producción.

Los futuros robots pueden encontrar aplicaciones fuera de la fábrica en bancos, restaurantes e incluso en los propios hogares. Es posible que dentro de poco la robótica llegue a ser un campo como el de la tecnología informática actual, y que los robots sean parte de la tecnología cotidiana de nuestra sociedad.

Podemos definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos y basados en computadoras en la operación y control de la producción.

La robótica es una forma de automatización industrial.

Hay tres clases amplias de automatización industrial: automatización fija, automatización programable y automatización flexible.

La automatización fija puede encontrarse en la industria del automóvil, en donde el volumen de producción es muy alto, y por tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar el producto con alto rendimiento y con elevadas tasas de producción.

La economía de la automatización fija es tal, que el costo de los equipos especiales pueden dividirse entre un gran número de unidades y los costos unitarios resultantes son bajos en relación con los métodos de producción alternativos.

La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener.

En este caso el equipo de producción está diseñado para ser adaptable a variaciones en la configuración del producto. Esta característica se realiza haciendo funcionar el equipo bajo el control de un programa de instrucciones que se realizó especialmente para el producto dado.

El programa se introduce por lectura en el equipo de producción y éste último realiza la secuencia particular de operaciones de procesamiento (o montaje) para obtener el producto. En términos de economía, el costo del equipo programable puede repartirse entre un gran número de productos, aun cuando sean diferentes.

La automatización flexible (sistemas de fabricación flexibles o **FMS**) y los sistemas de fabricación integrados por computadora.

Los sistemas de automatización flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo que están interconectadas por un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales.

Una de las características que distingue a la automatización programable de la flexible es que con la programable los productos se obtienen en lotes. Cuando se completa un lote, el equipo se programa para procesar el siguiente lote. Y con la flexible, diferentes productos pueden obtenerse al mismo tiempo en el mismo sistema de fabricación.

De los tres tipos de automatización, la robótica coincide más estrechamente con la automatización programable.

Aunque los propios robots son ejemplo de automatización programable, a veces se utilizan en la automatización flexible e incluso en sistemas de automatización fija.

ANATOMÍA DEL ROBOT

La anatomía del robot se refiere a la construcción física del cuerpo, brazo y muñeca de maquina. La mayoría de los robots utilizados en las fábricas actuales están montados sobre una base que está sujeta al suelo. El cuerpo está unido a la base y el conjunto del brazo está unido al cuerpo. Al final del brazo está la muñeca. La muñeca está construída por varios componentes que le permiten orientarse en una diversidad de posiciones. Los

movimientos relativos entre los diversos componentes del cuerpo, brazo y muñeca son proporcionados de una serie de articulaciones. Estos movimientos de las articulaciones suelen implicar deslizamientos o giros, que descubriremos mas adelante en esta misma sección. El cuerpo, el brazo y el conjunto de la muñeca se denomina, a veces, el manipulador.

Unida a la muñeca del robot va una mano. El nombre técnico aplicado a la mano es efector final, y examinaremos estos dispositivos mas adelante en este mismo capítulo y con mucho más detalle en un capítulo posterior. El efector final no se considera como parte de la anatomía del robot. Las articulaciones del cuerpo y del brazo del manipulador se emplean para situar el efector final y las articulaciones de la muñeca del manipulador se utilizan para orientar dicho efector final.

Los robots industriales están disponibles en una amplia gama de tamaños, formas y configuraciones físicas. Al hablar de anatomía del robot se pueden mencionar cuatro configuraciones de robots comunes, la gran mayoría de los robots comercialmente disponibles en la actualidad tienen una de estas cuatro configuraciones básicas:

1. configuración polar.
2. configuración cilíndrica.
3. configuración de coordenadas cartesianas.
4. configuración de brazo articulado.

Las cuatro configuraciones básicas se ilustran en las representaciones esquemáticas de la Figura 5.1.

La configuración polar se ilustra en la parte (a) de la figura.

Utiliza un brazo telescópico que puede elevarse o bajar alrededor de un pivote horizontal. Este pivote está montado sobre una base giratoria.

Estas diversas articulaciones proporcionan al robot la capacidad para desplazar su brazo dentro de un espacio esférico, y de aquí la denominación robot de coordenadas esféricas o polares que se suele aplicar a este tipo. Varios robots comerciales tienen la configuración polar.

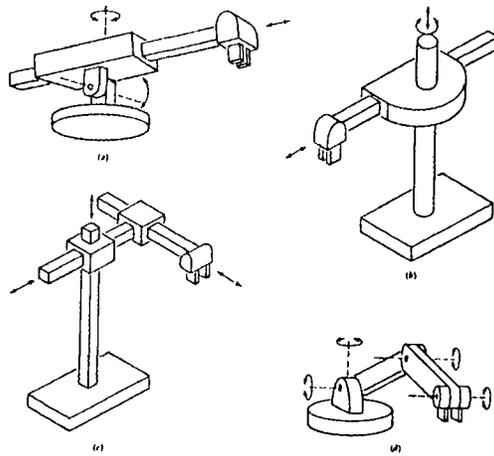


Figura 5.1 Cuatro anatomías de robot básicas: (a) Polar, (b) Cilíndrica, (c) Cartesiana, (d) Brazo Articulado

La configuración cilíndrica, según se muestra en la figura 5.1 (b), utiliza una columna vertical y un dispositivo de deslizamiento que puede moverse hacia arriba o abajo a lo largo de la columna. El brazo del robot está unido al dispositivo deslizante de modo que puede moverse en sentido radial con respecto a la columna. Haciendo girar la columna, el robot es capaz de seguir un espacio de trabajo que se aproxima a un cilindro. El robot de coordenadas cartesianas, ilustrada en la parte (c) de la figura 5.1, utiliza tres dispositivos deslizantes perpendiculares para construir los ejes XYZ. Otros nombres se aplican a veces a esta configuración incluyendo las denominaciones de robot XYZ y robot rectilíneo. Desplazando los tres dispositivos deslizantes entre sí, el robot es capaz de operar dentro de una zona envolvente rectangular de trabajo. El robot de pórtico es otro nombre utilizado para los robots cartesianos, que suelen ser grandes y tienen la apariencia de una grúa del tipo de pórtico.

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

Hay ventajas e inconvenientes relativos a las cuatro anatomías de robot básicas, simplemente debido a su geometría. En términos de repetibilidad de movimiento (la capacidad para desplazarse a un punto determinado del espacio con un error mínimo), el robot cartesiano es de estructura

inherentemente rígida. En términos de alcance (la capacidad del robot para extender su brazo significativamente mas allá de su base), las configuraciones polar y de brazo articulado resultan ventajosas. La capacidad de elevación del robot es importante en muchas aplicaciones. La configuración cilíndrica y el robot xyz de pórtico pueden diseñarse para una alta rigidez y gran capacidad de transporte de carga. Para aplicaciones de carga de máquinas . La capacidad del robot para penetrar a través de una pequeña abertura, sin interferencia con los lados de dicha abertura, es importante. Las configuraciones polar y cilíndrica tienen una ventaja geométrica natural en términos de esta capacidad.

MOVIMIENTOS DEL ROBOT

Los robots industriales están diseñados para realizar un trabajo productivo; dicho trabajo se realiza permitiendo que el robot desplace su cuerpo, brazo y muñeca mediante una serie de movimientos y posiciones. Los movimientos del robot pueden dividirse en dos categorías generales: movimientos del brazo-cuerpo y movimientos de la muñeca (efector). Los movimientos de articulaciones individuales asociados con estas dos categorías se denominan a veces, por el término "grado de libertad", y un robot industrial típico está dotado de cuatro a seis grados de libertad.

Los movimientos del robot se realizan por medio de articulaciones accionadas. Tres articulaciones suelen estar asociadas con la acción del brazo y del cuerpo y dos o tres articulaciones se suelen emplear para accionar a la muñeca.

Las articulaciones del brazo y del cuerpo están diseñadas para permitir al robot desplazar su efector final a una posición deseada dentro de los límites del tamaño del robot y de los movimientos de sus articulaciones. Para robots de configuración polar , cilíndrica o de brazo articulado , los tres grados de libertad asociados con los movimientos del brazo y del cuerpo son:

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

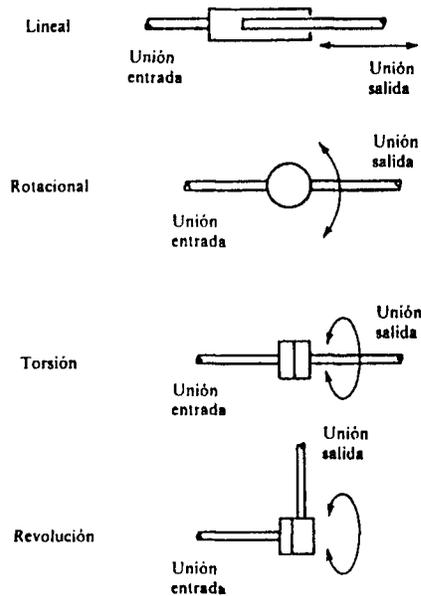


Figura 5.2 Grados de Libertad

Los grados de libertad asociados con el brazo y cuerpo del robot se indican en la figura 5.2 para un robot de configuración polar.

Grados de libertad similares están asociados con la configuración cilíndrica y el robot del brazo articulado. Para un robot de coordenadas cartesianas los tres grados de libertad son:

movimiento vertical (movimiento eje Z), movimiento hacia dentro y afuera (movimiento eje Y) y movimiento derecha o izquierda (movimiento eje X). Estos se consiguen por los movimientos correspondientes de los tres dispositivos de deslizamiento ortogonales del brazo del robot.

El movimiento de la muñeca está diseñado para permitir al robot orientar adecuadamente el efector final con respecto a la tarea a realizar. Por ejemplo, la mano debe estar orientada en el ángulo adecuado con respecto a la pieza de trabajo para poder agarrarla. Para resolver este problema de orientación, la muñeca suele disponer de hasta tres grados de libertad (la siguiente es una configuración típica):

1. Giro de la muñeca: También denominado oscilación de la muñeca, que implica la rotación del mecanismo de la muñeca alrededor del eje del brazo.

2. Elevación de la muñeca: Habida cuenta de que el giro de la muñeca está en su posición central la elevación implicará la rotación arriba o abajo de la misma.

La elevación de la muñeca se denomina a veces, flexión de la muñeca.

3. Desviación de la muñeca: De nuevo, considerando que el giro de la muñeca está en la posición central, la rotación implicará la rotación a la derecha o a izquierda de la muñeca.

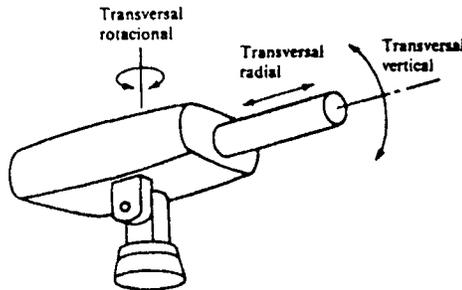


Figura 5.3 Tres grados de libertad asociados con el brazo y cuerpo de un robot de coordenadas polares.

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

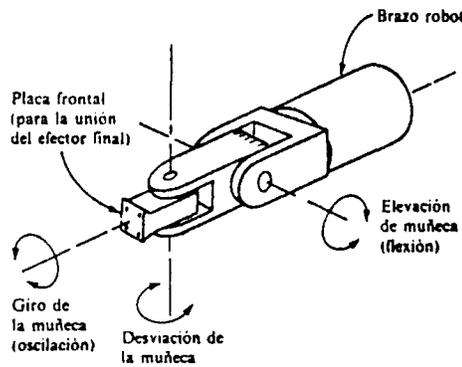


Figura 5.4. Tres grados de libertad asociados con la muñeca del robot

VOLUMEN DE TRABAJO

El volumen de trabajo es el término que se refiere al espacio dentro del cual el robot puede manipular el extremo de su muñeca.

El convenio de utilizar el extremo de la muñeca para definir el volumen de trabajo del robot se adopta para evitar la complicación de diferentes tamaños de efectores finales, que podrían unirse a la muñeca del robot. El efector final es una adición al robot básico y no debe contarse como parte del espacio de

trabajo del robot. Un efector final largo montado en la muñeca se añadiría significativamente a la extensión del robot en comparación con un efector final más pequeño. Además, el efector final unido a la muñeca podría no ser capaz de alcanzar algunos puntos dentro del volumen normal de trabajo debido a la combinación particular de límites de articulaciones del brazo.

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

- 1.- La configuración física del robot.
- 2.- El tamaño de los componentes del cuerpo, brazo y muñeca.
- 3.- Los límites de los movimientos de las articulaciones del robot.

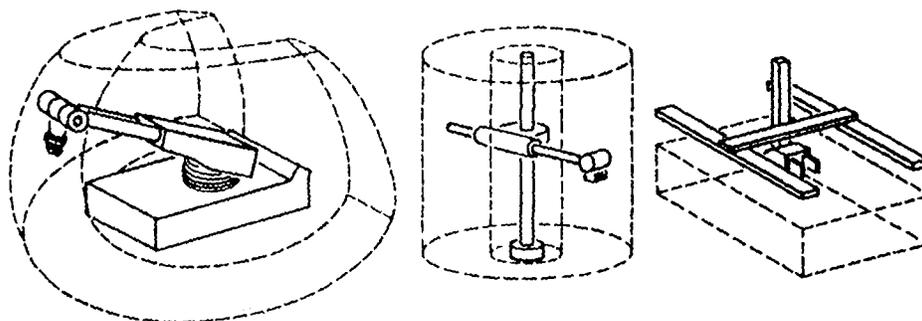


Figura 5.5 Volumen de trabajo

La influencia de la configuración física sobre la forma del volumen de trabajo se ilustra en la figura 5.5. Un robot de coordenadas polares tiene un volumen de trabajo que es una esfera parcial, un robot de coordenadas cilíndricas tiene una envolvente de trabajo cilíndrica, un robot de coordenadas cartesianas tiene un espacio de trabajo rectangular y un robot de brazo articulado tiene un volumen de trabajo aproximadamente esférico. El tamaño de la forma de cada volumen de trabajo está influido por las dimensiones de los componentes del brazo y por los límites de los movimientos de sus articulaciones. Utilizando la configuración cilíndrica como ejemplo, los límites sobre la rotación de la columna alrededor de la base determinarían qué parte de un cilindro completo podría alcanzar el robot con el extremo de su muñeca.

CAPITULO 6: DISEÑO DE APLICACION

En el presente capítulo se definen algunas características específicas del sistema desarrollado para fines de la presente tesis, así como las metodologías y técnicas usadas durante el desarrollo.

Objetivo General del sistema.-Crear una aplicación que facilite el aprendizaje del lenguaje de programación manual, así como los procedimientos básicos de manejo del robot AS/RS 863 de Amatrol, utilizando tecnología multimedia.

Usuarios objetivo.- El sistema está diseñado para ser utilizado por personas con deseos de aprender a utilizar el robot mencionado, así como entender los conceptos básicos de robótica de una manera práctica diferente a lectura lineal tradicional. El perfil del usuario es el siguiente:

Escolaridad mínima: secundaria

Conocimientos básicos de manejo de computadoras

Deberá tener un asesor disponible familiarizado con el tema

Generalidades.- En la presente tesis se considera el desarrollo de un sistema Multimedia capaz de instruir a un aprendiz sobre la operación básica de un robot de almacenaje y recuperación automática (AS/RS); el sistema incluye teoría de funcionamiento de robots, así como ciertas definiciones básicas para la comprensión del AS/RS.

6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dentro de las principales características del sistema propuesto se consideran las siguientes:

1.- El sistema es de autodirección lo que quiere decir que el usuario puede saltar o repetir lecciones a discreción.

2.- El Usuario a su vez puede requerir ejercicios e información adicional. El usuario podrá salir del sistema desde cualquier pantalla.

4.- El sistema utiliza video, audio, imágenes y texto según sea necesario, estos medios son utilizados sólo cuando representen un beneficio considerable al usarlos; es decir, se evita caer en saturación de información para el usuario.

5.- La utilización de audio es limitada y es usada generalmente en conjunto con video; esto es debido a la irrelevancia de utilizar audio en situaciones estáticas para el objetivo académico.

6.- El sistema incluye información específica del robot Amatrón AS/RS 863, además de una breve introducción general a la robótica.

7.- El sistema evita perder al usuario durante la navegación mediante pantallas codificadas de nivel.

Cabe señalar que el contenido didáctico fue generado especialmente para este proyecto ya que como se menciona en la justificación del presente estudio, el material existente para la programación del tipo de robot en cuestión es escaso.

6.2 INFORMACIÓN TÉCNICA

El sistema se desarrolló con la idea central de un prototipo que sería utilizado para demostrar la efectividad de la tecnología Multimedia en la enseñanza y primer encuentro con la robótica.

Después de elaborar una investigación de campo se pudo determinar que el paquete computacional AuthorWare 3.x era el más indicado para el desarrollo debido principalmente a las siguientes características:

- Es posible integrar proyectos "Director"
- Es Multiplataforma
- Maneja funcionalidad hypermedia
- Incluye librerías importantes de botones, perillas, íconos, etc.
- Utiliza programación icónica
- Es posible integrar código de manera manual
- Es posible trabajar en ambiente de red
- Es posible diseñar exámenes de una manera rápida y sencilla
- Es posible llevar registro de progreso de varios usuarios
- Etc.

Por otro lado se utilizaron también las siguientes aplicaciones:

-InfiniD, 3D Studio, Strata Virtual, Specular Logomotion para animación, creación de objetos, y texturas.

-SoundEdit y Sound FX para la edición de audio.

-Photoshop, PhotoStyler, Canvas, CorelDraw para la fotocomposición y creación de imágenes en dos dimensiones.

-Adobe Premier para la edición y titulación de video.

Al combinar estas aplicaciones se tuvo la mejor combinación posible para lograr el producto final considerando tres factores importantes para la toma de la decisión:

- 1.- Recursos limitados
- 2.- Calidad de prototipo
- 3.- Entorno de trabajo del Campus Sonora Norte (plataformas)

El Hardware utilizado fue seleccionado pensando en el desempeño del equipo al momento de integrar los componentes, considerando de nuevo la limitante de recursos, la mejor opción fue el equipo PowerMac 8500 con 32Mb. de RAM, con tarjeta de audio y video. Aun cuando este equipo ofrece un muy buen desempeño, en el Campus Sonora Norte y en general en México no se encuentra muy distribuido, por lo que sería poco práctico distribuir un producto final nativo para PowerMac; es aquí donde luce otra ventaja del software seleccionado (Authorware) ya que se considera multiplataforma y aun cuando se desarrolle el sistema en PowerMac con cierto módulos nativos para dicho equipo, el producto final se puede exportar (con ciertos cambios) para correrse en una PC multimedia.

Cabe señalar que el experimento se realizará en equipos PowerMac y Macintosh Performa (Campus Sonora Norte).

