

20321  
10



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES,  
"ACATLÁN"

"INSTALACION DE UNA SOLUCION DE NEGOCIO BASADA  
EN RADIO FRECUENCIA CON CONEXION A SAP PARA UNA  
EMPRESA GUBERNAMENTAL"

MEMORIA DEL DESEMPEÑO  
P R O F E S I O N A L  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
A C T U A R I O  
P R E S E N T A  
JAVIER BENJAMIN CHACON DAVILA



ASESOR: FIS. MAT. JORGE LUIS SUAREZ MADARIAGA



MARZO, 2003

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

**“INSTALACIÓN DE UNA SOLUCIÓN  
DE NEGOCIO BASADA EN RADIO  
FRECUENCIA CON CONEXIÓN A SAP  
PARA UNA EMPRESA  
GUBERNAMENTAL”**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

A la memoria de Papá, José, Evaristo y Félix .

A todos aquellos que gracias a su presencia, apoyo y comentarios me han motivado a mantenerme en un esquema de mejora personal continua:  
Mis Vickys, Aldo, Leonardo, Vero, Fer, Nacho, Mario y los chamacos.

También lo dedico a mis otros hermanos y personas importantes para quienes siempre habrá un lugar especial dentro mí: Cecilia, Jorge Luis y Leonardo.  
Perdón si en algún momento fui injusto ó no quise escuchar, tal vez no entendí en ese momento el significado de las cosas.

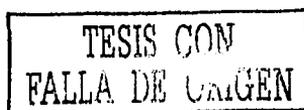
Muchas gracias a Ken Howery por haberme impuesto el reto que representó este proyecto y por el apoyo y reconocimiento recibido. Me siento motivado y comprometido positivamente a buscar el éxito en mis próximas asignaciones para obsequiártelo como amigo y para ayudar a cumplir tus objetivos de empresa.

Muchas gracias a mis sinodales(en orden alfabético): Alejandro, Beatriz, Consuelo, Jorge Luis y Víctor por su paciencia durante la revisión del presente documento y por haber aceptado formar parte del jurado.

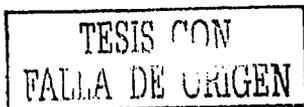
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# Contenido

<b>Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>Capitulo I. Contextualización</b> .....	<b>5</b>
1.1 Sobre la situación en la que se encontraba el proyecto al asumir la responsabilidad del mismo. ....	5
1.2 Acerca del cliente .....	7
1.2.1 PEMEX y su cadena Industrial .....	7
1.2.2 PEMEX Gas y Petroquímica Básica(PGPB) .....	8
1.3 Acerca de la empresa consultora.....	9
1.4 Acerca del proyecto global.....	10
<b>Capitulo II. Planteamiento del problema</b> .....	<b>11</b>
II.1 El equipo de trabajo original y el presupuesto asignado al proyecto.....	11
II.2 Definición del problema .....	12
<b>Capitulo III. Objetivos</b> .....	<b>14</b>
III.1 Objetivos del macroproyecto.....	14
III.2 Objetivos del proyecto.....	14
III.3 Los objetivos de mi participación en el proyecto.....	14
<b>Capitulo IV. Análisis del problema</b> .....	<b>16</b>
IV.1 Conceptos tecnológicos.....	17
IV.1.1 Dispositivos Aironet ó puntos de acceso.....	17
IV.1.2 Dispositivos portátiles de radio frecuencia .....	19
IV.1.3 Comunicación entre dispositivos Aironet y las terminales portátiles. ....	19
IV.1.4 Conocimientos generales de conectividad de redes. ....	20
IV.1.4.1. Clasificaciones de redes .....	21
IV.1.4.2 Protocolos de comunicación y el modelo OSI. ....	23
IV.1.4.2.1 El protocolo TCP/IP .....	25
IV.1.4.3 Formas de transmisión de datos. ....	27
IV.1.4.3.1 Transmisión sobre cables. ....	27
IV.1.4.3.2 Transmisión sin cables .....	29
IV.1.4.4 Dispositivos de conectividad de redes.....	31
IV.1.4.4.1 Hubs ó concentradores. ....	31
IV.1.4.4.2 Tarjetas de red.....	32
IV.1.4.5 Transmisión de archivos en una red.....	32
IV.1.4.6 Métodos de acceso a cable. ....	33
IV.1.4.7 Arquitectura de red.....	34
IV.1.5 Tecnologías de códigos de barras.....	35
IV.1.6 La Programación en lenguaje C. ....	37



