

881217

**UNIVERSIDAD ANAHUAC**

15  
20

ESCUELA DE INGENIERIA  
Con Estudios Incorporados a la U.N.A.M.



VINCE IN BONO MALUM

"JUSTIFICACION DEL EMPLEO DE UN SISTEMA DE  
COMPUTO EN LA FABRICACION DE EQUIPOS PARA  
TELECOMUNICACIONES POR MICROONDAS"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

AREA INDUSTRIAL

PRESENTA EL ALUMNO:

JACK ROMERO SMEKE

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.,

DICIEMBRE DE 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.

Justificación del Empleo de un Sistema de Cómputo  
en la Fabricación de Equipos para Telecomunicaciones  
por Microondas.

Contenido.

1. Introducción.	
1.1. Objetivos.	1
1.2. Alcances.	2
2. Computadoras en la Actualidad.	
2.1. Funcionamiento.	4
2.2. Tipos de Computadoras.	7
2.3. Equipo Periférico.	14
2.4. Criterios para la Selección de un Equipo de Cómputo.	17
3. Telecomunicaciones por Microondas.	
3.1. Introducción.	29
3.2. El Concepto de Sistema.	32
3.3. Un Sistema de Comunicación General.	34
3.4. Cadenas de Repetidoras.	39
3.5. Gama de Frecuencias.	41
3.6. Técnicas de Transmisión Análogas y Digitales.	43
3.7. Telecomunicaciones en México.	47

4. Fabricación de Sistemas para Telecomunicaciones  
por Microondas.

4.1. Introducción.	52
4.2. Producto.	53
4.3. Comercialización del Producto (Análisis del Mercado).	55
4.4. Obtención de Componentes.	56
4.5. Explosión de Materiales.	59
4.6. Manejo de Inventarios.	60
4.7. Tecnología.	61
4.8. Confiabilidad.	63
4.9. Instalaciones.	64
4.10. Servicio y Mantenimiento.	65

5. Sistema para Control de Información en la  
Fabricación de los Equipos.

5.1. Introducción.	67
5.2. Sistema Manual.	67
5.3. Sistema Computarizado.	70
5.3.1. Funciones Administrativo-Contables.	72
5.3.2. Producción.	75
5.3.3. Explosión de Materiales.	85
5.3.4. Manejo de Inventarios.	89
5.3.5. Servicio y Mantenimiento.	93
5.3.6. Interrelaciones.	95
5.4. Selección del Equipo (Hardware).	98

5.5. Selección de los Programas de Apoyo (Software).	108
5.6. Evaluación Financiera de la Alternativa.	113
6. Conclusiones y Recomendaciones.	122
Bibliografía.	124
Anexo.	128

## Indice de Figuras y Diagramas.

Figura 2.1. Subsistemas Funcionales de una Computadora.	5
Diagrama 5.1. Cálculo de las Cargas de Trabajo.	80
Diagrama 5.2. Monitoreo del Tiempo de Entrega.	81
Diagrama 5.3. Planeación de la Producción.	84
Diagrama 5.4. Manejo de las Ordenes de Reparación.	94
Diagrama 5.5. Interrelaciones.	96

## 1. Introducción.

### 1.1. Objetivos.

Dadas las necesidades actuales del país y en particular de la industria de las telecomunicaciones, esta tesis pretende mostrar cómo un sistema de cómputo puede ayudar a solucionar algunos de los problemas que se presentan en una fábrica de sistemas de telecomunicación por microondas, como un tipo de empresa mediana de manufactura de electrónica profesional. Se analizará el sistema empleado actualmente y se verá la alternativa de emplear uno basado en un procesador, previamente seleccionado, junto con el apoyo de programas que se juzgue conveniente.

Se busca mejorar la actuación mediante una explosión de materiales más precisa, un mejor control de sus inventarios y de sus funciones de oficina, y así tener un óptimo desempeño en el cumplimiento de los contratos, tanto en tiempo como en confiabilidad de los sistemas y servicio al cliente; todo apoyado por una justificación desde el punto de vista financiero.

Este estudio se basa en las necesidades particulares de una industria dedicada a la fabricación de sistemas para telecomunicación por microondas, que trabaje básicamente con órdenes de manufactura, pero

entendiendo que éste puede ser fácilmente aplicado a cualquier empresa de manufactura, mediana, en el ramo de la electrónica profesional.

## 1.2. Alcances.

Este estudio presentará, primeramente, un panorama general de las computadoras; su funcionamiento, tipos y equipos adicionales disponibles, así como los criterios para su selección, para presentar las herramientas con que contamos al realizar este trabajo.

Una vez expuestas las características de estos elementos, pasaremos a definir el ambiente en el cual se desarrolla el trabajo mediante una presentación general de lo que es la telecomunicación por microondas. Este capítulo estará enfocado al funcionamiento de los sistemas y de sus aplicaciones, mas que a la producción de los mismos.

En el siguiente capítulo se verán los aspectos relevantes en la fabricación de los sistemas: La problemática especial que tiene este tipo de manufacturas en nuestro país.

Ya planteadas las herramientas y la problemática, se reunirán para proponer una solución;

antes de sugerir un sistema computarizado, se verá si es posible controlar los procesos con elementos manuales. Si resulta poco práctico, se procederá a ver la posibilidad de implementar un sistema computarizado, empezando por una propuesta de como ayudaría a la problemática particular de este tipo de empresas de manufactura, para seguir con la selección del equipo y de los programas de apoyo. Entonces se hará una evaluación financiera de esta alternativa para ver si es aplicable en la práctica.

Se dejarán sentadas las bases para el diseño de los programas de apoyo y la implementación práctica del sistema, lo cual queda fuera los alcances de este estudio.

Como último punto, serán presentadas las conclusiones y recomendaciones resultado de la experiencia obtenida en este trabajo.

## 2. Computadoras en la Actualidad.

### 2.1. Funcionamiento.

Para comprender mejor la utilidad de estas herramientas, debemos empezar con este capítulo refiriéndonos a su funcionamiento, tratando los principios fundamentales que emplean y tomando como marco de referencia sus subsistemas funcionales de alto nivel, los que a su vez pueden contener miles de transistores y circuitos integrados; así como a describir el papel que cada parte tiene como formadora del total en la computadora moderna. No se trata de estudiar el funcionamiento electrónico de la máquina sino el lógico.

Como estos subsistemas, deben entenderse las partes de la computadora que aunque estén unidas o no, realizan funciones particulares lógicas, desde un punto de vista general, por ejemplo, la unidad central de proceso, las unidades de memoria, etc. como se verá más adelante.

En la figura se muestra un diagrama de bloques de las relaciones entre ellos. Las líneas continuas representan los canales de comunicación, por medio de los cuales, los datos o instrucciones son transferidos entre unidades (conectadas físicamente por algún conductor eléctrico). Las líneas punteadas representan

la transmisión de información sobre el estado del programa. Esta es la información que necesita la unidad de control para dirigir el sistema según el programa dado por el usuario, para saber cuáles unidades están ocupadas ejecutando una instrucción, y cuales están disponibles para realizar la próxima. La unidad de control muestra la información que requiere el operador, esto le permite intervenir en el orden del proceso, por ejemplo, para empezar programas o para terminarlos.

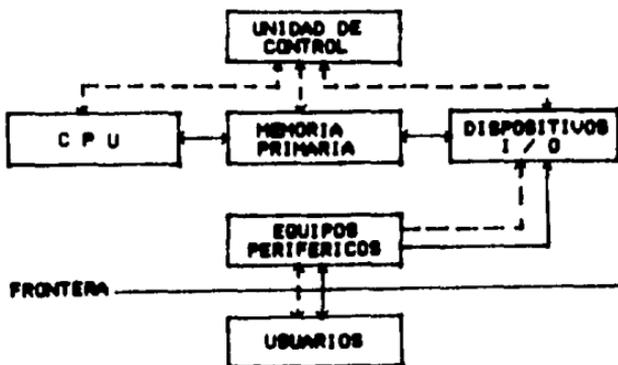


Fig. 2.1. Subsistemas Funcionales de una Computadora.

En un sistema moderno, la unidad de control delega algo de su autoridad en procesadores periféricos, entonces, en la figura, un procesador de entrada/salida (I/O), que está bajo la dirección de la unidad de control, se encarga a la vez de parte del equipo periférico, como lectoras de disco o impresoras.

La unidad central de proceso (CPU), tiene capacidad para realizar operaciones aritméticas y lógicas con los datos contenidos en su memoria primaria. Los circuitos principales del CPU son versiones binarias de circuitos aritméticos y lógicos.

La memoria primaria aloja todo el conjunto de datos e instrucciones que están listos para ejecutarse en el CPU. Las principales características de esta unidad de memoria son su capacidad para almacenar información, y la rapidez con que la puede intercambiar con el procesador central y el de entrada/salida. Estas dos propiedades son en general mutuamente incompatibles y aumentan importantemente el precio del sistema. El tiempo requerido por la memoria para responder al pedido de algún dato se llama tiempo de acceso de memoria y suele ser de nanosegundos.

Una vez vistas las partes principales que componen funcionalmente la computadora, pasaremos a ver lo que está alrededor de ellas y que las hacen funcionar.

Un programa no es más que una secuencia de instrucciones. Aunque no existen dos computadoras que trabajen exactamente igual, todas funcionan en base a un conjunto muy sencillo de instrucciones, suficientes para realizar cualquier cálculo. Normalmente el usuario de una computadora emplea cualquier lenguaje de alto

nivel, ya sea Basic, Pascal, Fortran, Cobol, etc. los cuales son primeramente descompuestos (llevados al nivel más fundamental) a instrucciones en Lenguaje-Máquina. Los de alto nivel varían de un sistema a otro, lo que nunca sucede con este tipo, el cual especifica dos aspectos: La operación y dirección de la locación de memoria a la cual se referirá el dato con el que se realizará.

## 2.2. Tipos de Computadoras.

Se pueden hacer dos clasificaciones, según la forma en que resuelven los problemas, clasificarlas en analógicas y digitales, o según su capacidad, en procesadores de gran tamaño (Mainframes), minis y microcomputadoras.

Con respecto a la primera clasificación, la información puede adquirir dos formas cuando se almacena, comunica o procesa, la forma análoga o la digital. La primera es normalmente de variación continua, como la aguja de un velocímetro, donde la distancia recorrida es proporcional a la velocidad, su valor es "análogo" a la misma. Un dispositivo análogo es aquel que manipula o mide estas señales, por ejemplo la regla de cálculo.

Una señal digital es aquella que se considera discreta o discontinua, tal como un sí o un no, una tarjeta con perforación o sin ella, etc. Así, un dispositivo digital es aquél que procesa este tipo de indicaciones, detectando sólo variaciones de punto a punto, no continuas. Los valores numéricos son representados en su forma binaria (con 1 y 0). Así, la contraparte digital de la regla de cálculo es la calculadora electrónica.

En la actualidad, la mayoría de las computadoras de la industria e investigación son digitales, ya que casi todos los problemas a resolver pueden ser llevados a una forma manejable por este tipo de dispositivos. Las analógicas sólo se emplean en los casos en que se recurre a la simulación, mediante modelos. Es por ésto que en este trabajo sólo se consideraran las digitales.

Según su capacidad, se pueden clasificar en computadoras de gran tamaño, minis y microcomputadoras:

Es difícil hacer una distinción clara entre ellas dada su expandibilidad, por ejemplo, una micro con disco duro y capacidad para emplear varias terminales, puede ser empleada en aplicaciones antes reservadas para minis o incluso máquinas mayores. Igualmente su precio puede ser de muchas veces el del modelo básico y entrar así en rango superior.

A. Las computadoras de mayor capacidad (Mainframes) se distinguen porque su longitud de palabra es de más de 18 bits (dígitos binarios), o sea que toman mas de 18 caracteres como unidad; ésto les da más precisión (número de dígitos significativos), un mayor juego de instrucciones y más variadas formas de acceso.

En la actualidad están dirigidas a las grandes corporaciones, con sistemas de procesamiento de datos muy desarrollados, para monitorear y coordinar todo el flujo de información en las compañías donde sirven. Pueden ser capaces de ejecutar millones de instrucciones por segundo pero también llegan a costar muchos millones de dólares. Como unidad de procesamiento de datos central de la corporación, esta computadora actúa como anfitrión para una multitud de usuarios, los cuales emplean el sistema ya sea continua u ocasionalmente para una gran cantidad de aplicaciones como contabilidad, finanzas, pago de nóminas, etc. Así, cuentan con capacidad para manejar enormes cantidades de números y muchísimas actividades, con innumerables datos y calculos. Han probado ser los instrumentos de proceso más adecuados para computación intensiva y aplicaciones de manufactura regulares y programadas.

Aun con todo su poder, las computadoras de gran tamaño no son la solución para todas las empresas

(aunque pudieran pagarlas). Por el gran número de usuarios a los que debe servir, están forzadas a operar en un programa estricto de trabajo, por lo que tal vez no sean capaces de entregar sus respuestas con la rapidez necesitada en un momento dado. Este tipo de computadoras son muy delicadas en lo que respecta a sus condiciones de trabajo, esto es importante ya que limita sus aplicaciones en la manufactura. También en el sector de diseño, el tener que esperar aun unos segundos para que los cambios en el producto se proyecten en la terminal, puede significar una demora intolerable para el ingeniero encargado. Las pruebas de control de calidad automatizadas, que requieren del procesamiento de datos y respuesta en el momento de la captura, tampoco pueden tolerar los retrasos. En resumen, estas computadoras son apropiadas para funciones corporativas a gran escala pero no para la mayor parte de las funciones de manufactura.

B. En comparación con las máquinas de gran capacidad, las minicomputadoras son pequeñas y mucho más económicas, aunque no existe un estándar que las defina industrialmente, ya que tanto su precio como su tamaño pueden variar considerablemente, se consideran todas aquellas que su longitud de palabra sea menor o igual a 18 bits. Estas tienen muchos circuitos integrados, pero no necesariamente un microprocesador.

Las minicomputadoras emergieron en respuesta a las necesidades de los usuarios a una más ágil respuesta, así como procesamiento local, y por pequeñas empresas incapaces de comprar y mantener las máquinas de mayor capacidad. A diferencia de éstas, las minis son comparativamente accesibles para los usuarios finales.

Uno de los más grandes atractivos para los usuarios de minicomputadoras es su economía. Aunque el empleo de los elementos físicos (Hardware) es menos efectivo para trabajo continuo que por cargas, las ventajas en precio superan al factor eficiencia.

Debido a su relativo bajo costo, estas herramientas pueden ser dedicadas a una tarea específica o compartidas por un número pequeño de usuarios. Es por ésto que han encontrado su lugar en diseño, pruebas de control de calidad automatizadas, control en línea y centros de trabajo, los cuales requieren la capacidad de procesamiento de la minicomputadora, pero no un monitoreo central como el que se obtiene con una de mayor capacidad. De hecho, las superminis, algunas de las cuales son capaces de operar millones de instrucciones por segundo, pueden ejecutar simultáneamente tareas por cargas, de tiempo real y de línea, dejando a las máquinas mayores el control de un departamento completo o de toda la empresa.

C. Donde las minicomputadoras acaban, empiezan las microcomputadoras, en términos de flexibilidad y poder. Con sus funciones contenidas en un sólo circuito integrado (el microprocesador, el cual realiza las funciones aritmética, lógica y de control), las microcomputadoras personales, contienen un paquete completo de componentes para procesamiento de datos: La unidad de procesamiento central (CPU), memoria principal y de discos, sistema operativo, programas<sup>2</sup> de apoyo (Software), una muy amplia variedad de dispositivos de entrada y salida, así como compatibilidad con un gran número de instrumentos y sistemas. Todo generalmente por menos de 10,000 dólares. Son estos instrumentos y sistemas como microprocesadores de 16 bits, sistemas operativos para diversos usuarios, memoria de disco duro, etc. los que han hecho llegar a las microcomputadoras al rango de las minis, tanto en precio como en funcionamiento.

Básicamente se podría considerar microcomputadora si tiene microprocesador, memoria de acceso exclusivamente para lectura (ROM), para guardar sus programas o instrucciones, memoria de acceso aleatorio (RAM), y un circuito integrado, que sirva como dispositivo de entrada y salida, para hacer compatible al sistema con los equipos periféricos.

La creciente demanda de herramientas que incrementen la productividad de los usuarios industriales, ha creado una migración natural de paquetes de micros para ese empleo, donde han encontrado su lugar en procesos automatizados, captura de datos o controladores de los centros de trabajo. Son el eslabón entre la gerencia de manufactura y la dirección general. Dan el poder de la computadora a las actividades de piso, liberando a los supervisores de producción e ingenieros de la dependencia con la gran computadora principal de la corporación, dejando a ésta las funciones administrativas y de planeación.

Otra aplicación de las microcomputadoras en la industria, puede ser, sin tener ninguna relación con otra máquina de capacidad mayor, la de procesador de palabras, sistema de archivos locales, clasificador electrónico, base de datos gerencial, etc. Incluso puede realizar las funciones de la computadora principal, si su capacidad es adecuada para la cantidad de información a procesar.

Como se pudo apreciar, cada tipo de computadora puede servir para un rango relativamente amplio de necesidades. Es tarea de cada empresa, según la cantidad de información a procesar, su estructura y su poder adquisitivo, el decidir cuál es la adecuada para sus necesidades, así como el equipo periférico, el conjunto de elementos físicos y los programas de apoyo.

### 2.3. Equipo Periférico.

Para comprender el medio en que trabajan prácticamente las computadoras, trataremos los equipos periféricos que emplean, o sea aditamentos para hacer posible la comunicación entre el usuario y la máquina, en diversos medios o para diferentes necesidades:

A. Tal vez el medio más empleado a través del tiempo como dispositivo de entrada y salida de información sean las tarjetas perforadas, desde principios de siglo, aunque cada vez se ven más limitadas, debido a su poca flexibilidad y alto costo, dando paso a otros medios y quedando reservadas para algunas aplicaciones especiales, donde se emplea su propiedad de poder perforarse casi manualmente, con maquinaria muy sencilla.

B. Las terminales con monitor tipo T.V. están siendo las de mayor demanda en la industria. Su función principal es la de poner al usuario en contacto directo con la computadora, para que pueda introducir programas o datos y obtener inmediatamente la respuesta por medio de la misma terminal. Esta tiene un dispositivo de entrada (el teclado) y uno de salida (el monitor). Una de sus ventajas es que también muestra lo que se está escribiendo, por lo que los datos que están entrando pueden ser fácilmente corregidos si es necesario.