Para el funcionamiento y distribución del sistema se han elegido los siguientes estándares:

Video.- Se utilizó el estándar QuickTime de Apple para compresión y grabación de audio, para poder ser ejecutado en Macintosh y en PC con los controladores apropiados, manejando rangos de compresión desde 5:1 hasta 25:1.

6.3 METODOLOGÍA DEL DISEÑO

Para el diseño del sistema se consideró en parte el método ISD de Foshay, Silber y Westgard; método propuesto por el consejo internacional de estándares para capacitación, desempeño e instrucción (IBSTPI) para el desarrollo de programas instruccionales de capacitación [GAY93].

Es necesario al utilizar dicho método considerar las siguientes interrogantes:

- Cuáles son las necesidades?.- Se refiere a la identificación y justificación de las necesidades; es decir, lo que no se tiene y es deseable obtener.

- Quiénes son los alumnos?.- Identificar el perfil del alumno que será instruido, para desarrollar en base a dichas características un contenido lo más acorde posible.

- Cómo se obtendrá la información de contenido?.- El contenido didáctico no necesariamente debe provenir del grupo que desarrolla el proyecto, sino que se puede aportar de otro subgrupo de expertos en el área en cuestión.

- Son propicias las características de trabajo?.- Antes de diseñar un sistema de capacitación automatizado es necesario considerar en el diseño factores como los recursos disponibles y la cultura de las personas involucradas en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Una vez contestadas éstas preguntas es preciso definir una estrategia de instrucción. La estrategia de instrucción consiste en una serie de decisiones que arrojan como resultado un plan o serie de actividades enfocadas a obtener una meta específica[ROT92].

En el sistema en cuestión se han considerado dos estrategias:

1.- Utilizar diseños llamativos en las pantallas generales y un grado medio de interactividad en los capítulos de introducción a la robótica.

2.- Maximizar el grado de interactividad mediante videos y ligas, obligando al alumno a utilizar el teclado y mouse constantemente durante la fase de simulación (uso del AS/RS).

Esta última estrategia obedece al concepto utilizado por Charles MacNelly coordinador del centro de recursos instruccionales en General Dynamics Corp. en Texas. A dicho concepto se le conoce como SPIMM, Self-Paced Interactive MultiMedia y está basado en el nivel de interactividad de un programa multimedia; es decir la capacidad del programa para “preguntar” y recibir respuestas por parte del usuario utilizando las diferentes interfaces de la computadora como son, pantalla sensible, ratón, teclado, micrófonos, etc.

La interactividad permite al alumno seleccionar el área de su interés, repetir u omitir ciertas lecciones, evitar el sentimiento de vergüenza o culpa cuando se equivoca, llevar un control de aciertos y errores mediante exámenes programados, etc.

El sistema en cuestión considera los tres factores sugeridos por MacNelly [MAC93] de la siguiente manera:

Factor Self-Pacing:

-El recorrido del programa es enteramente controlado por el usuario, sin embargo en ocasiones el único camino permitido será continuar, volver o salir; es decir, en ocasiones no hay caminos alternos debido a la naturaleza del tema.

-El usuario puede seleccionar los módulos de su elección desde el menú principal.

-El usuario puede terminar la ejecución cuando lo desee, puede saltar módulos a placer.

-En algunos casos se brinda la oportunidad al usuario de conocer con más detalle ciertas cuestiones o bien, realizar ejercicios más complejos.

Factor Interactividad:

-La secuencia ordenada de tópicos es transparente al usuario.

-En la gran mayoría del contenido se incluyen ligas que abundan en la información de interés.

Factor MultiMedia:

-Existe una relación directa entre los sonidos y las imágenes presentadas en los módulos.

-El sonido está limitado para situaciones donde represente un valor agregado al conocimiento; esto con la finalidad de ahorrar recursos y no confundir y/o distraer al alumno. En cuestiones de voz está limitado a frases cortas y no se utilizará para transmitir conocimiento de manera aislada.

-Se establecieron estándares de imagen y sonido (ver “*Datos Técnicos*” en este mismo capítulo).

-Se utilizan fotografías para reforzar temas instruccionales, generalmente para ejemplificar. Por otro lado se utilizan animaciones para simular situaciones reales, en su mayoría movimientos de robot.

6.4 OBJETIVOS DE DESEMPEÑO:

Al definir objetivos de desempeño se pone en claro qué es lo que el usuario/alumno debe obtener al finalizar su instrucción con el equipo MultiMedia; es por esto que se debe considerar ampliamente el efecto que cada elemento de conocimiento tendrá en el alumno.

Basados en la información del capítulo 5 los objetivos se han secuenciado cronológicamente de la siguiente manera:

Módulo 1 (Teoría).- El alumno será capaz de entender generalidades de robótica: Historia, aplicaciones, impacto, y tendencia. Tiempo estimado de instrucción: 12 horas.

Módulo 2 (Práctica).- El alumno será capaz de explicar algunos aspectos técnicos de robots industriales destacando el ASRS, así como los procedimientos primarios de uso del antes mencionado robot. Tiempo estimado de instrucción: 8 horas.

Módulo 3 (Evaluación).- El alumno podrá ser evaluado por el sistema en cuestiones tanto de teoría como de práctica.

6.5 DISEÑO DE PANTALLAS:

El sistema mencionado utiliza una serie de pantallas con objetos embebidos; es decir, en una sola pantalla se podrán tener pequeñas ventanas con notas, texto, video, fotos, etc. lo anterior con el fin de evitar al máximo que el usuario se pierda en la navegación de pantallas, además el sistema codifica las pantallas para indicar el nivel de profundidad de cada módulo y ayudar así a una ubicación rápida por parte del usuario.

Sólo las primeras pantallas están formadas por fotocomposición, después del segundo nivel de profundidad se utilizan fondos estáticos y uniformes para evitar la fatiga visual del usuario. Cabe señalar que en la mayoría de las pantallas se utilizan colores oscuros para lograr un buen contraste con las imágenes y videos de los robots.

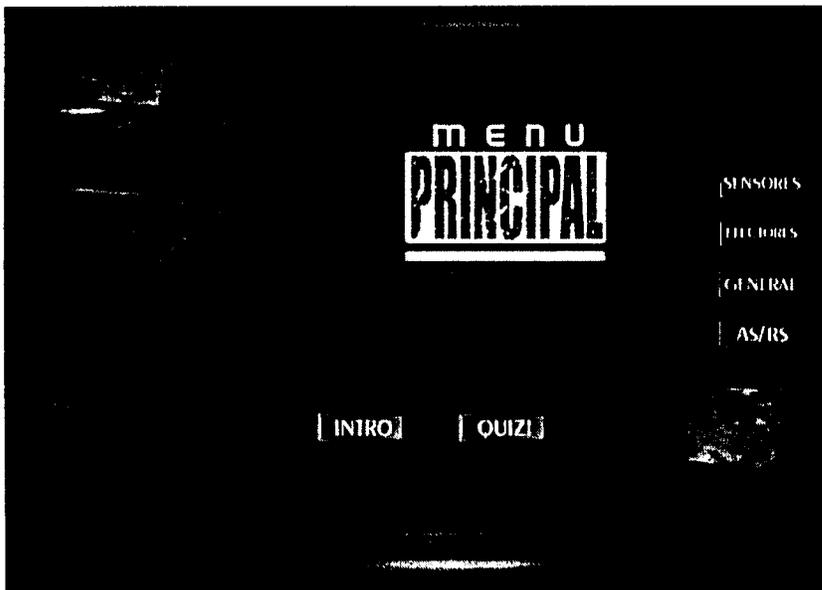


Figura 6.1 Menú principal

En general las pantallas después del menu principal (al ingresar a cada módulo) tienen un formato uniforme con los siguientes elementos:

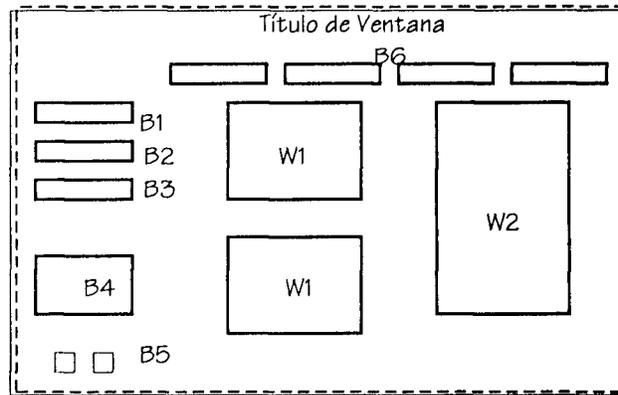


Figura 6.2 Boceto de pantalla de tercer nivel

Sobre este formato se aplican los diferentes objetos utilizados durante la ejecución del sistema y están normalmente asignados de la siguiente forma:

B1, B2, B3: Botones de salto.- Estos botones cambian a otra pantalla con temas diferentes entre sí, normalmente son las mismas opciones del menú principal a excepción de la opción ASRS.

B4: Botón sensible de ideas.- Dicho botón es en realidad un mapa sensible donde conforme avanza el curso del módulo se imprimen las ideas más importantes y/o algunos tips no profundizados. El usuario puede seleccionar ciertas palabras de este botón y profundizar aun más sobre dicho tópico. A nivel prototipo esta ventana sirve simplemente como hoja de anotaciones.

B5: Botones de control.- Estos botones incluyen la ayuda y la salida del sistema.

B6 : Botones de selección.- Estos botones definen que tema específico se muestra en las pantallas dentro del tema que indique el botón de salto presionado; es decir, los botones de selección son subtemas de los botones de salto.

W1: Ventanas de apoyos.- En estas ventanas se despliegan videos, fotos y animaciones relacionadas con el contenido del módulo, pueden estar ocupadas las dos ventanas simultáneamente; sin embargo, en ocasiones sólo se despliega una ventana de mayor tamaño por ser conveniente para cierto tipo de información. Al utilizar estas ventanas en ocasiones podrán aparecer botones de control abajo de cada una; dichos botones serán usados para el control del contenido de la pantalla, ej: pausar, adelantar, devolver un video o bien, desplegar más contenido en dichas pantallas (“hojear”).

W2: Ventana de Texto.- En esta ventana se encuentra desplegado el texto (con ligas y sin ligas) referente al botón de selección activado.

Bajo la ventana de texto se encuentran los botones de control de página con dichos botones se “hojea” la información dentro del tema seleccionado (botones de selección).

Cabe señalar que además de los formatos explicados se utilizan otros diseños diferentes de pantallas para situaciones especiales que varía de acuerdo a la naturaleza del caso, ej: Exámenes, animaciones especiales, etc.

6.6 MAPA DE NAVEGACIÓN:

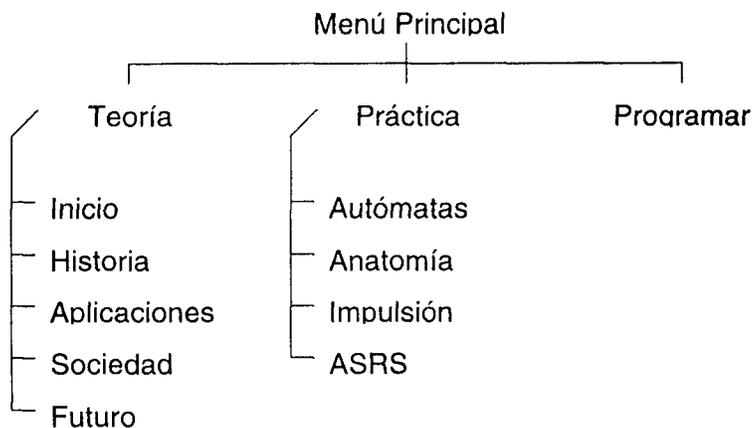


Figura 6.3 Mapa de Navegación

6.7 PREFERENCIAS DE INTERFAZ :

Al realizar los experimentos (ver capítulo 7) con el sistema desarrollado se observaron algunas características interesantes en el diseño del sistema. Los usuarios externaron las siguientes preferencias :

- Apatía por las notas electrónicas.- El 85 por ciento manifestó apatía para tomar notas en la utilería de “notas electrónicas” que incluía el

programa (ver pregunta 5 del apéndice H); esta utilidad permite al usuario teclear sus comentarios en un área del monitor para grabarla y después revisarla; sin embargo, el usuario (por lo menos en el caso de la robótica) prefiere tomarlas en papel o no tomarlas. Sería prudente analizar el motivo de este fenómeno en estudio futuro.

- **Navegación.-** Se observó que los usuarios aprecian más aquellas páginas que incluyen los controles y opciones en la misma página, es decir, prefieren evitar los saltos de páginas cuando se trata de un mismo tema; sin embargo, se pueden tener saltos de información pero sin saltar de página, esto se puede lograr incrustando ventanas dentro de la misma ventana principal. (ver apéndice G). A este colusión llegue mediante observación directa y entrevistas con los usuarios.
- **Color en video.-** Los usuarios demostraron tener más presente aquella información que era presentada a colores ; para concluir esto se observó el resultado de las contestaciones de dos preguntas (9 y 10) del examen de retención (ver apéndice F), mismas que correspondían a dos presentaciones de la misma calidad informativa una a colores y la otra en escala de grises.

Los resultados que demuestran estas conclusiones se pueden apreciar más adelante en el capítulo 7.

CAPITULO 7 : EXPERIMENTO

Como se mencionó en el primer capítulo de este documento, el objetivo del mismo es demostrar que la tecnología Multimedia es provechosa cuando se pretende mostrar el panorama de la robótica a personas que no han tenido ningún tipo de contacto con dicha área del conocimiento. Para demostrar lo anterior fue necesario desarrollar una serie de etapas :

- 1.- Búsqueda de necesidades
- 2.- formulación de hipótesis
- 3.- Diseño de contenido
- 4.- Recopilación de material
- 5.- Desarrollo de aplicación
- 6.- Diseño de experimento
- 7.- Experimentación
- 8.- Evaluación de resultados
- 9.- Conclusión

Todo lo anterior se realizó pensando en utilizar un sistema Multimedia prototipo con alumnos de nivel preparatoria o equivalente del Estado de Sonora. Dichos alumnos cumplieron con el perfil para el cual fue desarrollado el experimento :

- 1.- Poco o nulo contacto con robótica
- 2.- Conocimientos básicos de computación
- 3.- Reciben enseñanza tradicional

La metodología utilizada para el experimento se explica brevemente a continuación :

- 1.- Se buscó 24 personas entre 15 y 20 años de edad. De preferencia con escolaridad media vigente. (nueve hombres y 3 mujeres en cada grupo)
- 2.- Se les aplicó un examen de conocimientos computacionales (ver apéndice B).
- 3.- Se les aplicó examen de conocimientos de robótica. (ver apéndice C).
- 4.- Se evaluó también con el anterior examen, su interés por la robótica. (ver apéndice C y D).

- 5.- Se realizó el experimento en el laboratorio de medios del Campus Sonora Norte, organizando sesiones individualizadas de los 12 participantes.
- 6.- Paralelamente se impartió un curso de 10 Hrs. A 4 grupos de 3 personas cada uno con los mismos conocimientos que incluye el sistema multimedia (Ver apéndice A), pero con métodos tradicionales de clase.
- 7.- Los moderadores tomaron notas personales de comportamiento en ambos escenarios.
- 8.- Se aplicó el examen de robótica (por igual a ambos grupos) enfocados a evaluar el aprovechamiento de la información transmitida (ver apéndice F) ; así como exámenes cualitativos donde se pretendió evaluar aspectos como satisfacción del usuario (ver apéndice H).
- 9.- Se repitió el experimento intercambiando tres alumnos del grupo de control al experimental y viceversa. Esto fue con el objeto de indagar, cuál es el incremento en aprovechamiento cuando se aplican los dos métodos de instrucción (Multimedia y tradicional) y que efecto tiene el orden en que se aplican dichos métodos.
- 10.- Se aplicó de nuevo el examen de aprovechamiento (ver apéndice F) para medir el efecto del cruce.
- 10.- Se aplicó de nuevo el examen (ver apéndice F) a los grupos originales para medir el nivel de retención después de dos semanas. Se excluyeron los 6 alumnos que participaron en el segundo experimento (punto nueve) para aislar el efecto posible del cruce.

El experimento se realizó en el mismo ITESM Campus Sonora Norte con personas bajo las siguientes premisas experimentales :

Variable dependiente.- Es la **retención** a largo plazo del usuario después del programa de capacitación. Se pueden considerar otras variables dependientes como son: Satisfacción del usuario, tiempo de aprendizaje e interés por el tema.

Variable Independiente.- Es la aplicación de **tecnología Multimedia** en la enseñanza a nivel medio de robótica.

Hipótesis a demostrar.- La tecnología Multimedia impacta positivamente en la instrucción de conocimientos básicos de robótica en individuos de nivel académico medio, reduciendo el tiempo de aprendizaje e incrementando el nivel de retención a largo plazo.

Dicha hipótesis se probó aplicando exámenes escritos (ver apéndice F) a individuos del grupo de control y del grupo experimental, para contrastar posteriormente los resultados en cuanto a aciertos. El tiempo de aprendizaje fue fijado para el grupo de control, mientras que para el grupo experimental quedó libre ; esto, debido a la mecánica de desarrollo del grupo de control (método tradicional) sin embargo, es suficiente cruzar el tiempo de aprendizaje con el porcentaje de aprovechamiento para concluir si efectivamente o no, con la tecnología multimedia se puede tener una reducción en la curva de aprendizaje (directamente relacionada con el aprovechamiento del individuo).

Se utilizó en el experimento la técnica “Presencia”; esto es, se aprovechó la ausencia (o existencia de la variable independiente) para obtener **variación** en la variable dependiente sometiendo así al grupo experimental con tecnología Multimedia y al grupo de control con un contenido de información similar pero bajo el método tradicional de enseñanza. La **confiabilidad** del experimento se logró al tomar promedio de los resultados de la variable dependiente arrojados por 4 grupos experimentales con diferentes características. Por otro lado las variables dependientes se midieron de la siguiente manera :

Nivel de retención.- Está medido en porciento de aciertos, de un examen aplicado de reactivos cerrados (ver apéndice F). Simplemente se cuentan los aciertos y se promedian para contrastar después los resultados.

$$\text{Promedio individual} = (\text{aciertos/número de reactivos}) * 10$$
$$\text{Promedio de grupo} = (\text{SUM (promedios individuales)}) / 12$$

Se aplicó una segunda evaluación para medir el efecto a través del tiempo (dos semanas) utilizando el mismo procedimiento de evaluación.

Tiempo de aprendizaje.- En el grupo de control se midió como un estándar predefinido por los encargados de entrenamiento en el ITESM y fue igual para todos (al finalizar el curso diez Hrs.). En el grupo experimental, el tiempo fue el promedio de cada usuario; el tiempo de cada usuario experimental se midió a partir de que el usuario enciende la computadora por primera vez, hasta que termina todas las fases del programa Multimedia (lapsos no continuos) declarando que estar listo para un examen. Ninguno de los dos grupos tuvo acceso abierto para ver o utilizar robots reales.

