

01170  
4  
201



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
Facultad de Ingeniería

"METODOLOGIA DE DISEÑO ELECTRONICO EN UN  
PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLOGICO"

VICTOR JAVIER GONZALEZ VILLELA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE  
\* POSGRADO DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERIA

(ELECTRICA OPCION: ELECTRONICA)

ASESORES: Dr. ROGELIO ALCANTARA SILVA  
Dr. GUILLERMO AGUIRRE ESPONDA

CIUDAD UNIVERSITARIA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## TESIS: METODOLOGIA DE DISEÑO ELECTRONICO EN UN PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Victor Javier González Villela

## RESUMEN

Cuando surge la tarea de diseñar video cámaras, robots, sistemas de manufactura flexible, satélites, naves espaciales, etc., hay que diseñarlos y armarlos usando componentes que proceden de tecnologías heterogéneas: mecánica, eléctrica, electrónica, óptica, química, etc.; empiezan a intervenir relaciones entre hombre y sistema, y ya no es posible definir a estos sistemas como máquinas, entonces se requiere dar una nueva definición, la definición de Sistema Tecnológico.

Un Sistema Tecnológico debe entenderse como un complejo de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, soportados por estructuras mecánicas en donde son dispuestos de tal manera que interactúan entre sí en condiciones espaciales y temporales, siendo accesibles a las teorías científicas. Son productos híbridos, es decir incorporan principios de operación mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, ópticos, acústicos, etc., creado para transmitir y transformar energía en cualquiera de sus formas, y se mantiene en continua incorporación y eliminación de materia, energía e información, constituyendo y demoliendo; manteniéndose, mientras este en operación, en un estado llamado uniforme que permanece a cierta distancia del equilibrio verdadero y de esta manera está en condiciones de realizar trabajo continuo, manteniéndose constante en sus relaciones de masa y energía.

Los sistemas electrónicos que son parte de un sistema tecnológico, son sistemas enfocados al manejo de la información, a través del control y del procesamiento de señales, para los cuales es necesario formular teorías, modelos, métodos que permitan explotar los aspectos mecánicos, eléctricos, electrónicos, los sistemas de energía y la programación, así como los principios aportados por cada una de las disciplinas involucradas en el desarrollo de Sistemas Tecnológicos.

En esta tesis se formula una base teórica original, basada en la Teoría General de los Sistemas, para la comprensión de los Sistemas Tecnológicos donde se hace una clasificación de las estructuras de los mismos y que son una herramienta real, veraz e indispensable en el desarrollo y diseño de éstos. Se propone una metodología, organización e infraestructura para el desarrollo de Sistemas Electrónicos de un Sistema Tecnológico partiendo de la base teórica, permitiendo al que las aplique, obtener resultados inmediatos en el desarrollo de sus productos con respecto a la mejora en el tiempo de desarrollo, a la distribución del trabajo y a la identificación y aplicación de los conocimientos necesarios para su buen desarrollo, generando soluciones con una gran integración entre los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos de tal forma que conformarán una solución integral capaz de evolucionar con el tiempo, optimizando materiales, su funcionamiento y por otro lado garantizando su aceptación en el mercado. Por último se ejemplifica la teoría y el método a través de una aplicación real en la solución a un esterilizador de vapor automatizado de uso hospitalario.

## INDICE

## INTRODUCCION

## PARTE I: FORMULACION DE UNA BASE TEORICA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS ELECTRONICOS DE UN SISTEMA TECNOLOGICO

## CAPITULO I: LA INGENIERIA DE DISEÑO ELECTRONICO

1.1.- INTRODUCCIÓN	1.1
1.2.- EL SIGNIFICADO DE LA INGENIERÍA DE DISEÑO ELECTRÓNICO	1.2

## CAPITULO II: EL CONCEPTO DE SISTEMA

2.1- INTRODUCCION	2.1
2.2.- EL SISTEMA	2.1
2.2.1- Características de los Sistemas	2.1
2.2.2- Estructura de los Sistemas	2.2
2.3.- LA FINALIDAD DE LOS SISTEMAS	2.3
2.4.- EL DESARROLLO	2.4
2.5.- EL PROGRESO DE LOS SISTEMAS	2.4
2.6.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS	2.4

## CAPITULO III: SISTEMA TECNOLOGICO

3.1.- INTRODUCCION	3.1
3.2.- DEFINICIÓN DE SISTEMA TECNOLÓGICO	3.1
3.3.- LA ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS	3.3
3.3.1.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos dada la Especialización de sus Subsistemas.	3.3
3.3.2.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de su Complejidad Constructiva.	3.4
3.3.3.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Finalidad.	3.5
3.3.4.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Interacción de las Disciplinas. Un punto de vista particular.	3.5
3.3.4.1.- La Interacción de Conocimientos Entre Disciplinas	3.6
3.3.4.2.- La Interacción Espacial y Funcional entre Disciplinas	3.8
3.3.5.- Otras Estructuras	3.11

<b>3.4.- MODELO DE SISTEMA TECNOLÓGICO</b>	<b>3.11</b>
<b>3.4.1.- El Proceso Estático</b>	<b>3.11</b>
3.4.1.1.- El Medio	3.11
3.4.1.2.- El Límite	3.12
3.4.1.3.- La Entrada	3.12
3.4.1.4.- La Transformación	3.12
3.4.1.5.- La Salida	3.13
3.4.1.6.- La Retroalimentación	3.14
<b>3.4.2.- El procesos Dinámico</b>	<b>3.14</b>
3.4.2.1.- Codificar la Información	3.14
3.4.2.2.- Tender a la Estabilidad	3.14
3.4.2.3.-TenderalaDesorganización	3.14
3.4.2.4.- Ser Equifinal	3.14
<b>3.5.- EL DESARROLLO EN LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS</b>	<b>3.15</b>
<b>3.6.- EL PROGRESO DE LOS SISTEMAS</b>	<b>3.16</b>
<b>3.7.- LA EVOLUCIÓN EN LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS</b>	<b>3.16</b>

**CAPITULO IV: LOS SISTEMAS ELECTRONICOS EN UN SISTEMA TECNOLÓGICO**

<b>4.1.- INTRODUCCION</b>	<b>4.1</b>
<b>4.2.- DEFINICIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO</b>	<b>4.1</b>
<b>4.3.- LA ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS</b>	<b>4.2</b>
4.3.1.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos dada la Especialización de sus Subsistemas.	4.2
4.3.2.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de su Complejidad Constructiva.	4.3
4.3.3.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Finalidad.	4.6
4.3.4.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Interacción de las Disciplinas.	4.6
4.3.5.- Otras Estructuras	4.7
<b>4.4.- LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS, UN MODELO CONCEPTUAL DE SISTEMA TECNOLÓGICO DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>4.8</b>
<b>4.4.1.- El Proceso Estático</b>	<b>4.8</b>
4.4.1.1.- El Medio	4.8
4.4.1.2.- El límite	4.8
4.4.1.3.- La Entrada	4.10
4.4.1.4.- La Transformación	4.10
4.4.1.5.- La Salida	4.11
4.4.1.6.- La Retroalimentación	4.11
<b>4.4.2.- El proceso Dinámico</b>	<b>4.11</b>
<b>4.5.- EL DESARROLLO, EL PROGRESO Y LA EVOLUCIÓN EN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS</b>	<b>4.12</b>
<b>4.6.- DISCIPLINAS GENERADAS POR LA ELECTRÓNICA</b>	<b>4.12</b>

CONCLUSIONES PARTE I

PARTE II: METODOLOGIA, ORGANIZACION E INFRAESTRUCTURA PARA EL  
DESARROLLO DE SISTEMAS ELECTRONICOS DE UN SISTEMA  
TECNOLOGICO

CAPITULO V: UNA APROXIMACION AL METODO DE DISEÑO ELECTRONICO EN  
LA CREACION DE SISTEMAS TECNOLOGICOS

5.1.-	INTRODUCCIÓN	5.1
5.2.-	EL CICLO DE PRODUCCIÓN LA INGENIERÍA	5.2
5.3.-	UNA APROXIMACIÓN AL MÉTODO DE DISEÑO ELECTRÓNICO	5.5
5.3.1.-	METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA PROYECTOS EN GENERAL	5.5
5.3.1.1.-	Reconocimiento de la Necesidad	5.6
5.3.1.2.-	Investigación de Mercado	5.6
5.3.1.3.-	Especificaciones Comerciales	5.7
5.3.1.4.-	Investigación del Tipo de Sistema	5.8
5.3.1.5.-	Definición del Tipo de Sistema.	5.8
5.3.1.6.-	Diseño Conceptual	5.10
	A) Sistema Tecnológico con Entrada	5.10
	B) Subdivisión del Sistema en Subsistemas.	5.11
	C) Diseño Conceptual del Proceso Material	5.12
	D) Diseño Conceptual del Sistema Electrónico	5.16
5.3.1.7.-	Planeación	5.18
5.3.1.8.-	Investigación Programada	5.20
5.3.1.9.-	Diseño Preliminar y de Configuración	5.20
	A) Diseño Preliminar y de Configuración del Proceso Material	5.20
	B) Diseño Preliminar y de Configuración del Sistema Electrónico	5.20
	C) Diseño de Apariencia Externo e Interno	5.22
	D) Estudio de Costos e Inversiones.	5.23
	E) Evaluación del Proyecto.	5.23
5.3.1.10.-	Diseño de Detalle	5.23
5.3.1.11.-	Construcción de Prototipos para Pruebas	5.23
	A) Fabricación y Ensamble del Proceso Material.	5.24
	B) Fabricación y Ensamble del Sistema Electrónico.	5.24
	C) Integración de los Sistemas.	5.24
	D) Pruebas, Correcciones y Validación del Sistema Tecnológico.	5.24
5.3.1.12.-	Comunicación del diseño	5.24
5.3.1.13.-	Manufactura	5.26
5.3.1.14.-	Distribución, Servicio y Refacciones	5.26
5.4.-	METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS	5.26

5.5.- RESUMEN DE LA METODOLOGÍA DE PROYECTOS EN GENERAL	5.28
5.5.1.- El Proceso de Diseño	5.28
5.5.2.- Resumen de la Metodología de Diseño de Proyectos en General	5.29

CAPITULO VI: LA ORGANIZACION Y LA INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS TECNOLOGICOS

6.1.- LA ORGANIZACIÓN Y LA INFRAESTRUCTURA	6.1
6.1.1.- La Organización	6.1
6.1.2.- La Infraestructura	6.5
6.1.3.- Generalidades Sobre las Actividades Desempeñadas en un Departamento de Ingeniería del Diseño	6.6
6.2.- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	6.7
6.2.1.- Documentación por Archivos	6.7
6.2.2.- Juntas	6.8
6.2.3.- Terminación de un Trabajo.	6.8

CONCLUSIONES PARTE II

PARTE III: APLICACION DE LA BASE TEORICA, METODOLOGIA DE DISEÑO Y ORGANIZACION EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTRONICO DE CONTROL AUTOMATICO PARA UN ESTERILIZADOR DE USO HOSPITALARIO

CAPITULO VII: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA ELECTRONICO DE CONTROL AUTOMATICO PARA UN ESTERILIZADOR DE USO HOSPITALARIO

7.1.- INTRODUCCION	7.1
7.2.- APLICACIÓN DEL MÉTODO	7.2
7.2.1.- RECONOCIMIENTO DE LA NECESIDAD	7.2
7.2.2.- INFORMACIÓN ESPECÍFICA	7.2
7.2.2.1.- Investigación de Mercado	7.2
7.2.3.- CONCEPTUALIZACIÓN	7.3
7.2.3.1.- Investigación del Tipo de Sistema	7.3
7.2.3.2.- Definición del Tipo de Sistema.	7.3
7.2.3.3.- Diseño Conceptual	7.4

7.2.4.- DISEÑO

7.8

7.2.4.1.- *Investigación Programada*

7.8

7.2.4.2.- *Diseño Preliminar y de Configuración*

7.8

7.2.4.3.- *Diseño de Detalle*

7.21

CONCLUSIONES PARTE III

CONCLUSIONES FINALES

BIBLIOGRAFIA

APENDICE:

Programa del Sistema Electrónico del Diseño Preliminar

## FIGURAS

## CAPITULO I: LA INGENIERIA DE DISEÑO ELECTRONICO

TABLA 1.1:	Aspectos de las Tareas Científicas y de Ingeniería	1.3
TABLA 1.2:	Procedimientos Utilizados en la Ciencia y en la Ingeniería	1.4
DIAGRAMA 1.1:	Espectro de las Clasificaciones Primarias del Trabajo y de la Producción, después de DIETER 1983	1.5

## CAPITULO II: EL CONCEPTO DE SISTEMA

FIGURA 2.1:	Ejemplos de Leyes Exponenciales que Determinan Ciertas Características del Sistema.	2.2
FIGURA 2.2:	Curva Esfuerzo-Deformación de un Acero	2.2

## CAPITULO III: SISTEMA TECNOLOGICO

FIGURA 3.1:	Sistema Tecnológico.	3.3
FIGURA 3.2:	La Estructura de los Sistemas Tecnológicos Dada la Especialización de sus Subsistemas.	3.4
FIGURA 3.3:	La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de su Complejidad Constructiva.	3.4
FIGURA 3.4:	La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Finalidad.	3.5
FIGURA 3.5:	Ilustración de la Interacción Científica Entre Disciplinas.	3.7
FIGURA 3.6:	Fronteras o Uniones Tecnológicas entre la Mecánica y La Electrónica.	3.7
FIGURA 3.7:	La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Interacción Espacial y Funcional entre Disciplinas.	3.9
Figura 3.8:	Diagrama de Bloques de la Construcción de un Sistema Mecatrónico, después de BRADLEY 1991.	3.10
FIGURA 3.9:	Modelo de Sistema Tecnológico	3.13
FIGURA 3.10:	Proceso de Transformación	3.16
FIGURA 3.11:	Unificación de Sistemas	3.16

## CAPITULO IV: LOS SISTEMAS ELECTRONICOS EN UN SISTEMA TECNOLOGICO

FIGURA 4.1:	Sistema Electrónico	4.2
FIGURA 4.2:	La Estructura de los Sistemas Electrónicos Dada la Especialización de sus Subsistemas.	4.2
FIGURA 4.3:	La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de su Complejidad Constructiva.	4.4
FIGURA 4.4:	La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Finalidad.	4.6
FIGURA 4.5:	La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Interacción de las Disciplinas.	4.7
FIGURA 4.6:	Modelo de Sistema Electrónico en un Sistema Tecnológico	4.9
FIGURA 4.7:	Modelo de Sistema Electrónico	4.9
FIGURA 4.8:	Sistemas de Control Basados en un Microprocesador	4.12

CAPITULO V: UNA APROXIMACION AL METODO DE DISEÑO ELECTRONICO EN  
LA CREACION DE SISTEMAS TECNOLOGICOS

DIAGRAMA 5.1: Ciclo de Producción de la Ingeniería	5.5
FIGURA 5.1: Reconocimiento de la Necesidad	5.6
FIGURA 5.2: Planeación de las Actividades	5.19
FIGURA 5.3: Diagrama de Grant de las Actividades	5.20
FIGURA 5.4: Diseño Preliminar y de Configuración del Hardware	5.22
FIGURA 5.5: El Proceso de Diseño	5.29
HOJA DE LA 1 a la 9:	5.35 - 5.43

CAPITULO VI: LA ORGANIZACION Y LA INFRAESTRUCTURA PARA EL  
DESARROLLO DE SISTEMAS TECNOLOGICOS

FIGURA 6.1: Organización para el Desarrollo de Sistemas Tecnológicos	6.1
FIGURA 6.2: Estructura Orgánica de una Disciplina	6.2

CAPITULO VII: DISEÑO Y CONSTRUCCION UN SISTEMA ELECTRONICO DE  
CONTROL AUTOMATICO PARA UN ESTERILIZADOR DE USO  
HOSPITALARIO

FIGURA 7.1: El Proceso de Diseño	7.1
FIGURA 7.2: Control Electromecánico CICLOMATICO para Esterilizadores de Vapor	7.3
FIGURA 7.3: Ciclos de Esterilización	7.4
FIGURA 7.4: Diagrama de Bloques del Equipo	7.6
FIGURA 7.5: Diagrama de Tuberías Definitivo	7.7
FIGURA 7.6: Diagrama de Bloques del MCS-8051	7.9
FIGURA 7.7: Diagrama de la Tarjeta Principal del Diseño Preliminar	7.10
FIGURA 7.8: Diagrama de la Tarjeta Interfaz del Diseño Preliminar	7.11
FIGURA 7.9: Diseño de Configuración del Sistema Electrónico	7.11
FIGURA 7.10: Registros Internos del MCS-8031	7.13
FIGURA 7.11: Mapa de Memoria Externo	7.14
FIGURA 7.12: Asignación de Registros Internos	7.16
FIGURA 7.13: Correspondencia Bit a Bit de los Registros con el Despliegue	7.18
FIGURA 7.14: Teclado del Diseño Preliminar	7.19
FIGURA 7.15: Despliegue del Diseño Preliminar	7.19
FIGURA 7.16: Despliegue de datos de Memoria	7.19
FIGURA 7.17: Diagrama de Secuencias de Operación del Sistema Preliminar	7.20
FIGURA 7.18: Diseño Definitivo de la tarjeta de Control	7.21
ILUSTRACIONES DEL MODELO	7.22 - 7.24

## INTRODUCCION

La introducción de los microprocesadores a mediados de la década de los 70's y la capacidad de estos de realizar un procesamiento rápido de datos, ha permitido el desarrollo de nuevos sistemas que integran diferentes tecnologías, a estos sistemas se les ha llamado por lo mismo Sistemas Tecnológicos. Su construcción está basada principalmente en la combinación de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos y su operación depende de la aplicación de los principios científicos de la mecánica, la eléctrica, la electrónica, la óptica, la acústica, la hidráulica, la neumática, etc.; estos sistemas requieren de una radical y diferente aproximación al diseño en ingeniería.

Debido a que las metodologías utilizadas para el diseño de máquinas son insuficientes para describir el diseño de tecnologías combinadas, en este trabajo se presenta una metodología y forma de trabajo que permite al diseñador conformar grupos de trabajo interdisciplinarios y plantear las actividades requeridas para el desarrollo exitoso de proyectos donde la combinación de las tecnologías es fundamental y se pretende evitar al máximo los problemas que surgen de la interacción entre disciplinas a lo largo de todo el desarrollo de estos sistemas. Para esto se desarrolla un método en base a la Teoría General de los Sistemas de Ludwin von Bertalanffy, proponiendo diferentes formas de visualizar la estructura de los mismos y en base a estas se propone un modelo de Sistema Tecnológico y un modelo de Sistema Electrónico, a través de los cuales se plantea un método de diseño que decidimos llamar "Aproximación al Método de Diseño Electrónico en la Creación de Sistemas Tecnológicos"

El desarrollo de sistemas electrónicos que formarán parte de un sistema tecnológico, requieren de nuevas metodologías que sean capaces de captar todos los aspectos que contempla el desarrollo de los sistemas tecnológicos para después realizar el diseño que permita ver a las tecnologías involucradas como una combinación de estas y no como una simple adaptación. La influencia de estos métodos repercute en la práctica del diseño, en la educación en ingeniería, en la organización de proyectos y en las estrategias industriales.

El objetivo de la tesis es el de:

- Formular una base teórica para la comprensión de los Sistemas Técnicos y en específico para el desarrollo de Sistemas Electrónicos en un Sistemas Tecnológicos
- Presentar una metodología que utilice la base teórica y a la que hacemos llamar "Aproximación al Método de Diseño Electrónico en la Creación de Sistemas Tecnológicos".
- Presentar una forma de trabajo original que permita al diseñador conformar grupos interdisciplinarios y plantear las actividades requeridas para el desarrollo exitoso de proyectos, evitando al máximo los problemas que surgen de la interacción entre disciplinas a lo largo de todo el desarrollo del sistema.

### PRIMERA PARTE

En el Capítulo I se define el trabajo fundamental del Ingeniero, distinguiendo entre el trabajo científico y el trabajo en ingeniería; se ubica a ingeniero y al científico dentro de las clasificaciones primarias del trabajo y de la producción, aportando un diagrama nacido del análisis y que decidimos llamarlo "Después de DIETER"; se define a la Ingeniería, al Diseño, a la Electrónica y por último a la Ingeniería de Diseño Electrónico.

En el Capítulo II se plantea en una forma resumida los conceptos de la Teoría General de los Sistemas de Ludwig von Bertalanffy, donde se habla de las características y la finalidad de los sistemas, definiendo aspectos como la evolución, el progreso y el desarrollo de los sistemas.

En el Capítulo III se define al Sistema Tecnológico como Sistema Abierto de acuerdo a la Teoría General de los Sistemas y a las estructuras que los conforman, para después proponer un Modelo de Sistema Tecnológico y terminar con las definiciones de desarrollo, progreso y evolución de estos.

En el Capítulo IV se define al Sistema Electrónico como Sistema Abierto y a las estructuras que los conforman para después proponer un Modelo de Sistema Electrónico y terminar por definir las disciplinas generadas por la electrónica.

### SEGUNDA PARTE

En el Capítulo V se define al Método de la Ingeniería de Diseño Electrónico en la Creación de Sistemas Tecnológicos, al Ciclo de Producción de la Ingeniería, la Metodología de Diseño Para Proyectos en General y la Metodología de Diseño Para Trabajos Específicos.

El Capítulo VI propone una organización útil para ser aplicada en trabajos interdisciplinarios, la infraestructura necesaria para dicha labor y las generalidades de dicha organización.

### TERCERA PARTE

El Capítulo VII presenta, a manera de ejemplo, una semblanza del desarrollo de un Sistema Electrónico de Control Automático para un Esterilizador de uso Hospitalario, aplicando el método para encontrar la solución.

## PRIMERA PARTE

### FORMULACION DE UNA BASE TEORICA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS ELECTRONICOS DE UN SISTEMA TECNOLOGICO

CAPITULO I: LA INGENIERIA DE DISEÑO ELECTRONICO

CAPITULO II: EL CONCEPTO DE SISTEMA

CAPITULO III: SISTEMA TECNOLOGICO

CAPITULO IV: LOS SISTEMAS ELECTRONICOS EN UN SISTEMA  
TECNOLOGICO

## LA INGENIERIA DE DISEÑO ELECTRONICO

## 1.1.- INTRODUCCIÓN

Desde los principios de la humanidad el hombre se ha preocupado por crear cosas útiles para la satisfacción de sus necesidades. El aumento en la complejidad de estas creaciones lo ha hecho generar disciplinas especializadas que realizan organizadamente dicha actividad, tal es el caso de la Ingeniería.

Recientemente la invención del bulbo de vacío y del transistor (en general los dispositivos electrónicos) lo han llevado a crear tecnologías que utilizan dichos dispositivos para ser usadas por el mismo. La utilización de estas tecnologías ha generado una revolución que ha sido llamada "La Segunda Revolución Industrial" y una nueva disciplina, la Ingeniería Electrónica, que requiere de una visión general de su naturaleza, del lugar y destino que esta ocupa en la humanidad.

Pero el hecho de que la electrónica es una disciplina relativamente nueva y existe la necesidad de transmitirla a otros, es necesario establecer un concepto general de esta y formular modelos, herramientas y métodos que permitan diseñar e implementar sistemas electrónicos de una manera sistemática. Cornforth 1955 propone a este respecto:

*Quando alguna disciplina<sup>2</sup> requiere ser transmitida<sup>1</sup> a otros surge la tarea de desarrollarla sistemáticamente<sup>3</sup> y en detalle, transformandola en una teoria<sup>4</sup> bien formulada y coherente. Para lograrlo, esta disciplina debe tener conocimiento<sup>5</sup>, comprensión<sup>6</sup> y visión<sup>7</sup>; en otras palabras, debe estar equipada con una teoria, en la cual esté basada su política<sup>8</sup> y mediante la cual se guien sus actividades. Así, el conocimiento y la comprensión conforman la bases de la teoria y la visión formula, sostiene, desarrolla y mantiene a la disciplina (Adaptación [1]).*

Para tal proposito comenzaremos por definir el significado de la ingeniería, el diseño, la electrónica y por último la ingeniería de diseño electrónico, ubicando al trabajo del ingeniero y del científico para reconocer las actividades preponderantes del primero y cuando

<sup>1</sup> COMPLEJO: Compuesto de elementos diversos.

<sup>2</sup> DISCIPLINA: Conjunto de conocimientos fundados en el estudio.

<sup>3</sup> SISTEMATICAMENTE: Clasificar por medio de un método.

<sup>4</sup> TEORIA: Serie de leyes que relacionan determinado orden de fenomenos.

<sup>5</sup> CONOCIMIENTO: Conocerse perfectamente.

<sup>6</sup> COMPRENSION: Entender el contenido.

<sup>7</sup> VISION: Descripción más general de la naturaleza, del lugar y destino que ocupa en la humanidad.

<sup>8</sup> POLITICA: Modo de dirigirse.

hacer uso de las actividades del segundo.

### 1.2.- EL SIGNIFICADO DE LA INGENIERÍA DE DISEÑO ELECTRÓNICO

Para poder definir ampliamente a que se refiere la Ingeniería de Diseño Electrónico comenzaremos por formalizar su significado.

A la disciplina que se ocupa de la creación de sistemas electrónicos es llamada Ingeniería Electrónica y a los actos que se generan para dicha tarea es llamado Diseño Electrónico.

La ingeniería se encarga de aplicar los resultados nacidos de la investigación para inventar, innovar o adaptar sistemas productos o procesos, MARTINEZ 1985 dice:

*La Ingeniería debe concebirse como la tarea de utilizar los resultados de la investigación básica y aplicada; por un lado, el entendimiento y la comprensión de las causas de los fenómenos naturales, y por el otro, el conocimiento científico, para inventar<sup>9</sup>, innovar<sup>10</sup> o adaptar<sup>11</sup> sistemas, productos o procesos [18].*

La ingeniería debe servir a la humanidad, debido a las raíces del conocimiento que utiliza MARTINEZ 1985:

*Partiendo de que toda investigación básica y aplicada está hecha por y para la humanidad, la ingeniería nace por ley natural para servir al hombre en sus necesidades y deseos ocultos o manifiestos, directos o indirectos. Si la ingeniería no produce cosas útiles para el ser humano, fracasa en su esencia más pura [18].*

Sus creaciones tienen un objetivo claro y preciso y evolucionan de acuerdo al uso que deben darse a los objetos o cosas creadas MARTINEZ 1985:

*Las creaciones de los Ingenieros están encaminadas a tener un uso satisfactorio, progresivo y ordenado, en general, se adecua a una generación de una vida más eficiente y sana, encaminada a la gratificación del cuerpo, de la mente y del alma en sus objetivos materiales y espirituales más sublimes [18].*

El trabajo del ingeniero y del científico son diferentes (ver tabla 1.1 y a manera de ejemplo tabla 1.2), KRICK 1979:

*La ciencia y la ingeniería difieren en cuatro aspectos principales: las preocupaciones que predominan día con día; las características de los procedimientos básicos de cada una; los productos finales primarios y el conocimiento que se emplea [17].*

<sup>9</sup> INVENTAR: Crear cosas nuevas por medio de la imaginación.

<sup>10</sup> INNOVAR: Introducir novedades en un recurso dotándolo con una nueva capacidad, la misma innovación crea un nuevo recurso.

<sup>11</sup> ADAPTAR: Acomodar o ajustar una cosa a otra.

El científico explica y el ingeniero crea KRICK 1979:

*En la ingeniería el énfasis está en la creación, mientras que en la ciencia está en la explicación [17] y en la creación de conocimiento.*

Los científicos se encargan de explicar la naturaleza de las cosas a través de la acumulación del conocimiento nacido de la investigación, siendo ésta su tarea fundamental KRICK 1979:

*La Ciencia es un conjunto de conocimientos, específicamente la acumulación de la comprensión que tiene el hombre de la naturaleza y los medios por los cuales se mejora dicha comprensión. Los científicos dirigen sus esfuerzos de manera principal a la ampliación y a la generación de nuevos conocimientos [17].*

*En su búsqueda de una mejor comprensión los científicos emprenden lo que se conoce como proceso de investigación [17].*

Los ingenieros se encargan de crear sistemas por medio del diseño, siendo esta su actividad principal KRICK 1979:

*La Ingeniería, en contraste con el conocimiento científico, tiene como objetivo final la materialización de sistemas que se crean para satisfacer alguna necesidad o deseo humano [17].*

*El desarrollo de estos sistemas se realiza mediante un proceso llamado diseño [17].*

Sin embargo, las fronteras entre el trabajo de investigar o diseñar son difusas, amplias y graduales, pudiendo cada uno de estos realizar el trabajo del otro KRICK 1979:

*Entonces, los ingenieros también hacen investigación, y los científicos también diseñan instrumentos y resuelven problemas. La clave de la distinción es lo que constituye el objetivo principal y lo que constituye un medio para lograr el fin [17].*

ASPECTOS	Ciencia	Ingeniería
PREOCUPACIONES QUE PREDOMINAN DIA CON DIA	Explicación y Creación de Conocimiento	Creación de Sistemas, Productos o Procesos
PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS	Investigación Método Científico	Diseño Método de Diseño
PRODUCTOS PRIMARIOS FINALES	Aplicación de los Conocimientos Sobre la Comprensión de la Naturaleza	Materialización de Sistemas
CONOCIMIENTO QUE EMPLEA	Conocimiento para la Explicación [Medios y Formas]	Conocimiento para la Creación [Medios y Formas]

TABLA 1.1: Aspectos de las Tareas Científicas y de Ingeniería

METODO CIENTIFICO	METODO DE DISEÑO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento Existente</li> <li>- Curiosidad Científica</li> <li>- Hipótesis</li> <li>- Análisis Lógico</li> <li>- Prueba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estado del Arte</li> <li>- Identificación de la Necesidad</li> <li>- Conceptualización</li> <li>- Análisis de la Factibilidad</li> <li>- Producción</li> </ul>

TABLA 1.2: Procedimientos Utilizados en la Ciencia y en la Ingeniería  
DIETER 1983 [12]

Entonces podemos definir a las tareas de investigación y de diseño de la siguiente manera:

DRUCKER 1989:

*La Investigación, es la acción y el efecto de buscar sistemáticamente, es la actividad sistemática con un propósito definido que se planifica y organiza sobre los resultados que se obtendrán probablemente [13].*

HANNA 1990:

*El Diseño es el acto de equilibrar totalmente las diferentes exigencias que se presentan en cuanto a tiempo, atención, recursos y energía [16].*

Pero si el ingeniero hace investigación y diseño, siendo la segunda la tarea fundamental, debemos entonces conocer la naturaleza de la tarea de investigación de éste, Drucker dice al respecto:

*Lo que ahora se denomina "Investigación Programada", en contraste con la tradicional "Investigación Pura" de los científicos, se basa en reconocer la existencia de un "eslabón débil" y definible, claramente perceptible y que ha sido experimentado dentro de un proceso y que para satisfacer dicha necesidad hacen falta generar conocimiento nuevo [13].*

Así, el ingeniero debe hacer investigación programada, para generar nuevo conocimiento que utilizará en la solución de sus problemas y tal es un ejemplo la forma en que trabajó Edison.

Es conveniente aclarar el lugar que ocupa el científico y el ingeniero, dentro del espectro de las clasificaciones primarias del trabajo y de la producción. El diagrama 1.1 es una síntesis de lo expresado por Dieter [12].

Sólo queda definir la disciplina que nos compete, la electrónica, para lo cual haremos uso de la siguiente definición, CHUTE 1986:

*La Electrónica es la ciencia o la práctica del uso de la electricidad en dispositivos en donde la electricidad pasa a través del espacio o cuando la corriente fluye a través de la unión de capas de material semiconductor y esta unión solo permite el flujo de corriente en una sola dirección [8].*

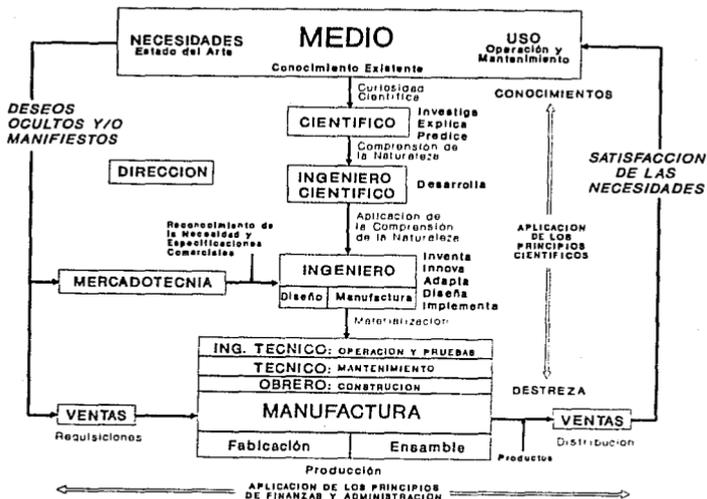


DIAGRAMA 1.1: Espectro de las Clasificaciones Primarias del Trabajo y de la Producción, después de DIETER 1983.

Por su naturaleza, en el manejo de la electricidad, la electrónica tiene como función proporcionar los medios para acoplar, transducir, temporizar y operar señales eléctricas, para después almacenar, procesar, organizar, controlar, operar y transmitir la información contenida en ellas. Así, surge la necesidad de clasificar a las tecnologías generadas por la electrónica dentro de "Las Tecnologías de la Información", GERSTEIN ha definido a las tecnologías de la información de la siguiente manera:

*Las Tecnologías de la Información se refieren a los medios colectivos para reunir y luego almacenar, transmitir, procesar y recuperar palabras, números, imágenes y sonidos, así como los medios para controlar y automatizar máquinas y sistemas de toda especie [14].*

Haciendo una síntesis basada en las definiciones listadas de ingeniería, diseño, electrónica y tecnologías de la información y apoyados en el diagrama 1.1 concluimos que:

La Ingeniería de Diseño Electrónico se encarga de proponer y realizar los actos, que deben hacerse para la creación de sistemas electrónicos, que equilibran totalmente las diferentes exigencias que

se presentan en cuanto a tiempo<sup>12</sup>, atención<sup>13</sup>, recursos<sup>14</sup> y energía<sup>15</sup> en las "Tecnologías de la Información" creadas con sistemas electrónicos a través de la investigación y el desarrollo, con el objeto de optimizar la manufactura (fabricación y ensamble), la distribución (empaquete, transporte e instalación) y el uso (operación y mantenimiento) de los sistemas electrónicos.

Pero para entender mejor el objetivo de crear sistemas electrónicos, y los actos que deben generarse para crearlos, primero definiremos el concepto de sistema y sus características desde el punto de vista de la Teoría General de los Sistemas.

---

<sup>12</sup>Se refiere al tiempo que se requiere para la creación y materialización de los sistemas electrónicos, a la vida esperada de los mismos y a los periodos de operación esperados de estos.

<sup>13</sup>Se refiere a la aplicación de la comprensión de las cosas a la creación y materialización de los sistemas electrónicos, a como estos concentran su energía en el cumplimiento de su propósito, a las formas y modos de como deben darse a entender. Tiene que ver con como se crean y se materializan y como operan internamente y externamente, es una medida de la magnitud de la información que se requiere para crearlos y materializarlos y una medida de la magnitud de la información que requieren para operar y ser operados.

<sup>14</sup>Se refiere a los medios para la creación y materialización de los sistemas electrónicos y a los medios de suministro de energía e información que requieren para poder operar.

<sup>15</sup>Se refiere a las fuerzas capaces de transformarse en trabajo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos y a las fuerzas capaces de transformarse en trabajo que permiten la operación de los sistemas electrónicos.

## EL CONCEPTO DE SISTEMA

## 2.1.- INTRODUCCION

En la actualidad el concepto de sistema ha sido definido en base a la Teoría General de los Sistemas presentada por Ludwig von Bertalanffy en 1968 [3], que fue producto de la necesidad de modelar sistemas biológicos, debido a la incapacidad de modelarlos a través de los conceptos aportados por las teorías materialistas.

A continuación se presenta un resumen de dicha Teoría, donde los conceptos presentados fueron seleccionados en base a la capacidad de poder ser aplicados a los sistemas tecnológicos, de tal manera que éste resumen no contempla la totalidad de la teoría aportada por Bertalanffy, además, se define el concepto de desarrollo aportado por CONRNFORTH 1955 como adendum a dicha teoría.

## 2.2.- EL SISTEMA

*Un sistema puede ser definido como un complejo de elementos que interactúan entre sí en condiciones espaciales y temporales. Estos son accesibles a las teorías científicas [3].*

## 2.2.1- Características de los Sistemas

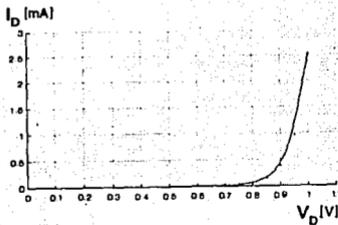
*Hay una consideración de estado estacionario, caracterizada por la desaparición de los cambios en los elementos componentes. En general, habrá múltiples estados estacionarios, algunos estables, algunos inestables [3].*

*Existen leyes exponenciales con constante positiva y negativa que pueden regir a ciertas características del sistema [3], con constante positiva puede aplicarse a la característica voltaje-corriente de un diodo. Con constante negativa puede aplicarse a la probabilidad de vida esperada en función de la degradación de los elementos componentes del sistema a través del tiempo (ver figura 2.1).*

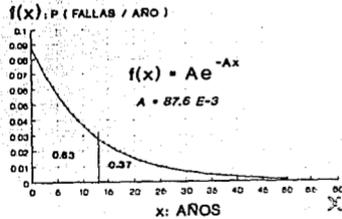
*La curva logística dice que los sistemas pueden exhibir saturación [3], es decir que puede existir un límite en las capacidades de los elementos componentes que limita la capacidad total del sistema, podría ser un ejemplo la resistencia de los materiales, los voltajes de polarización permitidos en los dispositivos electrónicos (ver figura 2.2).*

*La Totalidad. El sistema se conduce como un todo, y los cambios de cada elemento dependen de los demás [3].*

*La Independencia. Un cambio en cada elemento depende sólo de dicho elemento, es decir, no existe interacción entre elementos del sistema. Entonces cada elemento puede ser considerado independientemente de otros. La variación del complejo total es la suma (física) de las variaciones en sus elementos [3].*



a)  $i_D = I_s [e^{V_D/V_T} - 1]$



b)  $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$

FIGURA 2.1: Ejemplos de Leyes Exponenciales que Determinan Ciertas Características del Sistema. a) Ecuación característica del diodo, b) La gráfica  $f(x)$  expresa la función masa de probabilidad de la vida esperada de los sistemas electrónicos, asociada con la degradación de los elementos componentes de sistema a través del tiempo, donde la tasa de fallas por año esta dada por  $\lambda = 87.6 \text{ E-3}$  [fallas/año] y  $X$  es el número de años en operación.

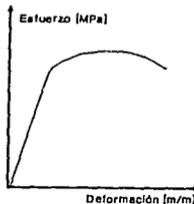


FIGURA 2.2: Curva Esfuerzo-Defromación de un Acero

2.2.2- Estructura de los Sistemas

Los sistemas están frecuentemente estructurados de modo que los miembros son a su vez sistemas de nivel inmediato inferior, cada uno de los cuales puede ser definible por características parecidas a las del superior. Tal superposición de sistemas se llama Orden Jerárquico. Para sus niveles son también aplicables los aspectos de totalidad e independencia, mecanización progresiva, centralización, finalidad, etc [3] y que estas tres últimas serán definidas a lo largo del capítulo.

