

323817

2
2/2/87

UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR

ESCUELA DE INGENIERIA

Con Reconocimiento de Validez Oficial en la Universidad Nacional Autónoma de México, según acuerdo No. 3238-17



**METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS
DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI**

T E S I S

Que para obtener el título de

Lic. en Ingeniero Mecánico Electricista, Area Industrial

presenta

RAFAEL MENDOZA CASTILLO

Director: Ing. RICARDO SKERTCHLY MOLINA

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1987



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.

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO I

NECESIDAD DE DESARROLLAR TECNOLOGIA PARA LA FABRICACION DE MAQUINARIA EN MEXICO.

- | | | |
|------|--|----|
| 1.1. | Desarrollo historico de las máquinas y su función en la sociedad. | 7 |
| 1.2. | Necesidad de desarrollar maquinaria con Tecnología Mexicana. | 12 |
| 1.3. | CIDESI Empresa para el desarrollo de tecnología. | 16 |
| 1.4. | El Departamento de Diseño Mecánico como organismo para el desarrollo de maquinaria . | 21 |
| 1.5. | Las máquinas prototipo como proyecto. | 25 |

CAPITULO II

METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA.

- | | | |
|---------|--|----|
| II.1 | Marco Teórico para el desarrollo de los proyectos de diseño en Ingeniería. | 31 |
| II.1.1. | Selección de la metodología más conveniente | 49 |
| II.2 | Método seguido por el Departamento de Diseño Mecánico, para la realización del diseño de maquinaria. | 52 |
| II.3. | Consideraciones prácticas para el desarrollo de los proyectos de diseño de maquinaria. | 55 |

CAPITULO III	LA ADMINISTRACION EN EL PROYECTO.	
III.1.	La Administración en el proyecto.	62
III.1.1.	Breve historia de las técnicas de ruta crítica.	64
III.1.2.	Modo de operación de las técnicas de ruta crítica.	67
III.2.	Administración de Proyectos en el Departamento de Diseño Mecánico.	73
III.3.	Propuesta para mejorar la administración de los proyectos de Diseño de maquinaria en CIDESI.	77
III.3.1	Selección del método más apropiado para la administración de los proyectos.	78
III.3.2	Expediente del Proyecto.	80
CAPITULO IV	CONSIDERACIONES PARA LA PLANEACION Y ORGANIZACION DEL PROYECTO.	
IV.1	Importancia de la Planeación	87
IV.2	Como lograr una Planeación adecuada	89
IV.3	Elaboración del plan de ejecución del proyecto.	93
IV.3.1.	Desarrollo de la red de eventos del proyecto.	95
IV.3.2.	Estimación de la duración de cada actividad y determinación de la ruta crítica.	96
IV.3.3.	Programación y asignación de recursos.	99
IV.3.4.	Elaboración del programa de fechas	101
IV.4.	Organización del Proyecto.	102

CAPITULO V	EL CONTROL DEL PROYECTO.	
V.1.	Características, importancia y necesidad del control	105
V.2.	Formatos de los documentos para el control del proyecto.	109
V.2.1.	Formatos para el control del - proyecto.	110
V.2.2.	Formatos para la recabación de información auxiliar para el - control del proyecto.	114
APENDICE A	APLICACION DE LA TECNICA MAP.	125
RESUMEN Y CONCLUSIONES.		142
BIBLIOGRAFIA		150

**METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA
EN CIDESI**

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo se desarrolla por la necesidad que tiene el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial de administrar en forma más eficaz el desarrollo de los proyectos de diseño y fabricación de máquinas prototipo, llevados a cabo por el Departamento de Diseño Mecánico.

El problema se planteó en un principio como sigue: Las estimaciones realizadas, por el Departamento de Diseño Mecánico, para el tiempo de diseño y fabricación de máquinas prototipo, no se cumplen. La causa principal de esta situación se identificaba como la falta de un método que permita hacer una estimación cuantitativa; de lo cual la propuesta del tema de tesis era " El desarrollo de un método para estimar la duración de los proyectos de diseño y fabricación de máquinas prototipo ".

Buscando de donde poder partir y analizando el problema se llegó a la conclusión de que las estimaciones del tiempo no se cumplen por varios aspectos, entre los cuales destacan: La falta de planeación detallada, el no estimar metódicamente el tiempo, el no contar con un plan de acción y control que es el instrumento que -

hace posible la detección de fallas y buscar apegar el desarrollo real al planeado.

Ante esta situación el presente estudio se enfocó a la adecuación de las técnicas de planeación y control de proyectos; proponiendo al PERT como el método de planeación y control que más se apega a la solución de los problemas que se presentan en CIDESI. También se propone la utilización de métodos cualitativos de pronóstico, para lograr hacer más metódica y confiable la estimación del tiempo de ejecución.

Para poder cumplir con los objetivos del estudio y poder fundamentar los resultados obtenidos, se divide el trabajo en los siguientes capítulos:

CAPITULO I NECESIDAD DE DESARROLLAR TECNOLOGIA PARA
LA FABRICACION DE MAQUINARIA EN MEXICO.
En éste Capítulo se establece porque es necesario el desarrollo de maquinaria con tecnología nacional y lo que CIDESI está logrando en este campo.

CAPITULO II **METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE MAQUINARIA.**- Se discute el concepto de metodología del diseño en ingeniería según varios autores; se presenta el método seguido en CIDESI, y como se puede mejorar con la adopción de un método más desarrollado.

CAPITULO III **LA ADMINISTRACION EN LOS PROYECTOS.**- En este Capítulo se analizan los problemas que tiene el departamento de Diseño Mecánico, en cuanto a administración de proyectos se refiere; y como las técnicas de ruta crítica y en especial el PERT, pueden contribuir a solucionar los problemas.

CAPITULO IV **CONSIDERACIONES PARA LA PLANEACION Y ORGANIZACION DEL PROYECTO.**- En este Capítulo se presentan los planes que se deben de desarrollar antes de comenzar el trabajo operativo; también se dá una visión de como se debe organizar la ejecución del proyecto.

CAPITULO V **EL CONTROL DEL PROYECTO.**- Se discute las características del control, su importancia y la necesidad de ejercerlo durante todo el proyecto. También se establecen los aspectos del proyecto que deben ser controlados efectivamente y para lo cual se han establecido unos formatos con el fin de simplificar la obtención de la información.

C A P I T U L O I

NECESIDAD DE DESARROLLAR TECNOLOGIA PARA LA FABRICACION DE MAQUINARIA EN MEXICO

1.1 DESARROLLO HISTORICO DE LAS MAQUINAS Y SU FUNCION EN LA SOCIEDAD

Las máquinas, elementos indispensables para el desarrollo humano, han experimentado cambios a través de milenios. En la actualidad al oír hablar de máquinas, imaginamos un conjunto de mecanismos y sistemas interrelacionados que al aplicarle una fuente de energía producen movimientos, para obtener un efecto determinado.

La evolución de las máquinas va desde la palanca, herramienta usada por el Hombre Prehistorico, hasta los vuelos espaciales realizados en la segunda mitad del siglo XX . Es conveniente retroceder en el tiempo para conocer un poco más esta evolución.

La historia de las máquinas comienza en la Era Paleolítica, cuando el hombre descubre que usando herramientas como la palanca, el plano inclinado y la cuña es capaz de aplicar con mayor eficiencia su fuerza corporal. En esa misma época se da cuenta que una tira de cuero, sujeta a un arco de palo, tensánsola y después soltándola es capaz de multiplicar y concentrar en un punto la fuerza que se le aplica; con estos hallazgos el hombre se da cuenta de los beneficios que le proporciona el hacer uso de herramientas.

Posteriormente se descubren los metales, entre los cuales aparecen el hierro y el bronce, materiales que permiten elaborar herramientas más fuertes y duraderas. Súbitamente otros dos acontecimientos cambian el rumbo del desarrollo de las máquinas; la aplicación de la rueda y el eje y el aprovechamiento, por primera vez, de la energía proveniente del viento mediante la vela; lo cual sucede alrededor de 3000 años A.C., significan avances gigantescos para la humanidad.

Más tarde se inventa la polea, Siglo VIII A.C., y a partir de ese momento el hombre comienza a desarrollar máquinas; primero las construye con fines bélicos, como lo son los enormes arietes sirios usados siete siglos A.C., a las torres de asalto y catapultas diseñadas por los griegos; en esa misma época Arquímedes desarrolla el tornillo, que junto con los elementos antes mencionados forman la base para el desarrollo posterior de todas las máquinas mecánicas. Es indudable que las guerras puedan lograr un gran avance en el desarrollo tecnológico de los pueblos y de las máquinas; pero mencionemos solamente las máquinas que han sido benéficas a la sociedad.

Así se encuentra la invención de las ruedas hidráulicas verticales y horizontales, Siglo I A.C., el molino de viento horizontal, Siglo VII D.C.; el volante y la

manivela, Siglo IX D.C.; el molino de viento vertical, 1185; éstas máquinas utilizan como fuente de energía -- la depositada en la naturaleza para su funcionamiento. Otras como la rueca, 1298; el reloj mecánico, 1339; la imprenta de tipos intercambiables, 1448; utilizan la - fuerza del hombre para su accionamiento. Máquinas que van cambiando la forma de vida de su época, son inventadas durante un período de la historia, que se caracteriza por ser prolífico en las Ciencias y las Artes. Este período se conoce como el Renacimiento donde Leonardo D'Vinci, persona visionaria y de gran ingenio, con sus ideas y diseños, marca el nuevo camino que toma el desarrollo de las máquinas.

El perfeccionamiento de los metales como el acero, permite el desarrollo de máquinas con una concepción diferente, tal es el caso de la sumadora de Blaise Pascal, 1642; y la bomba de vapor, 1698. Hacia 1712 Thomas New - comen logra controlar efectivamente la energía prove - niente del vapor y con este suceso comienza la Revolución Industrial, que marca el inicio de la proliferación de - las máquinas.

En la Revolución Industrial se conjuntan el vapor, como fuente principal de energía, el ingenio y nuevas necesidades humanas; factores que dan origen a la invención de la máquina de vapor condensada, 1765; la hiladora "Jeny", 1765; el horno de pudelación para hierro, 1784; entre otras. Con el tiempo surgen materiales y fuentes de energía más eficientes, dando pie al desarrollo de más y mejores inventos para brindar ayuda al hombre en el desarrollo de sus actividades diarias.

A principios del siglo XIX se descubre la energía eléctrica, descubrimiento que enmarca una nueva era en el ámbito de las máquinas y la sociedad. En 1882, se inventó el motor eléctrico (tal vez la máquina más común en la actualidad); en éste mismo siglo se descubre también el uso de los hidrocarburos y se inventa el motor de combustión interna, 1860; máquina que revolucionó posteriormente los medios de transporte usados por el hombre.

De las postrimerías del siglo XIX a la fecha, ha sido la etapa más fructífera para el desarrollo de las máquinas para auxilio del hombre, algunas de las más relevantes son:

el automóvil, 1885; el telar automático, 1894; el -
aeroplano, 1903; el computador mecánico, 1928; el com -
putador de bulbos ENIAC, 1946; las máquinas de control -
numérico, 1952; el rayo laser , 1958; los cohetes espa -
ciales, 1965; la robotica, 1976 y muchas otras en campos
de aplicación tan diversas como la medicina, la industria
el hogar, la conquista del espacio, etc.

Analizando esta historia se puede concluir que el -
hombre ha logrado conquistar a la naturaleza mediante la
aplicación de los conocimientos adquiridos con el tiempo
y valiéndose de la ayuda de las máquinas; elementos que
le han permitido desempeñar actividades que por su con -
dicionamiento físico no puede llevar a cabo por sí solo,
como ejemplo se puede mencionar el transporte aéreo, ob -
servar células, mover objetos sumamente pesados, etc.

La evolución del hombre y las máquinas ha estado
tan ligada que es prácticamente imposible para el hombre
del siglo XX, desarrollar las actividades diarias sin el
auxilio de sus máquinas. Esta unión hombre-máquina ha
permitido elevar las condiciones de vida para el ser hu -
mano, es decir, las máquinas han permitido al hombre ro -
dearse de un gran número de satisfactores, en mayor can -
tidad y mejor calidad.

1.2. NECESIDAD DE DESARROLLAR MAQUINARIA CON TECNOLOGIA MEXICANA

Para ubicar a un país en el contexto internacional se tiene que analizar el nivel cultural de su pueblo y el desarrollo tecnológico alcanzado; estos dos aspectos se reflejan directamente en el grado de industrialización del país y del cual se ha establecido la siguiente clasificación :

- 1) Países industrializados.
- 2) Países en vías de desarrollo.
- 3) Países subdesarrollados.

México se ubica en el grupo de países en vías de desarrollo ya que el nivel cultural del pueblo y el desarrollo tecnológico alcanzado, hace que su industria se encuentre en un desarrollo intermedio.

El proceso de industrialización de México comienza en forma tardía, comparado con el de los países industrializados como Alemania, Francia, Estados Unidos, etc., este proceso se vuelve dinámico a partir de la década de los 40's, logrando un crecimiento continuo hasta 1982 - Este despertar tardío se debe en gran medida a los ajustes sociales que ha sufrido a lo largo de su historia y

a que en la década de los 30's se comienza a tomar conciencia de lo importante que es el poseer una industria con capital nacional.

Otras causas por las que no se ha desarrollado tecnología nacional son: La falta de gente preparada técnicamente, la facilidad de adquisición de tecnología extranjera, la falta de instalaciones para desarrollar investigaciones y la carencia de recursos económicos para la investigación.

En 1970 se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); en un principio este organismo es creado para lograr establecer la comunicación entre el gobierno y la comunidad científica del país; en la actualidad el CONACYT es la Institución encargada de planear, coordinar y promover la investigación científica y tecnológica del país. Para lograr esto se ha programado su gasto como se ilustra en la figura 1.2.1., y para siguientes giros generales (Flores, 1982):

- 1) Apoyo a proyectos de investigación.
- 2) Formación de recursos humanos.
- 3) Financiamiento para infraestructura.

- 4) Difusión, publicaciones y cooperación internacional.
- 5) Administración.

En el sexenio 1976-1982, se registra un nivel de crecimiento del 5.8% (Economía Mexicana en cifras, 1984), este nivel es uno de los más altos alcanzados por México.

Esto se debe a la política de ese sexenio, que proponía lanzar al país a un proceso de industrialización acelerado; tomando al petróleo como base para lograr el desarrollo ya que en ese entonces el petróleo alcanzaba una cotización muy elevada en los mercados internacionales. Al amparo de esta política se comenzó a importar tecnología y bienes de capital necesarios para formar la planta industrial del país.

Con la importación excesiva de tecnología, bienes de capital, bienes intermedios y artículos de consumo, se genera una salida de divisas mucho mayor que la capacidad de generación de estas por los sectores productivos del país; dando como consecuencia el incurrir en préstamos internacionales para el país y a la postre un

endeudamiento excesivo que en 1982 desencadena una crisis económica muy grave.

Ante esta situación la actual administración del país trata de frenar la salida de divisas por concepto de importaciones mediante la formulación de planes que, entre otros, considera la sustitución de importaciones.

El proceso de industrialización del país no se puede detener y ante una política de sustitución de importaciones, la salida más lógica y a la vez efectiva es el desarrollar la tecnología propia; para que en el largo plazo se cuente con los bienes de capital, desarrollados en México, que demande la Planta Industrial.

En las condiciones actuales de México el desarrollar tecnología propia en todos los campos es inevitable y necesario si se desea que el país en un futuro logre ser más autosuficiente.

1.3. CIDESI EMPRESA PARA EL DESARROLLO DE TECNOLOGIA.

El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) es fundado por decreto presidencial el 7 de marzo de 1984. En un esfuerzo más del Gobierno, - para tratar de aliviar la dependencia tecnológica del país.

CIDESI se enfoca a brindar apoyo a la Planta Industrial Nacional, buscando crear una infraestructura tecnológica más independiente; para lograrlo se dedica al desarrollo de proyectos, basados en la tecnología propia y los elementos disponibles en el país.