Satisfacción del usuario.- Se aplicaron encuestas cualitativas (apéndice H) a todos los sujetos, con el fin de obtener retroalimentación y de conocer su nivel de satisfacción general con el curso en una escala del uno al diez.

TABLA DE RESULTADOS (Antes del Experimento):

Para evaluar los conocimientos generales se aplicó un examen sencillo con 10 preguntas muy generales de robótica (ver apéndice C). Este examen se aplicó para evitar que cualquier grupo estuviera cargado de individuos con alto conocimiento de robótica (y consecuentemente distorsionar los resultados).

La evaluación de conocimientos de computación se realizó con la intención de identificar personas con inclinación hacia las computadoras (para evitar ruido en los resultados. Esta evaluación consta también de 10 reactivos con preguntas básicas relacionadas a la informática (ver apéndice B).

Para medir el interés por la robótica simplemente se encuestó preguntando de manera general si el individuo se interesaba o no (ver apéndice D). El mismo procedimiento se aplicó para medir el interés por la programación.

Variable	Método de Medición	Tradicional	Multimedia	Diferencia
Conocimientos Robótica	Reactivos	41.00 (maz 100 pts)	44.00 (max. 100 pts)	03.00 Pts.
Conocimientos Computación	Reactivos	80.00 (maz 100 pts)	79.20 (maz 100 pts)	00.80 Pts.
Interés por la Robótica	Encuesta	8 % Interesados	0 % Interesados	8 % Interesados
Interés por la Programación	Encuesta	0 % Interesados	0 % Interesados	0 % Interesados

Tabla 7.1 Resultados de exámenes de ubicación (antes del experimento)

En la tabla 7.1 se puede apreciar la siguiente información :

- Ninguno de los dos grupos tiene conocimientos suficientes de robótica como para impactar significativamente en los exámenes de conocimiento aplicados al final del experimento (ver apéndice F). Entonces los resultados obtenidos en la tabla 7.2 son legítimos a causa de las variables manipuladas durante el experimento.
- Ninguno de los dos grupos domina la informática ; de esta manera se puede estar seguro que cualquier incremento en el aprovechamiento del grupo experimental (tabla 7.2) no es debido a cierta habilidad de los individuos para asimilar el programa o experiencia en sesiones multimedia.
- Es despreciable el número de interesados en la robótica o computación ; esta información es útil para descartar la posibilidad de un incremento en aprovechamiento debido a intereses personales y no al método de instrucción.

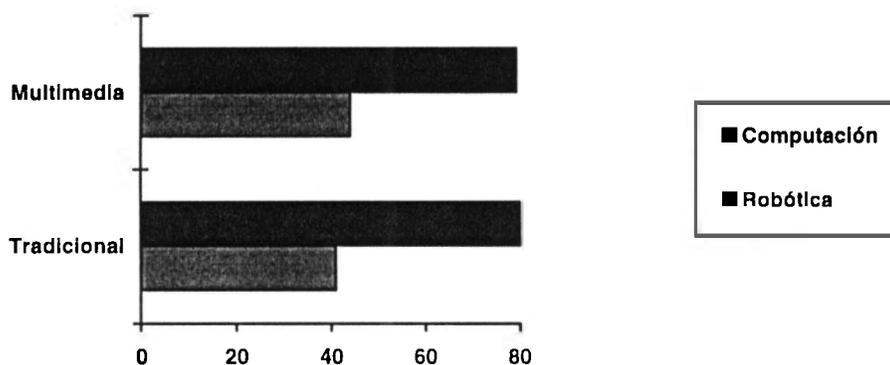


Figura 7.1 Examen de conocimientos de robótica y computación en ambos grupos

El número de interesados en robótica no se grafica ya que solo el 8 por ciento del grupo de control se interesa por la robótica ; todos los demás valores son cero.

TABLA DE RESULTADOS (Después del Experimento):

Una vez realizada la instrucción por ambas metodologías, se procedió a aplicar los exámenes de aprovechamiento donde se mediría el nivel de retención de los individuos.

Como se aprecia el grupo experimental tuvo una mayor retención (tabla 7.2). El contenido de información y los reactivos fueron exactamente iguales para ambos grupos. Aunque el porcentaje de mejora no es exageradamente significativo si es considerable; sin embargo, donde realmente se observó una mejora es en la retención a largo plazo (tabla y figura 7.2).

Al aplicar los mismos exámenes dos semanas después, las personas del grupo de control bajaron un 13.25 % (85.75 - 72.50) su aprovechamiento, mientras que el grupo experimental bajó (95.45 - 90.15) solo un 5.3 %. (tabla y figura 7.2)

Nivel de Satisfacción.- Se evaluó con una encuesta cualitativa (ver apéndice H); para calcular un valor ponderado se sumaron las cantidades en escala 1 a 10 y se dividió entre el total de alumnos (doce). También se aceptaron comentarios abiertos con lo que en el grupo de control se observaron inconformidades debido principalmente a :

- Poco tiempo para el curso
- Falta de apoyos visuales
- Tema sin interés práctico

Por otro lado el grupo experimental manifestó lo siguiente :

- Falta de ayuda en línea
- Resolución óptica de la pantalla
- Falta de directriz (desconocían el objetivo)

Interés.- Para medirlo simplemente se encuestó preguntado de manera general si el individuo se interesaba o no ; El grupo de control aumentó en un 8 por ciento las personas interesadas en la robótica, mientras que en el grupo

experimental se elevó la cifra para alcanzar el 50 % de incremento. Respecto al interés en la programación, en el grupo experimental se observó un incremento del 32%.

Variable	Método de Medición	Tradicional	Multiimedia	Diferencia
Retención	Reactivos	85.75 (max. 100)	95.45 (max. 100)	09.70 Pts.
Retención Largo Plazo	Reactivos	72.50 (max. 100)	90.15 (max. 100)	17.65 Pts.
Nivel de satisfacción	Encuesta	81.00 (max. 100)	94.00 (max. 100)	13.00 Pts.
Tiempo de Aprendizaje	Visual	10 Hrs.	6 Hrs.	4.00 Hrs.
Interés en Robótica	Encuesta	16 % interesados	50 % Interesados	34.00 %
Interés por Programación	Encuesta	0 % Interesados	32 % Interesados	32.00 %

Tabla 7.2 Resultados de exámenes de aprovechamiento (después del experimento)

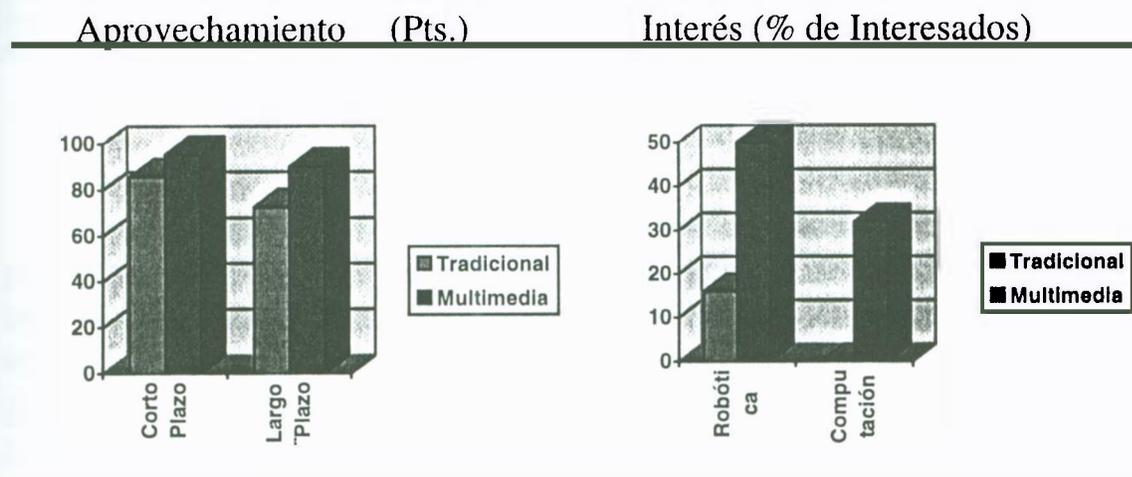


Figura 7.2 Exámen de aprovechamiento y de interés en ambos grupos

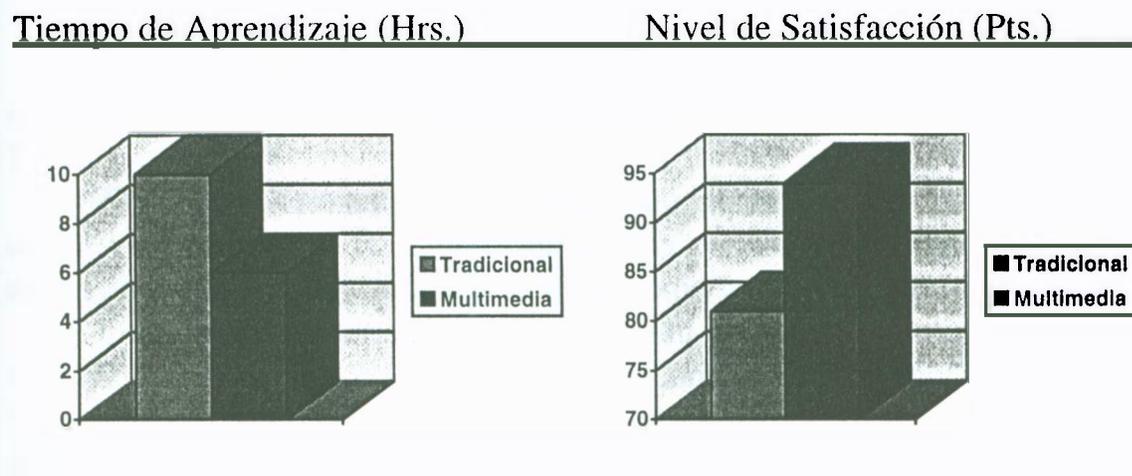


Figura 7.3 Tiempo de aprendizaje y nivel de satisfacción en ambos grupos después del experimento

TABLA DE RESULTADOS (Después del Experimento Cruzado):

Una vez evaluado el nivel de retención, se cruzaron a 6 individuos y fueron expuestos de nuevo a la instrucción pero con métodos de instrucción cruzados ; es decir, los que habían tomado la instrucción con Multimedia ahora lo hicieron con el método tradicional y viceversa.

Variable	Método de Medición	Grupo A	Grupo B	Diferencia (Pts.)
		Antes Multimedia	Antes Tradicional	
Retención	Reactivos	97.00	86.10	10.90
Tiempo de Aprendizaje	Visual	10 Hrs.	4 Hrs.	6 Hrs.

Tabla 7.3 Resultados de exámenes de aprovechamiento (después del cruce)

Por lógica los niveles de retención se debieron ver afectados positivamente ya que se puede decir que se sometió al individuo a la misma información dos veces; sin embargo, el grupo experimental tuvo un incremento en aprovechamiento del 1.55 % (97.00 - 95.45), mientras que el grupo de control solo incrementó su aprovechamiento en un 0.35 por ciento ; (86.10 - 85.75) 4.5 veces menos (ver figura 7.4, tablas 7.3 y 7.2).

Si bien estos incrementos pueden ser despreciables, indican una correlación en el orden en que el individuo es expuesto a la información en repetidas ocasiones.

Por otro lado la diferencia entre el aprovechamiento de los dos grupos en esta ocasión es de 10.90 en la tabla 7.3 contrastado con el 9.7 de la tabla 7.2

El aprovechamiento es incrementado al exponer al individuo a los medios múltiples y a la interacción con la computadora, para después ser expuesto en una sesión tradicional con un experto en el área de conocimiento.

Otro factor importante es la reducción del tiempo de aprendizaje a 4 Hrs. (figura 7.4) en el grupo Multimedia. Como estudio futuro es interesante investigar si este cambio se debe o no a la doble exposición de la información.

Aprovechamiento (Pts.)

Tiempo de Aprendizaje (Hrs.)

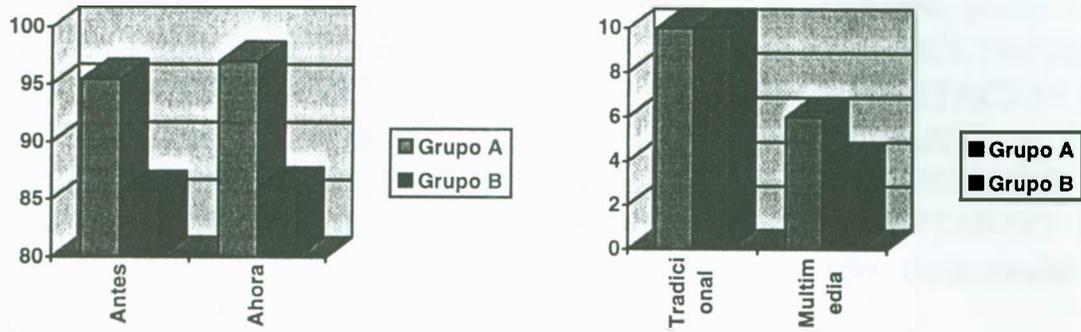


Figura 7.4 Comparación de examen de aprovechamiento cruzado (tabla 7.3) y anterior (tabla 7.2) en ambos grupos

CAPITULO 8.- CONCLUSIONES

En Sonora son pocas las empresas que empiezan a utilizar la tecnología Multimedia y son aun menos, las que la utilizan para capacitación.

En particular al realizar esta tesis, se aporta al conocimiento público los datos necesarios para confiar en que LA TECNOLOGIA MULTIMEDIA IMPACTA POSITIVAMENTE EN LOS CURSOS DE CAPACITACION DE INDUCCION A LA ROBOTICA EN AMBIENTES SIMILARES A LOS MENCIONADOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO REDUCIENDO EL TIEMPO DE APRENDIZAJE NECESARIO E INCREMENTANDO LA RETENCION A LARGO PLAZO. Por lo que queda demostrada la **HIPOTESIS** originalmente planteada.

Dicha **hipótesis es demostrada** al observar que el nivel de aprovechamiento en el grupo experimental es **mayor** que el del grupo de control, aun cuando el contenido informativo es el mismo. Aunque la diferencia decimal en promedios de grupos no es exagerada, si es notable la variación de promedios al aplicar Multimedia (ver capítulo 7). El tiempo de aprendizaje se redujo considerablemente sin afectar el nivel de aprovechamiento, con lo que se demuestra también que el tiempo de aprendizaje es **menor** al aplicar Multimedia en el contexto mencionado.

Como producto final entregó una aplicación prototipo que se utilizó en el experimento ; mismo que se extenderá en un futuro al desarrollar un sistema integral de capacitación para programación de diversos robots en el Campus Sonora Norte. Este sistema lo desarrollé con la aplicación Authorware para la plataforma Macintosh e incluye imágenes, sonido y video.

Se puede entender entonces, que la transmisión de conocimientos es más efectiva al utilizar múltiples medios de transmisión al sujeto (entiéndase Multimedia) por lo menos cuando dichos conocimientos son basados en aspectos involucrados en la robótica; sin embargo, no se puede hacer la inferencia para otros conocimientos (ej : matemáticas y física) involucrados también dentro del área de la robótica, sin que quiera decir esto que Multimedia no es efectiva para dichas áreas de la robótica. En otras palabras, con la presente tesis se demuestra la ventaja Multimedia solo cuando se trata de aspectos ilustrativos introductorios de la robótica, así como de aspectos

logísticos y de programación del equipo en ambientes y condiciones similares a las aquí definidas.

Durante el experimento además de demostrar el incremento de retención a largo plazo y el recorte en el tiempo de aprendizaje, encontré también un conjunto de variables dependientes interesantes no consideradas durante el diseño del experimento:

- Interés por la programación.- Encontré que en casi la mitad de los sujetos del grupo experimental, el interés por los lenguajes de programación aumentó después de las sesiones con el sistema Multimedia, esto lo detecté por el propio comportamiento de los sujetos (preguntas), así como por el resultado de la pregunta 4 de la última encuesta cualitativa aplicada (ver apéndice H). Este efecto probablemente se debe a la exposición de la persona al sistema en un ambiente nuevo donde conoce el potencial de la tecnología de información y donde nace el interés por desarrollar sus propios intereses ; por este motivo recomiendo como futuro estudio el análisis del impacto de Multimedia en la afinidad de programación de los sujetos.

- Mejor manejo de la computadora .- Esta variación era sospechada y consiste en la adquisición por parte del usuario de habilidades de manejo computacional, por lo menos en cuanto interfaz gráfica se refiere. Al iniciar con las sesiones las personas requerían ayuda para entender la mayoría de los íconos y poder navegar en el sistema. Al finalizar el experimento, el usuario había desarrollado ya una lógica “icónica” es decir podía intuir el significado de otros íconos diferentes en otras plataformas (ver apéndice E).

- Mejor aprovechamiento al desglosar la información.- Puedo concluir también que el usuario tiene una mejor retención cuando se divide una serie de instrucciones corridas, en instrucciones separadas; por ejemplo, si en un video se muestran los 5 pasos para realizar una instalación, es preferible utilizar cinco videos separados de 1 min. (uno para cada paso) que uno solo de 5 mins. con los cinco pasos. Esto se debe a que el usuario es forzado a interactuar y seleccionar el segundo paso y luego el tercero, etc. y no queda de observador pasivo durante mucho tiempo. La manera como probé esto fue al evaluar dos reactivos (7 y 8) en el examen final de robótica (ver apéndice F) los cuáles evaluaban conocimientos de la misma calidad informativa pero presentada de diferentes maneras (desglosada y no desglosada).

Encontré también que se tiene mayor aprovechamiento acumulado cuando se utiliza Multimedia como una preparación para un curso tradicional ; es decir cuando el individuo primero es expuesto al método Multimedia y después se repite la instrucción bajo un esquema tradicional ; esto se demostró al cruzar los grupos de control y experimental. El grupo que primero fue Multimedia y después fue tradicional presentó además de un incremento en retención (obvio por la exposición doble a la misma información) un aprovechamiento mayor al del otro grupo (primero tradicional y luego Multimedia) ; lo que lleva a pensar que el incremento no es por la doble exposición a la información sino por el orden en que se expuso al usuario. Esto lleva a pensar en la aplicación de la tecnología Multimedia (por lo menos en este contexto) como complemento y no cómo método aislado de aprendizaje.

Todos los resultados concretos utilizados para concluir lo anterior son mostrados numéricamente en el capítulo 7. En general los resultados obtenidos fueron satisfactorios ; como se esperaba, la tecnología Multimedia es útil en la enseñanza por lo menos en el campo de la robótica en niveles básicos en un entorno como el del ITESM Campus Sonora Norte.