La técnica de comunicación directa entre la computadora y el usuario vía terminal, en contraste con el método antiguo de manejo de datos en forma codificada, desde la escritura de los programas, el perforado de las tarjetas, y el corrido en la computadora para obtener los resultados horas o hasta días después, han hecho que los usuarios no pasen tanto tiempo revisando los datos y programas antes de correrlos, ya que es más fácil correrlos que revisarlos, antes; con las tarjetas perforadas, un error podía significar un gran desperdicio en tarjetas, lo que no sucede con los monitores y cintas magnéticas. Resulta más conveniente dejar a la máquina encontrar los errores que a los usuarios.

Otra conveniencia del empleo de estas terminales es su facilidad para comunicarse mediante teléfono, radio, etc. Se puede mandar y recibir información casi instantáneamente incluso entre continentes, y resulta mucho más barato por unidad de información enviada que empleando estas vías en forma convencional.

C. En las unidades de memoria auxiliar, es donde se guardan los datos o programas cuyo acceso no es inmediato como en la memoria primaria, y tienen mucho más capacidad que ésta. Además, tienen la ventaja de retener información aunque no tengan corriente

eléctrica. Entre estos dispositivos podemos mencionar los discos magnéticos (duros o flexibles), los paquetes de discos (fijos o removibles) y las cintas magnéticas.

D. Se deben convertir los datos ya procesados a una forma accesible para cualquier persona. Esto puede significar la necesidad de producir miles de datos a ser analizados visualmente por el usuario, producir facturas, estados de cuenta, cheques, listas de inventarios, etc. lo que ha desarrollado diversos tipos de impresoras (y graficadoras) de muy alta velocidad.

La selección del tipo de impresora varía según las necesidades de cada sistema, lo más determinante suele ser la velocidad de impresión y el costo. Las más rápidas pueden escribir más de 2000 líneas por minuto. Alguno de estos tipos se encuentran en todos los equipos de computadoras.

Cuando se requiere un gran volumen de información, las terminales tal vez no puedan mostrar los datos a la velocidad requerida, por lo que se les da una instrucción para que envíen la información a una impresora de alta velocidad y sea recogida después por el usuario.

#### 2.4. Criterios para la Selección de un Equipo de Cómputo.

Para saber que tipo de sistema es el adecuado para el caso especial particular de la empresa a tratar, deben considerarse diversos aspectos que son:

- A. Información general.
- B. Identificación de sistemas y procedimientos empleados.
- C. Identificación de los sistemas automatizados.
- D. Análisis detallado de la información.
- E. Volúmenes de información.
- F. Diseño conceptual de las aplicaciones a utilizar.
- G. Planes de crecimiento.
- H. Evaluación de propuestas.
- I. Evaluación de alternativas.
- J. Recomendaciones y observaciones finales.

A continuación se describirán brevemente los puntos a evaluar, los pasos y objetivos de cada aspecto:

A. Información General. Su objetivo es el de tener una visión amplia de la situación en que está la empresa, sus funciones, giro, mercado, etc. Se debe conocer bien la empresa y para ésto se recurre a entrevistas, organigramas y documentación general.

B. Identificación de Sistemas y Procedimientos Empleados. Se analiza con mayor detalle los sistemas más importantes y los que estén fallando. Para ésto se requiere de manuales, observación, descripción de puestos y ver si lo que está escrito concuerda con la realidad.

C. Identificación de los Sistemas Automatizados. Se trata de entender plenamente las aplicaciones propias de cada uno de ellos. Se emplean los manuales del sistema, del usuario y de operación; si están disponibles. Si no, se genera la información en un documento que contenga el diagrama general y reportes del sistema, el diagrama de bloques de los programas y esquemas de los archivos.

D. Análisis Detallado de la Información. En base a este estudio se establecen diagnósticos de las áreas a automatizar. Se observa como es almacenada o agrupada, para así poder establecer los cambios a realizar, detectar fallas y ver cuál es la que realmente se necesita. Además, deben tenerse reuniones periodicas con la persona o el comité que coordine la implementación del sistema, para que sepa que tan adelantado está el proyecto y así pueda tomar medidas correctivas.

E. Volúmenes de Información. Se necesitan datos estadísticos de las principales actividades realizadas en la empresa con el fin de poder establecer las capacidades tentativas del equipo. Esto se debe hacer en las áreas más congestionadas de información o en las específicas que se vayan a automatizar. Los factores a tomar en cuenta son el tipo y costo por proceso y la cantidad de información a manejar por periodo.

F. Diseño Conceptual de las Aplicaciones. Se trata de definir cuanto se necesita de memoria principal y secundaria y los dispositivos de entrada/salida, para obtener parámetros aproximados de las necesidades específicas de la empresa y establecer una configuración de la cual partir. Algunos aspectos que pueden afectar esta configuración básica son los paquetes existentes para las diferentes aplicaciones.

En cuanto a los dispositivos de entrada/salida, debemos analizar la forma en cuanto a captura y reportes (dónde, cómo, cuánto), y con el almacenamiento secundario, el número de archivos y el tamaño de los mismos.

G. Planes de Crecimiento. Se determina la configuración teórica de equipo, para que pueda soportar las operaciones futuras de la empresa. Estos planes se deberán identificar en cuanto a:

G1. Incremento en volúmenes del servicio principal.

G2. Creación de nuevas empresas.

G3. Creación de nuevas áreas o funciones dentro de la empresa.

G4. En general, todos aquellos aspectos que representen un crecimiento reflejable en los flujos de información.

Asimismo, podremos definir la estructura organizacional que tendrá el nuevo departamento de sistemas y los requerimientos finales de equipo.

H. Evaluación de Propuestas. Una vez conocida la empresa en la que se trabaja, así como los requerimientos del sistema, el siguiente paso es el de analizar cuál de los posibles proveedores es el más adecuado. Los aspectos fundamentales que deben calificarse son los siguientes:

H1. Soporte. Debe ser evaluado en función de lo que el proveedor pueda ofrecer en la localidad. Se enuncia sólo como información complementaria, ya que este análisis cae fuera de los alcances del estudio:

Asistencia Técnica. La cual se debe proporcionar no sólo durante la instalación, sino en

toda la vida del sistema.

Asistencia Educacional. Cursos que este dispuesto a dar, en qué áreas y a qué niveles.

Soporte de Máquina. Este cual debe ser proporcionado con otros equipos instalados en la localidad, tanto para pruebas de programas antes de la recepción, como para respaldo en caso de fallas en el sistema contratado durante la vigencia de la instalación.

Soporte de Mantenimiento. Debe incluir, tanto de tipo preventivo como correctivo, así como el lote de refacciones necesario para asegurar un porcentaje mínimo de tiempo perdido por descomposturas.

H2. Sistema de Programación (Software). Los sistemas con que cuente el equipo, deben estar orientados a la solución del problema específico de la empresa y cubrir, dependiendo de la configuración del sistema, los siguientes aspectos:

Sistema Operativo. Debe analizarse en aspectos del estado actual, confiabilidad, concordancia con el equipo, operación en multiprogramación, bitácora del sistema, acceso remoto a programas, grado de dificultad en su operación, etc.

Todo lo anterior es recomendable confrontarlo con otros usuarios del mismo proveedor.

Técnicas para el Manejo y Organización de Archivos. Se debe analizar la eficiencia en la estructuración, organización y manejo de los diferentes archivos en acceso directo y procesamiento secuencial que incluya el sistema operativo.

Lenguajes Compiladores y Ensambladores. Los lenguajes universales de programación para aspectos administrativos y científicos o técnicos que, en su caso, deban proporcionar los sistemas, deben ser los adecuados para el fin al que se vaya a dedicar, además del lenguaje ensamblador propio del equipo y de otro tipo de lenguajes desarrollados para empleo exclusivo del mismo.

Programas de Utilería. Los sistemas de programación deben proporcionar diversas rutinas de utilería, necesarias para la operación eficiente del proceso de datos en el equipo.

Biblioteca de Programas. La cual debe ser suficiente para cubrir ampliamente las necesidades específicas de la empresa, garantizando que los programas contenidos en ella sean eficientes,

comprobándolo con diversos usuarios.

H3. Equipo (Hardware). El análisis respectivo debe ser realizado en función de los requerimientos de la empresa, incluyendo la velocidad de los dispositivos de entrada y salida y la interna del computador, la orientación hacia la multiprogramación, el tiempo de acceso, etc. En las propuestas de los proveedores se deberán detallar las siguientes características de sus sistemas.

De la Unidad Central. Memoria (capacidad propuesta, requerida por el sistema operativo y disponible, capacidad máxima, posibilidad de crecimiento y forma de lograrlo), tiempos diversos de acceso, longitud de palabra, suma, resta, multiplicación y división, pruebas, protección de memoria, punto flotante, capacidad de ampliación del sistema en terminales, almacenamiento masivo y demás equipo periférico, velocidad y versatilidad de canales, registros, índice, etc.

Dispositivos para Acceso Directo. Almacenamiento propuesto, velocidad de transferencia, tiempo de rotación, paquetes fijos o intercambiables, acceso sencillo o doble, respaldo, etc.

Terminales Operativas con Salida Impresa. Velocidad de impresión y de posicionamiento, número total de caracteres, memoria, posiciones de impresión, densidad vertical, capacidad para trabajar fuera de línea, colores, formas de alimentación, etc.

Terminales de Consulta de Rayos Catódicos. Velocidad de transferencia, formas de consulta, número total de posiciones por línea, número de líneas y de columnas, total de caracteres invertidos, señal sonora, color, etc.

Cintas Magnéticas. Velocidad de transferencia, capacidad de lectura hacia atrás, reembobinado, espaciado hacia adelante y hacia atrás, densidad, número de canales, capacidad de unidades por unidad de control, etc.

Lectora de Tarjetas. Número de columnas, velocidad y modo de lectura, memorias, capacidad de verificación, recipientes selectores, etc.

Impresoras. Velocidad, número total de caracteres por línea, número y tipo de caracteres distintos, velocidad de salto, expansionabilidad, paquetes intercambiables, memoria, etc.

Equipo Periférico Especial. En algunos casos, las necesidades particulares del sistema proyectado reclaman el empleo de equipo periférico de características especiales, como lectoras ópticas de caracteres magnéticos, etc. adicionales, cuyo número y especificaciones dependerán del tipo de sistema y de su fin.

M4. Costo. De acuerdo a las condiciones especiales de la empresa, debe mantenerse una escala que justifique la inversión conforme a los resultados esperados.

En este aspecto deben considerarse conceptos tales como personal de supervisión, análisis y programación, costo operativo y de apoyo administrativo; renta mensual o precio de adquisición de las distintas unidades del equipo y sus opciones, capacitación, mantenimiento, empaque y transportación, adecuación del local, impuestos, seguros, papelería, etc.

I. Evaluación de Alternativas.

II. Compra de un computador.

Ventajas:

Mayor disponibilidad de información.

Mayor confiabilidad.

Consulta inmediata.

Correcciones más eficientes.

Toma de decisiones más fácilmente justificables

Creación de nuevas aplicaciones con costo menor

Desventajas:

Creación de nuevas funciones administrativas.

Costos iniciales más elevados.

Supervisión y capacitación de mayor personal técnico.

Análisis de costos:

Costo del computador.

Costo de programación.

Costo de instalación.

Costo del personal encargado.

Otros como poliza de mantenimiento, seguros, papelería y materiales.

12. Contratación del servicio de cómputo externamente (Service Bureau).

Ventajas:

Evita la inversión en equipo propio.  
Evita la contratación de personal especializado.  
No presenta gastos de instalación ni de mantenimiento.

Desventajas:

No hay disponibilidad de consultas inmediatas.  
Mayores costos a largo plazo.  
Menor confiabilidad de la información.

Análisis de costos:

Costo de implantación.  
Prima mensual o anual.  
Varios.

13. Tiempo compartido (Tiempo bloque).

Ventajas:

Costos reducidos de implantación.  
Entrenamiento continuo sobre la marcha, sin necesidad de inversión.

#### Desventajas:

No se tiene disponibilidad permanente de la información.

Las correcciones se hacen mucho tiempo después.

Se limita el campo de expansión para nuevas aplicaciones.

#### Análisis de costos:

Definir que aplicaciones se van a procesar.

Determinar la continuidad con que se llevan a cabo los procesos.

Determinar cuánto tiempo de proceso requerirá cada aplicación.

Determinar recursos y gastos dedicados a la programación.

Costo de implementación.

Costo de operación (operadores, capturistas).

Costo del tiempo de proceso.

J. Recomendaciones y Observaciones Finales. Se deben detectar todas las deficiencias de la empresa que en alguna forma repercutan en el funcionamiento del sistema. Esto se hace por área de estudio y debe incluir tanto las fallas administrativas como las operacionales, las mejoras funcionales y los requerimientos previos a la instalación del sistema.

### 3. Telecomunicaciones por Microondas.

#### 3.1. Introducción.

A través del tiempo, el ser humano se ha distinguido del resto de los animales por su habilidad para comunicarse ya sea en forma oral o escrita. Desde su creación, el hombre se ha apoyado fuertemente en su facilidad vocal y de gesticular con otros a su alrededor. A medida que la sociedad se fue haciendo más compleja, las necesidades de comunicación fueron más importantes. Pronto no fue suficiente la distancia alcanzada con la voz, por lo que se empezaron a utilizar tambores o cuernos, los medios visuales también fueron empleados, como señales de humo, banderas o fuegos artificiales.

Las limitantes de esos métodos se fueron notando a medida que las sociedades florecían y requerían comunicaciones a través de distancias mayores. La necesidad de llevar mensajes escritos se fue desarrollando hasta llegar al sistema de correo global que existe a la fecha, lo que después de mucho tiempo, y gracias a los avances de la electrónica (como se verá más adelante), permitiría los sistemas de comunicación que inmediatamente transmitieran audio y video.

Maravillado por el progreso alcanzado en sus diversos sistemas de comunicación electrónica, el hombre ha explorado y descubierto los potenciales de comunicación que existen en la gama de frecuencias más allá de la luz y el sonido, las cuales puede percibir. Inicialmente, tuvo que analizar y entender las características de rangos dentro sus propias capacidades, para distinguir las ondas del sonido y de la luz y descubrió que éstas se debían a su sensibilidad para distinguir frecuencias a distancia.

Cuando hablamos, hacemos ruido o tocamos algún instrumento, generamos variaciones en la presión del aire, las cuales llamamos ondas sonoras. Cuando éstas llegan al oído humano, el tímpano vibra y el nervio auditivo transmite una señal al cerebro, lo que hace que reconozcamos los sonidos. El rango de frecuencias de éstos abarca la parte baja de una vasta gama de frecuencias conocida por nosotros, y representa sólo un segmento (el oído humano puede percibir frecuencias desde 20 Hz hasta 20 KHz (Un hertz equivale a un ciclo por segundo)).

Nuestros ojos son capaces de convertir ciertas ondas en sensaciones de luz. Estas ondas, están separadas de las frecuencias del sonido por más de 800 millones de megahertz.

Otro de nuestros sentidos, el tacto, nos permite percibir un sector más de la gama de frecuencias, la del calor, que está por debajo del espectro visible pero muy por arriba de las ondas sonoras.

La utilización directa de las frecuencias de sonido limitan la comunicación, lo que no pasa con las superiores, por el rango de las de luz (es por eso que podemos ver estrellas a muchos años luz de distancia); entonces, entre las frecuencias de la luz y del sonido, se encuentra una porción del espectro con un gran potencial para comunicación a distancia.

Esto en verdad es un hecho significativo que ha sido empleado por el ingenio del hombre, apoyado por sus conocimientos científicos, para desarrollar numerosos sistemas de comunicación electrónica, operando en diversos segmentos del espectro, con lo que puede transmitir y recibir información a través de distancias virtualmente ilimitadas.

Los logros en la transmisión de señales audibles y visibles, lo han hecho desarrollar grandes cadenas de comunicación, las cuales han pasado a formar parte integral de nuestra vida diaria, en el campo de diálogos individuales, difusión de noticias, ciencia y mensajes comerciales, así como de entretenimiento. Su conveniencia y empleo continuo generalizado, hace que los usuarios habituales no se detengan a pensar en las

características, casi milagrosas de estas transmisiones.

Los sistemas de comunicación reciben actualmente una considerable atención por parte de todas las ramas de la ingeniería. Gracias a ellos se unen continentes, empleando satélites artificiales como repetidoras activas o pasivas, y se ha logrado la comunicación desde lugares tan lejanos como Marte o Venus. Las aplicaciones militares de los sistemas de comunicación por satélite, incluyen algunos portando cámaras de televisión que continuamente monitorean alguna porción de la Tierra y transmiten periódicamente la información obtenida a alguna estación y sistemas de ataque o de defensa.

### 3.2. El Concepto de Sistema.

El propósito principal de los sistemas de comunicación es transmitir información de un punto a otro. Por ejemplo, podemos citar la comunicación entre dos personas; si las dos están hablando en un lenguaje que entienden, la información pasa de la boca al oído mediante ondas sonoras. Si la conversación se lleva a cabo en un cuarto silencioso, las palabras serán fácilmente oídas por ambos. Sin embargo, si 100 pares de conversaciones se llevan a cabo simultáneamente en un cuarto, probablemente ninguna se logre a menos que

cada par de conversadores pudieran hablar y oír en una banda de frecuencia distinta; sólo así se lograría una comunicación efectiva. Se pueden obtener muchas vías de comunicación por un mismo medio gracias a la electrónica (Sistemas Múltiplex), demostrando un principio muy importante en este tipo de comunicación: "Diferentes mensajes en bandas de frecuencias distintas, pueden ser transmitidos al mismo tiempo y por un sólo canal de comunicación". La cantidad de información transmitida por unidad de tiempo es función del ancho de banda de la señal. Algunos de los anchos de banda comercialmente empleados son los siguientes:

10 kilociclos para transmisión de AM.

150 kilociclos para transmisión de FM.

4,500 kilociclos para transmisión de TV.

Generalmente, los anchos de banda son una fracción dada de la frecuencia central, en base a ella obtenemos la "Ganancia del Producto del Ancho de Banda", en una etapa amplificadora. Empleando una frecuencia central más alta, el ancho de banda se incrementa y es por éso que más canales distintos pueden ser amplificados en frecuencias de microondas que en frecuencias más bajas, en el rango de los megahertz. El diseño global de un sistema complejo involucra algunos componentes diferentes en diversas bandas de frecuencia.