IV.1.7 Diseño y programación orientada a objetos .....	39
IV.2 Conceptos administrativos .....	41
IV.2.1 Matemáticas financieras - El valor presente.....	41
IV.2.2 Herramientas de administración de proyectos - El método PERT.....	42
<b>Capítulo V. Solución del problema .....</b>	<b>45</b>
V.1 Instalación de hardware .....	45
V.1.1 Instalación del servidor.....	45
V.1.4 Filtración de señales .....	48
V.1.5 Simbología de código de barras utilizada.....	49
V.2 Instalación y desarrollo de software .....	49
V.3 Pruebas de aceptación.....	50
V.4 El costo del proyecto .....	51
V.4.1 Presupuesto original.....	51
V.4.2 Estimación del costo final del proyecto.....	51
V.5 Cierre del proyecto .....	58
V.6 Alternativas de diseño y desarrollo del sistema.....	58
V.7 El plan de actividades del equipo original de proyecto.....	61
<b>Conclusiones.....</b>	<b>66</b>
<b>Apéndice 1. Descripción de costos incurridos durante el desarrollo del proyecto .....</b>	<b>67</b>
Costos de mano de obra.....	67
Gastos de transportación aérea .....	69
Gastos de hotel .....	70
Viáticos adicionales.....	72
<b>Apéndice 2. Tasas de inflación durante el periodo de vida del proyecto.....</b>	<b>74</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>75</b>



## Introducción

El presente documento contiene un resumen de las actividades que debí llevar a cabo para concluir con el proyecto de desarrollo e instalación de una solución de negocio de almacenes basada en código de barras y en radio frecuencia que actualmente se encuentra funcionando en los almacenes de la planta Nuevo PEMEX de PEMEX Gas y Petroquímica Básica - PGPB, una de las empresas gubernamentales más importantes de nuestro país.

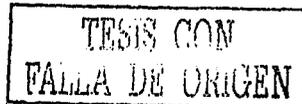
La conclusión del proyecto constituía un reto para cualquiera que se hiciera cargo de la misma debido a que dos equipos formados por especialistas en diferentes áreas habían fracasado en dos intentos de instalación de la solución además, un intento de exportación temporal del servidor principal hacia los Estados Unidos con objeto de que le fuera instalado y configurado el sistema para después traerlo de regreso y entregarlo en las oficinas del cliente también había fracasado. En realidad significaba más que solo instalar y encender un sistema desarrollado en las oficinas de la firma consultora en Texas, Estados Unidos para que este funcionara a la entera satisfacción del cliente (aunque en ese momento no se sabía, debido a que se suponía que el sistema que funcionaría dentro de las terminales portátiles se encontraba funcionando de acuerdo a los requerimientos del cliente).

La conclusión del proyecto significaba llevar a cabo las siguientes actividades:

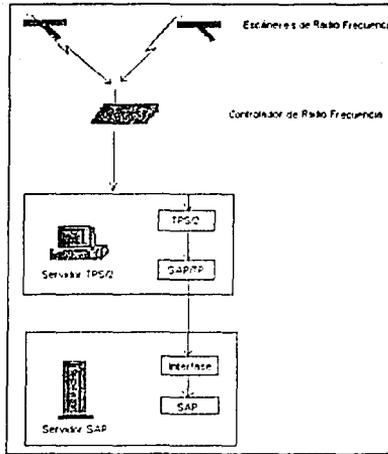
- Configuración del servidor de Radio Frecuencia. Se llevaron a cabo las siguientes actividades de configuración:
  - Configuración de protocolo TCP/IP para conexión a la Red de datos alámbrica de la empresa (Se trabajó con un sistema operativo OS/2 de IBM).
  - Configuración del ambiente de desarrollo (el ambiente utilizado fue Visual Age C++).
  - Instalación y configuración del software controlador de los dispositivos de Radio Frecuencia y de la comunicación con SAP/R3.
- Instalación y configuración de dispositivos ARLAN Aironet receptores de Radio Frecuencia (denominados puntos de acceso).
- Instalación y configuración de las terminales portátiles lectoras de códigos de barras.
- Modificación del software que funcionaría en las terminales portátiles y que se envía dinámicamente desde el servidor TPS/2, así como de las rutinas de ABAP codificadas dentro del sistema SAP/R3.
- Pruebas de Aceptación del producto de Radio Frecuencia efectuadas conjuntamente con el cliente.
- Capacitación a usuarios finales de los almacenes.