## 2.3.- LA FINALIDAD DE LOS SISTEMAS

La estructura de los sistemas y la estructura de sus elementos deben de cumplir con cierta disposición que les permita lograr una causa final, esta causa final justifica su existencia. Existen dos tipos de esta finalidad:

1.- *Teleología<sup>1</sup> estática o adecuación, cuando una cierta disposición parece útil o conveniente para determinado propósito [3].*

*Esta disposición tiene como objeto realizar regulaciones primarias, fundamentales y primitivas, residen en la interacción dinámica [3].*

2.- *Teleología dinámica, la directividad de procesos.*

*Superpuestas a las regulaciones primarias están las regulaciones secundarias que tienen que ver con las acciones que realiza el sistema para conservar el estado uniforme a partir de perturbaciones generadas por el medio en que se encuentra [3].*

Existen cuatro tipos de directividad:

a) *La directividad basada en el alcance de un estado final. Todo sistema alcanza una condición independiente del tiempo y dirige sus acontecimientos hacia un estado final [3].* Generalmente son mecanismos de malla abierta.

b) *La directividad basada en la estructura, significa que una disposición estructural conduce el proceso de tal suerte que es logrado tal resultado [3].*

*Los sistemas laboran de tal modo que de ellos se obtienen determinados productos, servicios o resultados, etc. [16], es decir, actúan en una cierta forma. Estos deben presentar homeostacia, es decir, los procesos mediante los cuales se mantiene constante la situación material y energética promedio del sistema. Estas regulaciones están gobernadas, en gran medida, por mecanismos de retroalimentación, de modo que regule a éstos y así estabilicen o dirijan la acción de sus procesos [3].*

c) *La equifinalidad o el hecho de que pueda alcanzarse el mismo estado final partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos. Son estructuras que fueron así tendidas por argumentos en favor del funcionamiento (adaptación [3]).*

d) *La finalidad o intencionalidad, significado que el comportamiento actual está determinado por previsión de la meta. Presupone que la meta futura está ya presente en los actos que dirigen la acción presente [3].*

*En el campo de los sistemas tecnológicos la teleología estática o adecuación (1), la directividad basada en el alcance de un estado final (2a) y la directividad basada en la estructura (2b), esta última gobernada por la equifinalidad (2c) se deben, por supuesto, a una*

---

<sup>1</sup>Teleología: Doctrina filosófica encargada de estudiar las causas finales de las cosas.

genuina finalidad o intencionalidad (2d) y son accesibles a la interpretación y las teorías científicas (adaptación [3]).

El comportamiento teleológico o dirigido, es una forma de comportamiento definible en términos científicos y cuyas condiciones necesarias y mecanismos posibles pueden ser indicados [3].

El concepto de mecanismo teleológico, puede verse como un intento de escapar de las viejas formulaciones mecanicistas que hoy resultan inadecuadas, y de presentar nuevas y fecundas concepciones y metodologías más efectivas para los procesos de autorregulación, los sistemas con autoorientación y autodirección [3].

#### 2.4.- EL DESARROLLO

El desarrollo se da cuando de una etapa cualitativa se pasa, o se transforma, a otra cualitativamente nueva y diferente, esto es, cuando de una etapa a otra surge algo nuevo [11].

Todo cambio tiene un aspecto cuantitativo, es decir, un aspecto de mero aumento o disminución, es cuestión de grado, que no altera la naturaleza de aquéllo que cambia. Pero el cambio cuantitativo, el aumento o la disminución, no puede ocurrir por tiempo indefinido. En determinado punto conduce siempre a un cambio cualitativo; y en ese punto crítico (o punto "nodal", como lo llamo Hegel), el cambio cualitativo ocurre, en cierto modo, repentinamente [11].

Existe una diferencia entre cambio y desarrollo. El desarrollo se da por un conjunto de cambios cuantitativos que llevan a cambios cualitativos, los cambios cualitativos ocurren abruptamente, en forma de un salto de un estado a otro. También existe diferencia entre crecer y desarrollo. Crecer significa hacerse más grande; es un mero cambio cuantitativo [11].

#### 2.5.- EL PROGRESO DE LOS SISTEMAS

El progreso sólo es posible por subdivisión de una acción inicialmente unitaria en acciones de partes espacializadas (diferenciación). Esto significa a la vez empobrecimiento, pérdida de posibilidades que aún están al alcance del estado indeterminado [3].

#### 2.6.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS

El Estado Primitivo de un sistema, es aquel en el que el comportamiento del sistema resulta de las interacciones de partes equipotenciales (interacciones dinámicas); progresivamente se verifica la subordinación a partes dominantes [3].

La Evolución de un sistema se expresa de tal forma que este se hace más y más unificado y más indivisible, resultado de una centralización creciente, por ganar algunas partes un papel dominante y determinar con ello la conducta del conjunto. Aquí el principio de Centralización Progresiva constituye también una Individualización Progresiva [3].

La Segregación<sup>2</sup> Progresiva en un sistema significa que las interacciones entre sus elementos disminuyen con el tiempo. Este hecho puede llamarse Mecanización Progresiva. Esta está asociada a la Centralización Progresiva, cuya expresión es La Evolución, dependiente del tiempo. Al mismo tiempo, el principio de Centralización Progresiva lo es de Individualización Progresiva, estrictamente hablando un individuo, en virtud de la Centralización Progresiva, se hace más y más unificado y más indivisible [3].

Cabe aclarar que la evolución no responde a los conceptos teleológicos, es decir, los sistemas cuando evolucionan no lo hace debido a una causa final. En un medio cambiante lo que hace sobrevivir al sistema es la capacidad con que estos pueden satisfacer al medio y al como estos se procuran los recursos necesarios para su subsistencia.

---

<sup>2</sup>SEGREGACION: Separación.

## SISTEMA TECNOLÓGICO

## 3.1.- INTRODUCCION

El trabajo fundamental de este documento es el de presentar a los sistemas electrónicos como parte de un sistema tecnológico, para esto, comenzaremos por definir las generalidades de los sistemas tecnológicos para profundizar en capítulos posteriores en los sistemas electrónicos.

Los sistemas tecnológicos surgen de la aplicación de diferentes tecnologías en la solución directa a problemas en ingeniería, siendo productos híbridos que incorporan diferentes principios científicos de operación, estos sistemas requieren de aproximaciones generalistas que permitan el desarrollo integral de dichos sistemas, por lo que, la adaptación de la Teoría General de los Sistemas para modelar a los Sistemas Tecnológicos resulta apropiada.

## 3.2.- DEFINICIÓN DE SISTEMA TECNOLÓGICO

Cuando surge la tarea de diseñar video cámaras, robots, sistemas de manufactura flexible, satélites, naves espaciales, etc., hay que diseñarlos y armarlos usando componentes que proceden de tecnologías heterogéneas: mecánica, eléctrica, electrónica, óptica, química, etc.; empiezan a intervenir relaciones entre hombre y sistema, y ya no es posible definir a estos sistemas como máquinas, entonces se requiere dar una nueva definición, la definición de Sistema Tecnológico.

Los sistemas tecnológicos han sido definidos hasta la fecha de la siguiente manera, AGUIRRE 1990:

*Las máquinas o sistemas tecnológicos son productos creados para transmitir y transformar energía en cualquiera de sus formas. El término máquina se ha evitado debido a la asociación mental que se establece con equipo basado en principios de operación puramente mecánicos. La mayoría de las máquinas modernas funcionan en forma híbrida, es decir incorporan principios de operación mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, ópticos, acústicos, etc., para los que el término sistema tecnológico parece más indicado [1].*

Los sistemas tecnológicos importan y exportan materia, energía e información por lo que, en su forma general, pueden ser definidos como sistemas abiertos, BRETANLANFFY (1968) los definió de la siguiente forma:

*Un sistema abierto es definido como el sistema que intercambia materia con el medio circundante, que exhibe importación y exportación, constitución y degradación de sus componentes materiales.*

*En determinadas condiciones, los sistemas abiertos se aproximan a un estado independiente del tiempo, el llamado estado uniforme. El estado uniforme es mantenido separado del*

*equilibrio verdadero y así está en condiciones de realizar trabajo ... El sistema permanece constante en composición, pese a continuos procesos irreversibles, importación y exportación, constitución y degradación ... En contraste con los sistemas fisicoquímicos cerrados, se alcanza, pues, el mismo estado final a partir de diferentes condiciones iniciales y luego de perturbaciones del proceso.*

La principal diferencia entre un sistema cerrado y abierto es precisamente que un sistema cerrado no tiene intercambios de materia, energía e información con su medio ambiente.

Entonces, apoyados con el concepto de sistema propuesto en el capítulo II y con las definiciones anteriores, proponemos la siguiente definición de sistema tecnológico:

Un Sistema Tecnológico debe entenderse como un complejo de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, soportados por estructuras mecánicas en donde son dispuestos de tal manera que interactúan entre sí en condiciones espaciales y temporales, siendo accesibles a las teorías científicas. Son productos híbridos, es decir incorporan principios de operación mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, ópticos, acústicos, etc., creado para transmitir y transformar energía en cualquiera de sus formas, y se mantiene en continua incorporación y eliminación de materia, energía e información, constituyendo y demoliendo; manteniéndose, mientras este en operación, en un estado llamado uniforme que permanece a cierta distancia del equilibrio verdadero y de esta manera está en condiciones de realizar trabajo continuo, manteniéndose constante en sus relaciones de masa y energía.

Los sistemas tecnológicos deben cumplir con otras funciones, AGUIRRE 1990:

*Además de manipular materia, energía e información los sistemas tecnológicos deben cumplir otras funciones para poder ser considerados satisfactorios. Estas funciones incluyen aspectos estéticos, ergonómicos, ecológicos, etc., que son la especialidad de otras ramas del diseño, tales como diseño industrial, la ergonomía, etc. [1].*

Además, los sistemas tecnológicos operan en base a la interacción entre sus componentes y esta interacción define la geometría y los materiales de estos, AGUIRRE 1990:

*Los sistemas tecnológicos operan en base a la interacción entre sus componentes. Una interacción ocurre cuando hay transferencia de energía entre dos partes del sistema. El concepto de interacción es el más poderoso medio para modelar un sistema dinámico. La óptima determinación de la geometría y materiales de los componentes de un sistema está basada en la consideración de sus interconexiones [1].*

Con las definiciones anteriores se tiene un concepto más claro de lo que es un sistema tecnológico (ver figura 3.1), pero, es importante aclarar que los componentes de estos sistemas forman en su conjunto un sistema integrado, es decir, sus elementos están altamente combinados y para los cuales es necesario generar herramientas que nos permitan visualizar estos componentes. A continuación se presentan cuatro

estructuras que nos permiten visualizarlos.



**FIGURA 3.1:** Sistema Tecnológico. Complejo de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos soportados por estructuras mecánicas que interactúan espacial y temporalmente.

### 3.3.- LA ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS

Los sistemas tecnológicos están estructurados de acuerdo a un orden jerárquico, donde sus elementos son dispuestos de tal forma que permiten lograr una causa final esta causa final justifica su existencia. Las Estructuras de los Sistemas Tecnológicos (de ahora en adelante por sus siglas EST) pueden ser las siguientes:

- Dada la Especialización de sus Subsistemas.
- A Partir de su Complejidad Constructiva.
- A Partir de la Finalidad.
- A Partir de la Interacción de las Disciplinas. Un Punto de Vista Particular.

donde cada modelo representa una visión particular que no excluye a las demás sino que más bien se complementan, es como ver un mismo objeto desde diferentes puntos de vista. A continuación se desglosan cada una de ellas.

#### 3.3.1.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos dada la Especialización de sus Subsistemas.

Los sistemas tecnológicos deben estar compuestos de tres sistemas inmediatos de orden inferior, subsistemas, que interactúan entre si y que definen tres fronteras de especialización en el diseño de sistemas tecnológicos, estas son:

- La transmisión y transformación de energía en cualquiera de sus formas [1].
- El manejo de la información [14].
- La interacción con el usuario y el medio ambiente [1].

Como suena evidente, los sistemas electrónicos tienen su lugar dentro del subsistema del manejo de la información.

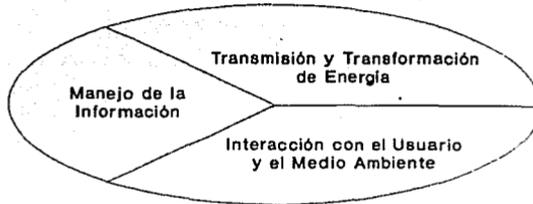


FIGURA 3.2: La Estructura de los Sistemas Tecnológicos Dada la Especialización de sus Subsistemas.

### 3.3.2.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de su Complejidad Constructiva.

Los sistemas tecnológicos presentan una complejidad constructiva que les permite lograr un propósito, esta complejidad esta formada en su totalidad por un conjunto de componentes base que son independientes entre sí (un ejemplo de estos componentes son: tornillos, tuercas, engranes, cables, resistencias, capacitores, transistores, etc.). La disposición que se le da a estos elementos generan la estructura del sistema. Así que decidimos llamar a estos componentes "Elementos Base" definiendolos de la siguiente forma:

**Elementos Base:** Un componente, dentro de un sistema tecnológico, puede ser definido dentro de los elementos base si se le puede tratar de la siguiente forma:

- Es indivisible para propósitos de análisis.
- Los efectos por debajo de su nivel estructural se ignoran en el análisis.
- El elemento base es capaz, junto con los otros, de generar todos los niveles superiores del sistema.

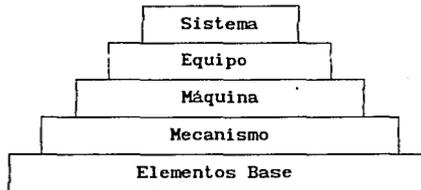


FIGURA 3.3: La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de su Complejidad Constructiva.

Así, La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de su Complejidad Constructiva queda definida en forma general como:

- **Elementos Base**
- **Mecanismo:** Es un conjunto de elementos base interactuantes.
- **Máquina:** Es un conjunto de mecanismos interactuantes.
- **Equipo:** Es un conjunto de máquinas interactuantes.
- **Sistema:** Es un conjunto de equipos interactuantes.

### 3.3.3.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Finalidad.

Los Sistemas están estructurados de tal forma que estos mismos, sus componentes y elementos base están diseñados para cumplir con alguna causa final y esta causa final contempla todos los aspectos siguientes:

- **El Propósito:** Es la razón de ser que garantiza su utilización y es el contrato con el medio (adaptación [16]), tiene que ver con las entradas y las salidas del sistema.

- **Los Objetivos:** Son las metas internas específicas para progresar en el cumplimiento del propósito [16].

- **Las Restricciones:** Son los requisitos o condiciones que no pueden o deben eludirse para satisfacer al medio [17].

- **Los Criterios:** Son los valores, parámetros o lineamientos bajo los cuales se evalúa al sistema, los componentes y elementos, donde estos valores son cuestión de grado. Tienen que ver con los aspectos de seguridad, confiabilidad, etc. [17]. Además, por lo regular alguno de estos tiene un peso preponderante sobre los demás.

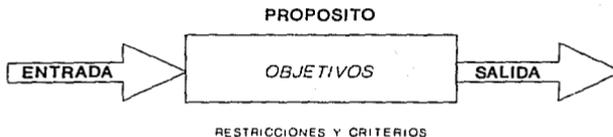


FIGURA 3.4: La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Finalidad.

Cabe aclarar que este modelo puede ser aplicado en cualquier nivel de la pirámide generada por La EST a Partir de su Complejidad Constructiva.

### 3.3.4.- La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Interacción de las Disciplinas. Un punto de vista particular.

La creación, mejora, progreso o evolución de un sistema tecnológico sólo debe justificarse cuando éste genere una vida más eficiente y sana y resuelva una necesidad y/o deseos ocultos o manifiestos de una sociedad. Cuando las necesidades y los deseos se han identificado, los problemas se han clarificado y los actos del diseño deben ejecutarse, surge la tarea de identificar, planificar, luego asignar y realizar dichos actos para la creación, mejora, progreso o evolución dichos sistemas. Pero debido a la existencia de diferentes disciplinas en la creación de los sistemas tecnológicos, surge la necesidad de establecer una nueva visión de Sistema Tecnológico, para resolver de manera más eficiente los problemas que se presentan durante el desarrollo del sistema en cada una de las diferentes disciplinas y que permita planear las actividades de tal forma que el desarrollo global del proyecto no se sufra retrasos innecesarios.

Se atienden dos puntos de vista asociados a la interacción entre disciplinas: la interacción de conocimientos y la interacción espacial y funcional, la primera tiene que ver con la aplicación de los principios científicos principalmente enfocados al desarrollo de tecnologías híbridas altamente combinadas, es trabajo del ingeniero científico; la segunda que tiene que ver con la utilización de elementos diversos ya existentes que son dispuestos en cierto orden para cumplir con un propósito, tiene que ver principalmente con los aspectos de disposición y funcionalidad, es trabajo del ingeniero. Sin embargo, la interacción entre estas dos no puede dissociarse ya que en donde se aplica una también se aplica la otra, la diferencia principal es el grado de aplicación.

### 3.3.4.1.- La Interacción de Conocimientos Entre Disciplinas

Esta interacción es motivo de la aplicación de los principios científicos existentes enfocados principalmente al desarrollo de tecnologías híbridas altamente combinadas, es trabajo del ingeniero científico. El esquema presentado en la figura 3.5 muestra<sup>1</sup> dos grupos que se diferencian entre sí, el primer grupo contiene a ciencias que pueden considerarse como puras, estas son: la física de semiconductores, la eléctrica y la mecánica, estas se dedican a la acumulación conocimientos asociados a la comprensión de la naturaleza de las cosas; el segundo grupo es producto de la aplicación conjunta de los conocimientos de dos disciplinas puras, estas son la electrónica y la electromecánica, estas están constituidas de soluciones tecnológicas que son producto de la interacción de los conocimientos entre disciplinas y básicamente se dedican a la práctica del uso de estas tecnologías híbridas. Para completar este punto se enuncian las definiciones siguientes (ver figura 3.5):

**Física de Semiconductores:** Ciencia que estudia las propiedades de los materiales semiconductores.

**Electrónica:** Es la ciencia o la práctica del uso de la electricidad en dispositivos en donde la electricidad pasa a través del espacio o cuando la corriente fluye a través de la unión de capas de material semiconductor y esta unión solo permite el flujo de corriente en una sola dirección [8].

**Eléctrica:** Ciencia que estudia los fenómenos debidos al paso de la electricidad a través de conductores y los fenómenos asociados a la generación y utilización de la misma.

**Electromecánica:** Es la ciencia o la práctica del uso de la electricidad en dispositivos donde la electricidad fluye a través de conductores, donde los efectos de este flujo provocan movimientos y fuerzas en elementos mecánicos.

**Mecánica:** Parte de la física que estudia el movimiento y el equilibrio de las fuerzas y su transformación a través de las

---

<sup>1</sup> En este diagrama solo se atiende a la electrónica que utiliza los dispositivos electrónicos creados con materiales semiconductores y este no representa a ninguna estructura, es una muestra de la interacción de principios científicos entre disciplinas. Se muestran las disciplinas principales, haciendo énfasis en que no son las únicas que se presentan en un sistema tecnológico.

máquinas.

La estructura de los sistemas tecnológicos creados a través de los principios científicos de dos o más disciplinas queda determinada en base a las funciones principales que debe realizar, que definen las propiedades físicas naturales de los materiales que deberán utilizarse y la forma en que sus elementos deberán interactuar entre sí, proporcionando una estructura que representa el como se comportarán en conjunto. Ejemplos de soluciones nacidas de esta interacción pueden ser los motores eléctricos, los generadores eléctricos, los solenoides, las micro máquinas, etc.

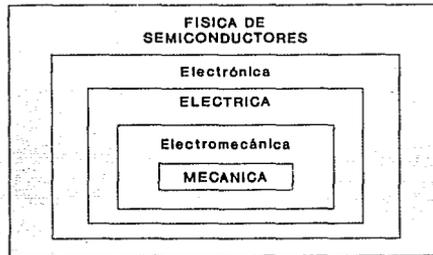


FIGURA 3.5: Ilustración de la Interacción Científica Entre Disciplinas.

El diagrama de la figura 3.5, para este primer caso, tiene dos interpretaciones:

La primera interpretación nos sirve para ver las fronteras o uniones tecnológicas entre disciplinas asociadas a la aplicación de los principios científicos, por ejemplo, la unión más directa entre la mecánica y la electrónica se da por medio de la eléctrica y a través de los sistemas electromecánicos. Por ejemplo si se quiere realizar un desplazamiento lineal en base a una señal generada por un sistema electrónico, se requiere de un dispositivo electrónico, un conductor y un dispositivo electromecánico (ver figura 3.6.a). También se puede dar lo contrario, si se requiere una señal proporcional al movimiento lineal (ver figura 3.6.b).



a) Esquema para los Actuadores



b) Esquema para los Sensores

FIGURA 3.6: Fronteras o Uniones Tecnológicas entre la Mecánica y La Electrónica.

Esto quiere dar a entender que una unión o frontera tecnológica más directa que deben dominar, tanto la ingeniería mecánica como la ingeniería Electrónica, es la de los sistemas electromecánicos<sup>2</sup>, estos a su vez son soluciones tecnológicas interdisciplinarias.

La segunda interpretación de la figura 3.5 es la anidación de principios, es decir la existencia de la electrónica, en el desarrollo de soluciones tecnológicas interdisciplinarias, obliga a la existencia de la eléctrica -es decir donde hay electrónica, dispositivos eléctricos y electrónicos, se utilizan principios eléctricos (como la ley de Ohm)-, la existencia de la eléctrica obliga a la existencia de la mecánica -de igual forma, donde existe la eléctrica se utilizan principios mecánicos (como la resistencia mecánica de los cables)-, la mecánica es independiente de las otras (de la eléctrica y de la electrónica), es decir no requiere de los principios de otras disciplinas para ser aplicada.

### 3.3.4.2.- La Interacción Espacial y Funcional entre Disciplinas

Esta interacción es motivo de la utilización de elementos diversos ya existentes, que son dominio de cada una de las disciplinas; que por ser utilizados frecuentemente no se requiere de una interacción con las otras y que deben ser dispuestos en cierto orden para cumplir con un propósito, se refiere principalmente a los aspectos de disposición y funcionalidad de estos elementos. Cuando surge la necesidad de crear un sistema tecnológico aplicando las tecnologías ya existentes, lo único que resta es disponer los elementos espacial y funcionalmente, aplicando ligeros principios científicos.

Así, se presenta un modelo que determina el lugar que ocupan las disciplinas dentro de un sistema tecnológico y de la integración que requieren de otras disciplinas (ver figura 3.7).

- **Mecánica:** Constituye el Cuerpo Físico y es la estructura o el sostén que permite la expresión física.

*Se refiere a los sistemas de proceso material y a los sistemas de soporte y ensamble con respecto a la realización física de los elementos mecánicos y estructurales del sistema, a las propiedades de los materiales y su conducta estructural, a la forma y a la disposición, contempla la apariencia y elementos estéticos [5].*

- **Electromecánica:** Consta al sistema encargado de transformar las señales eléctricas en movimientos y fuerzas, son los músculos del sistema tecnológico.

- **Eléctrica:** Constituye al Sistema encargado de llevar todas las señales a su destino. Se refiere a los sistemas de comunicación eléctrica y está compuesto principalmente de cables y conductores.

- **Electrónica:** Constituye al Cerebro, estructura que permite el control, almacenamiento y procesamiento de señales e información. Se refiere a los sistemas electrónicos.

<sup>2</sup> En general los sensores y actuadores son una unión tecnológica entre la mecánica y la electrónica.

- **Programación:** Constituye la inteligencia planeadora, que dirige, organiza, procesa y toma decisiones. Es una característica del comportamiento teleológico de los sistemas y se encuentra en cualquier disciplina que utilice la disposición para lograr un fin. Es el resultado de la creatividad aplicada a la solución de problemas en ingeniería, tiene que ver con la disposición de elementos. La programación es realizada por el ingeniero desde las facetas de diseño conceptual y una vez dispuestos los elementos, estos interactuarán entre sí cumpliendo con el propósito para el cual fueron dispuestos. Las estructuras de los sistemas son producto de esta programación. (una definición complementaria se presenta en el capítulo V, al final del punto 5.1).

- **Sistemas de Energía:** Constituye a las formas y medios de suministrar y transmitir la energía necesaria para la realización del trabajo.

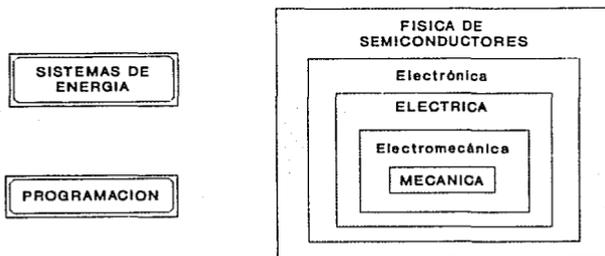


FIGURA 3.7: La Estructura de los Sistemas Tecnológicos a Partir de la Interacción Espacial y Funcional entre Disciplinas.

Así, en un sistema tecnológico donde se encuentre aplicada la electrónica, deberán existir conductores que lleven las señales a su destino, elementos electromecánicos que conviertan la energía eléctrica en energía mecánica y elementos mecánicos que transmitan ésta última, éstos dispositivos: electrónicos, eléctricos, electromecánicos y mecánicos requerirán de una estructura mecánica que los soporte y guíe, todos éstos deberán estar programados o dispuestos de una manera tal que se logre cierto propósito y requerirán de fuentes de energía que les permita actuar e interactuar.

Un ejemplo particular de esta interacción son los Sistemas Mecatrónicos<sup>3</sup>, en la figura 3.8 se presenta un diagrama de bloques de la construcción de un Sistema Mecatrónico. Aquí la interacción más fuerte entre la mecánica y la electrónica se da a través de los sensores, actuadores e interfaz hombre-máquina con respecto a su selección y disposición.

<sup>3</sup>SISTEMA MECATRONICO: Es un sistema que combina la mecánica con la electrónica y las tecnologías de la información para formar la interacción funcional y la integración espacial de componentes, módulos, productos y sistemas. Burr, Jacob, "MECHATRONICS DESIGNS MEET CHANGING NEEDS", DESIGN ENGINEERING, Junio 1991, p.40-44.

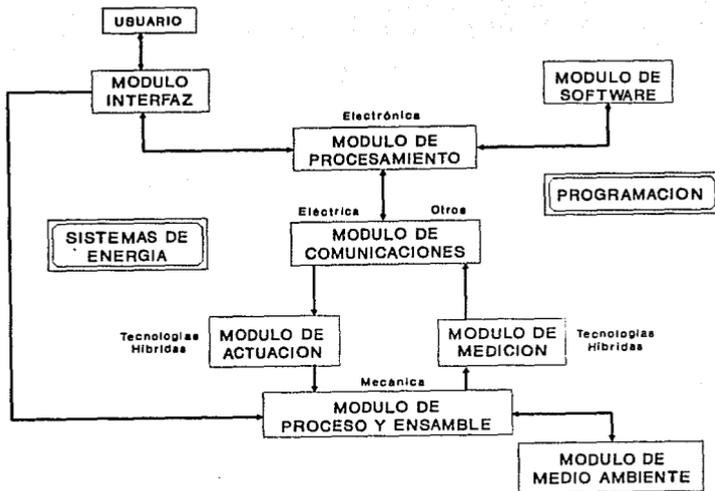


Figura 3.8: Diagrama de Bloques de la Construcción de un Sistema Mecatrónico, después de BRADLEY 1991 [5]

Así, cuando se habla de diseño de sistemas tecnológicos desde el punto de vista de una disciplina, ésta debe definir las fronteras o uniones que tiene con las otras, atacando los problemas de estas fronteras en conjunto y posteriormente dedicarse a los problemas de diseño específicos que competen a cada disciplina. Hay que tomar en cuenta que la unión entre dos disciplinas, en un sistema tecnológico, es una solución tecnológica interdisciplinaria, un ejemplo de ello son los motores electromecánicos. Esto quiere dar a entender que una disciplina debe conocer y dominar las fronteras y uniones tecnológicas entre cada una de las otras, para luego identificar, planificar,

<sup>4</sup> Por ejemplo, el trabajo conjunto de aplicar los principios de la física de semiconductores con la eléctrica nos da como resultado los dispositivos electrónicos, tales como los transistores, los diodos, los triac's, etc. Cabe aclarar que toda la electrónica de aplicación es modelable con principios eléctricos, mas bien que todo lo electrónico es a su vez eléctrico. De igual forma, la unión de la eléctrica y la mecánica proporcionan los sistemas electromecánicos tales como los motores, los solenoides, los relevadores, los contactores, los botones de mando, etc., además de los sistemas de sensado y transducción que trabajan bajo estos principios.

<sup>5</sup> Las fronteras y uniones tecnológicas de mayor importancia, entre la mecánica y la electrónica, en el desarrollo de sistemas tecnológicos se da por medio de la eléctrica y a través de los sensores y

asignar y realizar los actos de diseño específicos de cada disciplina en una forma independiente.

### 3.3.5.- Otras Estructuras

Además de todas estas estructuras que se pueden presentar en los sistemas, se pueden añadir las estructuras de almacenamiento que permiten al sistema seguir operando y realizando sus procesos de transformación a falta de recursos provenientes del medio, en el caso de los sistemas tecnológicos existen tres tipos:

**Almacenadores de Energía.** Pueden ser tanques presurizados, tanques de agua por encima de los niveles de distribución, generadores de vapor, discos de inercia, pilas eléctricas recargables, capacitores, etc.

**Almacenadores de Materia.** Pueden ser tanques de gas o gasolina, tanques de agua, tolvas de almacenamiento de material, etc.

**Almacenadores de Información.** Pueden ser memorias electrónicas, selectores mecánicos, interruptores eléctricos, arrancadores, etc.

Estas estructuras de almacenamiento pueden cumplir con más de una de las tres funciones antes dichas, por ejemplo: los tanques de gasolina además de almacenar materia, pueden ser medidos por la cantidad de energía que libera este combustible al ser quemado, a través del poder calorífico por unidad de volumen.

### 3.4.- MODELO DE SISTEMA TECNOLÓGICO

Las estructuras de los sistemas tecnológicos requieren de un modelo a través del cual puedan ser representadas y este modelo es a su vez una conformación de estructuras.

Gran parte del modelo de Sistema Tecnológico que se presenta a continuación está basado en un Modelo de Sistema Abierto (presentado por Hanna en 1990 [16]) de una Organización Social, que está basado en la Teoría General de los Sistemas de Bertalanffy [3], sin embargo, este modelo ha sido adaptado a los Sistemas Tecnológicos sin dejar de ser éste último innovador, ya no existen referencias anteriores en donde se hayan hecho este tipo de adaptaciones, además, la adaptación de sistemas sociales a sistemas técnicos requiere de un profundo análisis y grandes analogías que convierte a este modelo en un modelo original.

Todos los sistemas tecnológicos tienen una misión, propósito o razón de ser, son creados para satisfacer las necesidades del medio, este último espera bienes o servicios del sistema [16]; el sistema debe de cumplir con la EST a Partir de la Finalidad y para esto se requiere de una cierta disposición de sus elementos, una interacción coordinada y controlada que los haga capaces de mantener dos tipos de procesos: los estáticos y los dinámicos.

#### 3.4.1.- El Proceso Estático

---

actuadores, tal como quedo demostrado.

Los procesos estáticos o de regulación estática, tienen que ver con el comportamiento del sistema en un estado llamado uniforme, o tendiendo a él, donde el sistema se considera que está en estado estacionario, caracterizado por la desaparición de los cambios o variaciones en los elementos que lo conforman.

En el proceso estático de los sistemas tecnológicos pueden distinguirse las siguientes partes fundamentales:

#### **3.4.1.1.- El Medio**

Por definición, todo lo que se encuentra fuera de los límites del sistema constituye el medio. Para conservar el orden y el control, el sistema debe conectarse con los diferentes segmentos del medio (una conexión es un intercambio de materia, energía e información de entrada/salida). Esta es la diferencia clave entre los sistemas cerrados y los abiertos. De hecho, el medio proporciona los insumos de entrada, debe aceptar el de la salida y apoyar el propósito, así como proporcionar retroalimentación al sistema, en consecuencia, la influencia del medio sobre el orden y control del sistema es fundamental.

#### **3.4.1.2.- El Límite**

Todos los sistemas tecnológicos tienen una frontera o límite que los diferencia de los demás. Dicho límite puede constar de los siguientes:

- Límite Físico: Son los límites materiales de sistema y las características estructurales del mismo.

- Límite Temporal: Tiene que ver con el tiempo que estará en operación y la vida esperada del mismo.

- Límite Social: Tiene que ver con las personas que interactúan con el sistema y que definen las características ergonómicas que deberá tener.

- Límite Psicológico: Tiene que ver con los efectos psicológicos que produce el sistema en el medio de trabajo y que definen la apariencia y la forma de operar al sistema.

Los procesos en el límite son tales que el límite tiene aberturas que permiten la interacción E/S con el medio. El grado de permeabilidad (o apertura) del límite resulta fundamental para conservar el orden y el control del sistema.

#### **3.4.1.3.- La Entrada**

Los sistemas tecnológicos toman del medio, materia, energía e información, es decir, la entrada percibe los insumos del sistema. La incapacidad de procurarse suficiente material, recursos energéticos e información conduce a la utilización ineficiente o a la operación deficiente del sistema.

#### **3.4.1.4.- La Transformación**

Los insumos de entrada deben convertirse en otras cosas (productos, servicios, resultados, información, etc.) durante su

preparación, para que se transformen y regresen al medio. Aquí se toma materia, energía e información del medio y se realizan las actividades de constitución y demolición (ver figura 3.9).

La transformación se logra por medio de la interacción conjunta de tres procesos. Estos procesos son los de las tareas primarias, las tareas secundarias y las tareas de coordinación.

Las Tareas Primarias se refieren a las tareas fundamentales para lograr el propósito. Tienen que ver con las regulaciones primarias, con la teleología estática o adecuación y con la directividad basada en el alcance de un estado final.

Las Tareas Secundarias se refieren a la forma en la que los elementos constituyentes del sistema concentran su energía en el cumplimiento de las tareas primarias. Tiene que ver con las regulaciones secundarias, con la directividad basada en la estructura que es gobernada por la equifinalidad.

La buena vinculación entre los elementos del sistema y las tareas primarias y secundarias depende de Las Tareas de Coordinación. Estas se refieren a la manera en que los sistemas dividen las tareas, se comunican e interactúan unos con otros. Tiene que ver con la intencionalidad.

3.4.1.5.- La Salida

Los materiales, energía e información de salida o resultados del proceso (productos, servicios, información, etc.) se llevan hacia el medio con esperanza de cumplir con el propósito o el contrato implícito entre el sistema y el medio. En este punto se incuyen también los productos secundarios no deseados (contaminación, desechos, errores, etc.).

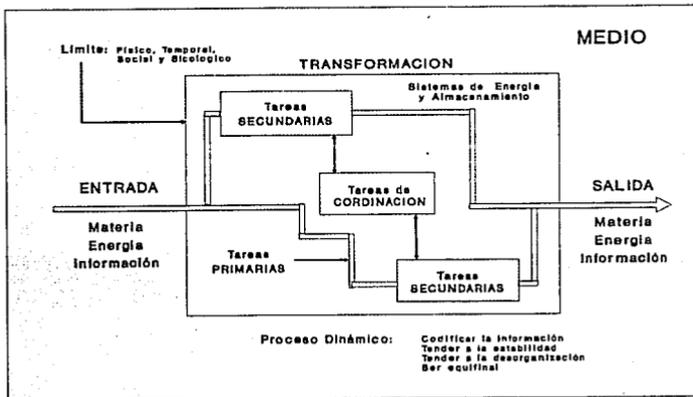


FIGURA 3.9: Modelo de Sistema Tecnológico

### 3.4.1.6- La Retroalimentación

Existen dos tipos de retroalimentación la retroalimentación negativa y la retroalimentación positiva. La primera verifica si el material de salida sigue el curso planeado por el propósito y los objetivos<sup>6</sup> y la segunda proporciona la referencia y determina si el propósito y los objetivos son congruentes con las necesidades del medio<sup>7</sup>.

Además de todas éstas estructuras se deben de añadir los sistemas de energía y de almacenamiento.

### 3.4.2.- El proceso Dinámico

El sistema tecnológico existe en el tiempo y durante su operación las partes del sistema interactúan entre sí (mantienen interacciones dinámicas). De este modo se debe de considerar al sistema tecnológico como un proceso: una red de conexiones cambiante y en movimiento a través del tiempo; una cadena de acontecimientos. Los cinco procesos dinámicos fundamentales son:

#### 3.4.2.1.- Codificar la Información

Los sistemas deben reaccionar solamente ante aquellas señales que les interesan, esto es, estar programados para responder a ciertas señales e ignorar otras.

#### 3.4.2.2.- Tender a la Estabilidad

Estabilidad significa algo que permanece igual. El estado de estabilidad es la tendencia natural del sistema a estabilizar sus procesos de transformación dentro de ciertos límites, con el fin de conservar el orden y el control. Una perturbación inicial en el sistema tiene como resultado la movilización de energía con el fin de recobrar el equilibrio.

#### 3.4.2.3.- Tender a la Desorganización

Con el fin de conservar el orden y el control, los sistemas tecnológicos deben actuar para detener el proceso de desorganización. Los sistemas físicos se dirigen hacia la simple distribución aleatoria de sus elementos.

#### 3.4.2.4.- Ser Equifinal

Este término se refiere al hecho de que los sistemas pueden alcanzar el mismo estado final a partir de diferentes condiciones iniciales y a través de distintos caminos. Esta es una capacidad de adaptación o flexibilidad para realizar el trabajo.

Existen muchas formas de lograr un resultado, dependiendo de las circunstancias individuales. Aquí, el punto clave es que los sistemas

---

<sup>6</sup> Tiene que ver con los sistemas de control de calidad.

<sup>7</sup> Tiene que ver con las tareas secundarias y de coordinación y con la información introducida por el usuario a través de la interfaz hombre-máquina.

abiertos se autorregulan en la medida en que organizan el proceso de sus tareas para alcanzar su propósito.

### 3.5.- EL DESARROLLO EN LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS

Como mencionamos en el capítulo II el Desarrollo se da cuando de una etapa cualitativa se pasa, o se transforma, a otra cualitativamente nueva y diferente, esto es, cuando de una etapa a otra surge algo nuevo.

El Desarrollo de los Sistemas Tecnológicos se logra por medio del trabajo de ingeniería. Sin embargo se debe aclarar que existen dos tipos de desarrollo, el desarrollo del Sistema Tecnológico y el desarrollo que es capaz de realizar el Sistema Tecnológico sobre el mismo proceso que realiza.

El desarrollo de sistemas tecnológicos es contemplado a lo largo de todo este trabajo, por lo que aquí sólo se atenderán el desarrollo que es capaz de realizar el sistema tecnológico a lo largo del proceso.

El Desarrollo en los Sistemas Tecnológicos: Un sistema tecnológico debe ser capaz de lograr transformaciones, éstas se realizan en los puntos nodales y para lograr cada transformación (ver figura 3.10) se necesita preparar el material, energía e información de entrada por medio de cambios cuantitativos (adecuación de entrada), una vez que se ha realizado la transformación (un cambio cualitativo en el punto nodal) el sistema debe de preparar, por medio de cambios cuantitativos, la salida de materia, energía e información (adecuación de salida).

Así se puede definir que existen dos tipos de límites en un sistema tecnológico, el límite de los sistemas y el límite de los procesos. El límite de los sistemas ya ha sido definidos en este capítulo, el límite de los procesos está limitado por el comienzo de la adecuación de entrada y por el final de la adecuación de salida, de tal forma que entre punto y punto nodal no existe un cambio en las cualidades de las variables del proceso, sólo existen cambios cuantitativos del mismo proceso.

Si dos sistemas realizan cada uno una transformación sobre un mismo proceso (ver figura 3.11), estos pueden unificarse en un solo sistema si la adecuación de salida 1 también es una adecuación de entrada 2.

En las adecuaciones se presentan dos tipos: las adecuaciones que incrementan una cantidad física, tal es el caso de la temperatura o la presión, y las adecuaciones que incrementan o decrementan el contenido de información<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Un sistema puede volverse inestable si el contenido de información en un proceso se incrementa tanto que ya no es posible controlar al sistema, tal es el caso de una pieza desorientada dentro de un proceso de tal manera que al entrar a éste ya no es posible procesarla, de igual forma, en el caso de que una señal eléctrica provenga con un alto contenido de ruido que ya no es posible procesarla.

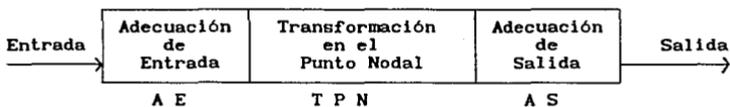


FIGURA 3.10: Proceso de Transformación

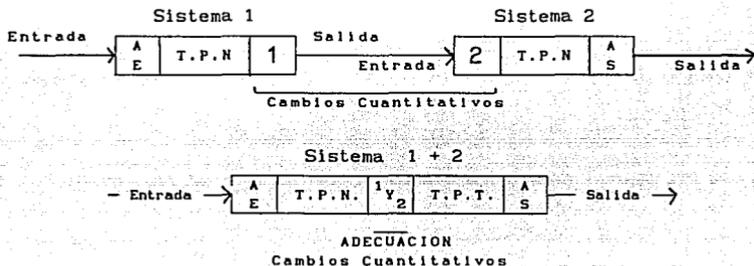


FIGURA 3.11: Unificación de Sistemas

### 3.6.- EL PROGRESO DE LOS SISTEMAS

El progreso de los sistemas tecnológicos se da por subdivisión de una acción inicialmente unitaria en acciones de partes especializadas (diferenciación) [3].