Una característica importante de los sistemas de comunicación es el factor incertidumbre, el cual se debe en parte a la presencia inevitable de perturbaciones indeseables de la señal, conocidas generalmente como ruido, y en parte a la naturaleza impredecible de la propia información. El análisis de los sistemas en la presencia de tal incertidumbre requiere el empleo de técnicas probabilísticas. Además, para su estudio, el analizar el sistema completo es impráctico, por lo que algunas partes componentes se ven con detalle y entonces se relacionan con todo el sistema.

### 3.3. Un Sistema de Comunicación General.

Empezaremos planteando este sistema, cuyos componentes básicos son: En su inicio, una fuente de información, después un transmisor, un canal de transmisión (el cual contiene una fuente de ruido o de interferencia) y un receptor que hace llegar el mensaje al destinatario. Aunque ésto sugiere un sistema entre dos puntos remotos, se puede aplicar también a sensores como el radar o el sonar, donde el transmisor y el receptor están localizados en el mismo lugar.

La fuente de información puede ser la voz, la lectura de un medidor de presión, un juego de tarjetas perforadas, o una imagen que quiera ser transferida. La

fuelle es lo que envía el mensaje a ser comunicado (o mensaje de entrada) al transmisor.

El propósito del transmisor es acoplar este mensaje al canal. Incluye primeramente al transductor de entrada o codificador, el cual convierte la señal de entrada a una forma apropiada para el sistema de comunicación electrónica (señal mensaje) (por ejemplo, mediante un micrófono, la voz se convierte en variaciones de tensión eléctrica). Esta, será una variación ya sea de la corriente o la tensión con respecto al tiempo. Es común encontrar el transductor de entrada directamente acoplado al medio de transmisión, como en algunos sistemas de intercomunicación, sin embargo, generalmente es necesario modular una portadora con la señal del transductor de entrada. La modulación es la variación sistemática de alguna característica de la onda portadora como la amplitud, la fase o la frecuencia, de acuerdo con una función de la señal mensaje. Existen varias razones para utilizar y modular la onda portadora. Entre las más importantes están:

Facilitar la radiación.

Reducir el ruido y la interferencia.

Asignar canales.

Transmitir de varios mensajes por un canal.

Superar las limitaciones de equipo.

Otras de las funciones que realiza el transmisor es la de acoplar la señal ya modulada al canal. El elemento de unión (por ejemplo la antena) debe ser considerado como parte del transmisor.

El canal de transmisión puede ser una línea de transmisión pasiva, una guía para ondas o una línea de transmisión con repetidoras (amplificadoras), como en la transmisión telefónica de larga distancia. El canal mas empleado es la atmósfera o el espacio libre, haciendo llegar la señal de un transmisor hasta una antena receptora. En la mayoría de los sistemas telefónicos locales, el receptor está conectado de una manera fija al transmisor, pero aun así, la señal sufre degradación entre el transmisor y el receptor. Aunque ésta puede presentarse en cualquier parte del sistema, se acostumbra asociarla al canal. Con frecuencia, la degradación es resultado del ruido, de otras señales indeseables o de interferencias, pero puede también incluir otros efectos de distorsión como el desvanecimiento en el nivel de la señal, otras rutas múltiples de transmisión y la filtración. Para su estudio se acostumbra considerarla como un elemento del sistema llamado fuente de ruido.

Este ruido, presente en todo sistema, se puede clasificar en dos categorías dependiendo de su origen. El generado por los componentes dentro del sistema como son las resistencias, transistores y accesorios activos

de estado sólido, se conoce como ruido interno. La segunda categoría proviene de fuentes externas al sistema de comunicación, las cuales incluyen fuentes atmosféricas, fuentes producidas por el hombre y de origen extraterrestre, rutas múltiples de transmisión y desvanecimiento.

Una vez atravesado el canal, la señal es captada por el receptor (el cual también incluye cualquier elemento de unión). Su función es extraer la información deseada del conjunto de señales recibidas y convertirlas a una forma apropiada para el transductor de salida mediante filtros y convertidores de frecuencia. Aunque la amplificación puede ser una de las primeras operaciones realizadas por el receptor, especialmente en las comunicaciones radiales (donde la señal recibida puede ser muy débil), su función principal es demodular el mensaje recibido. A menudo se requiere que la salida del receptor presente una versión a escala de la información a la entrada del modulador, aunque, en algunos casos, se desee tener una función más generalizada del mensaje que entró. Sin embargo, debido a la presencia del ruido, esta operación dista bastante de ser ideal. De cualquier forma, se debe reproducir con tan poco error como sea posible.

El transductor de salida completa el sistema. Este dispositivo convierte el impulso eléctrico de

entrada, a la forma que requiera el usuario. Ejemplos de ésto sería la bocina de un radio o el cinescopio de una televisión. Una vez llevada a esta forma, el mensaje llega a su destino final.

En muchos casos, la señal eléctrica original es muy parecida a la analógica original de la información, como en el caso de una señal de audio obtenida empleando un micrófono como transductor. Similarmente, la señal original puede ser una analogía en la cual un espacio dado haya sido convertido en un impulso eléctrico, como en el caso de la televisión o el radar. Por otra parte, puede ser un sistema codificado donde un patrón característico (como puntos y rayas) representen letras, números, palabras u otro significado de la fuente de información. Estos sistemas pueden representar cualquier función física, dividiendo una señal continua en una serie de niveles discretos, con diferencias suficientes para obtener la información deseada.

El problema básico en un sistema de comunicación, surge al tratar de emplear el canal de transmisión lo más eficientemente posible. Esto significa que debe conducir la mayor cantidad de información por unidad de tiempo con no más ruido ni error del que pueda ser tolerado. Alternativamente, el problema puede ser el de diseñar el canal más económico por el cual transmitir un mensaje dado, considerando su

fuelle de distorsión para obtener una tasa de error adecuada. La elección de la clave, así como el diseño de todos los componentes del codificador, canal y decodificador, debe tomar en cuenta estos puntos.

### 3.4. Cadenas de Repetidoras.

En este tipo de sistemas, el equipo de transmisión y recepción deberá ser diseñado en base a la frecuencia seleccionada para la transmisión dada, y al ancho de banda requerido. La función principal de estos dispositivos es de recibir la señal de la estación anterior (transmisor), amplificarla lo necesario y retransmitirla a la siguiente (receptor). El aislamiento entre la antena del transmisor y del receptor debe ser mayor que la ganancia del amplificador, o de lo contrario, la retroalimentación ocasionaría que la unidad oscilara o "cantara". Es común cambiar la frecuencia por una mezcla estándar mediante técnicas de modulación, y enviar la señal con una un poco diferente a con la que la recibe. El tamaño de la amplificación debe ser función, ya sea de la frecuencia de radio (RF), o de la frecuencia media inferior (IF), dependiendo de en cual sean mejores las características de los amplificadores para transmitir con bajo nivel de distorsión y con anchos de banda suficientemente grandes para manejar la señal deseada. Además, cualquier diseño deberá considerar la

interrelación de diversos factores. A continuación se presentan algunos ejemplos significativos:

En la selección de la frecuencia, mientras más alta sea, mayor será el ancho de banda adecuado que pueda ser empleado en el canal, y menor el tamaño de las antenas para una ganancia de éstas dada, pero menor la eficiencia y la confiabilidad de los amplificadores. En una frecuencia muy alta, pueden ocurrir atenuaciones por lluvia o por la atmósfera a través de la trayectoria de propagación.

Mientras mayores sean las antenas para una frecuencia dada, mayor será la ganancia, lo que permite ya sea menor amplificación por parte de las repetidoras, o mayor distancia entre ellas. Por otra parte, tienen más problemas debido al viento y aumentan el costo de las repetidoras.

El diseño de torres más grandes, de repetidoras alojadas en montañas altas u otra manera de aprovechar la propagación en la mejor forma posible, puede permitir una mucho mayor distancia entre repetidoras. Utilizando cimas de montañas se logra un diseño de las torres más barato, pero aumenta los costos de instalación y mantenimiento.

El diseño de todos los canales con el mayor ancho de banda posible sería deseable, ya que éste

permite más comunicaciones por el canal, o alternativamente, la recepción del mensaje dado con una relación de señal a ruido mucho más favorable, lo que podría significar mayor distancia entre repetidoras. Por otra parte, el diseño de los amplificadores y otros equipos apropiados se vuelve muy caro, y el ruido se va incrementando con el ancho de banda más rapido de lo que se podría mejorar, entonces, tal vez una cadena paralela sería mejor solución para incrementar la capacidad del canal, despues de cierto punto.

### 3.5. Gama de Frecuencias.

Ya que existen tantos sistemas de comunicación electrónica que emplean el espacio como trayectoria de propagación, y dado que un cierto ancho de banda es requerido para cada transmisión, es claro porqué el recurrir a una gama de frecuencias (espectro) es mundialmente empleado. El organismo internacional encargado al respecto es la Unión de Telecomunicaciones Internacionales (CCIR). En México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Aunque las consideraciones generales están basadas en los requerimientos de ancho de banda y las mejores características de propagación para un servicio, algunas consideraciones particulares para cada empleo se deben tomar. Entonces, al escoger la frecuencia para un diseño dado, se puede encontrar que ésta no es la

adecuada para la transmisión. La designación de los rangos de frecuencia para telecomunicaciones se da a continuación, donde kHz significa kilohertz, MHz megahertz y GHz gigahertz (un hertz equivale a un ciclo por segundo):

Debajo de 30 kHz	VLF (frecuencia muy baja)
30-300 kHz	LF (frecuencia baja)
0,3-3 MHz	MF (frecuencia media)
3-30 MHz	HF (frecuencia alta)
30-300 MHz	VHF (frecuencia muy alta)
300-3000 MHz	UHF (frecuencia ultraalta)
3-30 GHz	SHF (frecuencia superalta)
30-300 GHz	EHF (frecuencia extremadamente alta)
Arriba de 300 GHz	EHFI (frecuencia en verdad extremadamente alta)

El termino "Frecuencia de Microondas", se utiliza comúnmente para frecuencias de 1000 MHz o superiores, las cuales tienen longitudes de onda de 30 cm. o menores. El rango de las microondas provee de un potencial inmenso de anchos de banda comparado con los rangos en frecuencias menores, pero sus características de propagación son muy especiales y limitan su empleo a servicios determinados. La falta de algunas piezas, elimina posibilidades de su utilización en las frecuencias más altas. Aunque tambien hay una selección muy amplia de componentes disponibles para trabajar en las frecuencias extremadamente altas, la eficiencia o

poder de salida de los osciladores, así como las características de ruido de los amplificadores o mezcladores, son inferiores a aquellos en las frecuencias ultraaltas a extremadamente altas.

### 3.6. Técnicas de Transmisión Analógicas y Digitales.

Dado que a menudo es necesario enviar un gran número de conversaciones independientes, por un mismo canal y al mismo tiempo, principalmente en el caso del teléfono o el telégrafo, y sobre todo entre ciudades (donde pueden requerirse hasta decenas de millares de transmisiones simultaneas), no se puede dedicar un canal (que puede ser un cable) para cada transmisión, porque sería impráctico o incosteable. Es por éso que se divide la señal, ya sea por frecuencia (forma análoga) o por tiempo (forma digital).

En la separación de señal por frecuencia, se escoge un ancho de banda adecuado, según el número de conversaciones simultaneas requeridas, y se divide el espectro en este número. Entonces, se coloca una señal representativa de cada conversación en las divisiones del espectro seleccionado. Por razones de flexibilidad, economía y simplicidad, estas conversiones de frecuencia no se realizan en un sólo paso, se emplean grupos de canales y diversas etapas de conversión de

frecuencia son realizados, antes de que todos los canales sean colocados en el espectro y transmitido en una cadena particular.

La formación de grupos básicos, que son los aglomerados más pequeños de canales, generalmente consisten de doce canales adyacentes, y pueden ocupar un rango de frecuencias desde 60 hasta 108 kHz en cables, mientras una señal piloto es transmitida a 104 kHz para funciones de control.

La formación de grupos de orden superior se logra reuniendo cinco grupos básicos, ocupando el rango de frecuencia de 312 a 552 kHz. Los super grupos pueden ser una combinación de éstos para formar primero grupos maestros y después súper maestros.

Una vez que llega la señal al receptor, vuelve el mensaje a los rangos de frecuencia normales y así es llevado al usuario, después de los cambios pertinentes ya mencionados.

Los sistemas que emplean la división de señal por tiempo (forma digital), utilizan breves impulsos del mensaje original, separados por grandes intervalos de tiempo, y los envían en cualquiera de las formas moduladas, con lo que se logra que los lapsos vacíos puedan ser utilizados con señales de otras fuentes. Un sistema típico digital tiene capacidad para 24

conversaciones simultáneas, 8,000 periodos por segundo, 8 impulsos por señal (7 con información y uno para sincronización) y una duración del impulso de 0.625 microsegundos. Esto significa que el intervalo entre señales es de 125 microsegundos y el tiempo que requiere cada grupo de impulsos es de 5 microsegundos. Si un sólo canal fuera empleado, la transmisión consistiría de 8,000 periodos por segundo, cada uno de los cuales funcionaría durante sólo los primeros 5 microsegundos y dejaría de hacerlo por los 120 restantes. Esto no sería justificable ya que los sistemas empleados para este fin son mucho más complejos que los que utilizan señales continuas. Para aprovechar el sistema digital, cada periodo de 125 microsegundos es dividido en 25 subperiodos; los primeros 24 para comunicaciones y el restante para la señalización y sincronización.

Los sistemas digitales de baja velocidad (frecuentemente empleados en radiotelegrafía), utilizan interruptores mecánicos rotatorios para reproducir la señal. Una señal completa continua alimenta los interruptores del transmisor (un periodo para cada contacto), mientras la salida es tomada del rotor en movimiento, el cual gira lentamente y permanece en contacto con cada señal por un cierto periodo de tiempo, durante el cual, esa salida es la única que transmite. Debe haber una correspondencia entre los interruptores del receptor y del transmisor, para que

pueda invertir el proceso de separar los canales.

Los sistemas digitales de alta velocidad, emplean interruptores electrónicos y líneas de retraso para lograr el mismo efecto anteriormente descrito. Los circuitos de señales, uno por cada conversación, reciben simultáneamente todos los impulsos, y a la salida se obtiene la señal deseada. La salida de la primera señal va directo al demodulador, la segunda es retrasada 5 microsegundos, la tercera 10 microsegundos y así sucesivamente, hasta que la señal del canal 24 es atrasada 115 microsegundos. De esta forma, cada intervalo de tiempo está ocupado con una vía diferente.

En el receptor, la salida del detector principal alimenta a 24 compuertas 'Y' (circuitos de coincidencia que son simples diodos o transistores con una salida y dos o más entradas, arregladas para que sólo se obtenga señal en la salida si todas las señales de entrada están presentes), cada una de las cuales tiene dos terminales de entrada, la otra entrada esta conectada a un sincronizador, el cual manda su señal sólo durante 5 microsegundos a cada compuerta. El retardador de tiempo se vuelve a emplear con el sincronizador para no retardar la primera puerta, retardar la segunda 5 microsegundos y así sucesivamente, con lo que se logra que cada puerta permanezca abierta sólo durante el intervalo de tiempo apropiado y las señales queden separadas.

Este tipo de sistemas dan a los circuitos una gran calidad y confiabilidad, se puede emplear para la transmisión de voz o de cualquier información y no se conoce ninguna limitante teórica para el número de canales que se pueden utilizar, aunque por razones prácticas, casi nunca son más de 120 conversaciones simultáneas.

Es posible combinar las técnicas de separación por frecuencia y las de separación por tiempo y lograr, por ejemplo, 7,200 comunicaciones simultáneas en un sistema con 60 separaciones análogas y 120 digitales.

### 3.7. Telecomunicaciones en México.

El propósito de esta sección es el de plantear la situación del país en materia de telecomunicaciones a la fecha en que se realiza este trabajo, para así tener una idea general del ambiente en que se desarrolla esta industria y poder comprender mejor la problemática referente a la fabricación de los equipos.

Durante los últimos años, la rama de las telecomunicaciones ha sido una de las actividades de desarrollo más dinámico; con una acelerada evolución tecnológica, es un insumo indispensable para el desarrollo de prácticamente todas las áreas de la

actividad económica y social.

En el país, la infraestructura troncal de telecomunicaciones para conducir señales de telegrafía, voz, datos, sonidos e imágenes, está formada en parte por las redes de microondas del Gobierno Federal, principalmente formado por los enlaces de la Comisión Federal de Electricidad, de Petróleos Mexicanos y de Teléfonos de México; también por el sistema de comunicación vía satélite, enlaces por medio de segmentos de satélites rentados al Consorcio Internacional INTELSAT, o con el sistema Morelos.

No obstante el avance alcanzado en este sector, aun presenta síntomas claros de saturación y obsolescencia en diversos aspectos de las redes que emplean microondas, con la consecuente pérdida de confiabilidad en las transmisiones. Entre estos síntomas se encuentran la deficiente coordinación de la expansión e interconexión de las redes de telecomunicaciones, desarrolladas por diversas entidades del sector público, triangulaciones no deseables que afectan los servicios de télex, telefonía y telegrafía, así como una dependencia externa para el desarrollo de la infraestructura.

En la prestación de servicios de comunicaciones punto a punto, se observa, por un lado, el desarrollo de la telefonía, el télex y la teleinformática, con

modernos sistemas administrativos y tecnológicos, frente al rezago creciente en la prestación del servicio postal y telegráfico.

Desde 1972, fecha en que el Estado se convirtió en accionista mayoritario de Teléfonos de México, el servicio que presta esta entidad ha experimentado un crecimiento acelerado, sin embargo, aun existe una importante demanda insatisfecha, especialmente fuera de la ciudad de México, dado que en ésta se concentra más del 40 por ciento de las instalaciones. La atención al medio rural es aun incipiente, actualmente se cubre menos del 30 por ciento de las localidades con 500 a 2,500 habitantes.

La mecanización del servicio postal, así como el código no se han podido implantar adecuadamente, al igual que la red de comunicación automática para el servicio telegráfico. Se generan frecuentes errores y equivocaciones en el manejo de giros y en el sistema de mensajes telegráficos. Se mantienen tarifas subsidiadas sin que estén justificadas en función de los usuarios.