Como consecuencia de los intentos fallidos de conclusión del proyecto, el presupuesto asignado al proyecto se había agotado.

Asumí la responsabilidad de traer "funcionando" (up and running) el producto motivo del proyecto hasta las oficinas del cliente, para lo cual asumí todos los roles dentro del proyecto y por tanto llevé a cabo todas las actividades, excepto las relacionadas con los desarrollos en lenguaje ABAP.



A continuación se muestra la arquitectura de alto nivel de la solución de negocio motivo del proyecto:



- Escáneres de Radio Frecuencia– Son los dispositivos inalámbricos portátiles; lectores de códigos de barras utilizados por los usuarios finales de la solución. A lo largo del presente documento también se utilizarán las frases "pistola lectora de código de barras", "terminal portátil" ó "lector de código de barras" para referirse al mismo tipo dispositivo.
- Controlador de Radio Frecuencia – Es un dispositivo cuya función es recibir la señal de radio emitida por los escáneres y transmitirla hacia el servidor TPS/2 por medio del cableado y viceversa. También se les conoce como puntos de acceso debido a que representan un lugar por donde las señales en forma de ondas de radio entran a la red alámbrica.
- Servidor TPS/2 – Es el equipo encargado de coordinar el intercambio de información entre los escáneres y el servidor de SAP/R3. El componente TPS/2 hace posible la comunicación con los dispositivos portátiles y el componente SAP/TP permite la comunicación con el sistema SAP/R3 por medio de RFC's (Remote Function Calls).
- Servidor SAP – Es el equipo en el cual se encuentra instalada la aplicación de almacenes de la empresa(SAP/R3) configurada durante el proyecto de reingeniería.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo I. Contextualización

### 1.1 Sobre la situación en la que se encontraba el proyecto al asumir la responsabilidad del mismo.

En el año 1997 fue lanzada una convocatoria para concursar en una licitación por medio de la cual se seleccionaría un proveedor de servicios para llevar a cabo los trabajos de reingeniería de procesos de negocio referentes a Finanzas, Compras y Almacenes de una de las principales empresas gubernamentales de nuestro país.

Entre otras empresas licitantes, acude una empresa de consultoría, que presenta junto con su portafolio de servicios los conocimientos y experiencia necesaria para llevar a cabo el proceso de reingeniería convocado por el organismo pero no solo eso, como ventaja competitiva ante sus adversarios de licitación y como valor agregado de sus servicios muestra que es capaz de liberar servicios respaldados sobre la base de tecnología de punta.

El ofrecer como valor agregado un sistema de código de barras con dispositivos inalámbricos que permitiría a la empresa hacer el registro de movimientos de materiales en los almacenes de una sus plantas ubicada en el interior del país era parte de la estrategia seguida por la empresa consultora para ganar el proyecto. El software propuesto sobre el que se basaría la reingeniería era SAP/R3 y la solución de Radio Frecuencia estaría comunicada con el modulo de almacenes de la misma. Una vez concluido el proyecto y con los almacenes de esa planta funcionando con los dispositivos de radiofrecuencia, el cliente tendría la opción de extender ese tipo de solución a otras plantas por medio de proyectos adicionales.

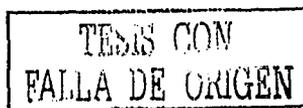
Una vez que la empresa consultora ganó el proyecto, de acuerdo a los planes de proyecto desarrollados, se estimó que el proyecto de Radio Frecuencia estaría concluido poco tiempo antes de cerrar el proyecto de reingeniería, el cual se estimó estaría concluido antes de Septiembre de 1998.

Aparentemente no existía mayor riesgo en el ofrecer el proyecto de radiofrecuencia como un valor agregado a fin de ganar uno de mucho mayor envergadura: ya se había implantado ese tipo de soluciones en más de una ocasión y sería fácil volver a hacerlo; solo se tenía que extender la funcionalidad de los programas, pero para ello se contaba con los recursos humanos de la empresa y subcontratados necesarios.