### 3.7.- LA EVOLUCIÓN EN LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS

Conforme los sistemas tecnológicos crecen, se vuelven más complejos, progresan y se crean nuevas funciones para enfrentar el crecimiento y mantener el estado de estabilidad. Así se dividen, se multiplican y desarrollan funciones más especializadas a través del tiempo, creando nuevos subsistemas y funciones adicionales.

Los Sistemas Tecnológicos Exhiben Evolución, expresada en sus mejoras y nuevos diseños. Es consecuencia de un principio general que podría llamarse **Mecanización Progresiva**. Al principio los sistemas se diseñan de tal manera que estén gobernados por regulaciones primarias e interacciones dinámicas entre sus componentes; más tarde se establecen disposiciones físicas y condiciones de restricción que hacen más eficiente al sistema y sus partes, pero, de paso, disminuyen gradualmente la equipotencialidad<sup>9</sup> de cada uno de sus componentes, hasta acabar por abolirla. Asociada a la **Mecanización Progresiva** se

<sup>9</sup>Entiendase por equipotencialidad entre partes, a la capacidad de realizar tareas múltiples, con igual potencialidad entre sus elementos, sin una cierta especialización.

presenta la Centralización Progresiva, a través de la cual algunas partes ganan un papel dominante y determinan con ello la conducta del conjunto, que hace al sistema más unificado e indivisible, dando como consecuencia una Individualización Progresiva y una Segregación Progresiva.

*De modo que la interacción dinámica es el aspecto más amplio, ya que siempre es posible llegar, por leyes generales de sistemas, hasta la función mecanizada, imponiendo condiciones adecuadas de restricción [3].*

Un mejor diseño de un sistema tecnológico, sin decrementar la eficiencia, es aquel que realiza sus funciones de regulación de una manera tal, que las interacciones dinámicas predominan, ya que se eliminan elementos de control y especialización de sistemas.

Una vez definido a los sistemas tecnológicos y sus estructuras, hace falta definir a los sistemas electrónicos, estos son un subsistema de los sistemas tecnológicos, así mismo, los principios generales de los sistemas tecnológicos son también aplicables a los sistemas electrónicos, que son tema del siguiente capítulo.

## LOS SISTEMAS ELECTRONICOS EN UN SISTEMA TECNOLOGICO

## 4.1.- INTRODUCCION

Los sistemas electrónicos que formarán parte de un sistema tecnológico, son sistemas enfocados al manejo de la información, a través del control y del procesamiento de señales. Estos sistemas comparten fuertemente las funciones asignadas al sistema tecnológico junto con los demás elementos del sistema, BUUR dice al respecto:

*En los sistemas electrónicos (por ejemplo calculadoras de bolsillo, equipos para comunicaciones) y en los sistemas orientados a software (por ejemplo controladores lógicos programables) las funciones mecánicas están limitadas a soportar y ensamblar partes, pero en los sistemas "mezclados" (por ejemplo máquinas de escribir electrónicas), las funciones principales son asignadas tanto a los sistemas mecánicos, como a los electrónicos durante la fase de diseño conceptual.*  
[Buur, Jacob, "A THEORETICAL APPROACH TO MECHATRONICS DESIGNS", Institute for Engineering Design 1990, Technical University of Denmark, p.11].

Los sistemas electrónicos que son parte de un sistema tecnológico deben ser tomados como subsistemas de estos últimos. Pero antes de seguir adelante es conveniente dar una definición de sistema electrónico.

## 4.2.- DEFINICIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO

Los sistemas electrónicos también pueden ser definidos como sistemas abiertos, por lo que haciendo una síntesis de lo visto en los capítulos anteriores, proponemos la siguiente definición:

Un Sistema Electrónico debe entenderse como un complejo de elementos eléctricos y electrónicos soportados por estructuras mecánicas en donde son dispuestos de tal manera que interactúan entre sí en condiciones espaciales y temporales siendo accesibles a las teorías científicas (ver figura 4.1). Son productos híbridos, es decir incorporan principios de operación mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, ópticos, acústicos, etc. Los sistemas electrónicos tienen como propósito el de procurar los medios colectivos para reunir, luego almacenar, transmitir, procesar y recuperar electrónicamente palabras, números, imágenes y sonidos, así como los medios electrónicos para controlar máquinas y sistemas de toda especie desde los aparatos de uso cotidiano hasta fábricas automatizadas. No importando si el hardware es un dispositivo "solitario" ("standalone"), por ejemplo un computador, como si es una pieza instalada en un producto para hacerlo "inteligente", ni tampoco si el software es un instrumento para la creatividad, el análisis o el control y se mantiene en continua incorporación y eliminación de energía e información, constituyéndola y demoliéndola; manteniéndose, mientras esté en operación, en un estado llamado uniforme que permanece a cierta distancia del equilibrio verdadero y es así que está en condiciones de operar continuamente, manteniéndose constante en sus relaciones de materia y energía.



**FIGURA 4.1:** Sistema Electrónico: Complejo de elementos eléctricos y electrónicos soportados por estructuras mecánicas que interactúan espacial y temporalmente.

**4.3.- LA ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS (ESE)**

Los sistemas electrónicos al igual que los sistemas tecnológicos, están estructurados de la siguiente manera.

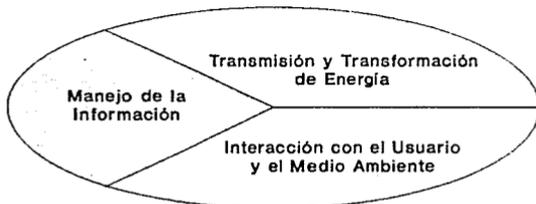
**4.3.1.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos dada la Especialización de sus Subsistemas.**

Los sistemas electrónicos están compuestos de tres sistemas de orden inferior, subsistemas (ver figura 4.2), que interactúan entre sí, estos son:

**Sistema de Transmisión y Transformación de Energía.** Este subsistema esta compuesto de los sistemas de energía y de todos los elementos que sirven para la transmisión transformación de ésta, además de todas aquellas estructuras que soportan y sirven para el ensamble y que pueden ser parte o no de un proceso material.

**Sistema de Manejo de la Información.** Este subsistema está compuesto de las estructuras eléctricas y electrónicas que permiten la manipulación de la información, así como de los algoritmos de programación contenidos en dichos sistemas.

**La Interacción con el Usuario y el Medio Ambiente.** Este sistema está compuesto de todos aquellos elemento que tienen contacto directo con el usuario o con el sistema de transmisión y transformación de energía y que tiene por objeto el intercambio de información con el usuario y el medio ambiente.



**FIGURA 4.2:** La Estructura de los Sistemas Electrónicos Dada la Especialización de sus Subsistemas.

#### 4.3.2.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de su Complejidad Constructiva.

Esta estructura concuerda con la propuesta para los Sistemas Tecnológico y presupone una disposición jerárquica (ver figura 4.3), de tal forma que para cada nivel existe una forma de atacar y resolver los problemas que se presentan en el diseño y que puede ser presentada de la siguiente manera:

**Elemento Base:** Son elementos eléctricos y electrónicos base y son la base en la construcción de sistemas electrónicos.

*Pueden ser:*

Conductores, resistencias, capacitores, bulbos de vacío, diodos, transistores, triacs, UJT, etc.

*Leyes que se utilizan:*

Leyes para el análisis de circuitos, Leyes de kirchoff, teoría de los semiconductores, etc.

**Mecanismos:** Los mecanismos están constituidos de elementos base interconectados secuencialmente. Existen dos tipos de mecanismos, los de malla abierta y los de malla cerrada.

- Mecanismo de malla abierta: Los mecanismos de malla abierta son un conjunto de elementos base secuencialmente interconectados que interactúan entre sí y realizan funciones primarias. Estos mecanismos presuponen disposiciones estructurales fijas y constan de:

- 1) Un conjunto elementos base permanentes que se acoplan secuencialmente unos con otros.
- 2) Para operar requieren de fuentes de energía que les permita ineractuar.
- 3) Una vez andando, las elementos base interactúan y los resultados son producidos de acuerdo con leyes que pueden formularse de manera exacta.

*Pueden ser:*

Compuertas lógicas, multiplexorés, memorias, amplificadores básicos, etc.

*Leyes que utilizan:*

Leyes para el análisis de circuitos, modelado lineal, aritmética Booleana y otras.

- Mecanismos de malla cerrada: Los mecanismos de malla cerrada son un conjunto de elementos base secuencialmente interconectados en donde las señales de salida, o parte de las señales de salida, son retroalimentadas a las entradas del mecanismo, estos elementos base interactúan entre sí, se implementan para realizar funciones secundarias o de regulación. Estos mecanismos presuponen disposiciones estructurales fijas y constan de:

- 1) Un conjunto de elementos base permanentes que se acoplan secuencialmente unos con otros.
- 2) La disposición es tal que parte de las señales de salida son retroalimentadas a las entradas permitiendo que el sistema se autorregule.
- 3) Para operar requieren de fuentes de energía que les permita ineractuar.
- 4) Una vez andando, los elementos base interactúan y los resultados son producidos de acuerdo con leyes que pueden formularse de manera exacta.

*Pueden ser:*

Circuitos secuenciales, flip-flops, filtros analógicos, osciladores, controladores PID analógicos, etc.

*Leyes que utilizan:*

Teoría del control, aritmética Booleana para el diseño de sistemas secuenciales, diseño lógico, etc.

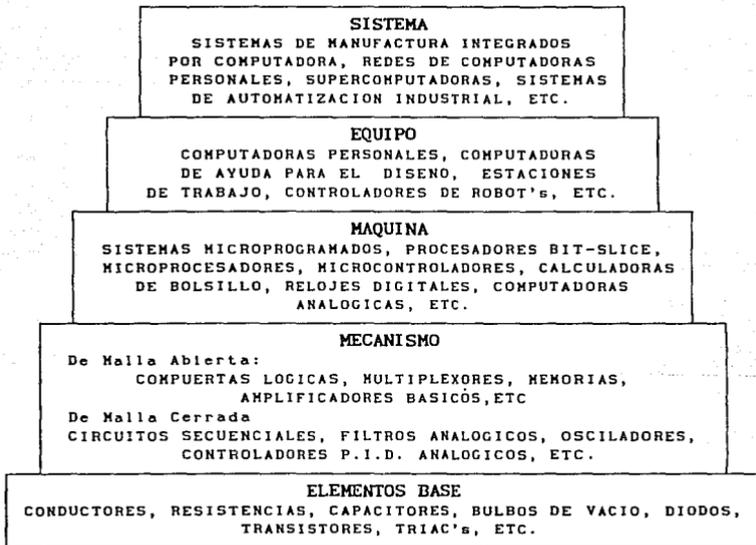


FIGURA 4.3: La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de su Complejidad Constructiva.

**Máquina:** Es un complejo de mecanismos interconectados entre sí, que permanecen en un intercambio continuo de energía e información entre ellos y con su medio ambiente, existen comienzos de lenguaje y lógica matemática.

*Pueden ser:*

Sistemas microprogramados, procesadores bit-slice, microprocesadores, microcontroladores, calculadoras de bolsillo, relojes digitales, computadoras analógicas, etc.

*Leyes que utilizan:*

Diseño lógico, diseño de sistemas digitales, programación de sistemas digitales. Expansión de las teorías a sistemas que sostienen pasos de energía e información, lenguajes bajo nivel, ensamblador, teorías del control y estabilidad.

**Equipo:** Es un complejo de máquinas interconectadas entre sí, que permanecen en un intercambio continuo de energía e información entre ellos y con su medio ambiente. Hay una importancia creciente en el tráfico de la información, en el aprendizaje, se presentan comienzos de conciencia y de la existencia de lenguajes, lógica, matemáticas, ciencias, artes, etc.

*Pueden ser:*

Computadoras personales, controladores lógicos programables, computadoras de ayuda para el diseño, estaciones de trabajo, controladores de robots ,etc.

*Leyes que se utilizan:*

Diseño de sistemas operativos, diseño de sistemas expertos, robótica, control adaptable, comportamiento autónomo, reconocimiento de patrones, visión etc.

**Sistema:** Es un complejo de equipos interconectados entre sí, estos permanecen en un intercambio continuo de energía e información entre ellos y con su medio ambiente. Hay una incremento considerable en el tráfico de la información.

*Pueden ser:*

Sistema de manufactura integrados por computadora, redes de computadoras personales, supercomputadoras, sistemas de automatización industrial, control distribuido, calculo en tiempo real, etc.

*Leyes que se utilizan:*

Lenguajes de alto nivel, diseño de sistemas para comunicaciones, software y hardware concurrente.

Los niveles más bajos son los que se dedican a la transmisión y transformación de la energía y conforme se pasa a niveles superiores, se empieza a perder la importancia en el manejo de ésta. Los niveles más altos se dedican al manejo de información y conforme se pasa a niveles inferiores este manejo se va empobreciendo.

Por lo general, los niveles superiores presuponen a los inferiores, pero la interacción entre niveles es difusa.

#### 4.3.3.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Finalidad.

Los Sistemas Electrónicos están estructurados de tal forma que estos mismos, sus componentes están diseñados de acuerdo a la EST a Partir de la Finalidad (ver inciso 3.3.3).

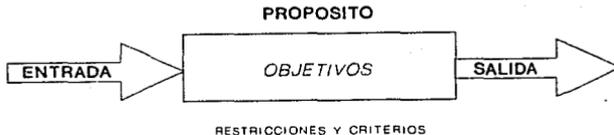


FIGURA 4.4: La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Finalidad.

Cabe aclarar que este modelo puede ser aplicado a cualquier nivel de la pirámide generada por La ESE a Partir de su Complejidad Constructiva.

#### 4.3.4.- La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Interacción de las Disciplinas.

Esta estructura se refiere a la forma y disposición física que requiere un sistema electrónico para cumplir satisfactoriamente con un propósito, se refiere a la interacción espacial y funcional presentada en los sistemas tecnológicos (ver figura 4.5), esta estructura está constituida por:

**Estructuras Mecánicas:** Constituye el Cuerpo Físico y es la estructura o el sostén que permite la expresión física, tiene que ver con el sistema de transmisión y transformación de energía, con las estructuras de soporte y ensamble. Pueden ser, tornillos, tuercas, estructuras para el soporte y ensamble, etc.

**Estructuras Electromecánicas:** Constituyen los medios de acoplar señales eléctricas físicamente; un ejemplo de esto pueden ser los conectores, las bases para los circuitos integrados, etc.

**Estructuras Eléctricas:** Constituye al Sistema encargado de llevar todas las señales a su destino, tiene que ver con el sistema de transmisión y transformación de señales eléctricas. En general está constituido por conductores que conforman a los circuitos eléctricos.

**Estructuras Electrónicas:** Constituye al Cerebro, estructura que permite el control, almacenamiento y procesamiento de señales e información y tiene que ver con el sistema de manejo de información. Pueden ser transistores, amplificadores, máquinas secuenciales, microprocesadores, sistemas de cómputo, etc. donde se contemplan los aspectos de configuración de dispositivos eléctricos y electrónicos.

**Programación:** Constituye a la inteligencia planeadora, que dirige, organiza, procesa y toma decisiones y al igual que los sistemas tecnológicos, es una característica del comportamiento teleológico de los sistemas y se encuentra aplicada en las estructuras mecánicas, eléctricas y electrónicas y que gracias a su disposición

son capaces de lograr un fin. Es el resultado de la creatividad aplicada a la solución de problemas en ingeniería, tiene que ver con la disposición de elementos. La programación es realizada por el ingeniero desde las fases de diseño conceptual y una vez dispuestos los elementos, estos interactuarán entre sí cumpliendo con el propósito para el cual fueron dispuestos. Las estructuras de los sistemas electrónicos son producto de esta programación. En las estructuras electrónicas existen dos tipos de programación la programación por hardware y el software (una definición más amplia se presenta en el capítulo V, al final del punto 5.1).

**Sistema de Energía:** Constituye a las formas y medios de suministrar y transmitir la energía necesaria para la realización del trabajo. Pueden ser las baterías, las fuentes de poder, luz, presión, calor, etc.

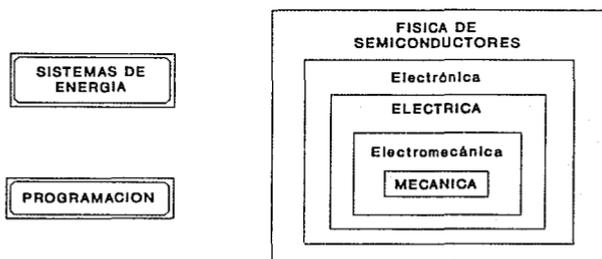


FIGURA 4.5: La Estructura de los Sistemas Electrónicos a Partir de la Interacción de las Disciplinas.

Un ejemplo de como debe verse esta estructura en los sistemas electrónicos son los circuitos integrados, éstos están formados por dispositivos eléctricos y electrónicos que están dispuestos sobre una oblea de material semiconductor; para comunicar los diferentes elementos eléctricos y electrónicos se tienden conductores sobre este mismo material, después se les monta en una estructura mecánica para cumplir con las necesidades de soporte (resistencia mecánica) y transmisión de energía -provocada por la suma de las potencias de disipación de los diferentes elementos-, para luego tender estructuras eléctricas que salgan al exterior, después son encapsulados y posteriormente pueden ser montados en estructuras electromecánicas, tales como las bases para circuitos integrados con el objeto de fijar al circuito integrado y acoplar las señales eléctricas que entrarán y saldrán de éste. Este mismo análisis se puede hacer para las tarjetas electrónicas montadas en circuitos impresos y se llegaría a una conclusión similar.

#### 4.3.5.- Otras Estructuras

También en los Sistemas Electrónicos existen las mismas estructuras de almacenamiento que se presentan en los Sistemas Tecnológicos, solo se excluyen las que almacenan materia y que es conveniente revisarlas en el capítulo anterior.

**4.4.- LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS, UN MODELO CONCEPTUAL DE SISTEMA TECNOLÓGICO DE LA INFORMACIÓN**

Como los sistemas electrónicos son también sistemas tecnológicos, a éstos también les son aplicables los conceptos tratados en el capítulo anterior, solo excluyen el caso de la incorporación, transformación y salida de materia.

Los sistemas electrónicos, deben cumplir con la ESE a Partir de la Finalidad y para esto se requiere de una cierta disposición de sus elementos componentes y una interacción entre ellos coordinada y controlada, para esto se presenta un modelo conceptual que es capaz de mantener dos tipos de procesos, los procesos estáticos y los procesos dinámicos, que concuerdan con los estipulados anteriormente para los sistemas tecnológicos y que se recomienda revisar para complementar las definiciones siguientes.

**4.4.1.- El Proceso Estático**

En el proceso estático de los sistemas electrónicos pueden distinguirse las siguientes partes fundamentales:

**4.4.1.1.- El Medio**

El medio lo constituye todo lo que se encuentra fuera de los límites del sistema. El Sistema Electrónico se conecta con los diferentes segmentos del medio, intercambiando energía e información, por medio de los elementos del límite. El medio forma parte de la interfaz hombre-máquina y de los sistemas de proceso material y los sistemas de soporte y ensamble, también debe de proporcionar la retroalimentación.

**4.4.1.2.- El límite**

Los sistemas electrónicos tienen una frontera o límite, esta define los campos interdisciplinarios de trabajo en el desarrollo de sistemas tecnológicos. Dicho límite consta de los siguientes elementos:

- Sistemas de energía: Fuentes y Convertidores.
- Dispositivos de medición: Sensores y transductores.
- Dispositivos correctores finales: Actuadores.
- Sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos.
- Sistemas de comunicación hombre-máquina.

Un esquema general de como deben ser vistos los Sistemas Electrónicos en un Sistema Tecnológico se presenta en la figura 4.6, esta figura tiene por objeto el ubicar a los Sistemas Electrónicos dentro del Sistema Tecnológico, en este se puede ver que los sistemas electrónicos se dedican al manejo y procesamiento de información ayudados por los sensores, actuadores, sistemas de comunicación hombre-máquina y sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos, utilizando para ello energía eléctrica.

En el modelo general de Sistema Electrónico (figura 4.7) se incluyen los procesos de transformación asociados a los diferentes niveles jerárquicos de tareas que se pueden presentar en estos.

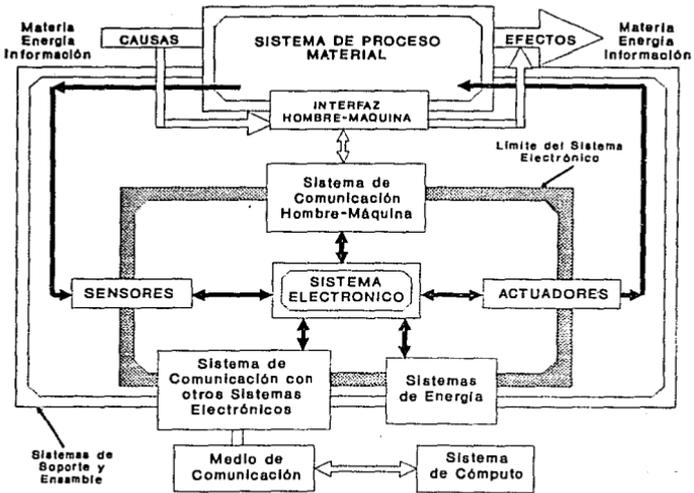


FIGURA 4.6: Modelo de Sistema Electrónico en un Sistema Tecnológico

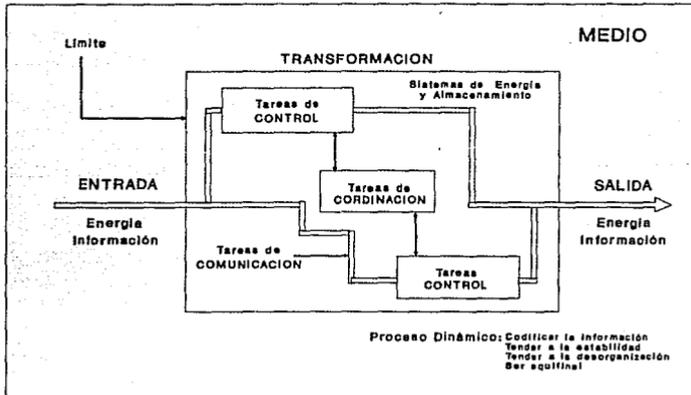


FIGURA 4.7: Modelo de Sistema Electrónico

**4.4.1.3.- La Entrada**

Los sistemas electrónicos toman de los elementos del límite la energía e información proveniente del medio, son señales eléctricas que contienen información referente al estado interno del Sistema Tecnológico<sup>1</sup>, la información introducida por el usuario<sup>2</sup>, la información proveniente de otros sistemas electrónicos<sup>3</sup> y la energía eléctrica necesaria para su operación.

**4.4.1.4.- La Transformación**

La transformación la realiza el sistema electrónico donde la energía e información de entrada provienen de los elementos del límite en forma de señales eléctricas que posteriormente serán procesadas.

Los procesos de transformación se logra por medio de la interacción conjunta de tres procesos: tareas primarias o de comunicación, las tareas secundarias o de control y las tareas de coordinación.

Las Tareas de Comunicación tienen que ver con las regulaciones primarias, la teleología estática y con la directividad basada en el alcance de un estado final. Son sistemas de malla abierta y sus funciones sobre las señales eléctricas son:

- Acoplar.
- Transducir.
- Temporizar.
- Operar.
- Almacenar.
- Distribuir.

En los sistemas electrónicos estas estructuras pueden ser, elementos base, mecanismos de malla abierta.

Las Tareas de Control tienen que ver con las regulaciones secundarias, con la directividad basada en la estructura gobernada por la equifinalidad. Son generalmente sistemas de malla cerrada y sus funciones son:

- Procesar señales.
- Actuar sobre sí mismos.
- Ejercer algún control sobre el sistema.

Estas estructuras son superpuestas a las estructuras primarias o de comunicación y pueden ser mecanismos de malla cerrada y máquinas.

Las Tareas de Coordinación tienen que ver con la centralización progresiva y con la finalidad o intencionalidad. Estas se refieren a la manera en que los sistemas dividen las tareas, se comunican,

---

<sup>1</sup> Por medio de los dispositivos de medición.

<sup>2</sup> A través del Sistema de Comunicación Hombre-máquina.

<sup>3</sup> A través de los Sistemas de Comunicación con otros Sistemas Electrónicos.

<sup>4</sup> A través de los Sistemas de Energía Eléctrica.

controlan e interactúan unos con otros. Son sistemas generalmente centralizados, sus funciones son:

- Procesar información.
- Organizar el sistema en general.
- Tomar decisiones sobre el sistema en general.

En el sistema electrónico el elemento coordinador procesa y mantiene intercambios de información con los sistemas de comunicación y control, pueden ser máquinas, equipos y sistemas.

Hay que tomar en cuenta que los niveles de tareas superiores presuponen los niveles de tareas inferiores.

#### 4.4.1.5.- La Salida

Las energías e informaciones de salida, o resultados del proceso (servicios, información, etc.), se llevan hacia el medio con esperanza de cumplir con el propósito. En este punto se incluyen también los productos secundarios no deseados (desechos, errores, etc.). Para los sistemas electrónicos las salidas son señales eléctricas que controlan la operación de los actuadores en un Sistema Tecnológico, la transferencia de información del estado del sistema al usuario y la salida de información a otros sistemas electrónicos.

#### 4.4.1.6.- La Retroalimentación

Los sistemas tecnológicos de la información requieren de una retroalimentación del medio, para guiar sus acciones de acuerdo a las necesidades de este, La Retroalimentación Positiva proporciona la referencia y determina si el propósito y los objetivos son congruentes con estas necesidades, esta retroalimentación la proporciona el usuario por medio de la interfaz hombre-máquina y el sistema interno por medio de los sensores. También requieren de otra retroalimentación proveniente de las salidas del sistema, si esta es necesaria, tal es el caso de La Retroalimentación Negativa que verifica si los resultados de a la salida siguen el curso planeado por el propósito y los objetivos, tiene que ver con los sistemas de control de calidad.

Además de todas estas estructuras se deben de añadir los sistemas de energía y de almacenamiento.

#### 4.4.2.- El proceso Dinámico

En los sistemas electrónicos, mientras están en operación, mantienen interacciones entre sus partes. Estas interacciones pueden verse como una red de conexiones cambiante a través del tiempo, como una cadena de acontecimientos. El buen equilibrio de estas interacciones es fundamental, una vez diseñado el sistema, este deberá ser capaz de equilibrarlos.

Los procesos dinámicos fundamentales son:

- Codificar la información.
- Tender a la estabilidad.
- Tender a la desorganización.
- Ser equifinales.

Estos procesos ya fueron definidos en los procesos dinámicos del

Sistema Tecnológico y que para fines prácticos se recomienda revisar esas definiciones.

Un ejemplo de los sistemas electrónicos más completos son los sistemas de control basados en microprocesadores, en la figura 4.8 se presenta un diagrama de bloques de uno de estos.

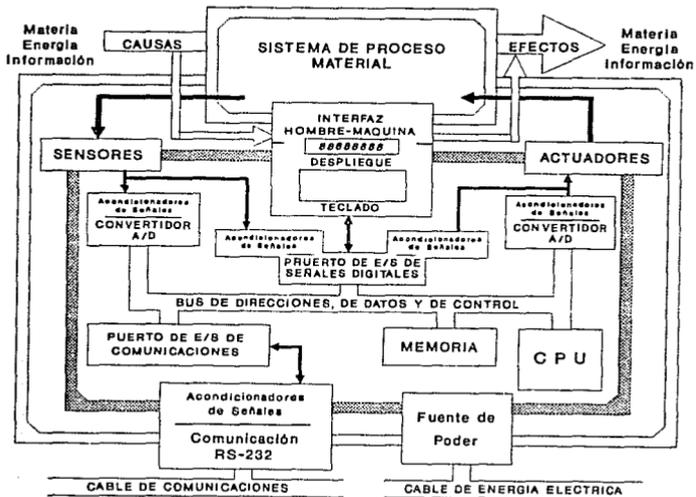


FIGURA 4.8: Ejemplo del Modelo de Sistema Electrónico en un Sistema Tecnológico, Basado en un Microprocesador.

#### 4.5.- EL DESARROLLO, EL PROGRESO Y LA EVOLUCIÓN EN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS

El desarrollo, el progreso y la evolución de los sistemas son conceptos generalizados que pueden ser aplicados a los Sistemas Electrónicos, tal cual fuerón definidos en el capítulo de Sistema Tecnológico.

#### 4.6.- DISCIPLINAS GENERADAS POR LA ELECTRÓNICA

Existen tres grandes disciplinas generadas por la electrónica, estas están definidas de acuerdo a la forma en que se disponen sus materiales y elementos componentes, a la forma en que manejan la electricidad y a la forma en que los dispositivos electrónicos son utilizados e interconectados. Estas son: la electrónica analógica, la electrónica digital y la electrónica de potencia.

La Electrónica Analógica se encarga del manejo de las señales que varían con el tiempo, un tiempo continuo, en donde la información está contenida en las características tales como: forma, amplitud,

frecuencia, fase, etc. Esta maneja a las señales de alterna alrededor de un punto  $Q^5$ , llamado de operación, que es provocado por los efectos conjuntos de las fuentes continuas de polarización, ya sean de voltaje o de corriente. A la acción de operar a los dispositivos electrónicos al rededor de un punto  $Q$  de operación sin llegar a las regiones de corte o saturación se le llama operación en señal pequeña, tal es el caso el de los amplificadores de audio.

La Electrónica Digital se encarga del manejo de señales que varían con el tiempo, un tiempo discreto, en donde la información está contenida en las características tales como: amplitud (unos "1" o ceros "0"), frecuencia, fase, ancho de pulso, etc. Esta maneja a las señales utilizando las propiedades de los dispositivos electrónicos de corte y conducción. A la acción de operar a los dispositivos electrónicos en corte y conducción se le llama operación en señal grande, tal es el caso de los microprocesadores.

La Electrónica de Potencia se encarga de la transmisión y regulación de las señales eléctricas de energía. Está utiliza las propiedades de los dispositivos electrónicos de corte y conducción, la diferencia fundamental entre la anterior y esta, es que ésta tiene como objeto la manipulación de energía eléctrica, tal es el caso de los relevadores de estado solido (SER).

Las dos primeras disciplinas han generado sistemas tecnológicos de la información básicamente diferentes y los problemas y formas de atacar el manejo de la información también son diferentes, la tercera es utilizada para el manejo de energía eléctrica de potencia.

También es necesario aclarar que las disciplinas pueden trabajar juntas creando productos híbridos como la Electrónica Discreta que se encarga del manejo de señales que varían con el tiempo, un tiempo discreto, en donde la información está contenida principalmente en las características tales como: amplitud y forma, cuantificadas en niveles discretos de magnitud. Esta maneja a las señales utilizando los principios de la Electrónica Analógica combinados con los de la Electrónica Digital y tal es el caso de los convertidores analógicos/digitales.

---

<sup>5</sup>  $Q$  es el valor de la corriente o del voltaje en un dispositivo en ausencia de señales de alterna [en Inglés, Quiescent-Point].

## CONCLUSIONES PARTE I

- 1.- La ingeniería se encarga de aplicar los resultados nacidos de la investigación para inventar, innovar o adaptar sistemas, productos o procesos, que sirvan a la humanidad en la satisfacción de sus deseos ocultos y/o manifiestos materiales, mentales o espirituales.
- 2.- El trabajo del ingeniero y del científico son diferentes, el ingeniero crea y materializa a través del diseño y el científico amplía los conocimientos sobre la comprensión de la naturaleza a través de la investigación.
- 3.- El ingeniero realiza tareas de "Investigación Programada" para generar conocimiento nuevo que utilizará en la solución a sus problemas.
- 4.- El campo de acción del ingeniero se ubica dentro del "Espectro de las Clasificaciones Primarias del Trabajo y de la Producción".
- 5.- Por su naturaleza la electrónica tiene como función proporcionar los medios para:

- Acoplar
- Transducir
- Temporizar
- Operar

señales eléctricas, para después:

- Almacenar
- Procesar
- Organizar
- Controlar
- Operar
- Transmitir

la información contenida en ellas.

- 6.- La Ingeniería de Diseño Electrónico se encarga de proponer y realizar los actos, que deben hacerse para la creación de sistemas electrónicos, que equilibran totalmente las diferentes exigencias que se presentan en cuanto a:

Tiempo:

- Tiempo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.
- Tiempo de vida esperada de los mismos.
- Tiempos de los periodos de operación esperados de estos.

Atención:

- Aplicación de la comprensión de las cosas a la creación y materialización de los sistemas electrónicos. Tiene que ver con como se crean y se materializan, es una medida de la magnitud de la información que se requiere para crearlos y materializarlos.

- Aplicación de la comprensión de las cosas a como los sistemas electrónicos concentran su energía en el cumplimiento de su propósito. Tiene que ver con como operan internamente y externamente, a las formas y modos de como deben darse a entender, es una medida de la magnitud de la información que requieren para operar y ser operados.

Recursos:

- Medios para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.
- Medios de suministro de energía e información que requieren para poder operar.

Energía:

- Fuerzas capaces de transformarse en trabajo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.
- Fuerzas capaces de transformarse en trabajo que permiten la operación de los sistemas electrónicos.

en las "Tecnologías de la Información" creadas con sistemas electrónicos a través de la:

- Investigación y el
- Desarrollo

con el objeto de optimizar la Manufactura:

- Fabricación y Ensamble

la Distribución:

- Empaque,
- Transporte e
- Instalación

y el Uso:

- Operación y
- Mantenimiento

de los sistemas electrónicos.

7.- Los Sistemas Tecnológicos son complejo de elementos:

- Mecánicos,
- Eléctricos y
- Electrónicos

soportados por estructuras mecánicas en donde son dispuestos de tal manera que interactúan entre si en condiciones:

- Espaciales y
- Temporales

siendo accesibles a las teorías científicas. Son productos híbridos, es decir incorporan Principios de Operación:

- Mecánicos,
- Eléctricos,
- Electrónicos,
- Hidráulicos,
- Neumáticos,
- Ópticos,
- Acústicos, etc.

creados para transmitir y transformar energía en cualquiera de sus formas, y se mantiene en continua incorporación y eliminación de:

- Materia,
- Energía e
- Información

constituyendo y demoliendo; manteniéndose, mientras este en operación, en un estado llamado uniforme que permanece a cierta distancia del equilibrio verdadero y de esta manera está en condiciones de realizar trabajo continuo, manteniéndose constante en sus relaciones de masa y energía.

- 8.- Existen al menos cuatro estructuras jerárquicas que pueden ser usadas para modelar a los sistemas tecnológicos, estas son:

- Dada la Especialización de sus Subsistemas.
- A Partir de su Complejidad Constructiva.
- A Partir de la Finalidad.
- A Partir de la Interacción de las Disciplinas.

donde cada estructura representa una visión particular que no excluye a las demás sino que más bien se complementan.

- 9.- Existen dos tipos de sistemas, los nacidos de la:

- Interacción de conocimientos entre disciplinas y de la
- Interacción espacial y funcional

como consecuencia del trabajo conjunto de 2 o más disciplinas en el desarrollo de sistemas.

- 10.- El modelo de sistema tecnológico contempla dos tipos de procesos:

Procesos Estáticos:

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| - El Medio    | - Límite Físico      |
| - El Límite:  | - Límite Temporal    |
|               | - Límite Social      |
|               | - Límite Psicológico |
| - La Entrada: | - Materia            |
|               | - Energía            |
|               | - Información        |

- La Transformación:
  - Las Tareas Primarias
  - Las Tareas Secundarias
  - Las Tareas de Coordinación
- La Salida
  - Materia
  - Energía
  - Información
- La Retroalimentación

## Procesos Dinámicos:

- Codificar la Información
  - Tender a la Estabilidad
  - Tender a la Desorganización
  - Ser Equifinal
- 11.- El desarrollo de procesos en los sistemas tecnológicos se da por medio de transformaciones que se realizan en "Puntos Nodales".
  - 12.- La transformación en los sistemas tecnológicos se logra por medio de la interacción conjunta de tres procesos. Estos procesos son los de las tareas primarias, las tareas secundarias y las tareas de coordinación.
  - 13.- Los sistemas tecnológicos progresan y este progreso se da por la subdivisión de una acción inicialmente unitaria en acciones de partes especializadas.
  - 14.- Los sistemas Tecnológicos evolucionan, es consecuencia de la Mecanización Progresiva y esto es a su vez expresión de una Centralización Progresiva, Individualización Progresiva y Segregación Progresiva.
  - 15.- Un mejor diseño de un sistema tecnológico, sin decrementar la eficiencia, es aquel que realiza sus funciones de regulación de una manera tal, que las interacciones dinámicas predominan, ya que se eliminan elementos de control y especialización de sistemas.
  - 16.- Los sistemas electrónicos que son parte de un sistema tecnológico, son sistemas enfocados al manejo de la información, a través del control y del procesamiento de señales.
  - 17.- Los Sistemas Electrónicos son un complejo de elementos:
    - Eléctricos y
    - Electrónicos

soportados por estructuras mecánicas en donde son dispuestos de tal manera que interactúan entre sí en condiciones:

    - Espaciales y
    - Temporales

siendo accesibles a las teorías científicas. Son productos híbridos, es decir incorporan principios de operación:

- Mecánicos,
- Eléctricos,
- Electrónicos,
- Hidráulicos,
- Neumáticos,
- Ópticos,
- Acústicos, etc.

18.- Los sistemas electrónicos tienen como propósito el de procurar los medios colectivos para:

- Reunir

luego:

- Almacenar,
- Transmitir,
- Procesar y
- Recuperar

electrónicamente:

- Palabras,
- Números,
- Imágenes y
- Sonidos

así como los medios electrónicos para controlar:

- Máquinas y
- Sistemas

de toda especie desde los:

- Aparatos de uso cotidiano hasta
- Fábricas automatizadas.

No importando si el hardware es un dispositivo:

- "solitario" ("standalone") o
- una pieza instalada en un producto

para hacerlo "Inteligente", ni tampoco si el software es un instrumento para la:

- Creatividad, el
- Análisis o el
- Control

y se mantiene en continua incorporación y eliminación de:

- Energía e
- Información

constituyéndola y demoliéndola; manteniéndose, mientras este en operación, en un estado llamado uniforme que permanece a cierta

distancia del equilibrio verdadero y es así que está en condiciones de operar continuamente, manteniéndose constante en sus relaciones de materia y energía.

19.- Existen al menos cuatro estructuras jerárquicas que pueden ser usadas para modelar a los sistemas electrónicos, estas son:

- Dada la Especialización de sus Subsistemas.
  - La transmisión y transformación de energía
  - El manejo de la información
  - La interacción con el usuario y el medio ambiente
- A Partir de su Complejidad Constructiva.
  - Elemento base.
  - Mecanismo.
  - Máquina.
  - Equipo
  - Sistema

Donde los niveles superiores presuponen a los inferiores.

- A Partir de la Finalidad.
  - Propósitos
  - Objetivos
  - Restricciones y Criterios
- A Partir de la Interacción de las Disciplinas.
  - Estructuras Mecánicas
  - Estructuras Electromecánicas
  - Estructuras Eléctricas
  - Estructuras Electrónicas
  - Programación
  - Sistema de Energía
- Otras Estructuras
  - Almacenadores de Energía.
  - Almacenadores de Materia.
  - Almacenadores de Información.

20.- El modelo de sistema tecnológico contempla dos tipos de procesos:

Procesos Estáticos:

- El Medio
- El Limite:
  - Sistemas de energía
  - Dispositivos de medición
  - Dispositivos correctores finales
  - Sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos.
  - Sistemas de comunicación hombre-máquina.

- La Entrada
  - Energía
  - Información
- La Transformación:
  - Las Tareas de Comunicación:
    - Acoplar.
    - Transducir.
    - Temporizar.
    - Operar.
    - Almacenar.
    - Distribuir.
  - Las Tareas de Control:
    - Procesar señales.
    - Actuar sobre sí mismos.
    - Ejercer algún control sobre el sistema.
  - Las Tareas de Coordinación:
    - Procesar información.
    - Organizar el sistema en general.
    - Tomar decisiones sobre el sistema en general.

