



16  
2m

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
A R A G O N

**RED DE COMUNICACION ENTRE  
COMPUTADORAS EN EL IMSS**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A  
EDMUNDO MENDEZ GUZMAN

SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEXICO

1 9 8 8

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## TABLA DE ABREVIATURAS

AVC	Sistema de afiliación, vigencia y cobranza
bps	bits por segundo
BSC	binary synchronous communication
CCITT	Comité consultivo internacional de telecomunicaciones y telegrafía
CPU	central processing unit (unidad central de proceso)
CRS	centro regional de suministro
DCE	data circuit-terminating equipment (circuito terminal de datos)
DGT	Dirección general de telecomunicaciones
DISI	plan de desarrollo institucional de sistemas de información
DSA	distributed system architecture (arquitectura de sistemas distribuidos)
DTE	data terminal equipment (equipo terminal de datos)
HDLC	high-level data link control (control para enlace de datos de alto nivel)
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INTELSAT	Organización internacional de telecomunicaciones via satélite
ISO	International organization for standardization (Organización internacional de estandarización)
JSS	Jefatura de servicios de sistematización
KB	kilobyte

LAN	local area network (red local)
LAP-B	balanced-mode link access procedure (modo de funcionamiento equilibrado en X.25)
LPU	line processing unit (unidad de procesamiento de líneas)
MB	megabyte
Mhz	meganertz
NR	nivel de relación
OSI	open system interconnection (interconexión de sistemas abiertos)
RALE	Sistema de Registro Auxiliar de Liquidaciones Emitidas
RCC	red de comunicación entre computadoras
RFM	red federal de microondas
RJE	remote job entry (entrada remota de trabajos)
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SDLC	synchronous data link control (control para enlace de datos sincrónico)
SGA	Subdirección General de Abastecimiento
SMS	Sistema Morelos de Satélites
SNA	system network architecture (arquitectura de redes de sistemas)
TELMEX	Teléfonos de México
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMF	Unidad de Medicina Familiar

TABLA DE FIGURAS

No.	N O M B R E	PAGINA
1	Riesgos protegidos y tipos de prestaciones	8
2	Organización del IMSS	8
3	Niveles de desconcentración	9
4	Ciclo del abastecimiento	14
5	Distribución de delegaciones y farmacias por CRS	16
6	Crecimiento informático del IMSS	21
7	Sistemas de información desconcentrados hasta 1985	24
8	Interrelación entre los sistemas informáticos de la SGA	31
9	Configuración de equipos de cómputo de la SGA	32
10	Enlaces entre sistemas	34
11	División de una red de computadoras	42
12	Organismos de estandarización	44
13	Topologías más comunes	51
14	Funciones de nodos de red	51
15	Nivel de Trama y de paquete en X.25	59
16	Secuencia de llamada en X.25	60
17	Comparación de Arquitecturas	63
18	Topología de Telepac	69

19	Arquitectura del TP-4000	73
20	Redes accésadas por Telepac	74
21	Estructura de Telepac	75
22	Servicios y tarifas de Telepac	77
23	Porcentaje de utilización del Satélite Morelos I en 1988	78
24	Uso del Sistema Morelos de Satélites en Telepac	79
25	Red primaria (NR 1)	89
26	Red primaria (NR 2)	89
27	Red local (NR 3)	90
28	Solicitud de servicio de Telepac	92
29	Codificación de señales según recomendación X.21	94
30	Circuitos más utilizados (Recomendación V.24)	94
31	Evaluación económica	112
32	Evaluación final del estudio	115

## INDICE

PROLOGO .....	1
I LAS FUNCIONES DE ABASTECIMIENTO EN EL IMSS	
1.1 EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL: UNA PERSPECTIVA .....	4
1.1.1 ORIGEN Y DESARROLLO EN EL CONTEXTO NACIONAL .....	4
1.1.2 OBJETIVOS Y ORGANIZACION .....	5
1.1.3 DESCONCENTRACION Y NIVELES OPERATIVOS ...	7
1.1.4 NECESIDADES DE INFORMACION .....	9
1.2 LA SUBDIRECCION GENERAL DE ABASTECIMIENTO .....	11
1.2.1 FUNCIONES Y ORGANIZACION .....	11
1.2.2 EL CICLO DEL ABASTECIMIENTO .....	12
1.2.3 ESTADO ACTUAL .....	15
II INFRAESTRUCTURA INFORMATICA.	
2.1 EVOLUCION INFORMATICA DEL IMSS .....	19
2.1.1 PRIMERAS ETAPAS .....	19
2.1.2 DESCONCENTRACION OPERATIVA DE SISTEMAS ..	22
2.1.3 EL DISI .....	23
2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN EL CICLO DEL ABASTECIMIENTO .....	26
2.2.1 SISTEMA GENERAL IMSS-ABASTECIMIENTO .....	26

2.2.2 EQUIPOS DE COMPUTO .....	30
2.2.3 MEDIOS DE COMUNICACION ACTUALES .....	33
III TELEPAC COMO MECANISMO DE INTERCONEXION DE	
COMPUTADORAS	
3.1 REDES DE COMUNICACION ENTRE COMPUTADORAS .....	37
3.1.1 INTRODUCCION .....	37
3.1.2 PRIMERAS SOLUCIONES .....	36
3.1.3 DEFINICION Y APLICACIONES .....	39
3.1.4 ORGANISMOS INTERNACIONALES DE ESTAN-	
DARIZACION .....	41
3.1.5 TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA TRANSMISION	
DE INFORMACION .....	44
3.1.6 MEDIOS Y MODOS DE COMUNICACION .....	46
3.1.7 PROTOCOLOS .....	47
3.1.8 TOPOLOGIA Y NODOS DE RED .....	49
3.1.9 ARQUITECTURAS .....	52
3.1.9.1 MODELO OSI .....	52
3.1.9.2 LA RECOMENDACION X.25 .....	54
3.1.9.3 OTRAS ARQUITECTURAS .....	58
3.2 LA RED PUBLICA DE TRANSMISION DE DATOS TELEPAC ..	64
3.2.1 LAS COMUNICACIONES EN MEXICO .....	64
3.2.2 SERVICIOS PUBLICOS DE TELECOMUNICACION DE	
DATOS .....	65
3.2.3 TELEPAC: ORIGEN Y DESARROLLO .....	67
3.2.4 TOPOLOGIA .....	68
3.2.5 ESTRUCTURA Y CARACTERISTICAS FUNCIONALES ..	70
3.2.6 TARIFAS Y SERVICIOS .....	72



3.2.7 FUTURO DE TELEPAC .....	75
IV RED DE COMUNICACIONES INSTITUCIONAL	
4.1 DIVISION DEL PROBLEMA .....	81
4.2 DEFINICION DE NIVELES DE RELACION .....	83
4.3 OBJETIVOS .....	84
4.4 ALCANCES .....	85
4.5 DISEÑO TOPOLOGICO .....	96
4.5.1 RED PRIMARIA .....	87
4.5.2 RED LOCAL .....	88
4.6 REQUERIMIENTOS ADICIONALES .....	90
4.6.1 TELEPAC .....	90
4.6.2 EQUIPO HONEYWELL .....	95
4.6.3 EQUIPO TOWER .....	96
4.6.4 EQUIPOS OLIVETTI .....	96
4.6.5 SOFTWARE ADICIONAL .....	98
4.7 ADMINISTRACION DE LA RED INSTITUCIONAL .....	99
V ESTUDIO ECONOMICO Y CONCLUSIONES	
5.1 ASPECTO ECONOMICO DEL PROYECTO .....	101
5.1.1 CONCEPTOS A CONSIDERAR .....	102
5.2 SITUACION ACTUAL .....	104
5.3 COSTO PROYECTO .....	105
5.4 OTRAS ALTERNATIVAS .....	106
5.4.1 RED TELEFONICA CONMUTADA .....	106
5.4.2 LINEAS PRIVADAS .....	107
5.4.3 VIA SATELITE .....	108

5.5 EVALUACION .....	110
5.5.1 EVALUACION ECONOMICA .....	110
5.5.2 EVALUACION TECNICA .....	111
5.5.3 EVALUACION SOCIAL .....	113
5.5.4 EVALUACION FINAL .....	114
5.6 CONCLUSIONES .....	116
BIBLIOGRAFIA .....	118

## PROLOGO

El presente trabajo describe una propuesta para resolver el problema de transmisión de información entre computadoras orientados al procesamiento de datos en el Instituto Mexicano del Seguro Social. La solución viene a ser un mecanismo de enlace adecuado a las necesidades del Instituto, como lo es la red pública de transmisión de datos, TELEPAC.

Este caso particular cobra importancia al agravarse la situación económica del país y, a su vez, intentar el Instituto cumplir con su cometido para el cual fue creado (Seguridad Social) y extender sus servicios a todos los núcleos de la población, en especial a los sectores más desprotegidos de nuestra sociedad (Solidaridad Social).

Por otro lado, el Estado mexicano ha creado una infraestructura de telecomunicaciones para satisfacer la demanda nacional en lo referente a la generación, conducción y recepción de señales en todo el territorio nacional, proporcionando diversas opciones entre las que destaca TELEPAC.

El estudio que sigue a continuación se ha centrado en las redes de comunicación entre computadoras, su composición y funcionamiento, en especial aquellas de carácter público que han adoptado la recomendación X.25 del CCITT, haciendo especial énfasis en ella y sus ventajas dentro de estos sistemas. Estas redes son el punto de fusión de 2 campos que en la actualidad cobran una importancia estratégica en la vida diaria del hombre: la informática y las comunicaciones eléctricas.

En el capítulo 1 se presenta el ambiente de trabajo del IMSS, sus objetivos y organización, así como la importancia que tiene la información en lo que al área de abastecimiento se refiere.

Dentro del capítulo 2, se trata la evolución informática del Instituto y cómo y de qué maneras ha venido resolviendo tanto el problema de procesamiento como el de transmisión de información, derivando en una situación por un lado compleja en cuanto a las distintas facetas que presenta y, por otro, a los requerimientos de servicio prestados a sus derechohabientes.

Las redes públicas de transmisión de datos en especial TELEPAC, son estudiadas en el tercer capítulo junto con sus características esenciales y se verá la recomendación X.25, punto clave para el acceso a ellas.

En el modelo propuesto en el capítulo 4 se ven los requisitos técnicos para integrar una red de computadoras en el área de abastecimiento del Instituto y por último, el capítulo 5 compara la solución propuesta con diferentes alternativas que se ofrecen también para lograr un enlace entre computadoras desde el punto de vista económico.

## CAPITULO I

### LAS FUNCIONES DE ABASTECIMIENTO EN EL IMSS

#### 1.1 EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL: UNA PERSPECTIVA

##### 1.1.1 ORIGEN Y DESARROLLO EN EL CONTEXTO NACIONAL

##### 1.1.2 OBJETIVOS Y ORGANIZACION

##### 1.1.3 DESCONCENTRACION Y NIVELES OPERATIVOS

##### 1.1.4 NECESIDADES DE INFORMACION

#### 1.2 LA SUBDIRECCION GENERAL DE ABASTECIMIENTO

##### 1.2.1 FUNCIONES Y ORGANIZACION

##### 1.2.2 EL CICLO DE ABASTECIMIENTO

##### 1.2.3 ESTADO ACTUAL

## 1.1 EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL: UNA PERSPECTIVA.

Para tener una idea clara del ambiente en que se desarrolla el presente trabajo, es preciso conocer los rasgos principales de la institución que nos ocupa. La historia de su desarrollo, sus objetivos y organización son puntos que se necesitan conocer para, así, determinar una buena solución a sus problemas en lo que a sistemas de información y medios de comunicación se refiere.

### 1.1.1 ORIGEN Y DESARROLLO EN EL CONTEXTO NACIONAL.

La sociedad mexicana al irse conformando, ha buscado los medios propicios para proteger y prevenir a sus miembros de las contingencias naturales y sociales, finalidad que se ve cumplida en la Seguridad Social. Hechos naturales como lo son las enfermedades, la vejez y la muerte y otros de índole social como la orfandad, los accidentes de trabajo y la desintegración familiar, afectan gravemente a la sociedad poniendo incluso en peligro su estabilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, el 19 de enero de 1943 entra en vigor la Ley del Seguro Social, ordenamiento por medio del cual la Seguridad Social se hace realidad como un servicio público de carácter nacional.

Según dicha ley, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) "... es el organismo público descentralizado a cuyo cargo está la organización y administración del Seguro

Social..." (1) siendo su instrumento básico, aún y cuando existan otros organismos con finalidades similares, como lo podrían ser por ejemplo el ISSSTE o el DIF.

El desarrollo del IMSS ha sido uno de los medios más efectivos con que el país ha contado para la promoción del progreso social de los mexicanos. En la actualidad, cada vez son más los sectores de la población que se han visto beneficiados por la Seguridad Social, contando a mediados de 1987 con cerca de 42 millones de mexicanos amparados.

Los problemas económicos por los que atraviesa el país y sus dificultades propias como nación en pleno crecimiento, realzan la importancia que cobra día con día la labor realizada por el IMSS y los diversos mecanismos con que cuenta para llevar a cabo sus programas, participando en la coordinación del sector salud, la generación de empleos y el desarrollo de la industria nacional.

#### 1.1.2. OBJETIVOS Y ORGANIZACION.

El IMSS requirió desde su nacimiento, de un conjunto de recursos tanto humanos, materiales y financieros con los que pudiera llevar a cabo sus funciones de beneficio social. Estas actividades se desarrollan en el marco de los objetivos básicos del Seguro Social los cuales son:

- a) Garantizar el derecho humano a la salud
- b) La asistencia médica
- c) Protección de los medios de subsistencia y

---

1 INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL: Ley del Seguro Social, México, IMSS, 1986, p. 77

d) Proveer los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo.

La Seguridad Social se ve cumplida y concretizada en las diferentes prestaciones en especie y dinero que otorga, determinadas por las diferentes ramas de seguro mostradas a continuación en la figura 1.

SEGURO	RIESGOS PROTEGIDOS	PRESTACIONES
Riesgo de trabajo	Accidentes de trabajo Accidentes en tránsito Enfermedades de trabajo	En especie y en dinero
Enfermedades y Maternidad	Enfermedades Maternidad	En especie y en dinero
Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte	Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada, muerte o matrimonio	En dinero
Guardería para hijos de aseguradas	Falta de cuidados maternos en la primera infancia en la jornada de trabajo de la aseg.	En especie

Fig. 1 Riesgos protegidos y tipos de prestaciones.

La organización y estructura del IMSS es producto de los servicios que presta a sus asegurados. En la base de esta organización se encuentra primeramente la Unidad de Medicina Familiar (UMF), la cual es el primer contacto con el derechohabiente que requiere de algún servicio, ya sea médico o socio-económico. La UMF cubre un 85% de la demanda de servicios a nivel nacional aproximadamente.

El siguiente nivel de organización lo constituyen las delegaciones regionales, estatales y del Valle de México. Cada una de ellas cuenta con una estructura semejante a la del



nivel superior en cuanto a las operaciones que desarrolla, circunscribiendo su acción a los límites geográficos correspondientes.

Por último, el nivel central o directivo tiene como finalidad la planeación, dirección, control, supervisión, evaluación, etc. de las funciones llevadas a cabo por el Instituto, dividiéndose a su vez en organismos corporativos o Subdirecciones. Esta estructura se muestra a continuación en la figura 2.

Los recursos financieros con que dispone el Instituto para cumplir con sus objetivos los constituyen principalmente:

- a) las cuotas obrero patronales recaudadas bimestralmente y calculadas según el salario del trabajador y
- b) las aportaciones hechas por el gobierno federal en lo que se refiere a los seguros de enfermedades y maternidad.

Cada una de estas contribuciones es calculada según lo marca la Ley. (Arts. 32 y 115)

### 1.1.3 DESCENTRALIZACIÓN Y NIVELES OPERATIVOS.

Siguiendo las directrices de la Reforma Administrativa, el IMSS realiza un constante esfuerzo por incrementar su eficiencia, para lo cual lleva a cabo un programa de descentralización institucional, teniendo por objeto principal dotar a las áreas operativas, como las UMF o las delegaciones estatales, de los elementos necesarios para llevar a cabo las metas encomendadas al Instituto en el lugar mismo en que se requiere, así como de proporcionar sus servicios y prestaciones a la población derechohabiente.



Estos niveles operativos son de fundamental importancia tanto para el Instituto, definiendo una serie de relaciones orgánicas, como para el presente trabajo, dado que ... como se verá más adelante, define la topología de la red institucional propuesta, factores de índole técnico y el flujo que deberá tener la información.

Estos niveles se muestran en la figura 3.

AN	Áreas Normativas	Concentra información de los otros niveles
R	Regional	División por zonas geográficas
VM D	Valle de México Delegación	Herramienta fundamental en la operación
SD	Subdelegación	De tipo local
UO	Unidad operativa	Información básica (farmacia, oficina administrativa, unidad médica)

Fig. 3 Niveles de desconcentración.

#### 1.1.4 NECESIDADES DE INFORMACION.

La labor emprendida por el Instituto tiene dos rasgos que le son esenciales: su carácter nacional y la asistencia médico-social que otorga a los derechohabientes.

Han pasado más de 40 años desde su fundación y aún existen grandes sectores de la población que no gozan todavía de los beneficios de la Seguridad Social, lo que va en detrimento de su progreso integral y de el de la sociedad en su conjunto. Mas aún, el Instituto tiene el reto de hacer más con menos dada la situación de crisis en la que se encuentra el país, viéndose frenado en su crecimiento como empresa, no así en sus

actividades y demanda de servicios.

La estrategia para hacer frente a estos problemas, da un papel clave al aspecto de la información, fundándose en buena parte ahí, el éxito en la consecución de sus metas.

Los datos siguientes muestran la magnitud y crecimiento que han observado los servicios otorgados, así como parte de los recursos del Instituto con que cuenta.\* :

Servicios	Dic. 1984	Dic. 1986
Población amparada .....	29,332,101	40,878,178
Unidades médicas .....	1,500	1,428
Unidades rurales .....	3,221	2,457
Recursos humanos .....	258,121	276,508
Ingresos y gastos en millones de pesos		
Prestaciones en dinero .....	93,449	207,103
Ingresos .....	535,421	1,592,942
Gastos .....	526,903	1,528,747

Es importante hacer notar que una de las razones presentadas para la colocación en órbita del Sistema Morelos de Satélites, era precisamente el de ofrecer una cobertura de comunicaciones

---

\* Las cifras fueron tomadas de:

- IMSS: Anuario estadístico 1984, Jefatura de Publicaciones, IMSS, 1985, p. 101 y sig.

- IMSS: Síntesis de información estadística-poblacional-recursos-servicios Abril 1988.

a las clínicas rurales del IMSS, lo cual es indicativo de la importancia de este aspecto a nivel nacional.

## 1.2 LA SUBDIRECCION GENERAL DE ABASTECIMIENTO

Visto desde un punto de vista administrativo, el IMSS es una empresa con finalidades sociales y, como tal, necesita entre otros recursos, de todo un conjunto de bienes materiales para poder satisfacer las necesidades derivadas de su propia operación, así como para poder llevar a cabo sus programas de desarrollo en beneficio de sus asegurados.

Esta función de abastecimiento llevada a cabo por cualquier empresa, toma matices muy especiales dentro del Instituto, dada su magnitud e importancia por lo que se requiere estudiar las actividades realizadas en este aspecto para poder planear una red de información completa a nivel nacional. A continuación presentamos las generalidades y algunas características importantes de la Subdirección General de Abastecimiento (SGA).

### 1.2.1 FUNCIONES Y ORGANIZACION.

Veamos primeramente algunas de las actividades realizadas por el Instituto en una jornada diaria de trabajo, ilustrando el alcance e importancia de las actividades de la SGA.

El IMSS diariamente ofrece 211,504 consultas médicas, otorga 146,281 recetas médicas, realiza 2,675 intervenciones quirúrgicas; se llevan a cabo 114,441 diversos exámenes de laboratorio y 15,436 de rayos X; nacen 1,925 nuevos mexicanos y se reparten 13,000 raciones alimenticias, destinándose casi

220,000 millones de pesos en medicamentos y materiales de curación.

Llevar a cabo lo anterior requiere del personal capacitado y especializado en las diferentes áreas médicas y hospitalarias así como de los insumos necesarios para efectuar dichas actividades, cuidando de que estos artículos sean otorgados de manera oportuna, sin perjuicio de su calidad y en estricto apego al presupuesto asignado, observando una cobertura a todo lo ancho y largo del territorio nacional.

La SGA es la entidad directiva encargada de optimizar todas las funciones de abastecimiento necesarias para satisfacer los requerimientos de las diferentes Unidades de Servicio. Para cumplir con su cometido, asigna a diferentes entidades internas las funciones básicas de almacenamiento descritas a continuación.