En Junio de 1998 entré en contacto con la empresa consultora ganadora de la licitación, y acordé que iniciaría actividades laborales con la empresa a principios de Agosto de ese año.

El día 13 de Julio de 1998 recibí indicaciones de viajar al extranjero a fin de recibir entrenamiento sobre el funcionamiento de la solución de Radio Frecuencia, permanecí durante el resto de la semana y la siguiente en las oficinas de Houston de la empresa consultora, pero los resultados no son alentadores:

- La primer semana de estancia en Houston, empleados de la empresa subcontratada que estaría a cargo de la instalación de los dispositivos de radiofrecuencia en los almacenes donde funcionaría la solución de radiofrecuencia tuvieron problemas para hacerlos funcionar y proporcionar una demostración del funcionamiento de los mismos.



- En la segunda semana se daña el sector de arranque del servidor donde estaba instalado el software servidor que entablaba la comunicación con el servidor de SAP/R3 de la empresa consultora el cual se pretendía fuera utilizado como herramienta de desarrollo de sistemas y entrenamiento.

El primer día de trabajo (Lunes 3 de Agosto) viajé hacia la planta del cliente, donde me reuniría con el grupo de especialistas con quienes trabajaría en la instalación de la solución.

En realidad el proyecto "grande" de reingeniería había terminado hacía un mes y debido a que no se había podido sincronizar la disponibilidad del personal necesario para la liberación de la solución de Radio Frecuencia, ésta se había tenido que posponer, pero ya no era posible posponerla mas, el cliente en todo su derecho estaba exigiendo tener la solución instalada y funcionando en sus almacenes.

El equipo original de implementación del proyecto de Radio Frecuencia (6 elementos) estaba formado de la siguiente forma:

- Gerente de Proyecto – Erick, empleado de la empresa consultora. Estaba a cargo de la coordinación de los recursos para que se cumplieran satisfactoriamente las metas del proyecto.
- Especialistas en Radio Frecuencia – Nathan y Tim empleados de una empresa subcontratada (PAR Microsystems). Estaban a cargo de la configuración e instalación y pruebas de terminales portátiles, puntos de acceso y servidor TPS/2.
- Especialista ABAP(Programación en ambiente SAP) – Sandeep, empleado de una empresa subcontratada, estaba a cargo de instalar en el ambiente de SAP las funciones de ABAP desarrolladas, las cuales por medio de BAPI's (Business Application Programming Interface) internas de SAP ejecutan reglas de negocio previamente configuradas.
- Especialista en redes, OS/2 y con conocimiento de las estructuras internas del sistema que funcionaría en las terminales de Radio Frecuencia- Preston, empleado de la empresa consultora estaría a cargo de la instalación del Sistema operativo y conexión a red del servidor. También apoyaría en modificaciones al sistema que funcionaría en las terminales portátiles.
- Consultor con conocimientos en herramientas de desarrollo- El autor del presente documento, empleado de la empresa consultora apoyaría para afinar el sistema que funcionaría en las terminales de Radio Frecuencia.

Sin embargo, debido a diversos problemas de conectividad del servidor con sistema operativo OS/2 en la red del cliente no fue posible instalar y probar los otros componentes del sistema y se fracasó en ese primer intento.

Después del primer tropiezo se formularon diversos planes para concluir con el proyecto, los cuales fueron ejecutándose uno a uno hasta llegar al plan D:

- Plan B:  
La siguiente semana un segundo equipo conformado por Sandeep, el autor del presente documento y un nuevo integrante-Mark(Subcontratado por la empresa consultora)- intentaron instalar el sistema sin éxito debido a diversos problemas encontrados.