Los niveles de tareas superiores presuponen los niveles de tareas inferiores.

- La Salida
  - Energía
  - Información
- La Retroalimentación

Procesos Dinámicos:

- Codificar la Información
- Tender a la Estabilidad
- Tender a la Desorganización
- Ser Equifinal

21.- La teoría proporcionada en esta primera parte debe ser usada, en general, como herramienta para el modelado de sistemas tecnológicos y para modelar sistemas electrónicos que forman parte de un sistema tecnológico. Es una base sólida para realizar estudios posteriores, para la ampliación del conocimiento en áreas tales como: materiales, diseño, manufactura, electrónica, control, comunicaciones y computación.

## SEGUNDA PARTE

### METODOLOGIA, ORGANIZACION E INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS ELECTRONICOS DE UN SISTEMA TECNOLOGICO

CAPITULO V: UNA APROXIMACION AL METODO DE DISEÑO  
ELECTRONICO EN LA CREACION DE SISTEMAS  
TECNOLOGICOS

CAPITULO VI: LA ORGANIZACION Y LA INFRAESTRUCTURA PARA EL  
DESARROLLO DE SISTEMAS TECNOLOGICOS

## CAPITULO V

## UNA APROXIMACION AL METODO DE DISEÑO ELECTRONICO EN LA CREACION DE SISTEMAS TECNOLOGICOS

## 5.1.- INTRODUCCION

La ingeniería de diseño requiere de métodos y procedimientos para crear sistemas más eficientes, en un tiempo menor y sin conflictos entre los diferentes grupos de trabajo que intervengan en el desarrollo de estos. Así, aquí se presenta un método original que al ser usado dará como resultado sistemas flexibles, inteligentes, programables, con mecanismos simplificados y estructuras ligeras. A continuación comenzaremos por definir al método de la ingeniería de diseño electrónico.

A los métodos deben entenderseles como el modo razonado de hacer algo con orden, el Método de la Ingeniería de Diseño Electrónico puede ser entendido de la siguiente manera:

Es el modo razonado de proponer y realizar, en forma ordenada, los actos de investigación y desarrollo para la creación de sistemas electrónicos, que equilibran totalmente las diferentes exigencias que se presentan en cuanto a tiempo<sup>1</sup>, atención<sup>2</sup>, recursos<sup>3</sup> y energía<sup>4</sup> con el objeto de optimizar la manufactura (fabricación y ensamble), la distribución (empaqué, transporte e instalación) y el uso (operación y mantenimiento) de los sistemas electrónicos.

Sin embargo, esta definición debe ser orientada con políticas, criterios y modelos ya que por sí misma, no es capaz de darnos una idea general de lo que se debe hacer.

Sabemos que el trabajo de ingeniería consiste en aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos, nacidos de la investigación básica y aplicada para inventar, innovar o adaptar sistemas, productos o servicios. Los ingenieros inventan cuando crean cosas nuevas por

---

<sup>1</sup>Se refiere al tiempo que se requiere para la creación y materialización de los sistemas electrónicos, a la vida esperada de los mismos y a los períodos de operación esperados de estos.

<sup>2</sup>Se refiere a la aplicación de la comprensión de las cosas a la creación y materialización de los sistemas electrónicos, a como estos concentran su energía en el cumplimiento de su propósito, a las formas y modos de como deben de darse a entender. Tiene que ver con como se crean y se materializan y como operan internamente y externamente, es una medida de la magnitud de la información que se requiere para crearlos y materializarlos y una medida de la magnitud de la información que requieren para operar y ser operados.

<sup>3</sup>Se refiere a los medios para la creación y materialización de los sistemas electrónicos y a los medios de suministro de energía e información que requieren para poder operar.

<sup>4</sup>Se refiere a las fuerzas capaces de transformarse en trabajo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos y a las fuerzas capaces de transformarse en trabajo que permiten la operación de los sistemas electrónicos.

medio de la imaginación, innovan cuando introducen novedades en un recurso dotándolo con una nueva capacidad, la misma innovación crea un nuevo recurso, y adaptan cuando acomodan o ajustan una cosa a otra. Además el trabajo de ingeniería tiene dos características importantes, estas son:

- Ya que en la ingeniería se utiliza el conocimiento existente, es importante aclarar que entre el surgimiento de un nuevo conocimiento y el de su aplicación tecnológica existe un periodo muy largo de tiempo, y también ocurre lo mismo entre la aplicación de esa tecnología a la producción, a los procesos y a los servicios [13]. Por lo que es necesario hacer una planeación sistemática y estratégica que permita la aplicación y utilización de dichos conocimientos de una forma más expedita.

- Las creaciones de los ingenieros requieren de la convergencia de varias clases de conocimiento, y no todas científicas y tecnológicas, pero sólo hasta que todos los conocimientos se han generado y se encuentran a disposición es posible hacer la creación. Generalmente estos conocimientos ya se conocen o se encuentran aplicados en creaciones anteriores o en alguna otra cosa y es necesario identificarlos antes de producir la creación [13]. En el caso de que la convergencia de dichos conocimientos se encuentre incompleta surge la tarea de generarlo y para esto el ingeniero debe realizar la investigación programada para obtener el conocimiento faltante para la creación. Cabe aclarar que la investigación programada es necesaria en cualquier trabajo de ingeniería, esta debe formar parte del trabajo cotidiano de este. Existen dos clases de Investigación Programada: La investigación programada para la asimilación de tecnología y la investigación programada para la generación de conocimiento.

La Ingeniería de Diseño Electrónico en Sistemas Tecnológicos requiere de una visión y esta visión debe darse desde el punto de vista de los Sistemas Tecnológicos, para después, llegar hasta los sistemas electrónicos.

- Los Sistemas Tecnológicos deben interactuar con el usuario, manejar información y ser capaces de transmitir y transformar energía, tal como lo propone la Estructura de los Sistemas Tecnológicos (EST), dada la Especialización de sus Subsistemas.

- Estos subsistemas deberán estar conformados de elementos base, mecanismos, máquinas, equipos y sistemas dependiendo de su complejidad, tal como lo propone la EST a Partir de su Complejidad Constructiva.

- Todos estos son diseñados en función de un propósito, objetivo, restricción y criterio, tal como lo muestra la EST a Partir de la Finalidad.

- Además, están unificados en un núcleo indivisible que plantea la existencia de las disciplinas que interactúan entre sí en un Sistema Tecnológico, como lo son: la electrónica, la eléctrica y la mecánica, apoyadas en la programación y movidas por los sistemas de energía, como se plantea en la EST a Partir de la Interacción de las Disciplinas.

- Todas estas estructuras son programadas o dispuestas de tal forma que se cumple con la EST a Partir de la Finalidad dentro de un modelo que es planteado como El Modelo de Sistema Tecnológico.

Una vez definido lo anterior, los sistemas electrónicos pueden ser diseñados a partir del Modelo Conceptual de Sistema Electrónico y aplicarle todos los modelos estructurales de los sistemas electrónicos.

Así, la definición de Método de la Ingeniería de Diseño Electrónico planteada al inicio de este capítulo, está enfocada al hecho de crear sistemas que combinan principalmente la mecánica, la eléctrica, la electrónica, los modos de programación y los sistemas de energía para formar la interacción funcional y la interacción espacial de elementos, mecanismos, máquinas, equipos y sistemas teniendo como objeto el proporcionar los medios para reunir, almacenar, procesar, transmitir y recuperar electrónicamente palabras, números, imágenes y sonidos, para luego controlar electrónicamente máquinas de toda especie, desde aparatos de uso cotidiano hasta fábricas automatizadas, no importando si el hardware es un dispositivo "solitario" ("standalone") o si es un circuito instalado en un sistema para hacerlo "inteligente", así mismo, no importa si el software es un instrumento para la creatividad, el análisis o el control.

Es importante aclarar que La Programación, tal como se enuncia en los párrafos dedicados a la EST a Partir de la Interacción de las Disciplinas, es una característica del comportamiento teleológico de los sistemas, tiene que ver con la finalidad o intencionalidad de estos, y se encuentra en cualquier disciplina que utilice la disposición para lograr un fin, así El Software es la programación de los sistemas electrónicos y que esta definida por la disposición secuencial de instrucciones que conforman un algoritmo y que permite a un sistema electrónico cumplir con un propósito, esta íntimamente ligado al hardware. El Hardware es todo el conjunto de elementos base tanto mecánicos, eléctricos, como electrónicos que interactúan funcional y espacialmente, que han sido programados para cumplir con un propósito y que pueden permitir la existencia del software si son estructurados de cierta manera. Los sistemas electrónicos que soportan un software requieren de una estructura tipo máquina.

Es importante, antes de profundizar más, ubicar a la ingeniería de diseño dentro del ciclo de producción de la ingeniería, el cuál se presenta a continuación y es una adaptación a lo escrito por Martínez [18].

## 5.2.- EL CICLO DE PRODUCCION DE LA INGENIERIA

El ciclo de producción total de la ingeniería que se presenta es una síntesis de lo expresado por MARTINEZ 1985 (ver diagrama 5.1):

**El Consumidor:** Tiene deseos ocultos o manifiestos.

**Mercadotecnia:** Interpreta los deseos ocultos o manifiestos del consumidor, reconoce la necesidad e investiga al mercado para finalmente transmitir todo lo anterior como especificaciones comerciales a ingeniería de diseño.

**Ingeniería de Diseño:** Investiga sobre el tipo de sistema, define el tipo de sistema, realiza el diseño conceptual, identifica la convergencia de los conocimientos, realiza la investigación programada. Se realiza el diseño preliminar y de configuración externo e interno y las muestras de apariencia externas e internas donde se identifican las partes, ensambles y subensambles, se asignan claves por niveles de implosión, se realiza la lista preliminar de materiales y planos y se envían a Ingeniería de manufactura y a mercadotecnia.

**Mercadotecnia:** Con las muestras externas de apariencia investiga al usuario, con respecto a los aspectos de diseño funcional y de apariencia, realiza la investigación de mercado y completa las especificaciones comerciales que posteriormente son enviadas a Ingeniería de diseño e Ingeniería de manufactura.

**Ingeniería de Manufactura:** Examina las muestras de apariencia, las partes, ensambles y subensambles y la lista preliminar de materiales y determina el tipo de proceso de producción, planea, diseña, hace estudios, solicita cotizaciones, etc. y proporciona información a Ingeniería de diseño con respecto a las correcciones al diseño para la fabricación y el ensamble y proporciona los costos preliminares de manufactura.

**Ingeniería de Diseño:** Hace correcciones para la manufactura, con la información de Ingeniería de Manufactura, y para el diseño funcional y de apariencia con la información de mercadotecnia, realiza el diseño de detalle, elabora los planos y los dibujos definitivos, la lista definitiva de materiales, las especificaciones técnicas y se envían a Ingeniería de manufactura.

**Ingeniería de Manufactura:** Prepara las secuencias, estudia el proceso, hace diagramas de flujo, realiza el diseño de herramientas, proporciona los recursos que se requieran para fabricar: maquinaria, equipo, herramienta, tiempos, movimientos, métodos, procesos, transportadores, equipo de manejo de materiales y entrenamiento en el equipo y procesos nuevos, planea e implanta nuevas instalaciones, nuevas naves, ampliaciones a las ya existentes y las pone en funcionamiento.

**Control de Calidad:** Estudia el diseño y planea, organiza e integra el control de calidad.

**Compras:** Con base en las requisiciones e inventarios, coloca los pedidos para materiales, partes, accesorios, etc., para compras locales o de importación.

**Producción:** Se manufactura el primer prototipo.

**Ingeniería de Diseño:** Hace pruebas, correcciones y adaptaciones para la manufactura.

**Producción:** Se manufactura el segundo prototipo.

**Ingeniería de Diseño:** Hace las últimas pruebas y adaptaciones al sistema y lo valida.

**Ventas:** Prepara las ventas.

**Producción:** Manufactura el sistema dentro del volumen, costo, oportunidad, calidad y seguridad establecidas.

**Ventas:** Recibe el sistema a través de sus almacenes y lo distribuye a sus clientes y/o distribuidores por medio de embarques.

**Distribuidor:** Lo venden a los consumidores.

**Consumidor:** Cuentan con un servicio técnico eficiente y con refacciones. Se satisfacen las necesidades y deseos del consumidor y queda éste satisfecho; así, se cierra el ciclo que partió de él.

(Adaptado de Martínez Arteche, 1985 [18])

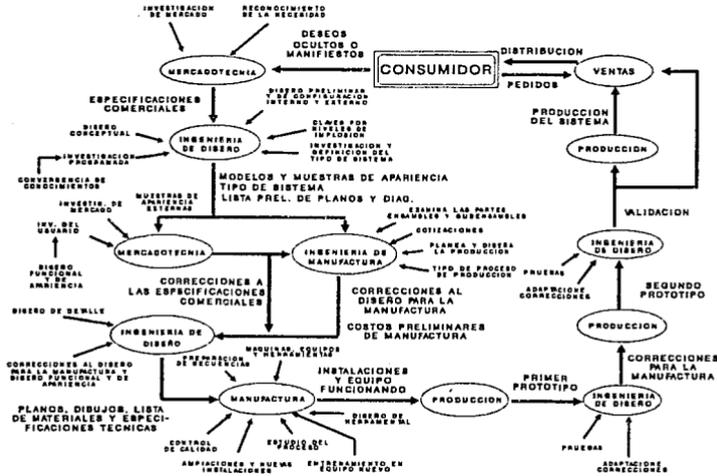


DIAGRAMA 5.1: Ciclo de Producción de la Ingeniería

### 5.3.- UNA APROXIMACION AL METODO DE DISEÑO ELECTRONICO

Prácticamente se atienden dos metodologías de trabajo. Estas dos metodologías están enfocadas, la primera, a proyectos en general (sistemas) y la segunda a trabajos específicos (subsistemas) que surgen de la división del proyecto en sus partes base o elementales.

#### 5.3.1.- METODOLOGIA DE DISEÑO PARA PROYECTOS EN GENERAL

Esta metodología intenta cubrir todos los aspectos que pueden presentarse en el diseño de un Sistema Tecnológico, es una globalización del proyecto y atiende los aspectos generales (ver Hoja de la 1 a la Hoja 9 al final del capítulo)

### 5.3.1.1.- Reconocimiento de la Necesidad

El proceso de diseño comienza cuando se ha reconocido una necesidad, o algún deseo oculto o manifiesto, dentro de la sociedad, sin embargo, es importante aclarar el que debemos entender por reconocer la necesidad.

La necesidad se produce por el efecto de la carencia de alguna cosa y para efectos del trabajo en ingeniería puede ser identificada por la "incongruencia que se presente dentro del ritmo y la lógica de un proceso" [13], por el "deseo de una gratificación corporal, mental o espiritual o por el deseo de generar una vida más eficiente y sana" [18].

Así que, una vez que la necesidad ha sido reconocida, surge la tarea de crear un servicio que la satisfaga (ver figura 5.1), el servicio, para propósitos de este trabajo, será proporcionado por medio de un mecanismo, una máquina, un equipo o un sistema.



FIGURA 5.1: Reconocimiento de la Necesidad

### 5.3.1.2.- Investigación de Mercado

El simple hecho de tener que comunicar una necesidad oculta o manifiesta a otros puede resultar algo subjetiva, tal vez la mejor forma de definirla es por medio del servicio que se requiere y del sistema que la resuelve.

Así surge la tarea de realizar una investigación de mercado para clarificar dicho servicio y sistema, acuerdo a los siguientes puntos:

#### Sistema que se piensa manufacturar:

Una vez identificada la necesidad esta debe traducirse en un sistema que la satisfaga, cabe aclarar que el sistema dará un servicio y que este servicio es el que resuelve la necesidad, por lo que sólo hará que el sistema tenga valor de uso, el que éste de el servicio adecuado. Las actividades consisten en recabar los siguientes datos:

- Datos completos de la competencia y patentes: Es importante reunir toda la información referente a los sistemas ya existentes. En estos, uno puede encontrar toda la información referente a los conocimientos generados que ya no son necesarios encontrar por medio de la investigación programada, además del tener el conocimiento de que si lo que se esta diseñando forma parte de una patente registrada para evitar problemas legales.

- Detección de normas y estándares aplicables: También se deben de recopilar todas las normas comerciales aplicables para no producir un sistema que no sea capaz de acreditarlas y conocer los estándares para ser compatibles con otros sistemas.

- **Definición de sus características y especificaciones:** En este punto se especifican las características técnicas que debe cumplir el sistema tales como, alimentación, potencia, frecuencia, capacidad, etc., es un listado general de las características y especificaciones deseadas.

- **Variaciones o variantes del mismo:** Es importante reconocer si se trata de un sistema con variantes de si mismo, ya que este es un factor preponderante que repercute en el diseño enfocado hacia la manufactura, este deberá permitir la producción de las variantes del sistema en una forma fácil y flexible.

**Volumen que se piensa vender al año:**

Los esfuerzos en el diseño se incrementan cuando se incrementa el volumen de producción con el objeto de minimizar los aspectos de costos de manufactura y de mantenimiento.

**Costo de manufactura esperado y precio al público:**

Es necesario reconocer que el sistema desarrollado debe ser vendible, generar ganancias y ser competitivo, por lo cual es necesario proponer un costo de manufactura que permita al diseñador tener un parámetro de diseño y un precio al público que le permita al fabricante obtener ganancias.

**Fecha deseada de introducción:**

Es importante saber de cuanto tiempo se dispone para realizar el desarrollo del sistema para poder hacer la planeación de recursos humanos y materiales necesarios para su realización.

**Si se va a discontinuar otro sistema existente:**

Es importante saber si se va a discontinuar un sistema a cambio del nuevo desarrollo, ya que esto significaría que se deben de tener refacciones durante un periodo largo de tiempo mientras se deprecia el sistema discontinuado. Si el sistema que se discontinúa forma parte de un sistema mayor deberá contemplarse la posibilidad de ser remplazado por el nuevo desarrollo ya sea por medio de adaptaciones o sin ellas.

### 5.3.1.3.- Especificaciones Comerciales

Aquí se emiten las especificaciones que definen el tipo de sistema que se piensa comercializar, para esto se realiza una forma llamada Forma de Especificación Comercial [18]. A continuación se presenta una guía de esta:

Producto:

Modelo:

Precio estimado al público:

Costo de Manufactura deseado:

Volumen: 1er, 2do y 3er año.

Fecha de lanzamiento deseada:

Descripción genérica:

Canales de distribución:

Estudio de mercado del:

#### 5.3.1.4.- *Investigación del Tipo de Sistema*

En este punto el ingeniero de diseño debe de investigar sobre el sistema los aspectos que conciernen a la interacción con el usuario, los manejos de información y la transmisión y transformación de la energía, para lo cuál se realizan las siguientes actividades.

##### **Conocimiento de otros sistemas:**

Con la información obtenida de las especificaciones comerciales se debe de hacer un análisis de los siguientes aspectos:

- **Secuencias de Operación:** Se hace un análisis de la operación de los sistemas ya existentes para comprender la forma en que interactúan e intercambian materia, energía e información con su medio ambiente.

- **Funcionamiento:** Se debe de analizar su funcionamiento interno, empezando por identificar los sistemas mecánicos, las interfases hombre-máquina, los sistemas electrónicos (los sensores, los actuadores, los sistemas de energía, los sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos y los sistemas de comunicación con el usuario) así como, identificar, en cada uno de ellos, los elementos base, los mecanismos, las máquinas, los equipos y los sistemas que los componen, para luego hacer un estudio generalizado y comparativo del comportamiento de los sistemas ya existentes.

##### **Información comercial:**

Se debe de realizar una investigación comercial de posibles proveedores y de los costos de los elementos, mecanismos, máquinas, equipos y sistemas para las partes mecánicas (tornillos, engranes, reductores, tuberías, etc.), para la interfaz hombre-máquina (Indicadores, botones, despliegues, etc), para los sistemas electrónicos (sensores, actuadores, sistemas de energía, sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos y sistemas de comunicación con el usuario, así como sus elementos: transistores, triac's, microprocesadores, etc.) que se pretende que puedan ser parte de la solución final.

#### 5.3.1.5.- *Definición del Tipo de Sistema.*

Con la información de los puntos anteriores y apoyados en la EST a Partir de su Finalidad se define el tipo de sistema.

- **Definición del propósito:** Aquí se define la misión o servicio que prestará el sistema y que garantiza su utilización en el medio. Esto tiene que ver con las entradas y salidas del sistema con respecto a la forma en que intercambian materia, energía e información con su medio ambiente, basados en el Modelo de Sistema Tecnológico y en la EST dada la Especialización de sus Subsistemas.

Cabe aclarar que el propósito se cumple cuando de un estado original de cosas, estado "A" de entradas, se llega por medio de una transformación a un estado final, estado "B" de salidas [17].

Para comenzar se debe de identificar la transformación que se

desear realizar refiriéndose a los estados "A" y "B"<sup>5</sup>, tomando en cuenta que las entradas y las salidas tienden a variar con el tiempo, es decir presentan características dinámicas<sup>6</sup>, entonces existen límites entre los cuales pueden variar las entradas y las salidas, a estos límites se les llama limitación de entrada y limitación de salida y que deben de ser especificados [17].

- **Definición de los objetivos:** Aquí se definen las metas internas específicas que será capaz de realizar el sistema para progresar en el cumplimiento del propósito. Esto tiene que ver con el funcionamiento interno, identificando los sistemas mecánicos, electromecánicos, eléctricos, electrónicos, sistemas de energía, los sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos y los sistemas de comunicación con el usuario, etc., es una descripción general basada en el Modelo de Sistema Tecnológico y en el Modelo de Sistema Electrónico.

- **Definición de las restricciones:** Son las características de la solución que no se pueden eludir, o sea que son condiciones obligadas de la solución para que a esta se le pueda considerar como tal. Aquí se definen las condiciones que no se deben o no se pueden eludir, son previamente fijadas por una decisión, por la naturaleza, por la ley o por cualquier otra fuente que tenga que respetarse y se especifican por medio del intervalo de valores permisibles que puede tomar la solución [17]. Esto tiene que ver con el costo, espacio, etc.

- **Definición de criterios:** A la base sobre la que se debe dar preferencia a una solución se le llama criterio. Aquí se definen los valores contra los cuales se juzgarán las soluciones del sistema y que son cuestión de grado. Tienen que ver con los aspectos de seguridad, confiabilidad, así como los existentes dentro del átomo de calidad [18], estos son:

**Abstractos:**

Diseño: Funcional: Operación simple.  
Apariencia: Que sea del gusto del usuario.

Calidad: Cumplir con las normas preestablecidas.

Económicos: Que los costos de producción permitan al consumidor pagar el precio de compra.

Distribución y Servicio: Rápido, eficaz, limpio y con refacciones a un precio justo.

<sup>5</sup> A este primer paso se le denomina formulación del problema y al detalle al que se especifican los estados "A" y "B" y la proporción al que se abarcar el problema se le llama la amplitud de la formulación del problema.

<sup>6</sup> Por lo que suelen llamarse variables de entrada y variables de salida.

<sup>7</sup> Este átomo es como una ostra que encierra la calidad en todos los aspectos. Si alguno no estuviera considerado peligraría el éxito del sistema, ya que no satisfaría al consumidor en sus necesidades y deseos en un plan permanente durante la garantía y aun más allá, durante la vida esperada del sistema, además pondría en peligro el que otro competidor ganara el mercado aprovechando las carencias de este.

Conviene aclarar que los sistemas se deben de diseñarse de tal forma que estos satisfagan al usuario tanto por su función como en su apariencia; también deben de conformarse a las normas establecidas durante todo el ciclo de manufactura y aún más en todo tiempo, a esto es a lo que llamamos calidad. Así mismo se debe de producir dentro de un costo prestablecido que le dé un precio de venta que el usuario este dispuesto a pagar al comprarlo y durante el uso u operación del mismo, debiéndose de manejar y distribuir adecuadamente para que no se dañe antes de que lo reciba el usuario. Por último, pero no menos importante, el sistema debe recibir un servicio rápido, económico y profesional durante su vida [18].

La tarea primordial del ingeniero es entender la importancia relativa que se deben dar a los distintos criterios [17].

### 5.3.1.6. - Diseño Conceptual

Una vez que se ha identificado el tipo de sistema, el diseño conceptual consiste en generar las posibles soluciones, a nivel conceptual, que pueden ser solución del sistema, cabe aclarar que, para cada paso y cada punto existen procesos de análisis, generación y selección de soluciones, en donde el diseñador deberá aplicar sus conocimientos y experiencia, aquí se pretende generar al menos dos o tres de estas soluciones, para después seleccionar la mejor de ellas en base a la maximización de criterios y análisis de factibilidad.

El diseño conceptual consiste en tomar al Modelo de Sistema Tecnológico y al Modelo de Sistema Electrónico apoyados en todos los modelos estructurales para realizar la generación, análisis, selección y evaluación de las soluciones.

#### A) Sistema Tecnológico con Entrada

Para tener una visión más completa de lo que un sistema tecnológico debe realizar, es conveniente agregar la siguiente definición de Sistema Tecnológico con Entrada que complementa a los modelos estructurales antes dichos:

En un Sistema Tecnológico el estado interno y el estado de sus alrededores define inequívocamente el siguiente estado al que pasará, y es definido por el conjunto  $S$  de estados internos, un conjunto  $E$  de entradas y un conjunto producto de las transformaciones  $T_i$ . La organización queda definida especificando los estados internos  $S$  del sistema y sus condiciones de entrada  $E$  [3].

Además de acuerdo con Ashby, un sistema autorganizador comienza con partes separadas y éstas cambian luego hacia la formación de conexiones [3].

Esto quiere decir que en un sistema tecnológico los estados internos siguientes  $S_n$  estarán definidos por los estados internos  $S_a$ , las entradas  $E_a$  actuales y la Transformación actual  $T_a$ , que es función de todas las transformaciones anteriores<sup>6</sup>, esto es  $S_n = T_a[S_a \times E_a]$  y que

<sup>6</sup> $T_n = \prod_{i=1}^{n-1} T_i$ , en el caso más general, donde  $T_i$  es una transformación

para cuestiones de diseño conviene definir primero la organización del sistema (las entradas  $E_i$  y los estados  $S_i$ ) para después definir las Transformaciones  $T_i$ ; dividir el sistema en partes y diseñar cada una de estas por separado, tomando en cuenta el como se harán las conexiones entre sí. Al mismo tiempo estas divisiones y estas conexiones definen subsistemas con estructuras idénticas a las de la EST a Partir de la Finalidad, conformando un orden jerárquico.

La tarea de ingeniero consiste en encontrar la combinación de estados internos " $S_i$ " y las entradas " $E_i$ " que permiten proponer las transformaciones " $T_i$ " y que en conjunto maximizan a los criterios.

A partir de las definiciones anteriores y dividiendo al sistema en partes podemos comenzar el diseño conceptual.

#### B) Subdivisión del Sistema en Subsistemas.

Aquí debe dividirse el sistema en subsistemas tal como lo presenta la EST Dada la Especialización de sus Subsistemas quedando la tarea de desarrollar el diseño conceptual de acuerdo con lo siguiente:

- **Ingeniero Mecánico:** La transmisión y transformación de energía en cualquiera de sus formas.

- **Ingeniero Electrónico:** El manejo de la información y de la energía eléctrica.

- **Diseñador Industrial:** La interacción con el usuario y el medio ambiente.

Esta subdivisión del sistema mantiene conexiones con las otras de tal forma que las tres disciplinas deben ponerse de acuerdo con lo siguiente:

- **Ingeniero Mecánico, Ingeniero Electrónico y Diseñador Industrial:** Para la interfaz hombre-máquina deben de realizar el diseño de apariencia, diseño ergonómico, secuencias de operación, selección de materiales y disposición de partes.

- **Ingeniero Mecánico e Ingeniero Electrónico:** Definición de los procesos internos, selección de sensores, actuadores, sistemas de energía, sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos y secuencias de operación y control internos del sistema, así como la disposición de partes, ensambles y subensambles de los sistemas electrónicos dentro del Sistema Tecnológico.

- **Ingeniero Mecánico y Diseñador Industrial:** Diseño ergonómico y selección de materiales para las estructuras externas de apariencia y de manejo de materiales.

- **Ingeniero Electrónico y Diseñador Industrial:** Definición de los protocolos de la interfaz H-M, selección de elementos tales como despliegues, botones, etc., útiles para el manejo de la de información en la interacción hombre-máquina.

Así estas tres disciplinas comparten la responsabilidad de acuerdo a la EST a Partir de la Interacción de las Disciplinas, haciendo énfasis en que la interacción más fuerte y prioritaria corresponde a la selección y disposición de los elementos del límite contenidos en el Modelo de Sistema Electrónico.

Con la información obtenida en el punto investigación del tipo de sistema y con la subdivisión del sistema en subsistemas se han completado los parámetros de operación del sistema y se han identificado las tareas a realizar por cada una de las disciplinas, respectivamente. Por lo que a continuación se deben de realizar las siguientes actividades tomando como base el modelo de sistema tecnológico.

#### Diseño Conceptual del Proceso Estático

El diseño conceptual del proceso estático consiste en tender las estructuras que permiten contemplar al sistema en un estado uniforme, o tendiendo a él, sin cambios o variaciones en los elementos componentes, en una consideración de estado estacionario [16].

#### Diseño Conceptual del Proceso Dinámico.

El diseño conceptual del proceso dinámico consiste en considerar al sistema existente en el tiempo y en operación, donde sus elementos mantienen interacciones dinámicas, realizan un proceso y se mantienen en una red de conexiones cambiante y en movimiento, en una cadena de acontecimientos [16]. Aquí el trabajo consiste en aplicar los conceptos del control, estabilidad, adaptabilidad, etc., con el propósito de tender estructuras capaces de codificar la información, estabilizar al sistema, evitar la desorganización y hacerlo equifinal.

En el diseño conceptual deberá realizarse primero el diseño de los procesos materiales, que corresponden a la transmisión y transformación de materia y energía (donde en este quedarán definidos los límites del sistema electrónico), para después realizar el diseño de los sistemas electrónicos, los que corresponden al manejo de información, aclarando que estos últimos son un subsistema en el orden jerárquico de los sistemas tecnológicos. Así el diseño conceptual del sistema electrónico requerirá del diseño conceptual del proceso material.

### C) Diseño Conceptual del Proceso Material

#### *Diseño Conceptual del Proceso Material Estático*

##### El Medio del Sistema Tecnológico.

Aquí se define a nivel sistema tecnológico todos los parámetros del medio, como los de temperatura y factores de carga, que repercutirán sobre la operación completa del sistema de donde el sistema deberá existir y funcionar, estos puntos ya han sido recabados en los puntos anteriores y deberán ser ampliados si es necesario.

##### La Entrada al Sistema Tecnológico.

En general se definen los tres tipos de entradas (materiales, energéticos y de información) que permitirán la utilización y operación eficiente del sistema. Aquí también se especifican, para

cada uno de ellas, las variantes y límites de esas variantes.

#### La Salida del Sistema Tecnológico.

Se definen los tres tipos de salidas (materiales, energéticas y de información) que deberán cumplir con el propósito. Aquí se especifican, para cada uno de ellas, las variantes y límites. Se deben de incluir los desechos, pérdidas de energía y errores.

#### El Límite del Sistema Tecnológico.

Para poder tender las estructuras primarias es indispensable definir el límite del sistema que proporciona las aberturas al medio y permiten la interacción entrada salida. Los límites de un sistema tecnológico son:

**Límite Físico:** Aquí se definen los límites materiales de sistema y las características estructurales del mismo.

**Límite Temporal:** Aquí se define el tiempo que estará en operación y la vida esperada del mismo.

**Límite Social:** Aquí se identifica el tipo de personal que operará el sistema y las características ergonómicas que deberá tener este último.

**Límite Psicológico:** Aquí se define la apariencia y la forma de operar el sistema.

Además, aquí se definen y seleccionan los elementos que deberán intercambiar información con el usuario y para los cuales su función esta gobernada por los sistemas electrónicos y que formarán parte del límite de estos, la selección deberá hacerse de acuerdo a los criterios de diseño, a los estándares y normas legales y de acuerdo a lo propuesto en la División del Sistema en Subsistemas.

#### La Transformación en el Sistema Tecnológico.

Aquí se tienden las estructuras que permitirán cumplir con los objetivos y que se refieren a la transmisión y transformación de materia, energía e información a un nivel conceptual, añadiendo que las estructuras de un sistema tecnológico comienzan a partir de las entradas, de las salidas y del límite.

La transformación cuenta con tres procesos que son los de las tareas primarias, tareas secundarias y tareas de coordinación. Por lo cual una vez especificado los puntos anteriores se deberá realizar el:

- Diseño Conceptual del Proceso Primario.
- Diseño Conceptual del Proceso Secundario.
- Diseño Conceptual del Proceso Coordinador.

#### - *Diseño Conceptual de Proceso Primario del Sistema Tecnológico.*

El diseño conceptual del proceso primario consiste en tender las estructuras de regulación primaria, fundamentales y primitivas que realizan las tareas primarias de transmisión y transformación de energía; que trabajan gracias a la interacción dinámica; que descansan en la Directividad Basada en el Alcance de un Estado Final y que tiene

que ver con que todo sistema alcanza una condición independiente del tiempo y dirige sus acontecimientos hacia un estado final. En este punto se proponen los sistemas tales como bandas transportadoras, engranes, pistones neumáticos, bandas sincrónicas, cadenas, sincronizadores mecánicos, tuberías, en general todos los sistemas mecánicos y energéticos que guían, conducen y transforman; y que por el simple hecho de ser dispuestos en determinado orden y con determinada forma, al interactuar entre ellos funcional y espacialmente, se produce un proceso. Además de estas estructuras se deben tender las estructuras que cumplen con la Teleología Estática o Adecuación y que son disposiciones convenientes para lograr determinado propósito. Aquí se proponen la estructuras tales como: los tableros, los elementos estáticos, las estructuras de soporte y ensamble, etc. y estas soportan a los procesos secundarios y de coordinación.

*- Diseño Conceptual del proceso Secundario del Sistema Tecnológico.*

El diseño conceptual del proceso secundario consiste en superponer, en las estructuras de regulación primarias, las estructuras de regulación secundarias, tienen que ver con las formas en que los elementos constituyentes concentran su energía en el cumplimiento de las tareas primarias y realizan acciones que permiten conservar el estado uniforme del sistema en repuesta a las perturbaciones generadas por el medio o a las irregularidades de los materiales y energías de suministro. Estas estructuras dirigen el proceso de tal suerte que es logrado tal resultado, manteniendo constante la situación energética y material promedio del sistema a través del manejo de información y deben ser dispuestas de acuerdo a lo que propone La Directividad Basada en la Estructura y que es gobernada por La Equifinalidad, es decir con el hecho de que el sistema pueda alcanzar el mismo estado final partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos. Estas son estructuras basadas, generalmente en mecanismos de retroalimentación. En este punto se tienden las estructuras de control o los mecanismos de regulación tales como las válvulas, los reguladores de Watt, los reguladores de presión, en sí todos los mecanismos de regulación material y energética del sistema, además se deben de seleccionar los límites del Sistema Electrónico que tienen que ver con los estados internos del Sistema Tecnológico tales como: los sensores y los actuadores que dentro del proceso servirán para la medida de las variables y para ejecutar acciones correspondientes al manejo, control y regulación del proceso; los sistemas de energía como las pilas, las fuentes de poder, la alimentación eléctrica, los sistemas de presión, de calor etc., que proporcionarán la energía necesaria para la operación del sistema, además se identifican los mecanismos que requieren de un control puntual, para seleccionar el tipo de regulación (on-off, proporcional, PID, etc.) basada en la retroalimentación. Esta selección esta gobernada por las políticas que se proponen en la Subdivisión de Sistemas en Subistemas; tiene que ver con la interacción entre las disciplinas, recordando que los sensores y actuadores son soluciones tecnológicas interdisciplinarias y que tanto el ingeniero mecánico como electrónico deben escoger en forma conjunta.

- *Diseño Conceptual del Proceso Coordinador del Sistema Tecnológico.*

La vinculación entre los elementos del sistema y las tareas primarias y secundarias depende de las tareas de coordinación [16]. Tiene que ver con la directividad basada en la intencionalidad y son estructuras que manejan y organizan la manera en que los sistemas dividen las tareas, se comunican e interactúan unos con otros [16], aquí se identifican los procesos sincrónicos, la secuencia de operación interna, el protocolo de comunicación de la interfaz hombre-máquina y de la comunicación con otros sistemas electrónicos.

Generalmente el sistema electrónico es el encargado de realizar los procesos de coordinación y su diseño será tratado posteriormente aclarando que en este paso se pueden proponer algoritmos que den soluciones de control, donde las estructuras secundarias realicen los actos de regulación y las estructuras de coordinación proporcionen las referencias o la guía de acciones del proceso, tal es el caso de la aplicación de los algoritmos de robótica.

*Diseño Conceptual del Proceso Material Dinámico.*

*Diseño Conceptual de los Procesos de Codificación del Sistema Tecnológico.*

Se debe de identificar en que partes el Sistema Tecnológico deben reaccionar solamente a señales específicas o de su interés, para luego ser programados para responder a estas e ignorar las otras, tiene que ver principalmente con los procesos primarios y secundarios [16]. Aquí se identifican aquellos procesos materiales y energéticos y aquellas señales que el sistema debe de reconocer, ya sean internas o externas, y que requieren ser preprocesadas o posprocesadas aplicando criterios de filtrado, codificación o reconocimiento, para después plantear la teoría necesaria al respecto.

*Diseño Conceptual de los Procesos de Estabilidad del Sistema Tecnológico.*

Se identifican los procesos de transformación que presentarán cierta inestabilidad y se definen los límites permisibles capaces de conservar el orden y el control, para que en la existencia de perturbaciones, que den como resultado la movilización de energía, se pueda recobrar el equilibrio [16], tiene que ver con los procesos secundarios y de coordinación. Aquí se identifican los procesos materiales, los procesos energéticos y todas aquellas señales que deben ser controladas para que el sistema tenga autodirección en base a los criterios de control y estabilidad planteando la teoría necesaria para la estabilización del sistema.

*Diseño Conceptual de los Procesos de Desorganización del Sistema Tecnológico.*

Se identifican los procesos que en forma natural se dirigen hacia la simple distribución aleatoria de sus elementos y se plantean formas y modos de retardarlos o evitarlos [16], tiene que ver con los procesos primarios con respecto a los procesos de degradación de los materiales que determinan la vida útil de los sistemas, aquí se debe de realizar el diseño en función de las teorías de fatiga, degradación, corrosión y oxidación de materiales, así como los efectos

producidos por la vibración en los sistemas de soporte y ensamble y en general en todo el sistema, etc.

#### **Diseño Conceptual de los Procesos Equifinales del Sistema Tecnológico.**

Se identifican las partes y sistemas que deben ser capaces de llegar al mismo estado final a partir de diferentes condiciones iniciales [16]. Aquí se plantean las teorías de control y adaptabilidad para lograr la estabilidad del sistema a partir de diferentes condiciones iniciales, reduciendo los tiempos transitorios. Tiene que ver con los procesos secundarios y de coordinación.

#### **D) Diseño Conceptual del Sistema Electrónico**

Los sistemas electrónicos generalmente conforman el grueso de los procesos de transformación secundarios y de coordinación en un Sistema Tecnológico, por lo que los sistemas electrónicos son parte de estos. Sin embargo el Sistema Electrónico es un subsistema del Sistema Tecnológico, así que los principios de estos últimos también son aplicables en este caso y se recomienda complementar el siguiente desarrollo con el anterior, excluyendo únicamente la entrada, transformación y salida de materia.

#### *Diseño Conceptual del Proceso Estático del Sistema Electrónico*

##### **El Medio del Sistema Electrónico.**

Aquí se define a todos los parámetros que repercutirán sobre la operación completa del sistema electrónico donde deberá existir y funcionar, el medio de éste forma parte de la interfaz hombre-máquina y de los sistemas mecánicos de proceso y de ensamble.