Los servicios de comunicación colectiva, la radio y la televisión, han tenido un crecimiento importante, tanto en la modalidad de concesiones para su explotación comercial, como en la de permisos con fines culturales. La radiodifusión sonora cubre al 90% de la población, y la televisión más del 60%.

La evolución de las telecomunicaciones está asociada a un acelerado avance tecnológico, estrechamente vinculado al desarrollo de la electrónica. Esta situación ha provocado una gran dependencia externa y salida de divisas por la creciente y desordenada importación de materiales y equipo, desarticulada del fomento a la incipiente industria electrónica nacional.

En México, la investigación y el desarrollo tecnológico en telecomunicaciones son reducidos; la falta de personal capacitado y los bajos volúmenes, constituyen las principales limitantes, agravadas por la deficiente coordinación entre los esfuerzos del sector educativo, los centros de investigación, la industria y los prestadores de servicio.

En materia institucional, son de mencionarse los desajustes que se dan entre el desarrollo técnico y los instrumentos legislativos y reguladores de respaldo. Debe señalarse también la práctica de políticas tarifarias y financieras inconsistentes, así como los problemas administrativos que se generan al estar el sector central encargado de la prestación directa de algunos servicios.

Las tendencias a corto y mediano plazo, se basan en promover la autodeterminación nacional.

Específicamente, propiciar la aplicación de sistemas educativos a la capacitación tecnológica; promover la resolución de problemas prioritarios que, en materia de investigación y desarrollo tecnológico, contribuyan a preservar, movilizar y proyectar el potencial de desarrollo nacional en este campo, fomentar el incremento de la integración nacional para la fabricación de productos tecnológicos empleados en las comunicaciones, en apoyo a la planta productiva, al mejoramiento del nivel de empleo y propugnar por el mejor aprovechamiento de los productos tecnológicos utilizados.

#### 4. Fabricación y Venta de Sistemas para Telecomunicaciones por Microondas.

##### 4.1. Introducción.

En este capítulo, se tratarán las particularidades que presenta la fabricación de sistemas de microondas, como un tipo de empresas de manufactura en el ramo de la electrónica profesional.

Los sistemas de microondas, no están integrados por equipos que puedan ser producidos en serie simplemente para llenar un inventario y de ahí surtir las necesidades de los usuarios, sino que se fabrican a la medida para el caso particular que se quiera desarrollar, por características de capacidad, frecuencia, etc.

Cuando un cliente requiere comunicar dos o más puntos mediante microondas, se debe primeramente establecer toda la ingeniería del proceso para el sistema a desarrollar y entonces fabricar los equipos correspondientes. Una empresa que fabrique, venda equipos para telecomunicaciones por microondas, de hecho, no sólo vende los equipos sino sistemas completos de enlaces. Puede darse el caso que un cliente haya establecido sus propios sistemas, sólo necesite algunos equipos en ciertas formas y él mismo haga los enlaces, instalaciones, pruebas, etc. pero

normalmente lo que se venden son los sistemas completos, de los cuales, una parte es el equipo a través del cual se lleva a cabo la comunicación.

Esto es muy importante, porque cuando se contrata con el cliente, se fabrica algo que es exclusivamente para su empleo y que no se puede vender posteriormente a nadie, lo que trae aparejado muchos problemas, sobre todo tratándose de un país en vías de desarrollo como México y cuando se trata de cumplir con el grado de integración nacional requerido.

#### 4.2. El Producto.

Como se menciona anteriormente (en el capítulo 3), un sistema consta de un mensaje, una fuente de información, un transmisor (codificador, modulador y elemento de unión), un canal de transmisión, repetidoras, un receptor (elemento de unión, demodulador y decodificador) y un destinatario.

En este sistema, el cliente aporta el mensaje, la fuente de transmisión, el codificador, decodificador y destinatario. El fabricante del equipo, debe modular la señal, adaptarla y enviarla por el canal de transmisión, con las repetidoras necesarias, hasta el receptor, ahí demodularla y entregarla al decodificador del cliente.

El primer paso es ver las características del mensaje como son el número de llamadas simultáneas, la frecuencia de la señal, etc., para obtener la capacidad del transmisor y receptor.

A continuación, se estudia el canal de transmisión, por lo que respecta a la ruta óptima, distancia, características del terreno, etc. Con esto, se determina el mejor canal, las características de la señal modulada (junto con el modulador y elemento de unión con el canal); el número, localización y características de las repetidoras.

Entonces, se pasa a la fabricación de estos elementos, con mayor o menor grado de integración, dependiendo de cada caso.

Un ejemplo típico, es el caso de alguna compañía telefónica que quiere comunicar dos poblaciones. Su trabajo consiste en hacer toda la infraestructura para ofrecer el servicio, tender las líneas, instalar los teléfonos, etc., hasta concentrar todos los mensajes codificados en una central, en cada población. Habiendo hecho esto, contrata con el fabricante de equipo de microondas, para tener el mismo mensaje del punto emisor, en su mismo estado, en el punto receptor, a muchos kilómetros de distancia.

El trabajo del fabricante, se resume para el cliente en proveer de un modulador (para adaptar la señal al medio) y una antena transmisora, en cada población; una serie de repetidoras, y una antena receptora y demodulador (para volver la señal a la forma manejable por el cliente), en cada población.

#### 4.3. Comercialización del Producto (Análisis del Mercado).

En algunos lugares de avanzada tecnología, donde existen dos o tres fabricantes de sistemas por cada país, los principales consumidores, que son las compañías telefónicas o en general el gobierno, hacen sus programas de crecimiento y de adquisiciones a mediano plazo, digamos cuatro años, lo que permite a las compañías especializadas programar las actividades e inversiones que van a llevar a cabo y así ser más competitivas.

La necesidad de esta planeación, se debe a que una parte muy importante en la fabricación es el control de calidad. Los equipos están integrados por grupos, los cuales a su vez están formados por placas de circuitos impresos, circuitos integrados, etc. y es indispensable que exista un control de calidad exhaustivo durante el proceso de manufactura de los equipos, de los grupos, inclusive de los circuitos. La

mayor parte de ellos requieren de equipos de prueba especiales, los cuales son sumamente costosos y cuya inversión sólo se justifica con un conocimiento claro del mercado.

En México, los principales clientes son Teléfonos de México, Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Cada vez que alguna de estas entidades necesitan adquirir un sistema, por ley lo tiene que sacar a concurso, esto hace que en lugar de que las empresas puedan tener una planeación a mediano plazo, tienen que estar a la expectativa del resultado de cada concurso, lo que no les permite conocer su producción a futuro, ni sus inversiones, dificultándoles aun más el ser competitivos internacionalmente.

#### 4.4. Obtención de Componentes.

Los equipos están compuestos básicamente por semiconductores, componentes electrónicos profesionales, placas de circuitos impresos, circuitos integrados, algunas partes mecánicas que a veces requieren de maquinados de precisión, conductores eléctricos, etc.

Respecto a los componentes electrónicos profesionales y circuitos integrados, no los hay en el

mercado nacional, aunque existen fabricantes, trabajan sólo el tipo comercial (resistencias, transistores, capacitores, etc. para ser empleados en aparatos de no tanta confiabilidad, como televisores o radios), no hay nadie que los haga a nivel profesional, dada su poca demanda. La diferencia entre un tipo y otro es que la calidad de los profesionales es mucho más elevada y garantiza el buen funcionamiento de los equipos por un tiempo mayor.

En el cableado, también se requiere gran calidad y confiabilidad de los conductores, los cuales no se hacen en el país. Aunque los fabricantes están en condiciones para producirlos, otra vez el volumen no es lo suficientemente grande para dedicar una línea de producción especial, y el costo se encarece.

Por lo que respecta a las partes mecánicas, se pueden conseguir en México, pero cuando requieren de maquinado de precisión (lo que implica inversiones muy altas en equipos de control numérico, aunque existan en el país), para una demanda pequeña el costo sería muy elevado, comparado con el de importación.

Es por todo esto, que un buen porcentaje de integración nacional es muy difícil de alcanzar para la fabricación de equipos de microondas o de cualquier empresa del ramo de la electrónica profesional, cuando para poder operar deben reducir sus costos al máximo y

así ganar los concursos necesarios, en los que el precio juega un papel muy importante.

En el mundo hay básicamente dos países productores de componentes electrónicos profesionales; Estados Unidos y Japón. La mayor parte de los fabricantes de equipos para telecomunicaciones por microondas tienen que adquirirlos de ellos. Al llegar a la planta, las partes deberían ser probadas para verificar su buen funcionamiento y no encontrar que los equipos fallen una vez ensamblados, pero los aparatos para verificación, como ya se mencionó anteriormente, tienen un costo muy elevado y su inversión sólo se justifica con un alto volumen de producción; este motivo, más la economía de escala que se obtiene con grandes volúmenes de compra, hace que en muchas ocasiones sea preferible recurrir al tecnólogo para la obtención de los componentes, aunque él no sea quien los fabrique, ya que dado su alto volumen de compra, puede tener el equipo necesario para pruebas, entonces él los revise y los venda a la planta de nuestro país.

Dados los precios que obtiene el tecnólogo por economía de escala, el costo de los componentes adquiridos de esta forma (si el cargo del tecnólogo no es exagerado), puede resultar igual al que tendrían si se importaran directamente y se obtiene una mucho mayor confiabilidad.

Similarmente con las partes mecánicas, eléctricas y cableado, la mayoría de las que deben ser importadas vienen del extranjero. Esto significa que hay un gran proveedor de piezas importadas, proveedores extranjeros menores y proveedores nacionales, siempre tratando de adquirir lo más posible en el país para lograr un buen grado de integración y apoyar a la industria nacional.

#### 4.5. Explosión de Materiales.

Cuando se entra al concurso, se hace un listado de todos los materiales que intervienen en el pedido y sus procesos, viendo su costo, tiempo de fabricación y de entrega, para poder ofrecer respectivamente precio y tiempo de entrega al cliente. Si se obtiene el pedido, se toma la lista y se sincroniza con el programa de producción. Se solicitan los componentes al extranjero y se compran los nacionales. Algunas partes vienen formadas simplemente para ensamblarse al equipo final, otras habrá que fabricarlas completamente en planta. Para cada uno de estos aspectos, se tienen tiempos de entrega y de manufactura diferentes a considerar, entonces, es necesario que las solicitudes se hagan en forma tal que lleguen los componentes, tanto importados como nacionales, en el momento apropiado y así reducir la inversión en inventarios lo más posible. Recordemos que el financiamiento en México en la actualidad tiene

un costo muy elevado. Las deudas en moneda extranjera se ven afectadas por el deslizamiento constante del peso, y se corre el riesgo de una devaluación importante.

#### 4.6. Manejo de Inventarios.

Cabe citar que para la fabricación de un sistema se emplean cerca de seis mil códigos diferentes, por lo que se pueden tener más de diez mil números de catálogo de componentes electrónicos, mecánicos y eléctricos.

El manejar un número tan grande de conceptos dificulta su control, al grado que resulta casi imposible llevarlo en forma manual. Hay otra consideración importante que debe tomarse en cuenta en este tipo de empresas, es que sólo al ganar un concurso, al empezar a poner en línea la fabricación de ciertos equipos, se adquieren los materiales del extranjero o del país. Existen algunos componentes que se pueden importar o comprar para la fabricación de cualquier clase de equipos, pero no es lo normal.

Ya que la lista de partes corresponde exclusivamente a la orden de producción que va a entrar en la línea, y ya que se compra la mayor parte de los componentes para ser utilizados exclusivamente en la

realización de ese pedido, a veces es más fácil y más productivo, que los inventarios se manejen no por componentes en sí, sino por las partes relacionadas con las órdenes de trabajo. En este caso se trabaja con unos pocos conceptos, en lugar de trabajar con miles de ellos, con la consiguiente dificultad de control, que puede ocasionar retrasos en la producción, por falta de una cantidad mínima de componentes.

Es importante recordar, como se mencionó anteriormente, la importancia de mantener controlados los inventarios, ya que su costo puede ser decisivo para los resultados de la empresa.

#### 4.7. Tecnología.

En México no se ha desarrollado importantemente en materia de telecomunicaciones o de microondas, lo que se ha hecho es bastante incipiente y primario; aun cuando existe la intención de promoverlo, llevará un tiempo considerable, durante el cual, los países más avanzados crearán nuevas tecnologías, con lo que difícilmente la brecha podrá cerrarse mayormente y cualquier estancamiento la ampliará con gran facilidad.

Existen institutos de investigación tecnológica en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en Petróleos Mexicanos, en el Instituto Mexicano del

Petróleo, en la Comisión Federal de Electricidad, en teléfonos de México, en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en fin, hay varias organizaciones que están tratando de resolver este problema; se han logrado algunos avances, aunque primarios, que para equipos de alta tecnología, como los de telecomunicaciones, no sirven de mucho, sin embargo es un principio y se debe promover su desarrollo.

En los países desarrollados, existe un mercado nacional para telecomunicaciones, en el cual las empresas del ramo participan sin tener que preocuparse por la competencia internacional. En lugares como Francia, España o Italia, la demanda de estos equipos, como la de otros que requieren tecnología sofisticada, debe de ser satisfecha por los fabricantes locales, los cuales determinan su costo, incluyendo un porcentaje de los ingresos que dedican a investigación y desarrollo.

El precio de venta de los equipos dentro de los países citados, resulta ser más alto que el de exportación, con objeto de ser competitivos y que puedan exportar. En México, donde se tiene que participar en cada concurso contra los demás fabricantes nacionales y hasta con algunas empresas del extranjero, presentando cada vez el precio más bajo, las empresas no tienen recursos para llevar a cabo investigación y así desarrollar tecnología propia.

Por otro lado, a las empresas mexicanas les conviene la exportación de un porcentaje de lo que importan, lo cual también es un concepto sumamente complejo, aun tomando en cuenta que la mano de obra es relativamente barata; la única posibilidad es exportar con componentes que a su vez fueron importados. Se trata de comprar componentes en el exterior, fabricar grupos para los equipos y exportar éstos a su vez.

Por parte de la mano de obra, en nuestro país es muy difícil encontrarla lo suficientemente calificada, tanto en lo que respecta al personal en la línea, como a los de niveles técnicos superiores. Corresponde por cuenta de las empresas el capacitarlos de acuerdo a sus necesidades particulares, debiendo en todo caso contar con el apoyo del tecnólogo.

#### 4.8. Confiabilidad.

Los equipos de telecomunicaciones tienen una gran responsabilidad en su funcionamiento, ya que a través de ellos deben ir miles de llamadas o el control de procesos muy valiosos, por lo tanto, se debe evitar que fallen casi a cualquier costo.

Durante el proceso de fabricación, se requiere ir comprobando, dentro de lo posible, la calidad de los subensambles, hasta llegar al producto terminado, el

cual también debe ser revisado. Las pruebas que se les hacen abarcan la revisión visual, donde se verifica que estén completas y bien terminadas las partes, la comprobación mecánica, la electrónica, y del comportamiento de los componentes a distintas temperaturas, donde a través de cámaras climáticas se varían las condiciones de operación para demostrar que aun entonces los aparatos operan normalmente y que el equipo es confiable.

Prueba de lo indispensable que es que los equipos funcionen correctamente, y la necesidad de reducir al mínimo las posibilidades de falla, es el hecho de que la mayor parte de los transreceptores se producen bajo el sistema 1+1, lo que quiere decir que está integrado por dos equipos, uno que está operando y otro de reserva por si el primero fallara, de forma tal que la llamada telefónica o la transmisión de datos que se esté haciendo al momento del cambio, no se interrumpa, es más, los usuarios ni siquiera se percaten de lo ocurrido. Es instantáneo y así mismo se reporta en la central de control para que la falla sea reparada.

#### 4.9. Instalaciones.

Una vez fabricados los equipos, se requiere entrar al proceso de instalación, el cual tiene varias

facetas, ya que puede ser desde el simple montaje de grandes consolas para control en distintas partes de un sistema, normalmente en lugares cerrados, hasta llegar a la instalación de los receptores-transmisores, que deben ser realizados directamente en el campo y localizados en lugares remotos. Para ésto, se hace previamente un recorrido de campo con objeto de verificar si las condiciones visuales son correctas, no existen elementos intermedios entre los puntos a comunicar que distorsionen el envío de la señal, etc.

Una vez terminados los sistemas y hecho el recorrido de campo, se procede a realizar el montaje, el cual va desde cimentar las torres, anclarlas, levantarlas, fijar todos los equipos de transmisión, antenas, casetas donde se alojen los aparatos, colocación de éstos, instalación de las fuentes de energía, etc. hasta la prueba del sistema completo, de modo que se verifique si transmite y recibe la señal en forma adecuada ya en el campo. Aun cuando en la planta esta comprobación se hace simulando las distancias que cada aparato debe cumplir; éste es el momento decisivo donde se ve que el sistema completo funciona.

#### 4.10. Servicio y Mantenimiento.

Una vez trabajando los sistemas, se requiere de darles mantenimiento, el cual normalmente es

proporcionado por el propio cliente; pero en ocasiones se necesitan reparaciones o refacciones que deben ser realizadas o suministradas por el fabricante, ya sea con cargo al cliente o no, según si los equipos se encuentran fuera o dentro de garantía.

Es costumbre que junto con los equipos, los clientes adquieran lotes de refacciones a efecto de agilizar el mantenimiento y las reparaciones, pero muchas veces, para poder detectar alguna falla, se necesita herramental costoso, que si no se tiene un volumen tal en el mercado para justificar su inversión, no existe en México, lo que obliga a enviar a otro país las partes para que sean verificadas, corregidas y entonces devueltas al cliente.

## 5. Sistema para Control de Información en la Fabricación de los Equipos.

### 5.1. Introducción.

A continuación se presentará la forma en que se puede ayudar a la fabricación de equipos para telecomunicaciones por microondas con una computadora, en base a lo planteado en capítulos anteriores.

Primeramente se verá el sistema tradicional, contra otro basado en el empleo de una computadora para control en los puntos que hacen especial la producción de estos equipos.

Después se analizará la alternativa desde el punto de vista económico, sin olvidar los aspectos de productividad, confiabilidad, motivación, etc. antes de tomar cualquier decisión.

### 5.2. Sistema Manual.

El sistema de control manual, que ya está implementado y es conocido por todo el personal, por lo que no necesita ningún tipo de capacitación. Además, la gente realiza este trabajo desde hace tiempo, no presenta problemas de resistencia al cambio, ni por parte de los empleados de confianza, ni de los

sindicalizados. Siempre es más cómodo dejar que todo funcione como hasta la fecha y no tratar de cambiar, aunque no sea lo óptimo.