- **Plan C :**  
Se decidió enviar el servidor a las oficinas de la empresa consultora ubicadas en Houston Texas, EU para que fuera configurado. sin embargo durante el trayecto se daño la unidad de CD ROM impidiendo esto que fueran instalados los componentes en el mismo. por lo tanto el servidor regresó a México en la misma situación que se había ido en términos de configuración.
- **Plan D:**  
En cuanto la empresa consultora visualizó el problema en el que se encontraba para cumplir con el compromiso se evaluaron diferentes alternativas, las cuales fueron descartadas debido principalmente a lo siguiente:
  - El presupuesto asignado al proyecto estaba prácticamente agotado, y el adquirir una nueva solución implicaba tanto el pago por la solución misma como el de los costos asociados con la consultoría necesaria de parte de un tercero para su instalación.
  - Las soluciones alternativas se basaban en IDOC's de SAP y la solución ofrecida al cliente manejaba RFC's. lo cual el cliente no estaba dispuesto a aceptar ya que representaba desventajas de las soluciones alternativas ante la solución originalmente propuesta: los RFC's establecen comunicación en línea entre los dispositivos de Radio frecuencia y el sistema SAP, los IDOC's permiten la comunicación en modo de lote.

A partir de ese momento el autor del presente documento se hace cargo del proyecto de radio frecuencia.

## 1.2 Acerca del cliente

### 1.2.1 PEMEX y su cadena industrial

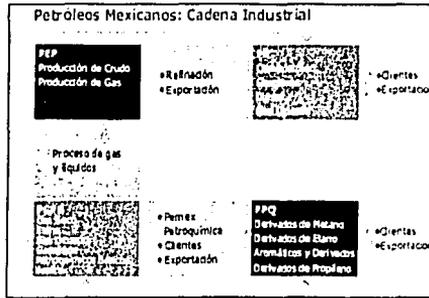
Petróleos Mexicanos(PEMEX) es la empresa más grande de México y una de las diez más grandes del mundo, tanto en términos de activos como de ingresos. Con base en el nivel de reservas y su capacidad de extracción y refinación. se encuentra entre las cinco compañías petroleras más importantes a nivel mundial.

Las actividades de PEMEX abarcan la exploración y explotación de hidrocarburos, así como la producción, almacenamiento, distribución y comercialización de productos petrolíferos y petroquímicos. De conformidad con la legislación mexicana estas actividades corresponden en exclusiva al estado, PEMEX es un organismo público descentralizado.

La operación de PEMEX se lleva a cabo por medio de un corporativo(PEMEX) y cuatro organismos subsidiarios:

- **PEMEX** es el responsable de la conducción central y de la dirección estratégica de la industria petrolera estatal, y de asegurar su integridad y unidad de acción.
- **PEMEX Exploración y Producción** tiene a su cargo la exploración y explotación del petróleo y el gas natural.
- **PEMEX Refinación** produce, distribuye y comercializa combustibles y demás productos petrolíferos.

- **PEMEX Gas y Petroquímica Básica** procesa el gas natural y los líquidos del gas natural; distribuye y comercializa gas natural y gas LP; y produce y comercializa productos petroquímicos básicos.
- **PEMEX Petroquímica** a través de sus empresas filiales elabora, distribuye y comercializa una amplia gama de productos petroquímicos secundarios.



PEMEX se apoya en los siguientes organismos para llevar a cabo actividades de comercialización e investigación.

- **P.M.I. Comercio Internacional** realiza las actividades de comercio exterior de Petróleos Mexicanos.
- **El Instituto Mexicano del Petróleo** proporciona a PEMEX apoyo tecnológico tanto en la extracción de hidrocarburos, como en la elaboración de productos petrolíferos y petroquímicos.

Para llevar a cabo la comercialización nacional de sus productos PEMEX se apoya en el concepto de franquicia, por medio del cual faculta a empresas privadas para convertirse en distribuidores de sus productos.

### 1.2.2 PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB)

En el ámbito internacional, PEMEX Gas es una de las principales empresas procesadoras de gas natural, con un volumen procesado durante 1999 de 3,527 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd) y la segunda empresa productora de líquidos, con una producción de 446 mil barriles diarios (mbd). Cuenta con una extensa red de gasoductos a través de la cual se transportan cerca de 4,000 mmpcd de gas natural, lo que la ubica en el 10° lugar entre las principales empresas transportistas de este energético en Norteamérica.