##### **El Límite del Sistema Electrónico.**

El límite son las aberturas de Entrada/Salida que tiene el sistema y que le permiten intercambiar energía e información con su medio. Para un sistema electrónico los elementos del límite casi ya han sido seleccionados en su totalidad en el Diseño Conceptual del Proceso Material de Transformación. En esta etapa se terminan de definir y seleccionar estos elementos:

- **Sistemas de energía:** Fuentes y Conversores.
- **Dispositivos de medición:** Sensores y transductores
- **Dispositivos correctores finales:** Actuadores
- **Sistemas de comunicación entre sistemas electrónicos.**
- **Sistemas de comunicación hombre-máquina.**

##### **La Entrada al Sistema Electrónico**

Se identifican las variables eléctricas de entrada que son proporcionadas por los elementos del límite del sistema y que proporcionan información referente al estado interno de los procesos materiales y energéticos de transformación del sistema tecnológico por medio de sensores, a la información introducida por el usuario por medio de la interfaz hombre-máquina y a la información que proviene de otros sistemas electrónicos, así como el tipo de energía eléctrica proveniente de los sistemas de energía eléctrica.

### La Salida del Sistema Electrónico.

Se identifican las variables eléctricas de salida que deben de suministrarse a los elementos del límite del sistema y que permiten gobernar el estado interno de los procesos materiales y energéticos de transformación del sistema tecnológico por medio de actuadores, llevar información al usuario por medio de los elementos de la interfaz hombre-máquina y proporcionar información a otros sistemas electrónicos.

### La Transformación en el Sistema Electrónico

La transformación se realiza por medio de tres procesos: los de comunicación, los de control y los de coordinación.

#### - *Diseño Conceptual del Proceso Comunicación del Sistema Electrónico.*

Aquí se tienden las estructuras de comunicación que guían el flujo de la información, se atienden a dos tipos de estructuras: las estructuras que descansan en la Directividad Basada en el Alcance de un Estado Final y pueden ser elementos base y mecanismos de malla abierta, y las estructuras basadas en la Teleología Estática o Adecuación que tienen que ver con los conectores, bases para circuitos integrados, circuitos impresos, etc.

#### - *Diseño Conceptual del proceso de Control del Sistema Electrónico.*

Estas estructuras corresponden a las que realizan las tareas de control y de regulación, aquí se superponen a las estructuras de comunicación las estructuras basadas en La Directividad Basada en la Estructura y que es gobernada por La Equifinalidad, es decir con el hecho de que el sistema pueda alcanzar el mismo estado final partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos, estos elementos tienen la capacidad de tomar acciones correctivas y que son capaces de movilizar energía para conservar el estado uniforme del sistema en respuesta a las perturbaciones generadas por el medio, en esta etapa se identifican el lugar y las funciones principales de estos. Pueden ser mecanismos de malla cerrada y máquinas. Además si los sistemas seleccionados son capaces de soportar un software este debe de diseñarse conceptualmente planteando una programación estructurada.

#### - *Diseño Conceptual del Proceso Coordinador del Sistema Electrónico.*

El sistema coordinador procesa y mantiene intercambios de información con los sistemas de comunicación y control, en esta etapa se seleccionan los sistemas coordinadores tales como las máquinas, equipos y sistemas, tienen que ver con la Finalidad o Intencionalidad. Además, si el sistema seleccionado es capaz de soportar un software este debe de diseñarse conceptualmente planteando una programación estructurada.

### *Diseño Conceptual del Proceso Dinámico del Sistema Electrónico*

Este punto se refiere a la selección de los métodos de control, estabilidad, adaptabilidad, reconocimiento, etc., con el propósito de

codificar la información, estabilizar el sistema, evitar la desorganización y ser equifinal, por lo cual es indispensable realizar el diseño conceptual de las siguientes partes.

- Diseño Conceptual de los Procesos de Codificación.
- Diseño Conceptual de los Procesos de Estabilidad.
- Diseño Conceptual de los Procesos de Desorganización.
- Diseño Conceptual de los Procesos Equifinales

#### **Diseño Conceptual de los Procesos de Codificación del Sistema Electrónico.**

Aquí se identifican las señales eléctricas que requieren ser preprocesadas o posprocesadas aplicando criterios de codificación o reconocimiento, para después plantear la teoría necesaria al respecto. Aquí se proponen elementos tales como los discos codificados, filtros o teorías de reconocimiento, etc.

#### **Diseño Conceptual de los Procesos de Estabilidad del Sistema Electrónico.**

Aquí se identifican todas aquellas señales eléctricas que deben ser controladas para que el sistema electrónico tenga autodirección en base a los criterios de control y estabilidad para después plantear la teoría necesaria para la estabilización del sistema.

#### **Diseño Conceptual de los Procesos de Desorganización del Sistema Electrónico.**

Aquí se deben de integrar elementos que evitan la degradación de los sistemas electrónicos, tomando como parámetro la degradación de los materiales eléctricos y electrónicos. Aquí se proponen estructuras tales como los disipadores de calor, ventiladores, filtros de aire y humedad, etc.

#### **Diseño Conceptual de los Procesos Equifinales del Sistema Electrónico.**

Aquí se deben de plantear las teorías de control y adaptabilidad para lograr la estabilidad del sistema a partir de diferentes condiciones iniciales, reduciendo los tiempos transitorios.

Al terminar el diseño conceptual se tienen un conjunto de diagramas estructurales, diagramas de proceso, bosquejos, modelos, listas de material, lista de consideraciones para el diseño definitivo, teorías a utilizar, etc., en sí un bosquejo general de lo que se pretende realizar.

#### **5.3.1.7.- Planeación**

La planeación consiste en determinar el orden y la cronología de las actividades que se requieren realizar para la materialización de los sistemas, están compuestas de cuatro elementos importantes: El flujo de actividades, el flujo de personal, el flujo de la tecnología y el medio ambiente de trabajo (adaptación [20], ver figura 5.2).

El Flujo de las Actividades esta constituido por una lista de actividades que deben ser dispuestas en un cierto orden y que permitan la coordinación y la regulación del comportamiento de las tareas de un

grupo o grupos de personas. Describe la forma en que se desarrollarán las actividades y no necesariamente la manera en que lo hacen. Estas actividades inherentemente presuponen un conjunto de metas que cada individuo deberá alcanzar, **estrategias** que definen la manera en que alcanzarán estas metas, una estructura que define la función de su trabajo y las relaciones de autoridad, políticas y procedimientos que advierten a los individuos lo que deben y no deben hacer, es decir, el modo de dirigirse y los **sistemas administrativos** que proporcionan la información, coordinan y desarrollan los recursos necesarios para llevar a cabo la estrategias [20].

El **Flujo de Personal** esta constituido por el grupo de personas que realizarán cada actividad y describe al grupo de personas ideales, no necesariamente las indispensables y únicas, para realizar el trabajo de cada una de estas [20].

El **Flujo de Tecnología** está constituido por todos los factores que en cada actividad contribuyen directamente a la transformación de los recursos y esta constituido principalmente por las **Herramientas, Equipo y Maquinaria** requeridos por el personal en cada actividad para diseñar y fabricar, presupone la existencia de **Puestos Informales** que explotan los conocimientos y las habilidades físicas de cada persona y que varían tanto en función como en personal asignado al puesto en cada actividad, un **Flujo de Trabajo** basado en la interdependencia existente entre las tareas que pueden ser de tres tipos: Interdependencia Secuencial donde la tarea A proporciona el material de la tarea B, Interdependencia Recíproca donde la tarea A proporciona el material para la tarea B y viceversa e Interdependencia conjunta donde A y B proporcionan material para el total de las tareas y cada una es apoyada por la totalidad de las tareas, y por último **Procedimientos Técnicos** que permiten trabajar con las herramientas, equipo y maquinaria y definen cómo se debe realizar una tarea [20].

El **Ambiente Físico** define el lugar en donde se realizará cada actividad y que presuponen una configuración del espacio dependiendo del tipo de trabajo y de la manera en que se trabaja, las características del ambiente que definen la iluminación, temperatura y niveles de ruido, el diseño interior que define el mobiliario la decoración y el diseño arquitectónico que define el diseño estructural en general de los edificios y naves de trabajo.

	ACTIVIDADES	PERSONAL	TECNOLOGIA	AMBIENTE	
T I E M P O	1	PRUEBA DE SENSORES	JORGE Y LUIS	CALIBRACION POR MEDIO DE OSCILOSCOPIO Y MULTIMETRO	LABORATORIO DE ELECTRONICA
	2				
	3	FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS	MANUEL Y CARLOS	LAMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA	TALLERES DE FABRICACION
	4				

FIGURA 5.2: Planeación de las Actividades

Estos aspectos han sido llamados flujos por que muestran el movimiento, el ir y venir de las cosas.

Estos cuatro aspectos deben coordinarse a través del tiempo pero y por lo general suelen traslaparse y como las actividades son lo más

importantes en el desarrollo y determinan a los demás factores, entonces, el ejemplo mostrado en la figura 5.2 puede cambiarse a una presentación en Diagrama de Grant donde el eje del tiempo se presenta en forma horizontal (figura 5.3).

ACTIVIDADES		TIEMPO					
		1	2	3	4	5	Días
PRUEBA DE SENSORES	Personal		JORGE Y LUIS				
	Tecnología		CAL. OSC. M.				
	Ambiente		LAB. ELECTRO.				
FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS	Personal			MANUEL, CARLOS			
	Tecnología			LAMP. ULTRA.			
	Ambiente			TALLER. FAB.			

FIGURA 5.3: Diagrama de Grant de las Actividades

#### 5.3.1.8.- Investigación Programada

Una vez terminado el diseño conceptual se debe de verificar la existencia de todos los conocimientos necesarios para la realización del sistema, por lo que, se identifica si es necesario generar nuevos conocimientos dada la existencia de algunos eslabones débiles y definibles dentro del diseño conceptual o de la necesidad de asimilar tecnologías nuevas, para después realizar la investigación programada que proporcionará los conocimientos faltantes para el desarrollo de todo el diseño.

#### 5.3.1.9.- Diseño Preliminar y de Configuración

El diseño preliminar consiste en diseñar y probar modelos experimentales de cada una de las partes del sistema, conjuntando a los procesos estáticos con los procesos dinámicos haciendo cálculos y especificando partes, este diseño también forma parte de la investigación programada y cumple también con los objetivos de esta. Al mismo tiempo se debe de realizar el diseño de configuración, el cual consiste en disponer las partes, subensambles y ensambles en su posición definitiva y que permitirán la interacción espacial y funcional del sistema. Esta etapa del diseño optimiza el diseño conceptual y puede usarse como herramienta la EST y la ESE dada su Complejidad Constructiva y la EST y la ESE Dada la Interacción de las Disciplinas.

#### A) Diseño Preliminar y de Configuración del Proceso Material

El Diseño Preliminar del Proceso Material consiste en diseñar y construir modelos en donde se contemplan los límites del Sistema Tecnológico, las entradas, las salidas, la transformación y los sistemas de energía para el sistema de proceso material del Sistema Tecnológico y se incluyen los sensores, los actuadores e interfaz hombre-máquina, que son parte del límite de los sistemas electrónicos. También las partes son programadas estructuralmente para cumplir con un propósito, realizándose conjuntamente el Diseño de Configuración que contempla la disposición del lugar, del espacio, de la forma, del soporte y ensamble del Proceso Materia y del Sistema Electrónico, estos últimos vistos como cajas negras.

**B) Diseño Preliminar y de Configuración del Sistema Electrónico**

Para el Sistema electrónico el Diseño Preliminar consiste en diseñar, construir y probar modelos electrónicos que sean capaces de interconectarse con los elementos de su mismo límite, contemplando las entradas, las salidas, el proceso de transformación, los sistemas de comunicación hombre-máquina, los sistemas de comunicación con otros sistemas electrónicos y los sistemas de energía requeridos por el sistema electrónico; además de configurarse estructuralmente (por medio del hardware) y programarse (por medio del software, si este existe) para cumplir con la interacción espacial y funcional, por lo que debe de realizarse el Diseño de Configuración Hardware y el Diseño de Configuración Software.

- El Diseño Preliminar y de Configuración del Hardware consiste en realizar cálculos para cada una de las partes componentes del Sistema Electrónico aportadas por la ESE a Partir de la Complejidad Constructiva, tomando en cuenta el lugar, los espacios, los cableados, los ruteos y formas de soporte y ensamble de las partes, ensamblajes y subensamblajes del sistema electrónico, que permitirán el flujo de información (señales o datos) y la interacción espacial y funcional, dividiendo físicamente al sistema electrónico en un caso extremo en: tarjeta principal (CPU, memorias, puertos, convertidores, etc), tarjetas de interfaz (acondicionadores de señal para los sensores y actuadores), tarjeta de comunicación hombre-máquina (teclados, despliegues, indicadores, etc.) y tarjetas de energía (fuentes de poder, baterías, etc.)<sup>8</sup>, agregando los sistemas de interconexión (por medio de conductores eléctricos) ya que estos son parte del mismo sistema y deberán ser seleccionados y dispuestos de la manera más conveniente, de acuerdo a estándares y normas, ayudados por la ESE a Partir de la Interacción de las Disciplinas y por la EST a Partir de la Interacción de las Disciplinas en su punto 3.2.4.2. dedicado a la Interacción Espacial y Funcional entre Disciplinas.

El diseño de configuración del hardware contempla dos pasos: el diseño de configuración de cada una de las tarjetas y el diseño de configuración del Sistema Electrónico completo.

**Diseño de Configuración de cada una de las Tarjetas:** Las tarjetas están constituidas de conductores, dispositivos eléctricos y electrónicos, circuitos integrados y sistemas de interconexión. Estos elementos deben ser dispuestos en tarjetas de circuitos impresos para interconectarse entre sí, con el objeto de acomodar los elementos de tal forma que se cumpla con la definición de Ingeniería de Diseño Electrónico, optimizando rutas, disponiendo los elementos constituyentes, etc. proponiendo elementos de sujeción, soporte y ensamble y apoyados por la ESE a Partir de la Interacción de las Disciplinas.

**Diseño de Configuración del Sistema Electrónico:** Las tarjetas aportadas en el punto anterior (ver figura 5.4) deben ser dispuestas de tal forma que se cumpla con la definición de Ingeniería de Diseño Electrónico y de una forma similar al del punto anterior.

---

<sup>8</sup> Para aplicaciones sencillas todo el Sistema Electrónico puede estar contenido en una sola tarjeta.

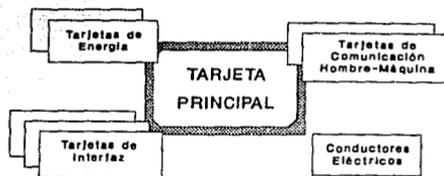


FIGURA 5.4: Diseño Preliminar y de Configuración del Hardware

- **Diseño Preliminar y de Configuración del Software.** La existencia de instrucciones de programación electrónica (software), dentro de un Sistema Tecnológico, permite construir sistemas flexibles que a partir de un diseño general son capaces de soportar diferentes aplicaciones. Los sistemas electrónicos que soportan un software, son sistemas que al ser utilizados permiten una mejor aplicación de la Ingeniería de Diseño Electrónico y que cumplen ampliamente y casi en su totalidad con la definición de Tecnologías de la Información definidas al final del capítulo I. El diseño de software de estos sistemas es tratado en el Capítulo de Aplicación.

Posteriormente el diseño preliminar y de configuración, dividido en dos partes, del Proceso Material y del Sistema Electrónico, debe unificarse en uno solo presentando dibujos, perspectivas y modelos.

#### C) Diseño de Apariencia Externo e Interno

Como en este momento ya se tiene el conocimiento del espacio interno que ocupará el sistema completo y los elementos que lo componen, se puede empezar a realizar el diseño de apariencia externo e interno con el objeto de investigar al usuario, en los aspectos de diseño funcional y diseño de apariencia, para realizar la investigación de mercado y completar las especificaciones comerciales y por otro lado hacer los análisis de costos de diseño y manufactura, para esto se debe de realizar las siguientes actividades:

- **Presentación de partes, ensambles y subensambles en perspectivas, acuarelas y modelos.** Se realizan de 5 a 10 bosquejos a mano alzada para generar posibles soluciones; se seleccionan de 3 a 4 de estos para realizar las acuarelas, perspectivas y modelos correspondientes; con las muestras externas de apariencia se realizan encuestas a los usuarios, distribuidores y vendedores para proponer posibles correcciones a las especificaciones comerciales, además de proporcionar información adicional sobre el diseño funcional y de apariencia [18].

- **Lista Preliminar de Materiales por Niveles de Implosión.** Al integrar el diseño preliminar en sus partes, subensambles y ensambles, se tiene la lista preliminar de materiales, sólo resta ordenarlos en una forma lógica y subsecuente, asignando claves por niveles de implosión a las partes subensambles y ensambles en donde se muestre con la iniciación del número cual incorpora a cual [18].

**D) Estudio de Costos e Inversiones.**

Con la lista preliminar de materiales y con las acuarelas, perspectivas y modelos se esta en posibilidad de realizar el estudio de costos e inversiones que servirá para obtener un costo preliminar del sistema y un costo de la inversión en herramienta, maquinaria, equipo y otras instalaciones, así como una idea de lo que se va a manufacturar en planta, lo que se va a comprar localmente, lo que se va a importar, lo que se va a maquilar, etc. y por otro lado el tiempo que requerirá cada función y por ende la iniciación de la producción, etc [18].

Así, Ingeniería de manufactura estudia las partes, componentes, subsensibles y ensambles que se van a manufacturar o ensamblar en planta, proporcionando información a ingeniería de diseño con respecto a las mejoras del diseño para la fabricación y el ensamble. Determina el proceso (haciendo hojas de proceso preliminares); les aplica tiempos; decide cuanto material se llevará cada pieza o ensamble; indica el costo de herramienta necesaria para realizar cada pieza, componente, subsensible o ensamble; hace el estudio estimado de inversiones que se requiere para cada parte, o en general para el proyecto; pone los tiempos requeridos para el diseño, construcción y prueba de herramientas y los tiempos de adquisición, instalación y prueba de maquinaria y equipo; comenta sobre máquinas o herramientas existentes que pueden convertirse en cuello de botella, etc [18].

Se sondea el mercado de proveedores y se ponen precios preliminares; se investiga sobre el tiempo que se requerirá para disponer de los materiales y partes de compra local y de importación. Si se encontrara algún problema de abastecimiento se hará saber y se ofrecerán comentarios [18].

**E) Evaluación del Proyecto.**

Se hará una presentación al comité valuador de las acuarelas, perspectivas, modelos y del estudio de costos e inversiones para la aprobación del proyecto [18].

**5.3.1.10.- Diseño de Detalle**

Tomando como base el diseño conceptual y el diseño preliminar y de configuración, en el diseño de detalle se realizan los planos de fabricación y ensamble a detalle, mostrando las tolerancias y contemplando las correcciones al diseño para la fabricación y el ensamble, para el diseño funcional y de apariencia. Aquí se elabora los planos y los dibujos definitivos, la lista definitiva de materiales, las especificaciones técnicas, así como los programas definitivos y listado de esos programas. Se elaboran los manuales de operación y servicio, se hacen los diseños de folletos, placas, empaques, etc.

**5.3.1.11.- Construcción de Prototipos para Pruebas**

La construcción de prototipos para pruebas consta de los siguientes pasos:

- Fabricación y Ensamble del proceso material.
- Fabricación y Ensamble del sistema electrónico.

- Integración de los sistemas.
- Pruebas al sistema Tecnológico.

#### A) Fabricación y Ensamble del Proceso Material.

El proceso material esta constituido por todas las estructuras arrojadas por el diseño de detalle y que contemplan al modelo de Sistema Tecnológico, incluyendo a los sensores, actuadores e interfaz hombre-máquina (pero no a los sistemas de comunicación hombre-máquina), que son parte del límite de los sistemas electrónicos y a los sistemas electrónicos manejandolos como cajas negras en donde solo se contemplan los sistemas de soporte y ensamble.

Todos estos elementos deben ser fabricados, ensamblados y probados independientemente de los sistemas electrónicos, realizando correcciones si estas son necesarias.

#### B) Fabricación y Ensamble del Sistema Electrónico.

El sistema electrónico esta constituido por todas las estructuras arrojadas por el diseño de detalle y que contemplan al modelo de Sistema Electrónico, excluyendo a los sensores, actuadores y los Sistemas de Comunicación hombre-máquina que son parte del límite de esto.

Todos estos elementos deben ser fabricados, ensamblados y probados independientemente del proceso material. Además de que si existen sistemas que soportan un software, deberán programarse rutinas de prueba para el sistema electrónico y que posteriormente podrán ser utilizadas de nuevo para las pruebas del Sistema Tecnológico. Por otro lado el software definitivo deberá programarse dividiéndose en programa principal, subrutinas del programa principal y rutinas del sistema, integrándose en uno solo para conformar el programa. Deberán hacerse correcciones si es necesario.

#### C) Integración de los Sistemas.

El proceso material y el sistema electrónico deberán ser integrados para conformar al sistema tecnológico, el trabajo consiste en instalar los sistemas electrónicos y tender las estructuras eléctricas que interconectan a los sensores, actuadores e interfaz hombre-máquina.

#### D) Pruebas, Correcciones y Validación del Sistema Tecnológico.

Una vez integrado el Sistema Tecnológico deberán hacerse las pruebas integrales que verifiquen el funcionamiento de todo el Sistema Tecnológico, se harán correcciones y se validará el proyecto para su manufactura.

##### 5.3.1.12.- Comunicación del diseño

- Presentar un documento ordenado (Archivo General del Proyecto) que contenga lo siguiente:
  - Diseño y explicación del diseño con diagrama de bloques y esquemas del proyecto.
  - Planos completos y en limpio
  - Lista completa de elementos partes material que se requiere

para la fabricación y ensamble del proyecto a su máxima especificación incluyendo materiales sustitutos.

- Diagramas.
  - Anexar las observaciones pertinentes de fabricación y ensamble.
- Presentar el manual de operación y servicio que estará estructurado de la siguiente forma:
- Información general
    - Características
    - Especificaciones técnicas
  - Operación
    - Diagramas explicativos.
    - Descripción de la interfaz hombre-máquina.
    - Modo de operación.
  - Guía de mantenimiento
    - Tabla de síntomas, fallas y correcciones de fallas.
  - Apéndices: Para cada una de las disciplinas se requieren:
    - Planos de fabricación
    - Diagramas de ensamble
    - Diagramas de conexiones
    - Lista de códigos de elementos
    - Diagramas de circuitos
    - Lista de materiales
- Presentar el modelo funcional del proyecto terminado con su mejor presentación.
- Anexar una autoevaluación personal del proyecto, exponiendo los pros y contras del mismo.
- Entregar junto con el Archivo General del Proyecto los archivos Personales y de Desechos del Proyecto.
- Entregar un diskette con la siguiente información y estructura:
- Información: Contendrá toda la información del proyecto que se haya procesado en computadora.
  - Estructura: Deberá estar estructurado de la siguiente forma.

NOMBRE DEL PROYECTO ————┬── MANUAL  
                                   ├── DIAGRAMAS  
                                   ├── PLANOS  
                                   └── CONTRATOS

Manual: Contendrá la información referente al archivo general del proyecto y al manual de operación y servicio.

**Diagramas:** Contendrá todos los diagramas tanto eléctricos, electrónicos y mecánicos que se hayan procesado en computadora.

**Planos:** Contendrá todos los planos tanto eléctricos, electrónicos y mecánicos que se hayan procesado en computadora.

**Contratos:** Contendrá los documentos de negociación y relación de gastos generada durante el proyecto.

#### 5.3.1.13.- *Manufactura*

Con la información presentada en la etapa de comunicación del diseño y con el estudio hecho por Ingeniería de Manufactura de las muestras de apariencia, las partes, ensambles y subensambles y de la lista preliminar de materiales; habiendo determinado el tipo y el diseño del proceso de producción, agregando las correcciones al diseño para la manufactura, se preparan las secuencias, se estudia el proceso, se hace diagramas de flujo, se realiza el diseño de herramientas, se proporciona los recursos que se requieran para fabricar: maquinaria, equipo, herramienta, tiempos, movimientos, métodos, procesos, transportadores, equipo para el manejo de materiales, entrenamiento en el equipo y procesos nuevos, se planea e implantan nuevas instalaciones, nuevas naves, ampliaciones a las ya existentes y se las pone en funcionamiento, se integra el control de calidad, se realizan las compras locales o de importación de materiales, partes, accesorios etc., se manufactura el primer prototipo. Se hacen pruebas, correcciones y adaptaciones para la manufactura si son necesarias y se manufactura el segundo prototipo sobre el cual se hacen las últimas pruebas, correcciones y adaptaciones al Sistema Tecnológico. Se preparan las ventas se presenta a los distribuidores y se producen normalmente de acuerdo a las requisiciones.

#### 5.3.1.14.- *Distribución, Servicio y Refacciones*

Se implementan los medios y mecanismos de distribución, servicio y refacciones que sean rápidos, eficaces, limpios y con a un precio justo.

#### 5.4.- *METODOLOGIA DE DISEÑO PARA TRABAJOS ESPECIFICOS*

Quando un sistema es dividido en subsistemas y estos a su vez son divididos a través del análisis en sus partes elementales, tal como se enuncia en el punto 5.3.1.6.A dedicado a la definición de Sistema Tecnológico con Entrada y estas últimas deben ser diseñadas por una persona o un grupo de personas, el Método de Diseño para Proyectos en General es preferible no utilizarlo, sin embargo este ha arrojado la información general del proyecto, entonces surge la necesidad de plantear un método menos extenso, que contemple la existencia de la información general y que permita al diseñador realizar su trabajo, este método se contemplan las siguientes actividades y para motivos de este trabajo solo se presenta en una forma breve.

##### *Definición del Problema*

- Se define el sistema de acuerdo a la ESE a Partir de la Finalidad.
- Se recaba la información técnica y comercial necesaria para

- realizar el diseño.
- Se investiga sobre el tipo de sistema tal como lo propone la Metodología de Diseño de Proyectos en General.
- Se define el tipo de sistema de acuerdo a la Metodología de Diseño de Proyectos en General.
- Se elabora el Plan del Trabajo de acuerdo a lo propuesto en la Metodología de Diseño de Proyectos en General.

#### *Búsqueda, Generación y Evaluación de Soluciones.*

- Se generan soluciones de acuerdo a la Metodología de Diseño de Proyectos en General en su puntos Diseño Conceptual del Sistema Electrónico, Diseño Preliminar y de Configuración del Sistema Electrónico e Investigación Programada.
- Se evalúan las soluciones de acuerdo a los siguientes criterios.
  - Diseño Funcional: Operación Simple
  - Diseño de Apariencia: Del Gusto del Consumidor
  - Calidad: Cumplir con las Normas
  - Económicos: Costos de Producción Bajos
  - Distribución: Consideraciones para el Transporte
  - Servicio: Disponibilidad en el Mercado
- Se hace una selección de las mejores soluciones que maximicen los criterios.

#### *Construcción, Evaluación Funcional y Selección de Soluciones*

- Se elabora la lista de partes y se hacen compras
- Se fabrican y ensamblan modelos
- Se hacen pruebas y evaluaciones funcionales
- Se selecciona la mejor solución

#### *Diseño de Detalle*

- Se realiza el diseño definitivo
- Se elabora la lista de partes definitiva
- Se realizan los diagramas definitivos
- Se hace la distribución de elementos y el diseño de circuitos impresos apoyados en el Diseño Preliminar y de Configuración del Sistema Electrónico.
- Se realizan los planos y diagramas definitivos

#### *Fabricación*

- Se hacen las compra de partes
- Se fabrican partes y elementos externos e internos

#### *Ensamble*

- Ensamble de partes, ensambles y subensambles del prototipo
- Pruebas parciales de partes, ensambles y subensambles

#### *Pruebas*

- Pruebas de operación del sistema en general
- Detección y clasificación de fallas
- Análisis y corrección de fallas

### Rediseño

- Alternativas de corrección
- Evaluación y selección
- Corrección:
  - de las especificaciones técnicas
  - de fabricación
  - de planos
  - de elementos

### Comunicación del diseño

Se presenta un documento similar al presentado en la Metodología de Diseño General en su etapa de Comunicación del diseño.

## 5.5.- RESUMEN DE LA METODOLOGIA DE PROYECTOS EN GENERAL

En este punto se muestra la correspondencia que existe entre el método de diseño desarrollado en este trabajo y el proceso de diseño que se ha venido utilizando durante los últimos años.

### 5.5.1.- El Proceso de Diseño

El Proceso de Diseño tiene por objeto el dar al Ingeniero una guía de actividades general que sirva de procedimiento para ejecutar las tareas de diseño, por definición es el conjunto de fases por las que atraviesa el fenómeno del diseño y que permite lograr los objetivos de éste en la creación de sistemas de una manera más eficiente y rápida.

El Proceso de Diseño, en su forma más genérica y como un resumen de lo que ha sido presentado por otros autores, consta de las actividades que se muestran en la figura 5.5. Esta figura debe compararse con el diagrama 1.1 donde se muestra el Espectro de las Clasificaciones Primarias del Trabajo y de la Producción. La retroalimentación proveniente del bloque Comunicación del Diseño tiene por objeto el tener un control de la evolución del sistema a través de la evaluación de las salidas de cada ciclo del proceso de diseño, esta retroalimentación no es la única que debiera aparecer en este diagrama pero sí es la más importante, ya que las necesidades en el medio cambian constantemente y hasta podría decirse continuamente y los ciclos de diseño requieren de un cierto tiempo para planear, conceptualizar, diseñar y por último presentar salidas en su bloque de Comunicación pudiendo ser esta salida muy tardía para dar respuesta a las necesidades del medio.

El método de diseño que se presenta en este trabajo sigue la misma secuencia del de la figura 5.5.

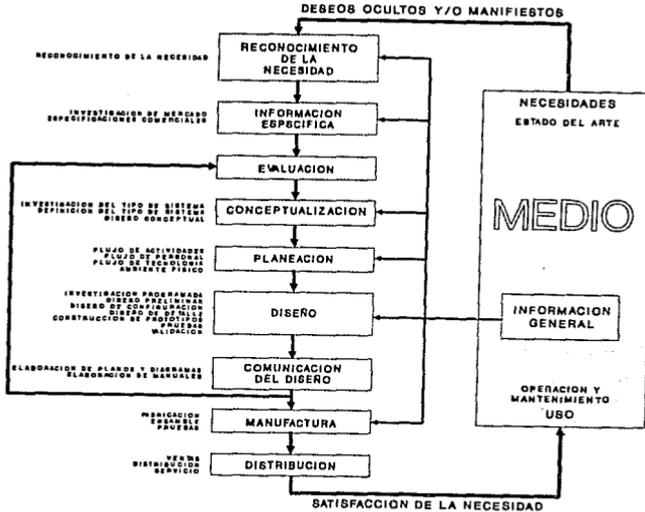


FIGURA 5.5: El Proceso de Diseño

### 5.5.2.- Resumen de la Metodología de Diseño de Proyectos en General

Aquí se presenta un resumen de la metodología de proyectos en general. Esta metodología básicamente se refiere a los sistemas creados con tecnologías ya existentes, en las cuales solo se requiere de una Interacción Espacial y Funcional Entre Disciplinas, aplicando ligeros conceptos científicos. El resumen se enlista a continuación (ver diagramas nombrados Hoja 1 a la Hoja 9 al final del capítulo):

#### Reconocimiento de la Necesidad

#### Investigación de Mercado

- Sistema que se Piensa Manufacturar
  - Datos Completos de la Competencia y Patentes
  - Detección de Normas y Estándares Aplicables
  - Definición de sus Características y Especificaciones Técnicas
  - Variaciones o Variantes del Mismo
- Volumen que se Piensa Vender al Año
- Costo de Manufactura Esperado y Precio al Público
- Fecha Deseada de Introducción
- Si se Va a Descontinuar Otro Sistema Existente

#### Especificaciones Comerciales

*Investigación del Tipo de Sistema*

- Conocimiento de Otros Sistemas:
  - Secuencias de Operación
  - Funcionamiento Interno
    - Sistema Mecánico
    - Interfaz Hombre-Máquina
    - Sistemas Electrónico
    - Identificación de Elementos Base, Mecanismos, Máquinas, Equipos y Sistemas
    - Estudio Generalizado y Comparativo del Comportamiento de los Sistemas ya Existentes
- Información comercial:
  - Posibles Proveedores
  - Costos de Elementos, Mecanismos, Máquinas, Equipos y Sistemas Mecánicos y Electrónicos

*Definición del Tipo de Sistema.*

- Definición del Propósito
- Definición de los Objetivos y Funcionamiento Interno
- Definición de las Restricciones
- Definición de Criterios

*Diseño Conceptual*

- Subdivisión del Sistema en Subsistemas
- Diseño Conceptual del Proceso Material

*Diseño Conceptual del Proceso Material Estático*

- El Medio del Sistema Tecnológico
- La Entrada al Sistema Tecnológico
- La Salida del Sistema Tecnológico
- El Límite del Sistema Tecnológico

- Límite Físico
- Límite Temporal
- Límite Social
- Límite Psicológico

- La Transformación en el Sistema Tecnológico

*Diseño Conceptual de Proceso Primario del Sistema Tecnológico.*

- Estructuras de Transmisión y Transformación Primarias
- Estructuras Estéticas, de Recubrimiento, de Soporte y de Ensamble

*Diseño Conceptual del proceso Secundario del Sistema Tecnológico.*

- Mecanismos de Regulación Material y Energética
- Selección de los Límites del Sistema Electrónico
- Seleccionar el Tipo de Regulación

*Diseño Conceptual del Proceso Coordinador del Sistema Tecnológico.*

- Identificación de Procesos Síncronos
- Secuencia de Operación Interna
- Protocolo de Comunicación de la Interfaz Hombre Máquina y de la Comunicación con Otros Sistemas Electrónicos
- Selección del Sistema Electrónico de Comunicación y Control
- Proposición de Algoritmos de Control

*Diseño Conceptual del Proceso Material Dinámico.*

- Diseño Conceptual de los Procesos de Codificación del Sistema Tecnológico
  - Identificación de Señales Externas o Internas que deben ser Preprocesadas o Posprocesadas por el Sistema.
  - Identificación de Criterios de Codificación o Reconocimiento
  - Planteamiento de Teorías de Codificación o Reconocimiento
- Diseño Conceptual de los Procesos de Estabilidad del Sistema Tecnológico
  - Identificación de Procesos de Transformación Inestables
  - Definición de Límites Permisibles de Inestabilidad
  - Planteamiento de Teorías de Control y Estabilidad
- Diseño Conceptual de los Procesos de Desorganización del Sistema Tecnológico
  - Identificación de Procesos de Desorganización Natural
  - Planteamiento de Formas y Modos de Retardarlos o Evitarlos
  - Selección de Teorías de Diseño Relacionadas con la Degradación de los Materiales: Teorías de Fatiga, Degradación, Corrosión y Oxidación de Materiales, Viración, etc.
- Diseño Conceptual de los Procesos Equifinales del Sistema Tecnológico
  - Identificación de Teorías de Control y Adaptabilidad para Lograr la Estabilidad del Sistema a Partir de Diferentes Condiciones Iniciales

## - Diseño Conceptual del Sistema Electrónico

*Diseño Conceptual del Proceso Estático del Sistema Electrónico*

- El Medio del Sistema Electrónico
- El Límite del Sistema Electrónico
  - Sistemas de Energía
  - Sensores y Transductores
  - Actuadores
  - Sistemas de Comunicación Entre Sistemas Electrónicos
  - Sistemas de Comunicación Hombre-Máquina
- La Entrada al Sistema Electrónico
  - Referentes al Estado Interno y Externo
  - A la Información Introducida por Medio de la interfaz Hombre-Máquina
  - A la Información Proveniente de Otros Sistemas Electrónicos
  - El Tipo de Energía Requerida
- La Salida del Sistema Electrónico
  - Que Gobernán el Estado Interno del Sistema
  - Que Llevan la Información a la Interfaz Hombre Máquina y a Otros Sistemas Electrónicos
- La Transformación en el Sistema Electrónico
  - *Diseño Conceptual del Proceso Comunicación del Sistema Electrónico.*
  - *Diseño Conceptual del proceso de Control del Sistema Electrónico.*
  - *Diseño Conceptual del Proceso Coordinador del Sistema Electrónico.*

*Diseño Conceptual del Proceso Dinámico del Sistema Electrónico*

- Diseño Conceptual de los Procesos de Codificación del Sistema Electrónico
- Diseño Conceptual de los Procesos de Estabilidad del Sistema Electrónico
- Diseño Conceptual de los Procesos de Desorganización del Sistema Electrónico
- Diseño Conceptual de los Procesos Equifinales del Sistema Electrónico

*Planeación*

- Flujo de las Actividades
- Flujo de Personal
- Flujo de Tecnología
  - Herramientas, Equipo y Maquinaria
  - Diseño de Puestos Informales
  - Flujo de Trabajo
  - Procedimientos Técnicos

- El Ambiente Físico
  - Configuración del Espacio
  - Características del Ambiente
  - Diseño Interior
  - Diseño Arquitectónico

*Investigación Programada*

- Para la Generación de Conocimientos
- Para la Asimilación de Tecnología

*Diseño Preliminar y de Configuración*

- Diseño Preliminar y de Configuración del Proceso Material
  - Diseño Preliminar
  - Diseño de Configuración
- Diseño Preliminar y de Configuración del Sistema Electrónico
  - El Diseño Preliminar y de Configuración del Hardware
    - Diseño de Configuración de cada una de las Tarjetas
    - Diseño de Configuración del Sistema Electrónico
    - Diseño Preliminar y de Configuración del Software
- Diseño de Apariencia Externo e Interno
  - Ordenación Lógica y Subsecuente de Partes, Subensambles y Ensamblajes
  - Lista Preliminar de Materiales por Niveles de Implosión
  - Presentación de partes, ensamblajes y subensambles en perspectivas, acuarelas y modelos

Estudio de Costos e Inversiones  
Evaluación del Proyecto

*Diseño de Detalle*

- Realización de Planos de Fabricación y Ensamble a Detalle
- Dibujos Definitivos
- Lista Definitiva de Materiales
- Especificaciones Técnicas
- Listados de Programas Definitivos (Software)
- Manuales de Operación y Servicio
- Diseño de Folletos, Placas, Empaques, etc.

*Construcción de Prototipos y Pruebas*

- Fabricación y Ensamble del Proceso Material
- Fabricación y Ensamble del Sistema Electrónico
- Integración de los Sistemas
- Pruebas al Sistema Tecnológico

*Comunicación del diseño*

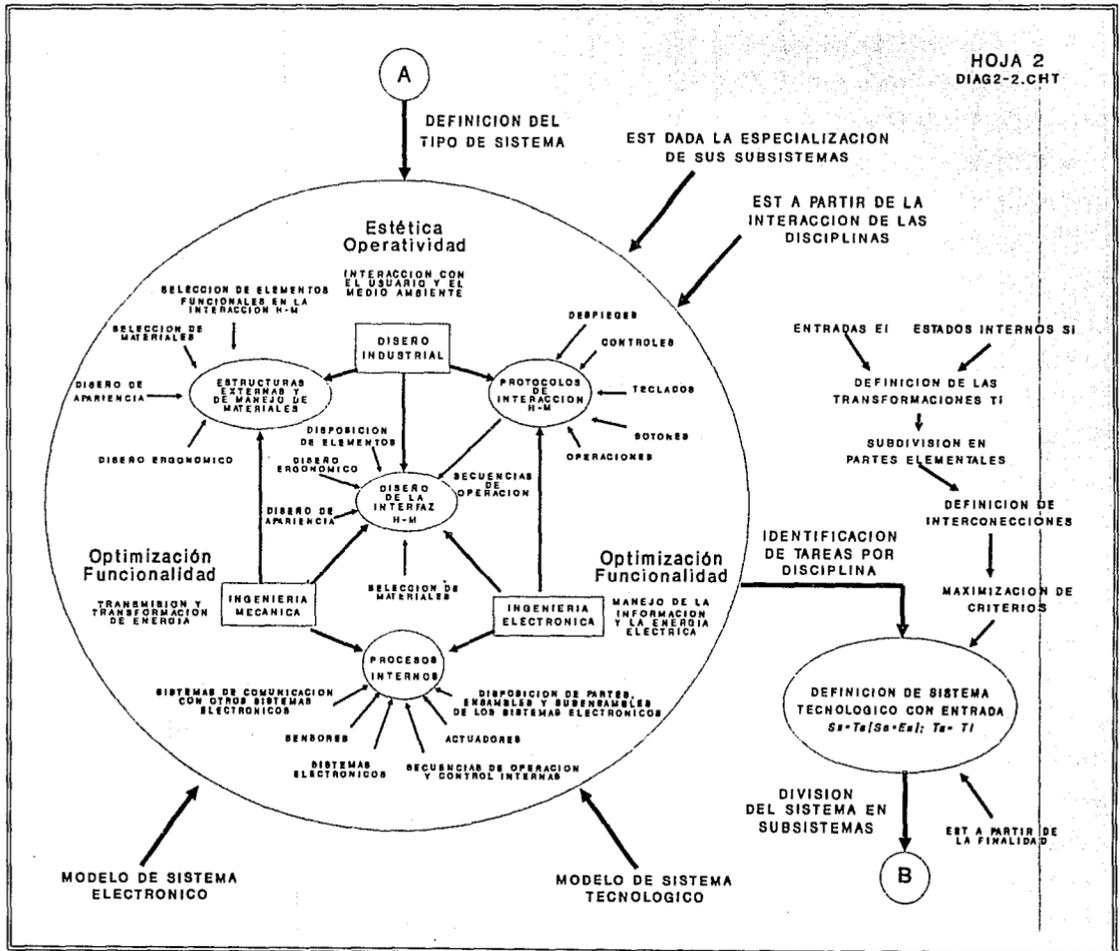
- Diseño y Explicación del Diseño con Diagrama de Bloques y Esquemas del Proyecto.
- Planos Completos y en Limpio
- Lista Completa de Elementos Partes Material que se Requiere para la Fabricación y Ensamble del Proyecto a su Máxima Especificación Incluyendo Materiales Sustitutos.
- Diagramas.
- Anexar las Observaciones Pertinentes de Fabricación y Ensamble.
- Manual de Operación y Servicio
- Modelo Funcional Terminado
- Anexar una Autoevaluación del Proyecto, Exponiendo los Pros y Contras del Mismo.