#### 1.2.2 EL CICLO DEL ABASTECIMIENTO.

Los diferentes bienes adquiridos por el Instituto son divididos en bienes de inversión y bienes de consumo, siendo estos últimos de los que nos ocuparemos dado su volumen manejado y por tener una problemática muy singular.

Los bienes de consumo también llamados simplemente artículos se clasifican en grupos según sea su naturaleza, destacándose los de medicamentos y material de curación, incluyéndose lácteos, material radiológico y de laboratorio.

El ciclo del abastecimiento indica las diversas actividades realizadas en por la SGA, desde que surge la necesidad hasta que es satisfecha. Definidas las actividades desarrolladas, la

figura 4 esquematiza el ciclo del abastecimiento.

a) Adquisiciones.- Se refiere a la compra de artículos en las mejores condiciones de calidad, oportunidad y precio. Esta función se efectúa de manera concentrada 1 o 2 veces al año junto con las dependencias del Sector Salud como el DIF, ISSSTE, Pediatría, etc. El Instituto adquiere el 85% de la compra la cual se hace por medio de un concurso nacional, participando la gran mayoría de los proveedores de la industria farmacéutica.

Las diferentes Unidades de Servicio hacen llegar a la SGA sus requerimientos, concentrándose y así el Instituto adquiere un gran poder de compra, abatiéndose costos y optimizando recursos.

b) Suministro.- Los artículos, una vez comprados son distribuidos por los proveedores hacia los centros regionales de suministro (CRS), pasando de ahí a los almacenes delegacionales correspondientes y de ahí a las unidades de servicio y farmacias, quienes por último, en el caso de medicamentos, las hacen llegar a los derechohabientes. La distribución de los CRS se ve en la figura 5 tal y como se encuentran actualmente, así como sus delegaciones y el número de farmacias de cada una.

Las actividades de suministro comprenden: la recepción y verificación de artículos entregados por el proveedor, el correcto almacenamiento de éstos en las áreas dispuestas para tales fines y el despacho de artículos hacia las unidades solicitantes.

c) Control de Calidad - Siendo pionero en América Latina, el Instituto se esfuerza por que sus asegurados cuenten con los

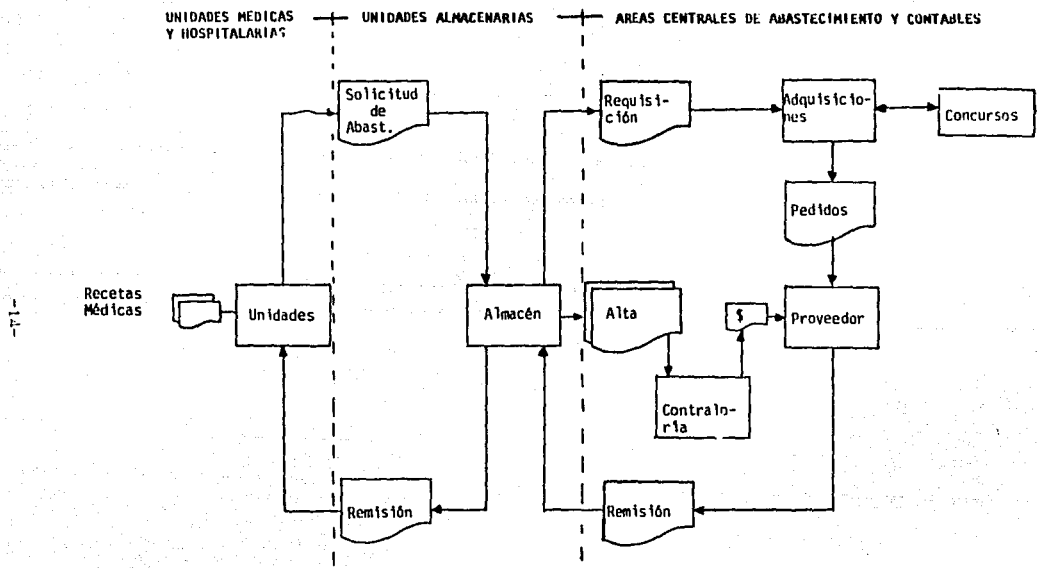


FIG. 4 CICLO DEL ABASTECIMIENTO

SIMBOLOGIA TOMADA DE:  
 - INSTRUCTIVO PARA LA DIAGRAMACION Y DESCRIPCION DE PROCEDIMIENTOS, OM88, 2.3.2, IHSS.



medicamentos de la mejor calidad; para ello se ha implementado controles estrictos para los proveedores y sus productos, los cuales aún después de haber sido entregados van siendo inspeccionados para verificar su estado y composición después de ser transportados y así evitar males mayores por incidencias en presentadas en el trayecto o durante su almacenamiento.

d) Otras actividades desarrolladas por la SGA que apoyan a las anteriores son:

Realización de inventarios valorizados.

Control de caducidades.

Pronósticos basados en los consumos y estimación de población derechohabiente.

Transposos de medicamentos entre diferentes unidades de servicio.

El efectuar lo anterior en todo el territorio nacional, supone un gran esfuerzo aunado a una política de aprovechamiento y optimización de recursos.

### 1.2.3 ESTADO ACTUAL.

Como se ha visto, el volumen de artículos de consumo es considerable, así como su importancia. A pesar de contar con todo un sistema almacenario nacional, el Instituto se enfrenta a una situación compleja derivada de problemas de diversa índole.

Los más importantes son:

Los continuos cambios de precios de los productos, derivados de la inflación, provoca que los proveedores pidan actualización de precios de manera periódica.

CRS	DELEGACION		DIST. (km) *	No. FARM. #
	ESTADO	CD. SEDE		
NUEVO LEON (961) **	Coahuila	Saltillo	85	12
	N.L.	Monterrey	10	21
	Tamaulipas	Cd. Victoria	282	8
	S.L.P.	S.L.P.	537	6
JALISCO (578)	Aguascalient	Aguascalientes	251	3
	Nayarit	Tepic	227	3
	Guanajuato	León	301	7
	Michoacán	Morelia	360	7
	Jalisco	Guadalajara	25	25
	Colima	Colima	211	4
VERACRUZ (434)	Campeche	Campeche	861	2
	Chiapas	Tapachula	1199	2
	q. Roo	Chetumal	1051	3
	Tabasco	Villahermosa	480	2
	Veracruz N.	Orizaba	151	9
	Veracruz S.	Jalapa	104	11
	Yucatán	Mérida	1045	5
DURANGO (874)	Durango	Durango	20	4
	Chihuahua	Chihuahua	709	12
	Zacatecas	Zacatecas	290	2
SONORA (1738)	Sonora	Cd. Obregon	8	11
	B.C.N.	Mexicali	957	8
	B.C.S.	La Paz	2501	2
	Sinaloa	Culiacán	429	12
DISTRITO FEDERAL	D.F.	Tequesquinaruac	18	--
	Guerrero	Acapulco	410	5
	Hidalgo	Pachuca	90	4
	Edo. Mex.	Toluca	66	21
	Morelos	Cuernavaca	85	4
	Oaxaca	Oaxaca	555	3
	Puebla	Puebla	126	11
	Querétaro	Querétaro	220	2
	Edo. Mex. 2	Naucalpan	15	21
	Tlaxcala	Tlaxcala	156	2
	D.F.	V.M. 2	8	12
	D.F.	V.M. 3	14	11
	D.F.	V.M. 4	10	9
D.F.	V.M. 6	12	12	

\* Distancia al almacén delegacional  
 \*\* Distancia al Distrito Federal

Fig. 5 : Distribución de delegaciones y farmacias por CRS.

El control de caducidades requiere: un control por lote y la inmediata ubicación de éste cuando se presenta algún problema detectado por control de calidad, para la suspensión de uso.

Al no contarse con los diferentes medicamentos en las farmacias, éstas tienen que expedir vales de subrogación a otras farmacias particulares, siendo su compra más cara y sin pasar por control de calidad. Actualmente esto representa un 25% más del presupuesto asignado inicialmente.

Sobreinversión, un caso contrario al anterior, el recurso se encuentra sin movimiento corriendo el riesgo de llegar a su vencimiento con la consiguiente pérdida económica.

Mala planeación financiera debido al desbalanceo de inventarios .

Problemas derivados de la distribución geográfica de las unidades y difícil acceso en algunas como es el caso de el Estado de Chiapas .

Al tratar de resolver este problema, el IMSS hace uso de sistemas de información computarizados, siendo un poderoso auxiliar en la operación diaria. Dichos sistemas así como sus características principales como capacidad, forma de enlazarse unas con otras y la manera en como operan, se describen en el capítulo 2.

## CAPITULO 2

### INFRAESTRUCTURA INFORMATICA

- 2.1 EVOLUCION INFORMATICA DEL IMSS
  - 2.1.1 PRIMERAS ETAPAS
  - 2.1.2 DESCONCENTRACION OPERATIVA DE SISTEMAS
  - 2.1.3 EL DISI
- 2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN EL CICLO DE ABASTECIMIENTO
  - 2.2.1 PRIMERAS ETAPAS
  - 2.2.2 RECURSOS DE COMPUTO
    - 2.2.2.1 SISTEMAS CENTRALES
    - 2.2.2.2 SISTEMAS DESCONCENTRADOS
  - 2.2.3 MEDIOS DE COMUNICACION ACTUALES

## 2.1 EVOLUCIÓN INFORMÁTICA DEL IMSS.

Una vez visto desde una panorámica general las necesidades del Instituto, en donde la información es cada vez un ente de mayor importancia, corresponde el análisis más a detalle del problema que representa, tanto la carencia de medios adecuados de comunicaciones como las incompatibilidades presentadas en los equipos de cómputo de la SGA.

### 2.1.1 PRIMERAS ETAPAS.

A partir de 1943, el Instituto contó con equipo de procesamiento de datos que, sin tener de hecho las características propias de una computadora digital, ya era el primer intento por automatizar algunas de las labores realizadas. Este equipo de registro unitario tuvo aplicación en la elaboración de la nómina y en el departamento de afiliación. 7 años después se descentralizan 4 de esos equipos a ciudades que, por el volumen de procesamiento, así lo requerían.

Mientras tanto, en el año de 1946 J. Eckert y J.W. Mauckly en la Universidad de Pensylvania, cristalizan las ideas de Norbert Wiener al crear el ENIAC, primer computador electrónico digital.

Toca a la Universidad Nacional Autónoma de México ser, el 8 junio de 1958, la primera institución en México en contar con un equipo de cómputo -IBM 650- instalado en el Centro de Cálculo Electrónico de la Facultad de Ciencias, siendo su

primer director el Ingeniero Sergio Beltrán.

No es sino hasta el 10 de mayo de 1962 cuando el IMSS contrata los servicios de un computador IBM-7070 1405, instalándose en las oficinas de la calle de Tokio en la Ciudad de México. La velocidad de procesamiento era de 300,000 operaciones por minuto.

Manteniendo un constante crecimiento, en 1965 con casi 7 millones de derechohabientes, el Instituto adquiere un computador IBM-7074 y otros 2 equipos IBM-1401, aumentando así su capacidad de almacenamiento.

En el periodo comprendido entre 1965 y 1973 se sustituye un modelo 1401 por un sistema IBM-360/20. Posteriormente, este último y el 7074 son reemplazados por un CDC 6400 y un IEM 370/55. En estos equipos se logran diversificar las aplicaciones y una de ellas fue el control de medicamentos, así como la consolidación del sistema de administración de personal.

En 1976 se cambia el IBM 370/155 a un 370/158 con lo que se pretendía resolver la capacidad de almacenamiento la cual ya era crítica. Hacia 1980 se adquiere los servicios de un IBM 3033, en sustitución del CDC, llevándose a cabo el manejo de las terminales de las agencias administrativas. Por otro lado, se instalaron computadores UTS-700 de UNIVAC en 7 Estados, los cuales se conectaron al equipo IBM 370/158 mediante enlaces dedicados realizando trabajos en batch (RJE). En la figura 6 se muestran los volúmenes de registros manejados y los diferentes sistemas de cómputo.

En el área de comunicaciones, fue en 1972 cuando se efectuaron las primeras aplicaciones utilizando la modalidad de

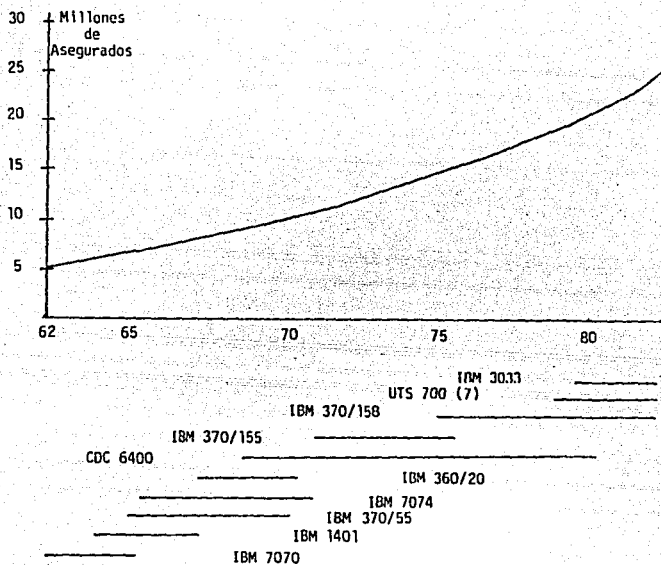


FIG. 6 CRECIMIENTO INFORMÁTICO DEL IMSS

teleproceso. Como resultado de la implantación del sistema de Afiliación, Vigencia y Cobranza (AVC) y del sistema de Registro Auxiliar de Liquidaciones Emitidas (RALE) se estableció el servicio de consulta remota a los archivos centrales por parte de las agencias administrativas del área metropolitana, contratándose líneas telefónicas privadas para tal caso. Se dotó a las agencias de una impresora esclava y la posibilidad de efectuar trabajos remotos en el computador central a través de

una facilidad de IBM conocida como Remote job entry (RJE). Este servicio se intentó extender a toda la República, pero en pruebas efectuadas entre la Ciudad de México y Mexicali, Baja California Norte, los problemas resultaron ser más críticos sobre todo a la mala calidad de las líneas telefónicas, cancelándose el proyecto. En el año de 1978 se intenta de nuevo, volviendo a ser negativo el resultado.

En lo que a los recursos humanos se refiere y debido al crecimiento de las aplicaciones y usuarios, se crea la Jefatura de Servicios de Sistematización (JSS), organismo encargado de coordinar los servicios de sistemas de información a los usuarios internos del Instituto así como de organizar la operación, proporcionar mantenimiento y el desarrollo de sistemas computarizados.

#### 2.1.2 DESCONCENTRACION OPERATIVA DE SISTEMAS.

Una vez dadas las condiciones, el IMSS empieza a trabajar de manera desconcentrada ubicando equipos de cómputo en Guadalajara y Monterrey en 1975, atendiendo las necesidades de procesamiento de información de cada una de las áreas operativas. La JSS se reorganizó de tal manera que se pudiese asumir las labores de normatización propias de ella y creándose departamentos delegacionales de sistematización como contraparte operativa de las funciones desarrolladas hasta entonces.

Atendiendo al programa de desconcentración administrativa del Gobierno Federal, en 1978 se plantearon 2 alternativas: a) crear una red de transmisión de datos para teleproceso y b)



desconcentración del equipo central de cómputo. En el primer caso se tomó en cuenta de manera prioritaria las limitaciones de comunicaciones para la transmisión, ya que la desconcentración abarcaba todo el territorio nacional. Se determinó que no era el momento en el Instituto podría contar con una red de este tipo con las características de eficiencia, disponibilidad y buena calidad debido, ante todo, por no contar con una buena infraestructura de comunicaciones nacional.

En el segundo caso, el proceso de desconcentración operativa de sistemas tiene como finalidad ubicar los equipos y responsabilidades en las áreas operativas, brindando autonomía a las delegaciones y fortaleciendo las funciones normativas a través de enlazar las diferentes áreas del sistema.

El sistema de IMSS-Suministros fue el primero en desconcentrarse a nivel nacional, instalándose equipos NCR 3250 en 26 almacenes delegacionales. En el periodo 1979-1985 se descentralizan otros sistemas de información de alcance nacional, los cuales son mostrados en la figura 7.

### 2.1.3 EL DISI.

Junto con la desconcentración, va aumentando rápidamente la demanda de servicios por parte de la población, por lo que los sistemas de información se van diversificando a otras áreas. Aunado a esto, a mediados de 1985 se presentaron problemas que impedían seguir creciendo con los equipos actuales y mantener una operación estable. Al efectuarse un estudio de la situación imperante se encontraron las siguientes situaciones y problemas:

SISTEMAS	AÑO DE IMPLANT	COMPUTA-DOR	OBJETIVOS
Suministro	1980	NCR-3250	Control de existencias en almacén
Personal	1980	NCR 3040 NCR 3050	Administración de recursos humanos
Tesorería	1980		Control de recursos financieros
Comercio	1980		Acuerdos con bancos
Sistema Unico de Int. EUI	1980		Banco de datos institucional
Contabilidad y Presupuesto	1984		Contabilidad delegacional y presupuesto
Eventuales de la construcc.	1985		Control de personal de trabajadores
Nueva tarjeta de afiliación	1980		OLIVETTI TC 1500

Figura 7: SISTEMAS DE INFORMACION DESCONCENTRADOS HASTA 1985

- . Existían equipos de cómputo de 9 proveedores y 17 modelos distintos
- . Incompatibilidad con la mayoría de los 14 sistemas operativos diferentes y
- . Los sistemas de información habían crecido sin tomar en cuenta un enfoque sistémico, es decir, se encontraban aislados unos de otros por no haberse contemplado su interrelación.

Como consecuencia de lo anterior se tenía:

- . Dificultades en el intercambio de información de los equipos, ya fuera en medio magnético (cassette, cinta) o en interconexión aún con equipos de la misma familia.
- . Aumento en los costos de operación y mantenimiento, así como

una fuerte limitante para hacer crecer los equipos tanto en memoria como en capacidad de almacenamiento.

Altos costos para la comunicación via teleproceso y requerimientos de equipo adicional como consecuencia de los diferentes modos de transmisión y la incompatibilidad de protocolos con las redes nacionales.

El "Plan de Desarrollo Institucional De Sistemas De Información 84-88" (DISI) se crea como una respuesta a la situación presentada entonces. Basicamente propone :

- a) Consolidar los requerimientos de información de las diferentes áreas de el Instituto y
- b) La adquisición de nuevos equipos minicomputadores, sustituyendo los habidos en las delegaciones y almacenes, donde se presentaba más critica la situación bajo las siguientes especificaciones técnicas:

- . Capacidad de crecimiento al doble
- . Sistema operativo Único
- . Compatibilidad de software sin reconfigurar
- .. Comunicación con equipos de la misma familia
- . Intercambio de información entre los equipos instalados con aplicaciones centrales (IBM 3033 y 370/158) y los propuestos
- . Compatibilidad con protocolos BSC y con la recomendación X.25 del CCITT.

En 1986 los equipos delegacionales NCR 9040 y 9050 instalados en 1982 son sustituidos por equipos Honeywell DPS-6 modelos 85 y 95, y en el año de 1987 se compran equipos NCR Tower XP para los almacenes delegacionales y para los CRS sustituyendo a los 8250.

## 2.2 LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN EL CICLO DEL ABASTECIMIENTO

Para cumplir de una mejor manera sus objetivos de compra, almacenamiento y distribución de los artículos adquiridos así como para la vigilancia de su calidad, la SGA se ha venido apoyando en sistemas de información computarizados en toda su red almacenaria compuesta por 6 centros de distribución o centros regionales de suministro (CRS), 38 almacenes delegacionales que surten a más de 1,100 farmacias y a 3,835 unidades médicas y operativas, que van desde la misma Dirección General hasta los centros deportivos. No obstante lo anterior, la interrelación de sistemas tanto dentro del ciclo de abastecimiento como fuera de él, se lleva a cabo con los problemas de comunicaciones expuestos anteriormente y en condiciones que en nada favorecen a la operación, lo que ha venido repercutiendo gravemente en el área. Toca ver la interacción de los sistemas, equipos y los procedimientos para enlazarlos, así como de determinar sus diferencias más notables.

### 2.2.1 SISTEMA GENERAL IMSS-ABASTECIMIENTO.

Su finalidad es la de servir como apoyo informático a las distintas actividades desarrolladas por la SGA. Se compone de 2 partes, una central y otra desconcentrada. Se describen brevemente cada una de ellas.