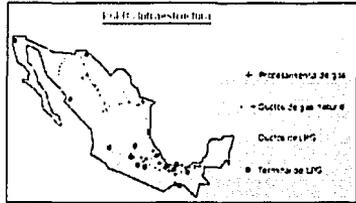
En México, PGPB se encuentra entre las 10 empresas más grandes por su nivel de ingresos, superiores a 9,300 millones de pesos en 2000, con activos del orden de 5,400 millones de pesos. Adicionalmente, PGPB constituye una fuente importante de trabajo, al emplear a poco más de 10,500 trabajadores.

Ingresos (millones)		Activos (millones)	
Pemex	24,488	Pemex	24,488
Carso Global	21,871	Carso Global	24,712
Telmex	21,870	Telmex	24,843
PGPB	9,300	Cemex	21,703
Domo-Chrysler	8,319	Gpo. Carso	18,782
General Motors	7,481	Gpo. México	18,698
IBM	7,350	AMT	17,304
Wal-Mart	7,203	PGPB	5,400
Cemex	5,433	Wal-Mart	5,177
AMT	4,979	Televisa	4,887

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Pemex Gas cuenta con 8 complejos procesadores de gas natural con las siguientes capacidades: endulzamiento de gas: 3,753 mmped; recuperación de líquidos: 5,309 mmped; fraccionamiento de líquidos: 554 mbd. Para el transporte de gas natural, opera 9,031 km de ductos.

Cuenta con 620 estaciones de medición en puntos de entrega, además de 6 interconexiones con sistemas de gasoductos norteamericanos. La logística del gas licuado se apoya en 16 terminales de distribución y 1,822 km de ductos con una capacidad de bombeo de 220 mbd. Para el manejo de petroquímicos básicos, se cuenta con 1,023 km de ductos.



### 1.3 Acerca de la empresa consultora

Cap Gemini Ernst & Young (CGE&Y) es una de las organizaciones de consultoría más grandes e importantes del mundo, globalmente emplea alrededor de 56,500 personas en más de 30 países y en 2001 reportó ingresos por más de 8 mil millones de dólares. Cuenta con alrededor de 120 empleados en sus oficinas en México.

Sus servicios incluyen:

- Cadena de abastecimiento B2B
- Tecnologías críticas
- Administración de Relación con el Cliente(CRM)
- Aplicaciones de Empresa Extendida y de Planeación de Recursos de Empresa(ERP)
- Transformación financiera y de empleados
- Soluciones de e-business
- Soluciones de comercio móvil
- Outsourcing
- Consultoría estratégica

Los sectores para los cuales ha liberado soluciones de negocio incluyen:

- Productos de consumo, venta al menudeo y distribución
- Energía y química
- Servicios financieros
- Gobierno
- Salud
- Ciencias de la vida
- Manufactura
- Redes de comunicación

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 1.4 Acerca del proyecto global

El cliente contrató los servicios de la empresa consultora a fin de llevar a cabo un proceso de reingeniería (el proyecto global) en varias áreas de la empresa.

Se eligió SAP/R3 como la herramienta sobre la que estaría basada la reingeniería.

#### Alcances del proceso de reingeniería:

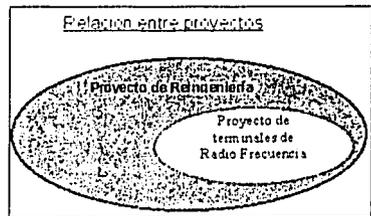
**Alcance lógico:** El proceso de reingeniería convocado abarcaría diversas áreas administrativas y operativas de la empresa, incluyendo Finanzas, Contabilidad, Recursos Humanos, Producción y Manufactura entre otras. Las áreas de almacenes de sus plantas se encontraban entre las áreas operativas que se pretendía mejorar con el proceso de reingeniería en la empresa.

**Alcance físico:** Se llevó a cabo la redefinición de procesos de negocio en todas las plantas del cliente incluyendo la planta de Nuevo PEMEX en la cual se habría de instalar la solución de Radio Frecuencia.

**Alcance en términos de tiempo:** Se estimó que el proyecto de reingeniería estaría terminado en poco más de un año y mientras éste estaba en desarrollo, dependiendo de su avance, el proyecto de terminales portátiles de Radio Frecuencia sería desarrollado.

**Alcance en recursos humanos:** Durante el proyecto de reingeniería participaron 20 recursos de parte de la empresa consultora y 15 de parte del cliente de tiempo completo.