Como se mencionó anteriormente, la demanda no está claramente definida para un mediano plazo, es difícil justificar cualquier inversión en herramental de control sofisticado, a menos que existan razones importantes como aumentar la productividad o la confiabilidad, por ejemplo, o sea muy rentable, a corto plazo.

El manejar un sistema convencional, tiene la desventaja de no proveer de coordinación global a la empresa. Cada departamento se encarga de sus problemas y se tiende a tener una lucha de objetivos, en vez de coordinar los esfuerzos para un mejor funcionamiento general.

Con respecto a los inventarios, la obtención de componentes y la explosión de materiales; en este tipo de empresas, dado el gran número de conceptos, su alto costo y la dificultad para conseguirlos; es importante contar con métodos de control muy precisos, muy flexibles y que provean de información en un tiempo mínimo, algo casi imposible de lograr con métodos convencionales; se debe recurrir a programas específicos basados en el plan maestro de producción, planificación de requerimientos de materiales o de

capacidades, donde por la gran cantidad de componentes, cualquier cambio acarrea muchísimos detalles y trabajo, lo que se traduce en tiempo perdido y baja de productividad.

Otro punto importante es que sólo después de ganado un concurso, como ya se menciona, el fabricante sabe si debe solicitar las partes para ensamblar los equipos, cuenta con poco tiempo para entregar el pedido, entonces sería muy difícil en ese momento hacer la explosión de materiales y su plan de obtención manualmente. Hay que recordar que cada enlace presenta características especiales, la mayor parte de los componentes son comprados especialmente para ese pedido.

En el área administrativa-contable, el sistema convencional significa invertir cientos de horas-hombre en repetir la información de control de personal, cobros, pagos, etc. por cambios de opinión, actualización, errores o simplemente para que llegue a distintas personas con intereses variados. Esto hace que haya que trabajar hasta varias veces lo necesario, o tener más personal del que se requeriría para hacer el trabajo en forma productiva, además de desmotivar a la gente, lo que trae consigo un decremento mayor de la productividad. El trabajo es de esta forma más laborioso y lento, así como menos confiable; la cantidad de papeleo y de información se multiplica y se

pierde control.

### 5.3. Sistema Computarizado.

Las ventajas principales del empleo de este sistema son su capacidad de retener la información, actualizarla y aplicarla a todo lo necesario con sólo registrarla una vez, la gran velocidad con que lo hace y la de ofrecer el control global de toda la empresa.

El factor costo, no es lo único a considerar, la confiabilidad y motivación, aunque no tan fácilmente medibles, hay que tomarlos en cuenta. Con respecto al costo, se tratara detalladamente en su inciso.

El hecho de registrar los datos una sólo vez y que sea la computadora quien haga todas las presentaciones necesarias, reduce el papeleo, aumenta la productividad y la confiabilidad considerablemente, al grado que muchas veces puede ser razón suficiente para implementar el equipo.

El personal, sobre todo el encargado de las funciones contables, cuenta con toda la información que necesita con la seguridad que está actualizada siempre, desde que cualquier cambio es ingresado al sistema, por cualquier departamento. Esto hace que se sienta motivado porque sabe que su trabajo es útil desde el

principio, que no va a tener que repetirlo por errores o cambios de opinión.

Las personas afectadas con el empleo de la computadora, deben tener capacitación, tanto desde el punto de vista del empleo del equipo técnicamente, como de los cambios que sufre el flujo de información, para que así puedan emplear toda la capacidad de esta herramienta. Se debe conocer el personal disponible y el que se deba capacitar, así como la nueva infraestructura de la información, desde antes de implantarlo; se puede recurrir al proveedor del equipo, de los programas de apoyo o a despachos especializados.

Puede ser conveniente que en la etapa de implementación, se consulte con un departamento para servicio (Service Bureau), quien ayude a realizar los cambios correctamente. También para que durante este tiempo, se lleven funciones en paralelo y así se revise que los resultados sean correctos y el sistema confiable.

El implementar cualquier elemento extraño en la forma de trabajo de las personas, siempre trae aparejado resistencia (resistencia al cambio), aunque en la actualidad, por lo que respecta al empleo de las computadoras, se tiene la gran ventaja de que la mayoría de las personas las consideran como las herramientas de trabajo de moda, y hasta como juguetes,

debido a su difusión masiva, y que ya por más resistencia que se pueda ofrecer, es un hecho que forman parte de nuestras vidas. De cualquier forma, no se debe pasar por alto el factor humano del cambio. Se debe presentar la computadora como una herramienta para el mejor desarrollo de su trabajo, no como competencia ni como duda de la calidad de su desempeño.

A continuación se presentara más ampliamente la forma en que un sistema de control, basado en el empleo de una computadora, puede ayudar a la fabricación de equipos para telecomunicaciones por microondas.

#### 5.3.1. Funciones Administrativo-Contables.

Una de las principales ventajas que tiene computadora, como ya se mencionó, es su capacidad de validar automáticamente toda la información y de actualizarla, desde el momento en que ingresa al sistema, logrando que al momento esté disponible para todo el que la necesite, facilitando, entre otras cosas, el tener la contabilidad al día. El sistema computarizado puede emitir reportes con la última información, agrupar, comparar y presentar la información de la forma más útil.

En esta área, la misma información se repite varias veces, para distintos propósitos; el llevarla a

cabo en forma manual, significa repetir miles de datos que ya fueron ingresados alguna vez al presentar una cotización, cuando se hizo la explosión de materiales, al hacer las últimas compras, etc. Empleando una computadora que centralice la información, al haber entrado los datos para cualquier función de la empresa, se calcula la información que requieren muchos de los interesados, se imprimen en los formatos adecuados y se registra. Esto puede ser muy útil, por ejemplo, para analizar las condiciones financieras actuales, dando lugar a análisis de variación, reducir el tiempo de proceso contable, y mantener un control exacto del flujo de efectivo, tan importante en estos tiempos de inflación.

Hace posible sensibilizar el plan financiero de la compañía constantemente, permitiendo contemplar las repercusiones de todos los renglones de los estados financieros, así como de las razones, al cambiar cualquier resultado; algo que permite tomar decisiones con bases mucho más sólidas, sin haber gastado tiempo en cálculos aritméticos.

Así mismo, con lo que respecta a planeación, como en este tipo de empresas no se cuenta con la información necesaria para realizarla en un mediano plazo, la computadora se vuelve una herramienta muy importante, mostrando oportunamente las opciones a seguir, variando las diferentes posibilidades.

En lo referente al manejo del personal, la información también puede ser consultada desde el momento de ser ingresada, además, se puede clasificar al personal por centro de trabajo, sueldo, puesto, antigüedad, edad, etc., se puede llevar control de adeudos y registrarlo automáticamente para las aplicaciones que se requieran; por ejemplo, para pagar salarios, puede calcular la distribución de billetes, imprimir cheques, etc.; facilita el control de las tarjetas de asistencia; lleva los acumulados y estadísticas, realiza los cálculos necesarios para SHCP, IMSS, INFONAVIT, FONACOT, etc., calcula el fondo de ahorro, vales, reparto de utilidades, aguinaldo, etc.; puede realizar cambios masivos en los sueldos con sólo indicar los intervalos o porcentajes. Se pueden evitar la mayoría de los movimientos en nóminas, tanto los fijos (retenciones de impuestos, cuota del IMSS, etc.) como los variables (faltas, vacaciones, etc.).

En lo relacionado a la cartera, desde el momento en que se hace un cobro o un pago, se toma en cuenta para el flujo de efectivo, así, siempre se tiene información actualizada. El sistema, además, puede conciliar cheques y seleccionar la secuencia en que se deben pagar de acuerdo a políticas preestablecidas, lo que permite optimizar los recursos disponibles manteniendo un estrecho control de los movimientos de efectivo.

Para mejorar la liquidez de la empresa en lo que respecta a cuentas por cobrar, el sistema puede encontrar rápidamente quién debe, cuánto y desde cuándo, ya que tiene la capacidad de clasificar estos documentos por fecha de vencimiento, proveedor, monto, etc. Así, al tener mayor control, es posible aumentar la velocidad de cobranza.

Como una función adicional de oficina, se puede tener un programa para manejo de textos, el cual permita la elaboración y revisión de documentos fácilmente, así como para hacer tantos originales como sean necesarios. Este puede incluir verificación de ortografía y sinónimos, con la ayuda de diccionarios estándar o especializados; puede clasificar por autor, fecha, palabras claves, etc. para ahorrar tiempo de búsqueda en archivos; también puede hacer gráficas en tiempos muy cortos, en relación a los métodos tradicionales.

### 5.3.2. Producción.

La ventajas de tener la coordinación global de todos los departamentos, en el sistema de control computarizado, es algo de especial importancia en el departamento de producción, ya que toda la empresa gira alrededor suyo, evita que cada departamento o función

busque sólo cumplir con sus objetivos particulares, sino con los generales de la empresa; cualquier modificación que se haga de órdenes liberadas, se comunica a todos los afectados desde el momento en que sucede.

Para llevar un control efectivo de la productividad, el sistema puede comparar los resultados obtenidos en un determinado plazo con los históricos o pronosticados, y así poder tomar medidas oportunamente, analizando las variaciones. Como ejemplo, a continuación se muestra la forma en que puede servir la computadora para la evaluación de la actuación de un centro de trabajo (a partir del subensamble clave 702728, el cual se verá más adelante, en Explosión de Materiales); en primer lugar, está un formato lleno con los tiempos observados para la calificación:

INFORMACION PARA EL CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD.

CARGO: 140767  
 ENSAMBLE: 241005

FECHA: 21/08/87  
 CENTRO: 004  
 OPERARIO: 218

OPERAC.	CLAVE	DESCRIPCION	CANT.	TIEMPO
ENSAMB	302058	SOPORTE	1	02.50
ENSAMB	302060	SOPORTE	1	03.00
ENSAMB	302066	SOPORTE	2	04.75
ENSAMB	200812	TORNILLO CRUZ 3 X 12 A INOX	6	
ENSAMB	710808	TORNILLO CRUZ 3 X 8 BRONCE	8	
ENSAMB	711008	TORNILLO CRUZ 4 X 8 BRONCE	2	
ENSAMB	111008	TORNILLO CRUZ 4 X 8 BRONCE	1	
ENSAMB	200806	TORNILLO CRUZ 3 X 6 A INOX	2	
ENSAMB	071008	TUERCA 3 X 3 BRONCE	8	
ENSAMB	071410	TUERCA 4 X 3 BRONCE	1	
ENSAMB	071107	RONDANA 2 X 7 BRONCE	8	
ENSAMB	071109	RONDANA 3 X 9 BRONCE	1	
PEGAR	202072	MAGNETO	6	09.00
PEGAR	202073	MAGNETO	2	03.00
ENSAMB	802004	UNION	1	02.00
ENSAMB	902009	GUIA	4	10.00
ENSAMB/ CONECT	702751	SOPORTE CON CONECTOR	2	24.00
ENSAMB	002027	ESCUADRA	1	03.00
ENSAMB/ CONECT	702753	SOPORTE CON CONECTOR	1	11.00
ENSAMB/ CONECT	702754	SOPORTE CON CONECTOR	6	78.00
ENSAMB	702851	SOPORTE CON BASE	1	06.00
SOLDAR	011050	ALAMBRE DE COBRE	1	04.50
PEGAR	176307	GOMA	2	02.50

TIEMPO TOTAL: 163.25

Nota: Todos los tiempos son reales totales por operación y están dados en minutos decimales. Las partes sin tiempo, sirvieron para el ensamble de las demás. Todas las cantidades (CANT.) están dadas en piezas.

Una vez hecho el trabajo, se ingresan estos tiempos reales a la computadora y se obtiene el segundo formato, donde ya se observan los tiempos estándar totales de las operaciones y las diferencias con los observados (DIFER.), hasta llegar a una calificación final de la actuación, o Factor de Productividad:

VARIACION DE TIEMPO REAL Y ESTÁNDAR Y FACTOR DE PRODUCTIVIDAD.

CARGO: 140767  
ENSAMBLE: 241005

FECHA: 21/08/87  
CENTRO: 004  
OPERARIO: 218

OPERAC.	CLAVE	CANT.	TIEMPO REAL	TIEMPO STD.	VARIAC.
ENSAMB	302058	1	02.50	02.75	+00.25
ENSAMB	302060	1	03.00	02.50	-00.50
ENSAMB	302066	2	04.75	04.30	-00.45
PEGAR	202072	6	09.00	08.25	-00.75
PEGAR	202073	2	03.00	03.00	00.00
ENSAMB	802004	1	02.00	01.50	-00.50
ENSAMB	902009	4	10.00	08.75	-01.25
ENSAMB/ CONECT	702751	2	24.00	25.00	+01.00
ENSAMB	002027	1	03.00	02.50	-00.50
ENSAMB/ CONECT	702753	1	11.00	10.50	-00.50
ENSAMB/ CONECT	702754	6	78.00	72.00	-06.00
ENSAMB	702851	1	06.00	05.50	-00.50
SOLDAR	011050	1	04.50	04.50	00.00
PEGAR	176307	2	02.50	02.25	-00.25
TOTALES:			163.25	153.30	-09.95

FACTOR DE PRODUCTIVIDAD: 93.91%

Nota: Todos los tiempos son totales por operación y están dados en minutos decimales. Las partes que sirvieron para el ensamble de las demás fueron eliminadas, para tomar sólo el tiempo de las

operaciones. Todas las cantidades (CANT.) están dadas en piezas. El factor de productividad es el total de tiempo estándar entre el total de tiempo real, en tanto por ciento.

En este ejemplo se vio sólo el tiempo de ensamble de una pieza, aunque la computadora puede hacer cálculos por los costos de los materiales o las cantidades empladas (algo considerado fijo en el ejemplo); también puede tomar las diferencias contra datos históricos u objetivo, según lo que se quiera evaluar en el momento.

Ya que, como se mencionó, en este tipo de industrias no se puede conocer la demanda en un mediano plazo, se debe tener la capacidad de planear, modificar y establecer prioridades en las cargas de trabajo lo más rápida y efectivamente posible, ésto significa, tener listas varias opciones de donde decidir desde el momento en que se determinen las variables (por ejemplo, se gana un concurso), considerando todas las repercusiones; así ser más productivos, al aprovechar mejor los recursos existentes. El sistema puede plantear varias opciones de cargas de trabajo para cada estación, desde el momento en que se recibe el pedido, como se muestra en el diagrama 5.1. Hay que recordar también que la mano de obra es calificada y existen dificultades para encontrarla en nuestro país.

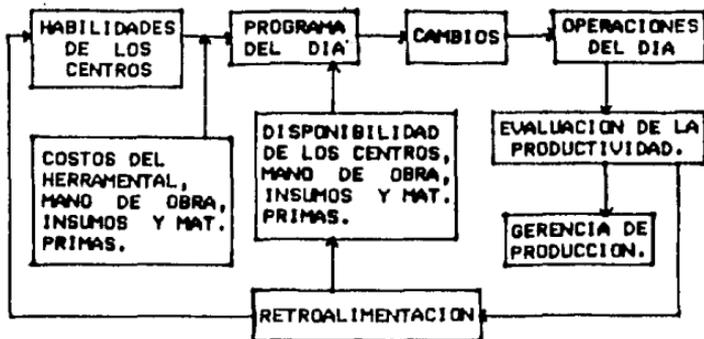


Diagrama 5.1. Cálculo de las Cargas de Trabajo.

Conociendo para un equipo su explosión de materiales (como se verá más adelante), los tiempos de entrega de sus componentes y la capacidad disponible en planta, se puede calcular y hacer un compromiso sobre su fecha de entrega, desde el momento mismo de conocer sus especificaciones; así como monitorear el desarrollo de las ordenes a través del tiempo y así poder tomar medidas preventivas a tiempo. Además, en el área de producción, permite seguir los costos de inventarios en proceso, empleando la información provista por compras y las nóminas, como se puede ver en el diagrama 5.2:

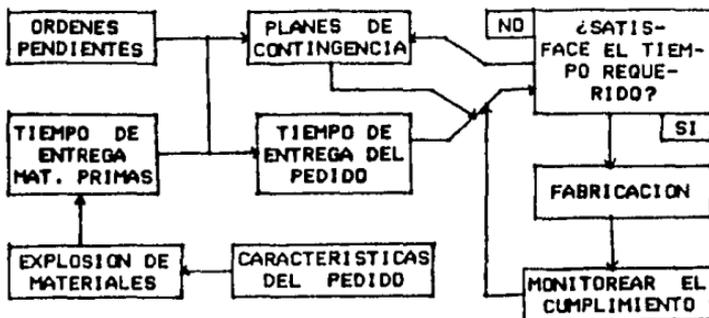


Diagrama 5.2. Monitoreo del Tiempo de Entrega.

Como las cotizaciones al entrar al concurso deben ser siempre lo más bajas posibles, y ya que el precio pactado es lo que se cobra al entregar el pedido, cerca de dos años después, es muy importante tener pleno conocimiento de los costos involucrados a todos los niveles y así poder aplicar formulas de escalación como la siguiente:

$$PE = PC (A (MEE / MEC) (IIE / IIC) + B (C (IPE / IPC) + D (SME / SMC)) + E)$$

donde:

PE Precio al momento de entregar.

PC Precio al momento de cotizar.

A Porcentaje del precio escalable, procedente de partes importadas.

MEE Cotización de la moneda del país que se importa, al momento de entregar.

MEC Cotización de la moneda del país que se importa, al momento de cotizar.

IIE Índice al productor del país que se importa, al momento de entregar.

IIC Índice al productor del país que se importa, al momento de cotizar.

B Porcentaje de integración nacional escalable.

C Porcentaje del precio procedente de materias primas nacionales.

IPE Índice al productor nacional, al momento de entregar.

IPC Índice al productor nacional, al momento de cotizar.

D Porcentaje del precio procedente de la mano de obra.

SME Salario mínimo al momento de entregar.

SMC Salario mínimo al momento de cotizar.

E Porcentaje no escalable del precio.

Es también por este hecho de entregar los sistemas mucho después de lo solicitado, que se deben tener perfectamente coordinadas la liberación y control de ordenes de producción. Un retraso significa recibir el importe del pedido después de la fecha esperada y sin escalación durante ese tiempo, algo que con los

costos de financiamiento actuales, puede fácilmente terminar con la utilidad en poco tiempo y provocar pérdidas, sin contar con las multas por demoras.