Los objetivos generales de CIDESI SON:

- Fomentar el desarrollo Industrial Nacional y apoyar a la creación de tecnología.
- Propiciar la vinculación de la Industria Nacional con las instituciones del sistema nacional de educación tecnológica.

Como funciones principales tiene:

- Implementar procesos de manufactura en sus instalaciones y transferirlos a la Industria con bases comerciales.
- Dar servicio y asesoría tecnológica.
- Efectuar proyectos de investigación aplicada y en enseñanza especializada.
- Capacitar personal para la Planta Industrial.
- Fabricación de productos, partes y componentes especializados.

Y las metas principales son:

- Lograr una autosuficiencia económica.
- Llegar a una excelencia tecnológica y desarrollo en las siguientes áreas.
 - a) Diseño Mecánico.
 - b) Ensayos no destructivos.
 - c) Inspección y soldadura.
 - d) Industria de procesos (excluyendo la petrolera y alimenticia.)

Para lograr cubrir sus objetivos, funciones y metas se ha creado una organización que consta de :

- Un Consejo Directivo.

- Una Dirección General.
- Seis Gerencias.

El organigrama de la figura I.3.1. muestra la estructura organizacional de CIDESI.

Las gerencias que constituyen CIDESI son:

- a) Gerencia de Planeación e Información.- Tiene a su cargo el desarrollo de la información técnica para el Centro, así como para cualquier empresa que solicite el servicio; también debe de planear el desarrollo del Centro.
Imparte cursos de especialización técnica conjuntamente con otras Gerencias y se encarga de la vinculación de CIDESI con otras instituciones.
- b) Gerencia de Ingeniería Metal-Mecánica.- Desarrolla todos los proyectos que estén relacionados con Metalurgia, da apoyo en las áreas de maquinado, acabados superficiales, metrología, procesos de manufactura, pailería, fundición, etc., para las necesidades del Centro o para particulares.

- c) Gerencia de Servicios Industriales.- Tiene a su cargo el dar servicio de mantenimiento a todas las instalaciones industriales de CIDESI, así como desarrollar las piezas y manuales de mantenimiento para su maquinaria. Debe participar en proyectos que se refieren a la rehabilitación de equipo industrial.

- d) Gerencia de Comercialización.- Tiene a su cargo promover los servicios ofrecidos por el Centro; realizar estudios de mercado, económicos y financieros requeridos por los clientes; también tiene a su cargo toda la relación comercial con clientes.

- e) Gerencia Administrativa.- Tiene como función principal administrar los recursos humanos, materiales y monetarios de CIDESI; debe de prestar los servicios generales para el correcto funcionamiento del Centro.

- f) Gerencia de Proyectos.- Está enfocada a dar apoyo a la industria Nacional mediante el desarrollo de

tecnología adaptada a la situación Nacional.

En la actualidad desarrolla dos áreas básicas :

- I) Procesos químicos a nivel laboratorio, planta piloto y producción comercial.
- II) Diseño Mecánico, desarrolla maquinaria hasta la construcción de un prototipo.

La creación de Empresas como el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, permite el desarrollo de tecnología propia, a la vez que sirve de lazo de unión entre las Universidades y las Instituciones de Educación Tecnológica; vinculación necesaria para lograr una mejor capacitación de los Egresados de dichas instituciones y simultáneamente buscar formas de resolver los problemas que presenta la Planta Industrial del país.

1.4. EL DEPARTAMENTO DE DISEÑO MECANICO COMO ORGANISMO PARA EL DESARROLLO DE MAQUINARIA.

El departamento de Diseño Mecánico pertenece a la Gerencia de Ingeniería de Proyectos. Su función primordial es el desarrollo de tecnología aplicada a la construcción de maquinaria; para lograr este fin, el departamento realiza los estudios técnicos necesarios para el diseño de una máquina, llevando el desarrollo de éstas hasta el punto de construcción de un prototipo funcional.

El objetivo a corto plazo del departamento es:

- Integrar los medios humanos y materiales que permiten desarrollar el diseño de maquinaria de tipo convencional *, hasta un peso de 5 toneladas y 5 operaciones máximas por ciclo; para apoyar el desarrollo de la Industria Nacional.

- Las funciones del departamento son:

- Determinar conjuntamente con las áreas de manufactura, la factibilidad técnica de la realización de -

* Entiendase por maquinaria convencional; Máquinas - que su precisión no sea mayor a 0.001" y no sobrepase un número de 5 operaciones simultáneas por ciclo.

proyectos de diseño y fabricación de maquinaria - dentro de CIDESI.

- Realizar los anteproyectos de diseño que permiten la cotización adecuada de los mismos.
- Elaborar la documentación necesaria para la integración de los diseños de maquinaria.
- Asesoría a la Industria Nacional en el diseño de maquinaria.
- Capacitar a la Industria Nacional en el Diseño de maquinaria.
- Apoyar a las áreas de manufactura en la fabricación de los prototipos de maquinaria.

El departamento de Diseño Mecánico está formado por una Jefatura de Departamento y 3 Coordinaciones. La Jefatura del Departamento tiene como función principal el vigilar el desarrollo de los proyectos, así como administrar los recursos del departamento.

Las Coordinaciones del departamento aparecen en el esquema organizacional 1.4.1., y son :

- a) Coordinación de soporte técnico.- tiene como objetivo dar apoyo en cálculos, dibujos, elaboración

de manuales, etc., para la realización de los proyectos.

- b) Coordinación de Ingeniería y Desarrollo. Tiene a su cargo la realización de proyectos, diseños; - debe de programar la ejecución y los recursos a invertir en un proyecto.
- c) Coordinación de control de operaciones. Tiene como función el llevar el control administrativo del departamento, vigilar la ejecución de los proyectos y es encargado de estar al tanto de la construcción, ensamble, pruebas y entrega de los prototipos realizados.

El departamento de Diseño Mecánico cuenta ya con algunos logros como son:

- a) Diseño y construcción de una Máquina Engrapadora de cajas de cartón. El principal problema a que se enfrentó el Departamento fué la organización del proyecto, ya que no se contaba con el personal necesario. En la actualidad el prototipo está funcionando en la Empresa Empaques y Envases Nacionales, S.A.

- b) Se desarrolló el diseño detallado de una Báscula para soportar 150 toneladas y que fuera acoplable a una grúa viajera, la construcción del prototipo está sometida a concurso por el cliente (Toledo Scale de México, S.A.)

- c) Se diseñó un Cocedor de Maíz, para maíz industrializado CONASUPO, con capacidad para 4.5 toneladas por hora. La construcción del prototipo será sometida a concurso.

- d) Se está preparando un proyecto junto con otras - instituciones, para desarrollar una fotocopiadora, donde todas sus partes (excepto circuitos integrados) sean fabricados en el país.

- e) Se está desarrollando un proceso de compactación para aserrín, para posteriormente diseñar una máquina que pueda hacer ladrillos cilíndricos de aserrín.

- f) Y otros diversos proyectos que no se han llevado adelante por falta de experiencia, información ó interés del cliente.

1.5. LAS MAQUINAS PROTOTIPO COMO PROYECTO.

La función primordial de una máquina prototipo es el de mostrar el funcionamiento y posibles fallas en el diseño de la máquina; también sirve como base para planear la producción en serie, si es el caso. A través de un prototipo se demuestra la validez de los principios en que se basa el desarrollo de la máquina, así como el funcionamiento real ya que en planos o modelos a escala es muy difícil de apreciar.

Se debe de entender por prototipos de una máquina, aquella que por su concepción, diseño, características, estética, etc., permite ser diferenciada fácilmente de otra similar; además debe de ser la primera construida o pertenecer a un pequeñísimo conjunto producido.

Se considera que existen dos tipos de prototipos, - unos son experimentales y otros funcionales. Los prototipos experimentales por lo general son únicos y tratan de demostrar el correcto funcionamiento de la máquina y los diversos mecanismos que la forman. Se habla de prototipos funcionales cuando se conoce el funcionamiento de los mecanismos que integran a la máquina, lo que se busca comprobar es el correcto funcionamiento en el medio

en que se han de desenvolver; por lo general se construyen varios, con el fin de probarlos en diversas condiciones del medio en que deberán funcionar. Para delimitar - cuando es experimental o funcional un prototipo, se toman como base: la experiencia en el tipo de maquinaria; experiencia y capacidad de los diseñadores ; políticas de - las partes involucradas, etc.

Para lograr construir un prototipo es necesaria la participación de un grupo de personas especializadas en diversas profesiones, como Administradores, Economistas, Ingenieros, Técnicos en manufacturas, Técnicos en dibujo etc., con el fin de lograr el mejor resultado.

Los proyectos de Ingeniería por su complejidad - exigen la formación de un grupo de trabajo multidisciplinario. Se entiende que el proyecto en Ingeniería es un - conjunto de actividades interrelacionadas, que conducen a la creación de un sistema con el fin de satisfacer un - objetivo determinado. De acuerdo a la complejidad, objetivos y alcances fijados y a los recursos disponibles - para el desarrollo del proyecto, se hace necesario formar un grupo de trabajo en el que intervengan más o menos especialistas de diversas disciplinas.

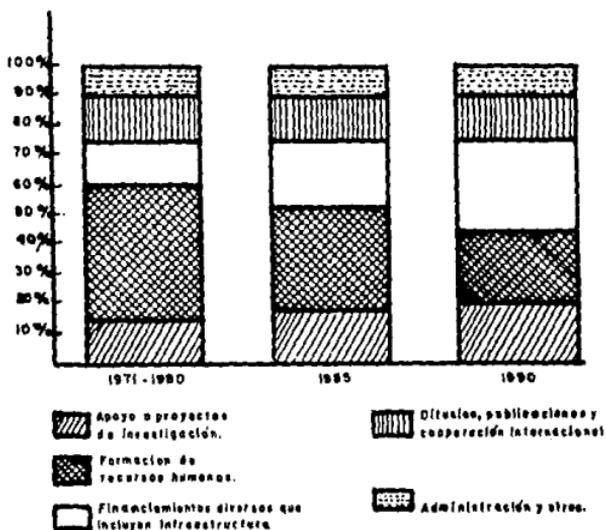


FIG. 12.1. GASTO DEL CONACYT POR PRINCIPALES PROGRAMAS.

FUENTE: LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN MEXICO. - Flores, 1982.

**METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI
RAFAEL MENDOZA CASTILLO**

UAS

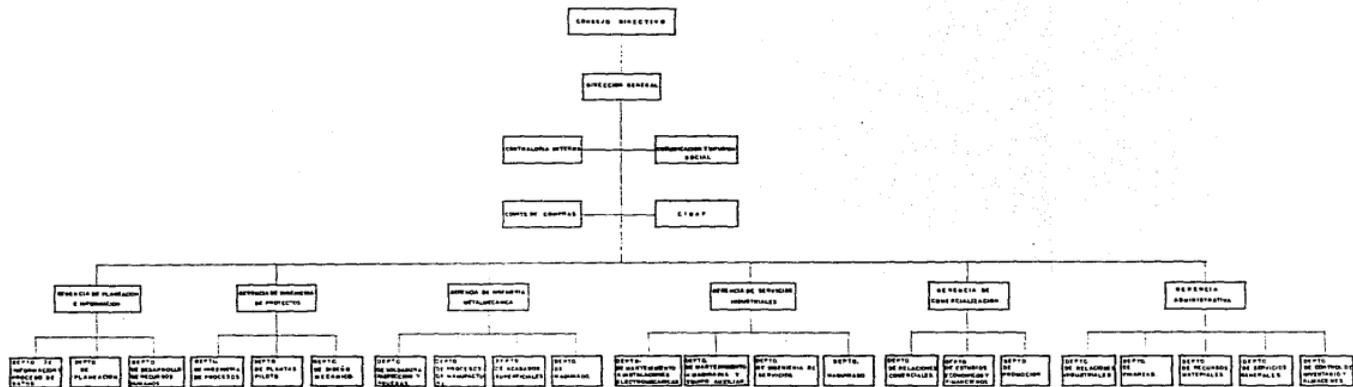


FIG. 1-3-1 ORGANIGRAMA GENERAL DEL CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL.

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDES.

RAFAEL MENDOZA CASTILLO

UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR.

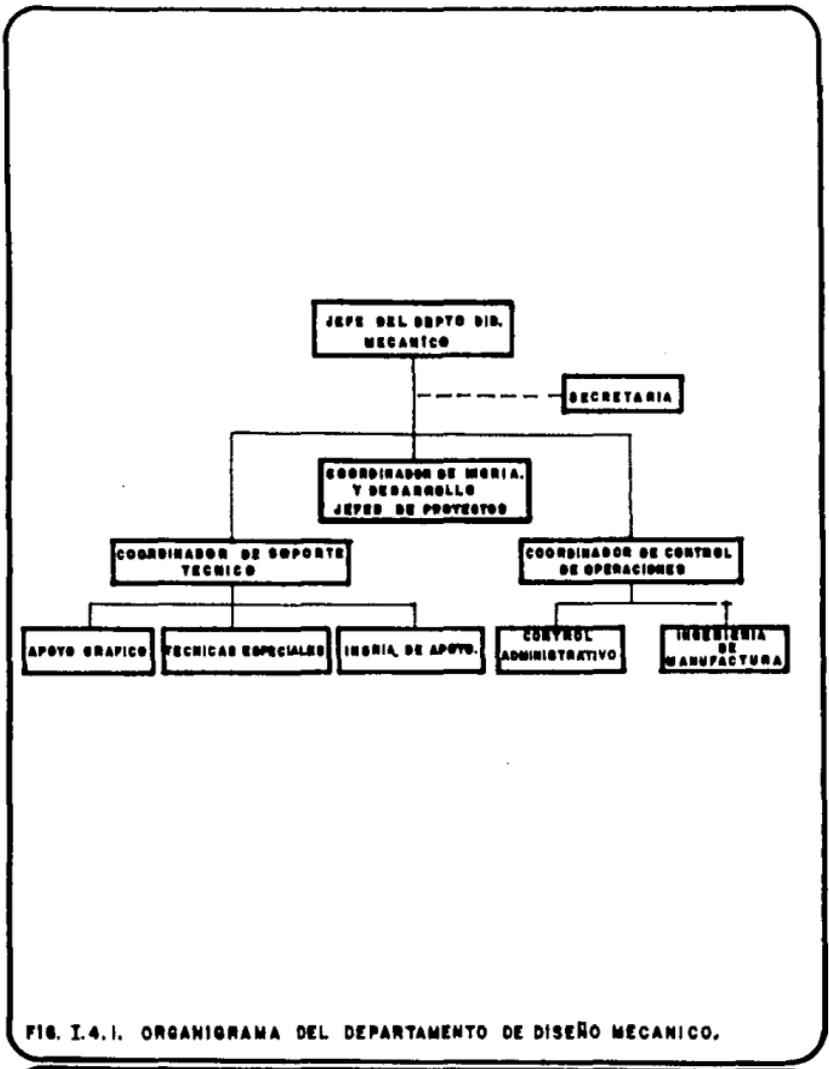


FIG. I.4.1. ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE DISEÑO MECÁNICO.

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDE SI
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO

UAS

CAPITULO I I

METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LOS
PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA

II.1 MARCO TEORICO PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE DISEÑO EN INGENIERIA

Para el correcto desarrollo de un proyecto en Ingeniería se necesita realizar trabajos en dos áreas básicas, una es el área administrativa del proyecto y la otra el área operativa. En la presente sección se discutirá cual es el proceso que teóricamente debe realizarse en el área operativa; dejando el área administrativa por un lado, la cual será discutida en el Capítulo III.

El estudio del proceso de los proyectos de diseño en ingeniería ha llevado a diversos autores y diseñadores a establecer metodologías para el desarrollo del diseño. Como éste depende casi en su totalidad de la persona que lo lleva a cabo, existe gran variedad de criterios sobre cuál es el proceso a seguir para el desarrollo de un diseño. De estos criterios han surgido metodologías que proponen cinco pasos y otras que establecen hasta veinticinco para lograr el desarrollo de proyectos de diseño (Dieter, 1983).