### 2.2.1.1 SISTEMAS CENTRALES.

Como se ha mencionado anteriormente, existen sistemas que por sus características son un punto de integración de información. Estos sistemas denominados centrales al resumir la información del área proporcionan valiosos indicadores para posteriores decisiones y también son una herramienta para la estandarización de criterios, normas y procedimientos de trabajo.

a) IMSS-Requisición.- Cada semestre las unidades de servicio emiten una lista de requerimientos de artículos según sus características. Así las farmacias proveen el consumo de medicamentos y las otras unidades lo hacen para otros grupos de suministro como lo son ropa, artículos de aseo y oficina, papelería, etc. La información captada contiene la existencia actual, el consumo promedio mensual y un pronóstico de consumo. Cuando la totalidad de las unidades de servicio emiten sus necesidades, éstas se van concentrando al nivel superior, en este caso a la delegación respectiva y de ahí a los CRS hasta llegar al DF. Se hacen los ajustes respectivos, los trasposos entre los CRS y se emite la requisición que servirá como base para la compra de los artículos por parte de la Jefatura de Adquisiciones.

b) IMSS-Catálogos.- Sistema de nueva creación implantado en 1987, proporciona una homogenización en cuanto a las cerca de 60,000 claves manejadas actualmente; descripciones y vigencias de los artículos manejados dentro de todo el sistema además maneja los catálogos de proveedores y distribuidores autorizados para la compra, sus marcas y las observaciones.

hecnas por control de calidad. Otros catálogos que maneja  
serán los cuadros básicos de medicamentos y los contables.

c) IMSS-Adquisiciones.- Una vez consolidadas las necesidades de las unidades institucionales, por medio de este sistema se lleva a cabo el proceso de compra de artículos, asignando proveedores, cantidades, lugares y fechas de entrega de mercancías y llevando un seguimiento desde que se hacen los pedidos hasta que la mercancía es entregada a las unidades almacenarias.

Considerando la magnitud de medicamentos y materiales de curación y buscando aprovechar su poder de compra junto con las demás instituciones integrantes del Sector Salud, el Instituto lleva a cabo concursos. El subsistema IMSS-Concursos analiza las ofertas de los proveedores, su comportamiento, grado de integración nacional, capital social, etc, y así determina las cantidades asignadas a cada proveedor, consiguiéndose total transparencia en la compra, equilibrio y promoción del desarrollo de la industria químico-farmacéutica.

#### 2.2.1.2 SISTEMAS DESCONCENTRADOS.

Las funciones operativas propias de los sistemas, se efectúan a distintos niveles en todo el territorio nacional donde el IMSS extiende su servicio. La interrelación se efectúa entre los niveles inmediatos, tanto para la consolidación de información, como para la difusión de ésta. Los sistemas en cuestión son:

a) IMSS-Suministros.- Los artículos propiedad del Instituto se van recibiendo, almacenando y distribuyendo a las unidades que

asi lo han requerido, siendo los Centros Regionales de Suministro, los almacenes y subalmacenes los responsables de llevar a efecto estas funciones.

La diferencia básica de operación consiste en que los CRS reciben directamente de los proveedores y surten a los almacenes delegacionales, mientras que estos últimos reciben de los CRS y despachan a las unidades operativas de su circunscripción.

b) IMSS-Requisición.- Abarca solo la parte descentralizada y su función se concreta a la recopilación de información para su posterior tratamiento.

c) IMSS-Inventarios.- Su función es dar un estado exacto tanto de la existencias como de las inversiones hechas en cada almacén. Sirve también para evaluar la atención a las unidades solicitantes, emitir pronósticos en base a modelos matemáticos, determinar el presupuesto de operación en un periodo determinado y para integrar los estados financieros presentados por el Director General en su informe anual al H. Consejo Técnico. Este sistema cobra más importancia por la actual situación económica, por lo que verá afectada su periodicidad de 2 veces al año a 4 ó más.

d) IMSS-Farmacias.- En el caso de la atención médica, el ciclo del abastecimiento se completa al ser entregados al derechohabiente los medicamentos prescritos por el médico. Estos consumos son registrados en este sistema y es un auxiliar en el manejo de los artículos en farmacia. La justificación de este sistema de información está en primer lugar, en la importancia de los medicamentos y en segundo lugar en el alto nivel de subrogación reflejándose en un 25% más de lo previsto.

al tener que adquirirse a un costo 4 veces mayor al de su compra concentrada (fig. 8).

## 2.2.2 RECURSOS DE COMPUTO.

La información de los sistemas es capturada, procesada y transmitida en y a través de computadores de 3 diferentes marcas y modelos, tal como se muestra en la figura 9.

Por sus características en cuanto a tamaño se dividen en minicomputadores y microcomputadores. Con referencia a los primeros, la Jefatura de Adquisiciones cuenta con un equipo Honeywell DPS-6/95 instalado en 1986 en el edificio de Reforma en la ciudad de México, mientras que para todas las actividades desconcentradas, cada almacén delegacional y CRS dispone de un equipo NCR Tower XP, al igual que el almacén central de Vallejo, donde se procesa el sistema de catálogos.

En lo concerniente a las micros, a partir de 1986 se lleva a cabo la implantación del sistema IMSS-Farmacias procesándose la información en equipos Olivetti modelo M-24. Además, a cada equipo Tower delegacional se conectó una micro NCR PC-6 para permitir la transmisión de la información con los otros equipos. El hardware de los equipos es, en general, compatible con los estándares de la industria. El software, en el caso de las micros, es el mismo sistema operativo no así con las minis: para el caso de Honeywell, GCOS-6 solo es compatible con toda la familia de DPS-6, mientras para Tower, UNIX tiende a ser más versátil por su generalización, características y su gran aceptación en el medio.



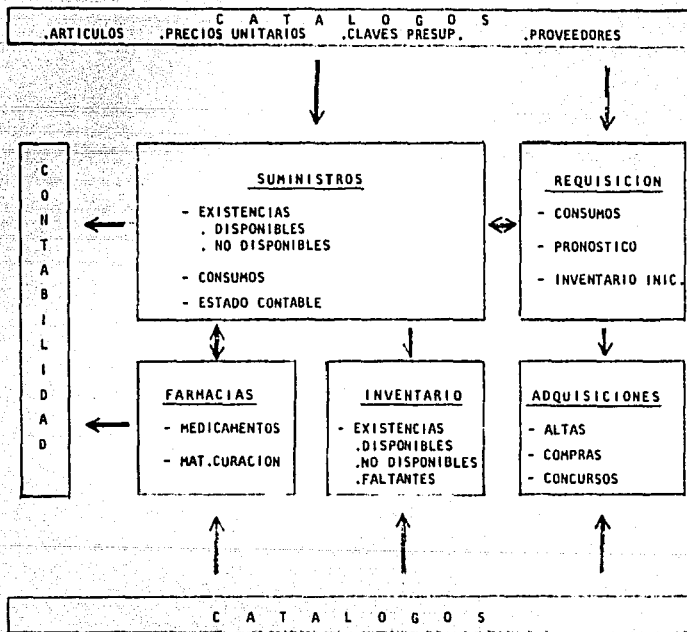


FIG.8 RELACION ENTRE SISTEMAS INFORMATICOS.

### MINICOMPUTADORAS

	HONEYWELL	TOWER
Modelo	DPS-6 95	XP
Sistema operativo	GCOS 6 mod 400	UNIX s. V
Máquina IBM equivalente	S/36	S/36
No. de terminales	14	5
Capacidad en disco (MB)	330	131
Dispositivo de respaldo	Cinta magnética (2)	Cartucho (1)
Unidad de diskette	1 (1 MB)	1 (1 MB)
Memoria (MB)	2	1
Velocidad transferencia a disco (megabits por seg)	2	5
Máximo No. de usuarios	32	16

### MICROCOMPUTADORAS

	OLIVETTI	NCR
Modelo	M-24	PC-5
Compatible con IBM	SI	SI
Sistema operativo	MS-DOS	MS-DOS
Microprocesador	8086	8088
Velocidad (Mhz)	8	8 Y 4.77
Memoria (KB)	640	512
Capacidad en disco (MB)	10	20
Ranuras de expansión	6	8
Puertos de E/S	2	2
Dispositivo de respaldo	Diskette	Cartucho

Fig. 9: CONFIGURACION DE EQUIPOS DE COMPUTO DE LA SGA.

### 2.2.3 MEDIOS DE COMUNICACION ACTUALES.

Los sistemas de información nacieron aislados unos de otros en cuanto a su concepción y desarrollo se refiere, dejando en un plano secundario el análisis de las características con que debieran contar para el intercambio de información entre ellos.

Tradicionalmente, la transferencia de información entre las diversas áreas que cuentan con computadores se ha realizado a través de medios magnéticos como lo son cintas, discos removibles, diskettes y cartuchos ultimamente, utilizando el servicio de valija del propio instituto. Estos dispositivos definen de alguna u otra manera, los procedimientos para llevar a efecto las transferencias, siendo éstos cambiados de manera total cada vez que se cambia de equipo o incluso, cuando se cambia de sistema operativo.

Además de este intercambio entre sistemas, se llevan otras actividades de la misma índole para actualizar programas, catálogos y manuales mecanizados de producción para lograr una operación estándar.

En los casos en que la información pasa por estos medios magnéticos a computadores de la misma familia, no existe mayor problema en cuanto a lo que a compatibilidad se refiere; más no es así en el caso en que aparecen diferentes computadores, formándose una serie de condicionantes que hasta el momento no se han resuelto de manera óptima. La figura 10 muestra las interrelaciones de información entre las diversas funciones de los sistemas utilizados.

Para simplificar un poco, veamos 2 casos especiales:

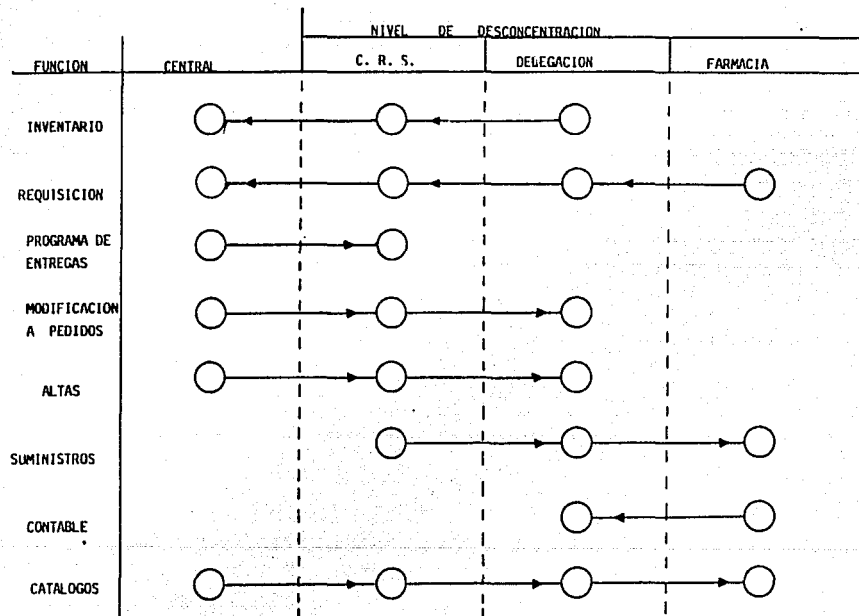


FIG. 10 ENLACES ENTRE SISTEMAS

a) Transmisión Honeywell a Tower .- No se ha logrado definir un método por medio del cual se establezca un enlace. La información solicitada por los CRS en cuanto a las mercancías que esperan para un determinado periodo, llega muchas veces después de que ya se ha recibido por parte del proveedor.

b) Transmisión Olivetti a Tower.- Se requiere de un programa emulador en la PC-6 para transmitir en formato de MS-DOS o a UNIX según sea el caso. La micro se utiliza para esta función y como terminal de captura, únicamente.

Una situación como la antes presentada trae como consecuencias:

La información no es del todo confiable, por los errores propios de la manipulación de medios magnéticos y de el continuo manejo debido al transporte de un lado a otro del dispositivo.

La información no llega a estar disponible en el momento requerido debido a que el Instituto no cuenta con una red de transportación de dispositivos de uso rápido y continuo. El tiempo de envío varía de entre 24 horas a 7 días según la distancia y en casos de extrema urgencia se contratan servicios de mensajería particulares, elevándose con ello los costos de envío.

Se invierte adicionalmente tanto en hardware (micros) y dispositivos magnéticos como en software (programas emuladores) para permitir la transmisión de datos entre equipos, además de oblinarse a llevar un control muy riguroso para verificar el contenido de la información.

## CAPITULO 3

### TELEPAC COMO MECANISMO DE INTERCONEXION ENTRE COMPUTADORAS

#### 3.1 REDES DE COMUNICACION ENTRE COMPUTADORAS

##### 3.1.1 INTRODUCCION

##### 3.1.2 PRIMERAS SOLUCIONES

##### 3.1.3 DEFINICION Y APLICACIONES

##### 3.1.4 ORGANISMOS INTERNACIONALES DE ESTANDARIZACION

##### 3.1.5 TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA TRANSMISION DE INFORMACION

##### 3.1.6 MEDIOS Y MODOS DE COMUNICACION

##### 3.1.7 PROTOCOLOS

##### 3.1.8 TOPOLOGIA Y NODOS DE RED

##### 3.1.9 ARQUITECTURAS

###### 3.1.9.1 MODELO OSI

###### 3.1.9.2 LA RECOMENDACION X.25

###### 3.1.9.3 OTRAS ARQUITECTURAS

#### 3.2 LA RED PUBLICA DE TRANSMISION DE DATOS TELEPAC

##### 3.2.1 LAS COMUNICACIONES EN MEXICO

##### 3.2.2 SERVICIOS PUBLICOS DE TELECOMUNICACION DE DATOS

##### 3.2.3 TELEPAC: ORIGEN Y DESARROLLO

##### 3.2.4 TOPOLOGIA

##### 3.2.5 ESTRUCTURA Y CARACTERISTICAS FUNCIONALES

##### 3.2.6 TARIFAS Y SERVICIOS

##### 3.2.7 FUTURO DE TELEPAC

### 3.1 REDES DE COMUNICACION ENTRE COMPUTADORAS.

En el presente capítulo veremos las generalidades de estos sistemas, a los cuales denominaremos también como redes de computadoras simplemente, a menos que se indique otra cosa.

El estudio de los redes de comunicación entre computadoras (RCC) nace en el momento en que se requiere aprovechar los recursos computacionales existentes teniendo como base una infraestructura de comunicación dada. La rápida evolución y la caída de los precios de los microprocesadores en los años 70's, permitieron integrar a las redes de computadoras, ciertas habilidades para el manejo de la información (inteligencia de la red), naciendo así el concepto de nodo y el de sistemas distribuidos.

Por último, las RCC adquieren una importancia fundamental en el desarrollo del país; si existe en la actualidad algún concepto que mejor defina nuestra época, es el de la información, materia prima y objetivo principal de las RCC.

#### 3.1.1 INTRODUCCION.

A principios de la década de los 50's, la computadora digital empieza a ser un elemento cada vez más importante en el procesamiento de la información, sobre todo en la de carácter administrativo y económico. No obstante, resultaba ser un recurso caro al cual había que accederlo en el sitio en donde se localizaba.

Las RCC nacen cuando desde un lugar geográficamente alejado,

se tiene acceso al computador central (HOST) con el objetivo fundamental de compartir recursos tanto de software (programas de aplicación, manejadores de bases de datos) y de hardware (dispositivos de almacenamiento masivo, impresoras) así como la información contenida y procesada en ella, utilizando para ello los medios de comunicación existentes, como en un principio fue la red telefónica.

En los Estados Unidos se desarrollaban de manera experimental las primeras redes de computadoras, como el Distributed Computing System en California y el Triangle Universities Computation Center.

En los años setentas se implementan varias redes de computadoras de carácter público en países como Estados Unidos (TELENET, TYMNET), Japón (DDX), Canadá (DATAPAC), España (CTNE), Francia (TRANSPAC), Gran Bretaña (NPL), etc; aunado a ello, se comenzó a utilizar el satélite espacial para uso propio de las redes, tanto para permitir enlaces a otros continentes, como para aumentar las velocidades en la transmisión de información.

### 3.1.2 PRIMERAS SOLUCIONES.

Como se observara, el binomio computador-comunicación no fue previsto durante el diseño de la primera, sino que surgió ante una demanda específica.

En un principio -y durante mucho tiempo- se buscó aprovechar la infraestructura brindada por las diferentes redes telefónicas, dada su extensión y relativa disponibilidad.

Una descripción de los elementos funcionales de un sistema



de este tipo sería:

- a) Computadoras.- Fuente y destino de la información. Se consideran también todos sus periféricos asociados.
- b) Adaptadores.- Necesarios para convertir la señal digital a una de tipo analógico y viceversa, y así poder utilizar el canal de transmisión diseñado para la comunicación de señales analógicas. Los modems son los dispositivos encargados de llevar a cabo esta función. En el caso de las redes digitales, aún no disponibles en nuestro país, el modem desaparece.
- c) Canal o medio de transmisión.- Soportado físicamente por la infraestructura telefónica: par de hilos aéreos o subterráneos, centrales urbanas, cables coaxiales, microondas, etc. El circuito telefónico tiene características bien definidas como lo son su ancho de banda (3100 Hz) y la impedancia característica (600 ohms a 800 hz).

Al crecer el número de puertos de acceso al computador, se vio la necesidad de separar de éste las funciones concernientes al manejo de las comunicaciones, creándose los controladores de comunicaciones y de esta manera se logró concebir un primer modelo de red de computadoras. En el aspecto académico y de investigación, el estudio se centró en la transmisión de datos y la optimización en el uso del canal telefónico.

### 3.1.3 DEFINICION Y APLICACIONES.

Ahuja define una RCC como "... una colección de nodos con recursos de cómputo y de computadoras de conmutación nodal que proporcionan comunicación a través de un conjunto de enlaces de transmisión". [2]

El mismo autor define los componentes, a partir de dividir la red en 2 subredes:

- a) Subred de usuario y
- b) Subred de comunicaciones.

La subred de usuario está constituida por los elementos computacionales como el Host y las terminales, que son origen y destino de la información.

En las recomendaciones del CCITT (vistas más adelante), se identifica a estos elementos de una manera más generalizada llamándolos equipos terminales de datos o DTE (data terminal equipment).

La subred de comunicaciones es la parte que se encarga de conducir la información en forma de mensajes, paquetes de datos, etc., entre los DTE's. La conforman los convertidores de señal, los nodos de red y los enlaces de comunicación. Los nodos de red son la parte inteligente de ésta y sus funciones son muy variadas, desde ser una interfase con la subred de usuario hasta monitorear y manejar la red en forma completa. A un convertidor de señal las recomendaciones del CCITT lo identifican como un equipo terminal de circuitos de datos o DCE (data circuit-terminating equipment) y se lo identifica generalmente con un modem.

La otra parte de esta subred la conforman los enlaces de comunicación que son los canales o medios utilizados en las comunicaciones eléctricas. Estos enlaces pueden conformar una red de comunicaciones ya establecida, como la red telefónica de Teléfonos de México o la Red Federal de Microondas (RFM), en el

---

2 AHUJA, Vijay : Design and Analysis of Computer Communication Networks, Mc-Graw Hill, 1985, p. 13

caso de nuestro país.

La figura II ilustra estos conceptos (los protocolos de la serie 'X' se explican más adelante).

Las aplicaciones de las RCC aumentan día con día junto con la creciente demanda de información, bienes y servicios que solicita la sociedad y en donde la industria, el gobierno y la investigación hacen cada vez más uso de ella.

A continuación mencionamos algunas de ellas:

- Acceso a la información entre lugares geográficamente distantes, como lo puede ser a bases de datos de materias específicas (INEGI, UNAM-JURE, SECOBI, etc.)
- Compartir recursos de cómputo, tal y como lo hacen las agencias administrativas del IMSS, para impresiones remotas
- Sistemas de procesamiento distribuido, como es el caso de la red de BANAMEX
- Ofrecer bajo costo, disponibilidad inmediata y confiabilidad con medios redundantes, como es el caso de TELEPAC
- Transmisión de grandes volúmenes de información y
- Tal vez la más importante en nuestros días, la de ofrecer compatibilidad entre equipos y software de diferentes fabricantes y proveedores.