APENDICES :

APENDICE A :

SISTEMAS DE IMPULSIÓN DEL ROBOT

La capacidad del robot para desplazar su cuerpo, brazo y muñeca se proporciona por el sistema de impulsión para accionar el robot. El sistema impulsor determina la capacidad de los movimientos del brazo, la resistencia mecánica del robot y su rendimiento dinámico. En cierta medida, el sistema impulsor determina las clases de aplicaciones que puede realizar el robot. En esta sección analizaremos algunas de éstas características.

TIPOS DE SISTEMAS DE IMPULSIÓN

Los robots industriales disponibles en el mercado, están accionados por uno de los tres sistemas de impulsión. Estos tres sistemas son:

1. Impulsión Hidráulica.
2. Impulsión Eléctrica.
3. Impulsión Neumática.

Las impulsiones hidráulicas y eléctricas son los tipos utilizados normalmente por los robots más sofisticados.

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

Los sistemas de impulsión eléctrica no suelen proporcionar tanta velocidad y potencia como los sistemas hidráulicos, pero la exactitud y la repetibilidad de los robots suelen ser mejores, en consecuencia, los robots electrónicos suelen ser más pequeños, con menos exigencias de espacio y sus

aplicaciones tienden hacia un trabajo más preciso, tal como el montaje. Los robots de impulsión eléctrica son accionados por motores paso a paso o servomotores de corriente continua.

Estos motores son idóneos para el accionamiento de articulaciones lineales por medio de sistemas de poleas u otros mecanismos de traslación. La economía de los dos tipos de sistemas de impulsión es también un factor en la decisión adecuada para emplear la impulsión hidráulica en los robots grandes y la impulsión eléctrica en los robots más pequeños. Resulta que el costo de un motor eléctrico es proporcional a su tamaño, mientras que un costo de un sistema de impulsión hidráulica depende en menor medida del mismo. Debe destacarse el hecho de que existe una tendencia en el diseño de los robots industriales hacia los impulsores eléctricos y, debido a los inconvenientes anteriormente examinados, a prescindir de los robots hidráulicos. La impulsión neumática suele reservarse para los robots más pequeños que tienen menor grado de libertad (movimientos de dos a cuatro articulaciones). Estos robots suelen estar limitados a simples operaciones

"de coger y situar" con ciclos rápidos. La potencia neumática puede adaptarse a la actuación de dispositivos de pistón para proporcionar un movimiento de translación de articulaciones deslizantes.

También pueden emplearse para accionar actuadores giratorios para articulaciones rotacionales.

VELOCIDAD DE MOVIMIENTO

Las capacidades de velocidad medida en la muñeca de los robots industriales actuales, llegan hasta un máximo aproximado de 1.7 m/s.

Como se indicó anteriormente los robots hidráulicos tienden a ser más rápidos que los robots de impulsión eléctrica.

Por supuesto, la velocidad determina la rapidez con la que el robot puede realizar un ciclo de trabajo determinado .

Esta suele ser deseable en la producción para hacer mínima la duración del ciclo de una tarea dada. Casi todos los robots tienen algunos medios por los cuales pueden realizarse ajustes a su velocidad. La determinación de la velocidad óptima, además de un simple intento para reducir al mínimo el

tiempo de ciclo de producción, dependería también de otros factores, tales como:

- 1.- La exactitud con la que debe de colocarse la muñeca(efector final).
- 2.- El peso del objeto que se manipula.
- 3.- Las distancias a recorrer.

Suele existir una relación inversa entre la exactitud y la velocidad. Cuando se incrementa la exactitud requerida, el robot necesita más tiempo con el fin de reducir los errores de localización en sus diversas articulaciones para conseguir la posición deseada final. El peso del objeto desplazado influye también sobre la velocidad operativa.

Objetos más pesados significan mayor inercia y cantidad de movimiento y el robot debe de reaccionar con más lentitud para tratar con seguridad estos factores. Debido a los problemas de aceleración y deceleración, un robot es capaz de desplazarse en una distancia larga en menos tiempo que una secuencia de distancias cortas, cuya suma sea igual a la distancia larga.

Las distancias cortas pueden no permitir al robot alcanzar la velocidad operativa programada.

CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE CARGA

El tamaño, la configuración, la construcción y el sistema de impulsión determina la capacidad de transporte del robot. Esta capacidad de carga debe de especificarse bajo la condición de que el brazo del robot esté en su posición más débil. En el caso de una configuración polar, cilíndrica o de brazo articulado, esto significaría que el brazo del robot esté en la extensión máxima. Lo mismo que en el caso de un ser humano, es más difícil elevar una carga pesada con brazos completamente extendidos que cuando los brazos están cercanos al cuerpo.

Las capacidades nominales de transporte de peso de los robots industriales varían desde menos de una libra , para algunos de los robots pequeños, hasta varios miles de libras para los robots grandes.

La especificación del fabricante con respecto a esta característica es la capacidad de peso bruto. Para utilizar esta especificación, el usuario debe de considerar el peso del efector final. Por ejemplo, si la capacidad nominal de carga de un robot dado era de 5 lb y el efector final pesaba 2 lb, la capacidad neta de transporte del peso del robot sería de solamente 3 lb.

EFFECTORES FINALES

Para las aplicaciones industriales, las capacidades del robot básico deben aumentarse por medio de dispositivos adicionales. Podríamos denominar a estos dispositivos como los periféricos de los robots. Incluyen el herramental que se une a la muñeca del robot y a los sistemas sensores que permiten al robot interactuar con su entorno.

En robótica el término de **efector final** se utiliza para describir la mano o herramienta que está unida a la muñeca del robot. El efector final representa el herramental especial que necesita un robot general para realizar una acción especial. Este herramental debe diseñarse específicamente para la tarea.

Un efector final es un dispositivo que se une a la muñeca del brazo del robot y activa el robot de propósito general para realizar una tarea específica. Algunas veces se hace referencia a el denominándolo "mano" del robot. La mayoría de las máquinas de producción requieren artefactos especiales y herramientas diseñadas para una operación en particular, y un robot no es una excepción.

El efector final es una parte de las herramientas de uso especial para un robot. Por norma general los efectores finales se deben de inspeccionar técnicamente para la tarea particular que se va a realizar. Esto se puede realizar, en todo caso, a través del estudio y fabricación del dispositivo disponible comercialmente y adaptándolo a la aplicación. De este modo la compañía instaladora del robot puede realizar el trabajo técnico o puede contratar los servicios a otra compañía que realice éste tipo de trabajo. La mayoría de los fabricantes de robots tienen grupos especiales de técnicos cuya función es la de diseñar los efectores finales y proporcionar servicios para sus clientes. También existe un grupo bastante elevado de empresas con sistemas de robots que realizan algunos o todos los trabajos técnicos para instalar sistemas de robot. Sus servicios suelen incluir el diseño de los efectores finales.

TIPOS DE EFECTORES FINALES

Existe una amplia gama de factores finales necesarios para realizar una gran variedad de funciones de trabajo diferentes.

Estos tipos se pueden dividir en dos categorías principales:

1. Pinzas
2. Herramientas

Las pinzas son efectores finales que se utilizan para agarrar y sostener objetos. Los objetos suelen ser piezas que tienen que ser movidas por el robot. En estas aplicaciones de manejo de los objetos se incluyen la carga y descarga de las máquinas, la recogida de los objetos colocados en un transportador y la composición de objetos depositados sobre una plataforma. Además de los objetos de trabajo entre los objetos manejados por las pinzas del robot se incluyen cartones, botellas, materiales en bruto y herramientas. Se tiende a pensar en las pinzas como un dispositivo de agarre mecánico, pero existen medios alternativos de sujeción de objetos que implican el uso de imanes, ventosas etc.

Las pinzas en general, se pueden clasificar en pinzas **simples** y **dobles**, aunque esta clasificación se aplica mejor a las pinzas mecánicas. El factor que distingue a la pinza simple es que solo se monta en un dispositivo de agarre unidos a la muñeca, y la doble se utiliza para sostener dos objetos distintos. Los dispositivos de dos pinzas pueden actuar con cada pinza de forma independiente. La pinza doble es de especial utilidad en máquinas de aplicación de carga y descarga. Como ilustración, se supone que un trabajo concreto llama a la materia prima para que sea cargada desde un transportador a una máquina. La pieza final se debe descargar en otro transportador. Con una sola pinza el robot debería descargar la pieza final antes de recoger la materia prima. Esto consumiría un tiempo valioso en el ciclo de producción porque la máquina tendría que permanecer abierta durante estos movimientos de manejo. Con una pinza doble, el robot puede sostener la pieza del transportador de entrada con uno de los dispositivos de agarre, teniéndole preparado para cambiar por la pieza final. Cuando se completa el ciclo de máquina, el robot puede alcanzar la pieza final con el dispositivo de agarre disponible e insertar la materia prima en la máquina con el otro dispositivo de agarre.

El tiempo en que la máquina está abierta es mínimo. La pinza de terminales múltiples se aplica en los casos donde dos o más mecanismos de

agarre se fijan en la muñeca. Las pinzas dobles son un subgrupo de las pinzas múltiples. Las ocasiones en las que se requieren más de dos pinzas son muy raras. También existe un aumento en el costo y una disminución en la fiabilidad cuando se aumenta el número de dispositivos de agarre en un brazo del robot.

Otra forma de clasificar a las pinzas es dependiendo de si la pieza se agarra en su superficie externa o interna; por ejemplo piezas circulares. Al primer tipo se le denomina pinza externa y al segundo pinza interna.

Las herramientas son los efectores finales diseñados para realizar el trabajo sobre la pieza mejor de lo que haría solamente la pinza. Por definición, el efector final de tipo de herramienta se une a la muñeca del robot. Una de las aplicaciones más comunes de los robots industriales es la soldadura de punto luminoso, en donde los electrodos de punto luminoso constituyen el efector final del robot. Otros ejemplos de aplicaciones de robot en las que se utilizan herramientas como efectores finales son la pintura por pulverización y las soldaduras de arco.

Las pinzas se utilizan algunas veces para agarrar herramientas mejor de lo que lo haría una muñeca (efector) con herramienta unida directamente. La razón por la cual se utiliza una pinza en vez de unir la herramienta directamente a la muñeca del brazo radica en que el brazo requiere de la manipulación por parte del robot de varias herramientas durante el ciclo del trabajo. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones podría ser la operación de desbarbado, en la que deben de utilizar distintas herramientas de desbarbado de tamaños y geometrías diferentes, con el objeto de alcanzar a todas las superficies de la pieza del trabajo. La pinza funciona como un dispositivo de cambio rápido para proporcionar la capacidad de cambiar con rapidez de una herramienta a la siguiente.

PINZAS MECÁNICAS

Una pinza es un efector final que utiliza dedos mecánicos impulsados por un mecanismo para agarrar una pieza. Los dedos, algunas veces llamados uñas, son los accesorios de la pinza que están en contacto con la pieza. Además, los dedos están unidos al mecanismo o son parte integral del mismo. Si los dedos son del tipo enganche, se pueden separar y sustituir. Se pueden diseñar.

Se pueden diseñar conjuntos diferentes de dedos para utilizar con el mismo mecanismo de pinza con el objeto de acoplarlos a modelos de objetos diferentes. La figura A.1 ilustra un ejemplo de esta característica de intercambio en que la pinza está diseñada para admitir dedos de varios tamaños. En la mayoría de las aplicaciones dos dedos son suficientes para sostener la pieza u otro objeto. Las pinzas con tres o mas dedos son menos frecuentes.

La función del mecanismo de pinza es trasladar algo a partir de un suministro de energía que origina una acción de agarre de los dedos sobre la pieza. La energía de entrada es suministrada por el robot y puede ser neumática, eléctrica, o hidráulica.

El mecanismo debe ser capaz de abrir y cerrar los dedos así como de aplicar la fuerza suficiente contra la pieza para sostenerlo de forma segura cuando cierre la pinza.

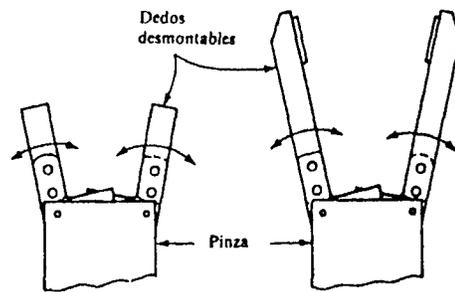


Figura A.1. Dedos intercambiables que se pueden utilizar con el mismo mecanismo de pinza.

Existen dos formas de sostener al objeto dentro de la pinza. La primera es comprimiendo la pieza con los dedos. En este método los dedos de la pinza encierran a la pieza hasta alguna posición limitando el movimiento de la pieza. La segunda forma de sujeción de la pieza es mediante el rozamiento suficiente para contener la pieza en contra de la gravedad, la aceleración y otras fuerzas que pudieran surgir durante el tiempo de sujeción del ciclo del trabajo. Los dedos o los cojinetes que hacen contacto con la pieza suelen ser fabricados con un material que es relativamente blando con un coeficiente de rozamiento entre la pieza y la superficie de contacto de los dedos. también sirve para proteger a la pieza de posibles arañazos u otros daños.

TIPOS DE MECANISMOS DE PINZAS

Existen varias formas de clasificación de las pinzas mecánicas y de sus mecanismos de actuación. Una clasificación es de acuerdo con el tipo de movimiento de los dedos utilizado por la pinza. En esta clasificación las pinzas pueden impulsar la apertura y cierre de los dedos mediante uno de los movimientos siguientes:

1. Movimiento de pivotaje.
2. Movimiento lineal o de translación.

En el movimiento de pivotaje los dedos giran en relación con los puntos fijos del pivote en la pinza para abrirla y cerrarla. El movimiento suele ser realizado por algún tipo de mecanismo de unión. En el movimiento lineal los dedos se abren y se cierran a través del movimiento paralelo a cada uno de los otros dedos. Esto se realiza a través de los carriles de guía de modo que la base de cada dedo se desliza a lo largo de un carril guía durante el movimiento.

Las pinzas mecánicas también se pueden clasificar de acuerdo al tipo de dispositivo cinemático utilizado para actuar el movimiento del dedo. En esta clasificación se tienen los siguientes tipos:

1. Actuación de articulación.
2. Actuación de engranaje y bastidor.
3. Actuación de leva.
4. Actuación de tornillo.
5. Actuación de Cable y polea
6. Varios

La categoría de la articulación cubre un rango amplio de posibilidades de diseño para actuar la apertura y cierre de la pinza. El diseño de articulaciones determina como la fuerza de entrada a la pinza se convierte en la fuerza de agarre aplicada por los dedos. El sistema de articulación también determina otras características del funcionamiento, tales como la amplitud con la que se abrirán los dedos de la pinza y la rapidez con la que pinza actuará.

El engranaje y bastidor funciona al unir un pistón u otro mecanismo que brinde movimiento lineal, moviendo dos engranes que a su vez actuarían sobre los dedos de la pinza.

La pinza actuada por leva incluye una gran variedad de diseños posibles como por ejemplo un dispositivo de leva y seguidor, incluso si se utiliza un seguidor cargado por muelle, puede proporcionar las acciones y cierre de la

pinza. Por ejemplo, el movimiento de la leva en un sentido forzaría a la pinza para que se abriera, mientras que el movimiento de la leva en el sentido contrario produciría en el muelle la fuerza necesaria para cerrar la pinza. La ventaja de este dispositivo radica en que la acción del muelle se podría adaptar a los objetos con diferentes tamaños.

Esto puede ser deseable por ejemplo, en una operación de mecanizado donde se utiliza una sola pinza para agarrar la pieza original y la pieza terminada. La pieza terminada deberá ser significativamente más pequeña que antes de la transformación.

El tornillo suele girar mediante un motor acompañado por un mecanismo de reducción de velocidad. Cuando el tornillo gira en un sentido se origina un bloque roscado para ser transferido en ese sentido. Cuando el tornillo se mueve en el sentido opuesto el bloque roscado se mueve en el sentido contrario. El bloque a su vez, se conecta a los dedos de las pinzas para producir la acción correspondiente de apertura o cierre.

Se pueden diseñar mecanismos de cable y polea para abrir y cerrar una pinza mecánica. A causa de la naturaleza de estos mecanismos, algunas formas de dispositivo de tensión se deben de utilizar para oponerse al movimiento del cable o a la cuerda del sistema por polea. Por ejemplo, el sistema por polea podría accionarse en un sentido para abrir la pinza y el dispositivo de tensión compensaría el huelgo del cable y cerraría la pinza cuando se accionara el sistema de polea en el sentido opuesto.

La categoría de varios se incluye en la lista para admitir los mecanismos de actuación de pinzas que no caen lógicamente dentro de una de las anteriores categorías. Un ejemplo podría ser una vejiga expansible o un diafragma que se inflaría y desinflaría para la actuación de los dedos de la pinza.

OTROS TIPOS DE PINZAS

Además de las pinzas mecánicas, hay una diversidad de otros dispositivos que pueden diseñarse para elevar y sujetar objetos.

Entre estos otros tipos de pinzas están incluidos los siguientes:

1. Ventosas
2. Pinzas magnéticas

3. Pinzas adhesivas

4. Ganchos cucharas y otros dispositivos diversos

VENTOSAS.- Las ventosas, también denominadas casquetes de vacío pueden utilizarse como dispositivo de pinzas, para manipular algunos tipos de objetos. Los requisitos habituales exigidos a los objetos a manipular son que sean planos, suaves y limpios que son las condiciones necesarias para formar un vacío satisfactorio entre el objeto y la ventosa.

Las ventosas utilizadas en este tipo de pinzas de robot suele ser de material elástico, tal como caucho o plástico blando.

Una excepción sería cuando el objeto a manipular esté constituido por un material blando. En este caso la ventosa sería de una sustancia dura. La forma de la ventosa es normalmente redonda. Se requiere de algún medio de extracción del aire entre la ventosa y la superficie de la pieza para crear el vacío. La bomba de vacío y el tubo venturi son dos dispositivos comunes utilizados para este propósito. La bomba de vacío, es un dispositivo accionado por pistón o impulsado por paletas cuya potencia es suministrada por un motor eléctrico. Es capaz de crear un vacío relativamente alto. El tubo de venturi es un dispositivo más simple, tal como se ilustra en la figura A.2 y puede impulsarse por medio de la presión del aire del taller. Su costo inicial es menor que el de una bomba de vacío y es relativamente fiable debido a su sencillez. Sin embargo, la fiabilidad total del sistema de vacío depende de la fuente de presión del aire.

En el siguiente ejemplo se muestra el accionamiento de la ventosa como un dispositivo de pinza del robot.