1) Método de diseño (Hill, 1970)

Este método es establecido por Percy Hill y surge de la comparación entre el método científico y el proceso, que para él, debe seguir el diseño. La comparación se realiza con base en que de la misma forma que un científico sigue un procedimiento en la búsqueda de solución a un problema, así debe de proceder el diseñador.

El método científico comienza con el conjunto de conocimientos existentes. La curiosidad científica hace que esos conocimientos sean cuestionados; y como resultado de ese cuestionamiento se formula una hipótesis. La hipótesis es sometida a un análisis lógico con el fin de confirmarla o denegarla; frecuentemente el análisis revela fallas o inconsistencias de la hipótesis, de tal forma que la misma debe ser cambiada en un proceso interactivo. Finalmente, cuando la nueva hipótesis es confirmada a satisfacción de sus creadores, debe de ser probada y aceptada por la sociedad científica.

Una vez aceptada es comunicada para integrarla al conjunto de conocimientos y el ciclo es cumplido.

De forma similar el método de diseño comienza su ciclo con la existencia del estado del arte de un campo particular. Con la identificación de una necesidad, que generalmente se expresa en términos económicos, se recurre a revisar el estado del arte del campo en particular en el cual se va a realizar el diseño. Posteriormente se conceptualiza un modelo que pueda resolver el problema o satisfacer la necesidad. El concepto del diseño es sometido al análisis de factibilidad, y dependiendo de los resultados de este análisis, se va modificando el concepto del diseño hasta que este sea aceptado para producirlo ó se decida abandonar el proyecto. Una vez pasado positivamente el análisis de factibilidad el diseño se comienza a producir quedando el ciclo del mismo cerrado cuando el producto es aceptado como parte de la corriente tecnológica y contribuye a la ampliación del estado del arte del campo particular.

Esta comparación se puede apreciar más claramente por medio de la figura II.1.1.

2) Pasos del proceso del diseño establecidos por Goerge Dieter (Dieter, 1983)

Este autor establece que el proceso del diseño debe pasar por seis etapas que son:

- a) Reconocimiento de una necesidad.
- b) Definir el problema.
- c) Búsqueda de información.
- d) Conceptualización.
- e) Evaluación.
- f) Comunicación del diseño.

3) Metodología de los proyectos de diseño desarrollada por Morris Asimow, (Asimow, 1968)

Establece que el proyecto va de lo abstracto a lo concreto debido a que posee una estructura vertical. La estructura vertical la define como el conjunto de etapas que debe de recorrer un producto por desarrollar antes de que esté en condiciones de ser ofrecido a los usuarios. La estructura horizontal es el conjunto de informa

ción, operación de diseño y evaluación, necesarios para poder ir avanzando en la estructura vertical, a la estructura horizontal la denominamos como módulo básico en el proceso del diseño y su proceso se muestra en la figura II.1.2.

La estructura vertical la divide en siete fases, que son:

- Fase I Estudio de factibilidad.
- Fase II Anteproyecto.
- Fase III Proyecto detallado.
- Fase IV Planeación de la manufactura.
- Fase V Planeación de la distribución.
- Fase VI Planeación del consumo.
- Fase VII Planeación para el retiro del producto.

Con la ejecución de las tres primeras fases se concluye el diseño de un producto, además cubre la construcción experimental o prototipo y las pruebas a éste. Si es aceptado el producto se puede comenzar con el desarrollo de las cuatro restantes fases que se refieren al

ciclo de producción-consumo. Por ser el tema central de la presente tesis el diseño y construcción de máquina prototipo, aunado a que este es el servicio que ofrece CIDESI, se discutirán únicamente las tres primeras fases, dejando al interés del lector profundizar en la fase del ciclo producción-consumo.

Cada una de las tres primeras fases tiene una serie de etapas o pasos que deben ser desarrollados para lograr que el diseño sea lo más eficiente posible, tanto económica como operativamente. A continuación se describen las etapas de cada una de las fases:

Estudio de Factibilidad (Fase I)

El propósito del estudio de factibilidad es iniciar el diseño y establecer la línea de pensamiento. Las metas que se pretenden en esta fase son validar la necesidad, proponer un número de posibles soluciones, y evaluar las soluciones desde los puntos de vista de posibilidades de financiamiento.

Para realizar el estudio de factibilidad deben efectuarse seis etapas, que a continuación se explican:

a) Determinación de la necesidad.

Plantear la existencia de una necesidad es el punto de partida de todo proyecto; ésta puede ser hipotética y no estar bien fundamentada o bien puede ser el resultado de observaciones bien fundamentadas. La finalidad es demostrar que la existencia de la necesidad es real y - que es prometedora su valia económica, ésto - se puede lograr por medio de estudios, por - ejemplo un estudio de mercado.

b) Definición del problema.

Una vez probada la existencia de la necesi - dad, es necesario plantear el problema lo más claro posible; para lo cual es necesario pro - porcionar ordenadamente la información con - se cuenta como restricciones, necesidades a - cubrir, especificaciones, proyector relaciona - dos (que se estén realizando o que ya hayan sido terminados), etc. Esto con el fin de - determinar las metas y características del - proyecto.

En esta etapa se tiene la entrada de la información básica del problema y cómo se podría solucionar de acuerdo a los conocimientos - previos.

En otras metodologías se le confiere a la búsqueda de la información una etapa separada. Esto es bastante lógico si se toma en cuenta que en muchos casos la obtención de la información necesaria representa un verdadero problema.

c) Síntesis de las soluciones posibles.

La síntesis es el proceso por el cual se unen conceptos e ideas aisladas en un todo; lo cual hace que esta etapa sea la que más requiere - del esfuerzo creador del diseñador.

Lo que se debe buscar es combinar los nuevos - principios con los ya existentes, a fin de lograr el resultado esperado.

d) Análisis de la posibilidad de realización física.

El resultado de la etapa de síntesis es un conjunto de soluciones, que son el resultado de abstracciones mentales y toman en cuenta algunos de los factores principales de los cuales dependen. Esto hace necesario que deban ser analizados para determinar la posibilidad de convertirlos, de una forma práctica, en objetivos tangibles.

El problema estriba en determinar si es posible realizar tal incorporación física práctica como el concepto lo sugiere. Esto se logra analizando las capacidades tecnológicas que se poseen.

e) **Valuación económica.**

Todo objeto debe de pasar tres puntos de vista económicos que son: El del productor, el del distribuidor y el del consumidor, si pasan satisfactoriamente un juicio de valor económico desde estos tres puntos de vista, se puede decir que es conveniente desarrollar el objeto analizado.

Las condiciones anteriores las deben de pasar también las posibles soluciones al problema - del proyecto; las soluciones que pasen ésta prueba podrán considerarse como el conjunto - de soluciones viables, faltando únicamente la facilidad de financiar su desarrollo.

f) Factibilidad Financiera.

Antes de comprometerse a hacer erogaciones - substanciales, hay que analizar si se está en condiciones de financiar el desarrollo de - cada solución económicamente rentable.

Las alternativas que pasan satisfactoriamente las etapas de : Análisis de la posibilidad de la realización física, validación económica y factibilidad financiera; forman el conjunto de soluciones útiles para el problema presentado. El paso a seguir es escoger entre ellas la mejor y esto se hace en el anteproyecto.

Anteproyecto (Fase II)

Se comienza con el conjunto de posibles soluciones obtenidas del estudio de factibilidad. El objetivo del anteproyecto es el seleccionar de entre las alternativas factibles, la más viable, que en algunos casos puede ser más de una.

El anteproyecto también suele llamarsele diseño preliminar; para realizarlo es necesario llevar a cabo las etapas que a continuación se explican:

a) Selección del concepto del proyecto.

Dentro del conjunto de soluciones útiles surgidas - durante el estudio de factibilidad, es preciso - identificar la más prometedora. Esto se logra cuantificando y comparando las ventajas y desventajas de cada una de las soluciones útiles; con el fin de seleccionar una como concepto de desarrollo del proyecto detallado.

En el caso que dos o más soluciones posibles se encuentren empatadas, a juicio de los responsables de

tomar la decisión sobre el concepto del proyecto, se deberá tomar en cuenta el costo y su valía económica.

b) Formulación de modelos.

El proyecto procede de lo abstracto a lo concreto. Se inicia con un concepto o conjunto de ideas que de alguna forma se ajustan a las circunstancias del problema, éstas ideas hay que llevarlas al campo de los objetos, para lo cual es necesario expresarlas en palabras, ilustraciones gráficas ó símbolos.

c) Análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad consiste en lograr un conocimiento más profundo de los mecanismos del sistema, mediante la identificación de los parámetros críticos para el diseño; y dá como resultado una idea más precisa sobre el comportamiento del sistema respecto a cambios en esos parámetros.

d) Análisis de compatibilidad.

Un sistema puede concebirse como un objeto que -
a su vez está compuesto por subsistemas o una
combinación de piezas o partes de orden menor
en complejidad. Para obtener los efectos deseados
del objeto del proyecto, es necesario estudiar -
con qué otras máquinas ó sistemas tendrá que -
operar para lograr los efectos deseados

e) Análisis de estabilidad.

El análisis de estabilidad se debe de realizar
para adecuar el diseño a las circunstancias que -
rodean al producto; como lo sería las velocida -
des de entrada y salida, tipo de uso, lugar de -
uso, etc.

Algunos autores que se basan en esta metodología,
consideran que esta etapa debe realizarse antes del
análisis de sensibilidad.

f) Optimización formal.

El optimizar consiste en encontrar la combinación de valores, para los parámetros del proyecto, que satisfagan de la mejor forma las especificaciones fijadas para el proyecto. Al finalizar la optimización formal, debe quedar bien definido el concepto del proyecto.

g) Proyecciones hacia el futuro.

Aquí se trata de prever las tendencias tecnológicas del área en que se está diseñando, con el fin de adecuar el producto por diseñar a las tendencias futuras, y así tratar de dar más vida (desde el punto de vista de obsolescencia) al diseño.

h) Pronóstico de funcionamiento.

Va encaminado a pronosticar la vida útil que tendrá el producto, en un medio ambiente determinado; para lo cual se deben considerar las condiciones de funcionamiento, desgaste, obsolescencia, etc.

i) Prueba del concepto del proyecto.

Cuando existe desconfianza sobre parte o todo el concepto, aún después de haber desarrollado etapas para validarlo, es necesario realizar pruebas experimentales en laboratorios y con modelos a escala de lo que se desea probar.

Esta se realiza cuando se incorporan conceptos - que no se han incorporado con anterioridad a las aplicaciones que se desean hacer.

j) Simplificación del proyecto.

Se deben de buscar todas las formas posibles de simplificar el concepto del proyecto antes de - proponerlo como solución adecuada.

Proyecto detallado (Fase III)

El propósito de esta fase es desarrollar una descripción completa, desde un punto de vista ingenieril, para que el producto sea reproducible. El proyecto detallado incluye dibujos de manufactura con toda sus -

partes dimensionadas, tolerancias y especificaciones.

Se compone de las etapas que se explican a continuación:

a) Preparación del proyecto.

Se parte de que el concepto de proyecto está bien definido, de que los subsistemas están definidos - aunque no detallados y de un compromiso para realizar un proyecto.

El compromiso para el proyecto detallado es grande ya que supone bastante costo y tiempo para realizarlo; por lo cual es conveniente definir cuidadosamente el costo y tiempo de esta fase.

b) Diseño total de los subsistemas.

El diseño de cada subsistema sigue virtualmente el mismo proceso que el anteproyecto de todo el sistema.

Las necesidades de compatibilidad y acción recíproca adecuada entre los subsistemas consecutivos, imponen restricciones más rigurosas sobre ellos, que

las que impusieron los factores ambientales sobre el sistema en su totalidad.

Para cada subsistema se prepara un plano maestro, que traduce en dibujos el resultado del diseño de los subsistemas. Estos planos se convierten en la base para desarrollar el diseño de los componentes.

c) Diseño total de los componentes.

El trabajo que se requiere para el diseño de los componentes es prácticamente una repetición de lo indicado para los subsistemas.

d) Diseño total de las partes.

Es el paso que permite unir todos los conceptos que se han desarrollado para el proyecto, con la realidad física; por lo cual no es posible que a este nivel exista una pregunta sin respuesta.

Se tiene que enfrentar los mismos problemas que en el anteproyecto, es decir, sensibilidad, compatibilidad, estabilidad, etc., para lo cual se deben de

realizar los modelos físicos ó matemáticos, necesarios y resolverlos con el fin de obtener las dimensiones, materiales, tolerancias, etc., que darán forma física a cada parte.

e) Preparación de los dibujos de montaje.

De esta etapa saldrá la documentación definitiva que servirá como base para la construcción de un prototipo, además de que ayudará a ver posibles errores.

f) Construcción experimental.

Con esta etapa se obtiene un resultado físico y tangible de todo el proyecto; se construye un prototipo que sirve para validar el diseño desarrollado o en su defecto encontrar las fallas.

g) Programa de puebas.

Sirve para verificar el funcionamiento operacional del prototipo, con el fin de poder garanti-

zar los requisitos exigidos para ponerlo en el mercado.

h) Análisis y pronósticos.

Con los resultados obtenidos, se puede comenzar a estudiar cambios para la próxima generación del producto, o pensar en una modificación total.

i) Modificaciones al diseño.

Si la construcción experimental y el programa de pruebas no alteraron demasiado el diseño original, el trabajo de revisión del mismo puede ser de menor cuantía; pero cuando las modificaciones son grandes, es necesario analizar los efectos de dichas modificaciones sobre todo el proyecto.

II.1.1. Selección de la metodología más conveniente.

Para lograr que el diseño de una máquina sea el adecuado, es necesario considerar muchos aspectos como son: La función de la máquina, velocidades de entrada y salida, el tipo de trabajo (ligero o pesado), con-

diciones de acoplamiento con otras máquinas o en algún tipo de producción, etc. Estas características hacen necesario realizar una gran cantidad de estudios con el fin de ofrecer al usuario el mejor producto posible.

El logro de un buen diseño depende en gran medida del método que se siga para la realización de éste. Las metodologías presentadas anteriormente, coinciden en que el diseño de un producto parte de la identificación de una necesidad, se conceptualiza la solución y se produce el artículo; pero difieren grandemente en la claridad de la explicación del proceso del diseño.

Cuando se busca establecer un método de trabajo es muy importante analizar y desglosar lo más posible cada actividad que se tenga que realizar. El análisis y desglose del proceso del diseño permite comprenderlo mejor y por lo cual se hace más sencilla su administración.

De lo antes expuesto, la metodología propuesta por Morris Asimow es la más conveniente, ya que dá una guía sobre los estudios que se deben de considerar para el -

diseño de un sistema; es lo suficientemente detallada y explícita para permitir al principiante en diseño - contar con una guía de qué es lo que debe de realizar y cuál es la intención de cada paso, y da la posibilidad de metodizar, o cuando menos de establecer qué se tiene que realizar y así facilitar la administración del proyecto.

II.2 METODO SEGUIDO POR EL DEPARTAMENTO DE DISEÑO MECANICO, PARA LA REALIZACION DEL DISEÑO DE MAQUINARIA.

El proceso que sigue el desarrollo de los proyectos de diseño de maquinaria en el departamento de diseño mecánico está apoyado en la experiencia de las personas que ahí colaboran, y es el siguiente:

Se presenta la necesidad en forma primitiva por parte del solicitante del servicio; a continuación el personal del departamento de diseño mecánico analiza la información con que se cuenta, y en caso de no ser suficiente, se procede a la búsqueda de la información pertinente. A continuación de esto, se establece la factibilidad técnica para realización del proyecto.

La factibilidad técnica la determinan los jefes del proyecto y del departamento; para determinar si es posible realizar una máquina, se hace una conceptualización de los sistemas que, conjuntados, darán el efecto deseado. Por medio de una comparación de tecnología desarrollada anteriormente se decide si es factible o no el desarrollo de la máquina en el departamento.