El proyecto de los dispositivos portátiles de radio frecuencia constituía un proyecto de menor tamaño dentro del proyecto de reingeniería y en términos operativos serviría para automatizar las actividades del almacén haciendo uso de las configuraciones hechas por los consultores en el sistema SAP/R3 durante el proyecto de reingeniería.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo II. Planteamiento del problema

El primer día hábil del mes de Agosto de 1998 inicié mi relación de trabajo con la firma consultora ganadora del concurso para la realización de la reingeniería de procesos al interior de PGPB. En ese momento ya había sido terminada la parte de reingeniería del proyecto, sin embargo, antes de poder cerrar el proyecto global era necesario concluir el proyecto de radio frecuencia, el cual daría como resultado que los dispositivos portátiles de radio frecuencia pudieran acceder al sistema R3.

Hasta ese momento el avance que se tenía en relación al proyecto de radio frecuencia era el siguiente:

- Se habían definido los requerimientos que deberían satisfacer las transacciones habilitadas en los dispositivos portátiles. Uno de los gerentes que trabajaron durante el proceso de reingeniería había servido de enlace entre el equipo de proyecto de implantación del sistema R3 y el equipo en Estados Unidos encargado de preparar la solución.
- Aparentemente estaba listo el sistema que cumplía con los requerimientos descritos en el punto anterior y solo era necesario instalarlo para que funcionara.
- El cliente ya había adquirido el equipo necesario para la instalación.
- El personal de los almacenes del centro de producción donde se instalaría la solución estaba listo para apoyar en la implantación y recibir la capacitación correspondiente para empezar a utilizar el sistema.

Ese mismo día nos reunimos todos los miembros del equipo de implementación en la ciudad donde sería instalada la solución. La idea era utilizar esa semana para poner en funcionamiento la solución.

### II.1 El equipo de trabajo original y el presupuesto asignado al proyecto

El equipo original de instalación constaba de los siguientes especialistas:

- 2 especialistas de radio frecuencia de la empresa PAR microsystems con oficinas en Atlanta, Georgia USA.
- 1 especialista en programación ABAP de la empresa Abacus Systems con sede en Houston, Texas USA.
- 1 especialista en conectividad de redes y OS/2 con conocimientos sobre el sistema S-Link (así denominó la empresa consultora a la solución completa que sería instalada), de la empresa consultora con sede en Houston, Texas USA.
- 1 Gerente de proyecto de la oficina de México de la empresa consultora.
- 1 programador con conocimientos en Lenguaje C.

El plan original era que ese equipo implantara el sistema en esa semana y el proyecto quedaría concluido, sin embargo, no se tuvo éxito durante esa semana al tratar de instalar el sistema y no se pudo cerrar el proyecto.

Es importante mencionar que los gastos realizados por los integrantes del equipo de proyecto durante esa semana, más el costo que había generado la preparación del sistema para satisfacer los requerimientos del cliente habían ocasionado que se agotara la suma asignada como presupuesto para el proyecto.

El presupuesto que se había asignado al proyecto en Mayo de 1997 fué de \$100,000 USD.

La siguiente semana, debido a la crisis de presupuesto en la que se encontraba el proyecto y a que los integrantes del equipo original tenían compromisos que atender en otros proyectos se formó un nuevo equipo para intentar por segunda ocasión la instalación del sistema. El equipo estuvo formado como sigue:

- 1 especialista en ABAP de Abacus Systems cuya empresa tiene oficinas en Houston Texas, USA
- 1 especialista en conectividad de redes, OS/2 y con conocimientos del proyecto S-Link, ya que fue uno de los creadores del sistema en la oficina de Houston de la empresa consultora
- 1 programador de Lenguaje C de la oficina de México de la firma consultora.

Sin embargo de nueva cuenta, no fue posible tener éxito en la implantación del sistema.

En ambos casos no se tuvo éxito debido a que no fue posible conectar el servidor OS/2 a la red TCP/IP del cliente, y como consecuencia no se pudieron instalar los elementos de hardware y software necesarios para probar la solución en forma integral.

## II.2 Definición del problema

El cliente empezaba a mostrarse preocupado y molesto por no haberse concluido el proyecto de radio frecuencia, ya que de acuerdo al plan original del proyecto global de reingeniería, el proyecto de radio frecuencia debería haber terminado para entonces, sin embargo ya antes del mes de agosto se había pospuesto su instalación debido entre otras causas a que no se habían podido sincronizar los recursos humanos necesarios para la instalación de la solución.