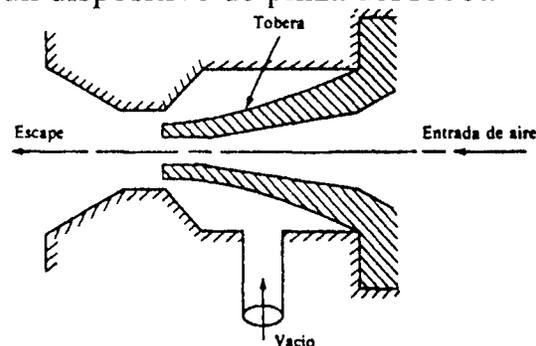


Figura A.2 Dispositivo Venturi utilizado para activar una ventosa

Algunas de las características y ventajas que caracterizan a la operación de las pinzas de ventosas utilizadas en las aplicaciones de robótica son:

- 1.- Solo requiere de una superficie de la pieza para agarre.
- 2.- Aplica una presión de distribución uniforme sobre la pieza.
- 3.- La pinza tiene un peso relativamente pequeño.
- 4.- Es aplicable a una diversidad de materiales diferentes.

PINZAS MAGNETICAS.- Las pinzas magnéticas pueden ser un medio muy factible de manipular materiales ferrosos. Una placa de acero inoxidable no sería una aplicación adecuada para una pinza magnética ya que dicho acero por definición no es atraído por imanes, sin embargo, existen algunos tipos de acero inoxidable que sí lo son ; y éstos serían candidatos adecuados para este medio de manipulación, sobre todo, cuando los materiales se manipulen en forma de chapa o placa.

Por lo general las pinzas magnéticas ofrecen las siguientes ventajas en aplicaciones de manipulación robótica:

- 1.- Los tiempos de captación son muy pequeños
- 2.- Pueden tolerarse variaciones en el tamaño de la pieza.
- 3.- La pinza no se diseña para una pieza de trabajo particular.
- 4.- Tienen la capacidad para manipular piezas con agujeros (lo que no es posible con las pinzas al vacío).
- 5.- Sólo requieren de una superficie para agarre.

Los inconvenientes de las pinzas magnéticas incluyen el magnetismo residual remanente en la pieza de trabajo, que puede producir anomalías en la posterior manipulación y el posible deslizamiento lateral y otros errores que limitan la precisión de este medio de manipulación. Otro inconveniente potencial de una pinza magnética es el captar una lámina a partir de una pila, lo que da la posibilidad de que más de una lamina sea elevada por el imán. Este problema puede superarse de varias formas. En primer lugar pueden diseñarse pinzas magnéticas para limitar la penetración efectiva a la profundidad deseada que estaría en correspondencia con el espesor de la lámina superior.

En segundo lugar, el dispositivo de apilamiento utilizado para retener las láminas puede diseñarse para la separación en la captación del robot. Un ejemplo de este dispositivo de apilamiento se denomina "abanico" y utiliza un campo magnético para inducir una carga en las láminas ferrosas en la pila. A cada lámina de la parte superior de la pila se le proporciona una carga magnética, lo que hace que tengan la misma polaridad y que se repelan entre si. La lámina más afectada es la ubicada en al parte superior de la pila.

Tiende a elevarse por encima de la pila, con lo que facilita la captación por la pinza del robot. Las pinzas magnéticas pueden dividirse en dos categorías: las que utilizan electroimanes y las que emplean imanes permanentes.

Las pinzas electromagnéticas son fáciles de controlar pero requieren de una fuente de alimentación continua y una unidad de control adecuada. Como cualquier dispositivo de agarre robótico, la pieza debe de liberarse al final del ciclo de manipulación. Esto es más fácil de realizar con un electroimán que con un imán permanente. Cuando la pieza ha de liberarse, la unidad de control invierte la polaridad a un nivel de potencia reducido, antes de desconectar el electroimán. Este procedimiento actúa para cancelar el magnetismo residual en la pieza de trabajo y asegura una liberación positiva de la pinza.

Los imanes permanentes tienen la ventaja de no requerir una fuente de alimentación exterior para accionar el imán. Sin embargo, existe una pérdida de control que acompaña a esta ventaja aparente. Por ejemplo, cuando la pieza ha de liberarse al final del ciclo de manipulación, debe de proporcionarse algún medio para separar la pieza del imán. El dispositivo que le acompaña se le denomina eyector o despegador. Su función es separar mecánicamente la pieza del imán.

Los imanes permanentes se consideran para tarea de manipulación en entornos peligrosos que requieran de dispositivos a prueba de explosiones. El hecho de que no se necesita ningún circuito eléctrico o para accionar al imán reduce el peligro de chispas que podrían producir una ignición en dicho ambiente.

PINZAS ADHESIVAS.- Diseños de pinzas en los que una sustancia adhesiva realiza la acción de agarre pueden utilizarse para manipular tejidos y otros materiales livianos. Los requisitos para los elementos a manipular son que deben agarrarse por un lado solamente y que no son adecuados en otras formas de agarre, tales como por vacío o por imanes. Una de las limitaciones potenciales de una pinza adhesiva es que la sustancia adhesiva pierde su pegajosidad con un empleo repetido. En consecuencia su fiabilidad como dispositivo de agarre se disminuye con cada ciclo de operación sucesivo. Para superar esta limitación el material adhesivo se carga en la forma de una cinta continua en un mecanismo de alimentación que está unido a la muñeca del robot. El mecanismo de alimentación funciona de una manera similar a un mecanismo de la cinta de una máquina de escribir.

HERRAMIENTAS COMO EFECTORES FINALES

En muchas aplicaciones se exige al robot que manipule una herramienta en vez de una pieza de trabajo. En un número limitado de esas aplicaciones el efector final es una pinza que está diseñada para agarrar y manipular la herramienta. El motivo para utilizar una pinza en esas aplicaciones es que puede existir más de una herramienta a utilizar por el robot en el ciclo de trabajo. El empleo de una pinza permite que las herramientas se intercambien durante el ciclo y así se facilita esta función de manipulación multiherramienta.

En la mayoría de las aplicaciones de robot en las que se manipula una herramienta esta última está unida directamente a la muñeca del robot; en estos casos la herramienta es el efector final.

Algunos ejemplos de herramientas utilizadas como efectores finales en aplicaciones de robot incluye:

- Herramientas de soldadura por puntos.
- Soplete de soldadura por arco.
- Tobera de pintura por pulverización.
- Husillos giratorios para operaciones tales como:
- Taladrado, Ranurado, Cepillado, Rectificado.
- Aplicadores de cemento líquido para montaje.
- Sopletes de calentamiento
- Herramienta de corte por chorro de agua.

En cada caso el robot debe controlar la actuación de la herramienta. Por ejemplo el robot debe de coordinar la actuación de la operación de soldadura por puntos como parte de su ciclo de trabajo. Esto último se controla de forma muy similar a la apertura y cierre de una pinza mecánica.

SENSORES ROBOTICOS

Los sensores utilizados en robótica incluyen tipos simples tales como interruptores de fin de carrera, y tipos sofisticados tales como sistemas de visión por máquina. Por supuesto los sensores también se utilizan como

componentes integrales del sistema de control del robot. Los sensores utilizados en robótica comprenden las siguientes categorías:

1.- Sensores Táctiles.- Se trata de sensores que responden a fuerzas de contacto con otro objeto. Algunos de estos dispositivos son capaces de medir la fuerza con que se accionan.

2.- Sensores de proximidad y alcance.- Un sensor de proximidad es un dispositivo que indica cuando un objeto está próximo a otro objeto, pero antes de que se produzca el contacto. Cuando puede detectarse la distancia entre los objetos, el dispositivo se denomina sensor de alcance.

3.- Tipos diversos.- Incluye las clases restantes de sensores; por ejemplo, de temperatura, de presión y otras variables.

4.- Visión de máquina.- Un robot con estos dispositivos es capaz de “ver” su entorno de trabajo e identificar lo que ve. Estos sistemas se emplean en robótica para tareas de inspección, reconocimiento de piezas y otras tareas que requieren el sentido humano de la vista, pero que pueden ser emuladas con estos sistemas.

TRANSDUCTORES Y SENSORES

Un transductor es un dispositivo que transforma un tipo de variable física (por ejemplo, fuerza, presión, temperatura, velocidad, caudal, etc.) en otro. Una transformación común es la que se produce a la tensión eléctrica y la razón por la que se realiza esta conversión es que es más fácil trabajar con la señal convertida. Un sensor es un transductor que se utiliza para medir una variable física de interés, algunos de los sensores y transductores utilizados con más frecuencia son los calibradores de tensión (para medir la fuerza y la presión), los termopares (temperaturas), los velocímetros (velocidad), y los tubos Pitots (flujo).

Cualquier sensor o transductor necesita estar calibrado para ser útil como dispositivo de medida. La calibración es el procedimiento mediante el cual se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida convertida.

Los transductores y los sensores pueden clasificarse en dos tipos básicos dependiendo de la forma de la señal convertida, los dos tipos son:

1. Transductores analógicos.
2. Transductores digitales.

Los transductores analógicos proporcionan una señal analógica continua, por ejemplo voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se mide. Los transductores digitales producen una señal de salida digital, en la forma de un conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser contadas. En una u otra forma las señales digitales representan el valor de la variable medida. Los transductores digitales han llegado a ser más populares a causa de la facilidad con la que se pueden emplear como instrumentos de medición independientes. Además suelen ofrecer la ventaja de ser más compatibles con las computadoras digitales que los sensores analógicos en la automatización y el control de procesos.

CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LOS SENSORES

1. Exactitud. La exactitud de la medición debe de ser tan alta como sea posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Sobre varias mediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tenderá a ser cero.

2. Precisión. La precisión de la medición debe ser lo mas alta posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínimo.

3. Rango de Funcionamiento. El sensor debe de tener un alto rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

4. Velocidad de Respuesta. El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo, lo ideal sería una respuesta instantánea.

5. Calibración. El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además, el sensor no debe necesitar un recalibración

frecuente. El término "desviación" se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se producen con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración.

6. Fiabilidad. el sensor debe de tener una alta fiabilidad. No debe de estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

7. Costo y Facilidad de Funcionamiento. El costo para comprar, instalar y manejar el sensor debe ser tan bajo como sea posible. Además, lo ideal sería que la instalación y manejo del dispositivo no necesite de ningún operador altamente calificado

Son pocos los sensores que tienen todas estas características. Se debe de establecer un balance entre ellos para seleccionar el mejor sensor, para un aplicación dada.

SENSORES EN ROBOTICA

Los sensores utilizados en robótica incluyen una amplia gama de dispositivos que se pueden dividir en las categorías generales siguientes:

1. sensores táctiles
2. sensores de proximidad y alcance
3. sensores diversos y sistemas basados en sensores
4. sistemas de visión de máquina

En las secciones siguientes se examinarán las tres primeras categorías.

SENSORES TÁCTILES

Los sensores táctiles son dispositivos que indican el contacto entre ellos mismos y algún otro objeto sólido. Los sensores táctiles se pueden dividir en dos clases: sensores de tacto y sensores de fuerza. Los sensores de fuerza

(también llamados algunas veces sensores de esfuerzo) indican no sólo si el contacto ha sido establecido con la pieza, sino también la magnitud de la fuerza de contacto.

Los sensores de contacto se utilizan para indicar que se ha producido el contacto entre los dos objetos, sin considerar la magnitud de la fuerza de contacto. En esta categoría se incluyen dispositivos sencillos, tales como interruptores de límite, microinterruptores y dispositivos similares.

Los dispositivos mas sencillos se utilizan en el diseño de sistemas de enclavamiento en robótica. Por ejemplo, pueden utilizarse para determinar la presencia o la ausencia de objetos en un montaje de sujeción o en el punto de captación en un transportador. Otro de los usos de estos dispositivos sería formar parte de una sonda de inspección, manipulada por el robot para medir las dimensiones de una pieza de trabajo.

SENSORES DE PROXIMIDAD Y ALCANCE

Los sensores de proximidad son dispositivos que indican cuando un objeto está próximo a otro. Las distancias pueden ser cualquiera entre varios milímetros y varios pies.

Algunos de estos sensores pueden utilizarse también para medir la distancia entre el objeto y el sensor, y estos dispositivos se denominan sensores de alcance. Los sensores de proximidad y de alcance se localizarían normalmente en la muñeca o efector final, puesto que son estas las partes móviles del robot. Un uso práctico de un sensor de proximidad en robótica sería detectar la presencia o ausencia de una pieza de trabajo o de otro objeto.

Otra aplicación podría ser la de detectar personas en la celda de trabajo del robot. Los sensores de alcance serían de utilidad para determinar la localización de un objeto en relación con el robot.

Una diversidad de tecnologías están disponibles para diseñar sensores de proximidad y de alcance. Estas tecnologías disponen dispositivos ópticos, elementos acústicos, técnicas de campos eléctricos (v.g., corrientes parásitas y campos magnéticos) y algunas otras.

los sensores de proximidad ópticos pueden diseñarse utilizando fuentes de luz visibles o invisibles (infrarrojos). Los sensores infrarrojos pueden ser activos o pasivos. Los sensores activos envían un haz de rayos infrarrojos y

responden a la reflexión del haz contra un blanco. El sensor de reflectancia de infrarrojos que utiliza una fuente de luz incandescente es un dispositivo común que esta disponible en el mercado. El sensor de infrarrojos activo puede emplearse para indicar no solamente si está presente o no una pieza, sino también para señalar la posición de la misma; midiendo el intervalo a partir de cuando se envía la señal y cuando se recibe el eco puede realizarse una medida de la distancia entre el objeto y el sensor. Esta característica es de utilidad sobre todo para los sistemas de locomoción y guiado. Los sensores de infrarrojo pasivos son simplemente dispositivos que detectan la presencia de la radiación infrarroja en el entorno. Se suelen utilizar en sistemas de seguridad para detectar la presencia de cuerpos que emiten calor dentro del alcance del sensor. Estos sistemas sensores son efectivos en la cobertura de grandes zonas de edificios.

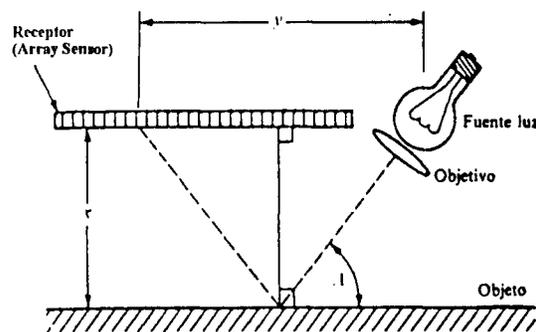


Figura A.3 Disposición para un sensor de proximidad que utiliza la luz reflejada contrasensores

Otro método óptico para la detección de proximidad implica el empleo de una haz de luz y una array lineal de sensores de luz. Con la refracción del haz de luz desde la superficie del objeto, la localización de este último puede determinarse a partir de la posición de su haz reflejado en el array de sensores (Figura A.3)

SENSORES DE ARRAY TACTIL

Este tipo de sensores está constituido por una matriz de elementos de detección de fuerza, los datos pueden combinarse con técnicas de patrón para

describir varias características relativas a la impresión en contacto con la superficie del sensor de array. Entre estas características pueden citarse:

- 1.- Presencia de un objeto
- 2.- Área en contacto
- 3.- Presión y magnitud de presión
- 4.- Fuerza y distribución de fuerzas

El dispositivo suele estar compuesto por un arreglo de almohadillas elastoméricas que al presionarse cambian su resistencia eléctrica, midiendo la resistencia en los diferentes puntos de contacto puede determinarse la forma del objeto. Una aplicación típica es cuando el robot intenta insertar una clavija en un orificio, si ésta no encaja, tenderá a desviarse presionando anormalmente un costado de las almohadillas (figura A.4)

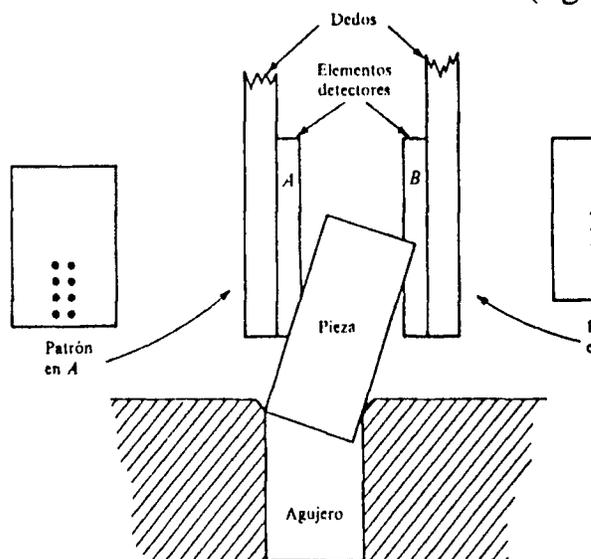


Figura A.4 Posible acción en una tarea de inserción mostrando los patrones de la configuración de fuerzas de las superficies del sensor de array táctil.

SENSORES DIVERSOS Y SISTEMAS BASADOS EN SENSORES

La categoría de sensores diversos cubre los restantes tipos de sensores y transductores que podrían utilizarse para enclavamiento y otros fines en las celdas de robots.

Esta categoría incluye dispositivos con la capacidad de detectar variables, tales como temperatura, presión, flujo de fluido y propiedades eléctricas. Los sistemas de programación de señales vocales pueden utilizarse en robótica para la comunicación oral de instrucciones al robot. La detección de la voz se

basa en las técnicas de reconocimiento de la voz, para analizar las palabras emitidas por un operador humano y comparar dichas palabras con un conjunto de modelos de palabras almacenados. Cuando la palabra emitida coincide con el modelo de palabras almacenado esto indica que el robot debe de realizar alguna opción particular que corresponda a la palabra o serie de palabras.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y RECUPERACIÓN AUTOMÁTICOS.

Un sistema de este tipo es conocido por sus siglas en inglés AS/RS (Automatic Storage/Retrieval System) y es definido por el Instituto de Manejo de Materiales como [GRO90]:

Una combinación de equipos y controles que manejan, guardan y recuperan materiales con precisión, exactitud y rapidez bajo cierto grado de automatización.

Dichos sistemas pueden variar desde máquinas pequeñas mecanizadas controladas manualmente, hasta sistemas enormes controlados por computadora e integrados totalmente con las operaciones de una fábrica o almacén.

Los AS/RS consisten en una serie de pasillos de almacenamiento (con casilleros) que son atendidos por una o varias máquinas de almacenamiento/recuperación (S/R Machines). Usualmente es una máquina por pasillo. Estas máquinas se mueven a lo largo del pasillo guardando y recuperando materiales de los diferentes casilleros a lo largo del pasillo. El sistema AS/RS tiene uno o más puntos de salida/entrada donde recoge material para colocarlo en el casillero o bien, donde deposita el material extraído del casillero.

Algunas categorías de AS/RS que se pueden mencionar:

1.-AS/RS de Unidad de Carga.- Típicamente se refiere a un sistema grande diseñado para manejar unidades de carga guardadas en plataformas (mamparas, jabs, cajas, etc.). El sistema es controlado por computadora y las máquinas S/R son diseñadas para manejar las unidades de carga.