Una vez establecida positivamente la factibilidad técnica, se procede a realizar los estimados de costo y duración del proyecto, ésto se realiza con la colaboración con el departamento de estudios económicos para proponer un costo hacia el solicitante del servicio. Si es aceptado el costo que se presenta ante el solicitante, el departamento de diseño mecánico comienza a desarrollar el proyecto detallado.

En el diseño detallado se realizan los cálculos; dimensionamientos; encadenamientos dimensionales entre piezas y entre sistemas; planos de ensamble, vista, despiece, etc., se dan las tolerancias; selección de materiales; normalización ; y demás . Esto se realiza con el fin de asegurar que el diseño sea correcto y apegado a las normas establecidas.

La manufactura del prototipo se realiza lo más paralelamente posible al diseño detallado; es decir, una vez que se ha logrado diseñar a detalle un sistema, se transmite la información pertinente a las áreas de manufactura que serán involucradas. Esto se hace así

para tratar de recortar lo más posible el tiempo de entrega.

Las pruebas que se realizan al prototipo son con la intención de mostrar su funcionamiento mecánicos, dejando las pruebas operativas para después de la instalación definitiva en el local del cliente y ahí se realizan las posibles modificaciones por defectos de operación.

II.3 CONSIDERACIONES PRACTICAS PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA.

El método seguido por el departamento de diseño mecánico cumple en lo general con la esencia del proceso de diseño. Comparándolo con la metodología propuesta por Asimow, hace falta realizar el anteproyecto, o esclarecer en qué parte se considera algo similar, y desarrollar, total o parcialmente, las etapas siguientes: Programa de pruebas, análisis y pronósticos; pertenecientes al diseño detallado. El CIDESI no realiza el estudio de la necesidad y el estudio financiero, ya que éstos corresponden al solicitantes del servicio.

Por las condiciones de atraso tecnológico que vive el país, en CIDESI se ha desarrollado maquinaria que ya existe en otros países; y lo que se busca es la adaptación de la maquinaria ya existente a las condiciones del mercado y procesos de producción con que se cuenta en México. En otros casos se tiene que desarrollar completo el diseño ya sea por las características específicas de la máquina o por no tener conocimiento de la existencia de maquinaria similar en otra parte del mundo. De estas

características se pueden agrupar los proyectos de diseño realizados por el departamento de diseño mecánico - como sigue:

- 1) Proyectos de rediseño o adaptación de maquinaria. Estos proyectos tienen como característica principal que el concepto de la máquina ya ha sido desarrollado y lo que se busca es mejorarlo o adaptarlo a condiciones especiales. En este caso el anteproyecto no se enfoca a la fijación del concepto del proyecto, sino al estudio detallado del funcionamiento y las modificaciones al concepto existente si es necesario. Por lo cual es muy sencillo pasar del estudio de factibilidad al proyecto detallado (Fase I a Fase III).

Como ejemplo se puede señalar el diseño que se está realizando de una fotocopiadora, donde se logró - poseer una para su estudio y desarme, con el fin de facilitar el desarrollo del diseño y partir de algo ya probado. Lo cual ahorra tiempo y costos, y eleva las posibilidades de éxito.

- 2) Proyectos de diseño que parten de información sobre maquinaria similar: La característica de este tipo de proyectos es que se basan en la observación del funcionamiento operacional o en manuales de operación y mantenimiento, esto permite tomar idea del concepto de desarrollo de la máquina, sin embargo no se conoce totalmente el concepto lo que hace necesario que se tenga que desarrollar gran parte del mismo.

Como ejemplo de éste caso se tiene el desarrollo del cocedor de maíz, este diseño partió de planos de mantenimiento y de la observación del funcionamiento con estos datos se formó el concepto global de funcionamiento, y el departamento de diseño tuvo que conceptualizar cada sistema con el fin de obtener un funcionamiento similar al del diseño original.

- 3) Proyectos de diseño original de la máquina.

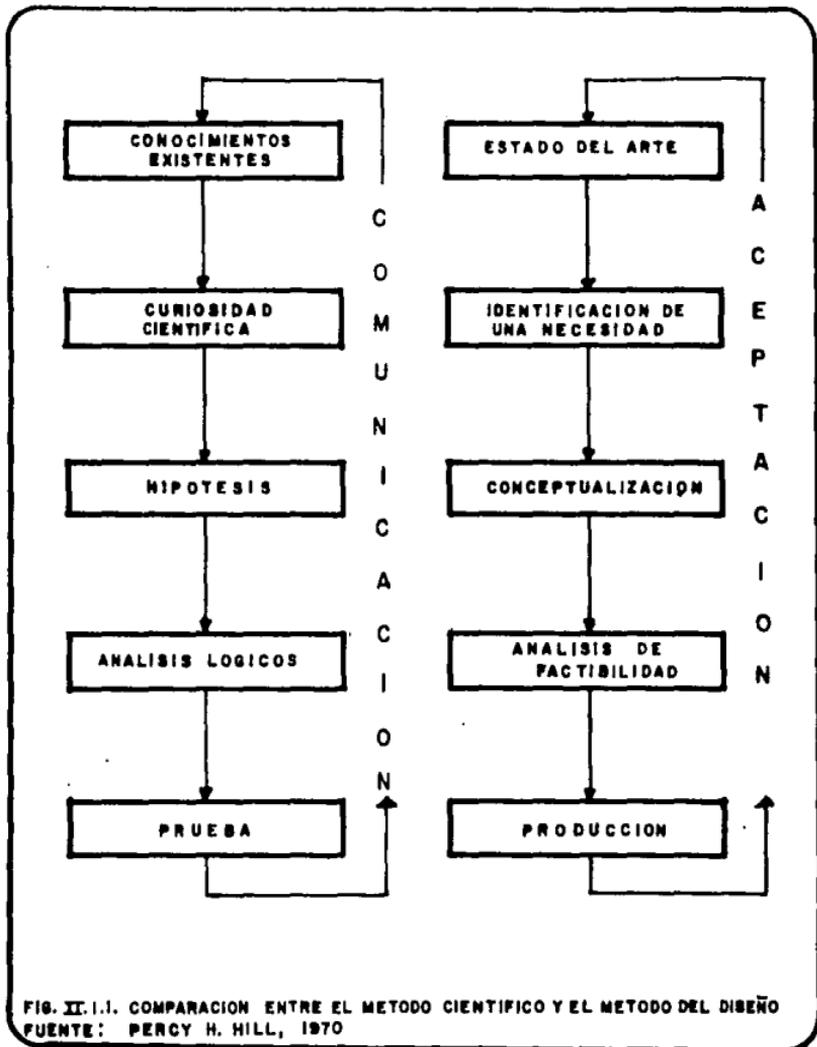
Este tipo de proyectos tiene por característica que el concepto del proyecto es desarrollado en su totalidad por el departamento de diseño mecánico;

esto se puede deber a la inexistencia de una máquina que cumpla con esa función o a la falta de información sobre una similar.

Como ejemplo de este tipo de proyecto se tiene la compactadora de aserrín, la cual se desarrollo - desde el proceso de compactación del aserrín, - hasta el diseño de la máquina que permitiera una compactación en forma continua.

En los dos últimos casos, es necesario realizar el anteproyecto, siendo éste más complejo para el tercer caso. En relación con éste último caso, es necesario realizar la Fase I con bastante precaución, ya que desde aquí se puede establecer en gran medida el éxito del - proyecto.

Dependiendo de la experiencia, conocimiento, etc., de los diseñadores y de lo complejo de la máquina para diseñar, se puede omitir o aumentar etapas dentro de cada Fase.



METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI
RAFAEL MENDOZA CASTILLO

UAS

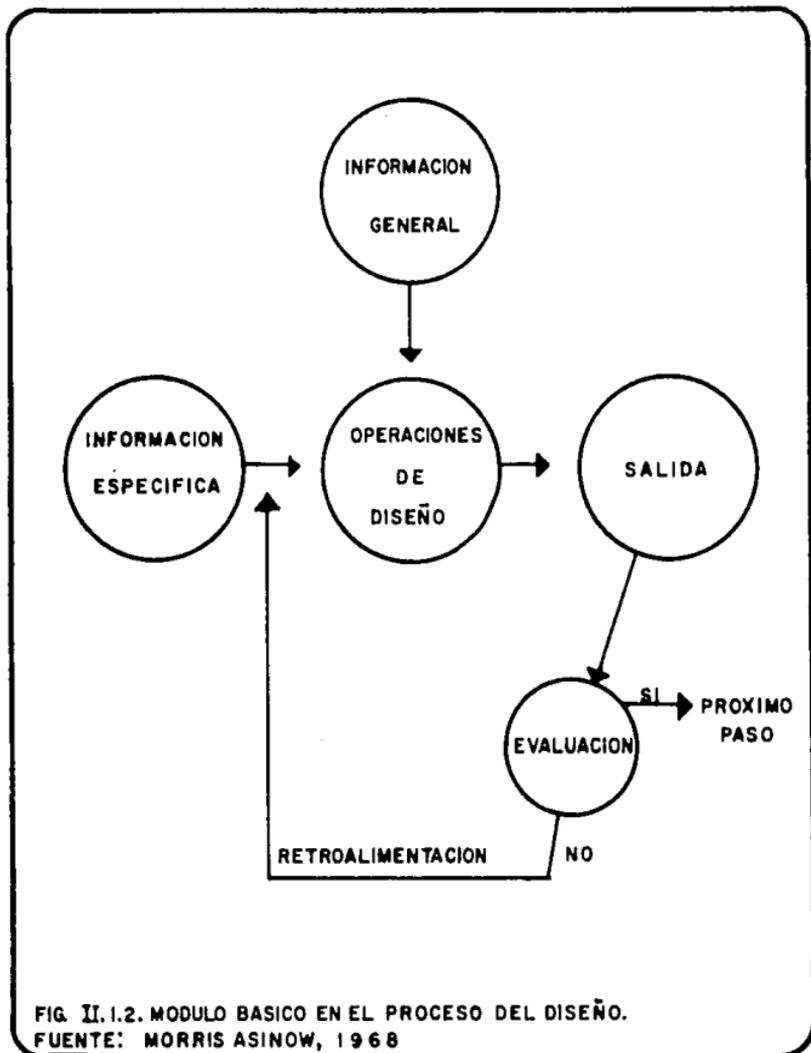


FIG. II.1.2. MODULO BASICO EN EL PROCESO DEL DISEÑO.
 FUENTE: MORRIS ASINOW, 1968

**METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDE SI
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO**

UAS

C A P I T U L O I I I

LA ADMINISTRACION EN LOS PROYECTOS

III.1 LA ADMINISTRACION EN EL PROYECTO.

La administración es una actividad enfocada a buscar formas de eficientizar las actividades desarrolladas por el hombre y por lo cual se puede ver en muy diversas formas. Existe administración en el Estado, en Organizaciones Religiosas, en Empresas, oficinas, en hogares, en procesos productivos, etc.

La administración, desde el punto de vista de Empresa, tiene un proceso totalmente dinámico y se puede decir que consta de los siguientes elementos: Planeación, organización, dirección y control.

Planeación consiste en la determinación de lo que va a hacerse, incluye decisiones de importancia, como el establecimiento de políticas y objetivos, redacción de programas y determinación de métodos específicos y procedimientos, etc.

Organizar es el agrupamiento de las actividades necesarias para llevar a cabo los planes a través de trabajos.

Dirección consiste en la expedición de instrucciones y la indicación a los responsables de llevarlos a cabo.

Control consiste en el establecimiento de sistemas que permitan evaluar los resultados obtenidos en relación con los esperados y en su caso aportar información para la planeación futura. También consta de los procedimientos para la corrección de las desviaciones.

Por lo general el proyecto se da dentro de organizaciones ya establecidas, y como su fin último es la obtención de un sistema que satisfaga una necesidad; es necesario procurar que el costo para satisfacer dicha necesidad sea el más bajo posible, por lo cual es inevitable administrarlo.

El proceso por el cual se administran los proyectos es muy similar, en concepto, al de una Empresa. Su principal diferencia consiste en que el proyecto es único. Aún cuando un proyecto se realice dos veces, las condiciones en las cuales se realiza cambian, esto da como consecuencia que se tengan que adoptar sistemas

administrativos muy versátiles, con el fin de facilitar la planeación, organización, dirección y control del proyecto. El énfasis en la administración de proyectos se hace en la planeación y control para mantener costo y tiempo.

La búsqueda de métodos que permitan administrar eficientemente los proyectos se ha dado en gran medida por la disminución de los márgenes de utilidad, dado por la gran competencia actual y como consecuencia el aumento de la probabilidad de fracaso.

Ante esta situación los administradores han tenido que buscar métodos confiables; por lo cual se han orientado hacia la obtención de métodos científicos para administrar. Como resultado de ésta búsqueda se desarrollaron los métodos PERT y CPM, que son especialmente concebidos para la administración de proyectos. Actualmente existe una gran variedad de éstos métodos y son conocidos como técnicas de ruta crítica.

III.1.1. Breve historia de las técnicas de ruta crítica.

La técnica de ruta crítica tuvo sus orígenes entre

los años de 1958-1965, al tratar de resolver dos problemas simultáneos, aunque diferentes, sobre la planeación y evaluación de proyectos en los Estados Unidos de Norte América.

Por un lado la Marina de los Estados Unidos estaba interesada en el control (Evaluación) y coordinación de los contratos para desarrollo del proyecto Polaris. Los contratos comprendían la investigación y desarrollo de trabajos, así como la manufactura de componentes que todavía no estaban experimentados, por lo tanto ni el tiempo ni el costo podían ser estimados con exactitud y los tiempos de terminación sólo podían estar basados en probabilidades. Se le pedía a los contratistas que estimaran el tiempo requerido de sus operaciones con el siguiente criterio:

Tiempo optimista, tiempo pesimista y tiempo probable. -
Posteriormente estas estimaciones se sometían a procesos matemáticos, para determinar la fecha de terminación probable para cada contrato, a este procedimiento se le denomina PERT. En este proyecto no se consideraba al costo como variable, posteriormente se introduce el costo como variable y se originó el PERT/COST.

Por lo anterior, es importante comprender que las técnicas tipo PERT constituyen un enfoque probabilístico de los problemas de planeación y control de proyectos y son más apropiados para los proyectos en que no se tiene certidumbre en la información.

Por otra parte, la Compañía E.I. Du Pont, estaba constituyendo muy importantes plantas en America. Estos proyectos requerían que el tiempo y costo fueran estimados con gran precisión. El Método que originalmente fue desarrollado se llamó planeación y programación de proyectos (PPS) éste método se basaba en estimaciones más precisas y se manejaba con una sola estimación, que posteriormente daría origen al llamado método de la ruta crítica (CPM) .

En un principio tenían diferencias en la obtención de resultados, pero en la actualidad se han complementado y se ha optado por llamarlos técnicas de planeación por medio de ruta crítica; encontrando la única diferencia significativa en el enfoque probabilístico o determinístico.

Estas técnicas se han aplicado ya en muchos campos de la industria con muy buenos resultados, ya que son de respuesta dinámica y permiten prever las consecuencias, de una alteración en el plan, sobre el resto del proyecto; además dan una forma metódica de manejo de la información, por lo que resultan de gran ayuda para técnicos en presupuestos, constructores, directores de proyectos, gerentes de planta, etc.

III.1.2. MODO DE OPERACION DE LAS TECNICAS DE RUTA CRITICA.

La finalidad del PERT y CPM es la elaboración de un plan de ejecución del proyecto. Esto se logra mediante la construcción de una red de eventos, la estimación del tiempo de ejecución para cada actividad, calcular la ruta crítica, programar y asignar recursos.

1) Construcción de la red de eventos.- Una red de eventos es un diagrama lógico del proyecto, creado a partir de la unión de flechas que representan las diferentes actividades que se deben de realizar durante la ejecución del proyecto.

Los elementos utilizados en la construcción de la red son :

- a) Actividad.- Es cualquier trabajo que se deba desarrollar durante la ejecución del proyecto. Se representa, en la red, por medio de flechas como se ilustra en la figura III.1.1.
- b) Evento.- Es un elemento que sirve para marcar el inicio y final de cada actividad, es un punto de unión entre dos o más actividades se representa por medio de un círculo, como se muestra en la figura III.1.2.
- c) Actividad ficticia.- Es un elemento que se utiliza para: Mantener la lógica del modelo y evitar que se duplique la numeración de los eventos Esta actividad no consume tiempo debido a que no se realiza ningún trabajo en ella; se representa por medio de una flecha punteada, como se muestra en la figura III.1.3.