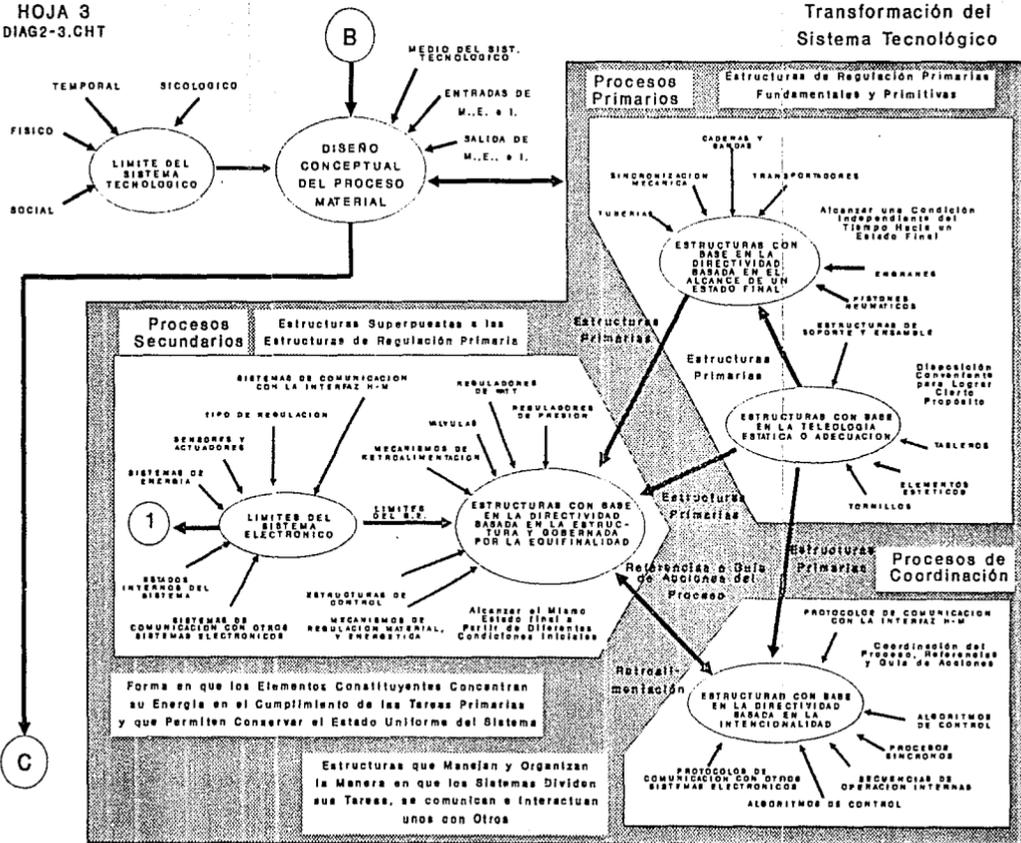
*Manufactura*

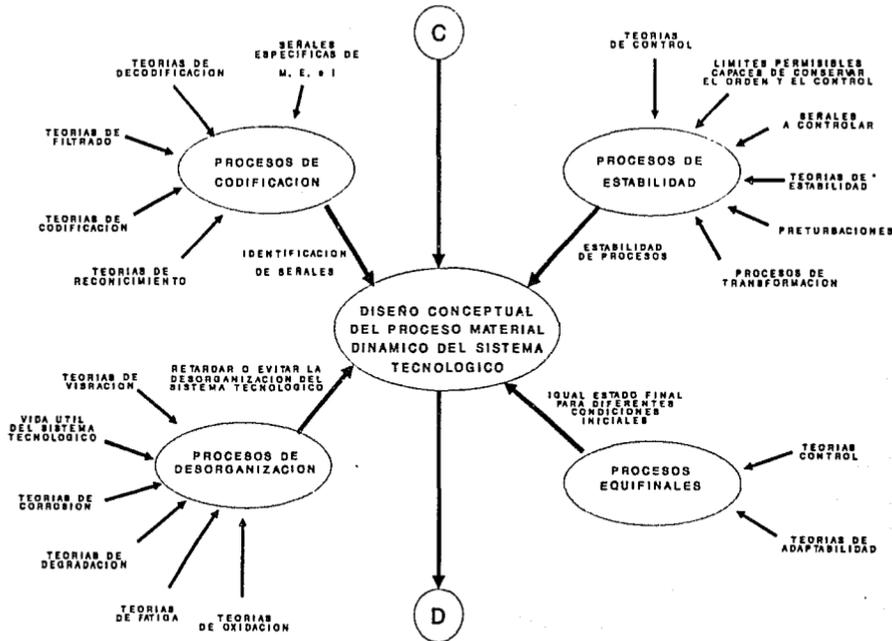
- Tipo de Proceso de Producción
- Secuencias de Producción
- Estudio del Proceso
- Diseño de Herramientas
- Instalación de Maquinaria, Equipo, Herramienta
- Cálculo de Tiempos y Movimientos
- Entrenamiento en Equipo y Procesos Nuevos
- Planeación e Implementación de Nuevas Naves o Ampliaciones
- Se Ponen en Funcionamiento las Instalaciones
- Se integra el Control de Calidad
- Realización de Compres Locales y de Importación
- Se Manufactura el Primer Prototipo
- Se hacen pruebas Correcciones y Adaptaciones
- Se Manufactura el Segundo Prototipo
- Últimas Pruebas y Correcciones
- Preparación de Ventas
- Presentación a los Distribuidores
- Se Reciben las Requisiciones

*Distribución, Servicio y Refacciones*

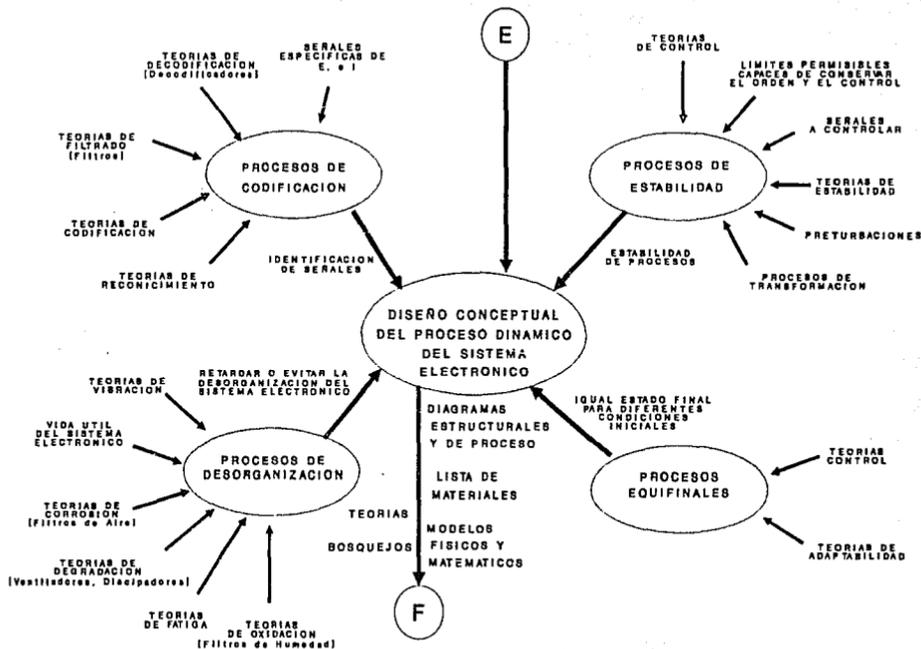




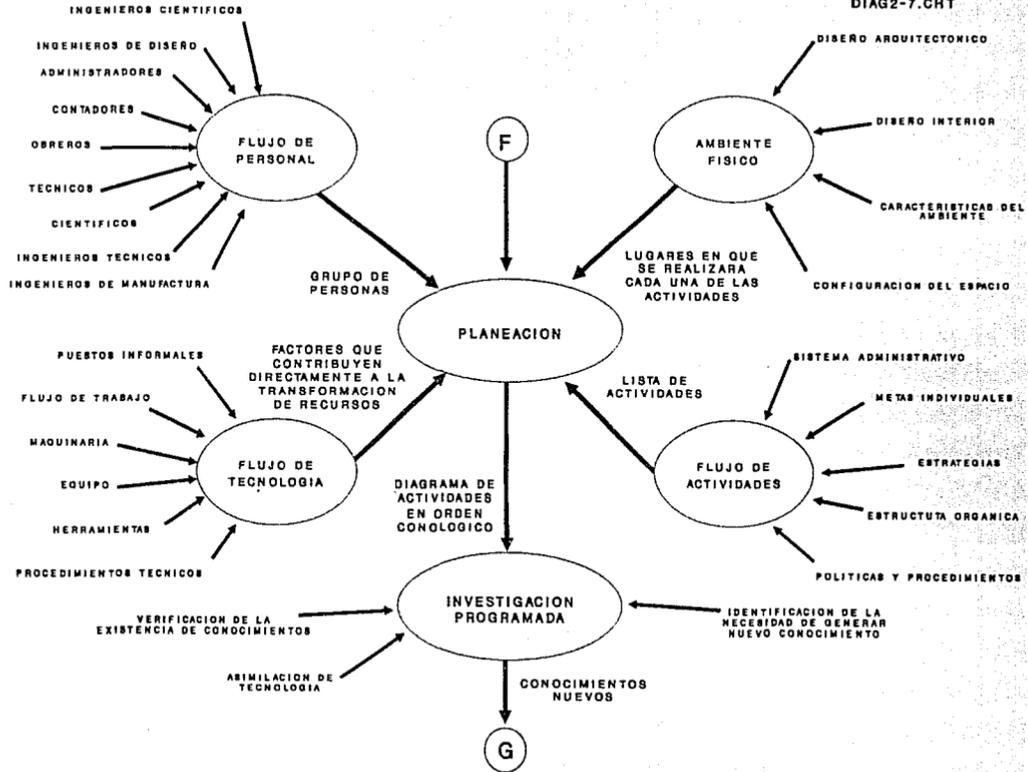


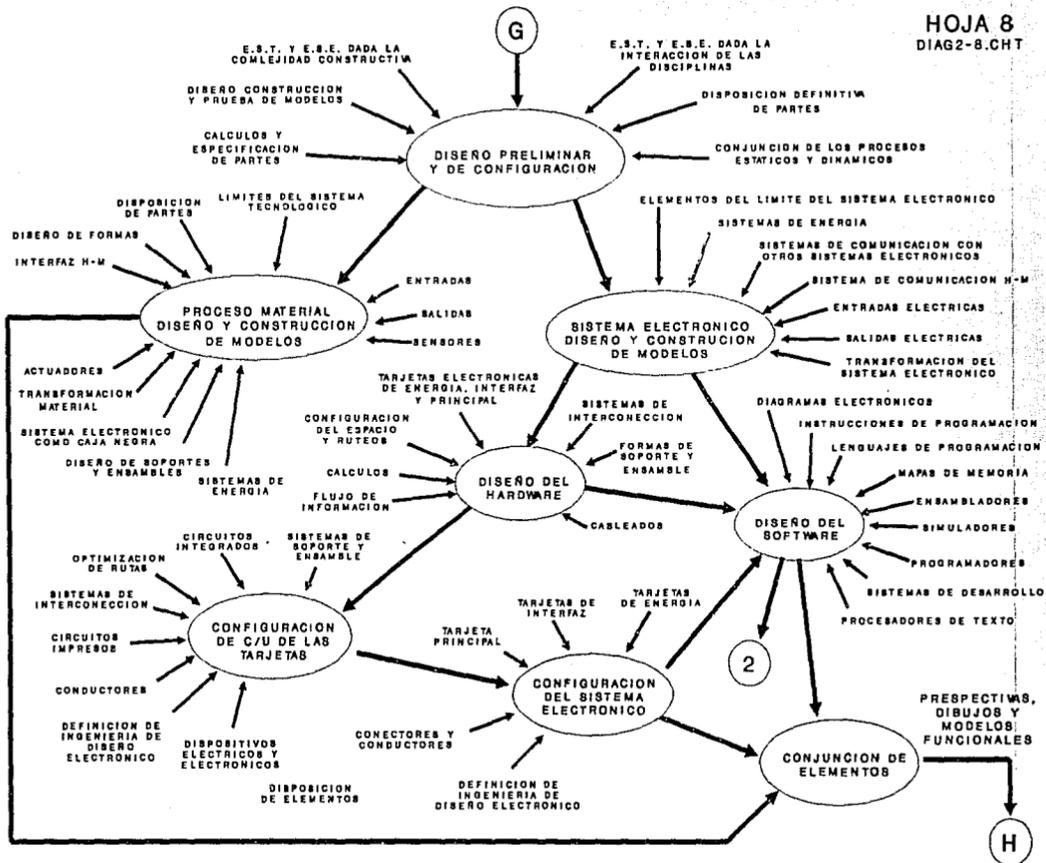






HOJA 7  
DIAG2-7.GHT







## LA ORGANIZACION Y LA INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS

### 6.1.- LA ORGANIZACIÓN Y LA INFRAESTRUCTURA

Para hacer posible el desarrollo de sistemas tecnológicos es necesario trabajar interdisciplinariamente. Esto significa que es necesario trabajar con diferentes grupos de trabajo, donde los resultados de cada uno de estos hace posible la materialización de un sistema tecnológico íntegro. La organización para estos grupos de personas es vital importancia, pues en esta se coordinan las actividades a desarrollar aportadas por las metodologías asociadas al diseño. Así mismo, se requiere de una infraestructura que permita materializar los sistemas ideados, en donde cada individuo pueda desarrollar sus actividades de acuerdo a su especialidad y sus obligaciones, por lo que a continuación se atacan estos dos aspectos imprescindibles dentro de una organización para el diseño de sistemas tecnológicos.

#### 6.1.1.- La Organización

La organización debe entenderse como el grupo de personas que trabajan juntas para alcanzar un objetivo común, esta ofrece los medios para lograr más de lo que jamás se podría hacer estando solos. Pero esta debe estar estructurada de tal forma que permita hacer productivas a personas de distinta capacidad y conocimiento.

Existen varias estructuras de trabajo que pueden ser modelo para el desarrollo de Sistemas Tecnológicos, sin embargo aquí se presenta una estructura matricial (ver figura 6.1).

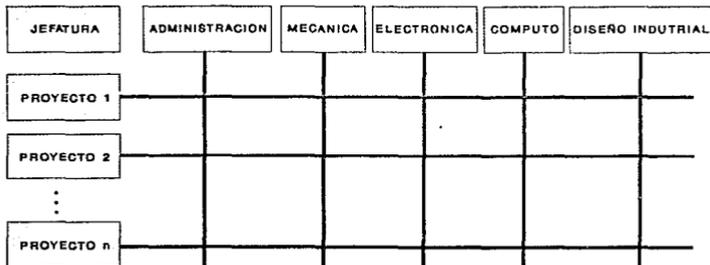


FIGURA 6.1: Organización para el Desarrollo de Sistemas Tecnológicos

La estructura funciona de la siguiente manera. Se asigna un Jefe de Proyecto por cada proyecto existente, el proyecto es la base de la estructura, así que el Jefe de proyecto hace uso de cada una de las secciones pidiendo al Jefe de Sección los recursos humanos necesarios para el proyecto. El Jefe de Sección arma una estructura conformada

como lo muestra la figura 6.2 y guía y conduce las acciones de esta. El Jefe de Sección cuenta con un Secretario y con instalaciones que le permiten desarrollar el trabajo competente a su disciplina y que son responsabilidad de este.

La estructura orgánica de la disciplina tiene por objeto dar solución a los problemas directos que se presenten en la rama de su competencia y a los problemas nacidos de la interacción de las disciplinas, esta es orientada por el Jefe de Sección, siendo responsabilidad de este el desarrollo generado por dicha disciplina. La responsabilidad total de proyecto recae en el Jefe de Proyecto. La estructura de un Proyecto quedaría integrada por el Jefe de Proyecto, por los Jefes de Sección y por cada uno de los grupos de cada disciplina, para conformar en total una estructura interdisciplinaria.

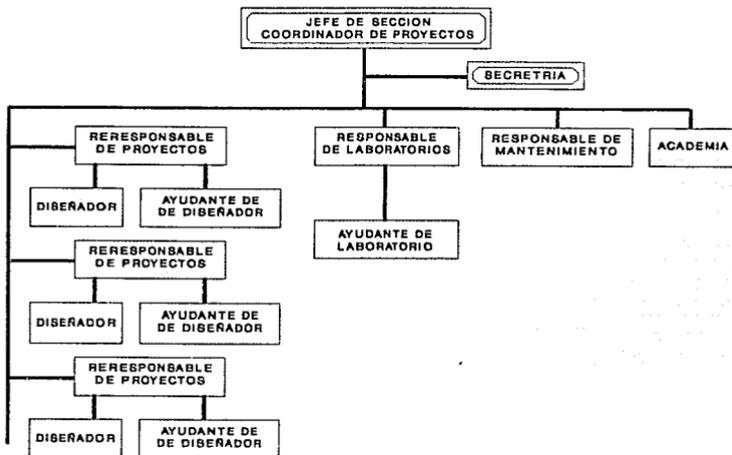


FIGURA 6.2: Estructura Orgánica de una Disciplina

En este capítulo solo se tratara la organización que debe existir en cada una de las disciplinas para el correcto desenvolvimiento de sus actividades, es tratada como un subsistema de la organización total y representa a la forma de trabajo que se ha venido llevando a cabo en la Sección de Electrónica del Centro de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

En esta organización existen dos tipos de cargos, los administrativos y los de diseño e investigación, estos no son excluyentes entre si pudiéndose tener uno de cada uno de estos. Estos cargos son formales y no tienen nada que ver con los cargos informales generados a través del proyecto. Además de que cada uno de estos cargos requiere de un proceso de capacitación.

**Cargos Administrativos:**

- Jefe de Sección
- Secretario
- Responsable de Laboratorio
- Ayudante de Laboratorio
- Responsable de Mantenimiento

**Cargos de Diseño e Investigación:**

- Coordinación de Proyectos
- Responsable de Proyecto
- Diseñador
- Ayudante de Diseñador
- Academia

**Jefe de Sección y Coordinador de Proyectos**

El Jefe de Sección tiene como objetivos el administrar los recursos de la misma, así como la contratación y coordinación de proyectos llevando el seguimiento de estos.

**Sus actividades son:**

- Administrar la Sección
  - Conformar a los grupos de trabajo y asignarles tareas.
  - Designar a los responsables de proyecto, al responsable de laboratorio y al responsable de mantenimiento.
  - Establecer los objetivos generales de los proyectos.
  - Guiar y vigilar el avance de los proyectos
  - Autoriza la terminación de un proyecto
  - Convoca a juntas ordinarias y extraordinarias
- Contratar proyectos
  - Visitas a plantas industriales
  - Pláticas con empresarios
  - Detección de las necesidades específicas
  - Recopilación de la información
  - Generación de alternativas de solución
- Planear los proyectos
  - Estimación de tiempos, costos, materiales, equipo y personal necesario para la realización del proyecto.
  - Formulación de las propuesta para la realización del proyecto.

Además de estas actividades también deberá ser responsable de proyecto.

**Secretario**

Tiene como objetivo el apoyar las actividades del jefe de sección.

Sus función fundamental es hacer que se ejecuten todas las

ordenes del jefe de sección.

**Responsable de Laboratorio**

Tiene por objetivo el organizar las actividades, dentro del laboratorio, de los grupos de trabajo y la disposición de las instalaciones y equipo, además de velar por el orden y la limpieza de los mismos.

Sus actividades son:

- Designar instalaciones, equipo y materiales a los grupos de trabajo.
- Velar por la buena utilización de las instalaciones y equipo.
- Velar por el cuidado de los manuales y materiales.
- Velar por el orden de los archiveros del laboratorio.

**Ayudante de Laboratorio**

Tiene como objetivo el auxiliar las labores del responsable del laboratorio.

Sus actividades son:

- Realizar un inventario de material y equipo cada mes y presentarlo al jefe de laboratorio.
- Llevar el control de uso, préstamo y devolución de los materiales, manuales y equipo.

**Responsable de Mantenimiento**

Tiene como objetivo el tener siempre en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos y llevar una bitácora de fallas por equipo.

**Responsable de Proyecto**

Tiene como objetivo el llevar la administración del proyecto y de vigilar el buen avance del proyecto.

Sus actividades son:

Administrativas:

- Organizar y distribuir el trabajo dentro del grupo.
- Mantener actualizados y en orden de los archivos correspondientes a su proyecto.
- Planear las compras de material y manejo de presupuesto.
- Llevar las hojas de avance de grupo de trabajo.
- Realizar un reporte quincenal del proyecto.

Avance del proyecto:

- Cumplir con los objetivos generales del proyecto.
- Cumplir con las fechas predeterminadas en la planeación del proyecto.
- Cumplir con las actividades de un diseñador.

**Diseñador**

Un diseñador queda definido por sus objetivos y obligaciones dentro del grupo de trabajo.

Son actividades de un diseñador:

- Investigación.
- Diseño.
- Pruebas.
- Mejoramiento.
- Rediseño.
- Instalación.
- Búsqueda de asesoría.
- Impartición de cursos y pláticas.

**Ayudante de Diseñador**

Tiene como objetivo el respaldar y reforzar las actividades del diseñador.

Sus actividades son:

- Compras.
- Pruebas.
- Fabricación.
- Instalación
- Búsqueda de asesoría.

**Academia**

Tiene como objetivo el reforzar las actividades de investigación y desarrollo coordinando cursos, foros, congresos, etc. nacidos de los desarrollos que actualmente se realizan o de cualquier tema de actualización del personal.

En general en el Desarrollo de un Sistema Tecnológico los Jefes de Sección seleccionan a los Responsables de Proyecto, a los Diseñadores y a los Ayudantes de Diseñador, conformando grupos interdisciplinarios que dominan cada una de las ramas científicas necesarias para el desarrollo del sistema; se hace responsable de la organización y coordinación de las actividades de cada disciplina al responsable de proyecto de cada una de éstas, tomando en cuenta que existen responsabilidades compartidas nacidas de las uniones o fronteras tecnológicas y de las soluciones que se tomen en estas uniones y que deberán ser formalizadas. Siendo responsable de todo el proyecto el Jefe de Proyecto.

**6.1.2.- La Infraestructura**

La organización debe ser capaz de responder a las necesidades que se presentan en el desarrollo de nuevos sistemas y el mejoramiento de sistemas actuales. Para esto se requiere de la integración de las siguientes infraestructura:

- Laboratorio de pruebas
- Taller experimental o de prototipos
- Diseño (mecánico, eléctrico, electrónico y artístico, etc)
- Dibujo (mecánico, eléctrico, electrónico y artístico, etc)

- Archivo fotográfico.
- Distribución de información
- Adquisición, control y almacenamiento de materiales y equipo.
- Diseño industrial.
- Cómputo

### 6.1.3.- Generalidades Sobre las Actividades Desempeñadas en un Departamento de Ingeniería del Diseño

El trabajo fundamental del departamento de ingeniería de diseño es:

- Aplicar la ingeniería
- Administrar el trabajo y hacer la administración relacionada con la aplicación de la ingeniería.
- Hacer Diseño e Investigación

Las actividades que se requieren para llevar a cabo un proyecto de desarrollo tecnológico fundamentalmente son cuatro:

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Ingeniería de Diseño
- Investigación Programada

#### Investigación Básica

El trabajo de investigación básica busca nuevos conocimientos que expliquen la causa del comportamiento de los materiales, los procesos y otros fenómenos naturales. Para lograr su objetivo la investigación básica puede incluir actividades tales como: concebir y producir materiales o concebir, desarrollar y utilizar procesos, técnicas y medios de medición [18].

El trabajo de investigación básica consiste en la búsqueda del entendimiento (comprensión) de los fenómenos de la naturaleza a través de indagaciones profundas que tienen como propósito el descubrimiento e interpretación de hechos y la formulación de leyes físicas. Sus objetivos son aprender, explicar con precisión, pronosticar e informar a otros [18].

#### Investigación Aplicada

El trabajo de investigación aplicada busca nuevos conocimientos sobre como actuarán los materiales, procesos y otros fenómenos naturales. Para lograr su objetivo la investigación aplicada puede incluir actividades tales como concebir y producir materiales; concebir, desarrollar y utilizar procesos, técnicas y medios de medición [18].

La actividad de la investigación aplicada es en si la búsqueda del conocimiento científico de valor conocido o supuesto, para la solución de problemas que, usualmente, involucran materiales, procesos o sistemas (particularmente nuevos). Busca y pretende usar los pronósticos para profundizar más en la explicación y para obtener y aplicar hechos nuevos con el propósito de producir conocimiento científico. Sus objetivos son aprender e informar a otros [18].

### Ingeniería de Diseño

Es el trabajo de aplicar el entendimiento y conocimiento de los materiales, fenómenos naturales y artes industriales en maneras y por medios cuya factibilidad conceptual o técnica ya ha sido demostrada y que se puede esperar certidumbre necesaria para concebir, desarrollar y diseñar sistemas nuevos o mejorados, o adaptar sistemas sin cambiar las características funcionales del diseño inicial [18].

### Investigación Programada

Es el trabajo nacido de reconocer la necesidad de generar conocimientos nuevos, debido a la existencia de un "eslabón débil" y definible, claramente perceptible y que ha sido experimentado dentro del proceso de diseño [13]. Esta hace uso de la Investigación Básica y Aplicada, con la diferencia que esta espera conocimientos específicos para poder dar solución a los problemas presentados en el desarrollo.

### 6.2.- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

Este manual tiene como objeto el presentar los procedimientos administrativos de la sección para su buen funcionamiento. Los procedimientos administrativos están divididos en tres:

- Documentación por archivos.
- Juntas.
- Terminación de un trabajo.

#### 6.2.1.- Documentación por Archivos

+ **Avance del Proyecto:** Contiene los objetivos generales del proyecto, la planeación total del proyecto en forma escrita y gráfica (tal como se propone en la figura 5.3). Almacena las hojas de avance de cada uno de los integrantes del grupo de trabajo.

+ **Juntas:** Contiene todas las minutas de las juntas ordinarias y extraordinarias de la sección.

\* **Personal del Proyecto:** Contiene toda la información, diagramas y esquemas de uso personal en el proyecto.

\* **General del Proyecto:** Almacena toda la documentación requerida para la entrega de un trabajo terminado.

\* **Desechos del Proyecto:** Contiene todos los diagramas, esquemas, ideas, listas de material, etc., que ya no se utilicen en los archivos personales del proyecto.

\* **Formas de Préstamo:** Contiene las formas de préstamos anteriores y actuales de manuales, materiales y equipo de la sección.

\* **Inventarios:** Contiene las hojas de los inventarios realizados en material, manuales y equipo.

\* **Bitácoras de Falla:** Contiene un folder por cada equipo donde se almacenan los reportes de falla, materiales y proveedores.

# **Fotocopias:** Contiene todas las fotocopias de las hojas de datos que alguna vez se hayan requerido en la realización de proyectos.

- **Del Personal:** Contiene todos los datos personales del personal de la sección.

De los cuales:

- + Pertenece al archivo de la Jefatura.
- Pertenece al archivo de ayudantes.
- # Pertenece al archivo del laboratorio.
- Pertenece al archivo de la Administración.

#### 6.2.2.- Juntas

- **Generales:** Se llevan a cabo por lo menos una vez al mes. Se tratan temas de información general sobre disposiciones generales, cambios de organización de la sección y del estado general de los proyectos. Asiste todo el personal.

- **De responsables de Proyecto:** Se llevan a cabo al menos una vez a la semana. Se revisa el avance de los proyectos y se notifican los cambios en las prioridades y los objetivos de estos. Asisten el jefe de sección, los responsables de proyectos, laboratorio y mantenimiento. Se entregan las hojas de avance.

- **De proyecto:** Son del tipo extraordinarias y tienen como objeto informar al grupo de trabajo sobre avances, cambios y modificaciones al proyecto. Asisten el jefe de sección y todos los integrantes del grupo de trabajo.

Todas estas juntas pueden ser de dos tipos:

- **Ordinarias:** Tal cual aparecen convocadas.

- **Extraordinarias:** Pueden ser convocadas en cualquier momento y siempre por lo menos un día antes de su realización.

#### 6.2.3.- Terminación de un Trabajo

Referirse al punto 5.3.1.12 *Comunicación del Diseño.*

## CONCLUSIONES PARTE II

1.- El Método de la Ingeniería de Diseño Electrónico es entendido como el modo razonado de proponer y realizar, en forma ordenada, los actos de:

- Investigación y
- Desarrollo

para la creación de sistemas electrónicos, que equilibran totalmente las diferentes exigencias que se presentan en cuanto a:

Tiempo:

- Tiempo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.
- Tiempo de vida esperada de los mismos.
- Tiempos de los períodos de operación esperados de estos.

Atención:

- Aplicación de la comprensión de las cosas a la creación y materialización de los sistemas electrónicos. Tiene que ver con como se crean y se materializan, es una medida de la magnitud de la información que se requiere para crearlos y materializarlos.
- Aplicación de la comprensión de las cosas a como los sistemas electrónicos concentran su energía en el cumplimiento de su propósito. Tiene que ver con como operan internamente y externamente, a las formas y modos de como deben darse a entender, es una medida de la magnitud de la información que requieren para operar y ser operados.

Recursos:

- Medios para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.
- Medios de suministro de energía e información que requieren para poder operar.

Energía:

- Fuerzas capaces de transformarse en trabajo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.
- Fuerzas capaces de transformarse en trabajo que permiten la operación de los sistemas electrónicos.

con el objeto de optimizar:

la Manufactura:

- Fabricación y
- Ensamble

la Distribución:

- Empaque,
- Transporte e
- Instalación

y el Uso:

- Operación y
- Mantenimiento

de los sistemas electrónicos y está enfocada al hecho de crear sistemas que combinan principalmente:

- la mecánica,
- la eléctrica,
- la electrónica,
- los modos de programación y
- los sistemas de energía

para formar la:

- Interacción funcional y la
- Interacción espacial

de

- Elementos,
- Mecanismos,
- Máquinas,
- Equipos y
- Sistemas

teniendo por objeto el proporcionar los medios para:

- Reunir,
- Almacenar,
- Procesar,
- Transmitir y
- Recuperar

electrónicamente:

- Palabras,
- Números,
- Imágenes y
- Sonidos

para luego controlar electrónicamente:

- Máquinas de toda especie,
- Aparatos de uso cotidiano
- Fábricas automatizadas

no importando si el hardware es:

- un dispositivo "solitario" o si es
- un circuito instalado en un sistema

para hacerlo "inteligente", así mismo, no importa si el software es un instrumento para:

- la creatividad,
- el análisis o
- el control.

- 2.- La Programación es una característica del comportamiento teleológico de los sistemas, tiene que ver con la finalidad o intencionalidad de estos, y se encuentra en cualquier disciplina que utilice la disposición para lograr un fin, así:

El Software es: la programación de los sistemas electrónicos y que esta definida por la disposición secuencial de instrucciones que conforman un algoritmo y que permite a un sistema electrónico cumplir con un propósito, esta íntimamente ligado al hardware.

El Hardware es: todo el conjunto de elementos base tanto mecánicos, eléctricos, como electrónicos que interactúan funcional y espacialmente, que han sido programados para cumplir con un propósito y que pueden permitir la existencia del software si son estructurados de cierta manera. Los sistemas electrónicos que soportan un software requieren de una estructura tipo máquina.

- 3.- El método presentado en esta parte es un método original que al ser usado dará como resultado la materialización de sistemas flexibles, inteligentes, programables, con mecanismos simplificados y estructuras más ligeras con respecto a los tradicionales. Contempla dos métodos, estos son:

- METODOLOGIA DE DISEÑO PARA PROYECTOS EN GENERAL:

Esta metodología cubren los aspectos que se presentan en el diseño de un Sistema Tecnológico, es una globalización del proyecto y atiende cuestiones generales.

- METODOLOGIA DE DISEÑO PARA TRABAJOS ESPECIFICOS:

Este método se utiliza cuando un sistema es dividido en subsistemas y estos a su vez son divididos a través del análisis en sus partes elementales, para dar soluciones a estas últimas.

- 4.- Para el desarrollo de sistemas tecnológicos es necesario trabajar interdisciplinariamente dentro de una organización, donde los resultados de cada una de las disciplinas hace posible la materialización de un sistema tecnológico íntegro.

- 5.- En organización deberán existir dos tipos de cargos, los administrativos y los de diseño e investigación,

Cargos Administrativos:

- Jefe de Sección
- Secretario
- Responsable de Laboratorio
- Ayudante de Laboratorio
- Responsable de Mantenimiento

## Cargos de Diseño e Investigación:

- Coordinación de Proyectos
- Responsable de Proyecto
- Diseñador
- Ayudante de Diseñador
- Academia

## 6.- La organización deberá contar con esto la integración de las siguientes infraestructura:

- Laboratorio de pruebas
- Taller experimental o de prototipos
- Diseño (mecánico, eléctrico, electrónico y artístico, etc)
- Dibujo (mecánico, eléctrico, electrónico y artístico, etc)
- Archivo fotográfico.
- Distribución de información
- Adquisición, control y almacenamiento de materiales y equipo.
- Diseño industrial.
- Cómputo

## 7.- El trabajo fundamental del departamento de ingeniería de diseño es:

- Aplicar la ingeniería
- Administrar el trabajo y hacer la administración relacionada con la aplicación de la ingeniería.
- Hacer Diseño e Investigación

## 8.- Las actividades que se requieren para llevar a cabo un proyecto de desarrollo tecnológico fundamentalmente son cuatro:

- Investigación básica
- Investigación aplicada
- Ingeniería de Diseño
- Investigación Programada

## 9.- Debe existir un manual de procedimientos, donde se marquen las políticas y los procedimientos técnicos y administrativos de cada sección y del departamento de ingeniería de diseño.

## TERCERA PARTE

APLICACION DE LA BASE TEORICA, METODOLOGIA DE DISEÑO Y ORGANIZACION  
EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTRONICO DE CONTROL AUTOMATICO  
PARA UN ESTERILIZADOR DE USO HOSPITALARIO

CAPITULO VII: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA  
ELECTRONICO DE CONTROL AUTOMATICO PARA  
UN ESTERILIZADOR DE USO HOSPITALARIO

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA ELECTRONICO DE CONTROL AUTOMATICO PARA UN ESTERILIZADOR DE USO HOSPITALARIO

7.1.- INTRODUCCION

Aquí se presenta, a manera de ejemplo, la aplicación de la metodología de diseño electrónico a un esterilizador de vapor de uso hospitalario, de acuerdo con lo presentado en el capítulo V y como lo muestra la figura 7.1.

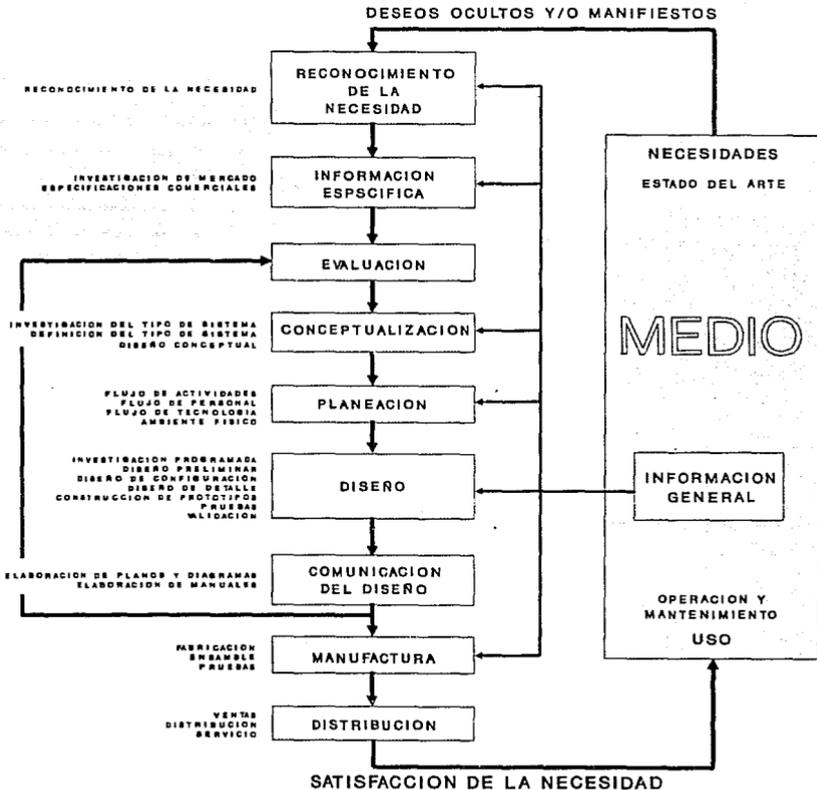


FIGURA 7.1: El Proceso de Diseño

## 7.2.- APLICACIÓN DEL MÉTODO

En la aplicación del método propuesto en este trabajo solo se profundizará en los aspectos concernientes a la Ingeniería de Diseño Electrónico en los aspectos referentes al diseño de un Sistema Electrónico de Control Automático para un Esterilizador de Vapor de Uso Hospitalario.

### 7.2.1.- RECONOCIMIENTO DE LA NECESIDAD

La abertura de las fronteras y la terminación del proteccionismo económico en México, hizo que una empresa requiriera la modernización de sus equipos de esterilización de vapor, con el objeto de cubrir su atraso tecnológico de 30 años y lograr ser competitivo a nivel nacional, debido a la existencia de equipos extranjeros en mercado. El equipo actual utiliza un control electromecánico de importación (ver figura 7.2) mismo que se discontinuará próximamente en los Estados Unidos, motivo por el cual es de suma importancia romper con esa dependencia extranjera. La necesidad se traduce en diseñar un sistema de esterilización microcomputarizado de uso hospitalario, automático y programable usando sistemas electrónicos comerciales.

### 7.2.2.- INFORMACIÓN ESPECÍFICA

#### 7.2.2.1.- Investigación de Mercado

El sistema que se piensa manufacturar es un Esterilizador de Vapor con Remoción Mecánica de Aire de 20"x20"x40", con puerta de bisagras o deslizable.

Con el objeto de diseñar un sistema competitivo en el mercado nacional se hizo una investigación de las empresas competentes en el ramo, tanto nacionales como internacionales, siendo de quince las variedades de equipos investigados, cinco nacionales y diez extranjeros.

Se hizo una recopilación de normas y estandares referentes a los equipos antes mencionados, estas normas son las que propone la American Society of Mechanical Engineers ASME para diseño de recipientes a presión.

Se definió las características del equipo:

- Control Microcomputarizado.
- Ocho Ciclos de Operación Fijos
- Un ciclo de Esterilización Programable
- Variación de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  en la Temperatura de la Cámara
- Graficador de Presión o Temperatura como Equipo Opcional
- Autodiagnóstico de Falla
- Control de Vacío en la Cámara
- Tamaño de la Cámara 20x20x40 pulgadas
- Alimentación Seleccionable de 110 o 220 volts

Deberán existir dos variantes: con puerta deslizable o con puerta de bisagras. Será un equipo modular al que podrá incluirse como equipo opcional un sistema para recirculación de agua, podra ser alimentado

directamente de la línea de vapor del hospital o por medio de un generador de vapor propio.