2.- AS/RS de MiniCarga.- Es utilizada para manejar cargas pequeñas contenidas en cajas o cajones más pequeños. Es muy similar al tipo anterior

pero de un tamaño menor y en ocasiones el punto de carga y descarga del sistema es manual.

3.-AS/RS de Hombre a Bordo.- Representa un alternativa para el problema de almacenar y recuperar artículos individuales en el sistema. Mientras un sistema de MiniCarga envía una caja entera al punto de descarga, el AS/RS de hombre a bordo permite tomar un objeto en particular de la unidad de carga. Esto ofrece la oportunidad de reducir el tiempo de transacciones del sistema.

COMPONENTES BÁSICOS DE UN AS/RS:

Un sistema de almacenamiento/recuperación automatizado consta de:

- 1.- Estructura de almacenaje
- 2.- Máquina de almacenaje y recuperación
- 3.- Módulos de almacenaje
- 4.- Estaciones de carga y descarga

ESTRUCTURA DE ALMACENAJE.- Esta estructura es fabricada de acero para soportar el contenido del AS/RS. La estructura debe ser lo suficientemente robusta como para que no se debilite o flexione significativamente debido al peso de los materiales. Los casilleros de la estructura deben ser diseñados para aceptar los módulos sobre los cuales vienen montados los materiales con lo que se trabajará, se deben incluir factores como peso, altura, ancho, profundidad, etc.

Otra función de la estructura es soportar los rieles sobre los cuales se deslizará la máquina de recuperación y almacenamiento.

MAQUINA R/S.- Es la cabeza que recoge o deposita los materiales en las casillas y que se desliza por toda la estructura. Realiza recorridos desde los puntos de entrada/salida hasta cualquiera de los diferentes casilleros de la estructura. Para lograr esto la máquina debe ser capaz de tener movimientos

verticales y horizontales, además de poder empujar o jalar la carga desde y hacia los casilleros.

MÓDULOS DE ALMACENAJE.- Son los contenedores del material a guardar; ejemplos de estos módulos pueden ser, cajas, plataformas de acero, cajones, etc. Estos módulos, aunque pueden variar entre sí (respetando las dimensiones de los casilleros), normalmente son diseñados con una base estándar para que puedan ser manejados automáticamente por la máquina S/R y se les conoce como “pallets”.

ESTACIONES DE ENTRADA/SALIDA.- También conocidas como puntos de carga/descarga; Normalmente están colocadas en los extremos de los pasillos para ser accesadas por las máquinas S/R.

Estos sistemas se han venido utilizando cada vez más en la fabricas modernas y no sólo se utilizan como almacén, sino como máquinas facilitadoras o de “Adquisición de órdenes” es decir, puede tomar el material que “toca” producir y ponerlo en una línea de producción y a la vez tomar el material que debe “reposar” y almacenarlo temporalmente para después depositarlo de nuevo en la línea de producción.

Existen varios ejemplos de cómo estos sistemas incrementan la productividad en las fábricas, por mencionar un ejemplo, se puede considerar al instalado en la Corporación Manufacturing ubicada en Sand Springs, Oklahoma. La administración de la compañía se percató de que sus procesos de producción manuales imposibilitaban a la compañía para satisfacer la demanda de sus clientes. Al instalar un AS/RS la producción de Hargroove (bases de cemento para gas) se incrementó en un 100% sin incrementar la fuerza laboral humana [MAT95].

AMATROL AS/RS

Para efectos de la presente tesis, se hará énfasis en el ROBOT AS/RS 863 de Amatrol, mismo con el que se cuenta en el ITESM Campus Sonora Norte, formando parte de la celda de manufactura del Campus.

El sistema AS/RS modelo 863 de la compañía AMATROL, es un robot híbrido eléctrico/neumático diseñado para realizar tareas de inventario para una línea de manufactura integrada por computadora; como ya se mencionó antes, el AS/RS es capaz de llevar un control y realizar tareas de almacenaje y recuperación de partes cuando se requiere para la producción de la línea.

El AS/RS 863 utiliza un cabezal (o carro) servoeléctrico de corriente directa donde los movimientos se describen utilizando el sistema de coordenadas rectangular. Dos ejes de movimiento "X" y "Y" son controlados por servomotores (y bandas) que mueven el brazo del robot (cabezal o carro) para ser posicionado en cualquier punto válido dentro del plano XY. Se utilizan dos sensores de proximidad para calcular el fin de viaje absoluto del carro con el propósito adicional de inicializar los ejes (homing, send to home).

El sujetador (gripper) del AS/RS no es servo, y para el modelo 863 es de tipo rotativo. Esta parte del sistema es controlada por un conjunto de válvulas solenoides direccionales que controlan el flujo y presión de aire; de esta manera el carro puede levantar los contenedores de inventario (pallets) y llevarlos hasta el punto de entrega (y viceversa). En este caso también se utilizan sensores de proximidad para el control de los movimientos rotativos del carro. Las funciones de control del sistema completo son realizadas por un controlador servo basado en microprocesador, el cual cuenta también con una unidad de disco flexible como dispositivo de entrada/salida.

Para que un AS/RS pueda localizar la casilla donde se encuentra un contenedor requerido, primero debe "aprender" donde se ubica físicamente dicho material. Esto se logra moviendo el robot hasta la casilla, y así posteriormente el robot "recordará" el movimiento.

Esta operación puede hacerse de dos maneras:

Manual.- El carro se mueve hasta la casilla y se repite el proceso para cada una de las casillas de la estructura metálica.

Automática.- Se alimenta al controlador con las dimensiones en pulgadas de cada casilla (alto y ancho) así como el número de casilleros verticales y horizontales del sistema, posteriormente el controlador calculará la posición de cada casilla asumiendo que la estructura es perfectamente dimensionada y con casillas idénticas.

Sin embargo, independientemente del método que se utilice todos los modelos de AS/RS deben "aprender" manualmente ciertas posiciones:

1.- Punto de lectura (Scan Point).- Este es el punto donde se encuentra una lectora óptica de barras; se debe enseñar al robot este punto si es que se utilizará dicha lectora en el sistema, y será donde el carro permanezca con el contenedor, hasta que el código de barras sea leído.

2.- Punto de descanso (Hover Point).- Esta posición es donde el robot “descansa” mientras espera instrucciones al estar encendido.

3.- Punto de Carga (Pick Up Point).- Se refiere al punto de carga (o descarga); debe indicarse este punto para que el robot “conozca” donde debe recoger y dejar los contenedores. Normalmente este punto se debe calibrar cuidadosamente ya que depende del conjunto de la instalación y varía en consecuencia, de instalación a instalación.

El AS/RS necesita de un programa de control para “correr” y efectuar las funciones de inventario para las que fue diseñado; este tipo de programas pueden considerarse automáticos o manuales.

Programas Manuales.- Un programa manual instruye al AS/RS a moverse de casillero en casillero y opera el robot utilizando una serie de comandos ordenados por el operador del sistema. Cada acción posible del AS/RS es derivada de un comando de software.

Programas Automáticos.- Bajo este modo, el operador (o programador) solo tiene que usar tres comandos y al utilizar esta modalidad el AS/RS recibe instrucciones de la computadora central de control de la celda o línea de producción; es decir, se le dice automáticamente a donde moverse cuando soltar la pieza, etc. ya que la computadora central tiene toda la información para coordinar estas actividades. En otras palabras se hace una programación en línea, pero el programador es la computadora central que opera toda la celda.

GENERALIDADES DEL AMATROL AS/RS

El robot en cuestión como ya se mencionó anteriormente en este capítulo, es un equipo que funciona por medio de electricidad y aire; por lo cual, es necesario entender los requerimientos primarios para su operación.

Por este motivo es necesario cerciorarse de la correcta alimentación al robot mediante una revisión preliminar de las válvulas de aire e interruptores de electricidad correspondientes.

El AS/RS funciona por medio de coordenadas cartesianas, lo que significa que todos sus movimientos pueden ser descritos en el plano XY; además en este modelo se cuenta con un cabezal que proporciona movimientos sobre el eje Z, así como un eje rotacional "C" relativo al movimiento XY (gira alrededor de Y); el eje C tiene un sujetador (gripper), el cual es usado para retirar pallets de la estructura o colocar pallets dentro del la misma.

SERVO y NO-SERVO.

Se refiere al tipo de control ejercido sobre una máquina. En un sistema servo, un circuito cerrado de información es usado para posicionar un elemento de la máquina (Como el robot manipulador del almacén) a cualquier punto a lo largo de una trayectoria dada. Una señal es retroalimentada al controlador para corrección de la posición o de la velocidad.

Esta retroalimentación es continua sobre todo el trayecto del actuador. En el plano XY, el manipulador del AS/RS es posicionado usando un Servo control. Un No-servo control es un esquema de control de circuito abierto, en el cual, el controlador simplemente manda una señal a la máquina la cual reacciona, pero ningún flujo de información es retroalimentado al controlador para corrección de la señal de salida.

INCREMENTOS.

El robot manipulador, al sacar o colocar un pallet en una localidad del almacén, realiza pequeños movimientos llamados "incrementos". Los incrementos sirven para que no se mueva de la localidad al mismo nivel en el que se encuentra el "pallet" para evitar una posible colisión.

OPERACIONES BÁSICAS DEL AMATROL AS/RS

Existen algunas operaciones comunes en el manejo del AS/RS que a continuación se describen:

Encendido.- Para habilitar el AS/RS es necesario seguir una serie de pasos sencillos que garantizan la seguridad del equipo y usuario, así como el buen desempeño de las unidades:

Abastecer de aire y electricidad al(los) robot(s). El aire es tan importante como la electricidad, y es necesario revisar constantemente los niveles de presión.

- 1) Encender los térmicos de luces y energía del robot.
- 2) Revisar el nivel de presión de aire en el compresor (100-130 psi).
- 3) Abrir lentamente las llaves de las tuberías que conducen el aire.
- 4) Cuando la entrada del aire sea por un secador, activar el secador.
- 5) Encender el interruptor de corriente y suministrar el aire por medio de la segunda válvula ubicada en la celda sobre la banda la cual se debe abrir lentamente; ya que de lo contrario podría reventarse alguna manguera.
- 6) Encender la banda transportadora (si está equipada) en caso de ser necesario.

Encendido específico del AS/RS 863.- Hasta el punto anterior, se ha conseguido alimentar los componentes de la celda así como al mismo AS/RS, sin embargo es necesario encender manualmente el equipo AS/RS como se describe a continuación:

1) Lo primero que se debe hacer para habilitar el AS/RS es encender la computadora que controla al robot; al hacer esto será posible alimentar a los motores y componentes posteriormente. Dicha computadora se encuentra usualmente al lado de la estructura del robot .

2) Antes de proceder con el proceso de activación de la computadora es necesario revisar que todos los pallets se encuentren en la posición correcta dentro de la estructura (que estén alineados con el código de barras del lado izquierdo y los objetos que contienen cada uno de ellos estén en la posición correcta).

3) Presionar en el teclado de la computadora la tecla <F3> EDRV, en ese momento se encenderá el amplificador (es necesario encender siempre el amplificador primero y después activar el robot con ENABLE).

4) Presionar en el teclado <F2> ENABLE (Esta tecla enciende los controladores del robot), es importante que primero se presiones F2 y F3 antes de quitar el freno del equipo.

5) Presionar <F6> BRAKE (Ahora el robot ya tiene energía ya se puede quitar el freno con este comando).

6) Ahora el robot está listo para operar, para poder iniciar con cualquier actividad, es necesario ubicar el robot en su posición de inicio, dicha posición se le conoce como hogar (Home); sin embargo pudiera darse el caso que el robot ya se encuentra en “home” y no debe darse la instrucción de enviar a “home” ya que pudiera ocasionar colisiones con los límites de los ejes; esto es debido a que el robot tiene unos sensores (Tornillos con punta roja) para detectar cuando el robot está en “home” (los tornillos están en la posición home) y es necesario sacar al robot del campo de acción de esos sensores. Para lograr esto, se debe mover el robot con las flechas del teclado hasta que queden totalmente visibles los tornillos (sensores), sólo entonces se podrá enviar a “home” al robot.

7) Presionar en el teclado <F1> HOME (Se debe revisar que el robot no golpee con nada antes de mandarlo a home), si existiera alguna obstrucción en el campo de acción del robot, será necesario removerla antes de presionar F1.

8) Al presionar F1 el sistema pedirá la confirmación al usuario, si se tiene libre el camino se deberá responder Y (Yes); de no ser así, no se debe confirmar hasta que el camino esté libre.

9) El robot ahora está listo para recibir instrucciones al presionar <F5> EXECUTE; además de la opción “execute” existen otras opciones utilizadas para calibración del robot, normalmente es “execute” el menú de trabajo.

10) Presionar <F4> RUN para entrar al menú de “corrida” y activar el programa actual. El programa actual es el programa que se encuentra en el disco que está insertado en la unidad de disquetes de la computadora; este programa debió haberse grabado con anterioridad.

11) Presionar <F1> RUN, para “correr” el programa en cuestión.

Con estos simples pasos el AS/RS está listo para esperar las señales que se le ordenen desde el programa en ejecución.

Parada de emergencia.- En cualquier momento se puede detener el robot de inmediato presionando el botón rojo (STOP), que puede estar localizado en el piso o bien en la mesa del controlador. Al momento de presionar este botón se interrumpe inmediatamente la alimentación a los motores y sólo podrá ser restablecida volviendo el botón a su posición original (jalándolo hacia afuera); el controlador del robot se inicializará.

Detener el Robot.- Al estar el robot funcionado bajo las ordenes de un programa, puede ser necesario interrumpir la ejecución del programa, por ejemplo, para acomodar una pieza, para alterar el programa, etc. para este objetivo existen dos posibilidades que permiten al operador salir del modo de ejecución (RUN MODE)

- 1) Presionar la tecla ESC
- 2) Presionar la tecla F1 "STOP"

En realidad las dos funciones cumplen con el mismo objetivo, la diferencia radica en que la función "ESC" detiene inmediatamente el movimiento del robot sin importar si terminó o no la instrucción "actual", al presionar "ESC" la tecla "F1" se puede utilizar para continuar la operación.

Por otro lado, "STOP" detiene la ejecución del programa hasta que se haya terminado de ejecutar la línea actual.

Si se utilizó ESC para detener el robot y el pallet se encuentra dentro de la casilla, la computadora no sabe realmente si se terminó o no la instrucción; esto quiere decir que si la instrucción era salir de la casilla tal vez el robot no salió de la casilla físicamente, pero la computadora asume que así fue; por este motivo no debe presionarse F1,RES para continuar con el programa sino que es necesario llevar al robot manipulador fuera de la localidad antes de resumir la ejecución. Una manera de lograr este objetivo es desde el modo de enseñanza siguiendo los siguientes pasos: Entrar a "TEACH MODE" y presionar primero F2,OPEN para abrir el "gripper" (para liberar cualquier pallet que pudiera estar sujetando), luego F3,OUT para que el robot manipulador salga de la localidad. Después de esto el programa puede ser continuado.

Apagado del equipo.- Una vez que se haya utilizado el AS/RS se puede apagar completamente, para lograr esto es necesario seguir los siguientes pasos:

- 1) Presionar Escape para detener la ejecución del programa, presionar de nuevo escape hasta llegar a la pantalla principal.
- 2) Presionar F7, Setup.
- 3) Presionar F6, Break para activar el freno de aire.
- 4) Presionar F2 para apagar el Controlador del robot.
- 5) Presionar F3 para apagar el Amplificador.
- 5) Apagar interruptor de computadora (controlador).
- 6) Cerrar válvulas de aire
- 7) Apagar interruptores térmicos del equipo

Medidas de Seguridad.- Existen algunas medidas simples y sencillas de seguridad, que deben observarse como mínimo al operar el equipo en cuestión:

- Es necesario observar el área donde se encuentra el operador, con la finalidad de evitar colisiones con el equipo y/o desconectar cables por causa de desplazamiento.
- Nunca se debe asumir que un robot está deshabilitado. Estas máquinas tienen programas variables y automáticos, sus acciones podrían ser impredecibles. Un robot que está parado, no significa que no tenga una actividad asignada, se podría mover en cualquier momento.
- Nunca dar la espalda a un robot.
- Mantener el cuerpo fuera del volumen de trabajo del robot.
- Cuando se trabaje con Bandas Transportadora, tener cuidado de no dejar objetos arriba de éstas o en algún lugar cercano a las mismas.
- No mandar a "HOME" el robot manipulador cuando éste ya está en "HOME".
- No mover manualmente el robot manipulador más allá del límite de sus ejes.

ESQUEMA DE NAVEGACIÓN POR MENÚS:

Antes de poder programar un robot es necesario alimentarlo con ciertos datos clave para su funcionamiento (inventario, puntos, parámetros, etc.), pero antes de esto es necesario como en cualquier computadora un sistema operativo que interprete y administre las transacciones de la computadora al exterior. En el caso del AS/RS este sistema se llama “CROS” Cyber Robotic Operating System es un sistema de segundo nivel, es decir, se encuentra realmente corriendo sobre el tradicional MS-DOS de computadora pc-compatible. El sistema de control del robot por lo tanto, tiene sus propios comandos (en forma de pantallas y menús la mayoría) los cuales se describen por un esquema de navegación a continuación.

La pantalla inicial que aparece al encender el sistema mostrará algo como lo siguiente:

```
863 AS/RS

Setup Mode      Active Jog: Fast

F1 Home   F2 Enable   F3 EDRV   F4 Param   F5 Exec   F6 Brake   F7 Slow Jog
```

En cualquiera de las pantallas se mostrará en el lado izquierdo superior la ubicación (respecto de las pantallas) actual. En esta primer pantalla se puede apreciar la leyenda “SETUP MODE” además en esta pantalla en particular se aprecia otra leyenda: “ACTIVE JOG: FAST” se refiere a la velocidad activa de movimiento manual; este movimiento manual se logra presionando las flechas de dirección en el teclado. Para cambiar la velocidad activa a “SLOW” se deberá presionar “F7” , en este momento la leyenda de F7 cambiará a “FAST JOG”.

En orden descendiente la siguiente opción es “F6 BRAKE”, como se mencionó antes, el robot siempre que se encuentre desactivado deberá tener un freno puesto, esta tecla (F6) activa y desactiva el freno (al apagar la computadora el freno permanece en su posición); si el equipo fue apagado correctamente, al encenderlo de nuevo se deberá encontrar esta opción activa; es decir, el freno estará activado. Al igual que la opción “ENABLE” y

“EDRV” la opción “BRAKE” ofrece retroalimentación visual en la pantalla mediante un color inverso de texto; esto es, cuando la palabra “BRAKE” se encuentra en texto inverso (fondo blanco, letras negras) significará que el freno está activo; cuando la palabra se encuentra en texto normal (igual que todo el texto en pantalla, fondo negro letras blancas) indicará que el freno no está activado. Lo mismo sucede con “EDRV” y “ENABLE”.