2) Estimación del tiempo: Tradicionalmente se han usado dos criterios para estimar el tiempo que han de consumir las actividades; uno es el enfoque probabilístico y el otro es el determinístico.

El enfoque probabilístico es el manejado por el PERT, se basa en dar dos estimaciones; la optimista, que supone que todo marchará bien y la pesimista que supone que todo saldrá mal. De éstas estimaciones se pasa a una fórmula, desarrollada en base a las probabilidades y distribuciones estadísticas, donde se obtiene el valor más probable y se puede calcular las desviaciones estándar, varianza, etc., para obtener un porcentaje de confianza para la terminación total del proyecto.

El sistema determinístico es el desarrollado con el CPM, el cual se maneja con una sola estimación del tiempo, por lo cual es menos laborioso su desarrollo y se piensa que la estimación es lo que debería ocurrir.

El uso de uno u otro enfoque depende en gran medida de las preferencias de los planeadores, del método - utilizado tradicionalmente en la compañía, de los resultados que se hayan obtenido con uno y otro método, etc.; lo cierto es que los dos métodos pretenden predecir el futuro y coinciden en que las estimaciones deben de ser lo más objetivas posibles.

3) La ruta crítica: Una vez establecido el modelo del proyecto, y haber realizado las estimaciones para cada actividad, se puede calcular la ruta crítica del proyecto. La ruta crítica de un proyecto es la cadena (o cadenas) de actividades más larga en tiempo.

Para establecer la ruta crítica es necesario conocer:

- a) Tiempo de iniciación más próxima (ES), marca el tiempo al cual podrá iniciarse una actividad, siempre y cuando todas las actividades anteriores hayan terminado tan pronto como sea posible.
- b) El tiempo de iniciación más alejada (LS), marca el tiempo último al cual puede iniciarse una actividad antes de retrasar todo el proyecto.
- c) Tiempo de terminación más próxima (EF), $EF=ES+D$, donde D es la duración de la actividad.
- d) Tiempo de terminación más alejada (LF), $LF=LS+D$.
- e) Margen total (TF); marca la holgura que posee cada actividad $TF=LS-ES$. Si una actividad tiene un margen

total igual a cero, esa actividad formará parte de la ruta crítica.

4) Programación y asignación de recursos : La programación y la asignación de recursos están íntimamente ligados, debido a que al ir dando fechas de inicio a las actividades es necesario destinarles recursos y si estos no están disponibles para esa fecha, es inútil decir que la actividad comenzará. Por lo general se presentan tres casos al programar los proyectos, el primero sería con recursos ilimitados, el segundo es con recursos limitados y el tercero es con recursos compartidos.

En el caso de recursos ilimitados se supone que el proyecto debe de cumplirse como lo designe el plan ya trazado; en los otros dos casos se complica el problema, ya que hay que buscar la mejor forma de asignar los recursos para tratar de cumplir en lo posible el plan.

El caso de recursos compartidos se complica aún más ya que es necesario conocer la situación de los proyectos o actividades en que se están o estarán realizando paralelamente.

Para poder comenzar a elaborar el plan del proyecto basado en PERT ó CPM, es necesario tener bastante conocimiento de los trabajos que se van a desarrollar, así como suponer el número de recursos con que se contará; esto con el fin de lograr un modelo del proyecto lo más real posible y hacer más fácil la asignación y programación de recursos.

Una vez establecido el plan y estando en ejecución el proyecto, la administración debe de dirigir y controlar el proyecto, para lo cual el PERT y CPM también son de gran ayuda, ya que permiten conocer rápidamente el estado real contra lo planeado y saber que repercusiones tendría en el resto del proyecto una determinada decisión.

III.2 ADMINISTRACION DE PROYECTOS EN EL DEPARTAMENTO DE DISEÑO MECANICO.

El departamento de Diseño Mecánico, como se vió en la sección 1.4, cuenta con una organización que debiera tener la suficiente capacidad de planear, organizar, - dirigir y controlar adecuadamente los proyectos que ahí son desarrollados.

La realidad es que los proyectos frecuentemente consumen más tiempo del esperado para su terminación; esta prolongación del tiempo de realización va más allá de lo razonable, según un análisis realizado se observó que se tiene de un 40 % a 60% promedio de retraso con respecto a la fecha esperada para su terminación. Las causas de estos retrasos pueden ser muchos factores, que por su - naturaleza son difíciles de evaluar y controlar. Sin embargo, las causas más significativas que originan ésta situación son:

1.- La falta de una planeación detallada:

Durante el tiempo en que se realiza el análisis del problema se pudo observar que no se realiza un plan detallado para la realización del pro - yecto.

Se deja a juicio de las personas encargadas de realizar el diseño y manufactura como ha de - priorizar el trabajo; tampoco se fijan fechas para la terminación de cada actividad.

Los recursos asignados al proyecto continuamente son cambiados indiscriminadamente hacia - otros proyectos.

- 2.- La falta de un método para la estimación del tiempo de realización del proyecto.

Las estimaciones del tiempo de ejecución de un proyecto se realizan solamente con base en la experiencia que tienen los ingenieros. Sin basarse en un plan de desarrollo del proyecto o tomar en cuenta los recursos necesarios y disponibles.

Al no usar un plan para desarrollo de los proyectos, no se logra tener una visión total del proyecto por lo cual durante su desarrollo frecuentemente se encuentran actividades no contempladas. Esto aunado a la falta de un

método para estimar los tiempos que consumirá cada actividad dá como resultado que los proyectos no tengan asignado el tiempo correcto para ser llevados a cabo.

Como ejemplo de lo anterior, se analizó la información con que se contaba sobre el proyecto de diseño y construcción de una máquina engrapadora de cajas de cartón. Se encontró que no se tenía un plan de desarrollo, no se tenían desglosadas completas las actividades del proyecto. La información con que se contaba se limitaba a gráficas en las cuales se tenía la estimación del tiempo de diseño por mecanismo, reportes sobre el avance del proyecto y reportes de la utilización del tiempo.

Del análisis hecho con la información que se tenía, se logró determinar:

- 1) El tiempo estimado de realización del proyecto fue de cuatro meses y medio.
- 2) La duración real del proyecto fue de ocho meses y medio.
- 3) Si se hubieran aplicado los recursos originales en un 100 % se hubiera terminado el proyecto en seis meses.

Como se muestra en la figura III.2.1.

Debido a la falta de información no se logró establecer si la duración estimada del proyecto contempló los recursos necesarios, si estos fueron aplicados en su totalidad y si es que se presentaron actividades no contempladas y cuantas.

3) La inexistencia de un método de control:

El control es la parte que se encarga de comparar la situación prevaleciente contra lo planeado y dá los elementos para decidir que hacer en el caso de que existiera algún problema.

La falta de control en el proyecto da como consecuencia que no se identifiquen los problemas a tiempo y las causas que lo originan. Esto a su vez trae como resultado que no se contemplen las acciones que puedan corregir el problema y cual de ellas es la más conveniente.

Como caso se presenta el de la máquina engrapadora de cajas de cartón; en el cual de haber contado con un sistema de control se podría haber previsto que el desvío de recursos a otras actividades o proyectos retrasaba el proyecto. Se podría haber analizado las posibles soluciones y haber tomado la mejor.

III.3 PROPUESTA PARA MEJORAR LA ADMINISTRACION DE LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI.

La situación prevaleciente, en la administración de los proyectos, en el departamento de Diseño Mecánico se podría ver bastante mejorada con la utilización de las técnicas de ruta crítica, ya que están desarrolladas - bajo la idea de lograr una planeación total del proyecto. Esto a su vez permite que durante la ejecución del proyecto se logre un control efectivo, pues debido a sus características permiten analizar el comportamiento total del proyecto ante una modificación.

Por otra parte se podría mejorar la eficiencia del departamento y de la administración de los proyectos mediante la realización de un expediente para cada proyecto.

El expediente del proyecto permitiría revisar los datos y experiencias pasadas para aplicarlos a nuevos proyectos y así tratar de no cometer los mismos errores o mejorar los aciertos; además se lograría establecer las causas que originan adelantos o retrasos en el proyecto, y así utilizar la información de experiencias pasadas como retroalimentación.

III.3.1. Selección del método más apropiado para la administración de los proyectos.

Para seleccionar el método más adecuado es necesario considerar:

- 1) La naturaleza del proyecto.
- 2) La incertidumbre que rodea al proyecto.
- 3) El costo en que se incurre para la operación del método.
- 4) La eficacia del método.
- 5) La facilidad de aplicar el método.

La naturaleza de los proyectos y la incertidumbre que los rodea son los principales factores que se deben de considerar en la selección del método a utilizar. Para los proyectos de diseño de maquinaria realizados en CIDESI es conveniente la utilización del método PERT, debido a que son de naturaleza muy variada, es decir, no obstante que todos son sobre diseño, la área de aplicación de la maquinaria es muy variada y esto dificulta el tener un equipo altamente especializado.

ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD
DE LA SALIDA
NO DEBE
SER

Por lo que toca a la incertidumbre que rodea a los proyectos de diseño, ésta es bastante alta, ya que es un trabajo creativo y puede darse el caso en que se transcurra un buen tiempo sin poder dar una correcta solución, o también puede ser que en un corto tiempo se obtenga la solución. Esto hace difícil el adoptar un criterio determinista en la fijación de tiempos de ejecución y el PERT ayuda a manejar este tipo de situaciones.

En lo que respecta a la eficacia del método, tanto el PERT como el CPM han demostrado ser bastante semejantes, sin embargo por sus orígenes el PERT es más eficaz para su utilización en proyectos de investigación y desarrollo. El costo es un poco más elevado para el PERT, pues necesita mayor manejo matemático y más esfuerzos para dar las estimaciones de tiempo, lo cual lo convierte un poco más complejo para aplicarlo.

El hacer uso de éstas técnicas tiene bastantes ventajas, como lo son:

- 1) Fuerza a los administradores a planear, porque es imposible hacer un análisis de tiempo-evento sin planeación y ver como las partes encajan juntas.

- 2) Fuerza a la planeación a lo largo de la línea, porque cada administrador subordinado debe planear el evento por el cual es responsable.
- 3) Concentra la atención en elementos críticos que puedan necesitar corrección.
- 4) Hace posible una forma de control por adelantado una demora afectará los eventos subsecuentes y posiblemente todo el proyecto, a menos que el administrador pueda, en alguna forma, ahorrar tiempo recortando alguna actividad en el futuro.
- 5) El diagrama permite conocer, a través de los reportes, cual es el punto exacto en que se debe de ejercer más control, para evitar problemas futuros.

III.3.2. Expediente del Proyecto.

Desde el primer instante en que se propone un proyecto, se generan documentos que en alguna forma contienen información directamente relacionada al proyecto y por lo cual es conveniente que ésta se encuentre junta,

ya que así es más sencillo el manejo administrativo del proyecto.

Los documentos que debe de contener, en general, el expediente del proyecto son:

- 1) Registro periódico sobre la situación del proyecto.
- 2) Concentrado de la información recibida y enviada (de quién y a quiénes).
- 3) Propuesta del proyecto.
- 4) Plan del proyecto.
- 5) Descripción de actividades.
- 6) Estimación y presupuesto de costos.
- 7) Organización del proyecto.
- 8) Información de compras, pagos, gastos de viaje, etc.
- 9) Informes personales de utilización del tiempo y -
concentrado de éstos.
- 10) Informes sobre progresos en el proyecto y comentarios sobre las actividades concluidas.
- 11) Informe final del proyecto.
- 12) Análisis del desarrollo del proyecto.
- 13) Evaluación de resultados.

El llevar un expediente de éste tipo es necesario, ya que en él se puede encontrar toda la información relacionada con el proyecto y es muy útil para evaluar la situación en un momento dado y poder tomar decisiones con bastantes elementos de juicio.

Además que puede funcionar como fuente de consulta para futuros proyectos, ya que dentro de éste expediente se encuentra una evaluación final en las que se explican las causas de atraso o adelanto.



FIG. III 1.1. REPRESENTACION DE LA ACTIVIDAD A.

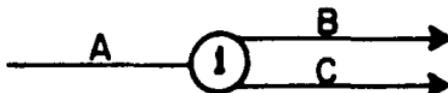


FIG. III 1.2. REPRESENTACION DE UN EVENTO QUE UNE-
3 ACTIVIDADES.

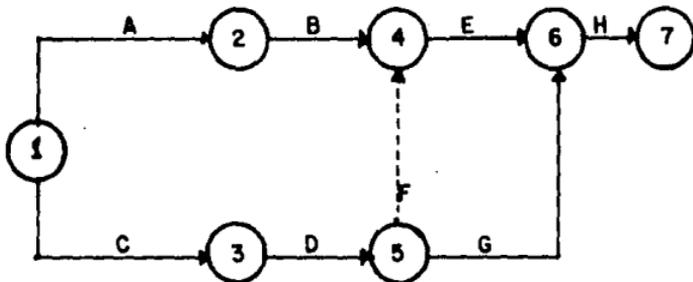
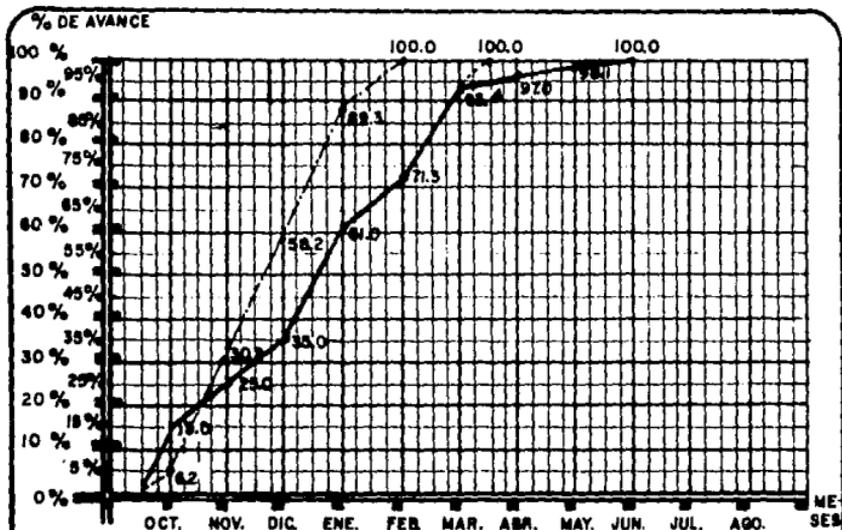


FIG. 11.1.3. - LA ACTIVIDAD MARCADA CON LA LETRA "F" REPRESENTA UNA ACTIVIDAD FICTICIA. EN ESTE CASO DA LÓGICA AL MODELO, MARCA QUE "E" NO PUEDE COMENZAR ANTES QUE "D" Y "D" SE TERMINEN. "E" Y "G" PUEDEN DESARROLLARSE EN PARALELO Y "G" DEPENDE DE "D".

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI.
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO

U
 A
 S



SIMBOLOGIA

- Teórico. -----
- Tiempo terminación (Recursos inconsistentes) —————
- Tiempo terminación (Recursos constantes) - - - - -

FIG. III.2.1. GRÁFICA DE REPORTE DE AVANCE DEL PROYECTO DE LA MAQUINA -
 ENRAPADORA DE CARTON.
 FUENTE: CALCULOS BASADOS EN INFORMACION DE CIDESI.

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI
RAFAEL MENDOZA CASTILLO

UAS

C A P I T U L O I V

CONSIDERACIONES PARA LA PLANEACION Y ORGANIZACION DEL PROYECTO.

IV.1 IMPORTANCIA DE LA PLANEACION.

En años recientes se ha acrecentado la importancia que tiene el planear. Las siguientes son cuatro razones concretas de capital importancia de la función de planear: Reduce la incertidumbre y el cambio, enfoca la atención hacia los objetivos, hace relativamente económica la operación y facilita el control.