#### 3.1.4 ORGANISMOS INTERNACIONALES DE ESTANDARIZACION.

El vertiginoso progreso de las computadoras y de la Informática como disciplina, provocó el que los fabricantes y proveedores diseñaran sus modelos de manera muy personal sin prever problemas como el de la comunicación con modelos de otras marcas o proveedores. Para darnos cuenta de la

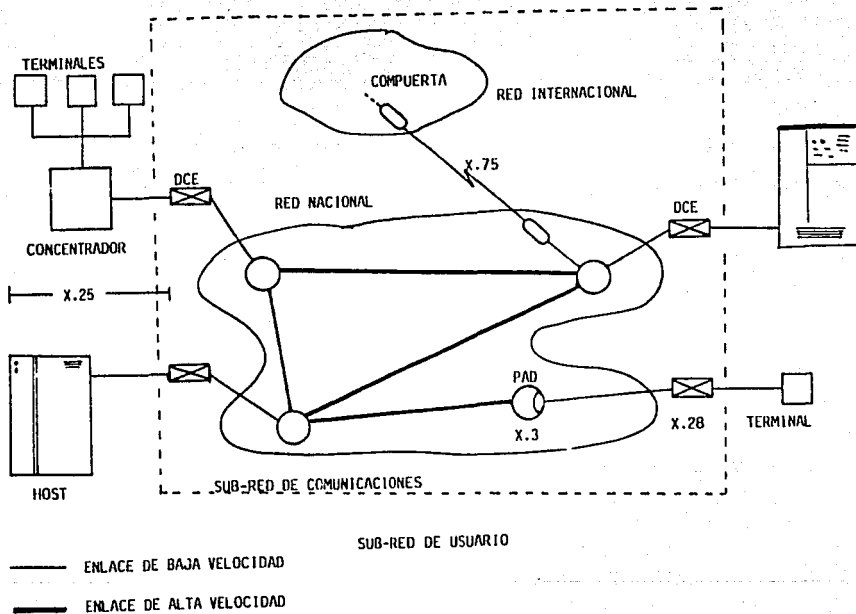


FIG. 11 DIVISIONES DE UNA RED DE COMPUTADORAS

situación que prevalecía, veamos un campo en donde se cuenta con reglas y normas bien establecidas, conocidas y respetadas por todos como lo es el diseño arquitectónico. Un plano de la construcción de una casa es entendido aquí o en Europa o en cualquier parte del mundo gracias a la difusión y plena aceptación de reglas y normas dadas por algún organismo internacional competente.

Esta área de estandarización resulta de importancia capital para el progreso de las redes de computadoras, debiendo tender a un modelo único que asegure la compatibilidad entre equipos.

La figura 12 muestra los organismos más importantes en el área de transmisión de datos e interconexión de sistemas abiertos.

El ISO está formado por los organismos internacionales de estandarización; divide sus trabajos en comités y subcomités con temas de estudio muy específicos.

El CCITT es un organismo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), dependiente de la ONU. Sus miembros son las organizaciones nacionales de correos y telecomunicaciones, así como los organismos privados que ofrecen servicios afines. Al igual que el anterior, divide sus trabajos en comités de estudio.

Tanto el ISO como el CCITT tienen como función principal emitir y publicar recomendaciones sobre algún tema específico.

Al aparecer algún problema o controversia, de carácter técnico u operativo en el campo de la transmisión de datos, el fabricante primeramente adopta la solución que más le conviene. Al hacerse más general esta solución estos organismos internacionales la toman como base, la estudian, la corrigen,

	ORGANISMO	NIVEL
ISO	Organización internacional de estandarización	Internacional
CCITT	Comité Consultivo Internacional de telefonía y telegrafía	Internacional
ECMA	Asociación europea de fabricantes de computadoras	Europa
CMEA	Consejo para la asistencia económica mutua	Países Socialistas
IFIP	Federación internacional para el tratamiento de información	Internacional
BSI	Asociación británica de estándares	Inglaterra
AFNOR	Asociación francesa de normalización	Francia
ANSI	Instituto nacional de estandarización americano	Estados Unidos
EIA	Asociación de industrias electrónicas	Estados Unidos
FTSC	Comité federal de estándares de telecomunicaciones	Estados Unidos
SCT	Secretaría de comunicaciones y transportes	México

Fig. 12 ORGANISMOS DE ESTANDARIZACION.

modifican y emiten una recomendación como una solución generalizada, tendiendo a convertirse en una norma. Los miembros por lo general, adopta esta recomendación aunque no en su totalidad.

### 3.1.5 TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA TRANSMISION DE INFORMACION.

Dentro de una RCC, la información de origen es creada y

transmitida en forma digital, codificada y por medio de señales eléctricas, conformando caracteres, datos, textos y mensajes. En la actualidad existen 3 formas de transmisión dentro de una red, las cuales son:

a) Conmutación de circuitos.- Entre los puntos extremos de una red o DTE's se establece una vía dedicada, única y exclusiva por donde fluye la información. Esta tecnología es recomendada para la transmisión de grandes volúmenes de información y es rentable económicamente si es utilizada de manera constante.

b) Conmutación de mensajes.- Los mensajes son enviados primeramente a los nodos o puntos de conmutación y recepción, en donde se lleva a cabo la función de almacenar y enviar (store & forward). El nodo determina a continuación, la ruta más conveniente para retransmitir el mensaje y así se sigue tratando hasta llegar a su destino. Como se observa, la ruta y el tiempo de retraso en la recepción son variables; el mensaje tiene que almacenarse en los nodos intermedios, llegándose a presentar problemas de congestión al no existir posibilidades de almacenamiento (buffers disponibles) y la necesidad de procedimientos de control de flujo.

c) Conmutación de paquetes.- En el punto anterior el mensaje no tiene definida una longitud, lo que provoca que los buffers de almacenamiento temporal en los nodos de red consideren un tamaño límite, el cual se desperdicia en la mayoría de los casos y provocando además, mayores costos en el diseño de algoritmos.

La conmutación de paquetes es un caso especial de la conmutación de mensajes; define una unidad fija de información, llamada paquete, el cual contiene una dirección de destino y,

al igual que la anterior tecnología, puede utilizar diferentes caminos ocupándolos solamente el tiempo en que es transmitido el paquete.

El problema en este caso se ubica en el extremo receptor, al tener que esperar a que la totalidad del mensaje llegue y sea rearmado, verificar que esta completo y en orden.

Cada una de las tres tecnologías tiene ventajas y desventajas particulares, pudiendo ser útil cada una en determinados casos. La razón principal de aplicar el concepto de conmutación de paquetes en las redes públicas estriba en la manera en como se maneja la sobrecarga (overload) en la red. En una red que utiliza la conmutación de circuitos y es moderadamente activa, llega a resultar difícil encontrar un camino único de extremo a extremo y la transmisión no se realiza, mientras que en una red utilizando conmutación de paquetes, no se detiene, dado que los paquetes se transmiten por n-vías. [3]

### 3.1.6 MEDIOS Y MODOS DE COMUNICACION.

El medio de comunicación es el enlace físico que existe entre el receptor y el emisor, gracias al cual se logra la transmisión eléctrica. En nuestro caso señalaremos al medio como la conexión física entre los nodos de la red, sea cual fuere su naturaleza.

En algunos casos, para la creación de una RCC se toma como medio alguna infraestructura de comunicaciones ya creada, sirviendo de esta manera en diferentes aplicaciones. Un

---

3 AHUJA, Vijay : obr. cit. p. 17



ejemplo de lo anteriormente citado es la red de TELMEX: un par de hilos conectan al abonado a las centrales locales, de ahí aprovechando técnicas de multiplexaje, se conectan a las urbanas y el enlace entre ciudades suele ser vía microondas y en el caso de ser internacional, se utilizan los servicios de los satélites de comunicaciones. No solo se llega a utilizar esta infraestructura para voz y datos, sino que también se utiliza para otros servicios como el facsimil por ejemplo. Otros medios también son usados actualmente para la transmisión de datos, como los enlaces de radio y las fibras ópticas, pero aún no se encuentran disponibles en nuestro país.

Además, anotemos que estos medios -sobre todo los usados en telefonía- suelen ser un recurso escaso, lo que ha provocado el desarrollo de otras tecnologías como las redes locales (LAN's) o la utilización de sistemas de satélites como el Morelos.

Los anteriores medios de comunicación pueden ser utilizados de diversos modos, en cuanto al flujo o dirección de datos se refiere.

Cuando entre dos puntos se establece una comunicación unidireccional, se dice que opera en modo "simplex". Si la comunicación entre estos dos puntos es bidireccional siendo transmisores y receptores pero en una sola dirección a la vez, el modo es llamado "half duplex" y, por último, si el flujo de datos es bidireccional simultáneamente, nos encontramos ante el modo "full duplex".

### 3.1.7 PROTOCOLOS.

Los medios de comunicación, sea cualquiera de que se trate,

resulta ser un recurso no totalmente fiable, es decir, presenta cierta frecuencia de errores. En la transmisión de datos, estos errores resultan críticos por las consecuencias que traería interpretar un dato por otro.

Entre los principales factores que intervienen en modificar el contenido de las señales de información, mencionamos al ruido como principal factor, la distorsión y la interferencia.

Según los trabajos de Shannon, padre de la Teoría de la Información, la probabilidad de error es una función directa de la relación señal-ruido (s/n) [4]. En el caso de tener limitada la potencia de la señal  $s$  y observarse una frecuencia determinada de errores, se busca la manera de aumentar la seguridad en la integridad de la información. La solución a este problema resulta ser la codificación para el control de errores, junto con una serie de mecanismos tendientes a recuperar la información en caso de falla.

Un protocolo es un conjunto de reglas o convenciones preestablecidas que se aplican en el intercambio de información entre dos elementos de la red. Las funciones principales de un protocolo son:

- a) Control de errores
- b) Aceptación de mensajes correctos
- c) Petición de retransmisión en mensajes incorrectos
- d) Identificación de caracteres de control
- e) Supervisar el orden en que deben efectuarse los eventos.

Los protocolos para el manejo de la transmisión serie de

---

4 CARLSON, Bruce : Sistemas de comunicación, México, Mc-Graw Hill, 1980, p. 363

datos se dividen en 2 :

a) Asíncronos.- Conocidos también como start-stop, a cada caracter transmitido le acompaña una señal de inicio, de la misma duración de una unidad de información y una señal de fin, con una longitud de 1 a 2 veces la unidad de información.

b) Síncrona.- A diferencia del anterior, se utilizan señales de sincronización para todo un grupo de caracteres. Se acompañan por caracteres de control al inicio y al final de los agrupamientos. Los más conocidos son :

1.- BSC (binary synchronous communication).- Los caracteres de control se encuentran codificados en el código ASCII y ellos bastan para iniciar, mantener y terminar una sesión, transmitir e identificar errores, etc.

2.- SDLC (synchronous data link control).- Los agrupamientos de caracteres con información son más grandes entre los de control y permite un enlace full duplex. La descripción de este protocolo se verá más adelante al tratar el tema del modelo OSI.

### 3.1.8 TOPOLOGIA Y NODOS DE RED.

En redes de computadoras relativamente grandes, los enlaces entre los nodos viene a resultar un factor económico a considerar. Por lo regular, la situación geográfica de los nodos de red, ya está establecida, atendiendo primeramente a otros conceptos, como lo puede ser la demanda de usuarios o importancia económica. Lo que no es dado a primera instancia es la forma de enlazar nodos entre si.

La topología de una red de computadoras,  $G = (x,A)$  define el

conjunto de A enlaces de comunicación y x nodos de red y la manera en como estan dispuestos e interconectados. En el caso de conmutación de mensajes y paquetes es importante el diseño topológico de la red, saber que rutas alternas podran tener los datos al fallar o encontrarse inhabilitados algunos elementos de la red.

Las configuraciones más comunes se ilustran en la figura 13. Cada una de estas configuraciones presenta características propias:

Una estrella necesita menos enlaces, pero una malla ofrece por lo menos una via redundante en caso de falla, mientras que el bus, a pesar que tiene que atravesar toda la red, es altamente confiable y segura.

NODOS DE RED.- Conforme fueron aumentando las necesidades en el control de comunicaciones en una computadora, se fue haciendo necesario separar esta función de las tareas propias de procesamiento. Fue así como se crearon dispositivos adicionales para el auxilio en el control de las comunicaciones y al aumentárseles más y más tareas (monitoreo, control de flujo, etc) nació el concepto de nodo.

Un nodo puede ser un controlador de comunicaciones, clusters, concentradores de terminales, procesadores front-end, etc y sus funciones son las de operar y controlar la red así como la de ser una interfase con el usuario.

La figura 14 describe brevemente las funciones de un nodo de red sus objetivos.

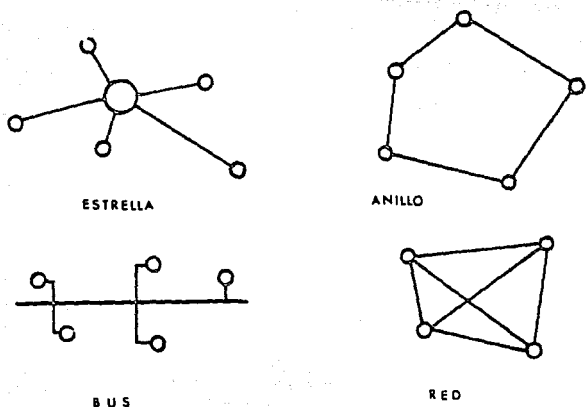


Fig. 13 : TOPOLOGIAS MAS COMUNES.

FUNCIONES	OBJETIVOS
Fuente - destino	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interfase con la subred de usuario</li> <li>Manejo del número máximo en un nodo</li> <li>Provee los protocolos de interfase</li> <li>Segmentación y reensamble de mensajes</li> <li>Creación de identificadores en los paquetes de información (dirección, tamaño, etc)</li> </ul>
Almacena y envía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tránsito de mensajes en nodos intermedios</li> <li>Control de flujo</li> <li>Evitar posibles congestionamientos debido a la carencia de nodos libres.</li> <li>Control de errores en líneas</li> </ul>
Propias de red	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento y medición de la conducta de una red</li> <li>Manejo de la configuración en caso de falla</li> <li>Eficiencia de la red</li> </ul>

Fig. 14 FUNCIONES DE NODOS DE RED

### 3.1.9 ARQUITECTURAS.

Como anteriormente vimos, las necesidades de usuario en puntos distantes al computador y el abaratamiento de periféricos y unidades de almacenamiento, hicieron posible el desarrollo de las redes de cómputo. Desde el punto de vista del proveedor, el desarrollo de sus productos tuvo que regirse por sus propios intereses y por los de sus usuarios, creándose a su vez estándares válidos solo para ellos y sus productos. Al existir la necesidad de comunicarse con equipos de otros proveedores, logicamente surgían incompatibilidades para conectarse entre unos y otros. Es aquí donde los organismos mencionados en el punto 3.1.4 tratan de resolver el problema, apareciendo después soluciones generales a la interconexión de equipos, dentro de un panorama dominado por soluciones particulares.

La arquitectura de una red de computadoras identifica y define las funciones de ella en general y las de los componentes participantes a través de protocolos de red. Funciones como las relativas al intercambio propio de información, al manejo de flujos de mensajes, enrutamiento, direccionamiento, seguridad y privacidad en la red son los objetivos de dichos protocolos de red.

La arquitectura deberá tener como características el ser independiente de software y hardware, asegurando el remplazo de componentes según el desarrollo de nuevas tecnologías y necesidades del usuario.

Al describir la arquitectura de una red, ésta se hace a partir de ciertos niveles con funciones propias, por lo que se

utiliza el concepto de "encapamiento" (layering). Diversos niveles o capas especifican a través de protocolos los servicios de ella, utilizando el nivel inferior n-1 y comunicándose y soportando al superior n+1. Esta idea es parecida a la usada por los antiguos mexicanos en la construcción de sus templos, donde una primera construcción servía de base a una segunda y ésta a otra superior, etc.

A continuación se describe el modelo de red propuesto por ISO como solución general aplicable a cualquier tipo de red y la recomendación X.25 del CCITT como solución adoptada por las redes públicas de transmisión de datos. Al final se ofrece una breve semblanza de otras arquitecturas pertenecientes a diferentes proveedores.

### 3.1.9.1 MODELO OSI.

La ISO a partir del año de 1977, comenzó el estudio de esta problemática creando a partir de su comité No. 97 el subcomité No. 16 para interconexión de sistemas abiertos, el cual emitió como producto de su trabajo un modelo de referencia llamado OSI (open systems interconnection), cuyo objetivo es la interconexión de equipos heterogéneos.

Al definir un sistema abierto como "sistema capaz de interconectarse con otros de acuerdo a normas establecidas" [5] y utilizando el concepto antes mencionado de encapamiento, estructura un modelo en 7 niveles, descritos a continuación:

---

5 ALABAU, Antonio y FIGUEIRAS, Joan : Teleinformática y redes de computadoras, Barcelona, Marcombo, 1985, p.24

- Nivel de aplicación.- Es el de más alto nivel. Hace ver la red al usuario como si fuera una máquina única; por medio de este nivel se realiza una interfase con el operador y cumple con la facilidad de aceptar tareas útiles al usuario, primer objetivo de contar con una computadora, así como también interpreta el significado de las tareas en cuestión.

- Nivel de presentación.- Completa las funciones del nivel anterior al interpretar el contenido de los datos intercambiados y reformatear los mensajes según el tipo de dispositivo, asegurando así el carácter abierto de la red. Un ejemplo de esto, lo es el código ASCII.

- Nivel sesión.- Soporta los 2 anteriores. Regula y controla el diálogo o transmisión entre 2 elementos de la red.

- Nivel de transporte.- Sus funciones son más específicas. Direcciona mensajes a uno o más usuarios, control de circuitos lógicos, acuse de recibo, etc. provee la transferencia transparente de los datos.

- Nivel de red.- Efectúa el control de flujo entre nodos y proporciona rutas alternas.

- Nivel de enlace.- Establece, mantiene y libera uno o más enlaces de datos entre los elementos de la red.

- Nivel físico.- Materializa las condiciones físicas para la interconexión de un DTE y un DCE.

Los 3 primeros niveles conforman lo que se llama el sistema operativo de la red, mientras que en los otros 4 se definen características físicas y lógicas como la topología y el ancho de banda.

El modelo es aplicable tanto a redes locales como a redes públicas y privadas.



### 3.1.9.2 LA RECOMENDACION X.25.

En cuanto a las redes públicas de transmisión de datos, el CCITT conformó su comisión de estudio No. 7 denominada "Transmisión de datos a través de redes públicas". En 1977 comienza la elaboración de recomendaciones de la serie X, en donde se analiza todo lo referente a dichas redes públicas, utilizando la tecnología de conmutación de paquetes. En el año de 1980 se revisan y aprueban nuevas recomendaciones, dentro de ellas la X.25, motivo de este punto.

La recomendación X.25 define los procedimientos y protocolos para conectar e intercambiar información entre un DTE a un punto de acceso a la red pública o DCE, trabajando en modo paquete. En el caso de no trabajar de modo paquete, las recomendaciones X.3, X.27 y X.28 establecen como efectuar el enlace.

Las 2 funciones principales en el uso de X.25 son :

- a) Interconexión de equipo heterogéneo a la red pública (sistema abierto) y
- b) Uso de un enlace internacional de redes, definido en la recomendación X.75.

CIRCUITOS VIRTUALES.- X.25 utiliza el concepto de circuitos virtuales, como una asociación bidireccional entre 2 DTE's en donde se transfieren datos de modo paquete. Este concepto sirve para que en un momento dado se puedan establecer un n número de comunicaciones simultáneas haciendo uso de la misma interfase DTE-DCE.

Un circuito virtual a manera de las líneas telefónicas puede ser :

- Permanente.- No requiere de los procedimientos de establecimiento y terminación de llamada, dada su asignación en forma fija.

- Conmutado.- Requiere buscar la materialización de un camino cada vez que se requiera, así como de establecer y terminar la llamada.

Cada uno de los casos anteriores depende de las funciones asociadas a los DTE y a otros aspectos como lo puede ser el tarifario.

NIVELES DE X.25 .- Para su estudio se divide en 3 niveles que son correspondientes a los 3 últimos descritos en el modelo OSI. El nivel físico es el mismo; el de enlace corresponde al de trama (frame) y el de red al de paquete. Una descripción breve se cita a continuación junto con los aspectos más relevantes:

- Nivel 1 o físico.- En él se definen todas las características físicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para lograr el enlace físico entre un DTE y un DCE. Este nivel es en realidad otra recomendación, la X.21 que define una interfase de aplicación general DTE-DCE para funcionamiento sincrónico en redes públicas de datos. Especifica un circuito de funcionamiento sincrónico, punto a punto, full duplex, existiendo otras características y es equivalente al estándar de la EIA conocido como RS-232-C.

Sus funciones principales son el transporte de la señal eléctrica y la sincronización y la señalización para el circuito físico del enlace.

- Nivel 2 o de trama.- Su objetivo es el de controlar el intercambio de datos sincronizando y operando la línea, y

asegurando la integridad de los mismos ante errores de la línea, así como de informar al nivel superior de anomalías.

Utiliza un protocolo de transmisión llamado HDLC, muy parecido a SDLC, conocido en la terminología del CCITT como LAP-B (balanced-mode link access procedure).

El nivel de trama establece un formato general presentado en la figura 15.

Los flags (F) sirven para funciones de sincronización en la operación de la línea.