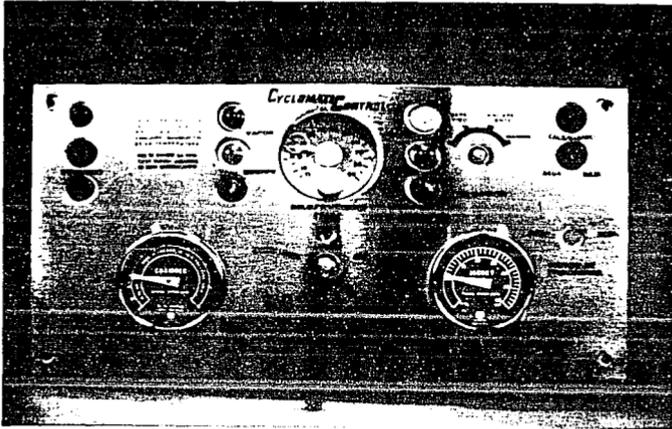


FIGURA 7.2: Control Electromecánico CICLOMATICO para Esterilizadores de Vapor

Este equipo será un modelo nuevo dentro de la línea de esterilizadores de la empresa.

### 7.2.3.- CONCEPTUALIZACIÓN

#### 7.2.3.1.- Investigación del Tipo de Sistema

Con la información obtenida en la investigación de mercado se hizo un análisis del Sistema Mecánico, de la Interfaz Hombre-Máquina, del Sistema Electrónico, y se identificaron las secuencias de operación y funcionamiento de los Elementos Base, Mecanismos, Máquinas, Equipos y Sistemas y se hizo una investigación comercial de los costos.

Se hizo un estudio generalizado y comparativo del comportamiento de los sistemas ya existentes.

Se recabó la información comercial referente a los posibles proveedores y a los costos de elementos, mecanismos, máquinas, equipos y sistemas correspondientes a los sistemas mecánicos y electrónicos

#### 7.2.3.2.- Definición del Tipo de Sistema.

El propósito del equipo es poder realizar exitosamente los ciclos de esterilización correspondientes a envases, sólidos y paquetes en sus dos modalidades (normal y turbo) y los ciclos de esterilización para líquidos, guantes y un especial (programable) (Ver figura 7.3). La entrada al equipo tiene que ver con los materiales infectados y la salida tiene que ver con los mismos materiales desinfectados. Esto

último deberá lograrlo a través de una cámara, aplicado directamente vapor saturado a los materiales a esterilizar y durante un tiempo determinado por el tipo de material. Deberá ser capaz de incorporar y eliminar vapor saturado. La cámara será de 20x20x40 pulgadas; el equipo deberá ser controlado por medio de microprocesadores y se alimentará con un voltaje de 110 Vac. El costo del equipo deberá ser tal que al ser vendido genere ganancias al empresario; deberá cumplir con las normas establecidas; será del gusto del comprador; será de operación simple y deberán existir refacciones en el mercado nacional o de los Estados Unidos.

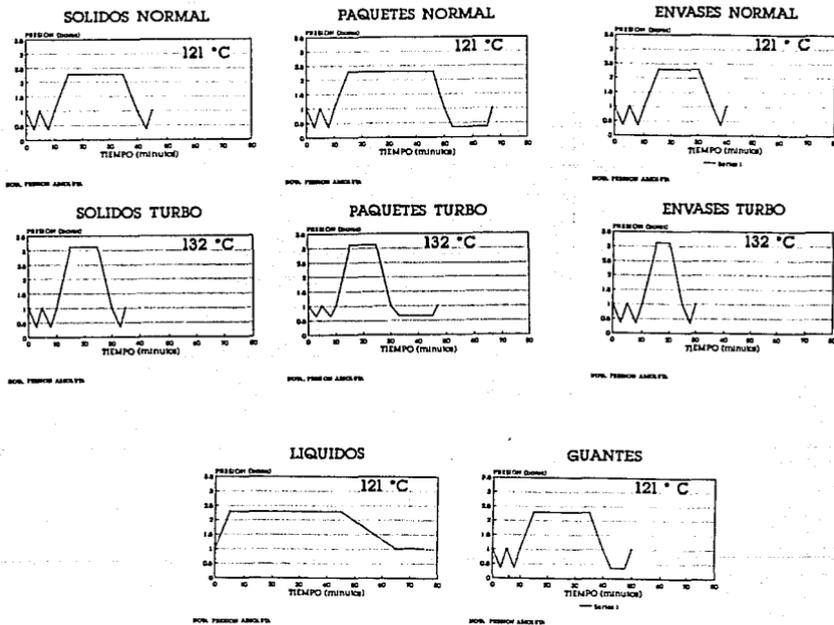


FIGURA 7.3: Ciclos de Esterilización

### 7.2.3.3.- Diseño Conceptual

#### Diseño Conceptual del Proceso Material

Se dividió el equipo en subsistemas tal como lo propone la EST dada la Especialización de sus Subsistemas. Y se comenzó por el Diseño Conceptual del Proceso Material Estático, visitando hospitales y lugares de trabajo y especificando las características del medio donde estos equipos deberán de funcionar.

Se especificaron las entradas al sistema siendo estas: materiales de esterilización, agua, vapor saturado, aire, energía eléctrica e información referente al tipo de material a esterilizar.

Las salidas del equipo son: material esterilizado, agua condensada, vapor de agua, calor e información referente al estado interno del equipo.

Se propusieron los límites físicos y estructurales, los tiempos de operación (ver figura 7.3), la vida esperada (diez años), el tipo de personal que lo operará (enfermeras), las características ergonómicas del equipo, la apariencia y la forma de operación de este.

Se hizo el Diseño Conceptual del Proceso de Transformación Material, tendiendo y disponiendo tuberías, motores, válvulas, elementos de recubrimiento, soporte y ensamble, etc., seleccionando sensores, actuadores, botones, despliegues, sistemas de energía, sistemas de regulación de presión y sistemas auxiliares de protección. Se estudiaron y se seleccionaron los sistemas de control electrónico con el propósito de evitar la Investigación Programada para la Asimilación de Tecnología y por medio del análisis arrojado por el punto Investigación del Tipo de Sistema, encontrándose que otros sistemas se desarrollaron con base al microcontrolador MCS-48 de Intel<sup>1</sup> y como ya se tenía conocimiento de este microcontrolador y de su versión mejorada el MCS-51, se seleccionó para la el diseño definitivo este último; se identificaron las secuencias de operación interna, el protocolo de la interfaz hombre-máquina, el protocolo de la interfaz de comunicación con otros sistemas electrónicos y se seleccionó el tipo de algoritmos y formas de programación, todo esto mostrado en diagramas o bosquejos (ver figura 4).

Se hizo el Diseño Conceptual del Proceso Material Dinámico, identificando la necesidad de controlar con una variación de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  la temperatura de la cámara y se planteo el modo de controlarlo, escogiendo sensores con esta misma resolución. Se identificaron los procesos de corrosión de materiales y se especificaron los tipos de material a utilizar resistentes a la oxidación, para la cámara se utiliza acero inoxidable y para las tuberías se utiliza bronce.

Con todo este diseño conceptual se llegó a cinco soluciones posibles de diagramas de tuberías y se seleccionó la que se presenta en la figura 5.

#### Diseño Conceptual del Sistema Electrónico

Al medio del Sistema Electrónico corresponden los sistemas de soporte y ensamble además del sistema de proceso material. La ubicación del Sistema Electrónico en la parte posterior de la interfaz Hombre-Máquina y a un lado de la cámara define las características del medio y las más importantes es que la temperatura aproximada de operación será de alrededor de 40 grados centígrados y con una humedad relativa que no es grande pero deberá ser considerada, por otro lado la alimentación deberá ser de 110 Vac.

---

<sup>1</sup> Marca Registrada.

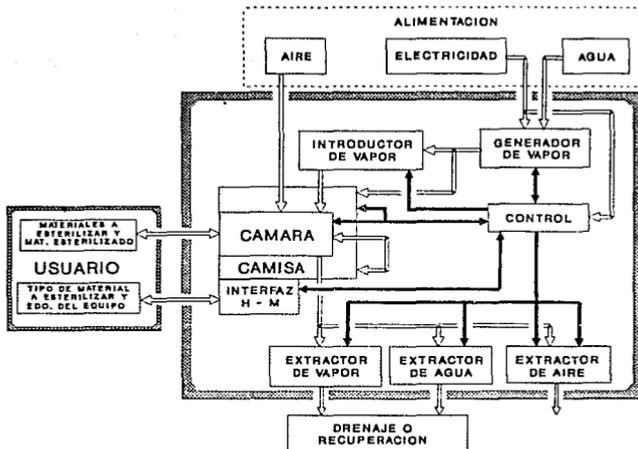


FIGURA 7.4: Diagrama de Bloques del Equipo

El límite del sistema electrónico quedo definido de la siguiente manera:

- **Sistemas de Energia:**

- Fuente de poder de 5 Vdc a 5 A,  $\pm$  12 Vac a 1/2 A.

- **Sensores y Transductores:**

- De tres a cuatro interruptores de temperatura con rango seleccionable.
- Un interruptor de presión manométrica y de vacío.
- Un microinterruptor o un interruptor de contacto magnético para detectar la posición de la puerta.

- **Actuadores**

- De diez a doce válvulas solenoide para el control del paso del vapor saturado y agua.
- Una bomba de agua y una de vacío.

- **Sistemas de Comunicación Entre Sistemas Electrónicos**

- Comunicación RS-232 para futuras aplicaciones.



Se hizo el diseño conceptual del proceso de transformación comenzando por tender las estructuras de comunicación a partir de los límites del sistema para reconocer las señales, se identificó el número de puertos necesarios para su procesamiento, se propuso al microcontrolador y se especificó el mapa de memoria externo, las memorias, el microcontrolador, los decodificadores, el restablecedor y el reloj.

Se identificó la necesidad de integrar un ventilador para evitar el calentamiento de los sistemas electrónicos, además se indicó que se le aislará físicamente y térmicamente.

Se hizo la planeación general del proyecto en donde se integraron las actividades a desarrollar concernientes a todo el desarrollo del equipo, se integraron los grupos de trabajo y se dividió el trabajo para el sistema electrónico en desarrollo de hardware y en desarrollo de software. Se identificó el personal para cada actividad y las herramientas y equipos necesarios para el desarrollo.

#### 7.2.4.- DISEÑO

##### 7.2.4.1.- Investigación Programada

Aunque ya se tenía una experiencia anterior de trabajo con el microcontrolador MCS-51 (8031), fue necesario realizar una investigación programada para la asimilación de tecnología, así que se estudió más a fondo el microcontrolador MCS-51 (8031) y se decidió utilizarlo para la solución final, también fue necesario estudiar los tipos de sensores, actuadores, botones y despliegues seleccionados.

##### 7.2.4.2.- Diseño Preliminar y de Configuración

###### Diseño Preliminar y de Configuración del Proceso Material

Se realizó el diseño preliminar y de configuración del proceso material presentando diferentes disposiciones para el funcionamiento del equipo, tomando como base el diagrama de tuberías y seleccionándose una configuración de cinco presentadas.

###### Diseño Preliminar y de Configuración del Sistema Electrónico

En el diseño preliminar y de configuración del sistema electrónico se realizó un sistema capaz de dar solución a los problemas de control del equipo, tanto en software como en hardware, acabando de cumplir en un cierto grado con la investigación programada.

El sistema funciona como sistema de desarrollo, al mismo tiempo que puede ser empleado para el control del equipo con solo interconectar las interfaces y programar las rutinas del programa principal haciendo uso de las rutinas del sistema.

El Diseño Preliminar y de Configuración del Hardware: El diseño preliminar del hardware quedó de la siguiente manera:

El diseño preliminar del hardware consta de una configuración básica con el microcontrolador MCS-8031, versión sin memoria ROM del MCS-8751, interfaz de teclado con 20 teclas, interfaz de despliegues con 8 caracteres de 7 segmentos, 56 líneas de Entrada/Salida, un

convertidor de 8 bits analógico/digital de 8 canales direccionables, 8k de EPROM, 2k de EEPROM, 24k de RAM, un reloj a 8MHz y un programa de rutinas de sistema para el manejo de los recursos.

El microcontrolador 8051 de Intel (una generación más avanzada que el 8748) contiene 4 puertos de E/S de 8 bits, 2 Contadores/Temporizadores, 1 puerto Serie de E/S, RAM y EPROM o ROM (dependiendo del tipo de parte) el diagrama de bloques se muestra en la figura 7.6.

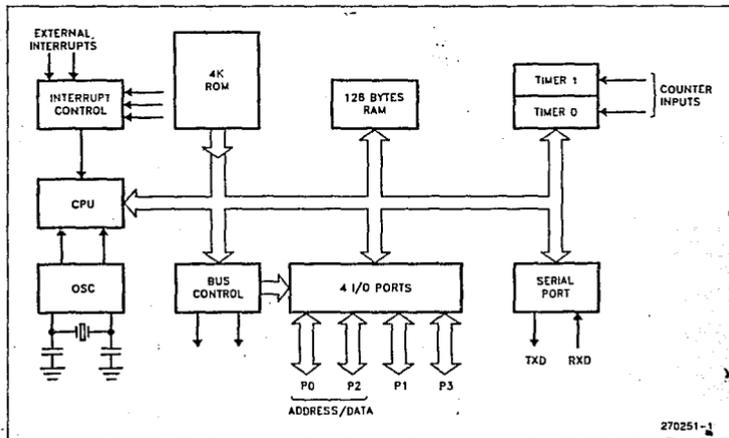


FIGURA 7.6: Diagrama de Bloques del MCS-8051

El MCS-8031AH está configurado para ser usado en aplicaciones que requieren de memoria externa de programa y de datos (ROM y RAM) y tres de los cuatro puertos paralelos son utilizados para manejar los buses de direcciones, datos y control.

El diseño preliminar del hardware consta de los siguientes componentes (ver figura 7.7, 7.8 y 7.9).

a) Tarjeta principal

- |                 |              |                 |
|-----------------|--------------|-----------------|
| 1 MCS-8031AH    | 1 EPROM 2764 | 2 RAM 6264      |
| 1 EEPROM 2816   | 2 PPI 8255-A | 1 LATCH 74LS373 |
| 2 MUX 74LS138   | 1 INV 74LS04 | 1 Restablecedor |
| 1 CRISTAL 12MHz |              |                 |

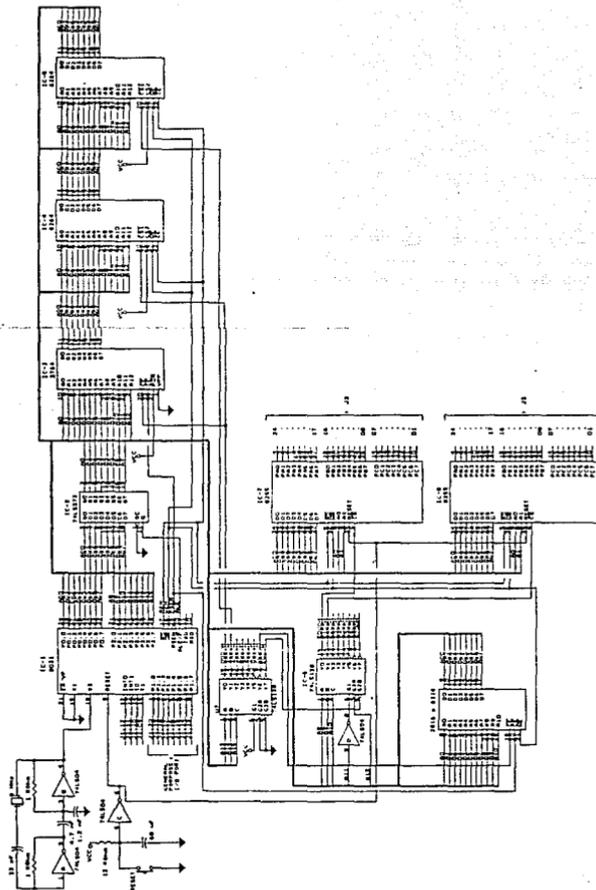


FIGURA 7.7: Diagrama de la Tarjeta Principal del Diseño Preliminar

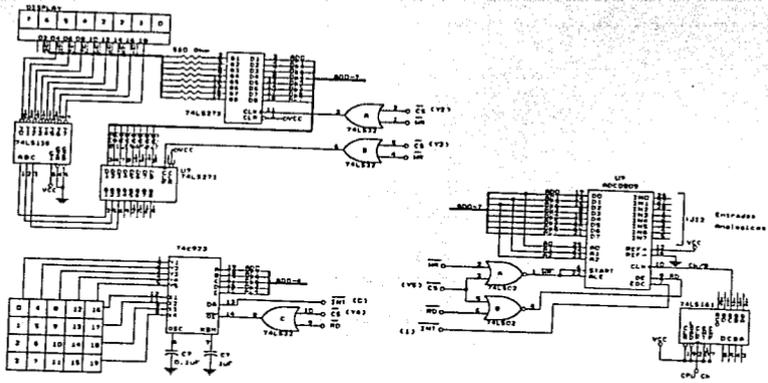


FIGURA 7.8: Diagrama de la Tarjeta Interfaz del Diseño Preliminar

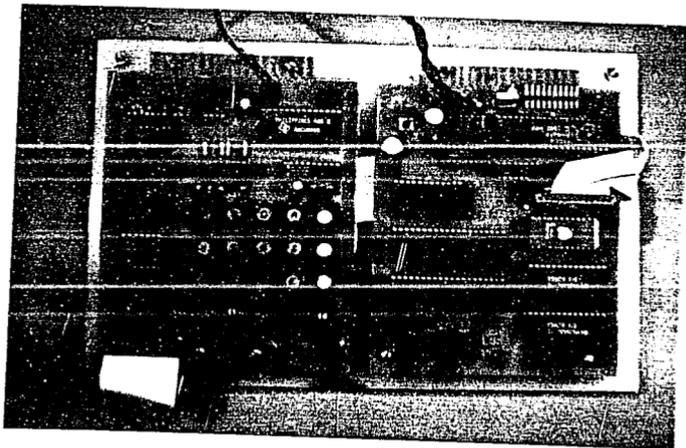


FIGURA 7.9: Diseño de Configuración del Sistema Electrónico

## b) Tarjeta de interfaz

2 LATCH 74LS273	1 74LS138	1 74LS32
1 74C923	20 TECLAS	8 DISPLAY's 7Seg.
1 74LS02	1 74LS161	1 ADC0809

**Diseño Preliminar y de Configuración del Software:** Ya que el sistema de control electrónico es un sistema que es capaz de soportar un software, donde las posibilidades mayores son las del manejo de registros y localidades de memoria y con el diseño del hardware mostrado anteriormente, se identificaron las localidades de memoria y las capacidades de cada una de estas, es decir, el microprocesador cuenta con un conjunto de registros que conforman la memoria interna (ver figura 7.10). Esta memoria interna tiene dos objetivos principales, la primera son registros de uso general (figura 7.10.a), están divididos por función: cuatro bancos de registros (de ocho registros cada uno), un segmento de 16 registros direccionables por bit (128 bits) y un área de registros de propósito general. La segunda son registros especializados (figura 7.10.b), son la unión entre los puertos internos del circuito integrado y el procesador de este, estos registros tienen una función específica la cual determina los modos y formas de utilizar los puertos internos para obtener las diferentes opciones en las que se pueden programar, además de contener al registro acumulador, al registro B y al registro de estado SW. Al rededor del 96% de las instrucciones están conformadas para trabajar con estos registros.

Por otro lado, el diseño del hardware aporta un segundo mapa de memoria (el mapa de memoria externo) sobre el cual este mapa de memoria se pueden realizar tres tipos de funciones básicas, derivadas de las señales eléctricas: las de lectura de programa (por medio del PSEN), las de la lectura de datos (por medio de WR) y las de escritura de datos (por medio de RD). El mapa de memoria configurado por el hardware externo al microcontrolador se muestra en la figura 7.11.

En base a los dos programas se propusieron las siguientes reglas para el diseño del software:

- Todo puerto externo que no mantenga registros estáticos deberá estar ligado a un registro interno y este a su vez será la liga entre rutinas.
- Las rutinas del sistema y las subrutinas del programa principal deberán ser transparentes a los programas de aplicación y la liga entre rutinas se hará por medio de registros.
- Existirán tres tipos de rutinas de carácter principal:
  - Rutinas del sistema.
  - Subrutinas del programa principal.
  - Programa principal (Aplicación).



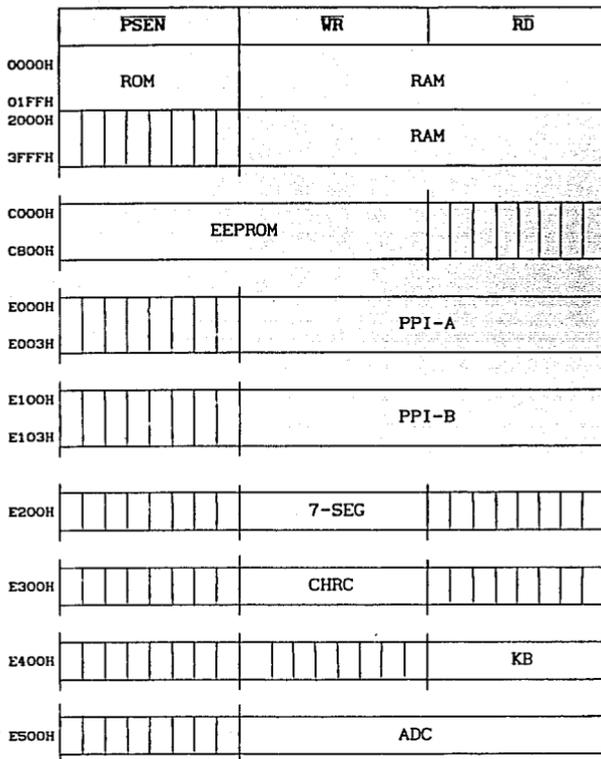


FIGURA 7.11: Mapa de Memoria Externo

- Los bancos de registros deberán ser utilizados, si es necesario de la siguiente manera:

No. DE BANCO	UTILIZACIÓN
00H	Programa Principal
01H	Subrutinas del programa principal.
02H	Rutinas del Sistema
03H	Rutinas de Interrupción

- El registro del Acumulador, el registro B y los registros 50H-5FH serán de propósito general.
- Los registros del 60H al 7FH serán utilizados para el STACK.

En base a esto se asignaron los registros internos del microcontrolador como lo muestra la figura 12.

Esta estructura de programación permite al ingeniero el incrementar el número de rutinas, de tal forma que el sistema se haga más especializado y pueda ir creciendo, pudiéndose presentar versiones mejoradas, donde los programas del usuario puedan seguir corriendo en estas versiones nuevas del sistema.

Se programaron las siguientes rutinas del sistema:

a) Rutinas especiales del sistema

- INICIO: Rutina de inicialización del sistema.
- KB: Rutina de atención al teclado, por interrupción.
- DISPLY: Rutina de atención al display, por interrupción.
- CONV: Rutina de atención al convertidor A/D, por interrupción.
- TIME1: Rutina de atención al temporizador 1, por interrupción.
- SERIAL: Rutina de atención al puerto serial, por interrupción.
- LINIC: Despliega mensaje de inicio.
- LFIN: Despliega mensaje de fin.
- LERROR: Despliega mensaje de error.
- CLRDPL: Borra el display.
- PSEPROG: Pausa de programación.
- DELAY: Rutina de retardo.
- CODHEX: Tabla de conversión del teclado de código a hexadecimal.
- HEX7SC: Tabla de conversión de hexadecimal a 7 segmentos.

b) Rutinas del sistema

- WRADC: Escribe el número de canal a convertir del ADC.
- RDADC: Lee el canal antes escrito del ADC.
- WRPPIA: Escribe el puerto PPIA.
- RDPPIA: Lee el puerto PPIA.
- WRPPIB: Escribe en el puerto PPIB.
- RDPPIB: Lee el puerto PPIB.
- WRMEM: Escribe memoria de código.
- RDMEM: Lee memoria de código.
- WRDPLY: Escribe en el despliegue.
- DPLPPT: Despliega el DPTR.
- INCDPT: Incrementa el DPTR.
- DECDPT: Decrementa el DPTR.
- INADD: Introduce direcciones desde el teclado y las despliega.
- TECLAZO: Rutina que espera y decodifica un teclazo.
- RUN: Rutina que permite correr un programa.

c) Sistema

- SYSTEM: Rutina del menú.
- MEMEXM: Rutina que examina memoria de datos y de código.
- DATRAM: Rutina que transfiere datos.

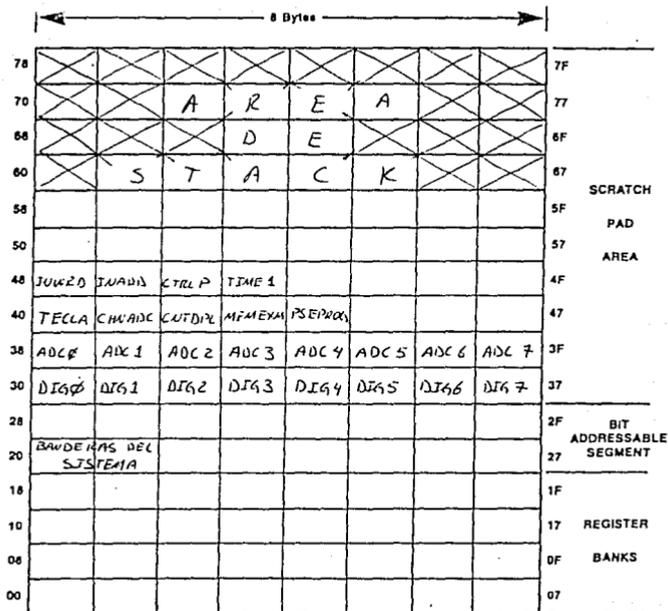


FIGURA 7.12: Asignación de Registros Internos

Un ejemplo de programación de una rutina de interrupción que controla el despliegue se presenta a continuación :

```

;
; ZONA DE DECLARACIONES
DATDPL EQU 0E200H ;ADD DATA DISPLAY
DECDPL EQU 0E300H ;ADD DECODIFICACION DISPLAY
STACK EQU 5FH ;DIRECCION DE INICIO DEL SP

ORG 0000H
AJMP INICIO ;DESPUES DE RESET SALTA A INICIO

ORG 000BH
AJMP DISPLY ;RUTINA DE ATENCION AL DISPLAY

;
PROGRAMA PRINCIPAL
    
```



```

ORG     SYSTEM
SYSTEM: ACALL CLRDPL
      .
      .
      .
    
```

Este programa además de atender a la rutina de atención al display sirve de reloj interno de propósito general, con periodos de tiempo de 2ms, estos periodos pueden reconocerse gracias a la activación de la bandera 01H. El programa despliega los caracteres bit a bit almacenados en los registros del 30H al 37H, desplegando un registro a la vez y correspondiendo al registro 30H el dígito cero, al registro 31H al dígito 1 y así sucesivamente (ver figura 7.13).

Bit	0	1	2	3	4	5	6	7
Segmento	a	b	c	d	e	f	g	.

FIGURA 7.13: Correspondencia Bit a Bit de los Registros con el Despliegue

La importancia de esta rutina es que la interacción entre el programa de aplicación y el despliegue se da por medio de los registros internos (del 30H al 37H) permitiendo al programador hacer uso de los ocho bits de cada registro, pudiendo este el proponer sus propios caracteres y siendo transparente para este la operación de despliegue.

Otro ejemplo de rutina es el acceso a los puertos externos PPI-8255A (WRPPIA), esta rutina escribe el dato mandado en el registro B en la localidad DPTR+[ACC AND #07H] del puerto paralelo (PPIA).

```

ORG     WRPPIA

WRPPIA: PUSH  DPH           ;SALVA REGISTROS
        PUSH  DPL
        PUSH  ACC
        ANL   A,#07H       ;FILTRO PARA LA DECODIFICACIÓN
        MOV   DPTR,#PPIA.A ;DIRECCIONAMIENTO DEL PUERTO
        ADD   A,DPL
        MOV   DPL,A
        MOV   A,B
        MOVX  @DPTR,A      ;ESCRIBE EN EL PUERTO
        POP   ACC         ;ACTUALIZA REGISTROS
        POP   DPL
        POP   DPH
    
```

La importancia de este tipo de rutinas es que para el programa de aplicación esta rutina es transparente y la liga entre el puerto y la aplicación es el registro B y el registro acumulador.

El uso del sistema en general es el siguiente: El teclado está dividido en dos partes, dieciséis teclas de números hexadecimales y cuatro teclas de funciones (ver figura 7.14).

Cuando aparece en el dígito más significativo del despliegue el carácter { | }, prompt del sistema, significa que estamos en la parte más alta de éste, la acción siguiente consiste en meter una dirección hexadecimal de cuatro dígitos (ver figura 7.15), después se puede seleccionar entre:

- F1: Examinar la memoria de la dirección tecleada.
- F2: Libre.
- F3: Correr el programa de la dirección tecleada.
- F4: Regresar al sistema { | }.

7	8	9	A	B
4	5	6	C	D
1	2	3	E	F
0	F1	F2	F3	F4

FIGURA 7.14: Teclado del Diseño Preliminar

	C	0	F	4			
--	---	---	---	---	--	--	--

FIGURA 7.15: Despliegue del Diseño Preliminar

Si se seleccionó F1 (examinar memoria) el siguiente paso es seleccionar:

- A: Memoria de datos externa.
- B: Memoria de código.

inmediatamente después de teclear la letra correspondiente se despliega el contenido de la localidad (ver figura 7.16).

	C	0	0	0	~	F	A
--	---	---	---	---	---	---	---

FIGURA 7.16: Despliegue de datos de Memoria

Si se accionan las siguientes teclas se obtendrá lo siguiente (ver figura 7.17):

- XY: Donde X y Y son dígitos de un número hexadecimal cualquiera, estos datos XY se escribirán en la localidad seleccionada por la dirección.
- F1: Incrementa la dirección y despliega la localidad.
- F2: Decrementa la dirección y despliega la localidad.
- F3: Se entra en modo de transferencia memoria.
- F4: Regresa al sistema { | }.

Si se seleccionó F3 (transferencia de memoria) la siguiente opción es seleccionar si el destino es:

- A: Memoria de datos externa.
- B: Memoria de código.

el tipo de memoria de la fuente de los datos ya fue seleccionada en el segundo paso.

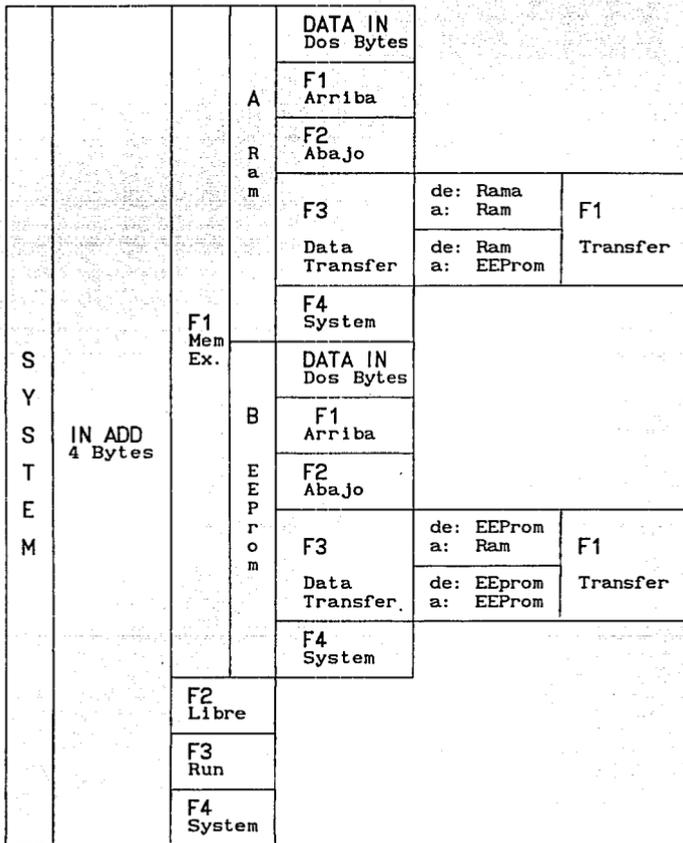


FIGURA 7.17: Diagrama de Secuencias de Operación del Sistema Preliminar

Después de haber apretado la tecla A o B, el programa pregunta por la dirección de inicio del bloque de la memoria fuente, después por la dirección del fin del bloque, posteriormente pregunta por la dirección de inicio del bloque destino y por último se tecléa F1 para que la transferencia se realice.

Con este primer sistema se programó un primer intento de control del equipo, desarrollando un programa que simulara la operación del control electromecánico CICLOMATICO que es el que se usa actualmente<sup>2</sup>.

En paralelo con este sistema se desarrolló la apariencia externa e interna del sistema electrónico y se obtuvo una lista preliminar de materiales y las acuarelas y modelos de la solución final.

Se hizo un estudio de costos e inversiones, se presentó el proyecto ante los directivos de la empresa y se aprobó.

#### 7.2.4.3.- Diseño de Detalle

En este punto se realizaron planos de fabricación a detalle, se hicieron los dibujos definitivos, la lista de materiales definitiva, las especificaciones técnicas, los programas, etc.

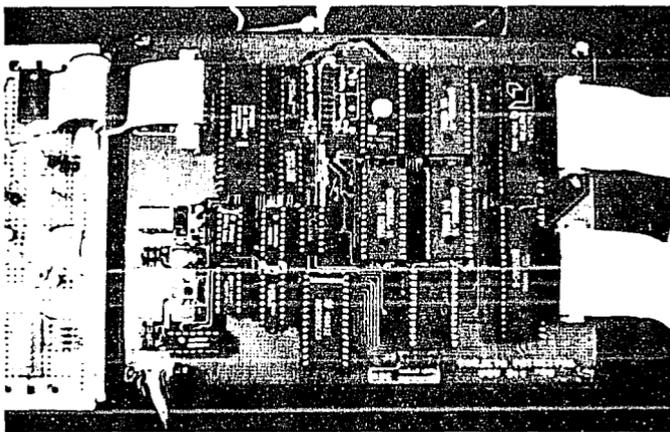


FIGURA 7.18: Diseño Definitivo de la Tarjeta de Control

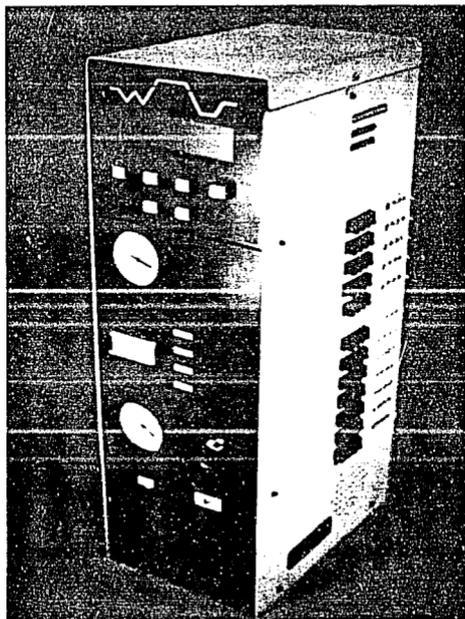
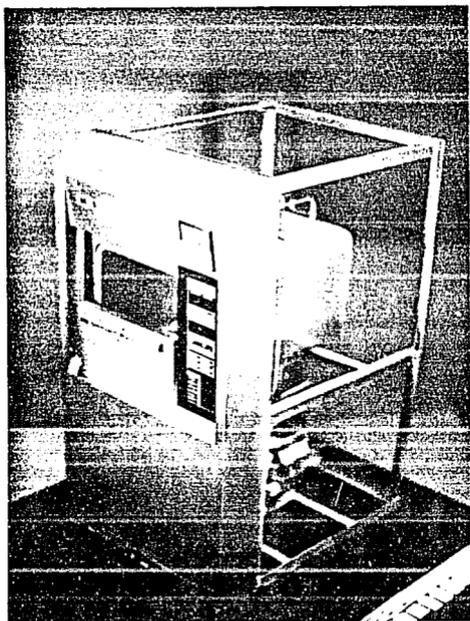
A la fecha se encuentra en la etapa de ser probado y falta su aplicación en prototipos funcionales que no han podido ser fabricados

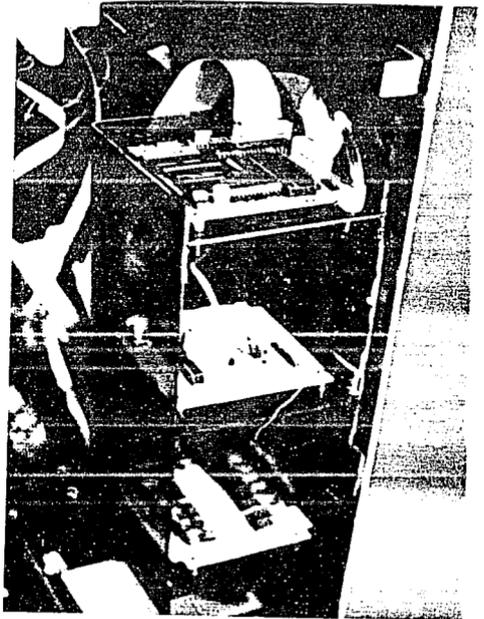
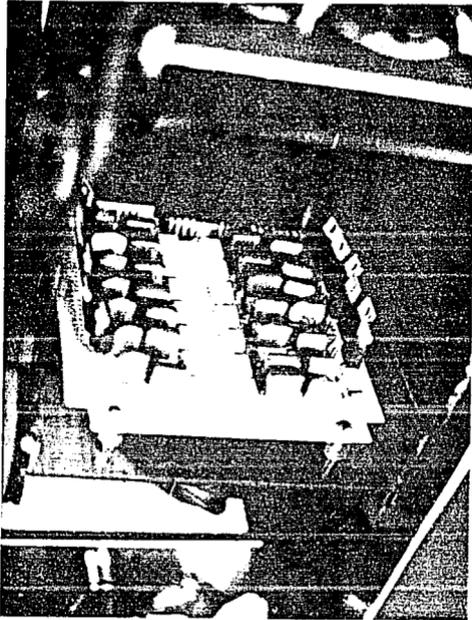
<sup>2</sup> Esta no fue la única aplicación ya que al mismo tiempo sirvió para desarrollar otros sistemas, tal es el caso de un control para una máquina pegadora de mosaicos venecianos.

debido a la falta de liquidez por parte de la empresa. El modelo funcional definitivo del sistema electrónico, específicamente la tarjeta de control es ya definitiva, presentando las siguientes mejoras y cambios al diseño preliminar (ver figura 7.18):

- Despliegue de cristal liquido del tipo matriz de puntos con capacidad de 40 caracteres por 8 líneas, con 128 caracteres de palabras, temperatura de operación de 0 a 50 grados centígrados y con tipo de letra seleccionable de 6x8 u 8x8 puntos.
- Comunicación RS-232 opcional.

A continuación se presentan fotografías del modelo diseñado.





## CONCLUSIONES PARTE III

- 1.- El diseño realizado en este trabajo de tesis se encuentra clasificado dentro de las de adaptaciones e innovaciones a sistemas, trabajo propio del ingeniero.
- 2.- El sistema diseñado es un Sistema Tecnológico ya que es un complejo de elementos Mecánicos, Eléctricos y Electrónicos soportados por estructuras mecánicas y dispuestos de tal manera que interactúan entre si en condiciones Espaciales y Temporales, que incorpora Principios de Operación Mecánicos, Eléctricos, Electrónicos, creado para transmitir y transformar energía en forma de presión y calor, para esterilizar material al contacto con el vapor saturado, y se mantiene en continua incorporación y eliminación de Materia, Energía e Información manteniéndose constante en sus relaciones de masa y energía.
- 3.- El esterilizador diseñado es un sistema nacido de la Interacción Espacial y Funcional entre 3 disciplinas: la Ingeniería Mecánica, la Ingeniería Electrónica y el Diseño Industrial, y que contiene a los procesos estáticos y dinámicos.
- 4.- La transformación en el esterilizador se logró por medio de la interacción conjunta de los procesos de las tareas primarias, las tareas secundarias y las tareas de coordinación.
- 5.- El sistemas tecnológicos diseñado presento progreso en el procesos material al subdividir el distribuidor en un conjunto de tuberías y accionamientos de válvulas, pasado de acciones unitarias a acciones especializadas. El control permaneció centralizado no presento progreso pero si un cambio tecnológico.
- 6.- El esterilizador diseñado evolucionó, presentó una Mecanización Progresiva expresada en la capacidad de programarse y repetir automáticamente los ciclos de esterilización, por esto a su vez una Centralización Progresiva que lo hace depender del control electrónico, una Individualización Progresiva que lo hace más indivisible expresado en que ya no fue posible adaptar el control manual que mantenía aún su predecesor y una Segregación Progresiva que hace que la unión entre sus subsistemas sea cada vez menor.
- 7.- La utilización del método propuesto permitió definir las tareas de investigación y desarrollo en una forma ordenada, permitiendo equilibrar las exigencias presentadas en cuanto a:

## Tiempo:

- Tiempo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos:

La existencia de un flujo de actividades permitió ir realizando directamente las actividades encaminadas a la creación del sistema electrónico.