Por la naturaleza de los proyectos, que van de lo abstracto a lo concreto, es indudable que la planeación tiene un papel primordial para lograrlos con éxito, es decir, la planeación eficiente de los proyectos significa siempre la diferencia entre " a tiempo " y " tarde " y en muchos casos es la diferencia entre éxito o fracaso. Por lo cual se puede asegurar que un proyecto sin planeación está condenado al fracaso aún antes de ser iniciado.

El contar con un plan completo para el proyecto, es por sí mismo una señal evidente de progreso, pero lo más importante es que al lograr establecer un plan ha -

sido necesario entender realmente los deseos y objetivos del cliente. Además, los planes permiten poner de acuerdo a las diferentes partes involucradas.

Unos planes acertados ponen de manifiesto los sectores riesgosos al ejecutarse las etapas del proyecto. Conocer cuáles son los sectores peligrosos, ayuda a formar un ambiente de comprensión del proyecto, y evita la sensación más desagradable durante los períodos de desarrollo: la sorpresa.

Otro factor importante por el cual se debe planear el desarrollo de los proyectos es el costo. Por medio de la planeación correcta se pueden reducir los costos de desarrollo, programar gasto de investigación, viajes, compras, etc., lo cual ayuda a prever las condiciones de financiamiento para el proyecto.

IV. 2. COMO LOGRAR UNA PLANEACION ADECUADA.

Para lograr establecer un conjunto de planes funcionales es necesario prever la magnitud y complejidad del proyecto. La magnitud del proyecto se relaciona directamente con: La cantidad de recursos (costo, personal, tiempo, materiales y equipo), la participación de un departamento o varias compañías, etc. La complejidad del proyecto se refiere a lo difícil que puede ser el alcanzar los objetivos.

Los planes de un proyecto son mecanismos de comunicación; por lo tanto deben de ser fáciles de interpretar y transmitir su mensaje de manera clara y sencilla. Para lograrlo es conveniente hacer uso de gráficas, cuadros, diagramas de flujo, etc.

Dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto es necesario desarrollar diversos tipos de planes, como lo pueden ser:

- Plan administrativo.
- Plan de control de datos.

- Plan presupuestal.
- Plan de programación de fechas.
- Plan de desarrollo.
- Plan de producción.
- Plan de administración de personal.
- Plan de prueba.

Para proyectos pequeños, como los realizados por el Departamento de Diseño Mecánico, basta con el plan administrativo y con el Plan de Programación de fechas; ya que con estos dos planes se cubren los aspectos principales de la planeación que son: Como ha de ser manejado administrativamente y cuando se han de ejecutar las actividades del proyecto.

A principio del proyecto es conveniente elaborar un plan que ayude a estructurar el desarrollo del proyecto. Este plan tiene como finalidad el dar los elementos necesarios para presentar una propuesta formal sobre el proyecto, además se encuentran en él las bases para realizar la planeación detallada; este plan es :

El Plan Administrativo del proyecto, y consta de:

- 1) Una descripción detallada del proyecto, sus metas, objetivos y productos esperados.
- 2) Una enumeración y descripción de las restricciones y dificultades para el desarrollo del proyecto.
- 3) Enumerar y describir los bloques de actividades y la relación entre éstos.
- 4) Un estimado sobre los requisitos de recursos y de éstos derivar el tiempo requerido para la ejecución del proyecto.
- 5) Un cálculo sobre el costo total del proyecto.

Una vez aprobada la propuesta del proyecto y dada la orden de realizar el proyecto, es necesario realizar el plan de programas de fechas que sirve como guía para la ejecución del proyecto.

El Plan de Programación de fechas del proyecto debe contener:

- 1) Red de eventos, basado en el concepto del PERT.
- 2) Estimación de la duración de cada actividad y la determinación de la ruta crítica.

- 3) Programación y asignación de recursos.
- 4) Elaboración del programa de fechas.

Este Plan de Programas de Fechas es una herramienta más para el administrador o director del proyecto, ya que por medio del plan se puede complementar y afinar lo considerado en el Plan Administrativo.

IV.3 ELABORACION DEL PLAN DE PROGRAMA DE FECHAS DEL PROYECTO.

Cada proyecto tiene una historia particular y es - prácticamente imposible que se den las condiciones para que esa historia se repita. Esta característica hace que la planeación para el desarrollo de un proyecto sea única sin embargo, es posible delinear como ha de ser llevada la planeación para proyectos que se desarrollen en un - mismo campo y con condiciones similares en su entorno.

De la conjunción del método de diseño y la administración de proyectos se puede establecer que la dificultad para formular un plan de ejecución del proyecto está directamente relacionada con la magnitud y complejidad del mismo.

Como se vió en el Capítulo II.3., los proyectos del Departamento de Diseño Mecánico se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo a la complejidad para su realización y son:

- 1) Proyectos de rediseño o adaptación de maquinaria.
- 2) Proyectos de diseño que parten de información sobre maquinaria similar.
- 3) Proyectos de diseño original de la máquina.

Siendo los del tipo uno los más sencillos y los del tipo tres los más complejos.

Para los proyectos de tipo uno y dos, en ocasiones no será conveniente por razones de tiempo y costo de la planeación, el formular un plan minucioso de ejecución para la fase de Estudio de Factibilidad (FASE I); sin embargo para los proyectos de tipo tres si es necesario planear minuciosamente la fase antes mencionada debido a la falta de certidumbre que se presenta en dichos proyectos.

En los proyectos de tipo dos y tres se tiene que formular el plan de ejecución del Anteproyecto (FASE II) con base en los análisis que se tendrán que realizar, mientras que para los proyectos de tipo uno solo se analiza funcionamiento y posibilidad de realización en el país lo cual hace más sencillo el formular el plan de ejecución del Anteproyecto (FASE II) .

En el Proyecto Detallado (FASE III) se presentan características similares para los tres casos en la planeación. Sin embargo, en los proyectos de tipo uno se facilita la planeación debido al gran conocimiento que se

posee de los subsistemas, componentes y partes, mientras que los proyectos de tipo dos y tres no se conocen tan profundamente los componentes y partes.

De lo anterior, se puede concluir que se debe tener más cuidado en la planeación de los proyectos en los que se tiene mayor incertidumbre con el fin de atenuar los riesgos del proyecto. También por la naturaleza del diseño de ir de lo abstracto a lo concreto los datos de una Fase o Etapa, sirven como datos de entrada a la siguiente, por lo cual es necesario planear fase a fase y en algunos casos se tendrá que hacer etapa a etapa.

IV.3.1. Desarrollo de la red de eventos del proyecto.

Independientemente del tipo de proyecto que se trate o la (s) fase (s) que se pretenda cubrir, el primer paso que se tiene que dar para elaborar la red de eventos es: Enlistar los bloques de actividades que se definieron en el Plan Estructural del proyecto, paso seguido se debe de desmenuzar ese bloque de tal manera en que se exprese, de la forma más simple, cada actividad que se tendrá que realizar.

El siguiente paso es el armado de la red de eventos para lo cual se debe de considerar cada actividad para colocarla en la red. Para asegurar que la red es correcta se deben de contestar tres preguntas para cada actividad:

- 1) ¿ Qué antecede a la actividad ?
- 2) ¿ Qué actividad sigue ?
- 3) ¿ Qué actividades pueden ser simultáneas?

La creación de una red de eventos es responsabilidad de la persona al mando del proyecto, o en su caso de sus auxiliares; sin embargo, es necesaria la participación de las áreas operativas, con el fin de que se encuentren de acuerdo; la parte administrativa y la parte operativa.

IV.3.2. Estimación de la duración de cada actividad y de terminación de la ruta crítica.

Como se ha mencionado el método PERT necesita de dos estimaciones, la pesimista y la optimista, lo cual constituye un doble problema, ya que de por sí es difícil realizar una estimación.

Para lograr realizar las estimaciones optimistas y pesimistas es necesario analizar los factores que afectan al desarrollo de la actividad en el caso del diseño de maquinaria, algunos de estos factores son :

- 1) Complejidad de los cálculos, dinámico, estáticos, resistencia de materiales, tolerancias, etc.
- 2) Conocimiento de los mecanismos que podrán integrarse al diseño.
- 3) Complejidad de los planos de ensamble y manufactura.
- 4) Procesos de manufactura que se deberán emplear.
- 5) Necesidad de realizar experimentación.
- 6) Creatividad necesaria para cada actividad.

Cuando no se posee una buena experiencia que permita evaluar de forma sencilla estos criterios, se vuelve más compleja la realización de estimaciones del tiempo que deberá consumir cada actividad. Esta situación se puede mejorar usando métodos de pronósticos de tipo cualitativo, como lo son el Método DELPHY., el Método de Jurado de Ejecutivos y el Método de Analogías. *

El Método Delphy consta de cuatro etapas, en la primera etapa se realiza un consenso general sobre lo que se desea pronosticar; en la segunda se divide, de acuer-

* Los cuales son descritos más ampliamente en el libro "FORECASTING METHODS AND APPLICATIONS" (Métodos de pronósticos y sus aplicaciones), incluido en la bibliografía.

do con la información arrojada de la primera etapa, en períodos de tiempo y se indaga como ha de evolucionar en su período particular; en la tercera se dá a conocer el concenso general y se pide se fundamenten las opiniones más depuradas; en la cuarta se analiza la información y se publican los resultados.

El método de Jurado de Ejecutivos se basa en dar un peso a cada opinión emitida, el peso se puede establecer con base en el conocimiento sobre una área particular, el campo de acción de la persona, la experiencia de trabajo, etc.

El Método de Analogías se basa en que varias tecnologías siguen un desarrollo similar y de que tienen períodos de lenta evolución en su principio y fin, mientras que durante su auge es de evolución acelerada.

La utilización de estas técnicas en el problema del Departamento de Diseño Mecánico podría hacerse de la siguiente forma:

Tratar por comparación con otros proyectos el establecer el tiempo necesario; si no se logra por mera analogía, formar un comité que se encargue de pronosticar

qué tiempo, para lo cual se le daría un peso a cada persona, dependiendo del tipo de actividad que se trate; si los resultados son muy dispersos se tendría que desarrollar todo un proceso como lo indica el Método Delphy.

El cálculo de la ruta crítica es relativamente sencillo, ya que solamente son manejos matemáticos simples, que pueden ser hechos a mano en casos simples o con la ayuda de computadoras para los cuales ya han sido desarrollados varios programas. La forma de realizar éstos cálculos se ha descrito brevemente en el Capítulo III; se puede ampliar fácilmente consultando libros que tratan éste tema, en la bibliografía se encuentran algunos.

IV.3.3. Programación y Asignación de Recursos.

Con la programación y asignación de recursos se establecen los tiempos en que se puede iniciar y terminar cada actividad, de acuerdo a las necesidades.

Se han empleado varios criterios para el establecimiento del programa. Por ejemplo, se consideran recursos ilimitados, para poder comenzar cuanto antes cada actividad; esto implica gran cantidad de recursos, lo cual eleva demasiado los costos. Otra práctica ha

sido fijar un límite de recursos, lo cual en muchos - casos hace que el proyecto se prolonge más.

Para mejorar la forma de asignación de recursos se desarrolló el MAP (Multiple Allocation Procedure), - ésta técnica tiene como finalidad el buscar un óptimo entre recursos disponibles y su utilización dentro del proyecto; además puede manejar recursos compartidos - entre varios proyectos.

La utilización de la técnica MAP dentro del Depar - tamento de Diseño es recomendable, ya que se manejan va - rios tipos de recursos, y que se pueden utilizar en dos o más proyectos simultáneos, como ventajas de la utiliza - ción de ésta técnica se tendrían :

- 1) Lograr una nivelación de los recursos a uti - lizar.
- 2) Poder programar la utilización de un mismo recurso en varios proyectos, si es posible.
- 3) Dependiendo de la holgura de cada actividad y de acuerdo con los recursos, programar la mejor fecha de inicio.

En el apéndice A se desarrolla un ejemplo del MAP, para ilustrar mejor como se puede aplicar.

IV.3.4. Elaboración del programa de fechas.

El programa de fechas tiene como única finalidad, pasar el programa realizado durante la asignación de recursos a una calendarización, ya que ésto es conveniente pues así se puede conocer por fechas el inicio y finalización de cada actividad.

Este programa de fechas sirve para facilitar el control, ya que en él se elimina del tiempo de cada actividad, los días no trabajados, además que evita estar haciendo conversiones del tiempo corrido del proyecto a su equivalente en calendario.

IV.4 ORGANIZACION DEL PROYECTO.

La organización de un proyecto puede verse desde dos puntos de vista, el administrativo y el operacional ya que éstas dos áreas conjuntamente harán posible el desarrollo del proyecto.

La organización desde el punto de vista administrativo se refiere al nombramiento de las personas claves y de las cuales depende el éxito del proyecto, también se refiere a la autoridad concedida al gerente del proyecto, los canales de comunicación, la responsabilidad de cada integrante, y la instrumentación de medios que permita facilitar el desarrollo del proyecto.

La organización desde el punto de vista operacional se refiere a las partes de la organización (compañía) que tendrán que involucrarse durante el desarrollo del proyecto, éstas deben de participar activamente en la planeación y ejecución de las actividades.

Por lo que toca a la organización administrativa para los proyectos que se desarrollan en el departamento de Diseño Mecánico, debe de constar de un gerente del -

proyecto y su auxiliar, ya que son proyectos pequeños y con éstos dos personas se puede planear y controlar el proyecto correctamente; además en la etapa de planeación se debe de contar con un representante de cada departamento que se vea involucrado.

La organización operacional es inherente a la estructura del CIDESI y como maneje cada gerente su área.

CAPITULO V

EL CONTROL DEL PROYECTO

V.1. CARACTERISTICAS, IMPORTANCIA Y NECESIDAD DEL CONTROL

El control es una de las partes dinámicas de la administración, y la más importante para el logro de los objetivos, ya que sin control no sería posible conocer la situación prevaleciente.

Por medio del control es posible prever o modificar el curso de acciones planeadas, para tratar de ajustar - las a las condiciones imperantes, siempre buscando llegar a los objetivos de acuerdo a lo planeado.

" El proceso de control básico, donde se encuentre y controle lo que sea, involucra tres pasos " (KOONTS Y O'DONNELL, 1975).

- 1) El establecimiento de normas.
- 2) Medida del desempeño contra esas normas.
- 3) Corrección de las desviaciones de las normas y los planes.

Debido a la naturaleza del proyecto, de ser una serie de acciones irrepetibles, el control debe de ser sumamente dinámico, con el fin de responder lo antes posible a las alteraciones de los planes.

Los métodos de ruta crítica han permitido que el control de proyectos se vuelva dinámico, ya que si se presenta una desviación de lo planeado rápidamente se puede prever sus consecuencias sobre el resto del proyecto, en base a esto se pueden realizar las modificaciones pertinentes y analizar las consecuencias sobre el proyecto. Estos métodos cumplen muy satisfactoriamente con el proceso de control básico de Kootz y O'Donnell, ya que establecen normas mediante la estimación de costos y/o tiempos; se puede medir el desempeño cuando una actividad ha sido terminada y se puede comparar directamente con lo planeado y por último permiten tomar acciones correctivas en el corto y largo plazo del proyecto.

Sin embargo, para hacer efectivo el control dentro del proyecto es necesario tener la información que permita analizar la situación real y la planeada; para lograr esto es necesario tener bien definidos los canales de comunicación que permitirán que la información se encuentre en el lugar y momento oportuno, esto se puede lograr mediante el establecimiento de formatos para el concentrado de información y la distribución de éstos entre las personas que lo requieran.

La información que se requiere generalmente para el control del proyecto es:

- 1) Plan de programa de fechas del proyecto.
- 2) Plan presupuestal del proyecto.
- 3) Reportes del avance real del proyecto.
- 4) Reporte de los costos reales de ejecución del proyecto.

El plan de programa de fechas del proyecto y el presupuesto, como su nombre lo indica son realizados durante la planeación; y es necesario tenerlos presentes durante la ejecución del proyecto para poder comparar lo que pasa realmente contra lo planeado.