El siguiente octeto de dirección (A) en HDLC identifica a una estación secundaria. En el caso de X.25, al definirse un enlace punto a punto, este campo se vuelve innecesario, pero no es eliminado para no romper con la compatibilidad.

El tercer octeto de control (C) define el tipo de trama que puede ser de cualquiera de los siguientes tipos :

- 1.- De información.- Contiene paquetes a intercambiar entre el DTE y DCE.
- 2.- Supervisión.- Control sobre la línea
- 3.- No numerada.- Sus funciones son las de inicializar el enlace, desconectar lógicamente la estación (DTE) y rechazar comandos inválidos.

Dos octetos constituyen el chequeo de errores en la trama (FSC), utilizan la técnica de chequeo redundante cíclico, cálculo donde intervienen los campos de información y trama.

El campo de información (I) contiene los paquetes de información los cuales serán llevados por la subred de comunicaciones a su DTE de destino.

- Nivel 3 o de paquete.- Define el formato de los paquetes de información y de control usados para el intercambio en

circuitos virtuales. Como se podrá observar en la figura 16 un paquete de información siempre es enviado en una trama y su longitud es especificada por la administración de la red.

El formato de un paquete de datos establece los siguientes campos:

- . Identificación general, correspondiente a los 4 primeros bits. El primero de ellos (bit Q), indica la continuación de más de un nivel de datos.

- . Número de grupo de canal lógico, se posicionan en los 4 siguientes bits del primer octeto.

- . Número de canal lógico, en el siguiente byte. Tanto éste como el anterior número, dependen de la cantidad de canales contratados y asignados por la administración de la red.

- . Identificación del tipo de paquete, 1 byte para especificar si es de información o a que tipo de paquete de control pertenece.

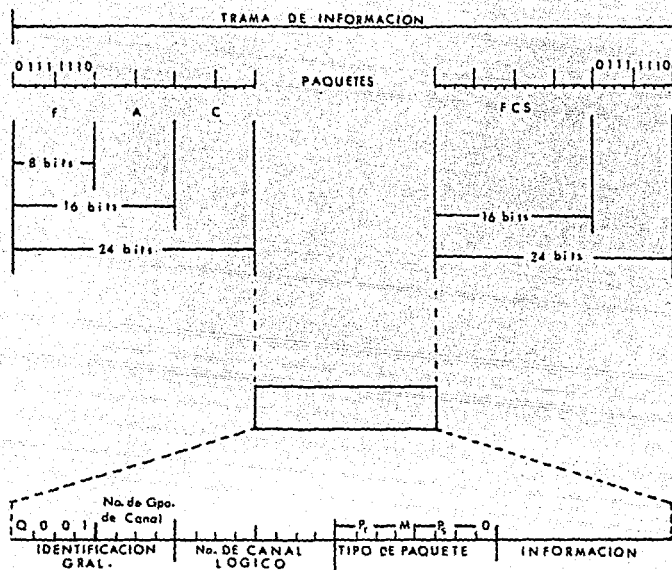
- . Información de hasta 256 bytes.

Mediante los paquetes de control se llevan a cabo los procedimientos de X.25. Algunos de ellos son:

- . Establecimiento y corte de la llamada virtual.- Contiene las direcciones de los DTE's, la información del canal a utilizar, así como otros servicios.

- . Control de flujo.- El byte de control de paquete proporciona 2 contadores : uno para paquetes enviados y otro para recibidos. Recordando que en X.25 se utiliza enlace full duplex, estos contadores dan el control y determinan la correcta recepción de los paquetes.

- . Manejo de errores.- Usados para reestablecer contadores en caso de una falla y proporcionar la recuperación de



Pr = Contador de paq. recibidos  
 Ps = Contador de paq. enviados

FIG. 15 NIVEL DE TRAMA Y DE PAQUETE EN X.25

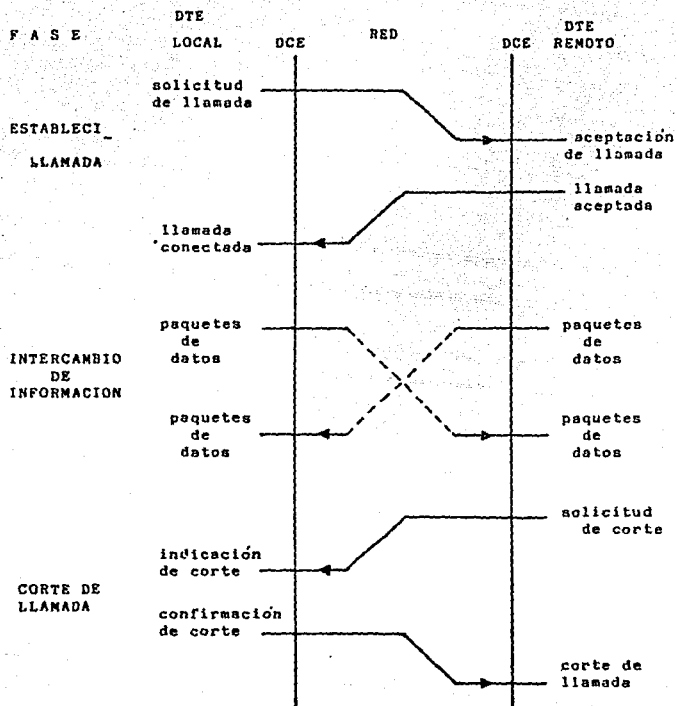


Fig. 16 SECUENCIA DE LLAMADA EN X.25

información.

. Interrupción.- se envía un solo byte al extremo receptor, con fines de control.

. Datagramas.- Facilidad empleada cuando solo se requieren enviar unos cuantos bytes de información con lo que se ahorra tiempo en comunicación al evitar los procedimientos de establecimiento y terminación de un circuito o llamada virtual.

La figura 16 corresponde a la secuencia seguida ante el establecimiento de una llamada.

### 3.1.9.3 OTRAS ARQUITECTURAS.

En 1974, IBM desarrolla su SNA (System Network Architecture) como primera solución en este campo. Dentro de sus generalidades, identifica a los elementos de la red en términos de unidades físicas (PU) denominando a los Host como PU 5, a los controladores de comunicaciones como PU 4, a los concentradores como PU 2 y a las terminales como PU 1. SNA define unas funciones específicas para cada uno de los elementos participantes las cuales están integradas a ellos en forma de software o microcódigo. Para establecer un intercambio de mensajes es necesario establecer antes sesiones entre los elementos.

Dentro de Honeywell, DSA (Distributed Systems Architecture) se constituye a partir de 3 elementos informáticos: procesadores de red (nodos de red), procesadores de información (host, minis) y sistemas de gestión de bases de datos. Se define de manera similar a la anterior, el concepto de sesión.

Para las 2 arquitecturas mencionadas, los medios de

comunicación utilizados son transparentes en la red, definiendo solo las características de interfase.

Cada una de las arquitecturas anteriores consta de 7 capas, algunas con el mismo nombre y se muestran en la figura 17 junto con el modelo OSI y X.25.

Otros desarrollos que se han dado de manera paralela son: BNA de UNISYS (antes Bourroughs), Hewlett Packard con DSE y DCA de Sperry UNIVAC. Agreguemos a esta lista la solución dada entre microcomputadoras aparecida recientemente, las de LAN (local area network) las cuales conforman redes de tipo privado y cuyo estudio queda fuera del alcance del presente trabajo.



## ARQUITECTURA

	DSA	OSI	SNA	X.25
NIVEL				
7	Aplicacion	Aplicacion	Servicio a usuarios finales	
6	Presentacion	Presentacion	Manejo de funcion	
5	Sesion/Conexion	Sesion	Flujo de datos	
4	Transporte	Transporte	Transmision	
3	Red	Red	De ruta	Paquete
2	Enlace	Enlace	Enlace	Enlace
1	Fisica	Fisica	Fisica	Fisica

Fig. 17 : COMPARACION DE ARQUITECTURAS

## ARQUITECTURA

	OSA	OSI	SNA	X.25
NIVEL				
7	Aplicacion	Aplicacion	Servicio a usuarios finales	
6	Presentacion	Presentacion	Manejo de funcion	
5	Sesion/Conexion	Sesion	Flujo de datos	
4	Transporte	Transporte	Transmision	
3	Red	Red	De ruta	Paqueta
2	Enlace	Enlace	Enlace	Enlace
1	Fisica	Fisica	Fisica	Fisica

Fig. 17 : COMPARACION DE ARQUITECTURAS

### 3.2 LA RED PUBLICA DE TRANSMISION DE DATOS, TELEFAC.

Vistas las generalidades y conceptos en que se basan las redes públicas de transmisión de datos, toca ahora particularizar este estudio centrándolo en el caso de TELEFAC, red mexicana diseñada para este caso.

Antes de abordar los aspectos técnicos propios, se cita en forma resumida la manera en que se estructuran las comunicaciones eléctricas en México .

#### 3.2.1. LAS COMUNICACIONES EN MEXICO.

El grado de desarrollo integral de un país se mide en buena parte, de la capacidad de comunicación disponible. Al igual que en otros países, en México se ha vinculado el desarrollo económico y social, al que han tenido los diversos servicios de comunicación, como lo son el telégrafo, el teléfono, televisión, las comunicaciones via satélite, etc. En el momento presente las nuevas tecnologías en materia de telecomunicaciones, no son tan solo una consecuencia del progreso, sino que bien, se han convertido en un prerequisite para continuar con la evolución de la sociedad.

Tal y como lo señala el artículo 28 constitucional, el Estado es por ley la entidad encargada de ejercer funciones en materia de telecomunicaciones a través de organismos y empresas que el requiera para su eficaz manejo, constituyéndose en un monopolio. Define a su vez, la participación en estas áreas

estratégicas, de los sectores social y privado, así como la posibilidad de "...concesionar la prestación de servicios públicos o la explotación, uso y aprovechamiento de los bienes de dominio de la Federación". [6]

El Estado mexicano considera a las telecomunicaciones como la transmisión, conducción, recepción y recuperación de señales ya sean imágenes, voz, datos, etc; considerando sistemas de tipo unidireccional (TV) y los bidireccionales (datos).

Los servicios estatales se presentan bajo 3 modalidades :

a.) Directa.- El manejo de las telecomunicaciones se maneja a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y en particular, por medio de la Dirección General de Telecomunicaciones (DGT), teniendo como funciones la planeación, instalación, operación y comercialización de los diferentes sistemas.

b.) Concesión.- Privilegio brindado por el estado a otro, contando con o sin su participación, como lo es el caso de la telefonía y de la televisión estatal.

c.) Con permiso.- Otorgada directamente a los particulares; en ella se encuentran la radiodifusión, las antenas parabólicas, la banda civil (CB) y los radioaficionados.

### 3.2.2 SERVICIOS PUBLICOS DE TELECOMUNICACION DE DATOS.

La DGT, además de las funciones mencionadas, se encarga de los permisos y concesiones otorgados; y de las relaciones y acuerdos de carácter internacional que se tengan con la UIT,

---

6 ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, Constitución Política, México, Secretaría de Gobernación, 1985, Art.28, p. 61

INTELSAT y otros.

En el área de comunicación de datos se cuenta con 3 redes específicas y de una infraestructura de conducción de señales, implementando los enlaces específicos que demanda cada usuario, siendo estos últimos la Red Federal de Microondas (RFM) y el Sistema Morelos de Satélites (SMS).

En lo referente a las redes creadas, éstas fueron diseñadas tomando en consideración:

- a) El Estado
- b) Los proveedores de equipo
- c) Los usuarios.

A continuación se mencionan estas 3 redes que ofrecen transmisión de datos :

a) Centro INFONET.- Proporciona un sistema de teleinformación de tiempo compartido, es de bajo costo y se conecta directamente a una red mundial. Proporciona además una gran cantidad de paquetes de programación, orientados a las aplicaciones comerciales, administrativas y financieras.

No exige hardware ni comunicaciones especiales con el usuario. Las velocidades disponibles son para red conmutada, de 300 a 1200 bps y en línea dedicada entre 4,800 y 9,600 bps. Se accesa en 150 ciudades de la república por vía telefónica y maneja todos los protocolos de comunicación.

b) SERVICIO PUBLICO INFOSAT - Utilizando la potencia y alcances del SMS difunde unidireccionalmente información desde una base de datos hacia múltiples receptores en forma simultánea. Dentro de sus usuarios se cuentan varias agencias noticiosas.

c) TELEPAC.- Red dedicada al tratamiento, comunicación y consulta de información en forma de datos y a distancia. Los

puntos presentados en seguida, tratan algunos de los antecedentes, el funcionamiento y demás particularidades de TELEPAC.

### 3.2.3 TELEPAC: ORIGEN Y DESARROLLO.

En México hasta la década pasada, existían dos formas para transmitir a distancia información codificada digitalmente:

- Enlace conmutado.- Usando las facilidades de la red conmutada de TELMEX.
- Enlace punto a punto .- Utilizando enlaces dedicados y microondas.

El usuario prefería esta última opción debido a la mala calidad de las líneas conmutadas y, sobre todo, al ruido presentado comúnmente.

El crecimiento de las líneas privadas fue en aumento; sin embargo se presentaban 2 factores negativos; el primero fue el económico, pues solo las empresas grandes y con recursos financieros disponibles, podían efectuar una erogación de esta índole; y el segundo factor, consecuencia del primero, llevó a una demanda excesiva, provocando la saturación de la Red Federal de Microondas.

Llevándose a cabo un análisis de la situación, se detectó que en el mejor de los casos, se utilizaba un 20% de la capacidad de cada circuito individual, pues la velocidad de transmisión no requería más y por otro lado, solo se llegaba a justificar en el caso de grandes volúmenes de información a transmitir.

De esta manera, se hicieron los estudios correspondientes

para la utilización de una técnica de multiplexaje lógico o de conmutación, para un mejor uso del canal, compartiéndolo con todos los usuarios, que en ese momento habían crecido como consecuencia del abaratamiento de las computadoras personales y el aumento de los sistemas de proceso distribuido geográficamente.

En el año de 1980, la DGT pone en funcionamiento a TELEPAC, diseñada en su origen aprovechando la experiencia de otros países, como Canadá, Japón, Estados Unidos, etc.

Los objetivos de TELEPAC son los de cubrir las necesidades nacionales en materia de transmisión de datos y proporcionar interconexión con redes internacionales bajo un marco de disponibilidad, confiabilidad y seguridad.

La tecnología de conmutación de paquetes fue implementada en razón de la eficiente asignación dinámica del ancho de banda disponible al compartir los recursos de la subred de comunicaciones con múltiples usuarios diferentes, en forma simultánea y logrando una reducción importante en los costos. Así mismo, se adoptó el protocolo definido en la recomendación X.25 del CCITT, obteniéndose la compatibilidad de equipo heterogéneo, confiabilidad, conexión múltiple y una posibilidad de enlace internacional.

#### 3.2.4 TOPOLOGIA.

Una primera etapa experimental, consideró 5 ciudades y desde octubre de 1982, en su primera etapa lleva sus servicios a 23 ciudades (ver fig. 18), pensando hacerla crecer a 55 en una segunda etapa en el segundo semestre de 1988.

La red se divide en red de transporte y de acceso. La primera de ella se constituye formando una malla con cada uno de los nodos de red de las ciudades de Guadalajara, Hermosillo, Monterrey, Villahermosa, Puebla y los 5 del D.F. Como se observará, en cada uno de estos puntos se cuenta además de la ruta primaria, otra ruta secundaria por lo menos. La red de acceso está formada por equipos que concentran el tráfico de datos de los usuarios para posteriormente enviarlos a los nodos principales o de red.

La ubicación de los usuarios se definió en base a la actividad económica y distribución poblacional.

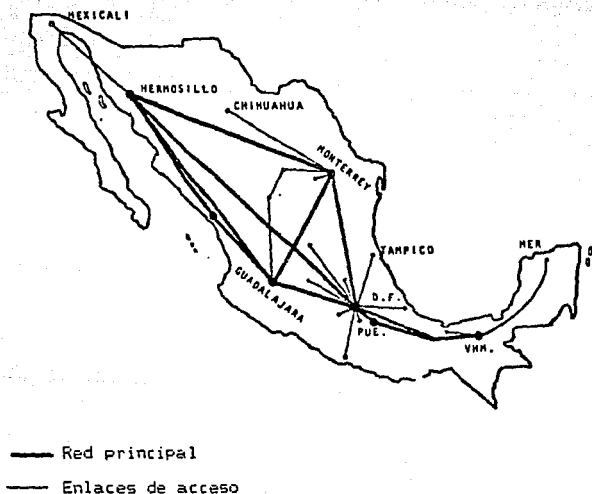


Fig. 16 TOPOLOGIA DE TELEPAC



### 3.2.5 ESTRUCTURA Y CARACTERISTICAS FUNCIONALES.

Los nodos de TELEPAC tienen 2 funciones primordiales:

- a) Concentradores.- Reciben los datos originados por equipos y periféricos, concentrándolos y enviándolos por un canal de alta velocidad a uno o más nodos de red vecinos.
- b) Conmutadores.- Además de proporcionar la función anterior, establecen circuitos entre ellos mismos direccionando la información. Estos nodos reciben el nombre de centros nodales formando la red de transporte. De esta manera se tienen 10 equipos conmutadores y 13 concentradores. Los enlaces entre nodos se efectúan por línea troncal utilizando la infraestructura de la RFM y los enlaces de OTE's a los nodos se realizan a través de líneas telefónicas. Todas las funciones de los 2 tipos de nodos las realiza un equipo TP-4000 DTDI-02 de TELENET, conocido simplemente como TP's. Otras funciones que lleva a cabo son:

- . Conversión de protocolos
- . Convertidores de código y velocidad
- . Multiplexor
- . No requiere cambio de software o hardware en el equipo usuario.

Un TP se compone de los siguientes elementos:

- a) CPU - Encargado de cargar, ejecutar el software del TP, manejo de buffer, control de redundancia e incorporación de la recomendación  $\lambda.25$  para el nivel paquete. Consta de una tarjeta, reloj, memoria local y un microprocesador (MOS 6502A).
- b) LPU (unidad de procesamiento de líneas).- Controlan el

acceso a las líneas de conmutación cuenta con un microprocesador 6502A con 8 kb de memoria local.

c) Arbitro.- Tarjeta que opera con el módulo de la memoria principal. Controla los canales de acceso a la memoria, los errores e interrupciones en ella y sirve de interfase con los LPU.

d) Memoria central.- Almacena la información a transferir, el software de CPU, la tabla de identificación de usuarios, la de enrutamiento, la implementación X.25 y toda la información necesaria para cargar el sistema cuando entra en funcionamiento.

e) Switches de interfase.- Enruta la señal de los DTE's hacia su LPU correspondiente.

f) Fuente de poder.

La arquitectura del procesador se ilustra en la figura 19, así como sus características físicas.

El control del funcionamiento de TELEPAC es llevado por lo que se conoce con el nombre de Centro de Control de la Red (CCR) formado por un computador de procesamiento de datos PRIME 550 y su respectivo respaldo. Comprende el monitoreo del estado de la red, detección de errores y diagnóstico local y remoto de fallas, estadísticas así como la carga de tablas de software que determinan las configuraciones de usuario y los puntos de acceso a la red.

Para el enlace internacional, TELEPAC ofrece la posibilidad de enlazarse a otras redes similares por medio de la recomendación X.75, similar a la X.25. Un enlace interred se lleva a cabo por una compuerta o gateway y tiene lugar de 2 maneras:

- a) Directa.- El enlace, via satélite, accesa la red.
- b) Indirecta.- Una red intermedia permite acceder la red de destino.

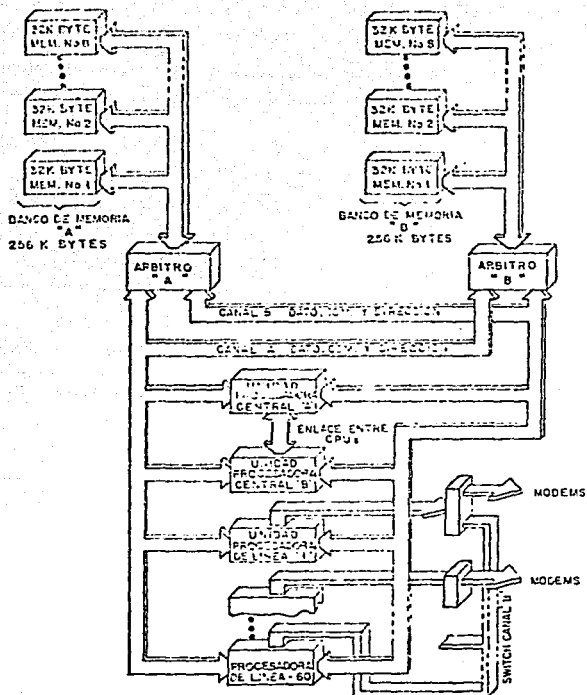
La figura 20 muestra las posibilidades de enlace por medio de TELEPAC y a continuación se dan algunos parámetros estadísticos que señalan las características de servicio.

disponibilidad .....	99.9 %
confiabilidad .....	99.85 %
tiempo en conectar llamada ...	120 ms
tiempo a conectar a la red ...	147 ms
tiempo en liberar un circuito	400 ms
llamadas rechazadas .....	1/1000
usuarios .....	743 (Dic/87)

### 3.2.6 TARIFAS Y SERVICIOS.

Dentro de los varios servicios prestados por TELEPAC nos encontramos con los siguientes :

- Circuitos virtuales permanentes.- Semeja un enlace punto a punto, donde no se necesita marcar dirección alguna para conectarse al otro extremo.
- Circuitos virtuales conmutados.- Enlace entre dos canales que asegura cada uno la conexión de un equipo DTE.
- Grupo cerrado de abonados.- Brinda total privacidad en los datos y conforma un conjunto de usuarios previamente definidos
- Alto grado de disponibilidad las 24 horas los 365 días al año.
- Conexión a redes internacionales y a otros servicios como lo es INFONET.