El sistema indica el estado de las ordenes y las cargas de las estaciones, y lo relaciona con el trabajo pendiente. Es posible, entonces, tomar el control de las operaciones críticas y seguir las detalladamente; puede clasificarlas según su volumen, su fecha de entrega, o alguna característica especial para, ya sea acelerar una orden atrasada o diferir otra por falta de alguna pieza, y reordenar las demás, con las modificaciones necesarias para compras, disponibilidad de los centros de trabajo, etc.

La computadora elabora listas o reportes de cada centro, mostrando las órdenes a procesarse a través del tiempo, liberando así a los supervisores de estas tareas y dejándoles más tiempo para controlar sus áreas de responsabilidad; además, puede analizar la actuación de los operarios, los tiempos de espera de los centros y sus cargas actuales.

El sistema puede, según los requerimientos de capacidad, convertir el plan de producción en requerimientos detallados de mano de obra y maquinaria, para ser desarrollados en los centros de trabajo, los que se establecen a partir de las órdenes actuales de manufactura y de las planificadas. De esta manera, se

analizan en el tiempo las necesidades contra capacidades y se comunica a las demás áreas. En caso que hubiera un cambio en el diseño del equipo o de la disponibilidad de componentes, permite tomar las decisiones pertinentes oportunamente, ya que muestra todos los cambios involucrados. Al completarse la orden, ésta pasa al área contable, como se muestra en el diagrama 5.3:

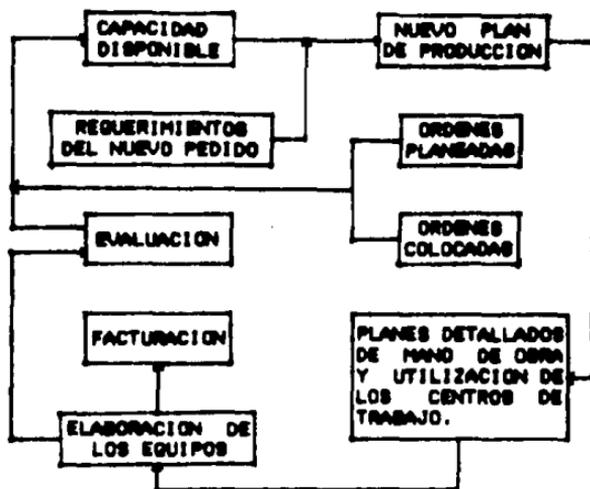


Diagrama 5.3. Planeación de la Producción.

Con relación a la instalación de los equipos, se puede considerar, para efectos de los flujos de información, como otro centro de trabajo de producción; todas las funciones del sistema lo incluyen con las consideraciones pertinentes, dado que, por las

distancias que se tienen que recorrer, no es fácil cambiar una orden una vez emitida.

### 5.3.3. Explosión de Materiales.

Como se dijo en el capítulo anterior, cada pedido es formado por más de seis mil códigos distintos de entre semiconductores, componentes electrónicos profesionales, placas de circuitos impresos, circuitos integrados, partes mecánicas y cableado, con combinaciones diferentes para cada caso. Por otra parte, sólo se sabe si se requiere solicitar los componentes, hasta el momento de ganar el concurso correspondiente, por lo que es importante contar con una forma de explotar materiales lo suficientemente rápida para las necesidades de cada orden, reduciendo el costo asociado con los inventarios. El empleo de la computadora, permite hacer los listados de materiales ordenados según las funciones a cumplir, así, por ejemplo, surtir una lista con los materiales, al nivel más bajo, totalizados por código y fecha de entrega, para el departamento de compras; otro listando el total de piezas que se requieren para que un centro de trabajo haga un subensamble de nivel superior, o de subensambles para que otro centro haga ensambles de otro nivel, de equipos en que se emplea alguna parte, para el almacén, etc.

Teniéndolo sincronizado con el plan maestro de producción, para cada componente en una orden o para cada orden, se puede determinar sus requerimientos totales y compararlos contra los saldos de inventarios, lo comprometido en órdenes de manufactura y lo comprado próximo a recibirse. Se establece, entonces, un plan de obtención de componentes.

La siguiente lista de materiales, es un ejemplo del desglose máximo (hasta piezas compradas) de un ensamble (clave 241005), el cual se descompone en subensambles (hijos), de los hijos del ensamble 241005, se muestra un listado del 0078, y de los hijos del 0078 (nietos del 241005), se muestra uno del 0021:

#### EXPLOSION DE MATERIALES DE UN ENSAMBLE.

##### Ensamble clave 241005

NO.	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	HIJO
01	921008	CONDUCTOR BIPOLAR	1	
02	301301	BASE	1	
03	302056	SOPORTE	1	
04	302062	SOPORTE SUPERIOR	1	
05	302063	SOPORTE INFERIOR	1	
06	502507	TAPADERA	1	
07	810806	SOPORTE	3	
08	200806	TORNILLO PLANO 3X6 A.INOX.	12	
09	200808	TORNILLO CRUZ 3X8 A.INOX.	1	
10	200812	TORNILLO CRUZ 3X12 A.INOX.	32	
11	711006	TORNILLO CRUZ 4X6 BRONCE	6	
12	711012	TORNILLO CRUZ 4X12 BRONCE	3	
13	111005	TORNILLO CRUZ 4X5 BRONCE	14	
14	111006	TORNILLO CRUZ 4X6 BRONCE	2	
15	111008	TORNILLO CRUZ 4X8 BRONCE	17	
16	200806	TORNILLO CRUZ 4X6 A.INOX.	2	
17	711310	TORNILLO PLANO 6X10 BRONCE	4	
18,	711314	TORNILLO PLANO 6X14 BRONCE	1	
19	711316	TORNILLO PLANO 6X16 BRONCE	1	
20	071008	TUERCA 3X3 BRONCE	1	

21	071410	TUERCA 4X3 BRONCE	5	
22	071413	TUERCA 6X5 BRONCE	2	
23	071109	RONDANA 3X9 BRONCE	1	
24	071112	RONDANA 4X12 BRONCE	4	
25	071207	RONDANA 2X10 BRONCE	3	
26	372006	ANILLO	10	
27	202032	ESCUADRA	1	
28	202034	ESCUADRA	1	
29	002073	MAGNETO	10	
30	202072	MAGNETO	37	
31	202075	MAGNETO	10	
32	202070	CUBIERTA	1	
33	502008	BASE	1	
34	902655	SOPORTE	4	0060
35	902656	SOPORTE	2	0061
36	902657	SOPORTE	1	0062
37	902658	SOPORTE	1	0063
38	702728	ESTRUCT. ALIMENTACION	1	0078
39	020851	ARNES	1	0076

Subensamble 702728 (Hijo 0078):

NO.	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	HIJO
01	302058	SOPORTE	1	
02	302060	SOPORTE	1	
03	302066	SOPORTE	2	
04	200812	TORNILLO CRUZ 3 X 12 A INOX	6	
05	710808	TORNILLO CRUZ 3 X 8 BRONCE	8	
06	711008	TORNILLO CRUZ 4 X 8 BRONCE	2	
07	111008	TORNILLO CRUZ 4 X 8 BRONCE	1	
08	200806	TORNILLO CRUZ 3 X 6 A INOX	2	
09	071008	TUERCA 3 X 3 BRONCE	8	
10	071410	TUERCA 4 X 3 BRONCE	1	
11	071107	RONDANA 2 X 7 BRONCE	8	
12	071109	RONDANA 3 X 9 BRONCE	1	
13	202072	MAGNETO	6	
14	202073	MAGNETO	2	
15	802004	UNION	1	
16	902009	GUIA	4	
17	702751	SOPORTE CON CONECTOR	2	0002
18	002027	ESCUADRA	1	0001
19	702753	SOPORTE CON CONECTOR	1	0003
20	702754	SOPORTE CON CONECTOR	6	0004
21	702851	SOPORTE CON BASE	1	0005
22	011050	ALAMBRE DE COBRE	1	
23	176307	GOMA	2	

Subensamble 702751 (Hijo 002 del 702728):

NO.	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	HIJO
01	325004	CONTACTO HEMBRA	2	
02	902177	TORNILLO ESPECIAL	4	
03	280307	RONDANA 2 X 8 A INOX	4	
04	904080	RONDANA ESPECIAL	4	
05	002074	MAGNETO	4	
06	602124	PERNO	2	

(La columna de cantidad incluye las piezas necesarias para formar los dos 702751 necesarios para cada 702728).

Posteriormente, se convierten las necesidades del equipo a fabricar en un plan detallado de obtención de componentes a través del tiempo, considerando el programa maestro de producción y los plazos de entrega de los materiales involucrados, se pueden establecer las fechas y cantidades en que se necesita cada componente y en que se debe solicitar, obteniendo así el programa para el departamento de compras.

Ya que, como se mencionó, los equipos se fabrican sobre pedido, se deben crear las listas de materiales y las emisiones de órdenes de compra; así como incorporar todos los cambios de diseño, a fin de tener la información segura y actualizada. La computadora permite tener toda la información del diseño y niveles de inventario en un sólo lugar, lo que impide tener duplicidad de datos para compras, determinación de costos, logística de materiales, etc.

El encargado de Ingeniería del producto puede elaborar la lista de materiales para cualquier cambio simplemente indicando las diferencias con el equipo original. Haciendo un sólo movimiento se actualizan todas las listas donde repercuta, ésto se traduce en confiabilidad.

#### 5.3.4. Manejo de Inventarios.

Es importante en estos momentos, contar con un control estricto por lo que respecta a inventarios, dado el alto costo asociado con el financiamiento. En las empresas que fabrican equipos para telecomunicación por microondas, al igual que en otras del ramo de la electrónica profesional, es particularmente difícil lograrlo, dado el gran número de elementos que implica cada sistema y a la dificultad para obtenerlos. Se vuelve muy importante, entonces, emplear el mejor método disponible para su aprovechamiento; de hecho, algunas empresas del giro justifican la inversión en una computadora tan sólo por lo que ahorran en este concepto, al comprar los componentes en el momento exacto, sin contar las menores pérdidas de piezas por facilitar un control más efectivo.

Como ya se mencionó, se manejan más de diez mil códigos de partes y su repetición en cada orden es muy baja, por lo que el tiempo dedicado a la localización

en almacenes es significativo, sobre todo porque es tiempo que puede ser de espera para algún centro de trabajo que tenga faltantes de material. El sistema lo puede agilizar, indicando el sitio donde se encuentran los componentes en el almacén y la secuencia en que deben ser tomados, reduciendo los tiempos inproductivos, aumentando la productividad.

A continuación se muestra, mediante el mismo ejemplo empleado anteriormente (subensamble 702728), un listado de los materiales tal como se obtendría antes de surtirlos a un centro de trabajo; en este caso se ordenaron por secuencia de sacado del almacén (útil para el almacenista), aunque puede aparecer por secuencia de ensamble (útil para el operario), etc., según las necesidades del momento:

SECUENCIA DE OBTENCION DE COMPONENTES DEL ALMACEN.

Subensamble 702728 (Hijo 0078):

NO.	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	LOCAL.
01	200812	TORNILLO CRUZ 3 X 12 A INOX	6	2A20
02	710808	TORNILLO CRUZ 3 X 8 BRONCE	8	2C18
03	711008	TORNILLO CRUZ 4 X 8 BRONCE	2	2F08
04	111008	TORNILLO CRUZ 4 X 8 BRONCE	1	2K11
05	200806	TORNILLO CRUZ 3 X 6 A INOX	2	2S19
06	071008	TUERCA 3 X 3 BRONCE	8	3P12
07	071410	TUERCA 4 X 3 BRONCE	1	3Q01
08	071107	RONDANA 2 X 7 BRONCE	8	3Y11
09	071109	RONDANA 3 X 9 BRONCE	1	4A19
10	902009	GUIA	4	6B17
11	802004	UNION	1	6N14
12	302058	SOPORTE	1	6W01
13	302060	SOPORTE	1	7A02
14	302066	SOPORTE	2	7B02
15	202072	MAGNETO	6	8G10
16	202073	MAGNETO	2	8G16

17	011050	ALAMBRE DE COBRE	1	9E01
18	176207	GOMA	2	9H07
19	702751	SOPORTE CON CONECTOR	2	11A04
20	002027	ESCUADRA	1	11C02
21	702753	SOPORTE CON CONECTOR	1	11P06
22	702754	SOPORTE CON CONECTOR	6	12Q03
23	702851	SOPORTE CON BASE	1	13I05

Al momento de tomar los componentes del almacén, el sistema actualiza inmediatamente los registros, tomando tanto las existencias físicas como las cantidades comprometidas en el momento, conciliando contra el estimado para no tener problemas por haber entregado material comprometido, o poder emitir las órdenes de compra lo antes posible. Se simplifica el control del inventario y la información está muy accesible al personal interesado.

Una vez emitida una orden de compra en base a la explosión de materiales, la computadora puede registrar los precios, como base para valuar los inventarios. Según lo acordado en el contrato y la fecha de entrega, calcula las repercusiones que van a tener los pagos del material comprado en el flujo de efectivo; para lograr que las compras sean lo más productivas, y dado que todas las funciones están relacionadas entre sí, no significa prácticamente ningún tipo de trabajo de oficina, todo el movimiento se genera automáticamente, a partir de la obtención del pedido, que genera ordenes de compra, que se refleja en las cuentas por pagar, etc.

El sistema, además, puede clasificar y llevar estadísticas de los proveedores clave por nivel de confiabilidad, volumen, etc. Esto se vuelve especialmente importante en las empresas del ramo, porque, como ya se menciona, el control de calidad de los componentes es fundamental y no se pueden hacer las pruebas necesarias, por el alto costo del equipo.

Se debe tomar en cuenta, que dado el pequeño número de órdenes que se reciben al año, a lo especializado de cada una y a la cantidad de componentes, el plan de requerimientos de materiales se realiza por orden y no por componentes particulares.

Con respecto a la confiabilidad de los equipos, es difícil que una computadora la mejore sin intervenir directamente en su proceso de manufactura, con robots industriales o centros de maquinado automatizados, lo cual no pretende este estudio. Lo que sí puede hacer es facilitar el control, registrando las fallas que se presenten a través de todo el proceso, manejando la información de modo que destaque los problemas más importantes, por ejemplo, asignando una cuenta de reprocesos para cada centro de responsabilidad, así, el tener mayores costos por reprocesos, significa para el responsable del centro, tener menor calidad; otra forma puede ser mediante técnicas estadísticas.

También con respecto a la confiabilidad, pero en los tiempos de entrega, el tener un mejor control de la producción, puede influenciar globalmente en la reputación de la empresa como proveedor, ayudando a que se cumplan realmente.

#### 5.3.5. Servicio y Mantenimiento.

En esta industria, el mantenimiento preventivo generalmente corre por cuenta del cliente, pero las reparaciones mayores deben ser hechas por el fabricante, para quien es una variable competitiva el ofrecer los tiempos de servicio más cortos. Estos trabajos no pueden ser programados, lo que crea problemas en los centros de producción e instalaciones, variaciones en la mano de obra y equipo requerido, con su correspondiente aumento en la nómina por el pago de horas extra.

Si se trata de tener tiempos de servicio cortos con los recursos normalmente empleados, se crean cuellos de botella en la fabricación de los nuevos sistemas. Si se sigue con la producción normalmente y se dejan las reparaciones para algún periodo de poco trabajo, el tiempo de servicio podría ser inaceptable. No se puede contratar gente para hacer cada reparación, porque se tardaría más en capacitar que en resolver el problema, y si se tiene personal de más para estos

casos, se va en contra de la productividad y aumentan los costos, igual que con las horas extra.

Lo que puede ayudar la computadora en este problema, es en crear planes de trabajo lo suficientemente flexibles, según prioridades preestablecidas, para que en el momento de requerirse una reparación, inmediatamente puedan ser modificados, creando rutas alternativas de donde tomar una decisión óptima; de modo que se siguen cumpliendo los pedidos y se atienda la reparación lo antes posible. Se ajustan los consecuentes cambios en los demás aspectos como capacidad disponible, niveles de inventarios, etc. Esto sería muy difícil lograrlo manualmente, por todos los cambios que se generan y todos los errores en que se puede incurrir, al tener cualquier diferencia con el plan original, como se aprecia en el diagrama 5.4:

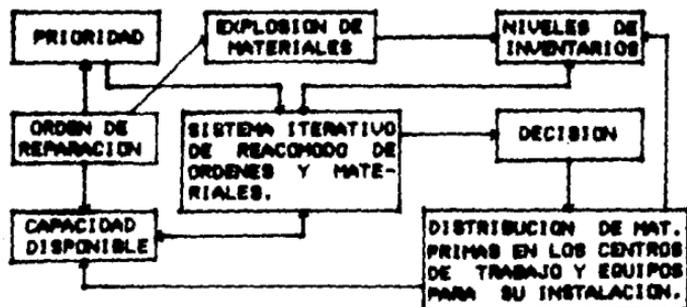


Diagrama 5.4. Manejo de las Ordenes de Reparación.

### 5.3.6. Interrelaciones.

El objetivo de este inciso es tener más claro lo mencionado en los anteriores, con respecto al sistema de cómputo, mostrando lo que pasa al momento de empezar a funcionar, ésto es, cómo se van relacionando las diferentes partes de la empresa para proveer información a todas las áreas involucradas, como se puede apreciar en el diagrama 5.5.

Para obtener un pedido, ya sea de Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad, Teléfonos de México, etc., como se mencionó anteriormente, es necesario participar en el concurso correspondiente. Para ésto se considera, en base a los planos y especificaciones enviados por el tecnólogo, los instructivos de ensamble, los costos de material y mano de obra y el estado de la empresa en ese momento (desde el punto de vista financiero, de las órdenes pendientes de elaborar, etc.), el precio total y el tiempo de entrega. Esta es la única parte que no debe cambiar conforme evoluciona el proyecto, aunque tiene retroalimentación que será empleada para concursos posteriores.