Los reportes de costo y avance real del proyecto - solo se obtienen con la recabación periódica de información, ésto se puede realizar fácil y metódicamente con una serie de formatos diseñados para éste fin.

Para llevar el control de la situación del proyecto en el Departamento de Diseño Mecánico, es necesario contar con la siguiente información:

- 1) Recursos que se planearon y utilizaron para cada actividad.

- 2) Objetivos que se persiguen en cada actividad.
- 3) Informe personal sobre la utilización del tiempo.
- 4) Acontecimientos importantes durante la ejecución de cada actividad.
- 5) Posibles acciones a tomar y sus consecuencias.
- 6) Control de correspondencia.

La recopilación periódica de esta información permite establecer el avance del proyecto y el costo en que se ha incurrido. Esta información se puede recabar rápida y sencillamente con la utilización de los formatos que se presentan en la siguiente sección.

V.2. FORMATOS DE LOS DOCUMENTOS PARA EL CONTROL DEL PROYECTO.

En la sección anterior se estableció que los datos necesarios para el control del proyecto son:

- 1) Recursos, planeados y utilizados.
- 2) Objetivos de cada actividad.
- 3) Reportes de utilización del tiempo.
- 4) Acontecimientos importantes de cada actividad.
- 5) Acciones a tomar.
- 6) Documentos y correspondencia.

La recabación de ésta información, en forma periódica, es necesaria; ya que por medio de ésta se logrará determinar la situación del proyecto y por tanto se logrará determinar la situación del proyecto y así se logrará controlarlo. Una forma sencilla de recabar y manipular esta información es a través de formatos establecidos.

Los formatos que se presentan en esta sección se pueden dividir en dos grupos. El primer grupo contiene los formatos que se relacionan directamente con el control del proyecto y el segundo dá información auxiliar para el control.

V.2.1. Formatos para el Control del Proyecto.

Para el control de los proyectos de diseño de maquinaria se desarrollaron cuatro formatos, con los cuales se puede tener una visión general del desenvolvimiento del proyecto y son:

- 1) Documento comprobatorio de las actividades.
- 2) Documento de descripción de la actividad.
- 3) Documento para el registro de los acontecimientos de la actividad.
- 4) Documento para la propuesta de modificaciones.

- 1) Documento para la comprobación de las actividades.

En éste documento se encuentran registradas las actividades del proyecto de acuerdo a una numeración establecida, que por lo general se dá en base a la red del proyecto.

La información que contiene este documento es:

- a) Número y nombre de la actividad.
- b) Responsable de la ejecución de la actividad.
- c) Fecha de inicio planeada y real de la actividad.
- d) Fecha de terminación planeada y real, de la actividad.

- e) Duración planeada y real, de la actividad.
- f) Costo planeado y real, de la actividad.

Por medio de éste documento se puede conocer fácilmente la situación global del proyecto y en particular de cada actividad.

El documento para la comprobación de las actividades se muestra en la figura V.2.1.

2) Documento de descripción de las actividades.

Mediante éste documento se obtiene toda la información referente a cada actividad como lo es:

- a) Nombre y número de la actividad.
- b) Fecha de inicio y terminación, planeadas.
- c) Duración de la actividad.
- d) Ubicación de la actividad dentro del proyecto por medio del mapa de la actividad.
- e) Objetivos pretendidos por la actividad.
- f) Fuente e identificación de los recursos para la actividad.
- g) Restricción en la utilización del recurso.
- h) Tiempo y costo del recurso.

Este documento en teoría debería de realizarse uno por cada actividad, pero por cuestiones de cantidad de actividades, costo de elaboración, dificultad de manejo de demasiados documentos; se puede elaborar para las actividades más importantes del proyecto como actividades críticas, de poca holgura, de objetivos esenciales, con recursos muy específicos, etc.

Se presenta en la figura V.2.2.

3) Documentos para el registro de los acontecimientos de la actividad.

Este documento tiene como única finalidad recabar los acontecimientos extraordinarios que puedan suceder durante la ejecución de la actividad.

Como acontecimientos extraordinarios se puede entender las causas de atraso o adelanto de la actividad, conflictos presentados y su solución, etc.

De igual manera que el documento anterior, en teoría debe de existir uno por cada actividad, pero por razones de practicidad se puede omitir, si es que todo su-

cede dentro de lo normal.

Se presenta en la figura V.2.3.

4) Documento para la propuesta de modificaciones.

Frecuentemente en los proyectos se presentan situaciones que hacen necesarios cambios en los planes de ejecución del proyecto. Para los proyectos de diseño de maquinaria, éstos cambios son más sencibles, ya que al presentarse un imprevisto como lo puede ser la falta de algún material, una pieza que no esté acorde a las demás etc., es necesario tomar una decisión de cambio en los planes ya hechos, con el fin de obtener el producto final acorde con lo especificado.

El documento para la propuesta de modificaciones, tiene como finalidad el establecer las condiciones que orillan a la propuesta, las consecuencias (para el proyecto) de dicha modificación ; la modificación propuesta y las medidas a tomarse, con el fin de que quede testimonio por escrito y buscar la mejor solución al problema.

Se presenta éste documento en la figura V.2.4.

V.2.2. Formatos para la recabación de información auxiliar para el control del proyecto.

Los documentos para la recopilación de información auxiliar para el control del proyecto son:

- 1) Documentos sobre el informe personal de la utilización del tiempo.
 - 2) Documento para el resumen de los informes personales de la utilización del tiempo.
 - 3) Documento para el control de la distribución de documentos.
-
- 1) Documentos sobre el informe personal de la utilización del tiempo.

Este documento tiene como finalidad llevar el control de la utilización del tiempo de los empleados de la compañía y en especial de las personas que se involucran en un proyecto, con el fin de poder establecer claramente a que proyecto y específicamente a que actividad dedican su tiempo.

Se presenta en la figura V.2.5.

- 2) Documento para el resumen de los informes personales de la utilización del tiempo.

Este Documento se orienta más al control del proyecto ya que en él se concentra únicamente el tiempo destinado a las actividades del proyecto.

Permite conocer de forma sencilla el número de horas dedicadas a una actividad y la persona que las dedicó, durante un período específico y las acumuladas hasta dicho período.

Para una mayor facilidad en el manejo de la información es necesario llenar el documento, en orden progresivo de las actividades.

Se presenta en la figura V.2.6.

- 3) Documento para el control de la distribución de documentos.

Este documento tiene como finalidad el dar a conocer de una forma gráfica el flujo de la correspondencia del proyecto. Su necesidad surge de que durante la eje -

cución de un proyecto, la cantidad de información emanada es muy grande, y los destinos muy variados, lo cual provoca, en algunas ocasiones, confusión.

La valía de éste documento estriba en poder saber que documentos se han enviado y recibido y a quienes; con lo cual en casos de problemas en el proyecto se podría deslindar responsabilidades ya que hay constancia de la recepción de documentos.

Se presenta en la figura V.2.7.

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES						
AUTOR		NOM. PROJ.			NO. ACT.	
FECHA		NOM. ACT.			NO. PROJ.	
FECHA. INI. PL.		FECHA. YER. PL.		DURACION ACT.	RESPONSABLE ACT.	
RECURSOS PARA LA ACTIVIDAD						
PUNTE	IDENTIFICACION	RESTRIC. UTILIZACION	TIEMPO		COSTO	
			PLA	REAL	PLA	REAL
<p>MAPA DE LA ACTIVIDAD</p>						
<p>OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD</p>						

FIG. V. 22. FORMATO PARA EL DOCUMENTO DE DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD.

**METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI
RAFAEL MENDOZA CASTILLO**

UAS

PROPUESTA DE MODIFICACION			
AUTOR	NOMBRE PROJ.	Nº. PROJ.	
FECHA	NOM. PROPUESTA.	HOJA # DE	
CONDICIONES ACTUALES			
MODIFIC. PROPUESTA:			
RAZONES.			
MEDIDAS A TOMARSE:			
CONSECUENCIAS DE LA MOD.			
ALTERACIONES A LA PROPUESTA			
RECIBO		AUTORIZA EJECUCION	
FECHA	FIRMA	FECHA	FIRMA
			SI NO

FIG. V.2.4. - FORMATO DEL DOCUMENTO PARA LA PROPUESTA DE MODIFICACIONES.

**METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI
RAFAEL MENDOZA CASTILLO**

UAs

INFORME PERSONAL DE LA UTILIZACION DEL TIEMPO

NOMBRE	INICIALES	CLAVE EMP.	AÑO	AÑO	DEPTO.				
NO. PROY.	NO. ACT.	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO	TOTAL
ACT AJENAS AL PROY.									
AUSENCIAS									
OBSERVACIONES									
TIEMPO TOT.									

FIG. Y.2.5.- FORMATO DEL DOCUMENTO SOBRE EL INFORME PERSONAL DE LA UTILIZACION DEL TIEMPO.

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI RAFAEL MENDOZA CASTILLO	UAS
---	------------

A P E N D I C E A

APLICACION DE LA TECNICA MAP.

APENDICE A

APLICACION DE LA TECNICA MAP

Para facilitar la explicación y comprensión de la técnica MAP se ha recurrido a la utilización de un ejemplo ficticio.

Supóngase que se trata de un proyecto para el diseño de un mecanismo para una máquina; este mecanismo se compondrá de 12 piezas. En la figura 1A se muestra la red de eventos que debe seguir el desarrollo del proyecto.

Para poder realizar el proyecto se necesitan tres tipos de recursos que son : Ingenieros de diseño (I), Técnicos calculistas (T) y dibujantes (D). Las necesidades de cada uno de ellos se muestran en la tabla 1A.

El primer paso para programar y asignar los recursos, es conocer cuantas unidades de cada uno se necesitan para poder terminar el proyecto en el lapso planeado. Esto se logra calculando la relación entre los días-hombre requeridos por cada tipo de recurso y la duración planeada para el proyecto; si el resultado es fraccionario se toma el siguiente entero.

Así tenemos que en el ejemplo dá :

$I = \frac{D - H}{\text{Duración}} = \frac{110}{54} = 2.037$; aunque la fracción pudiera ser despreciable se selecciona el 3. Esto significa 3 ingenieros.

$T = \frac{56}{54} = 1.037$ se necesita de 2 técnicos; y

$D = \frac{100}{54} = 1.8519$ se necesita de 2 dibujantes.

El paso siguiente es comenzar la asignación de los recursos, que se determinaron anteriormente, para facilitar esta labor se puede usar una tabla de asignación como la mostrada en la figura 7A.

Para la asignación es necesario conocer la prioridad de cada actividad en el momento en que sea factible programarla, la prioridad de las actividades se determina de la siguiente forma:

Se compara el margen total de cada actividad, teniendo prioridad uno la actividad con menor margen; en caso de tener el mismo margen se recurre a la comparación de recursos; mientras más recursos necesite una -

actividad mayor será su prioridad. Si persiste el empate se tomará como base el Código de Secuencia.

Situémonos en el tiempo cero del ejemplo propuesto; aquí podemos observar que es posible iniciar las actividades (1,2), (1,9), quedando con prioridad como sigue:

CODIGO DE SECUENCIA	MARGEN TOTAL	PRIORIDAD
1,2	0	1
1,3	2	2
1,9	44	3

La primera actividad que se debe de programar en el tiempo cero es la (1,2), ya que es la que posee prioridad uno, como se ilustra en la figura 2A.

La asignación de recursos y llenado de la tabla de asignación, para la actividad (1,2) se hizo de la siguiente forma:

Primero ubicamos que tipos de recursos se emplearán, en este caso únicamente tipo I; colocamos una flecha que nos indica que recurso se esta asignando y en que tiempo. Posteriormente se asignan los recursos a la actividad programada; y por último se anota la acumula -

ción de los recursos.

El siguiente paso es ver que la actividad (1,3) - marcada con prioridad 2 pasa a ser prioridad 1; y se revisan los requerimientos y disponibilidad de recursos. La actividad (1,3) necesita recursos 1I y 1T, y como tenemos sobrantes 2I, 2T y 2D si se puede programar su inicio en el tiempo cero; la tabla de asignación se muestra en la figura 3A.

La actividad (1,9) es prioridad 1 después de haber asignado recursos y programado la actividad (1,3) Ahora hay que programar la actividad (1,9) ya que es factible iniciarla en el tiempo cero, pues tenemos disponible 1I, 1T y 2 D y la actividad (1,9) necesita 1I y 1D; su programación queda como se muestra en la figura 4A .

Ya programada la actividad (1,9) y no pudiendo programar ninguna otra actividad en el tiempo cero, se analiza el tiempo 1 y se puede observar que no es posible comenzar ninguna actividad, al igual en el tiempo 2 y 3; y no es sino hasta el tiempo 4 en el que se puede comenzar las actividades (2,4) y (2,10).

La prioridad uno la posee la actividad (2,4); así para poderla programar revisamos las condiciones de recursos; disponibles en el tiempo 4 están 1I, 1T y 1D; y por otra parte tenemos requerimientos de 1I y 1D por lo que sí es posible programarla y en el estado de la tabla de asignación se muestra en la figura 5A.

Ahora hay que programar la actividad (2,10) que requiere de 1I y 1D; El estado de la tabla nos muestra que en el tiempo 4 quedan disponibles solamente 1T; por lo que es imposible programar la actividad (2,10) para que inicie en el tiempo 4, y se puede ver que tampoco se puede programar otra actividad por lo que analizamos el tiempo 5 y observamos que tampoco es factible programar alguna actividad; así pasamos al tiempo 6 aquí se puede programar la actividad (2,10).

Así es que la actividad (2,10) se programa su inicio en el tiempo 6, esto hace que se tengan que modificar sus condiciones de frontera; la iniciación más próxima pasa del tiempo 6 al tiempo 8 y el margen total disminuye de 46 a 44 unidades. El estado general de la tabla se muestra en la figura 6A.

La siguiente actividad por programar es la (3.4); esta actividad es ficticia, y por consiguiente no necesita tiempo ni recursos para su programación lo cual - hace posible programarla de inmediato y no modificar la tabla de asignación.

Las actividades ficticias siempre tendrán prioridad 1 y su programación podrá ser inmediata, ya que no se necesitan recursos para su ejecución.

Las actividades restantes se programan siguiendo el procedimiento explicado anteriormente. La programación completa del proyecto aparece en la figura 7A.

A continuación se analizará la eficiencia del programa desarrollado. El programa se realizó con la base de tener todo tiempo 3 ingenieros, 2 técnicos y 2 dibujantes, pero como se puede notar en la tabla de asignación no son utilizados todo el tiempo.

El porcentaje efectivo de utilización de la fuerza disponible se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje Efectivo de utilización de la fuerza (P.E.F.)} = \frac{\text{Horas-Hombre programadas.}}{\text{Horas-Hombre disponibles}}$$

Para el proyecto propuesto se tiene:

$$\text{P.E.F.} = \frac{265}{378} = 0.701 = 70.1 \%$$

Lo ideal es lograr un P.E.F. 100 % con la mínima duración del proyecto; para lograr acercarse a ésto se puede recurrir a las siguientes prácticas:

- 1.- Contratar los recursos únicamente por el tiempo requerido; lo cual no siempre resulta factible.
- 2.- En caso de manejarse varios proyectos buscar la combinación de la programación entre los diversos proyectos, con el fin de tener recursos comunes.
- 3.- Buscar el óptimo entre costo, duración y P.E.F.

Para los casos 2o. y 3o. es conveniente contar con computadoras y programas de asignación, con el fin de poder analizar todas las posibilidades en el menor tiempo.