La siguiente opción es “F5 EXEC” utilizada para entrar al menú de ejecución donde se podrá programar directamente el robot; más adelante se explica a detalle las opciones de la pantalla Exec.

La Opción “F4 PARAM” es utilizada para configurar los parámetros del controlador del robot, estos parámetros son grabados al fabricar el robot con valores óptimos y no deben alterarse a menos que el equipo requiera calibración; para ilustrar el tipo de parámetros a los que se refiere se pueden mencionar los siguientes:

- Homing Speed (Velocidad para viajar a ‘home’)
- Fast and Low Jog Rate (Definir velocidades ‘Slow’ y ‘Fast’)
- Maximum Torque Limit (Define el torque máximo alcanzable)

La opción “F3 EDRV” es utilizada para encender los amplificadores de poder, estos dispositivos son los encargados de interpretar los pulsos de baja corriente que manda el controlador, y transformarlos en la corriente de alto nivel que necesitan los motores para su funcionamiento. Es imperativo encender los amplificadores antes que el controlador, asimismo, se debe apagar primero los controladores y luego el amplificador cuidando siempre que el freno esté activado antes de hacerlo.

La opción “F2 ENABLE”, Enable Controller, se refiere a la activación de los controladores del robot, éstos son los encargados de traducir las ordenes de la computadora para que los amplificadores de potencia se comporten de cierta manera. Si no se activan estos controladores, será imposible mandar instrucciones al robot. Antes de activar los controladores deberán estar activados los amplificadores (EDRV).

La opción “F1 HOME” es utilizada para mandar al robot a la posición ‘home’ (este proceso se llama homing). Es en esta posición donde el robot debe iniciar sus operaciones. Antes de mandar a ‘home’ al robot, es necesario

verificar que el camino está libre de obstáculos y que se encuentra fuera de los sensores (en “X” y “Y”) del mismo ‘home’; es decir, la estructura tiene unos sensores que retroalimentan al controlador cuando el robot llega a esa posición (en ese momento se encuentra en home); sin embargo, si el robot ya está en esa posición los sensores no retroalimentan correctamente al controlador y le indican que el robot NO ha llegado a home, lo que ocasionará una colisión del robot con el tope de los ejes.

MENÚ DE EJECUCIÓN (F5 EXEC):

Al presionar F5 en la primera pantalla, se activa el siguiente árbol de menús:

F1 Program (Edición del programa)

F2 Teach Mode

F1 Tch (Graba el punto actual con la posición que tenga el robot en ese momento)

F2 Open/Close (Abre y cierra el gripper)

F3 In/Out (Sale y entra de la casilla; debe estar centrado en una casilla)

F4 Rot In/Out (Gira el brazo hacia afuera y hacia adentro)

F5 Palt (1:Saca un pallet, 2:Metete un pallet)

F6 Pt Adj (Ajuste de puntos, cambia el punto actual y mueve al robot hacia ese punto)

F7 Auto (Modo de cálculo automático de puntos)

F8 Slow/Fast Jog

F3 Comm (Comunicaciones)

F4 Run

F1 Run (Inicia ejecución de programa)

F2 Resume (continúa la ejecución después de una pausa)

F3 Step (Ejecuta sólo la línea actual del programa)

F4 Line (Se posiciona en una línea específica)

F5 Stock (Inventario)

F6 Clear (Borrar datos de puntos y/o programa)

F7 Setup (Volver a la pantalla anterior)

La PRIMERA opción “F1 PROGRAM” del menú de ejecución permite entrar al modo de edición de código; en esta fase es donde se puede crear un

programa manual para después ser ejecutado. Una vez en el modo de programación aparecerá una pantalla similar a la siguiente:

```
Program Mode

000 NP

F1 MP  F2 MT  F3 ARS  F4 IND
```

La pantalla indica en este caso que se está editando la línea “000” y el comando actual de esa línea es “NP”, para cambiar el comando de esa línea se debe seleccionar un comando de la línea inferior, presionando la tecla funcional correspondiente; los comandos que se muestran por pantalla son sólo cuatro; sin embargo al presionar “SPACE” se cambia el valor de cada tecla por el de los siguientes cuatro comandos; esto es repetitivo hasta volver a los cuatro comandos del inicio. Si se quisiera por ejemplo que la primera línea fuera “IND” se debería presionar “F4”. Al seleccionar cualquiera de los comandos, cuando éstos requieran un parámetro, se mostrará inmediatamente un texto pidiendo se capture el parámetro deseado (numérico) seguido de “ENTER”, en este momento queda completa la línea.

Para continuar con la siguiente línea (001) se deben utilizar las teclas de avance, dichas teclas son “P” y “N” para atrasar y adelantar una línea respectivamente.

Una vez terminadas todas las líneas, se presiona “ESC”, en este momento se pedirá al usuario confirmación para salvar el programa a disco.

La SEGUNDA opción del menú de ejecución es “TEACH MODE”, al seleccionar esta opción se prepara el equipo para “aprender” del usuario, dónde se encuentran los puntos. Cabe mencionar que los puntos son posiciones en el espacio a las que se les asigna un número entre 0 y 94 y a los cuáles se hace referencia durante la operación del robot precisamente mediante el número asignado. Cualquier cambio que se haga a la asignación física de puntos queda temporalmente en memoria; al salir del modo de enseñanza el sistema esperará instrucciones para guardar (y borrar la información anterior) definitivamente las nuevas asignaciones de puntos en disco.

Este modo ofrece la manera manual más completa de mover al robot, es decir, dado que es necesario mover el robot hasta cada punto para enseñarlo, esta pantalla incluye opciones de movimiento condensadas en las teclas funcionales, la pantalla mencionada lucirá de la siguiente manera:

Teach Mode Active Jog: Fast

Teaching pnt:01

F1 Tch F2 Open F3 In F4 Rot Out F5 Palt F6 Pt. Adj. F7 Auto F8 Slow Jog

A continuación se hace una descripción breve de las funciones indicadas en esta pantalla:

-F1 Teach.- Se deberá presionar una vez que el robot se encuentre en la posición exacta (el robot se mueve con las flechas del teclado hasta alcanzar la posición deseada) correspondiente al punto actual (Teaching Pnt), en este momento se cambiará la información anterior y el punto actual corresponderá a la posición del robot en el momento de presionar F1.

-F2 Open.- Abre el gripper o lo cierra, dependiendo de la posición actual del mismo; es decir, si el gripper se encuentra abierto, la pantalla mostrará F2 Close, para cerrar el gripper.

-F3 In.- Interna o retira el brazo (se supone que se encuentra el robot exactamente listo para entrar a una casilla, de no ser así puede ocurrir una colisión).

-F4 Rot Out.- Rota el brazo hacia afuera o hacia adentro (dependiendo de la posición antes de presionar la tecla).

-F5 Pallet.- Coloca o retira un pallet (se supone que se encuentra el robot listo exactamente para entrar a una casilla, de no ser así puede ocurrir una colisión). Esta función condensa todos los pasos necesarios para retirar o colocar un pallet (esto requiere de varios pasos si se hace de otra manera) . Al oprimir esta función (F5) se mostrará un submenú numérico

para indicar al controlador si se va a retirar un pallet (Get Pallet) o si se desea colocarlo (Put pallet).

-F6 Point Adjustment.- Al seleccionar esta función se pedirá al usuario indique el punto (0-94) al que se desea mover el robot; después de teclear el número y presionar 'Enter' el robot se posicionará en ese punto.

-F7 Auto Teach.- Este modo es utilizado para que el robot calcule la posición de todos los puntos; es decir, dado que las estructuras donde se encuentran las casillas son geométricas, se pueden calcular todos los puntos conociendo el alto, ancho y número de casillas. Al seleccionar esta instrucción se pedirán dichos datos al usuario, además se pedirá que posicione el robot en la primera casilla, para comenzar de ahí el cálculo. Esta es una buena manera de comenzar el modo de enseñanza, pero es recomendable revisar cada uno de los puntos antes de considerarlos correctos.

-F8 Slow Jog.- Al igual que en la pantalla principal es posible cambiar la velocidad de movimiento manual del robot ("X" y "Y").

La TERCERA función (F3 COMM) del menú de ejecución es utilizada para comunicaciones entre la computadora central (Host) y el AS/RS. El uso de esta función no se contempla en el presente documento, ya que es necesario conocer el funcionamiento de la computadora central para su implementación.

La CUARTA función (F4 RUN) del menú de ejecución activa la pantalla de "corrida de programa" donde se podrá editar, grabar y ejecutar un programa. Esta nueva pantalla lucirá de la siguiente manera:

Run Mode

Line:001

F1 Run

F2 Resume

F3 Step

F4 Line

En este momento es posible "correr" el programa previamente grabado presionando F1; al presionar F1 nuevamente se detendrá la ejecución del programa en cuanto se termine de ejecutar la línea actual (Line:###). Si el programa es detenido presionando "ESC" se corre el riesgo de que no se termine de ejecutar la línea, por lo que se deberá presionar F2 RESUME para

continúe exactamente donde se suspendió. La tecla F3 STEP es utilizada para que el robot ejecute la línea actual, se detenga y se prepare para ejecutar la siguiente; sin embargo, es necesario presionar F3 para cada línea. Si en algún momento se desea que el robot ejecute una línea en específico se puede lograr un salto a dicha línea presionando la tecla F4 LINE y tecleando la línea deseada seguida por 'ENTER'.

La QUINTA función F5 STOCK es utilizada para especificar en que casillas tiene piezas el robot, y de que tipo son esas piezas. Esta función es útil cuando se utilizan programas automáticos (en conjunto con la computadora central de la celda).

PROGRAMACIÓN DEL AMATROL AS/RS

Como se mencionó anteriormente, existen dos tipos de programas, manuales y automáticos. El programa manual consiste en dar al AS/RS una serie de instrucciones que determinan hacia donde moverse y en que secuencia realizar sus operaciones.

Cabe señalar que es necesario haber inicializado el sistema con los datos necesario para que el robot conozca los PUNTOS ESPECIALES, es decir, en el disco de arranque debe existir un archivo "points.dat" de donde el robot lee y se informa de la ubicación física de los puntos. Este archivo es creado en el modo "TEACH" del robot y es necesario crearlo únicamente la primera vez que se usa el robot, o bien, cuando se desea cambiar el orden lógico de las casillas.

Al igual que el archivo de puntos, es necesario crear otros dos archivos básicos: el Stock y el Programa. Con estos 3 componentes (puntos, stock y programa) el AS/RS puede empezar a programarse (ver pantallas de navegación).

Se pueden tener varios disquetes con diferentes puntos, stock y programa (diferentes configuraciones), pero solo se puede utilizar un programa por sesión.

ESCRITURA DE LA PROGRAMACION MANUAL:

Al escribir los programas manuales es recomendable realizar pruebas de escritorio antes de alimentar el código, también se considera sano correr el programa con una baja velocidad (80-120), esto como medida de precaución ya que si existe algún error en la línea y la velocidad es alta, el riesgo de daño físico o humano se incrementa.

Una vez que se tiene en papel el código deseado, se procede a capturar el código:

- 1) Encender el equipo
- 2) Insertar disquete (se borrará el programa anterior, si no se desea que esto ocurra es necesario insertar otro disquete).
- 3) Habilitar el equipo (seguir procedimiento de encendido y seguridad)
- 4) Presionar "F5", EXEC
- 5) Presionar "F1", PROGRAM
- 6) Introducir Código
- 7) Presionar "ESC" (Save to Disk [y/n])
- 8) Presionar "F4", RUN
- 9) Presionar "F1", RUN

Cómo Introducir el Código:

Cuando el sistema está listo para recibir el código (por el teclado), en la pantalla aparece "PROGRAM MODE" y en la parte inferior los diferentes comandos de programación.

Al seleccionar alguno de los comandos éste, se insertará en la línea de edición (parte central de la pantalla), esperando los parámetros del mismo; al presionar enter queda grabado en la memoria y es posible avanzar a la siguiente línea ("N", next o "P" previous).

Para alternar entre los diferentes comandos posibles (línea inferior) se deberá presionar "SPACE"

Una vez terminado el código se presionará "ESC" para salir del modo de programación, y se presionará "Y" para grabar el código en disco (si es que así se desea).

A continuación se describe un pequeño programa manual en donde se instruye a el AS/RS para que cambie un pallet desde la posición #1 a la posición #9 de las casillas del inventario:

LÍNEA	INSTRUCCIÓN	LÍNEA	INSTRUCCIÓN
000	MP 0	011	MP 9
001	SP 100	012	IND 3
002	MP 1	013	GR 2
003	GR 0	014	IND 2
004	IND 0	015	GR 0
005	GR 2	016	IND 0
006	IND 1	017	GR 3
007	GR 1	018	IND 1
008	IND 3		
009	GR 3		
010	IND 2		

Como se puede apreciar existen una serie de claves, equivalentes a comandos o funciones de un lenguaje de programación típico.

A continuación se describen las instrucciones más comunes para el equipo en cuestión:

MP(Move Point): Mover al punto # (Número de casilla).

SP(Speed): Velocidad que se le asigna al AS/RS para desplazamiento en "X" y "Y" de 0-255.

GR(Gripper): Esta instrucción tiene un subconjunto de instrucciones:

*GR 0: Abre el gripper.

*GR 1: Cierra el gripper.

*GR 2: Entra el robot manipulador.

*GR 3: Sale el robot manipulador.

*GR 4: Rotar hacia dentro (en dirección del almacén).

*GR 5: Rotar hacia afuera (contraria al almacén).

IND (Index): Esta instrucción también tiene un subconjunto de instrucciones:

*IND 0: Baja el robot manipulador para entrar a recoger el pallet o lo baja para salir ya después de haberlo colocado.

*IND 1: Esta instrucción es utilizada justo antes cerrar el gripper, ya que su función es levantar brazo casi al mismo nivel del pallet para que pueda ser sujetado por el gripper; cabe señalar que antes de este movimiento el brazo debería estar un poco abajo del pallet (IND 0). Esta función es utilizada en el proces de retirar un pallet del casillero.

*IND 2: Esta sub-instrucción es similar a la anterior, la diferencia consiste en que ésta se utilizará en el proceso de colocar un pallet. Básicamente IND 1 e IND 2 posicionan el brazo del robot en el nivel del pallet; sin embargo, existen diferencias pequeñas en la posición final, esto es;IND 1, ya que es usado para recoger el pallet, deberá posicionar el brazo un poco más arriba antes de cerrar el gripper; por el contrario IND 2 posiciona el brazo un poco más abajo (que ind 1) antes de abrir el gripper (para dejar el pallet en la casilla).

*IND 3: Sube el robot manipulador para poder entrar a dejar el pallet o bien, para salir ya después de haber sujetado con el gripper el pallet.

CS-LB-RE : Al igual que un programa de alto nivel, al programar de forma manual un robot es posible crear subrutinas y mandarlas llamar al ejecutar el programa. Para este efecto se utilizan los comandos Label (LB) para crear una “etiqueta” o identificador de subrutina; Call Subroutine (CS) para transferir el control a la subrutina; y Return (RE) para volver a la posición que se tenía antes de llamar a la subrutina.

PROGRAMAS AUTOMÁTICOS.

El programa automático sólo necesita de cuatro instrucciones:

'LB'

'SP'

'ARS'

'GO'

Cuando se usa programación automática, el AS/RS recibe instrucciones de la computadora central, esto es, una computadora que recibe información de todos los robots, sensores y bandas de la celda, le dirá hacia donde y cuando moverse y en qué secuencia realizar sus operaciones. El comando 'ARS' permite que el controlador del robot AS/RS, habilite su puerto de comunicaciones para recibir estas instrucciones.

LB	0	; Etiqueta el programa.
SP	100	; Declara la velocidad.
ARS		; Comando ARS (habilita puerto).
GO	0	; Regresa al inicio del programa.

APENDICE B:

Examen de Ubicación : Computación.

Noviembre de 1996

Nombre : _____

- 1.- ¿Qué es un modem ?
 - () Dispositivo para interconectar computadoras por teléfono
 - () Software para crear diseños eléctricos a distancia
 - () Parte central de una computadora
- 2.- ¿Normalmente el botón más utilizado del mouse (para derechos) es el?
 - () Derecho
 - () Izquierdo
 - () Central
- 3.- ¿Cuál es la diferencia entra la memoria RAM y ROM ?
 - () La RAM es volátil
 - () La RAM es siempre menor
 - () La RAM es para imprimir
- 4.- ¿Para ver un video en la computadora éste debe ser ?
 - () Borrado
 - () Dimensionado
 - () Digitalizado
- 5.- La tecla 'escape' se encuentra en el teclado :
 - () Arriba a la izquierda
 - () Arriba a la derecha
 - () Abajo a la izquierda
- 6.- El drive de una computadora es donde se :
 - () Imprimen las hojas
 - () Insertan los diskettes
 - () Visualizan las imágenes
- 7.- Normalmente al terminar de teclear un comando se presiona la tecla :
 - () Escape
 - () End
 - () Enter
- 8.- Los pequeños dibujos que representan un programa o función se llaman :
 - () Frames
 - () Draws
 - () Iconos
- 9.- Las computadoras pueden hablar utilizando vocabularios :
 - () Fijos y variables
 - () Cóncavos y Convexos
 - () Internos y Externos
- 10.- Menciona un sistema operativo : _____

Tablas de resultados :

Resultados : 100, 90, 90 ,100 ,90 ,70 ,60 ,60 ,70 ,70 ,80 ,80

Promedio : $960/12=80.00$

Aplicacion Antes del experimento (nov. 96)

Reactivo	Respondieron A	Respondieron B	Respondieron C	(*) Respondieron Correcto
Uno	*10	0	2	10
Dos	*12	0	0	12
Tres	*8	2	2	8
Cuatro	0	2	*10	10
Cinco	*11	0	1	11
Seis	0	*12	0	12
Siete	1	1	*10	10
Ocho	1	3	*8	8
Nueve	*7	2	3	7
Diez	NA	NA	NA	8

Tabla B.1 Grupo Experimental

Resultados : 90, 90, 90 ,90 ,80 ,80 ,80 ,70 ,70 ,70 ,70 ,70

Promedio : $950/12=79.10$

Aplicacion Antes del experimento (nov. 96)

Reactivo	Respondieron A	Respondieron B	Respondieron C	(*) Respondieron Correcto
Uno	*10	1	1	10
Dos	*12	0	0	12
Tres	*9	2	1	9
Cuatro	1	2	*9	9
Cinco	*11	1	0	11
Seis	0	*12	0	12
Siete	0	1	*11	11
Ocho	3	1	*8	8
Nueve	*4	1	7	4
Diez	NA	NA	NA	9

Tabla B.2 Grupo de Control

APENDICE C :