Dimensiones: 1.79 x 0.57 x 0.77 Peso : 130 kg  
 Requerimientos y consumo de energía : 115 V, 47-63 Hz  
 100 watts  
 Requerimientos de temperatura : 0-40 °C  
 Humedad : 5-95 %  
 Velocidad de línea : 32.4-56 kbps  
 Multiplexaje estadístico : X.25

Fig. 19: ARQUITECTURA DEL TP-4000

PAIS	RED	FORMA DE ACCESO
Francia	Transpac	Directamente
Italia	Italcable	Directamente
Inglaterra	IPSS	via TRT
Suiza	PTTS	via TRT
Austria	PTTS	via TRT
Suecia	Datapak	via Transpac
USA	TRT	Directamente
	MCII	Directamente
	Telenet	Directamente
	Tymnet	Directamente
Canadá	Datapak	via TRT
Alemania	Datex	via TRT

Fig. 20 REDES ACCESADAS POR TELEPAC.

- Conexión de usuarios sincrónica con velocidades de 2,400 a 9,600 bps y asincrónica de 300 a 1,200 bps .

Servicio de llamadas por cobrar.

Una característica importante en el servicio prestado por TELEPAC es el cobro de su servicio sin tomar en cuenta la distancia a la cual se transmiten los datos (transparente). Solo se toma en cuenta el tiempo de conexión y el volumen de datos. Como ya se mencionó, un enlace dedicado vía telefónica, no resulta costeable económicamente a menos que se utilice buena parte del día, pagándose en este caso una renta mensual por 24 horas, se use o no la línea.

La tarifa toma en cuenta si es enlace nacional o

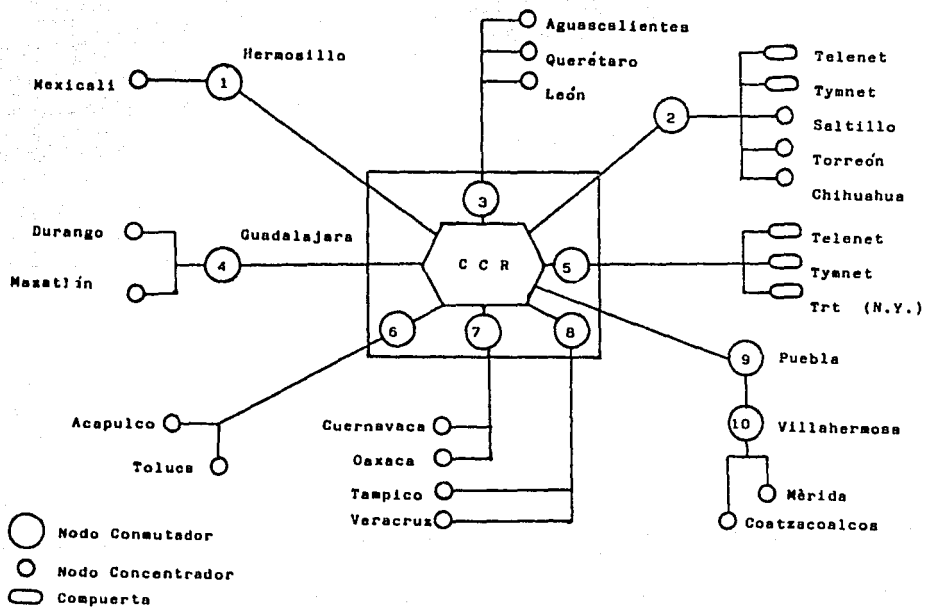


FIG. 21 ESTRUCTURA DE TELEPAC

internacional y depende también, aunque muy poco, del tipo de conexión a la red, si es por línea dedicada o por red telefónica conmutada (Fig. 22).

### 3.2.7 FUTURO DE TELEPAC.

El futuro en el mundo de la informática presenta grandes perspectivas, al igual que los sistemas distribuidos. TELEPAC contempla un crecimiento acorde a los requerimientos del país sabido que el desarrollo de un país se basa en buena parte de los servicios de comunicaciones que tenga.

Con la entrada de México a las comunicaciones espaciales en el año de 1985 mediante el SMS, se amplía la Red Nacional de Comunicaciones. Los servicios y facilidades que otorga la comunicación vía satélite, junto con la carencia de sistemas portadores ajustados a la topología, hacen pensar en su posible utilización en TELEPAC. El SMS ofrece las siguientes ventajas y servicios:

- Manejo de altas y bajas velocidades.
- Modos bidireccional y unidireccional.
- Disponibilidad los 365 días del año.
- Capacidad suficiente para el manejo de la demanda nacional.

A pesar de lo anterior, un 7% de la capacidad del satélite se utiliza en voz y datos, porcentaje muy bajo si lo comparamos contra el utilizado por otros países como Estados Unidos, donde el 20% de sus 500 transponders son aplicados en estas funciones. En la figura 23 se muestra el porcentaje de utilización del satélite según sus aplicaciones.

A) SERVICIO NACIONAL

Cargos por suscripción una sola vez:		\$ 44,000
	Por enlace dedicado	Por red conmutada
Por conexión al sistema:	\$ 75,500	\$ 19,000
Por acceso al sistema mensualmente:		
De 300 a 1,200 bps	\$ 62,500	\$ 6,300
De 2,400 a 9,600 bps	\$ 125,000	-----
Por tiempo de conexión por minuto:		
De 300 a 9,600 bps	\$ 35	\$ 35
Por volumen de información:		
De 300 a 9,600 bps	\$ 380	\$ 380

B) SERVICIO INTERNACIONAL

Por tiempo de conexión por minuto:		
1.- Europa		\$ 0.195 U.S.
2.- Africa, Asia y Oceanía		\$ 0.255 U.S.
3.- Centro, Sudamérica y el Caribe		\$ 0.195 U.S.
4.- Estados Unidos y Canadá		\$ 0.162 U.S.
Por volumen de información:		
1.- Europa		\$ 13.89 U.S.
2.- Africa, Asia y Oceanía		\$ 20.85 U.S.
3.- Centro, Sudamérica y el Caribe		\$ 13.89 U.S.
4.- Estados Unidos y Canadá		\$ 8.70 U.S.

C) SERVICIOS OPCIONALES

Emisión de informes detallados en un mes	\$ 13,500
Por grupo cerrado de abonados :	
Por instalación , por cada estación	\$ 11,500
Cuota mensual, por estación	\$ 5,400

Fig. 22 SERVICIOS Y TARIFAS DE TELEPAC.



Un análisis previo impide considerar los sistemas portadores por satélite para la transmisión de datos. La razón de esta afirmación se encuentra en el retraso en el envío de las señales de reconocimiento, para verificar la correcta llegada de los paquetes en el extremo receptor. Dicho retraso es de 480 ms por cada uno de ellos, tiempo en el cual no se podría hacer uso del enlace, resultando una eficiencia muy baja.

En un trabajo presentado previamente en el marco del X Congreso Bienal de Ingenieros Mecanicos Electricistas, los Ings. Salazar y Trejo proponen la utilización de un sistema de acceso diferente al de un protocolo de transmisión como el HDLC. Además proponen:

- La transmisión a bajas velocidades, específicamente 9,600 bps.
- La utilización del satélite como una vía o ruta de respaldo a los enlaces primarios, aprovechando su total cobertura del territorio nacional y ser el enlace a puntos de difícil acceso.
- Contar en las porciones terrestres con líneas de la más alta calidad posible, para evitar posibles retransmisiones.

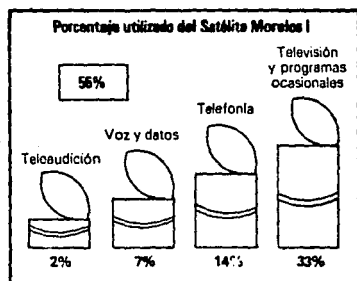


Fig. 23 UTILIZACION DEL SATELITE MORELOS 1 EN 1988

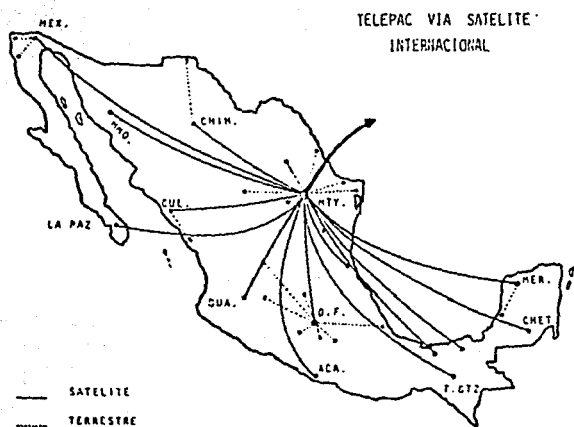
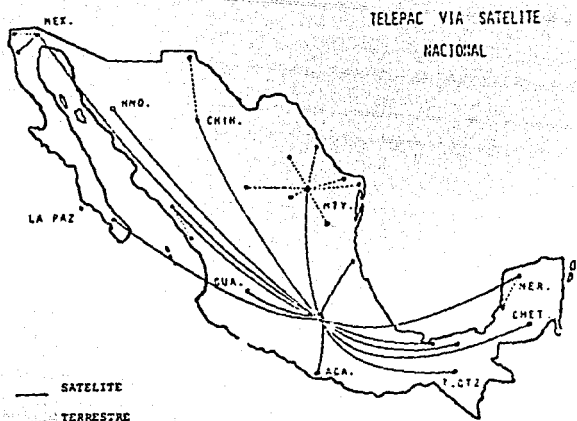


Fig. 24 USO DEL SISTEMA MORELOS DE SATELITES EN TELEPAC

## CAPITULO 4

### RED DE COMPUTADORAS INSTITUCIONAL

- 4.1 DIVISION DEL PROBLEMA
- 4.2 DEFINICION DE NIVELES DE RELACION
- 4.3 OBJETIVOS
- 4.4 ALCANCES
- 4.5 DISEÑO TOPOLOGICO
  - 4.5.1 RED PRIMARIA
  - 4.5.2 RED LOCAL
- 4.6 REQUERIMIENTOS ADICIONALES
  - 4.6.1 TELEPAC
  - 4.6.2 EQUIPO HONEYWELL
  - 4.6.3 EQUIPO TOWER
  - 4.6.4 EQUIPOS OLIVETTI
  - 4.6.5 SOFTWARE ADICIONAL
- 4.7 ADMINISTRACION DE LA RED INSTITUCIONAL

El IMSS presenta problemas operativos en sus diferentes sistemas de información pertenecientes al área de abastecimientos, debido en gran parte en el hecho de carecer de una infraestructura de comunicaciones para interconectar sus sistemas de cómputo distribuidos en todo el territorio nacional; antes bien, esta situación se hará más crítica proximately al aumentar los volúmenes de información debido a factores como la indexación de precios, crecimiento poblacional, etc.

Por otra parte, el Gobierno Federal administra una red propia para la transmisión de datos (TELEPAC) la cual ha tomado una gran importancia ante los requerimientos presentes de telecomunicación con equipos de cómputo y las expectativas futuras de crecimiento en el sector informático.

Toca ahora analizar de que manera y cómo TELEPAC se puede integrar como una solución viable a la situación presentada por el Instituto en esta área, los objetivos, funciones y demás características que tendría un modelo de red como el propuesto en este capítulo.

#### 4.1 DIVISION DEL PROBLEMA.

Tal y como se mencionó en el inciso 3.1.3, una red de computadoras se divide en la subred de usuario y la de comunicaciones. Dentro de la primera, encontramos en el área de abastecimientos, computadoras de diferentes marcas y proveedores, las cuales son la base de sus sistemas de información. La información capturada, procesada y almacenada

en un punto geográfico, es requerida en otro sitio distante, y para efectuar la transmisión se hace uso de dispositivo de almacenamiento magnético (diskette y cartucho) y son enviados haciendo uso del servicio institucional de valija o, en menor escala y en casos de urgencia, de otros medios como avión o algún servicio de mensajería. Todo esto lleva a problemas de retraso en la operación, de incertidumbre en la integridad de la misma y con muy altos costos de operación. Dentro de esta primera subred (de usuario) el presente trabajo se limita al aspecto de la interfase de comunicaciones entre las 2 subredes sin abarcar lo referente a los sistemas de información, esto es :

a) Para el diseño de la red, no se requerirá cambiar las estructuras lógicas de las bases de datos distribuidas o de los archivos, ni los sistemas operativos de las computadoras. Solo se adicionarán los módulos de software necesarios para la transmisión de datos.

b) Para poder establecer los diferentes enlaces, se integrarán nuevas funciones, descritas más adelante, propias de un ambiente de transmisión de datos.

c) Se ve solamente el aspecto de las interfases de comunicación del equipo de cómputo con los nodos de red, mencionando brevemente las posibles arquitecturas a implementar.

Los aspectos a considerar en la subred de comunicaciones se enfocan dentro de las características y requerimientos para la utilización de TELEPAC y de que manera los diversos centros de cómputo intercambiarán información.

#### 4.2 DEFINICION DE NIVELES DE RELACION

Antes de continuar es preciso determinar las relaciones existentes entre los diferentes sistemas desde el punto de vista de enlaces dentro de la red, mediante un término que llamaremos Nivel de Relación (NR). Tomando en cuenta los diferentes niveles tanto de desconcentración, como la interfase entre sistemas informáticos (ver figuras 3 y 9), se establecen 3 posibles niveles de enlace, cada uno con una problemática especial definiéndose de la siguiente manera:

a) Nivel de Relación 1 (CENTRAL-CRS) .- Los 6 CRS con computadoras Tower intercambian y consultan información con el DF. Dicha información se ubica en la base de datos del equipo Honeywell de la Jefatura de Adquisiciones.

Además de este enlace, se considera la comunicación existente entre los CRS. Esta situación nace del hecho de efectuar trasposos entre los CRS al no poderse cumplir centralmente con el requerimiento solicitado o ante alguna situación urgente (epidemias, terremotos, etc).

b) Nivel de Relación 2 (CRS-DELEGACION) .- Al igual que en el nivel anterior, las n delegaciones pertenecientes a un CRS, intercambian y consultan información con él. En este caso, el enlace es con equipos de la misma familia Tower y con características y funcionamiento similares. Por disposiciones de la SGA, las delegaciones no pueden efectuar trasposos entre sí a iniciativa propia.

c) Nivel de Relación 3 (DELEGACION-UNIDAD OPERATIVA) .- En este último nivel de desconcentración, los equipos Tower delegacionales tienen una conexión directa con los equipos

ubicados en las farmacias de las unidades médicas (centros médicos, hospitales y clínicas).

Tomando como base las figuras 25, 26 y 27 el NR 1 lo representan, por ejemplo, la vía Monterrey - México y la de Monterrey - Durango; el NR 2 lo conforman Monterrey con cada una de sus delegaciones y el NR 3 para la delegación de Coahuila, lo establecen la delegación con sede en Saltillo junto con las farmacias de Torreón, Piedras Negras, Monclova y Sabinas.

#### 4.3 OBJETIVOS.

Derivado de la problemática del área usuaria, se hace necesario establecer un conjunto de objetivos claros que sirvan como metas en el desarrollo posterior.

La integración de una infraestructura de cómputo deberá cumplir con los siguientes puntos:

- a) Sustituir en su totalidad todo tipo de enlace vía medio magnético o valija por otro, en este caso TELEPAC, contando con las características de confiabilidad, disponibilidad y velocidad, manteniendo la estructura organizacional actual.
- b) Observar una estructura jerárquica que permita ir desarrollando progresivamente la red por Niveles de Relación.
- c) Permitir la incorporación a la red de nuevas aplicaciones, sistemas y dispositivos, así como proveer un aumento en el tráfico de datos y
- d) Constituirse como una red privada en el sentido de que solo podrán establecerse sesiones entre los diferentes centros de cómputo del Instituto. Ante la administración TELEPAC se

conforma un grupo cerrado de abonados. Desde luego que ésto no descarta de ninguna manera la interconexión con otras entidades gubernamentales y privadas, tal y como actualmente las tiene el Instituto como por ejemplo con la SHCP para el impuesto, con el INFONAVIT para enterar cuotas o con las grandes empresas privadas para los avisos de afiliación. Desarrollar este nivel de conexión implica un estudio más general y extenso, quedando fuera del presente trabajo.

El logro de los puntos anteriores, postulados como objetivos, implica la satisfacción de las necesidades del usuario.

#### 4.4 ALCANCES.

Una red de computadoras como la propuesta al Instituto, en la que la información pueda encontrarse disponible en el lugar y tiempo dispuesto y en cobertura a nivel nacional, requiere de un gran esfuerzo, implicando a su vez varias actividades para su establecimiento. En el presente trabajo se definen los siguientes alcances:

a) Se ven únicamente a detalle los niveles 1 y 2 (central-regional y regional-delegacional) por los volúmenes de tráfico manejados, por ser la estructura que se conectará a TELEPAC y por ser los niveles donde convergen la mayor parte de los sistemas de información descentralizados (Personal, Tesorería, Afiliación) teniendo en cuenta la integración que se pretende en un futuro. Con respecto al NR 3, dada su extensión y la cobertura ofrecida por TELEPAC, no se considera para el estudio económico, tratándose solamente, la manera en cómo se puede



integrar a la red mediante diversas soluciones.

b) En lo tocante a las arquitecturas vistas, se trata de manera breve cuáles pueden ser viables para la red según sean compatibles con X.25.

c) En el capítulo siguiente se efectúa un estudio económico junto con el análisis costo-beneficio, comparando costos actuales, los del proyecto y los de otras soluciones factibles en nuestro país mencionándose solo generalidades técnicas.

#### 4.5 DISEÑO TOPOLOGICO.

Dentro de las RCC, el análisis topológico (disposición de nodos de red e interconexión por medio de enlaces de comunicación) es un aspecto de gran importancia. En él influyen diversos factores como los geográficos, económicos, funcionales y de seguridad. Las siguientes consideraciones restringen, por un lado, y simplifican por otro, el diseño topológico de la red:

1) Los nodos de la red pública y la situación geográfica de los diversos computadores no se pueden tomar como variables por encontrarse ya dada su localización, los cuales se han establecido atendiendo a otros factores como la población y la actividad económica.

2) Por las características del sistema usuario, no existen requerimientos estrictos en cuanto a los tiempos de acceso a las bases de datos distribuidas o a los de acceso a la red. Los datos dados en el capítulo 3.2.5 son adecuados para el caso.

3) La transmisión de la información es transparente a la distancia en TELEPAC; solo se ha tomado como variable la

cantidad de información transmitida y el tiempo de conexión, por lo que cuesta la mismo transmitir un kilosegmento desde el DF a Puebla que a Hermosillo.

Teniendo ésto en consideración, la red institucional se conforma de 2 partes: una principal que llamaremos red primaria y de un conjunto de pequeñas redes a nivel estatal que llamaremos redes locales.

La red primaria tendrá como características principales, las de conformarse por equipos minis correspondientes a los NR1 y NR2, mientras que las redes locales se crean tomando como base los computadores delegacionales junto con las micros de las farmacias del NR 3.

La razón de esta división se fundamenta en las características de los medios de comunicación que enlazan a los diferentes computadores: en la red primaria los enlaces se efectuarán mediante TELEPAC, mientras que en cada una de las redes locales, el medio es la red telefónica conmutada dada su extensión. Como se observa, las características son muy diferentes.

#### 4.5.1 RED PRIMARIA.

En el NR 1 los 6 RS tienen como centro principal la ciudad de México, entidad con la que tendrán el mayor volumen de movimientos dados por las funciones que efectúan entre sí (requisición, inventarios, altas). La configuración se convierte en estrella.