De ganarse el concurso, se empieza a desarrollar un proceso activo a través del tiempo, cada avance o desviación va retroalimentando y ajustando el plan original y se hacen comparaciones periódicas (casi

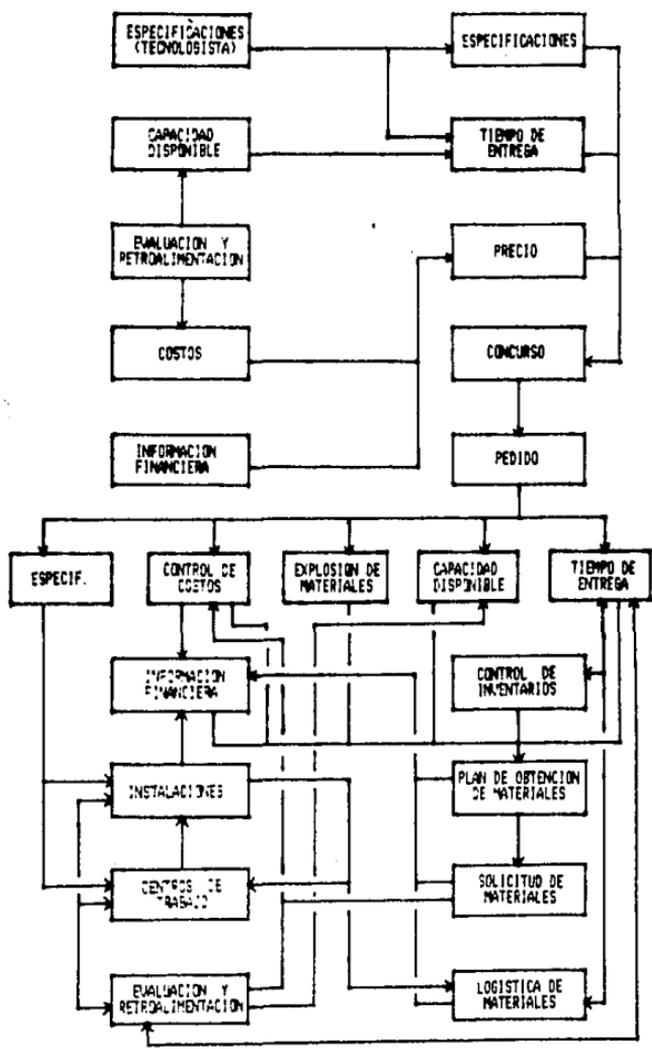


Diagrama 5.5. Interrelaciones.

continuas, comparadas con la duración del proyecto) de los logros reales contra los objetivos, en base a las cuales tomar acciones.

Se entra al concurso ofreciendo (de la información antes mencionada), las especificaciones del producto, su precio y tiempo de entrega.

Si se obtiene el pedido, se ve por la obtención de materiales en el tiempo adecuado. Se explosiona el sistema a elaborar, se toma en cuenta lo que tardan los componentes en llegar y el tiempo disponible para entregar el sistema; los materiales disponibles en el almacén, la capacidad disponible y programada y la situación financiera (de flujo de caja). Se hace así un plan de obtención de materiales y se van ordenando en el tiempo adecuado, retroalimentando a las partes involucradas si ocurre cualquier cambio, permitiendo así hacer simulaciones y tomar medidas adecuadas lo antes posible, evitando, sobre todo, tener tiempos inactivos en los centros de trabajo, que son críticos en esta industria.

Los materiales son recibidos, almacenados y entregados a los centros de trabajo y para instalaciones, en lo que se podría llamar logística de materiales, comunicando la información actualizada para las actividades relacionadas, como finanzas para pagar los materiales, al encargado de programar los centros

de trabajo, etc.

Los materiales son procesados en los centros de trabajo según las especificaciones e instalados; durante este tiempo se evalúa la actuación y costos y la información se retroalimenta a los interesados, así como el avance de las órdenes en el momento.

Así, se tiene un sistema siempre con la última información, actualizada cada vez que ocurre algún cambio y llevada a todas las personas que les interesa.

#### 5.4. Selección del Equipo (Hardware).

La primera decisión a tomar, es la referente a si se va a comprar, a tener acceso tipo tiempo compartido, o a recurrir a un departamento externo de asesoría (Service Bureau). Dado que la solución planteada presenta integrar totalmente la empresa, esto es, que todos los cambios se deben reflejar inmediatamente en las áreas correspondientes, no es posible recurrir al tiempo compartido o a la asesoría, sino necesariamente adquirir el equipo y que esté disponible permanentemente.

Sólo durante la etapa de implementación, sería recomendable recurrir a los servicios de un departamento de asesoría, mientras se cuenta con la

infraestructura necesaria para el buen aprovechamiento del sistema, además de poder contar con duplicidad de algunas funciones durante este tiempo, verificando así que los resultados obtenidos sean reflejo de la realidad.

Una decisión importante es la referente a la cantidad de memoria que la empresa requiere para sus necesidades. Como ya se mencionó, en este tipo de industrias, se tienen relativamente pocos proveedores, clientes, personal y órdenes de trabajo, pero una enorme cantidad de códigos en inventario y una muy compleja explosión de materiales.

Dado que la memoria es lo que requiere un proceso definido para su cuantificación, será lo que se obtendrá más detalladamente:

En el parte contable-administrativa, se pueden separar en estados financieros, cuentas por cobrar y pagar y nóminas. A continuación se presenta el cálculo de sus necesidades. La K significa Kilobytes, o miles de unidades de memoria:

Estados Financieros: 100 cuentas de 8 cifras en promedio y 1200 movimientos al año, de 100 localidades por movimiento. 960K

Cuentas por Cobrar y Pagar: 12 clientes y 150 proveedores, 150 localidades por cada uno, 100 por movimiento y 6,000 movimientos al año. 649K

Nóminas: 240 empleados, cada uno de los cuales requiere 200 unidades para el registro de su nombre, categoría, número de seguro social, edad, fecha de ingreso, etc., 160 para cálculos de la nómina semanal, 160 para cálculos de la mensual y 160 para el total acumulado. 163K

Tablas Generales (Seguro social, impuestos, etc) 25K

-----  
Subtotal. 1,797K

10% de holgura. 180K

Total. 1,977K

Para realizar la explosión de materiales, hasta emitir las ordenes de compra, se requiere de gran cantidad de memoria, dado el número de piezas que manejan y a lo particular de los equipos, como se presenta a continuación:

1. Cantidad de componentes empleados por orden y por subensamble.	6
2. Clave.	7
3. Fecha en que se requiere el componente.	6
4. Tiempo de entrega.	4
5. Tiempo para trámites y transportes.	4
6. Nombre del componente.	15
7. Unidades por lote.	3
8. Lugar de procedencia.	3
9. Proveedor.	10
10. Responsable del control de calidad.	10
11. Notas sobre trámites especiales (promedio).	10
	--
Subtotal.	78
10% de holgura.	8
Total	86

Multiplicado por el número de códigos (7,500 simultáneamente, suponiendo un tiempo máximo de entrega de los materiales de 6 meses y de los equipos de 2 años, da una necesidad de tener en memoria 0.25 del total de las piezas, por 6,000 códigos por equipo y por 5 pedidos simultaneos), da un total de 645,000 localidades de memoria, más 40,000 para la información referente a los instructivos de ensamble, da un total de 695,000 unidades.

Por lo que respecta a inventarios, requieren en memoria la siguiente información:

1. Clave.	9
2. Costo.	7
3. Cantidad mínima en inventario.	3
4. Cantidad para repedido.	3
5. Orden en la que será empleado.	9
6. Proveedor.	5
7. Cantidad existente.	3
8. Cantidad ordenada.	3
9. Cantidad comprometida.	3
10. Ordenes programadas.	3
11. Costo.	7
12. Fecha de entrega.	6
13. Origen y destino de los componentes o subensambles.	6
14. Grado de desarrollo del subensamble.	3
15. Tiempo para el que se tienen existencias.	6
16. Fecha de entrada al almacén.	6
17. Fecha en que será empleada.	6
18. Características generales de la pieza.	23
19. Recibió en la planta.	20
20. Responsable de control de calidad.	7
21. Restricciones o notas adicionales (Prom.).	5
22. Número de almacén y localización.	7
23. Costo de almacenaje.	3
24. Número de orden de requisición, revisión, factura, etc.	24
25. Otros datos.	10
	---
Subtotal.	187

Subtotal.	187
10% de holgura.	19
Total.	206

Multiplicado por el número de códigos (7,500), da un total de 1,545,000 unidades.

En producción se necesita también una memoria considerable para controlar las estaciones de trabajo, los recursos y el personal disponible, y así poder lograr su aprovechamiento óptimo.

1. Fecha.	6
2. Número de orden.	3
3. Estación de trabajo (instalaciones y funciones administrativas se consideran como varias estaciones).	3
4. Clave de los materiales a emplear.	7
5. Cantidad de materiales.	3
6. Datos del operario encargado de la estación (para las necesidades de producción).	45
7. Capacidad total de cada estación.	7
8. Capacidad disponible de cada estación.	7
9. Control de la productividad de las estaciones en el tiempo.	9
10. Control del costo en la estación (suministros, depreciaciones, seguros, impuestos, servicios públicos, refacciones, etc.).	72

11. Personal disponible y requerido contra tiempo, por actividad (suministros, supervisión, reparaciones, etc.).	16
12. Costo de la mano de obra desde recibo e inspección de los componentes, preparación y reparación del herramental, etc.	5
13. Control de los materiales empleados para cada orden (desde que son recibidos, inspeccionados, acondicionados, etc.).	19
14. Tiempos requeridos para los diferentes operaciones.	5
15. Horas hombre trabajadas por estación.	4
16. Estado de las órdenes en el tiempo.	12
17. Costo del transporte entre operaciones (sobre todo es significativo en instalaciones).	8
18. Tiempo de inicio y fin de cada operación.	13
19. Tiempo requerido para puesta en marcha.	5
20. Registro de las operaciones pendientes (Backlog) a través del tiempo.	9

Operan 160 estaciones de trabajo (incluyendo las de las funciones administrativas, recorrido de prueba e instalaciones), las que multiplicadas por la suma de memoria que requieren los puntos 1, 2, 3, 7, 8, 9 y 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20, se obtiene la de los centros de trabajo y es de 26,100 localidades.

Similarmente, para calcular lo que respecta a personal, se suman los puntos 6, 11 y 12 y se

multiplica por los 240 empleados, obteniendo 15,900 unidades.

Para lo referente a componentes, se suman los puntos 4, 5 y 13 y se multiplica por 7,500 códigos, obteniendo 217,500.

Los puntos 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 19 y 20, se deben volver a multiplicar por sus factores correspondientes, para tener los datos planificados, así, compararlos con los reales y medir la actuación.

El total de las necesidades de producción, considerando un 10% de holgura, es de 343,000 localidades.

En resumen, las necesidades de memoria de toda la empresa, incluyendo las funciones administrativas, de explosión de materiales, inventarios y producción, suman cuatro millones quinientos sesenta mil localidades (4.56 Megabytes), más aproximadamente dos millones de unidades para sistemas operativos y programas de apoyo. Sería conveniente tener un 30% de capacidad disponible para futuras expansiones, con lo que se llega a 8.53 millones de unidades requeridas, por lo que se recomienda comprar un sistema de disco rígido de diez millones (tamaño comercialmente disponible), con discos de 3.5 in. como respaldo.

Se puede observar que gracias a la integración global de la empresa, se requiere de relativamente poca memoria para el tamaño de la misma, contra lo que se necesitaría si cada departamento tuviera su información independiente, ya que una vez ingresado un dato en cualquier área, se puede emplear en todas las que se requieran, lo que disminuye el costo del sistema, simplemente no repitiendo la información para cada necesidad.

Por lo que se refiere a equipo periférico y unidad central de procesamiento, se sugiere, en la etapa de implementación, colocar 2 computadoras interconectadas entre sí, para que según el tiempo que estén ocupadas, se decida si ampliar su número. Inicialmente, quedaría una en el departamento de contabilidad y la otra en el de producción.

Dado lo complejo que puede llegar a ser el programa empleado (que se verá más adelante), así como para poder emplear cualquier otro comercial como Lotus 123, dBASE o Symphony, por ejemplo, se sugiere memoria de acceso aleatorio (RAM) al menos de 1,000,000 localidades.

Cada terminal debe contar con una impresora de 132 columnas y al menos 130 caracteres por segundo (CPS).

Para evitar que se pierda la información que está siendo ingresada, así como la de archivos abiertos durante una falla de energía eléctrica, se debe contar con un sistema de suministro ininterrumpido de corriente (No-Break), con capacidad de 500 VA y quince minutos, tiempo suficiente para tomar las medidas pertinentes.

Resumiendo, se pueden comprar dos computadoras personales IBM PS-2, con memoria de acceso aleatorio de 1,000,000 localidades con un disco de 3.5 in. cada una; un disco rígido de 10 millones, Dos monitores monocromáticos de 12 in., 80 columnas por 24 renglones; dos impresoras de línea bidireccional, con 132 caracteres por línea y 130 CPS, ATI 1500 con sus conexiones necesarias, una red apropiada y un sistema de suministro ininterrumpido de corriente de 500 VA y 15 min.

Cabe recalcar que ésto debe tomarse sólo como sugerencia de un equipo que satisface los requerimientos y está disponible en el mercado nacional, se tomó IBM PS-2 por ser líderes en el mercado, tener uno de los tiempos de servicio más cortos, así como una altísima confiabilidad, además, por ser los líderes, es muy fácil encontrar quien haga los programas necesarios, o comprar unos compatibles. La selección definitiva está fuera de los alcances de este estudio.

El costo del equipo es de \$19'049,000.00 M. N. más IVA, el desglose y especificaciones, se pueden ver en el anexo.

#### 5.5. Selección de los Programas de Apoyo (Software).

La primera decisión a tomar es si se van a adquirir los disponibles comercialmente, o si se recurrirá a alguien que los elabore a la medida de los requerimientos.

Los programas comerciales, como ya se mencionó, tienen las ventajas de ser más confiables por haber sido probados por muchos usuarios anteriores y de ser generalmente más baratos, pero tienen la gran desventaja de estar hechos para las necesidades generales de algunos tipos de empresas y no para las particularidades de la interesada.

Los programas hechos a la medida, en cambio, representan una inversión inicial más alta y existe la posibilidad de tener algunos problemas en la etapa de implementación, pero una vez superados, se cuenta con un sistema que satisface exactamente las necesidades de la empresa y con menos posibilidades de requerir adaptaciones futuras.

Dado lo especial que resulta la fabricación de equipos para telecomunicaciones por microondas, y a que se planea tener todas las funciones de los departamentos coordinadas, sería casi imposible encontrar el conjunto de programas apropiado en el mercado, sobre todo por sus interconexiones, así que se recomienda recurrir a una compañía que diseñe uno.

Se necesitarán programas de apoyo para las cuatro funciones que se mencionaron anteriormente: la administrativa-contable, la de producción, la de explosión de materiales y la de inventarios; interrelacionadas para que se hagan las modificaciones pertinentes en la información de todas ellas cuando se dé cualquier cambio, en cualquier parte del proceso. Aunque para lograrlo se necesitan muchos programas, como se detallará más adelante, se pueden considerar a todos unidos como uno global.

En lo que respecta al área administrativa-contable, se deberán considerar programas que cubran las siguientes funciones:

Ingreso de órdenes, que permita tener un seguimiento de los compromisos contraídos en los tiempos de entrega.

Planeación financiera, donde se evalúen fácilmente las decisiones a tomar a mediano y largo

plazo, considerando las repercusiones de los resultados ya obtenidos.

Nóminas, con cálculo de faltas, permisos, primas vacacionales, retenciones, cuotas, horas extras, etc.

Cuentas por cobrar y por pagar, de donde se pueda pronosticar los excedentes o faltantes de efectivo a corto y mediano plazo, para tomar las medidas oportunas.

Control del flujo de efectivo, como complemento del programa de planeación y de cuentas por cobrar y por pagar, donde se registren o pronostiquen todas las entradas y salidas de dinero y se observe si son realizables y todas sus repercusiones.

Base de datos, hoja electrónica y manejo de textos, se puede adquirir cualquier paquete comercial compatible con el equipo.

Para producción, se recomiendan los siguientes programas:

Control de eficiencias, que guarde por centro de responsabilidad y tipo de operación, datos históricos de tiempos reales y estándar, y muestre las tendencias o diferencias con los objetivos, como ayuda

en la evaluación de la actuación, planeación de requerimientos de capacidad, etc.

Planeación de cargas de trabajo, donde se registren las características de los centros, en cuanto a qué tipo de operaciones se pueden realizar en ellos, sus tiempos comprometidos y disponibles, sus costos, etc., así como los tiempos de entrega de las piezas comprometidas, para que en base a esto se pueda determinar el centro de trabajo óptimo para realizar una operación o el momento en que debe realizarse, empleando para esto modelos matemáticos de asignación de recursos (como el método *símplex* o la ruta crítica).

Control de los costos de materiales y mano de obra, mediante una adecuada clasificación que permita escalarlos en el tiempo según si su importe varía con la cotización del peso con respecto al dólar, con el salario mínimo, con el valor en bolsa de algún metal, etc. y así tener siempre un estimado de su valor, el cual puede además dar lugar a análisis de variaciones.

Para explosión de materiales, se sugiere:

Para el control de materiales entre los departamentos se necesita tener la capacidad de listar (explosionar) todos los componentes necesarios para un ensamble que se empleen en cada centro de trabajo, incluyendo la procedencia y tiempo en que debe estar

disponible en el centro.

Como complemento de los instructivos de ensamble, un listado de todos los subensambles o componentes que integren un ensamble, indicando el centro en que se realiza la operación y su tiempo estándar.

Un listado donde se totalicen los materiales para un equipo dado o para un periodo, para ser empleado en el surtimiento de materiales y en compras para emitir pedidos oportunamente.

Finalmente, para el mejor control de los inventarios, se requieren, en coordinación con los programas de producción, explosión de materiales y el programa de producción:

Un listado donde se indique la secuencia de llenado y localización de componentes en almacenes para un momento dado.

Un listado, para todos los códigos en almacén, de sus costos de reposición, según escalaciones por tipo de material, como se mencionó anteriormente, y considerando el valor agregado del inventario en proceso hasta el momento o del de materia prima.

Un listado de los materiales a emplear en un plazo determinado, con sus tiempos de entrega , cantidad disponible, comprometida y pedida. Esto también aplica para el inventario de herramientas y refacciones.

El costo de los programas es de \$16'000,000.00 M. N. más IVA, como se puede ver en el anexo.

### 5.6. Evaluación Financiera de la Alternativa.

A continuación se presenta la respuesta a si se justifica como inversión la compra de un sistema de cómputo, para una empresa mediana dedicada a la fabricación de sistemas para telecomunicaciones por microondas. El objetivo principal de este inciso, es apreciar, mediante un ejemplo práctico, las características particulares que presentan las industrias de manufactura del ramo de la electrónica profesional.