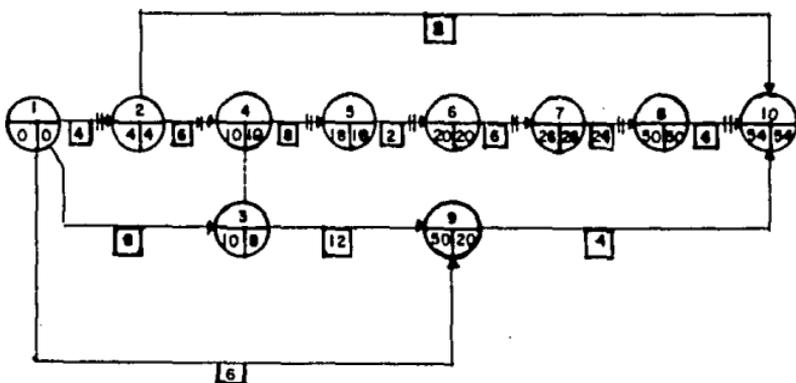


FIGURA. I.A. RED DE EVENTOS PARA EL DISEÑO DE UN MECANISMO.

MÉTODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI

RAFAEL MENDOZA CASTILLO

U A S

ACTIVIDAD	RECURSOS TIPO			DURACION DIAS	DIAS HOMBRE REQUERIDOS		
	Z	Y	D		Z	Y	D
1,2	1	-	-	4	4	-	-
1,3	1	1	-	8	8	8	-
1,9	1	-	1	6	6	-	6
2,4	1	-	1	6	6	-	6
2,10	1	-	1	2	2	-	2
3,4	-	-	-	0	-	-	-
3,9	1	1	1	12	12	12	12
4,6	1	1	1	8	8	8	8
5,6	1	-	1	2	2	-	2
6,7	1	-	2	6	6	-	12
7,8	1	1	2	24	48	24	48
8,10	1	-	1	4	4	-	4
9,10	1	2	-	4	4	4	-
TOTAL					110	56	100

TABLA 1A. TABLA DE REQUERIMIENTOS DE RECURSO POR CADA ACTIVIDAD.

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO

UAS

CÓDIGO DE ACTIVIDAD		NOMBRE DE ACTIVIDAD		FECHA DE INICIO		FECHA DE TÉRMINO		ESTADO DE LA ACTIVIDAD	
ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TÉRMINO	ESTADO DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TÉRMINO	ESTADO DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO
1.1	4	1	1	6	1	0	4	0	0
1.2	4	1	1	6	1	0	8	2	1
1.3									
1.4									
1.5									
1.6									
1.7									
1.8									
1.9									
1.10									
1.11									
1.12									
1.13									
1.14									
1.15									
1.16									
1.17									
1.18									
1.19									
1.20									
1.21									
1.22									
1.23									
1.24									
1.25									
1.26									
1.27									
1.28									
1.29									
1.30									
TOTAL									

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI.
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO.

U
 A
 S

FIG. 54- ESTADO DE LA TABLA DE DESIGNACION, DESPUES
 DE PROGRAMAR LA ACTIVIDAD (1, 2).

RECURSOS									
RECURSOS									
RECURSOS									
ESTADO									
NO. PROY.	NO. PLAN	NO. SUBPROY.	NO. ACTIV.	NO. UNID.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,2	4	1	-	6	-	0	4	0	1
1,3	8	1	-	8	-	0	8	2	1
1,4	8	1	-	6	-	0	6	4	1
2,1									
2,2									
2,3									
2,4									
2,5									
2,6									
2,7									
2,8									
2,9									
2,10									
2,11									
2,12									
2,13									
2,14									
2,15									
2,16									
2,17									
2,18									
2,19									
2,20									
TOTAL									

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI.
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO.

U
 A
 S

FIG. 4.A ESTADO DE LA TABLA DE ASIGNACION, DESPUES
 DE PROGRAMAR LA ACTIVIDAD (1, 6).

REGION 1									
REGION 2									
REGION 3									
REGION 4									
REGION 5									
REGION 6									
REGION 7									
REGION 8									
REGION 9									
REGION 10									
REGION 11									
REGION 12									
REGION 13									
REGION 14									
REGION 15									
REGION 16									
REGION 17									
REGION 18									
REGION 19									
REGION 20									
REGION 21									
REGION 22									
REGION 23									
REGION 24									
REGION 25									
REGION 26									
REGION 27									
REGION 28									
REGION 29									
REGION 30									
REGION 31									
REGION 32									
REGION 33									
REGION 34									
REGION 35									
REGION 36									
REGION 37									
REGION 38									
REGION 39									
REGION 40									
REGION 41									
REGION 42									
REGION 43									
REGION 44									
REGION 45									
REGION 46									
REGION 47									
REGION 48									
REGION 49									
REGION 50									
REGION 51									
REGION 52									
REGION 53									
REGION 54									
REGION 55									
REGION 56									
REGION 57									
REGION 58									
REGION 59									
REGION 60									
REGION 61									
REGION 62									
REGION 63									
REGION 64									
REGION 65									
REGION 66									
REGION 67									
REGION 68									
REGION 69									
REGION 70									
REGION 71									
REGION 72									
REGION 73									
REGION 74									
REGION 75									
REGION 76									
REGION 77									
REGION 78									
REGION 79									
REGION 80									
REGION 81									
REGION 82									
REGION 83									
REGION 84									
REGION 85									
REGION 86									
REGION 87									
REGION 88									
REGION 89									
REGION 90									
REGION 91									
REGION 92									
REGION 93									
REGION 94									
REGION 95									
REGION 96									
REGION 97									
REGION 98									
REGION 99									
REGION 100									
TOTAL									

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI.
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO.

U A S

FIG. 8A.- SE MUESTRAN LAS MODIFICACIONES HECHAS
 EN LA ACTIVIDAD (2,10) POR NECESIDAD
 DE PROGRAMACION.

Código	No. de Proyecto	Actividad			Recurso			Costo	Unidad	Observaciones
		1	2	3	4	5	6			
1.1	4	1	-	4	-	-	0	4	0	
1.1	8	1	1	8	8	-	0	8	2	
1.1	6	1	-	6	-	6	0	6	44	
1.1	6	1	-	6	-	6	4	10	0	
1.1	2	1	-	2	-	2	8	8	44	
1.1	0	-	-	-	-	-	8	8	2	
1.1	12	1	1	12	12	12	8	20	30	
1.1	8	1	1	8	8	8	10	18	0	
1.1	2	1	-	2	-	2	18	20	0	
1.1	6	1	-	6	-	6	20	28	0	
1.1	24	2	1	24	48	24	48	26	50	
1.1	4	1	-	4	-	4	30	34	0	
1.1	4	1	-	4	-	4	20	24	30	
TOTAL 110 88 88										

METODO PARA ADMINISTRAR EL DESARROLLO DE
 LOS PROYECTOS DE DISEÑO DE MAQUINARIA EN CIDESI.
 RAFAEL MENDOZA CASTILLO

U
 A
 S

FIG. 7A.- TABLA DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES
 Y ASIGNACION DE RECURSOS PARA EL PROYECTO
 DE DISEÑO DE UN MECANISMO.

R E S U M E N

Y

C O N C L U S I O N E S

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las máquinas han cobrado un papel de capital importancia en el desarrollo de los pueblos, de aquí la importancia que tiene para México desarrollar maquinaria con tecnología propia.

El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial busca desarrollar los recursos y tecnología que permitan en el largo plazo realizar diseños y construcción de maquinaria con elementos 100% nacionales. En la actualidad el CIDESI se encuentra en el inicio del camino y se ha dado cuenta que para alcanzar sus objetivos es necesario ofrecer mejores servicios al mejor costo posible; ésto solamente se logrará integrando la parte operativa y administrativa.

En los proyectos se hace más latente la necesidad de conjuntar efectivamente la administración con la operación; esto con el fin de alcanzar lo mejor y al mejor costo posible los objetivos fijados. Para lograr lo antes expuesto es necesario contar con los sistemas y procedimientos que permitan ejecutar y administrar correctamente los trabajos del proyecto.

El Departamento de Diseño Mecánico del CIDESI se -
percató de la problemática que le crea el no cumplir con
las fechas de entrega. El jefe del departamento manifes-
tó la necesidad de desarrollar un método que a manera de
" receta de cocina " , permitiera determinar las fechas
de entrega para los proyectos.

Del análisis del problema se puede concluir que el
retrazo de la ejecución de los proyectos es tan solo la
manifestación visible de una problemática que va desde:
La falta de un método bien establecido (que se debiera
seguir) para el proceso del diseño, hasta la carencia de
control en la ejecución del proyecto.

Para tratar de mejorar esta situación se propone:

- 1.- Establecer un método de diseño de acuerdo a las ne-
cesidades del departamento.
- 2.- Implantar el uso de un método de administración de
proyectos como el PERT ó CPM.
- 3.- Realizar una planeación detallada del proyecto.
- 4.- Poner en práctica un método de control que permita
en todo momento conocer la situación prevalectiente.

El proceso teórico del diseño en general considera el reconocimiento de una necesidad. La conceptualización de una solución y la elaboración física de la conceptualización; como este proceso no dá suficientes elementos para aplicar la administración de proyectos, se buscó un proceso más detallado como el propuesto por Asimow.

Se selecciona el método propuesto por Asimow debido a que:

- 1) Es muy explícito en el proceso que se debe seguir.
- 2) Dá bastante idea de cuales son los resultados de cada fase y etapa.
- 3) Se puede usar como elemento de ayuda en la planeación del proyecto.

Las variantes que se proponen a éste método son más de forma que de fondo, ya que en el CIDESI se presentan tres tipos generales de proyectos. Cada uno con diferentes grados de incertidumbre, lo que hace que el inicio del proyecto sea más o menos fácil.

Asimow hace un desglose detallado de cual es el proceso que sigue el diseño; propone que el diseño se puede descomponer en dos dimensiones: Una vertical que -

permite pasar de lo abstracto de las ideas al campo de las cosas físicas y la otra horizontal es la que permite realizar las operaciones para cada paso de la vertical.

Tomando como base la metodología del diseño de Asimov, se establecieron tres modalidades de los proyectos que se realizan en el Departamento de Diseño Mecánico y son:

- 1) Proyecto de rediseño o adaptación de maquinaria.- En los cuales no se desarrolla el concepto del diseño y por lo cual el estudio de factibilidad es sencillo. El anteproyecto sirve para analizar el concepto copiado.
- 2) Proyecto de diseño que parten de información sobre maquinaria similar.- En éstos proyectos se conoce vagamente el concepto de la maquinaria por lo cual se vuelve un poco más complejo el estudio de factibilidad y el anteproyecto.
- 3) Proyectos de diseño original de maquinaria.- En los cuales todo el concepto es desarrollado en el

CIDESI y por lo cual se debe de tener mayor cuidado en la realización de cada fase y etapa del proyecto.

Teniendo el proceso del diseño establecido se revisaron las técnicas de ruta crítica con el fin de buscar en ellas una manera práctica y eficaz para la administración del proyecto. Las Técnicas de ruta crítica se basan en principio de planear cuidadosamente el proyecto y después controlarlo desde su inicio hasta el final.

De las diferentes técnicas de ruta crítica existentes se seleccionó al método PERT como el idóneo para aplicarlo en la administración de los proyectos de diseño; ya que el PERT está especialmente desarrollado, y dado que los proyectos de diseño son de este tipo, la aplicación del PERT es el método idóneo.

El aplicar una técnica de administración de proyectos no sería de gran ayuda si los planes no son los correctos; por eso es necesario dedicar una atención especial a la planeación del proyecto.

La importancia que tiene el planear un proyecto se deriva de que la planeación reduce la incertidumbre y el

cambio, enfoca la atención hacia los objetivos y hace relativamente más económica la operación. Si se considera que los proyectos de diseño van de lo abstracto a lo concreto, se vuelve inevitable su planeación.

Los planes de un proyecto son mecanismos de comunicación y por lo tanto deben de ser fáciles de interpretar y transmitir su mensaje de manera clara y sencilla. En los proyectos de diseño de maquinaria en CIDESI esto se puede lograr con dos planes muy sencillos, el administrativo y el ejecutivo.

El Plan Administrativo se refiere a cuales son los objetivos, mé^tas, como se relaciona el proyecto con otros y en general a todos los aspectos administrativos del proyecto. El Plan Ejecutivo posee la información de como y cuando se han de realizar las acciones que permitan llegar a los objetivos; y aquí es donde se puede aplicar con gran éxito el PERT y algunas técnicas de auxilio como el MAP y los métodos de pronósticos cualitativos, para la nivelación de recursos y las estimaciones de tiempos respectivamente.

El poseer un plan para administrar un proyecto pone de manifiesto que ya se cuenta con un orden, que en el

campo de los proyectos es un gran avance; el optimizar ese plan por medio de las técnicas PERT, MAP y Métodos de pronóstico, dan como resultado una considerable disminución de la incertidumbre del proyecto; puesto que se trata de prever un futuro y esto es mejor que el dejarlo al azar.

Una vez planeado y puesto en marcha un proyecto - sólo queda controlarlo, a fin de que el proyecto se desarrolle lo más apegado posible a los planes. El control consta de tres elementos básicos:

- 1) Las normas establecidas.
- 2) Comparación de las normas establecidas y el desempeño real.
- 3) Correcciones a las desviaciones y planes.

Para poder cumplir con los tres elementos básicos del control, es necesario contar con un sistema de información que permita conocer la situación prevalectente a la brevedad posible y así poder tomar decisiones y acciones que corrijan la situación.

En los proyectos de diseño de maquinaria es necesario poder conocer fácilmente la siguiente información:

- 1) Recursos planeados y destinados.
- 2) Objetivos perseguidos.
- 3) Sugerencias de acciones a tomar y consecuencias.
- 4) Acontecimientos importantes en la ejecución.

El método administrativo propuesto originará una gran cantidad de información, ya que por cada actividad del proyecto será necesario conocer los datos antes expuestos; para lograr un control sencillo se propone la utilización de formatos, que permiten agrupar y consultar fácilmente esta información.

Para lograr concentrar ésta información y facilitar toda la labor administrativa del proyecto se propone crear un expediente por cada proyecto en el cual se encuentren todos los documentos originados durante el proyecto. Además el contar con ésta información bien reunida, puede servir como fuente de consulta para otros proyectos posteriores.

El expediente del proyecto y los formatos poseen la ventaja de ofrecer fácilmente la información necesaria para la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto; lo que redundará en ahorro de tiempos y por lo tanto menor probabilidad de retrasos.

B I B L I O G R A F I A

- 1 ACKOFF, Russell L: " Un concepto de planeación de -
empresas " Ed. LIMUSA, 1972.
- 2 ASIMOW, Morris: " Introducción al proyecto " Ed.
Herrero Hnos, 1968.
- 3 COMPANIS, Ramon: " Planificación de proyectos, Mé -
todos PERT, CPM, ROY y derivados". Ed. LIMUSA, 1972
- 4 CORZO, Miguel A: " Introducción a la ingeniería de
proyectos " Ed. LIMUSA, 1975.
- 5 DIETER, George: " Engeening desing " Mc. Graw Hill,
1983.
- 6 FLORES, Edmundo, Etal: " La ciencia y la tecnología
en México " Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
1982.
- 7 INVENTOS QUE CAMBIARON EL MUNDO. Selecciones del -
Reader's Digest. 1983.
- 8 KIRCK, V. Eduard: " Introducción a la ingeniería y
al proyecto en ingeniería " Ed. LIMUSA, 1967.
- 9 KOONTZ y O'donnell: " Curso de administración -
moderna " Mc. Graw Hill, 1975.
- 10 LA ECONOMIA MEXICANA EN CIFRAS. Nacional Financiera
1984.
- 11 MAKRIDAKIS, Spiros: Wheelwright, Steven: Mc. GEE,
Victor: " Forecasting Method and aplicaciones " -
Ed. Wiley, 1978.
- 12 MARTINO, R.L.: " Administración y control de proyec
tos " Vol. I, II y III, Ed. Técnica, 1975.
- 13 O'brien, Robert: " Máquinas " Time Life, 1964.
- 14 PRAWDA, Juan: " Métodos y Modelos de Investigación
de Operaciones" Vol. I y II, Ed. LIMUSA, 1980.
- 15 STILAN, Gabriel; Et al: " PERT. A new management -
planning and control technique " American Manage -
ments Asociation. 1962.
- 16 SVEN, R. Hed: " Manual de planificación y control
de proyecto " Sven R. Hed, 1981.