El otro punto a considerar es el intercambio de artículos entre los CRS (transpasos). Aunque teóricamente se pueden

conectar entre si todos los CRS, se ha visto estadísticamente que los trasposos llegan a realizarse entre CRS vecinos, tanto por las distancias, como por los costos en el transporte. Esta situación sugiere la creación de dos submallas: una constituida por DF-Veracruz-Monterrey-Durango y otra formada por Ciudad Obregón-Guadalajara-Durango. Esta topología se muestra en las figuras 25 y 26. Para el NR 2, las delegaciones se conectan directamente a su CRS formando de esta manera 6 configuraciones en estrella. Como se ve, esta topología se puede ir desarrollando de manera estructurada según la importancia de cada región y respetando el nivel jerárquico y organizacional de la SGA.

#### 4.5.2 RED LOCAL.

La segunda fase de TELEFAC contempla un total de 55 ciudades mientras que el programa del sistema IMSS-Farmacias estará funcionando en 141 localidades, de las cuales 94 (70 % aproximadamente) no dispondrán de un nodo de TELEFAC cercano donde conectarse por medio de él a la red institucional. Por otro lado, aunque la información y artículos manejados en farmacia son muy importantes, los volúmenes de intercambio son bajos a comparación de los dos anteriores niveles y la periodicidad con que se requiere conectarse a la delegación, también lo es (3 o 4 veces al mes). Es por ello que se propone un enlace por medio de la vía telefónica conmutada a los almacenes correspondientes.

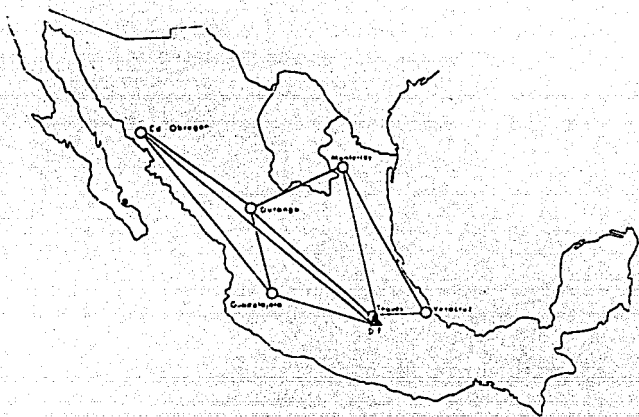


Fig. 25 EED Primaria (No. 1)

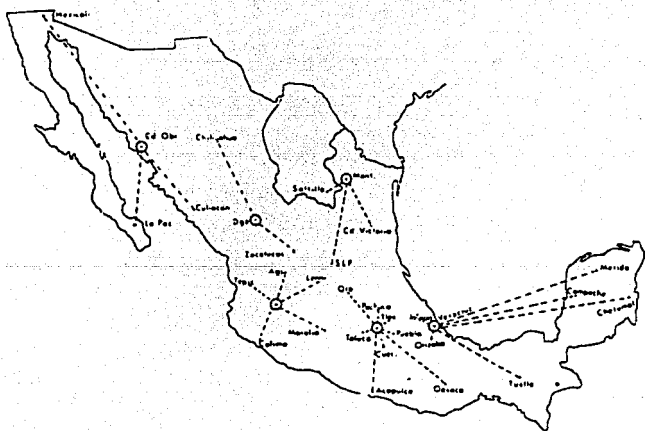


Fig. 26 EED Primaria (No. 2)

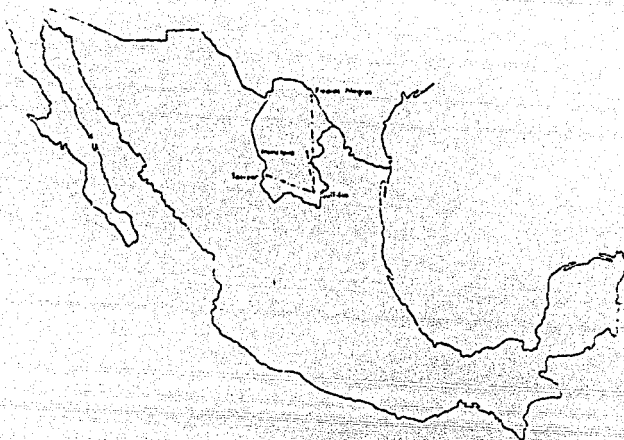


Fig. 27 : RED LOCAL (NR 3)

#### 4.6 REQUERIMIENTOS ADICIONALES.

Ya una vez estudiadas las relaciones que guardarán los diferentes computadores entre sí así como sus características generales, y considerando la red pública como medio para materializar las conexiones en la red primaria, se trata a continuación los requisitos necesarios para que cada elemento pueda ir integrándose a la red, teniendo siempre en cuenta las recomendaciones del CCITT al respecto.

##### 4.6.1 TELEPAC.

Para poder utilizar la red pública de transmisión de datos es necesario cubrir una serie de aspectos de carácter administrativo y técnico. Dentro de los primeros, se debe

tramitar un permiso ante la Dirección General de Normatividad (cita en Eugenia 197, Ciudad de México). Seguidamente, se llena la solicitud correspondiente, mostrada en la figura 28 en donde de hecho se formaliza el servicio ante la SCT y se asignan las direcciones de cada uno de los elementos de la red, conocidas como ADD's, con las cuales se identifica a cada uno de los DTE's participantes, siendo un total de 44 (DF, 6 CRS y 37 delegaciones).

En cuanto al tipo de servicio, actualmente solo se dispone de comunicaciones por cobrar y llamadas prepagadas, esperando que para el presente año se libere el servicio de grupo cerrado de abonados.

Dentro de las características técnicas, lógicamente se encuentra cumplir con la recomendación X.25 del CCITT, mencionadas en el punto 3.1.9.2.

Particularizando un poco más al respecto, se describen las características de orden técnico que requiere conocer la SCT y así poder ofrecer un mejor servicio:

a) Modo de acceso.- Cada uno de los computadores Honeywell y Tower deberán conectarse al nodo local de Telepac por medio de líneas privadas, para soportar de mejor manera el enlace punto a punto, sincrónico y full duplex estipulado en X.25, además de ser requerido en forma obligada por la administración de la red para el caso de computadores minis. Para el caso especial de conexión de microcomputadoras o terminales, no importa el tipo de medio para enlazarse a la red. Al no ser equipos con capacidad de transmitir e forma sincrónica y en modo paquete, sino asincrónicamente y de modo carácter, se hace uso de las recomendaciones X.3, X.28 y X.29 en donde se definen las

**DIRECCION GENERAL DE TELECOMUNICACIONES - SUBDIRECCION GENERAL DE SERVICIOS  
SUBDIRECCION COMERCIAL - DEPARTAMENTO DE VENTAS**

EQUIPO TERMINAL			
EQUIPO	MARCA	MODELO	PROTOCOLOS
<b>VELOCIDAD DE TRANSMISION</b>	<b>MODOS DE ACCESO A TELEPAC</b>	<b>TIPO DE TRANSMISION</b>	
300 B.P.S. ( )	RED TELEFONICA COMUTADA ( )	SINCRONO ( )	
600 B.P.S. ( )	LINEA PRIVADA ( )	ASINCRONO ( )	
1200 B.P.S. ( )	CANAL TELEFONICO PRIVADO ( )		
2400 B.P.S. ( )	RED TELEX ( )	<b>MODOS DE OPERACION</b>	
4800 B.P.S. ( )		MEDO DUPLEX ( )	
9600 B.P.S. ( )		DUPLEX COMPLETO ( )	
MAYORES ( )		SIMPLEX ( )	

TIPO DE SERVICIO			
CIRCUITOS VIRTUALES COMUTADOS ( )	CIRCUITOS VIRTUALES PERMANENTES ( )		
GRUPO CERRADO DE ABONADOS ( )	COMUNICACION POR COBRAR ( )		
	LLAMADAS PRE-PAGADAS ( )		

INTERFAZ DE ACCESO:  
 MARCA Y MODELO DE LOS EQUIPOS MODEMS: \_\_\_\_\_

TIEMPO DE CONEXION Y VOLUMEN DE TRAFICO ESTIMADO: \_\_\_\_\_


SISTEMA AL QUE SE DESEA TENER ACCESO EMPRESA	MARCA Y MODELO DE LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL	UBICACION DE LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO CENTRAL

OBSERVACIONES GENERALES: \_\_\_\_\_

EL REPRESENTANTE LEGAL  
DE LA EMPRESA

\_\_\_\_\_

001-00-100-001



SOLICITUD DE SERVICIO DE LA RED PUBLICA DE TRANSMISION DE DATOS			
SUBDIRECCION GENERAL DE SERVICIOS - SUBDIRECCION COMERCIAL DEPARTAMENTO DE VENTAS			
SOLICITUD NUMERO _____	DIA _____	MES _____	AÑO _____
- TELEPAC -			
DATOS GENERALES			
NOMBRE O RAZON SOCIAL _____		RFC _____	
REACTIVIDAD QUE DESARROLLA: _____			
DOMICILIO _____		CIUDAD _____	
ESTADO _____		CENSO POPULACIONAL _____	
NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL _____		TEL. _____	
CASC _____		TEL. _____	

CIUDADES O LUGARES DONDE SE DESEA TENER ACCESO A TELEPAC			
1			
2			
3			
4			
5			

COORDINADORAS	DOMICILIOS DONDE SE INSTALARAN LOS EQUIPOS	TELEFONOS
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

001-00-100-002

Fig. 28 SOLICITUD DE SERVICIO DE TELEPAC

relaciones entre estos DTE's con los llamados PAD (ensamblador /desensamblador de paquetes) localizados en el nodo de la red.

b) Modems - La conversión de señal analógica a digital y viceversa se efectúa en los DCE's, interfases entre el medio de comunicaciones y la computadora y que se le identifica con un modem generalmente, y se hará siguiendo las recomendaciones del CCITT marcadas en la X.21 que establece las características de conexión en una red telefónica entre un equipo terminal y un modem a velocidad igual a 9,600 bps. Los siguientes, son los principales puntos de la recomendación:

- Características eléctricas.

. Velocidad de 9,600, 7,200 y 4,800 bps.

. Tipo de transmisión : síncrona.

. Modo de operación: full duplex o semi-duplex.

. Línea de transmisión: dedicada (4 hilos).

. Tipo de modulación : FSK y ASK.

. En velocidades de 9,600 bps el tren de datos se divide en grupos de 4 bits (cuadribits).

- Características lógicas siguiendo la recomendación V.24 que establece los circuitos de enlace para efectuar el diálogo DTE-DCE mediante el intercambio de diferentes señales.

- Características mecánicas, utilizando el estándar de uso generalizado que establece la EIA, conocida como RS-232-C (figuras 28 y 29).

Cualquier modem que cumpla con dicha recomendación , puede ser utilizado.

El usuario de la red deberá instalar únicamente los modems pertenecientes a sus equipos de cómputo correspondientes, enterando solamente a la administración de la red, de la marca



Grupo de 4 bits (cuadribits) Q(1), Q(2), Q(3) y Q(4)

a) Codificación (cambio de fase con respecto al anterior)

Q(2),Q(3)Q(4)	001	000	010	011	111	110	100	101
CAMBIO DE FASE	0	+45	+90	+135	+180	+225	+270	+315

b) Amplitud relativa de la señal según el valor de Q(1):

FASE ABSOLUTA	Q(1)	AMPLITUD RELATIVA
0, 90, 180, 270	0	3
	1	5
45, 135, 225, 315	0	2
	1	$3\sqrt{2}$

Fig. 29 CODIFICACION DE SEÑALES SEGUN RECOMENDACION X.21

V.24	RS-232	No. de pin	origen de señal		Denominación
			DTE	DCE	
102	AB	7			Tierra. Retorno común
103	BA	2	x		Transmisión de datos
104	BB	3		x	Recepción de datos
105	CA	4	x		Petición de llamada
106	CB	5		x	Listo para transmitir
107	CC	6		x	Modem preparado
108	CD	20	x		Terminal preparada
109	CF	8		x	Detector de portadora
111	CH	23	x		Selector de velocidad
113	DA	24	x		Sincronismo en trans. DTE
114	DS	15		x	Sincronismo en trans. DCE
115	DD	17		x	Sincronismo en recepción
125	CE	22		x	Detector señal de llamada

Fig. 30 : CIRCUITOS MAS UTILIZADOS (recomendacion V.24)

y modelo. Por su parte, TELEPAC se encarga de hacer la conversión de señal en sus respectivos nodos y de ahí transporta la información convertida en paquetes, al punto deseado.

#### 4.6.2 EQUIPO HONEYWELL.

En los sistemas DPS-6/95, las comunicaciones externas son manejadas por un controlador de comunicaciones MLC-16 o procesador satélite como más comúnmente se le conoce, con lo que el procesador central se ve libre de atender estas tareas. Soporta transmisión síncrona y asíncrona, ofreciendo flexibilidad y facilidad de conexión con redes bajo el concepto su arquitectura DSA y ofreciendo la posibilidad de participar en redes SNA como un PU 3, al cumplir con sus especificaciones para un controlador de comunicaciones.

Cada MLC-16 ofrece hasta 16 puertos de comunicación con interfase RS-232-C o RS-422 (interfase un poco más simplificada) para otras tantas terminales asíncronas o impresoras. Puede llegar a conectarse al bus de alta velocidad hasta 4 controladores de este tipo llegando a tener un total de hasta 64 terminales.

En lo referente a la transmisión síncrona, debido a limitantes del software, solo puede ofrecer 2 puertos de este tipo trabajando con protocolo HDLC.

La materialización de la conexión física para operaren TELEPAC requiere del adaptador adecuado; en el caso de trabajar bajo X.25, se deberá instalar una tarjeta DCM-9650, que se conectará a su vez, directamente al modem.

#### 4.5.3. EQUIPO TOWER.

En cuanto al modelo XP de TOWER, se presenta más orientado a las comunicaciones que el Honeywell, permitiendo mayor versatilidad. Ofrece hasta 16 puertos seriales y 2 paralelos para terminales y el procesador central dispone de otros 2 puertos para manejo de diagnóstico remoto al equipo en caso de fallas. Este equipo cuenta con la posibilidad para participar en redes locales (LAN's) bajo las arquitecturas Ethernet y Tovernet.

Para conectarse a la red pública y soportar X.25, se requiera de una tarjeta especial para el manejo de las comunicaciones, denominada multiprotocolo. Dicha tarjeta soporta transmisión asíncrona y síncrona con protocolos BSC y SDLC en cualquiera de sus 4 puertos disponibles RS-232-C. Por último, junto con el sistema operativo UNIX permite la comunicación directa a otros equipos TOWER y puede configurarse como una PU 2 en una arquitectura SNA y así soportar sesiones con el Host según las diversas necesidades.

#### 4.6.4 EQUIPOS OLIVETTI.

Junto con los computadores Tower, constituyen el NR 3, del cual solo describiremos generalidades y opciones para interconectarse a la red.

Los equipos modelo M-24 tienen las siguientes características de comunicación:

- 2 puertos de entrada y salida. En uno de ellos se permite una

interfase serial asincrónica, conectándose regularmente ahí los modems.

- Mediante la respectiva tarjeta de interfase, soporta los protocolos de transmisión BSC, para un ambiente SNA.
- Al usarse una interfase asincrónica, su velocidad queda limitada entre 300 y 1,200 bps.

Como se notará, las características para la transmisión de datos difiere fuertemente de los equipos antes vistos al no poder soportar un enlace sincrónico y al trabajar en velocidades relativamente más bajas. De querer conectarse a TELEPAC, se debe atender a las recomendaciones antes citadas (X.3, X.28 Y X.29).

El modem utilizado para transmitir a 1,200 bps de manera asincrónica deberá tener las características mencionadas en la recomendación V.23, que establece:

- Línea de transmisión: conmutada o dedicada, 2 o 4 hilos, punto a punto o multipunto.
- Modo de explotación: Semiduplex (2 hilos), full duplex (4 hilos).
- Tipo de modulación: FSK.
- Interfase lógica V.24 y V.28
- Frecuencia típica a 1,200 bps: 2,100 hz.

En cuanto al software, como ya se mencionó puede participar en una red SNA mediante RJE (trabajo en lotes) o, mediante una tarjeta y el software instalado en la micro, puede emular una terminal del Host (equipo Tower), ahorrando puertos de comunicación.

#### 4.6.5 SOFTWARE ADICIONAL.

Al pensar en la red como un todo conjunto operando, se debe considerar cuál podrá ser el software más adecuado. Este software al que nos referimos es el que correrá en los diversos computadores, a diferencia del software de red que opera en TELEPAC.

Primeramente, se impone la condición de operar en una red pública, lo que obliga a cualquier arquitectura que desee implementarse, a cumplir con la recomendación X.25. Un segundo punto a evaluar es el de que sea soportado por todos los componentes de la red. Por último, deberá contemplarse qué tipos de funciones deberán llevarse a cabo en la red, esto es transferencia de archivos (File transfer), proceso en lotes o actividades interactivas, entre otra y así determinar cual arquitectura es la más adecuada.

De lo visto anteriormente, solo SNA puede ser implementado en todos los elementos, tanto en las minis como en las micros, es compatible con la mayor parte de los estándares de la industria, como ISO, CCITT y ANSI. Particularizando, SNA como arquitectura de red y como una especificación para el diseño de productos, soporta X.25 en sus tres niveles así como las recomendaciones V.24 y V.25, en sus primeros 3 niveles.

Por lo tanto, el software operativo tendrá que considerar tal situación.

#### 4.4.4 ADMINISTRACION DE LA RED INSTITUCIONAL.

Los puntos anteriormente vistos en este capítulo, constituyen los fundamentos básicos para llevar a efecto la constitución de la red. Se observa también la concurrencia de las diferentes entidades gubernamentales (SCT) e institucionales (SGA y JSS) así como de 2 diferentes proveedores de equipo de cómputo y de por lo menos 1 más de equipo electrónico. Esto, aunado al alcance nacional que se le pretende dar a la red, sugiere la creación de un organismo institucional el cual planea, organice y controle todas las actividades tendientes a poner en funcionamiento la red.

La administración de la red institucional tendrá además dentro de sus funciones, coordinar a las diversas partes que intervendrán en la implantación, operación y mantenimiento de la red en cada una de las fases descritas anteriormente, así como integrar y optimizar los recursos de cómputo existentes. Otras actividades propias de ella serán:

- Implementar nuevas funciones o facilidades, como lo podría ser el correo electrónico.
- Atención a fallas.
- Llevar un sistema estadístico para cuantificar los flujos de información y prever futuros crecimientos.
- Monitoreo de la red a través de sus principales parámetros (tiempos de respuesta, tráfico cursado, etc).
- Emitir normas, recomendaciones técnicas y operativas para el mejor aprovechamiento de la red.

ESTUDIO ECONOMICO Y CONCLUSIONES

5.1 ASPECTO ECONOMICO DEL PROYECTO

5.1.1 CONCEPTOS A CONSIDERAR.

5.2 SITUACION ACTUAL

5.3 COSTO PROYECTO

5.4 OTRAS ALTERNATIVAS

5.4.1 RED TELEFONICA CONMUTADA

5.4.2 LINEAS PRIVADAS

5.4.3 VIA SATELITE.

5.5 EVALUACION

5.5.1 EVALUACION ECONOMICA

5.5.2 EVALUACION TECNICA

5.5.3 EVALUACION SOCIAL

5.5.4 EVALUACION FINAL

5.6 CONCLUSIONES

## 5.1 ASPECTO ECONOMICO DEL PROYECTO.

El estudio efectuado en los capítulos precedentes, quedaria inconcluso de no hacerse una evaluación económica del proyecto y un análisis comparativo entre el costo integral de operación actual y el de otras alternativas, así como los beneficios proporcionados por cada uno de ellos.

El análisis costo-beneficio "... es un conjunto de técnicas para comparar programas o proyectos alternativos que se espera rindan beneficios a través de varios años" [7]. En este tipo de proyectos, siempre es una valiosa herramienta realizar este estudio para la toma de decisiones al disminuir el riesgo de inversiones futuras.

Antes de seguir adelante, conviene precisar el término de beneficio. En las empresas privadas los beneficios siempre se analizan desde el punto de vista de las utilidades económicas, mientras que en las empresas como el IMSS, el concepto toma la connotación social. A su vez las decisiones de este tipo de organismos gubernamentales, conllevan aspectos relacionados a la equidad, es decir, definir quien obtiene el beneficio y quien asume los costos.

Por último, se deberá considerar que el concepto mismo de equidad involucra juicios subjetivos, lo que hace muy difícil ponderar resultados.

Un ejemplo simple para ilustra lo anterior, es el sistema

---

7 HENK, William y HAKNES, Warren : Managerial Economics: Analysis and Cases, la ed., México, CECSA, 1982, 4 t. p. 636



de solidaridad social: diversos grupos sociales desprotegidos se ven beneficiados por la atención médica recibida gracias a las cuotas aportadas por otros. Los beneficios serán dados en términos de integración nacional, desarrollo comunitario y de justicia social, pero serán difícilmente evaluables en un estudio costo beneficio.