Se muestra un juego de estados de resultados y balances proforma, para 1988 y final de 1988, respectivamente, donde se muestran los cambios adquiriendo o no el sistema, tomando la ley fiscal vieja en 60% y la nueva en 40%. Después, se explican cada uno de ellos. Las cantidades se expresan en miles de pesos:

## ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA. LEY VIEJA (\$000).

Concepto	Sin Computadora	Con Computadora
Ventas Netas.	13,000,000	13,000,000
C. Mat. Primas.	5,896,100	5,778,178
C. M. Obra.	1,120,200	1,075,392
Indir. c/Deprec.	650,577	662,277
	-----	-----
Costo Ventas.	7,666,877	7,515,847
Util. Bruta.	5,333,123	5,484,153
Gastos Ventas.	130,681	130,681
Gastos Admón.	1,178,500	1,119,575
Asist. Técnica.	280,761	280,761
Otros Gtos (Ingr.).	(137,419)	(136,619)
	-----	-----
U.A.I.T.	3,880,600	4,089,755
Intereses.	1,353,185	1,154,488
	-----	-----
U.A.T.	2,527,415	2,935,267
I.S.R. (42%).	1,061,514	1,232,812
Rep. Util. (10%)	252,742	293,527
	-----	-----
Utilidad Neta.	1,213,159	1,408,928

Utilidad Neta.	1,213,159	1,408,928
60% Utilidad Neta.	727,895	845,357

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA. LEY NUEVA (0000).

Concepto	Sin Computadora	Con Computadora
Ventas Netas.	13,000,000	13,000,000
Compras.	5,751,110	5,636,088
C. M. Obra.	1,120,200	1,075,392
Indir. c/Deprec.	1,271,154	1,282,854
	-----	-----
Costo Ventas.	8,142,464	7,994,334
Util. Bruta.	4,857,536	5,005,666
Gastos Ventas.	130,681	130,681
Gastos Admón.	1,178,500	1,119,575
Asist. Técnica.	280,761	280,761
Intereses Deducibles.	202,978	173,173
Otros Gtos (Ingr.).	(137,419)	(136,619)
Util. (Perd.) Infiac.	586,556	726,930
	-----	-----
Utilidad Gravable.	2,615,479	2,711,165

Utilidad Gravable.	2,615,479	2,711,165
I.S.R. (35%).	915,418	948,908
Rep. Util. (10%).	261,548	271,117
U.D.T.	1,438,513	1,491,140
Intereses no Deduc.	1,150,207	981,315
	-----	-----
Utilidad Neta.	288,306	509,825
40% Utilidad Neta.	115,323	203,930
	-----	-----
Utilidad Neta Total.	843,218	1,049,287

BALANCE PROFORMA. ACTIVO (€000).

Concepto	Sin Computadora	Con Computadora
Caja y Bancos.	731,180	731,180
Cuentas por Cobrar.	2,780,140	2,780,140
Invent. M. P.	1,085,055	1,052,503
Invent. Proc. y P.Term.	1,925,765	1,867,992
Invers. Diversas.	372,760	372,760
G. Pagados Adelantado.	108,360	108,360
	-----	-----
Tot. A. Circulante.	7,003,260	6,912,935
Maquinaria y Equipo.	4,344,040	4,379,089
	-----	-----
Activo Total.	11,347,300	11,292,024

BALANCE PROFORMA. PASIVO Y CAPITAL (€000).

Concepto	Sin Computadora	Con Computadora
Cuentas por Pagar.	1,617,670	1,569,140
Prestamo Bancario.	1,424,405	1,211,590
	-----	-----
Pasivo Total.	3,042,075	2,780,730

Capital Social.	7,462,007	7,462,007
Utilidad del Periodo.	843,218	1,049,287
	-----	-----
Capital Total.	8,305,225	8,511,294
	-----	-----
Pasivo + Capital.	11,347,300	11,292,024

El costo de las materias primas y las compras, se considera que pueda bajar un 2%, aprovechando lotes económicos cuando sea posible, teniendo menores desperdicios y una explosión de materiales más confiable y precisa.

El costo de la mano de obra directa, mediante la mejor planeación que permita mas organización (y productividad), así como reducción de las horas extra laboradas, puede reducirse en un 4%. Esto es, hacer con 124 personas lo que hoy se hace con 129, incluyendo los encargados de operar el equipo.

La depreciación está incluida en indirectos, y se incrementa por la correspondiente al equipo.

El total de los gastos de administración, se pueden reducir fácilmente en 5%, facilitando el control de materiales, la elaboración de nóminas, la actualización de información contable, etc., reduciendo el personal encargado de 111 a 106.

En otros gastos se incluye el costo del sistema y programas de apoyo sugeridos (descritos anteriormente y como aparecen en el Anexo), de \$35'049,000.00 M.N. (sin contar el IVA). Se considera que la adquisición se hace el primero de septiembre de 1987, con una paridad del dólar controlado de 1,480 pesos.

Incluye, como otros gastos, \$300,000 de papelería y \$500,000 de adecuación del lugar, seguros y servicio.

Se considera para 1988 un costo del dinero o intereses pagados del 140% y una inflación del 125%.

Debido al mejor control de inventarios, de producción y de compras, se estima se pueden reducir los inventarios y las cuentas por pagar en 3%.

Maquinaria y equipo aumenta por la inversión en el sistema.

El déficit de financiamiento se ve afectado por todos los cambios mencionados anteriormente.

Hay puntos importantes que no están incluidos, por ser muy difíciles de cuantificar, como son el aumento de confiabilidad, la mayor precisión en tiempos de entrega y la motivación del personal, sin embargo,

con la información anterior, se pueden observar los siguientes cambios en la situación financiera de la empresa:

Los recursos generados en el periodo (U.Neta+Deprec.), se incrementan en \$217'769,000.

El déficit de financiamiento disminuye \$212'815,000, o sea 14.9%.

La liquidez (A.Circ./P. Circ.), pasa de 2.3 a 2.5, lo que significa una mejoría del 7.8%, suponiendo para fines de cálculo el peor de los casos, o sea que todo el déficit de financiamiento se contrata a corto plazo.

La prueba ácida ((A.Circ.-Inv.)/P.Circ.), pasa de 1.3 a 1.4, o sea que mejora 9%, también suponiendo todo el déficit a corto plazo.

La Utilidad Bruta aumenta \$149,870; del 39.6% al 40.7% de las ventas, o sea sólo el 3%, pero desencadena que la Utilidad Neta aumente \$206'069,000; del 6.5% al 8.1% de las ventas, o sea un incremento del 24%.

El rendimiento sobre activos (U.Neta/A.Total), pasa de 7.4% a 9.3%, lo que es un 25% de mejoría.

El rendimiento sobre los recursos propios (U.Neta/Cap.Social), pasa de 11.3% a 14.1%, lo que es 24% de mejoría.

La rotación de Inventarios (Ventas/Inventarios), aumenta 3%, de 4.3 a 4.5 veces.

Después de este breve análisis de algunas de las cifras significativas, se ve claramente que el sistema es una excelente inversión para la empresa; no significa que el simple hecho de comprar una computadora dé estos resultados, ni que se obtengan en cualquier empresa, ni que sea la única forma de lograrlos; lo que sí se observa es una reasignación de los recursos hacia un adelgazamiento y eficientizamiento general, el cual, si se logra mediante el sistema de control propuesto, es una forma relativamente barata y segura y vale la pena intentarlo; basta decir que con que se diera casi cualquiera de los resultados esperados, la inversión sería rentable.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones.

Las empresas productoras de equipos para telecomunicaciones por microondas comparten en general la problemática de las empresas de manufactura de electrónica profesional que trabajan bajo pedido; o sea que coinciden en que las áreas más problemáticas son capacitación de personal, explosión y logística de materiales, actualización y dependencia tecnológica, nivel de confiabilidad requerido y difícil planeación a mediano plazo.

Deben aprovechar cualquier oportunidad para ser más competitivas; al grado que parece imposible concebir en la actualidad una empresa de este tipo que no cuente con un sistema de cómputo para controlar su operación, sobre todo porque las áreas que son especialmente difíciles requieren de operaciones laboriosas, repetitivas, delicadas, que necesitan cuidar mucho los detalles y que los errores y cambios tienen muchas repercusiones.

Se mostró en el estudio como una empresa puede obtener beneficios tanto para los accionistas, la alta dirección, el personal de supervisión, de línea, etc., y tanto cualitativa como cuantitativamente.

Este trabajo presentó la forma en que un sistema de cómputo puede centralizar el control en una empresa

y los resultados que se pueden esperar, así como sus riesgos. Es una de las mejores formas de mejorar la operación de una empresa de este tipo, pero el hecho de adquirir una computadora es únicamente como tener una pluma muy fina, por sí sola no resuelve ningún problema; es su buena utilización por el personal a los flujos de información lo que hace la diferencia entre tener una herramienta útil o una amenaza, que obstaculice la toma de decisiones, cree necesidades, duplique trabajos, etc.

Se necesita primeramente tener claro el fin que ha de cumplir el sistema y la forma como ha de lograrlo, sus capacidades y limitaciones, para entonces conseguir que la gente se involucre, coopere y se logren los objetivos.

Respecto a los resultados, se observó un adelgazamiento gracias a una mejor asignación de recursos, financieros y humanos, teniendo un mejor control de los movimientos de materias primas, así como una mejora en la productividad del personal.

El sistema planteado pretende la integración global de la empresa. La cual no es difícil desde el punto de vista de selección y compra del equipo, se logra mediante simples conexiones y una red; lo que sí es complejo es poder realmente utilizarlo plenamente, para ésto se requiere reorientar todos los flujos de

información involucrados, crear conciencia en el personal y capacitarlo, no sólo desde el punto de vista de la operación, capacidad y habilidad del equipo, que lo puede hacer el mismo vendedor del sistema o de los programas, sino de lo que se pretende lograr con él y la función de cada persona en el proceso de cambio. Esta es la parte más difícil y que generalmente no se toma en cuenta, pero determina si en verdad se va a llegar a emplear a toda su capacidad.

El hecho de que sea un solo sistema para todas las actividades de la empresa permite ya sea que toda la información sea coherente para todas las personas involucradas, o que se detecten las irregularidades lo antes posible (al momento de ingresar la información, no de necesitarla).

El unir todas las actividades, requiere también coordinar esfuerzos de personal de todas las áreas, lo cual dificulta su implementación y es algo que sólo se puede lograr haciendo que se tengan claros los objetivos.

Desde el punto de vista del sistema, es uno relativamente sencillo (al menos inicialmente, para no crear necesidades) comparado con el tamaño de la empresa, y sobre todo con memoria muy reducida, por compartir información de todas las áreas, sin duplicarla; lo que también simplifica la captura de

datos.

El sistema como se presentó, se puede ampliar según las necesidades de la empresa; aunque se pueda pensar que es escaso, es preferible así inicialmente, hasta demostrar que se sature su capacidad; de otra forma, con un equipo holgado al principio, se crean necesidades y vicios, y de cualquier forma siempre parecerá estar ocupado, además, la información está más controlada y ordenada. Esto, claro, cuidando que no se lleguen a tener problemas por colas en la entrada o salida de información.

En pocas palabras, lo que se pretende es darle a la empresa una herramienta que le permita mejorar su actuación ante el entorno, algo que es objetivo de la Ingeniería Industrial y tan importante en estos momentos de apertura de mercados y competencias internacionales.

## Bibliografía.

Elias M. Awad.  
Proceso de Datos en los Negocios.  
Diana.  
México.  
Pags. 33-54.

Data-Tech S.A.  
Sistema Integral de Nóminas.  
Data-Tech S.A.  
México 1984.

Angelakos Diogenes J. .  
Everhart Thomas E.  
Microwave Communications.  
Mc. Graw Hill.  
U.S.A. 1968.  
Pags 1-8.

James D. Fahnestock.  
Computers And How They Work.  
Ziff-Davis Publishing Company.  
U.S.A.  
Pags. 144-150.

IBM  
Aplicaciones para Oficina.  
Aplicaciones de Manufactura.  
Justifique Usted Mismo su Computador IBM.  
Sistema de Información y Control Administrativo.  
Sistema de Control de Producción.  
IBM de México.  
México 1984.

George Kennedy.  
Electronic Communication Systems.  
Mc. Graw Hill.  
U.S.A. 1977.  
Pags. 527-532.

Shan S. Kuo.  
Computer Applications Of Numerical Methods.  
Prentice Hall.  
U.S.A. 1972.  
Pags. 7-20.

John D. Lenk.  
Handbook Of Microprocessors, Computers  
And Minicomputers.  
Prentice Hall.  
U.S.A. 1979.  
Pags. 2, 398.

Matthew Mandl.  
Principles Of Electronic Communications.  
Prentice Hall.  
U.S.A. 1973.  
Pags 1-3.

Poder Ejecutivo Federal.  
Programa Nacional de Desarrollo  
Tecnológico y Científico 84-88.  
CONACIT.  
México 1984.  
Pags. 140-147.

Slavik Matt.  
The Evolution Of The Manufacturing  
Tool For The '80s-The Personal Computer.  
Manufacturing Engineering.  
Enero 1984.  
U.S.A.  
Pags. 54-57.

Sergio Raimond-Kedilhac.  
Salvador Cerón Aguilar.  
Síntesis y Expectativas  
Económicas: Claroscuros del Ochenta y Siete.  
I P A D E.  
México, 1987.

Daniel L. & Joan K. Slotnick.  
Computers. Their Structure, Use, And Influence.  
Prentice Hall.  
U.S.A.  
Pags. 43-76.

Lois Steinke.  
Make It Count.  
Boeing Computer Services Company.  
U.S.A. 1982.  
Pag. 218.

Robert W. Swanson.  
Procesamiento Electrónico en la Empresa.  
Biblioteca de Ciencias Económicas.  
Argentina.  
Pags. 1-7.

Апexo.

México D.F. a 28 de agosto de 1987.

A continuación presentamos el presupuesto del equipo IBM PS 2 que consideramos cumple con sus necesidades de procesamiento:

**UNIDADES CENTRALES DE PROCESO (2).**

Micro procesador IBM PS 2 Modelo 50.  
1 Megabyte de memoria RAM.

PRECIO PROCESADOR \$4,733.00 DLLS C/U.

**INCLUYE:**

Unidad de disco duro con capacidad de 10 Mbytes.  
Unidad de disco flexible de 3.5".  
Cable de alimentación.  
Cable para impresora.  
Cable para monitor.  
Manual de usuario.  
Sistema operativo.  
Monitor de 12" verde fósforo de alta resolución y antideslumbrante.  
Mecanismo de inclinación de pantalla y líneas de texto y gráficas de 40 y 80 caracteres por 24 líneas.

**IMPRESORAS (2).**

ATI Z-1500, para papel individual o en forma continua, tamaños de letra regulables por software, modos de graficación, velocidad de impresión de 120 caracteres por segundo, y capacidad papel de hasta 15 pulgadas (132 columnas).

PRECIO \$700.00 DLLS C/U.

**RED**

PRECIO 1,200.00 DLLS.



**SISTEMA NO-BREAK**

Con capacidad de 500 VA y permanencia de 15 min.

PRECIO M.N. \$1'132,200.00

Debido a las fluctuaciones de nuestra moneda y cambios en aranceles aduanales, los precios están sujetos a cambio sin previo aviso.

---

Insurgentes Sur #421 Edif. B Desp. 404. Conjunto Aristos  
Mexico D.F. C.P. 06170 Tels 564-6222.

En resumen, el precio del equipo es el siguiente:

PROCESADORES IBM PS 2 Mod.50	\$9,506.00 DLLS.
IMPRESORAS	\$1,400.00 DLLS.
RED	\$1,200.00 DLLS.
SISTEMA NO-BREAK	M.N.\$1,132,300.-----
SUBTOTAL	M.N.\$19'049,080. *
15% IVA	M.N.\$ 2,857,342. *
TOTAL	M.N.\$21'906,442. *

\* Considerando una paridad de 1,480 pesos por dólar controlado.

Estimado cliente y amigo:

Considerando que uno de los factores más importantes para que su computador funcione adecuadamente son los programas que en él se procesen, BASS ASESORIAS ha creado un gran número de ellos, de alta calidad y enfocados a las necesidades de nuestro país, buscando resolver sus problemas de procesamiento de datos.

Así pues, presentamos algunos, adaptados según las muy particulares necesidades de su negocio.

Programas Especiales:

SEGUIMIENTO DE ORDENES	PLANEACION FINANCIERA
NOMINAS	CUENTAS POR PAGAR
CUENTAS POR PAGAR	FLUJO DE EFECTIVO
CALCULO DE EFICIENCIAS	CONTROL DE EFICIENCIAS
CONTROL DE COSTOS	EXPLOSION DE MATERIALES
PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE	CONTROL DE ALMACEN
PLANEACION DE LA PRODUCCION	

Programas Miscelaneos:

METODO SIMPLEX	ROTA CRITICA
BASE DE DATOS	HOJA ELECTRONICA
PROCESADOR DE PALABRAS	

Todos estos programas, deben ser compatibles con el equipo mencionado, estar ligados de forma que integren un solo sistema, con información común. Además, deben permitir el multiacceso y poder usar el disco duro o los flexibles, como fuente y deposito de datos.

PRECIO DEL SISTEMA	M.N.\$16'000,000.00.
15% IVA	M.N.\$ 2'400,000.00.
T O T A L	M.N.\$18'400,000.00.

Debido a las fluctuaciones de nuestra moneda y cambios en aranceles aduanales, los precios están sujetos a cambio sin previo aviso.

INCLUYE:

- DISCO(S) DEL SISTEMA.
- MANUAL DE OPERACION.
- RESPALDO CON TODA LA SERIEDAD QUE MERECE NUESTROS CLIENTES.
- ASESORIA COMPLETA, QUE COMPRENDE:
  - Capacitación al número de personal que usted desee.
  - Instrucción personal para el máximo aprovechamiento del sistema.
  - Comunicación directa y constante durante la fase de implantación.
  - Ideas funcionales para el adecuado acoplamiento del sistema a sus necesidades.

Esperando poder servirles, nos despedimos quedando como sus atentos y seguros servidores.

Atentamente:

  
LIC. JACOBO MALCA O.  
BASS ASESORIAS S. C.