- Tiempo de vida esperada de los mismos:

El tiempo de vida esperado del sistema electrónico depende

de la vida esperada de la tecnología utilizada, pudiéndola hacer más larga haciendo uso del diseño que toma en cuenta los procesos dinámico de desorganización.

- Tiempos de los periodos de operación esperados de estos:

El periodo de operación, en cuanto al sistema electrónico no se encuentra restringido por la tecnología utilizada, así que si el diseño definitivo es realizado dentro de las especificaciones eléctricas y de disipación de calor de los elementos componentes, dentro de un rango de seguridad del 50% por debajo del máximo permitido no se tendrán problemas en este aspecto.

#### Atención:

- Aplicación de la comprensión de las cosas a la creación y materialización de los sistemas electrónicos. Tiene que ver con como se crean y se materializan, es una medida de la magnitud de la información que se requiere para crearlos y materializarlos:

Al utilizar la teoría propuesta basada en la teoría general de los sistemas en la primera parte, donde se reconocen las estructuras de las que esta compuesto un sistema tecnológico y un sistema electrónico, permito hacer uso de la comprensión de las cosas a través de modelos, dandonos un método, presentado en la segunda parte de la tesis, que dijo como materializar al sistema y cuanta información se requeria.

- Aplicación de la comprensión de las cosas a como los sistemas electrónicos concentran su energía en el cumplimiento de su propósito. Tiene que ver con como operan internamente y externamente, a las formas y modos de como deben darse a entender, es una medida de la magnitud de la información que requieren para operar y ser operados.

Así mismo la utilización de la teoría propuesta permitió analizar el flujo de materia, energía e información para poder proponer los elementos que proporcionarían la energía necesaria para el control y el cumplimiento del propósito, definiendo las operación internas y externas, definiendo la forma de operarse (a través de botones y despliegues) y de operar del sistema (a través de los sensores y actuadores).

#### Recursos:

- Medios para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.

El flujo de personal, tecnología y ambiente de trabajo permitió definir los recursos necesarios para la creación del sistema electrónico.

- Medios de suministro de energía e información que requieren para poder operar.

El método utilizado permitió reconocer al momento el tipo de energía que se requería para el diseño del sistema, a través de la investigación de mercado, del tipo de sistema y de los modelos desarrollados.

#### Energía:

- Fuerzas capaces de transformarse en trabajo para la creación y materialización de los sistemas electrónicos.

El flujo de personal y de tecnología proporcionó los elementos capaces trabajar para materializar el sistema.

- Fuerzas capaces de transformarse en trabajo que permiten la operación de los sistemas electrónicos.

Los límites presentados en el modelo de sistema electrónico nos permitió definir los elementos de energía y de trabajo capaces permitir la operación del sistema.

El método utilizado también permitió el optimizar:

#### la Manufactura:

- Fabricación: Diseñando óptimamente los circuitos impresos y haciendo uso de elementos comerciales.
- Ensamble: Ubicando estratégicamente los elementos de sujeción, soporte y sistemas de interconexión entre tarjetas y el proceso material.

#### la Distribución:

- Empaque, Transporte e Instalación: Diseñando al sistema electrónico como un módulo único sin contemplar a los sensores y actuadores que son la interfaz entre el sistema electrónico y el proceso material.

#### y el Uso:

- Operación: Diseñando un sistema amigable y de fácil manejo para el usuario.
- Mantenimiento: Al diseñarse como módulo que pueda instalarse y desinstalarse fácilmente y agregándole la existencia de una rutina de auto prueba.

Todo esto dio como resultado un sistema más flexible, inteligente, programable, con mecanismos simplificados y estructuras más ligeras con respecto a su predecesor.

- 8.- La organización propuesta es con la que se trabaja actualmente, pero es evidente que en esta no se ha contemplado los aspectos personales tales como aptitudes, carácter y habilidades propias de cada uno de los elementos componentes de la organización, que deben ser orientados y guiados para cumplir con los objetivos generales de la institución. Además los intereses personales de cada uno de los miembros puede influir en la realización de las

actividades, así como también las políticas generales de las instituciones que realizan un convenio de desarrollo tecnológico. Sin embargo, de no existir todo esto no sería posible, ni siquiera el intentar, realizar un proyecto de este tipo.

## CONCLUSIONES FINALES

- 1.- La Electrónica es la disciplina de la práctica del uso de la electricidad en dispositivos electrónicos.
- 2.- La Ingeniería de Diseño Electrónico se encarga de proponer y realizar los actos para la creación de sistemas electrónicos.
- 3.- La creación de sistemas electrónicos contempla la utilización de conocimientos referentes, al menos, de las ciencias de la mecánica, la eléctrica y la física de semiconductores y de la utilización de principios de operación de la óptica, acústica, neumática, hidráulica, etc. según sea el caso, haciéndolos híbridos en su operación.
- 4.- Se formuló una base teórica basada en la Teoría de los Sistemas Generales de Ludwing Von Bertalanffy y esta formulación es apropiada para ser usada en el diseño de Sistemas Tecnológicos y Sistemas Electrónicos.
- 5.- El método propuesto tiene sus bases en la teoría propuesta, por lo que su uso dará como resultado una materialización más rápida de los sistemas conservando las estructuras propias de los modelos presentados en este trabajo.
- 6.- La organización para la creación de Sistemas Tecnológicos debe ser interdisciplinaria y la división del trabajo de cada disciplina bien fundamentada.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Aguirre Esponda G., 'Evaluación de Sistemas Tecnológicos en la Etapa de Diseño', Artículo Inédito, México 1990.
- [2] Baungartner H., Knischewski K., Wieding H., 'CIM, Consideraciones Básicas', Marcombo, España, 1991
- [3] Bertalanffy L. V., 'Teoría General de los Sistemas', Fondo de Cultura Económica, México 1989
- [4] Boylestad R., Nashelsky L., 'Electrónica, Teoría de Circuitos', Prentice-Hall, México, 1987
- [5] Bradley D. A., Dawson D., Burd N. C. and Loader A. J., 'Mechatronics, Electronics in products and processes', Chapman and Hall, Great Britain, 1991
- [6] Burke W. W., 'Desarrollo Organizacional', SITESA, México, 1988
- [7] Cavanagh J. J. F., 'Digital Computer Arithmetic', McGraw-Hill, 1985
- [8] Chute G. M. & Chute R. D., 'Electronics In Industry', McGraw-Hill, 1986
- [9] Cornforth M., 'Teoría del Conocimiento', Nuestro Tiempo, México, 1986
- [10] Cornforth M., 'El Materialismo Histórico', Nuestro Tiempo, México, 1986
- [11] Cornforth M., 'Materialismo y Método Dialéctico', Nuestro Tiempo, México, 1986
- [12] Dieter G., 'Engineering Design, a Materials and Processing Approach', McGraw-Hill, Japón, 1983
- [13] Drucker P. F., 'La Innovación y el Empresario Innovador', Hermes, México, 1989
- [14] Gerstein M. C., 'Encuentro con la tecnología', SITESA, México, 1988
- [15] Groover M. P., Weiss M., Nagel R. N., Odrey N. G., 'Industrial Robotics, Technology, Programming, and Applications', McGraw-Hill, Singapore, 1986
- [16] Hanna D. P., 'Diseño de Organizaciones para la Excelencia en el Desempeño', SITESA, México, 1990
- [17] Krick E., 'Fundamentos de Ingeniería, Métodos, Conceptos y Resultados', LIMUSA, México, 1979
- [18] Martínez A. E., 'Planeación, Desarrollo e Ingeniería del Producto', Trillas, México, 1985
- [19] Papoulis A., 'Probability, Random Variables, and Stochastic Processes', McGraw-Hill, 1989
- [20] Porras, J. I. 'Análisis de flujos', SITESA, México, 1988
- [21] Schein E. H., 'Consultoría de Procesos', SITESA, México, 1990
- [22] Schilling D. L., Belove C., 'Electronic Circuits Discrete and Integrated', McGraw-Hill, Singapore, 1984
- [23] Schuler C. A., 'Industrial Electronics and Robotics', McGraw-Hill, Singapore, 1986
- [24] Strang G., 'Algebra Lineal y sus aplicaciones', Addison-Wesley Iberoamericana, México 1988

## APENDICE

### PROGRAMA DEL SISTEMA ELECTRONICO DEL DISEÑO PRELIMINAR



```
0023          ORG      0023H
0023 01E2     AJMP     SERIAL      ;RUTINA DE ATENCION SERIE
```

;                   PROGRAMA PRINCIPAL

```
0028          ORG      INICIO

0028 7804     INICIO:  MOV     RO,#04H      ;RUTINA DE RETARDO
002A 79FF     MOV     R1,#OFFH
002C 7AFF     MOV     R2,#OFFH
002E DAFE     DEL1:   DJNZ   R2,DEL1
0030 D9FC     DJNZ   R1,DEL1
0032 D8FA     DJNZ   RO,DEL1
0034 75815F   MOV     SP,#STACK ; INICIALIZA EL STACK POINTER
0037 E4       CLRAM:  CLR     A           ; RUTINA QUE BORRA LA MEMORIA INTERNA
0038 787F     MOV     RO,#07FH
003A F6       CLRA1:  MOV     @RO,A
003B D8FD     DJNZ   RO,CLRA1
003D 74F0     TDPLO:  MOV     A,#0F0H ; SUBROUTINA QUE INICIALIZA EL TIMER 0
003F 5589     ANL     A,TMOD ; FILTRO PARA TMOD
0041 4401     ORL     A,#01H
0043 F589     MOV     TMOD,A ; TIMER 0 EN MODO 1
0045 758CF8   MOV     TH0,#0F8H ; CONSTANTE PARA 2ms A 16MHz Ck
0048 758A30   MOV     TLO,#30H
004B D2B9     SETB   PTO ; TIMER 0 NIVEL 1
004D D2A9     SETB   ETO ; HABILITA TIMER 0
004F D28C     SETB   TRO ; HABILITA EL CONTEO DEL TIMER 0
0051 D2B8     SETB   PX0 ; INT 0 CON NIVEL 1
0053 D288     SETB   ITO ; HABILITA LA INT 0 CON EDGE FLAG
0055 D2A8     SETB   EX0 ; HABILITA INT 0
0057 C2BA     CLR    PX1 ; INT 1 CON NIVEL 0
0059 D28A     SETB   IT1 ; HABILITA LA INT 1 POR LEVEL
005B D2AA     SETB   EX1 ; HABILITA INT 1
005D D2AF     SETB   EA ; HABILITA INTERRUPCIONES
005F 00       NOP
0060 C200     CLR    00H
0062 41E1     AJMP   SYSTEM ; RUTINA DEL SYSTEMA
```

;                   RUTINAS DE ATENCION A LAS INTERRUPCIONES

```
0067          ORG      KB           ;RUTINA DE ATENCION AL TECLADO
0067 COD0     KB:     PUSH   PSW      ;SALVA REGISTROS
```

```

0069 C082          PUSH    DPL
006B C083          PUSH    DPH
006D C0E0          PUSH    ACC
006F 90E400        MOV     DPTR,#ADDKB ;LEE DE TECLADO
0072 E0            MOVX   A,@DPTR
0073 541F          ANL    A,#1FH      ;FILTRA EL CODIGO
0075 F540          MOV    40H,A       ;SALVA EL COD. EN R-40H
0077 D0E0          POP    ACC         ;ACTULIZA LOS REGISTROS
0079 D083          POP    DPH
007B D082          POP    DPL
007D D0D0          POP    PSW
007F D200          SETB   00H         ;ENCIENDE VANDERA DE PASO
                                ;FLAG 00H

0081 32            RETI

0085              ORG     DISPLY ;RUTINA DE ATENCION AL DISPLAY

0085 COD0          DISPLY: PUSH  PSW ;SALVA REGISTROS

0087 C082          PUSH    DPL
0089 C083          PUSH    DPH
008B C0E0          PUSH    ACC
008D C000          PUSH    RO
008F 758CF8        MOV    TH0,#0F8H ;INICIALIZA TIMER O PARA
0092 7431          MOV    A,#31H    ;2ms A 12MHz DEL Ck
0094 258A          ADD    A,TLO
0096 F58A          MOV    TLO,A
0098 7407          MOV    A,#07H   ;SELECCIONA AL DIGITO A
009A 5542          ANL    A,42H    ;DESPLEGAR
009C 90E300        MOV    DPTR,#DECDPL
009F F0            MOVX   @DPTR,A
00A0 2430          ADD    A,#30H
00A2 F8            MOV    RO,A
00A3 E6            MOV    A,@RO    ;SELECCIONA DATO A DESPLEGAR
00A4 90E200        MOV    DPTR,#DATDPL ;DEL 30H AL 37H
00A7 F0            MOVX   @DPTR,A
00A8 0542          INC    42H     ;INC. EL CONT. DE DESPL. R-42H
00AA D000          POP    RO      ;ACTUALIZA LOS REGISTROS
00AC D0E0          POP    ACC
00AE D083          POP    DPH
00B0 D082          POP    DPL
00B2 D0D0          POP    PSW
00B4 D201          SETB   01H     ;ENCIENDE BANDERA DE PASO
                                ;FLAG 01H

00B6 32            RETI

00BA              ORG     CONV ;RUTINA DE ATENCION ADC

00BA COD0          CONV:  PUSH  PSW ;SALVA REGISTROS
00BC C082          PUSH    DPL
00BE C083          PUSH    DPH
00C0 C0E0          PUSH    ACC
00C2 C000          PUSH    RO
00C4 7438          MOV    A,#38H   ;LEE EL CANAL SECCIONADO

```

```

00C6 2541      ADD     A,41H      ;No CANAL R-41H
00C8 F8       MOV     RO,A
00C9 90E500   MOV     DPTR,#ADDADC
00CC E0       MOVX    A,@DPTR
00CD F6       MOV     @RO,A      ;ACTU. EL REG. DEL CANAL
00CE D000   POP     RO        ;R-38H AL R-3FH
00D0 D0E0   POP     ACC
00D2 D083   POP     DPH      ;ACTUALIZA LOS REGISTROS
00D4 D082   POP     DPL
00D6 D0D0   POP     PSW
00D8 D202   SETB   02H      ;ENCIENDE BANDERA DE PASO
                    ;FLAG 02H

```

```
00DA 32      RETI
```

```
00DE      ORG     TIME1
```

```
00DE 32      TIME1: RETI
```

```
00E2      ORG     SERIAL
```

```
00E2 32      SERIAL: RETI
```

;                    ROUTINAS DEL PROGRAMA PRINCIPAL

```
00E6      ORG     WRADC      ;PROGRAMA ESCRIBE EL ADC
```

```

00E6 C083   WRADC: PUSH   DPH
00E8 C082   PUSH   DPL
00EA 5407   ANL    A,#07H
00EC F541   MOV    41H,A
00EE 90E500 MOV    DPTR,#ADDADC
00F1 F0     MOVX   @DPTR,A
00F2 D082   POP    DPL
00F4 D083   POP    DPH

```

```
00F6 22      RET
```

```
00FA      ORG     RDADC      ;PROGRAMA QUE LEE EL ADC
```

```

00FA C000   RDADC: PUSH   RO
00FC E541   MOV    A,41H
00FE 2438   ADD    A,#38H
0100 F8     MOV    RO,A
0101 E6     MOV    A,@RO
0102 D000   POP    RO

```

```
0104 22      RET
```

```

0108                ORG      WRPPIA      ;PROGRAMA QUE ESCRIBE AL PPIA

0108 C083          WRPPIA: PUSH     DPH
010A C082          PUSH     DPL
010C C0E0          PUSH     ACC
010E 5407          ANL      A, #07H
0110 90E000        MOV      DPTR, #PPIA.A
0113 2582          ADD      A, DPL
0115 F582          MOV      DPL, A
0117 E5F0          MOV      A, B
0119 F0            MOVX    @DPTR, A
011A D0E0          POP      ACC
011C D082          POP      DPL
011E D083          POP      DPH

0120 22            RET

0124                ORG      RDPPIA      ;PROGRAMA QUE LEE EL PPIA

0124 C083          RDPPIA: PUSH     DPH
0126 C082          PUSH     DPL
0128 5407          ANL      A, #07H
012A 90E000        MOV      DPTR, #PPIA.A
012D 2582          ADD      A, DPL
012F F582          MOV      DPL, A
0131 E0            MOVX    A, @DPTR
0132 D082          POP      DPL
0134 D083          POP      DPH

0136 22            RET

013A                ORG      WRPPIB     ;PROGRAMA QUE ESCRIBE AL PPIB

013A C083          WRPPIB: PUSH     DPH
013C C082          PUSH     DPL
013E C0E0          PUSH     ACC
0140 5407          ANL      A, #07H
0142 90E100        MOV      DPTR, #PPIB.A
0145 2582          ADD      A, DPL
0147 F582          MOV      DPL, A
0149 E5F0          MOV      A, B
014B F0            MOVX    @DPTR, A
014C D0E0          POP      ACC
014E D082          POP      DPL
0150 D083          POP      DPH

0152 22            RET

0156                ORG      RDPPIB     ;PROGRAMA QUE LEE EL PPIB

0156 C083          RDPPIB: PUSH     DPH
    
```

```

0158 C082          PUSH    DPL
015A 5407          ANL    A, #07H
015C 90E100        MOV    DPTR, #PPIB. A
015F 2582          ADD    A, DPL
0161 F582          MOV    DPL, A
0163 E5F0          MOV    A, B
0165 E0            MOVX   A, @DPTR
0166 D082          POP    DPL
0168 D083          POP    DPH

016A 22           RET

016E              ORG     RDMEM      ;PROGRAMA QUE LEE MEMORIA

016E 300804        RDMEM: JNB    08H, RDM1
0171 E4            CLR    A
0172 93            MOV    A, @A+DPTR
0173 8001          SJMP  RDM2
0175 E0            RDM1: MOVX   A, @DPTR

0176 22           RDM2: RET

017A              ORG     WRMEM      ;PROGRAMA QUE ESCRIBE MEMORIA

017A F0            WRMEM: MOVX   @DPTR, A
017B 300902        JNB    08H, WRM1
017E 5169          ACALL PSEPRG

0180 22           WRM1: RET

0184              ORG     WRDPLY     ;PROGRAMA QUE ESCRIBE UN BYTE
;EN EL DESPLIEGE EN 7 SEGMENTOS

0184 C0E0          WRDPLY: PUSH   ACC
0186 C0F0          PUSH   B
0188 F5F0          MOV    B, A
018A 540F          ANL    A, #0FH
018C 9186          ACALL HEX7SG
018E F530          MOV    30H, A
0190 E5F0          MOV    A, B
0192 75F010        MOV    B, #10H
0195 84            DIV    AB
0196 9186          ACALL HEX7SG
0198 F531          MOV    31H, A
019A D0F0          POP    B
019C D0E0          POP    ACC

019E 22           RET

01A2              ORG     DPLDPT     ;PROGRAMA QUE DESPLIEGA EL DPTR

01A2 C0E0          DPLDPT: PUSH   ACC

```

```

01A4 E582          MOV      A, DPL
01A6 51BB          ACALL   H7SEGH
01A8 F535          MOV      35H, A
01AA 51C7          ACALL   H7SEGL
01AC F534          MOV      34H, A
01AE E583          MOV      A, DPH
01B0 51BB          ACALL   H7SEGH
01B2 F537          MOV      37H, A
01B4 51C7          ACALL   H7SEGL
01B6 F536          MOV      36H, A
01B8 D0E0          POP      ACC

01BA 22           RET

01BE             ORG      INCDPT      ;PROGRAMA QUE INCREMENTA EL DPTR

01BE C0E0          INCDPT: PUSH   ACC
01C0 E4           CLR      A
01C1 0582          INC      DPL
01C3 B58207        CJNE    A, DPL, INCD1
01C6 0583          INC      DPH
01C8 B58302        CJNE    A, DPH, INCD1
01CB 0100          AJMP   0000H
01CD D0E0          INCD1: POP    ACC

01CF 22           RET

01D3             ORG      DECDPT      ;PROGRAMA QUE DECRE MENTA EL DPTR

01D3 C0E0          DECDPT: PUSH   ACC
01D5 74FF          MOV      A, #OFFH
01D7 1582          DEC      DPL
01D9 B58207        CJNE    A, DPL, DECD1
01DC 1583          DEC      DPH
01DE B58302        CJNE    A, DPH, DECD1
01E1 0100          AJMP   0000H
01E3 D0E0          DECD1: POP    ACC

01E5 22           RET

01E9             ORG      DAT5L      ;PROGRAMA AUXILIAR DE LA RutINA
                                ;DE TRANSFERENCIA DE DATOS

01E9 8A82          DAT5L: MOV      DPL, R2
01EB 8B83          MOV      DPH, R3
01ED EC           MOV      A, R4
01EE B58205        CJNE    A, DPL, DAT6
01F1 ED           MOV      A, R5
01F2 B58301        CJNE    A, DPH, DAT6
01F5 22           RET
01F6 316E          DAT6: ACALL   RDMEM
01F8 31BE          ACALL   INCDPT
01FA 31A2          ACALL   DPLDPT

```

```

01FC AA82          MOV     R2, DPL
01FE AB83          MOV     R3, DPH
0200 8E82          DAT7:  MOV     DPL, R6
0202 8F83          MOV     DPH, R7
0204 317A          ACALL  WRMEM
0206 31BE          ACALL  INCDPT
0208 AE82          MOV     R6, DPL
020A AF83          MOV     R7, DPH
020C 80DB          JMP    DAT5L

0211              ORG     LINIC      ;LETRERO DE INICIO DE DIRECCION

0211 753706        LINIC:  MOV     37H, #06H
0214 753654        MOV     36H, #54H
0217 753504        MOV     35H, #04H
021A 753458        MOV     34H, #58H

021D 22           RET

0221              ORG     LFIN       ;LETRERO DE FIN DE DIRECCION

0221 753771        LFIN:  MOV     37H, #71H
0224 753604        MOV     36H, #04H
0227 753554        MOV     35H, #54H
022A 753400        MOV     34H, #00H

022D 22           RET

0231              ORG     LERROR     ;LETRERO DE ERROR

0231 753779        LERROR: MOV     37H, #79H
0234 753650        MOV     36H, #50H
0237 753550        MOV     35H, #50H
023A 75345C        MOV     34H, #5CH
023D 753350        MOV     33H, #50H
0240 753200        MOV     32H, #00H
0243 753100        MOV     31H, #00H
0246 753000        MOV     30H, #00H

0249 22           RET

024D              ORG     CLRDPL     ;BORRA DESPLIEGE

024D 753000        CLRDPL: MOV     30H, #00H
0250 753100        MOV     31H, #00H
0253 753200        MOV     32H, #00H
0256 753300        MOV     33H, #00H
0259 753400        MOV     34H, #00H
025C 753500        MOV     35H, #00H
025F 753600        MOV     36H, #00H
0262 753700        MOV     37H, #00H

```

```

0265 22          RET

0269          ORG      PSEPRG      ; PAUSA DE PROGRAMACION

0269 C201      PSEPRG: CLR      01H
026B 754410    MOV      44H,#10H
026E 7532F3    MOV      32H,#0F3H
0271 3001FD    PSE1:  JNB      01H,PSE1
0274 C201      CLR      01H
0276 D544F8    DJNZ     44H,PSE1
0279 753200    MOV      32H,#00H

027C 22          RET

0280          ORG      INADD       ; PROGRAMA QUE INTRODUCE UNA
                                ; DIRECCION DESDE TECLADO

0280 51AA      INADD:  ACALL     TECLZO  ; DIRECCION TECLEADA Y LA DESPLIEGA
0282 F537      MOV      37H,A      ; EN LA PARTE ALTA DEL TECLADO
0284 7410      MOV      A,#10H
0286 A4        MUL      AB
0287 F545      MOV      45H,A
0289 51AA      TEC2:  ACALL     TECLZO
028B F536      MOV      36H,A
028D E5F0      MOV      A,B
028F 2545      ADD      A,45H
0291 F583      MOV      DPH,A
0293 51AA      TEC3:  ACALL     TECLZO
0295 F535      MOV      35H,A
0297 7410      MOV      A,#10H
0299 A4        MUL      AB
029A F545      MOV      45H,A
029C 51AA      TEC4:  ACALL     TECLZO
029E F534      MOV      34H,A
02A0 E5F0      MOV      A,B
02A2 2545      ADD      A,45H
02A4 F582      MOV      DPL,A

02A6 22          RET

02AA          ORG      TECLZO      ; RUTINA DE INTRODUCCION DE DATOS

02AA 3000FD    TECLZO: JNB      00H,TECLZO
02AD C200      RUTEC:  CLR      00H
02AF E540      MOV      A,40H
02B1 916C      ACALL     CODHEX
02B3 F5F0      MOV      B,A
02B5 9186      ACALL     HEX7SG

02B7 22          RET

```

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

```

02BB          ORG      H7SEGH      ;RUTINA AUXILIAR

02BB 75F010   H7SEGH: MOV      B, #10H
02BE A4       MUL      AB
02BF C5F0     XCH      A, B
02C1 9186     ACALL   HEX7SG

02C3 22       RET

02C7          ORG      H7SEGL      ;RUTINA AUXILIAR

02C7 C5F0     H7SEGL: XCH      A, B
02C9 75F010   MOV      B, #10H
02CC 84       DIV      AB
02CD 9186     ACALL   HEX7SG

02CF 22       RET

02D3          ORG      RUN          ;RUTINA QUE CORRE PROGRAMAS

02D3 753250   RUN:   MOV      32H, #50H
02D6 75311C   MOV      31H, #1CH
02D9 753054   MOV      30H, #54H
02DC E4       CLR      A
02DD 73       JMP      @A+DPTR

02E1          ORG      SYSTEM      ;RUTINA DEL SISTEMA

02E1 514D     SYSTEM: ACALL   CLRDPL
02E3 753770   MOV      37H, #070H
02E6 5180     ACALL   INADD
02E8 3000FD   TEC5:   JNB      00H, TECS
02EB C200     CLR      00H
02ED C208     CLR      08H
02EF C209     CLR      09H
02F1 E540     MOV      A, 40H
02F3 B4071E   CJNE    A, #07H, TECS1 ; F1 ?
02F6 753386   MOV      33H, #86H
02F9 3000FD   TEC6:   JNB      00H, TEC6
02FC C200     CLR      00H
02FE E540     MOV      A, 40H
0300 B40C05   CJNE    A, #0CH, TEC61 ; A ?
0303 753308   MOV      33H, #08H
0306 6126     AJMP   MEMEXM
0308 B41013   TEC61: CJNE    A, #10H, TECS3 ; B ?
030B 753301   MOV      33H, #01H
030E D208     SETB   08H
0310 D209     SETB   09H
0312 6126     AJMP   MEMEXM
0314 B40B02   TEC51: CJNE    A, #0BH, TECS2 ; F2 ?
0317 41E1     AJMP   SYSTEM
0319 B40F02   TEC52: CJNE    A, #0FH, TECS3 ; F3 ?

```

```

031C 41D3          AJMP  RUN
031E B413C7       TEC53: CJNE  A,#13H,TEC5 ; F4 ?
0321 41E1          AJMP  SYSTEM

0326              ORG    MEMEXM ;RUTINA QUE EXAMINA MEMORIA

0326 300804       MEMEXM: JNB   08H,MEMPR1
0329 E4           CLR   A
032A 93           MOV   A,@A+DPTR
032B 8001         SJMP  MEMPR2
032D E0           MEMPR1: MOVX  A,@DPTR
032E 51BB        MEMPR2: ACALL H7SEGH
0330 F531         MOV   31H,A
0332 51C7         ACALL H7SEGL
0334 F530         MOV   30H,A
0336 3000FD      MEM1:  JNB   00H,MEM1
0339 C200         CLR   00H
033B E540         MOV   A,40H
033D B40706      CJNE  A,#07H,MEM2 ; F1 ?
0340 31BE        ACALL INCDPT
0342 31A2        ACALL DPLDPT
0344 6126        AJMP  MEMEXM
0346 B40B06      MEM2:  CJNE  A,#0BH,MEM3 ; F2 ?
0349 31D3        ACALL DECDPT
034B 31A2        ACALL DPLDPT
034D 6126        AJMP  MEMEXM
034F B40F1E      MEM3:  CJNE  A,#0FH,MEM4 ; F3 ?
0352 3000FD      MEM31: JNB   00H,MEM31
0355 C200         CLR   00H
0357 E540         MOV   A,40H
0359 B40C06      CJNE  A,#0CH,MEM311 ; A ?
035C C209        CLR   09H
035E 7197        ACALL DATRAN
0360 41E1        AJMP  SYSTEM
0362 B41006      MEM311: CJNE  A,#10H,MEM312 ; B ?
0365 D209        SETB 09H
0367 7197        ACALL DATRAN
0369 41E1        AJMP  SYSTEM
036B B413E4      MEM312: CJNE  A,#13H,MEM31 ; F4 ?
036E 41E1        AJMP  SYSTEM
0370 B41302      MEM4:  CJNE  A,#13H,MEM5 ; F4 ?
0373 41E1        AJMP  SYSTEM
0375 51AD        MEM5:  ACALL RUTEC
0377 F531         MOV   31H,A
0379 753000      MOV   30H,#00H
037C E5F0         MOV   A,B
037E 75F010      MOV   B,#10H
0381 A4           MUL  AB
0382 F543         MOV   43H,A
0384 51AA        MEM6:  ACALL TECLZO
0386 F530         MOV   30H,A
0388 E5F0         MOV   A,B
038A 2543        ADD  A,43H
038C F0          MOVX @DPTR,A

```

```
038D 300802      JNB   08H, MEM7
0390 5169        ACALL PSEPRG
0392 6126        MEM7: AJMP  MEMEXM
```

```
0397            ORG   DATRAN      ;RUTINA QUE TRANSFIERE DATOS
```

```
0397 5111        DATRAN: ACALL  LINIC
0399 753100      MOV   31H, #00H
039C 300805      JNB   08H, DAT1
039F 753073      MOV   30H, #73H
03A2 8003        SJMP  DAT2
03A4 75305E      DAT1:  MOV   30H, #5EH
03A7 5180        DAT2:  ACALL  INADD
03A9 AA82        MOV   R2, DPL
03AB AB83        MOV   R3, DPH
03AD 5121        ACALL  LFIN
03AF 5180        ACALL  INADD
03B1 AC82        MOV   R4, DPL
03B3 AD83        MOV   R5, DPH
03B5 5111        ACALL  LINIC
03B7 300905      JNB   09H, DAT3
03BA 753073      MOV   30H, #73H
03BD 8003        SJMP  DAT4
03BF 75305E      DAT3:  MOV   30H, #5EH
03C2 5180        DAT4:  ACALL  INADD
03C4 AE82        MOV   R6, DPL
03C6 AF83        MOV   R7, DPH
03C8 51AA        DA:   ACALL  TECLZO
03CA E5F0        MOV   A, B
03CC B41302      CJNE  A, #13H, DAT
03CF 8005        SJMP  DATR
03D1 B410F4      DAT:  CJNE  A, #10H, DA
03D4 31E9        ACALL DAT5L
03D6 22          DATR:  RET
```

```
;          PROGRAMA DE CONTOL DIGITAL PARA UN MOTOR DE PASOS
;          UTILIZAND EL PUERTO P1 DEL MCS8031
;
```

```
03DA            ORG   STEEPM

03DA 300014      STEEPM: JNB   00H, STE1
03DD E540        MOV   A, 40H
03DF B40704      CJNE  A, #07H, STE2
03E2 D207        SETB  07H
03E4 800B        SJMP  STE1
03E6 B40B04      STE2:  CJNE  A, #0BH, STE3
03E9 C207        CLR   07H
03EB 8004        SJMP  STE1
03ED 51AD        STE3:  ACALL  RUTEC
03EF AAF0        MOV   R2, B
03F1 300716      STE1:  JNB   07H, STE4
```

```

03F4 759003      MOV     P1,#03H
03F7 9123        ACALL  DELAY
03F9 759006      MOV     P1,#06H
03FC 9123        ACALL  DELAY
03FE 75900C      MOV     P1,#0CH
0401 9123        ACALL  DELAY
0403 759009      MOV     P1,#09H
0406 9123        ACALL  DELAY
0408 80D0        SJMP   STEEPM
040A 759009      STE4:  MOV     P1,#09H
040D 9123        ACALL  DELAY
040F 75900C      MOV     P1,#0CH
0412 9123        ACALL  DELAY
0414 759006      MOV     P1,#06H
0417 9123        ACALL  DELAY
0419 759003      MOV     P1,#03H
041C 9123        ACALL  DELAY
041E 80BA        SJMP   STEEPM
    
```

```

0423                ORG     DELAY
    
```

```

0423 A902          DELAY: MOV     R1,R2
0425 7800          MOV     RO,#00H
0427 00           DEL:  NOP
0428 D8FD          DJNZ   RO,DEL
042A D9FB          DJNZ   R1,DEL
    
```

```

042C 22           RET
    
```

```

;           PROGRAMA DE CONTROL PROPORCIONAL DIGITAL UTILIZANDO
;           UN ADC0809 Y EL PUERTO P1 DEL MCS8031 PARA
;           EL MANEJO DE UN MC1408-8P
;
    
```

```

0430                ORG     CTRL
    
```

```

0430 E4           CTRL:  CLR     A
0431 F8           MOV     RO,A
0432 F9           MOV     R1,A
0433 3001FD       CTRL1: JNB    01H,CTRL1
0436 C201        CLR     01H
0438 7401        MOV     A,#01H
043A 11E6        ACALL  WRADC
043C 3002FD       CTRL2: JNB    02H,CTRL2
043F C202        CLR     02H
0441 11FA        ACALL  RDADC
0443 F548        MOV     48H,A
0445 7400        MOV     A,#00H
0447 11E6        ACALL  WRADC
0449 3002FD       CTRL3: JNB    02H,CTRL3
044C C202        CLR     02H
044E 11FA        ACALL  RDADC
0450 8548F0       MOV     B,48H
    
```

```

0453 C3          CLR      C
0454 95FO        SUBB    A,B
0456 5002        JNC     CTRL4
0458 7400        MOV     A,#00H
045A C5FO        CTRL4: XCH    A,B
045C E540        MOV     A,40H
045E 916C        ACALL  CODHEX
0460 C5FO        XCH    A,B
0462 84          DIV     AB
0463 F590        MOV     P1,A
0465 3184        ACALL  WRDPLY
0467 80CA        SJMP   CTRL1
    
```

```

046C          ORG     CODHEX      ;TABLA DE CONVERSION DE CODIGO
                                ;DE TECLADO A HEXADECIMAL
    
```

```

CODHEX: INC     A
046C 04        MOVCC  A,@A+PC
046D 83        RET
046E 22        DB     7
046F 07        DB     4
0470 04        DB     1
0471 01        DB     0
0472 00        DB     8
0473 08        DB     5
0474 05        DB     2
0475 02        DB     16
0476 10        DB     9
0477 09        DB     6
0478 06        DB     3
0479 03        DB     17
047A 11        DB     10
047B 0A        DB     12
047C 0C        DB     14
047D 0E        DB     18
047E 12        DB     11
047F 0B        DB     13
0480 0D        DB     15
0481 0F        DB     19
0482 13
    
```

```

0486          ORG     HEX7SG      ;TABLA DE CONVERSION DE HEXADECIMAL
                                ;A 7 SEGMENTOS
    
```

```

HEX7SG: INC     A
0486 04        MOVCC  A,@A+PC
0487 83        RET
0488 22        DB     3FH
0489 3F        DB     06H
048A 06        DB     5BH
048B 5B        DB     4FH
048C 4F        DB     66H
048D 66        DB     6DH
048E 6D        DB     7DH
048F 7D        DB     07H
0490 07        DB     7FH
0491 7F
    
```

0492 67	DB	67H
0493 77	DB	77H
0494 7C	DB	7CH
0495 39	DB	39H
0496 5E	DB	5EH
0497 79	DB	79H
0498 71	DB	71H
0499 BF	DB	0BFH
049A 86	DB	86H
049B DB	DB	0DBH
049C E6	DB	0E6H

0000

END

;%T	Symbol Name	Type	Value
	ADDADC.	I	E500
	ADDCWA.	I	E003
	ADDCWB.	I	E103
	ADDKB.	I	E400
	CLRA1.	L	003A
	CLRAM.	L	0037
	CLRDPL.	L	024D
	CODHEX.	L	046C
	CONV.	L	00BA
	CTRL.	L	0430
	CTRL1.	L	0433
	CTRL2.	L	043C
	CTRL3.	L	0449
	CTRL4.	L	045A
	CWA.	I	0080
	CWB.	I	008B
	DA.	L	03C8
	DAT.	L	03D1
	DAT1.	L	03A4
	DAT2.	L	03A7
	DAT3.	L	03BF
	DAT4.	L	03C2
	DAT5L.	L	01E9
	DAT6.	L	01F6
	DAT7.	L	0200
	DATDPL.	I	E200
	DATR.	L	03D6
	DATRAN.	L	0397
	DECD1.	L	01E3
	DECDPL.	I	E300
	DECDPT.	L	01D3
	DEL.	L	0427
	DEL1.	L	002E
	DELAY.	L	0423
	DISPLY.	L	0085
	DPLDPT.	L	01A2
	H7SEGH.	L	02BB
	H7SEGL.	L	02C7
	HEX7SG.	L	0486
	INADD.	L	0280
	INCD1.	L	01CD
	INCDPT.	L	01BE
	INICIO.	L	0028
	KB.	L	0067
	LERROR.	L	0231
	LFIN.	L	0221
	LINIC.	L	0211
	MEM1.	L	0336
	MEM2.	L	0346
	MEM3.	L	034F
	MEM31.	L	0352
	MEM311.	L	0362

```

MEM312. . . . . L 036B
MEM4. . . . . L 0370
MEM5. . . . . L 0375
MEM6. . . . . L 0384
MEM7. . . . . L 0392
MEMEXM. . . . . L 0326
MEMPR1. . . . . L 032D
MEMPR2. . . . . L 032E
PPIA.A. . . . . I E000
PPIA.B. . . . . I E001
PPIA.C. . . . . I E002
PPIB.A. . . . . I E100
PPIB.B. . . . . I E101
PPIB.C. . . . . I E102
PSE1. . . . . L 0271
PSEPRG. . . . . L 0269
RDADC . . . . . L 00FA
RDM1. . . . . L 0175
RDM2. . . . . L 0176
RDMEM . . . . . L 016E
RDPPIA. . . . . L 0124
RDPPIB. . . . . L 0156
RUN . . . . . L 02D3
RUTEC . . . . . L 02AD
SERIAL. . . . . L 00E2
STACK . . . . . I 005F
STE1. . . . . L 03F1
STE2. . . . . L 03E6
STE3. . . . . L 03ED
STE4. . . . . L 040A
STEEP.M. . . . . L 03DA
SYSTEM. . . . . L 02E1
TDPLO . . . . . L 003D
TEC2. . . . . L 0289
TEC3. . . . . L 0293
TEC4. . . . . L 029C
TEC5. . . . . L 02E8
TEC51 . . . . . L 0314
TEC52 . . . . . L 0319
TEC53 . . . . . L 031E
TEC6. . . . . L 02F9
TEC61 . . . . . L 0308
TECLZO. . . . . L 02AA
TIME1 . . . . . L 00DE
WRADC . . . . . L 00E6
WRDPLY. . . . . L 0184
WRM1. . . . . L 0180
WRMEM . . . . . L 017A
WRPPIA. . . . . L 0108
WRPPIB. . . . . L 013A

```

;%Z

00 Errors (0000)