Examen de Ubicación : Robótica
Noviembre de 1996

Nombre : _____

- 1.- ¿Cuál de las siguientes es una configuración anatómica común de robot ?
 - () Polar
 - () Hexagonal
 - () Dinámica
- 2.- Se dice que un robot es una máquina igual o más inteligente que el hombre.
 - () Falso
 - () Verdadero
- 3.- El creador de las tres leyes de la robótica fue :
 - () Edison
 - () Asimov
 - () Newton
- 4.- A la mano del robot se le conoce como :
 - () Efecto final
 - () Sensor terminal
 - () RK2
- 5.- Los robots hidráulicos son más precisos que los eléctricos.
 - () Falso
 - () Verdadero
- 6.- Un androide se puede conseguir fácilmente en la actualidad en :
 - () Estados Unidos
 - () Alemania
 - () Ninguna parte del planeta
- 7.- Te interesaría conocer cuáles son los últimos avances en sensores para robots ?
 - () Si
 - () No
- 8.- Existen robots caseros para cuidar bebés, pero deben ser programados.
 - () Falso
 - () Verdadero
- 9.- Existen robots equipados con laser
 - () Falso
 - () Verdadero
- 10.- Existen robots para ayudar en las cirugías humanas
 - () Falso
 - () Verdadero

Tablas de resultados :

Resultados : 70, 60, 50 ,50 ,40 ,40 ,40 ,40 ,40 ,30 ,30

Promedio :530/12=44.16

Aplicación Antes del experimento (nov. 96)

<i>Reactivo</i>	<i>Respondieron A</i>	<i>Respondieron B</i>	<i>Respondieron C</i>	<i>(*) Respondieron Correcto</i>
Uno	*1	4	7	1
Dos	*7	5	NA	
Tres	1	*4	3	4
Cuatro	*5	5	2	5
Cinco	*3	9	NA	3
Seis	6	5	*5	5
Siete	*0	*12	NA	12
Ocho	*7	5	NA	7
Nueve	10	*2	NA	2
Diez	5	*7	NA	7

Tabla C.1 Grupo Experimental

Resultados : 60, 60, 50 ,50 ,50 ,40 ,40 ,40 ,30 ,30 ,20 ,20

Promedio :490/12=40.81

Aplicación Antes del experimento (nov. 96)

<i>Reactivo</i>	<i>Respondieron A</i>	<i>Respondieron B</i>	<i>Respondieron C</i>	<i>(*) Respondieron</i>
Uno	*0	3	9	0
Dos	*7	6	NA	6
Tres	4	*1	7	1
Cuatro	*4	7	1	4
Cinco	*7	6	NA	7
Seis	4	3	*5	5
Siete	*1	*11	NA	12
Ocho	*6	6	NA	6
Nueve	9	*3	NA	3
Diez	3	*9	NA	9

Tabla C.2 Grupo de Control

APENDICE D :

Encuesta Cualitativa
Noviembre de 1996

Nombre : _____

- 1.- ¿Te interesa el área de la robótica ?
 Si
 No
- 2.- ¿Te interesa el área de la programación computacional ?
 Si
 No
- 3.- ¿Te interesa crear aplicaciones Multimedia ?
 Si
 No
- 4.- ¿ Te interesa programar robots industriales ?
 Si
 No
- 5.- ¿ Te interesa realizar ediciones de video digitales ?
 Si
 No
- 6.- ¿ Te interesa manejar algunos robots ?
 Si
 No
- 7.- ¿ Conoces algún tipo de robot ?
 Si
 No
- 8.- ¿ Haz utilizado algún tipo de robot ?
 Si
 No
- 9.- ¿ Crees que una computadora te pudiera enseñar a usar un robot ?
 Si
 No
- 10.- ¿Que esperas de este curso ? _____

Tablas de resultados :

Aplicación Antes del experimento (nov. 96)

<i>Reactivo</i>	<i>Respondieron Si</i>	<i>Respondieron No</i>
Uno	0	12
Dos	0	12
Tres	1	11
Cuatro	0	12
Cinco	2	10
Seis	4	8
Siete	2	10
Ocho	0	12
Nueve	1	11
Diez	NA	NA

Tabla D.1 Grupo Experimental

Aplicación Antes del experimento (nov. 96)

<i>Reactivo</i>	<i>Respondieron Si</i>	<i>Respondieron No</i>
Uno	1	11
Dos	0	12
Tres	2	10
Cuatro	1	11
Cinco	1	11
Seis	3	9
Siete	2	10
Ocho	0	12
Nueve	1	11
Diez	NA	NA

Tabla D.2 Grupo de Control

APENDICE E :

Evaluación de Habilidades de Navegación Computacional
Noviembre de 1996

Nombre : _____

- 1.- Utiliza la computadora para localizar un artículo en la enciclopedia Encarta e imprímelo.
- 2.- Busca la ayuda en la computadora que te encuentras y averigua como formatear un disco.
- 3.- Utiliza el ícono de búsqueda para buscar la palabra moon en la computadora.
- 4.- Localiza el ícono de corrección ortográfica en el programa Word.
- 5.- Inicia el proceso de presentación en la aplicación PowerPoint

----- Fin de encuesta-----

Con esta sencilla encuesta se buscó ver que aptitudes computacionales obtuvo la persona. Si bien no se convirtió en un experto computacional, el usuario si adquirió cierta habilidad de identificación íconos y sobretodo de navegación. Estos reactivos tienen un valor de 20 puntos y fueron evaluados de manera práctica.

Tabla de aciertos por grupo (max. 12) :

Reactivo	Grupo Experimental	Grupo de Control
1	8	2
2	6	0
3	10	2
4	11	5
5	4	2

Tabla E.1

APENDICE F :

Examen de Conocimientos de Robótica Básica
Noviembre de 1996

Nombre : _____

- 1.- ¿Cuáles son las tres configuraciones más comunes de anatomía de robot ?
 Hexagonal, Polar, Cartesiana
 Polar, Cartesiana y de Brazo Artículado
 Polar, Cartesiana y de Pórtico
- 2.- Menciona un ejemplo de robot acuático.
 Jason
 Newton
 Robbie
- 3.- Generalmente el sistema eléctrico es más fuerte que el hidráulico
 Falso
 Verdadero
 Sólo cuando se utiliza DC
- 4.- El espacio donde el robot puede manipular su efector se le conoce como :
 Habitat
 Volumen de trabajo
 Volumen de rotación
- 5.- La herramienta que puede estar unida al brazo del robot se llama :
 Efector
 Sensor
 Polarrotor
- 6.- Menciona 3 tipos de sensores :
- 7.- Menciona 5 tipos de efectores (*información desglosada*)
- 8.- Menciona 5 tipos aplicaciones de robots (*información no desglosada*)
- 9.- Menciona el nombre del robot utilizado para explorar volcanes
 Dante Robbie Reggie
- 10.- Se te presentó información de un robot con pala para excavar y demoler ?
 Si No

Las preguntas 6,7 y 8 tienen la intención especial de medir el nivel de retención de acuerdo al desglose de la información; mientras que las preguntas 9 y 10 fueron diseñadas para medir la variación en la retención debido a los colores del material presentado.

Tabla de aciertos de los grupos después del experimento:

Calificación : 10, 10, 10, 10, 10, 10, 9.54 , 9, 9, 9, 9, 9

Promedio : $114.54/12 = 9.545$

Reactivo	Respondieron A	Respondieron B	Respondieron C	Total
Uno	0	*12	0	12
Dos	*10	1	1	12
Tres	*9	2	1	9
Cuatro	0	*12	0	12
Cinco	*10	5	3	10
Siete	NA	NA	NA	12
Ocho	NA	NA	NA	12
Nueve	*9	1	2	9
Diez	*11	1	NA	11

Tabla F.1 Grupo Experimental

Calificación : 7, 8, 7 ,10 ,10 ,10 ,10 ,10 ,7 ,6 ,7

Promedio : $102/12=8.5$

Reactivo	Respondieron A	Respondieron B	Respondieron C	Total
Uno	1	*9	2	9
Dos	*9	1	2	12
Tres	*7	2	3	7
Cuatro	3	*6	3	12
Cinco	*7	3	2	7
Siete	NA	NA	NA	12
Ocho	NA	NA	NA	12
Nueve	*7	3	2	7
Diez	*8	4	NA	8

Tabla F.2 Grupo de Control

APENDICE G :

A continuación se muestran unas pantallas del sistema desarrollado.

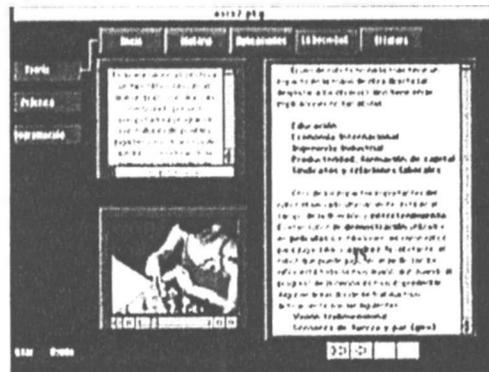


Figura G.1

Pantallas típicas del primer módulo

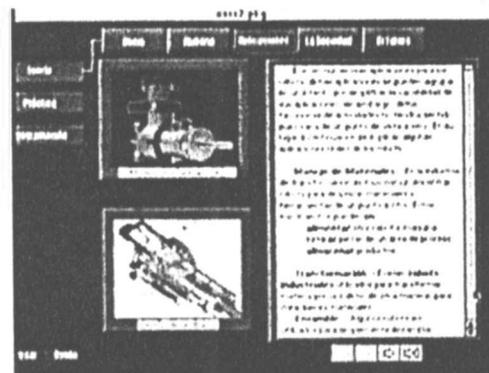


Figura G.2

En estas pantallas se observan todos los botones utilizados y el máximo de ventanas abiertas con sus respectivos controles de navegación.

APENDICE H :

Encuesta Cualitativa
Noviembre de 1996

Nombre : _____

- 1.- Que tan satisfecho estuviste con este curso (10 es muy satisfecho)
- 2.- Te interesa seguir aprendiendo temas de robótica ?
- 3.- Crees que cambio tu manera de pensar respecto a la concepción de un robot ?
- 4.- Te interesaría tomar clases de programación computacional ?
- 5.- Que fue lo que menos te gusto de este curso ?

Tabla de respuestas del grupo experimental :

Satisfacción : 10, 10, 10, 10, 10, 10, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9

Promedio : $113/12 = 9.41$

Reactivo	Si	No
1	NA	NA
2	6	6
3	11	1
4	4	8
5	NA	NA

Figura H.1

Tabla de respuestas del grupo de Control :

Satisfacción : 10, 10, 10, 10, 10, 10, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9

Promedio : $97/12 = 8.08$

Reactivo	Si	No
1	NA	NA
2	2	10
3	11	1
4	0	12
5	NA	NA

Figura H.2

BIBLIOGRAFÍA:

[APP94] Apple ; *Demistifying Multimedia* ; Random House ; Cupertino, CA , 1994

[APP88] Apple ; *The Apple Guide to Courseware Authoring* ; Apple computer ; Cupertino, CA, 1988

[ARD89] Ardilla, Rubén ; *Psicología del aprendizaje* ; siglo 21 editores ; México ; 1989

[AUD88] Audí, Piera ; *Cómo y cuándo aplicar un robot industrial* ; Marcombo Barcelona, España, 1988.

[AYR83] Ayres, R. U. & S. Miller ; *Robotics, Applications and social Implications* ;Ballinger, Cambridge, MA, 1983

[BAR94] Barron, Ann ; *Multimedia Technologies for Training* ; Libraries Unlimited, Englewood, CO, 1994

[BOW93] Bowtell, Maurice ; *Adhesives Ages* ; Vol 36 Issue 2, 1993

[BRA90] Bradbury, J. ; *Power Tools : Sound Advice* ; MacUser ; May 1990

[BRA87] Brand, S. ; *The Media Lab : Inventing the Future at MIT* ; New York, NY, 1987

[BUR92] Burger, Jeff ; *The Desktop Multimedia Bible* ; Addison ; Reading, MA. 1992

[CLA 82] Clark, R.E. ; *Antagonism between achievement and enjoyment in ATI studies*. Educational Psychologist, 1982.

[CLE94] Cleland, Kim ; *High Tech Training saves time, dollars* ; Business Marketing, November 1994

[DAH93] Dahamer, Bart ; *When Technologies connect* ; Training & Development, January 1993

[DEN94] Dennis, V. ; *How Interactive instructional saves time.* Journal of instruction Delivery Systems, 8(1):25-28, 1994

[DIR90] D' Iribarne, A. ; *Advanced technological forms which reflect the cultural, economic, educational, geographical and social reality in Europe.*

[DUC90] Duchastel, P. ; *Formal and informal learning with HyperMedia* ; Springer - Verlag ; Berlin, 1990.

[ENG88] Englebart, D. And K. Hooper ; *The augmentation System Framework* ; Microsoft Press , Redmond, WA, 1988

[FLE90] Fletcher, J.D. ; *The effectiveness of interactive videodisc instruction in defense training and education.* VA: Institute for Defense Analyses, Science and technology Division ; (IDA paper p-2372), Arlington, 1990.

[FRY94] Fryer, B. ; *Multimedia training* ; Multimedia World 1(7) : 55-59. 1994.

[FRI90] Friend, C.L. ; *Learner Control in computer based instruction* ; *Educational Technology* ; November 1990

[CAL93] Galagan, Patricia ; *Training Keeps the Cutting Edge Sharp for the Andersen Companies* ; Training & Development, January 1993

[GAY93] Gaytán, Cristobal ; *Multimedia : Tecnología instruccional en las organizaciones* , Tesis, ITESM, Diciembre 1993

[GEB90] Geber, B. ; *Managing diversity.* Training, pp. 23-30. July 1990

Geber, B. ; *Interactive video.* Training, p. 64. July 1990.

[GIA92] Giardina, Max ; *Interactive Multimedia Learning Enviroments* ; Springer-Verlag ; New York, NY., 1992

[GIB94] Gibilisco, Stan ; *Robotics & Artifical Intelligence* ; Mc Graw-Hill, New York, NY, 1994.

[GRO86] Groover, M.& Weiss, M. ; *Indsutrial Robotics* ; McGraw-Hill, NewYork, NY, 1986.

[GUP90] Guptara, P. ; *The art of training abroad*. Training and Development journal, pp. 13-14. November , 1990.

[HAR93] Harris, Kimberly ; *Using Multimedia in Hospitality Training* ; Educator's Forum ; August 1993

[IND90] Indiana Opportunities Insdustrialization Center of america State Council ; *A comparative study of adult education* ; Indianapolis/Richmond. (ERIC Document Reproduction Service No.ED327697). 1990

[JHO93] Jhonson, Maryfran ; *Mexican Real State Firm Goes to Hollywood* ; Computer World, Vol. 27, Issue 07, 1993

[KAU88] Kauffman, Jean-Marrrie et. al. ; *Robot Components and systems* ; Prentice Hall, Englewood Ciffs, NJ, 1988.

[KEA93] Kearsley, G. ; *Educational Technology : Does it work ?* ; Ed/Tech Review, Spring 1993

[KIN89] Kinzie, M.B. ; *Continuing Motivation, Learner control, and CAI* ; Educational Technology Research and Development ; No. 2, Issue 37, 1989

[LAN90] Landow, G. ; *Popular fallacies about hypertext* ; Springer Verlag, Berlin, 1990.

[LEV73] Levie, W.H., and Dickie, K.; *The analysis and application of media* ; Rand McNally, Chicago 1973.

- [LIN85] Lincoln, Frances ; *The Robot Book* ; Frances Lincoln Limited, 1985
- [MAC93] MacNelly, Charles ; *Put SPIMM in your CBT* ; Training ; Febraury 1993
- [MAT95] **Material Handling Engineering** ; *Material Handling Engineering* ; ISSN: 0025-5262 ; Vol: 50 Iss: 4 Date: April 1995 p: 100
- [MCN91] cNeil, B.J., and K.R. Nelson. ; *Meta-analysis of interactive video instruction: A 10 year review of achievement effects* ; Journal of Computer-Based Instruction ; 18(1):1-6 ; 1991.
- [MCC87] Mccomb, Gordon ; *The Robot Builder's bonanz* ; McGraw-Hill, New York, NY, 1987.
- [NEL87] Nelson, T. ; *Dream Machines* ; Tempus Book, Redmond, WA, 1987.
- [PAW85] Pawson, Richard ; *The Robot Book* ; Frances Licoln, London, 1985.
- [POO93] Pool, Ithiel de Sola ; *Technologies of Freedom* ; Harvard University Press, Cambridge, 1993.
- [RAC93] Rachal, J.R. ; *Computer-assisted instruction in adult basic and secondary education: A review of the experimental literature* ; Adult Education Quarterly ;43 (3): 165-72 . 1993.
- [ROS95] Rosenthal, Steve ; *Multimedia Authoring isn't just a two way street* ; New Media ; May 1995.
- [ROT95] Rothweel, W. Kazanas ; *Mastering the Instructional Design Process* ; Jossey-Bass, San Francisco, 1992.
- [SCH93] Scheel, D. Paul ; *Robotics in Industry* ; Professional Safety ; March 1993.

[SCH77] Schramm, W.; *Big media, little media*; Sage Publications, Beverly Hills CA, 1977.

[SCHU90] Schultz, D.; *Psychology and Industry Today*; Macmillan, New York, NY, 1990.

[SMI87] Smith, E.E.; *Interactive video: An examination of use and effectiveness*; *Journal of Instructional Development*, 10:2-10; 1987.

[SOL93] Solomon, J.A.; *Arisky Revolution*; *NewsWeek*, Issue 12, 1993.

[SPR94] Sprout, L. Alison; *Talking to Robots Made Easy*; *Fortune*, October 1994.

[SPI90] Spiro, R.; *Towards a general theory of hypertext: Nonlinear instruction for the development of cognitive flexibility in ill-structured domains*. 1990.

[SUM90] Summers, J.A.; *Effect of interactivity upon student achievement, completion intervals, and effective perceptions*; *Journal of Educational Technology Systems*, 19(1):53-57; 1990-91.

[THO94] Thompson, Valerie; *Training today*; *Training*; January 1994.

[UNE90] Unesco; *Sobre Futuro de la educación*; Narcea, Madrid, 1990.

[VAS95] Vasilash, S. Gary; *On Robotics*; *Production*; March 1995.

[WHI93] White, D. Lodie; *Multimedia for Better Training*; *Journal of Systems Management*, May 1993.

[WOR90] Workers American Insurance Services; *Workers Compensation Report*; American Insurance Services Group, Publication 55.20, New York, NY., 1990

[YAS90] Yaskawa Electric Mfg.; *Assembling Manuals*; Japan, 1990.

[YEA94] Yeager, Bob; *Author!, Author!*; Training & Development; May 1994.

[ZAL94] Zald, Roberta; *Using Flexibility to Justify Robotics Automation costs*; Management of Technology; December 1994