#### S.1.1 CONCEPTOS A CONSIDERAR.

Dentro de las empresas, son varios los factores que inciden en los costos y que deben registrarse contablemente para observar las afectaciones a las finanzas.

En este caso se consideran 2 tipos de costos: los derivados de inversión y los de producción u operación.

a) Inversión.- Es toda aquella erogación no recurrente y que no son gastos propiamente dichos, dentro de los cuales se consideran:

- Terrenos y construcciones
- Equipos y máquinas
- Vehículos, etc.

Para su registro contable, se cargan a los costos en forma gradual (depreciación o amortización).

b) Costos de operación.- Son aquellos destinados a mantener la operación de los equipos o sistemas. Contablemente, se dividen en directos e indirectos. Los primeros se cargan en forma conveniente a los productos o trabajos que los ocasionan, como lo son la mano de obra, impresos, papelería, dispositivos magnéticos; mientras que los segundos, por sus características, no se pueden cargar contablemente en forma directa sino a base

de una conveniente redistribución (luz, teléfono, agua, herramientas, etc).

Para cada uno de los siguientes casos, consideramos las inversiones a realizar y los costos de operación, haciendo una aclaración pertinente en cuanto a la mano de obra: en virtud de que el IMSS tiene contratado personal que permanentemente analiza y diseña sistemas, da soporte técnico e instala equipos de cómputo, no se considera este gasto en el presente estudio aún y cuando es el mayor concepto de gasto ( 75 % en 1987). En la operación, tampoco habrá algún tipo de gasto adicional dentro del modelo propuesto en lo que a la mano de obra se refiere, una vez que los operadores efectuarían la transmisión de información vía un menú de comunicaciones, por lo que sería una actividad totalmente transparente para él.

Los gastos de operación debidos a otros factores como la luz eléctrica, renta de locales, agua, etc. se consideran como factores participantes en todos los casos presentados por lo que se omiten en las evaluaciones respectivas.

En cuanto al tráfico cursado, se han considerado las situaciones presentadas en el Instituto a finales de 1987 para los NR 1 y 2 solamente, sin olvidar que los volúmenes aumentarán fuertemente los próximos años al rediseñarse los sistemas y considerando otros casos no previstos aún como el manejo de artículos por lote, requisiciones mensuales, inclusión del control de calidad en los sistemas e indexación de precios.

Por último, los datos relativos a las tarifas de los servicios públicos y concesionados, se tomaron de la Ley Federal de Derechos y las modificaciones a ella publicadas en

el Diario Oficial de la Federación el jueves 31 de diciembre de 1987, mientras que las cotizaciones a los requerimientos adicionales (modems, tarjetas, etc), fueron tomadas de las presentadas por los proveedores al Instituto a finales de 1987. Las tarifas de servicio telefónico fueron proporcionadas por el departamento de líneas privadas de Teléfonos de México.

## 5.2 SITUACION ACTUAL.

Tal y como se viene efectuando, en todos y cada uno de los sistemas informáticos de la SGA, se utilizan 2 medios magnéticos (uno de respaldo) para realizar cualquier intercambio de información. Dichos dispositivos son llevados a su destino por el servicio de valija, el cual opera e nivel de las delegaciones estatales. Se considera también, el valor promedio de la valija y el costo de 45 micros PC-6 dedicadas de manera exclusiva a ser una interfase entre los equipos de cómputo:

### a) INVERSION INICIAL.

. 45 micros NCR PC6 .....	\$	427,804,930
. 1,000 streamin tapes .....	\$	67,539,640
Total .....	\$	495,344,470
		=====

### b) GASTOS DE OPERACION.

. Depreciación micros y cartuchos	\$	8,255,741
. Mantenimiento a equipos .....	\$	6,417,000
. Costo promedio de envío		
a) Por valija .....	\$	424,256

b) Fuera de valija .....	\$	106,064
Total .....	\$	15,203,061
		=====

### 5.3 COSTO PROYECTO.

Como se mencionó en el punto 3.9.2, TELEPAC ofrece sus servicios sin tomar en cuenta la distancia entre los puntos a interconectar. La adquisición de los adaptadores de comunicación en los equipos TOWER y HONEYWELL, los modems y la contratación de líneas privadas son gastos a considerarse. Las tarifas cobradas por la red pública se muestran en la figura 12.

#### a) INVERSION INICIAL.

. Equipo Honeywell DPS-6/95		
- Adaptador DCM-9650 .....	\$	2,856,402
. Equipr Tower		
- 44 tarjetas multiprotocolo .....	\$	125,083,200
. 45 modems Syscom .....	\$	36,432,000
. Contratación de líneas privadas	\$	121,500,000
. TELEPAC		
- Suscripción .....	\$	44,000
- Conexión al sistema .....	\$	339,750
- Instalación por grupo cerrado de abonados .....	\$	390,150
Total .....	\$	286,645,502
		=====

b) GASTOS DE OPERACION.

. Depreciación de los equipos .....	\$	4,777,425
. Renta por línea privada .....	\$	4,500,000
. TELEPAC		
- Acceso al sistema .....	\$	5,525,000
- Por tiempo de conexión .....	\$	5,375,000
- Por volumen de información .....	\$	65,564,000
Total .....	\$	85,942,425
		=====

5.4 OTRAS ALTERNATIVAS.

De los medios de comunicación factibles de ser utilizados, se señalan 3, con los que de alguna manera un poco distinta, se podría concretizar una red de comunicación entre computadoras, siendo las siguientes: Red telefónica conmutada, líneas privadas y comunicación via satélite.

5.4.1 RED TELEFONICA CONMUTADA.

En la mayoría de los casos, la red conmutada ofrece un servicio medianamente aceptable para velocidades de hasta 1,200 bps. Por su amplia cobertura, permitiría un rápido desarrollo. El costo por minuto-kilómetro de conexión se tomó en aproximadamente en \$0.90, tomando como base las cuotas autorizadas por servicio público de conferencias telefónicas. La longitud simple de todo el sistema es de 13,481 km.

Los gastos principales serían:

a) INVERSION INICIAL.

Equipo Honeywell DPS-6/95	
- Adaptador DCM-9641 .....	\$ 2,856,402
Modems .....	\$ 36,432,000
Total .....	\$ 39,288,402
	=====

b) GASTOS DE OPERACION .

Depreciación .....	\$ 654,807
Costo por tráfico cursado a	
1200 bps .....	\$ 18,775,217,520
Total .....	\$ 18,775,872,327
	=====

En el equipo Tower la conexión remota de manera asincrónica se logra conectándose directamente la línea al puerto b, usado también para el diagnóstico remoto, por lo que no es necesario un adaptador.

5.4.2 LINEAS PRIVADAS.

En esencia, los rubros de la inversión inicial serían los mismos del caso anterior y en los gastos de operación, tendríamos una renta mensual independiente del tiempo de uso y del tráfico cursado, dependiendo solamente de los rangos de las distancias de entre puntos a conectar. Los enlaces punto a punto, full duplex, se realizarán a una velocidad de 9,600 bps por medio del servicio de larga distancia del sistema de microondas. La contratación de las líneas incluye la instalación, contrato y mantenimiento.

a) INVERSION INICIAL.

Equipo Honeywell		
- Adaptador DCM-9650 .....	\$	2,856,402
Equipo Tower		
- 44 tarjetas multiprotocolo ....	\$	125,083,200
Modems .....	\$	36,432,000
Contratación inicial .....	\$	121,500,000
Total .....	\$	<u>285,871,602</u>

b) GASTOS DE OPERACIÓN

Depreciación por equipos y líneas ....	\$	4,764,527
Renta mensual por líneas .....	\$	34,407,760
Total .....	\$	<u>39,172,287</u>

5.4.3 VIA SATELITE.

La decisión del gobierno federal de poner en órbita un sistema de satélites, abrió un panorama nuevo y una opción más en el terreno de las telecomunicaciones al ofrecer un medio, que por sus características, será una pieza fundamental en el desarrollo y la integración nacionales.

A continuación mencionaremos los principales costos debidos a este tipo de transmisión, sin pretender ampliar y explicar, el porqué de cada elemento constitutivo. Remitimos al lector a obras más amplias, citadas en la bibliografía.

Para transmitir datos vía satélite se nos presentan 2 opciones:

1.- Utilizar la infraestructura proporcionada por la SCT, concretamente, el conjunto de estaciones terrenas repartidas en el territorio nacional. Esta opción evita colocar una estación propia en los lugares a enlazar, con un aparente ahorro en la inversión inicial. Al llegar la señal del satélite, es necesario un enlace por medio de línea privada entre la estación terrena y el CRS o almacén delegacional, limitándose por un lado la velocidad de transmisión y por otro, este tipo de enlaces anularía buena parte de los beneficios del satélite.

2.- Obtener una concesión para integrar una red privada con infraestructura propia. Esta es una mejor solución a la larga, que permitiría una explotación más plena. A pesar de lo relativamente reciente de esta opción, poco a poco crece y se constituye como una solución para muchas empresas, tal y como lo vienen haciendo instituciones públicas como Banamex, y privadas como la Chrysler y el ITESMS, integrando voz y datos.

De esta opción se contempla transmitir a 9,600 bps inicialmente y los siguientes datos corresponden al segmento espacial por canal, en servicio permanente de conducción de señales:

a) INVERSION

- Estación terrena (45)

- . Antena
- . Sistema de amplificadores de bajo ruido
- . Sistema de amplificadores de potencia
- . Terminal AD\_PCM
- . Unidad de control y monitoreo
- . Sistema de escape



. Materiales de instalación

. Repuestos

Total ..... \$ 45,773,675,551  
=====

b) GASTOS DE OPERACION

- Depreciación ..... \$ 762,894,592

- Por tráfico cursado ..... \$ 7,875,000

Total ..... \$ 770,769,592  
=====

5.5 EVALUACION.

Una vez tratadas la situación actual, la solución propuesta basada en Telepac y 3 alternativas viables, toca ahora evaluar cada una de ellas, es decir, analizar la conveniencia ofrecida por cada una de éstas desde el punto de vista económico, técnico y social, buscándose así el mejor aprovechamiento de los recursos previstos.

Si bien es cierto que ante este tipo de proyectos es necesaria dicha evaluación, también es cierto que no siempre es fácil determinar cuál o cuáles alternativas son las más convenientes, dado que, como en este caso, los beneficios esperados en una primera instancia no son de tipo económico si no más bien revisten un carácter subjetivo en la valoración.

5.5.1 EVALUACION ECONOMICA.

Dentro de todo proyecto se busca siempre mejorar la relación entre las utilidades previstas y el monto de los recursos que es necesario invertir (rentabilidad). Como se apuntó

anteriormente, el IMSS no espera utilidades de tipo económicas por su propia naturaleza y objetivos, pero sí podrá esperar una mejor asignación de los recursos y una solución que financieramente, pueda llevar a cabo.

Existen diversos métodos para una evaluación de esta naturaleza. Los más conocidos son:

- a) Valor anual
- b) Valor actual o presente
- c) Tasa de rendimiento.

El segundo de ellos, que será utilizado a continuación, refleja en el momento presente la inversión y los ingresos y/o gastos programados en determinado periodo. Se han tomado algunas consideraciones para facilitar el estudio: se tomará una vida de servicio de 10 años, sin valor de recuperación o de desecho al fin de su vida útil y sin tasa mínima de rendimiento (0%); en cada uno de los casos se ha supuesto que las inversiones iniciales se hacen durante el primer año y los gastos de operación del primer año se repetirán en ciclos posteriores.

De la tabla de la figura 31 se puede concluir que económicamente la situación actual es lo más favorable; Telepac y las líneas telefónicas son casi iguales y 4 veces más costosas que la situación prevaletiente.

#### 5.5.2 EVALUACION TECNICA.

De las alternativas vistas como posibles, no todas ofrecen las mismas características necesarias para el establecimiento de una red; por tanto es preciso revisar desde el punto de

Situación actual				
	Año 1	.....	10	Totales
I.I.	495,344	.....	---	495,344
G.O.	182,436	.....	182,436	1,824,360
			TOTAL	2,319,704
Proyecto (IELEPAC)				
	Año 1	.....	10	Totales
I.I.	286,646	.....	---	286,646
G.O.	1,031,304	.....	1,031,304	10,313,040
			TOTAL	10,599,686
Líneas privadas				
	Año 1	.....	10	Totales
I.I.	285,871	.....	---	285,871
G.O.	882,960	.....	882,960	8,829,600
			TOTAL	9,115,471
Red conmutada				
	Año 1	.....	10	Totales
I.I.	39,288	.....	---	39,288
G.O.	225,331,050	.....	225,331,050	2,253,310,500
			TOTAL	2,253,349,788
Vía satélite				
	Año 1	.....	10	Totales
I.I.	45,773,675	.....	---	45,773,675
G.O.	9,249,228	.....	9,249,228	92,492,280
			TOTAL	138,265,955

Las cifras están dadas en miles de pesos  
 I.I. = inversión inicial G.O. = gastos de operación  
 La inversión inicial solo se efectúa al primer periodo, los  
 gastos de operación se llevan a cabo cada año en igual cantidad.

Fig. 31 Evaluación económica.

vista cualitativo los pros y contras de las opciones ya mencionadas. No se omite decir que la evaluación a la situación actual se excluye por no contar con ninguna característica deseable.

a) Disponibilidad .- La red telefónica conmutada presenta muchos problemas debido a su propia naturaleza a diferencia de las otras opciones que ofrecen una disponibilidad de casi 100%.

b) Rapidez.- La red conmutada solo llega a manejar hasta 1,200 bps, mientras que Telepac lo hace hasta a 9,600 bps. En las líneas privadas se llega hasta 19,200 bps y en comunicación via satélite las velocidades son todavía mayores.

c) Confiabilidad.- A excepción de la red conmutada en donde es frecuente el ruido, los índices de confiabilidad llegan a ser cercanos al 100% en los otros casos.

d) Otros.- El tiempo de instalación del equipo a utilizar es de 3 a 4 meses para las estaciones receptoras de satélite, no así en los otros casos donde la puesta en marcha es rápida. En cuanto a la cobertura, las 4 opciones son satisfactorias.

### 5.5.3 EVALUACIÓN SOCIAL

Aquí se ven de hecho algunos otros puntos no vistos anteriormente por su connotación social y otros que no caen dentro de lo económico ni lo técnico.

El establecimiento de cualquier opción traería como consecuencia un mejor control de calidad de los medicamentos, al vigilarse de modo completo las caducidades y contando con un tiempo de respuesta muy favorable ante eventualidades como epidemias, terremotos o cualquier otro desastre. Como aquí

tratamos con vidas humanas o con la salud de los derechohabientes, es obvia la conveniencia de adoptar cualquier opción. El control de medicamentos traería también un ahorro en cuanto a la subrogación se refiere, la cual alcanzó un 25 % del presupuesto de 1987. Al implantarse cualquiera de las soluciones, las micros NCR PC 6 pasarían a otras áreas con el respectivo beneficio que esto representa. Por último, el usar un medio de comunicación como Telepac o el Sistema Morelos, favorecería el desarrollo nacional al aprovechar un medio creado para resolver la situación que hasta hace algunos años imperaba, mientras que adoptar una solución con medio telefónico, llevaría en un futuro a la saturación de este servicio como ya se ha presentado.

#### 5.5.4 EVALUACIÓN FINAL.

Para dar un veredicto final es indispensable seguir algunos pasos. El primero, es dar un peso o ponderación a cada uno de los factores que intervienen. En este caso daremos un valor de acuerdo a la importancia de cada uno de ellos según las características y objetivos que persigue el IMSS, de tal manera que daremos al factor social (F1) un peso de 40, al económico (F2) 35 y al técnico (F3) de 20.

El siguiente paso será el de calificar cada alternativa y la solución actual según el aspecto o factor visto. Así por ejemplo, en el factor económico a la solución actual por ser la mejor, se le otorgan 10 puntos en una escala de 1 a 10, mientras que a Telepac y a las líneas privadas de 5, a la solución vía satélite de 2 y a la conmutada por ser la peor,

FACTOR	W(Fn)	Solución actual		Telepac		Red conmutada		líneas priv.		satélite	
		VC	VP	VC	VP	VC	VP	VC	VP	VC	VP
SOCIAL	40	1	40	10	400	7	280	7	280	10	400
ECONOMICO	35	10	350	5	175	1	35	5	175	2	70
TECNICO	25	1	25	9	225	5	125	8	200	10	250
SUMA			415		800		440		655		720

Donde W(Fn) = Ponderación o peso del factor 'n'

VC = Valor de la calificación

VP = Valor de la ponderación ( W(Fn) \* VC )

Fig. 32 Evaluación final del estudio.

tan solo 1. Así en cada caso se procede, no sin antes recordar el aspecto subjetivo de cada calificación. Para más detalles remitimos al lector al capítulo 17 de "Técnicas de análisis económico ..." de Canada, citado en la bibliografía al final de la obra.

Por último se multiplica la ponderación de cada factor por la calificación, obteniéndose una sumatoria que será la que se habrá de comparar. De la figura 32 observamos que Telepac resulta ser la mejor solución aún sin ser la mejor alternativa económica o la de tener la mejor ventaja técnica.

## 5.6 CONCLUSIONES.

PRIMERA : Ante la creciente demanda de servicios y frente a un panorama económico adverso, el IMSS basa cada día más su operación en sus sistemas informáticos distribuidos en todo el territorio nacional, los cuales, al no contar con un medio que logre enlazarlos para efectuar el intercambio de información, ven limitado su funcionamiento y eficiencia.

SEGUNDA : La adopción de la recomendación X.25 del CCITT por parte tanto de fabricantes de equipo de cómputo como de los organismos encargados de administrar las redes de conmutación de paquetes, ha permitido la comunicación de computadoras geográficamente distantes y de características totalmente distintas.

TERCERA : TELEPAC al proporcionar seguridad, confiabilidad, disponibilidad y una cobertura adecuada a las necesidades, resulta ser el medio de enlace adecuado para permitir la transmisión de información entre los equipos de cómputo del IMSS, en especial los referentes al área de abastecimiento.

CUARTA : Una red como la propuesta en el capítulo 4 además de ser factible, favorece el proceso de desconcentración al estructurarse por niveles; proporciona una solución para integrar otras áreas de servicio y ofrece la posibilidad de adoptar otros servicios, como el correo electrónico y el enlace con otras redes que utilizan TELEPAC.

QUINTA : La red propuesta teniendo como base la Red pública de transmisión de datos, resulta ser la mejor opción al considerarse los factores económico, técnico y social, además de observarse que la situación actual a pesar de ser la que económicamente requiere de menores desembolsos, es la menos recomendable.



## BIBLIOGRAFIA

AHUJA, Vijay : Design and Analysis of Computer communication Networks, 1a ed, Singapore, Mc Graw-Hill, 1985

ALABAU, Antonio y FIGUERAS, Joan : Teleinformática y redes de computadoras, 1a ed, Barcelona, Marcombo, 1985

BACELIS E., Ramón : Estudio: Plan de desarrollo institucional de informática 1984-1988, 1a ed, México, IMSS

BECKER, Hal : Análisis funcional de redes de información, trad. Agustín Couti, 1a ed, México, Limusa, 1977

CANADA, John : Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros, 1a ed, México, Diana, 1977

CARLSON, A. Bruce : Sistemas de comunicación , trad. por J.R. Salas y F. Hernández Rangel, 1a ed, México. Mc Graw-Hill, 1980

CHORAFAS, Dimitris N.: Designing and implementing local area networks, 1a ed, Singapore, Mc-Graw-Hill, 1985

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS : Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, México, Secretaría de Gobernación, 1985

GEREZ G., Victor y MIER M., Mauricio : Desarrollo y administración de programas de computadoras, 1a ed, México, Compañía editorial continental, 1985

IBM : Systems Networks Architecture, GC30-3072-0, 1a ed., North Carolina, IBM, 1981

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL : Ley del Seguro Social, México, IMSS, 1986

JORDAN, Larry y CHURCHILL, Bruce : Communications and networking for the IBM PC & compatibles, 1a ed, New York, Brady Books, 1987

PEREZ B., José Luis : Principios de los sistemas de comunicación vía satélite, 1a ed, México, ENEP Aragón UNAM, 1985

PUZMAN, Josef : Communication control in computer networks, 1a ed, John Wiley & Sons, 1980

ROLEDU S, Cornelio : Transmisión de datos, 1a ed, México, IFN, 1978

SALAZAR M., Tomás y TREJO G., Raúl : "TELEPAC via satélite" en : Memoria del XII Congreso Nacional Bional 1984 del Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, México, 1984.