El problema se presentaba entonces de la siguiente forma:

- El presupuesto asignado al proyecto se había agotado.
- No era claro el estatus de la instalación del proyecto debido a que el problema que había hecho fracasar la instalación en dos ocasiones fué la falta de conectividad del servidor con la red del cliente y por lo tanto no se podía asegurar si el personal de PAR había comprobado la comunicación de los puntos de acceso con los dispositivos de radio frecuencia como ellos argumentaban.
- No se contaba con personal disponible ni dentro de México ni fuera del país para completar el proyecto.
- Aún cuando fuera posible que alguien concluyera con la instalación del sistema de radio frecuencia se necesitaba alguien que lo conociera y pudiera entregarlo al cliente a su entera satisfacción y capacitar a su personal.

Era importante que el cliente recibiera los entregables del proyecto de radio frecuencia, ya que se regían por las mismas cláusulas del proyecto global de reingeniería y en ellas se especificaba que a falta de algún entregable, se aplicaría la fianza que había servido como garantía de éxito a todo el proyecto de reingeniería.

Lo irónico del asunto era que el proyecto de reingeniería que presumiblemente era el más importante desde el punto de vista tanto de impacto en los procesos de la empresa como económico y de cantidad de recursos necesarios para su conclusión no había presentado tantos problemas durante su evolución.

Desde el punto de vista técnico el problema consistía en:

- Conectar el servidor con sistema Operativo OS/2 a la red del cliente, haciendo uso de TCP/IP como protocolo de comunicación, establecer comunicación con los sistemas R3 de desarrollo, pruebas y producción, y probar conectividad con los puntos de acceso y los dispositivos portátiles de radio frecuencia. Definir y configurar la simbología de código de barras que sería utilizada en los almacenes.
- Configurar los puntos de acceso para conexión a la red y para entablar comunicación con los dispositivos portátiles. Filtrar las señales para que se intercambiaban sin problemas datos haciendo uso de los dispositivos portátiles de radio frecuencia.
- Configurar los dispositivos portátiles para comunicación con la red, con los puntos de acceso y para que fueran visibles al servidor TPS/2.
- Probar que el sistema que funcionaría en los dispositivos portátiles – escrito en lenguaje C- cumpliera con los requerimientos del cliente, si en algo no cumplía , modificarlo para que lo cumpliera incluyendo sus bases de datos.
- En caso de ser necesario, coordinar un recurso con conocimientos de ABAP para que escribiera ó modificara dentro del sistema SAP las rutinas con las cuales se comunicaría el sistema escrito en Lenguaje C.
- Llevar a cabo las pruebas de aceptación correspondientes con el cliente.
- Entrenar a los usuarios del almacén sobre el uso del sistema.

### Capitulo III. Objetivos

Debido a que el proyecto de radio frecuencia estuvo intimamente relacionado con el proyecto de la reingeniería de los procesos del negocio del cliente, a continuación se hace una exposición de los objetivos que perseguía el cliente con ambos proyectos y se concluye con el objetivo de mi participación en el proyecto de radiofrecuencia una vez que se presentaron los problemas para instalar la solución.

El proyecto de la reingeniería, es considerado a lo largo del presente documento como el macroproyecto, ya que comparado con el proyecto de radio frecuencia fue el que requirió de mas recursos tanto en términos de miembros de equipo como de dinero, y requirió de mas tiempo. En realidad el proyecto de radio frecuencia formaba parte del proyecto de reingeniería y por lo tanto era un proyecto de menor envergadura.

#### III.1 Objetivos del macroproyecto

El cliente, al llevar a cabo la reingeniería de sus procesos de negocio buscaba, entre otros objetivos los siguientes:

- Introducir en sus procesos las mejores prácticas de industria existentes a nivel mundial.
- Elevar su nivel de competitividad internacional por medio del fortalecimiento de sus procesos de negocios.
- Llevar a cabo un mejor control de operaciones y procesos del negocio, así como de sus activos en cada una de sus localidades.
- Disponibilidad oportuna de información relacionada con el estatus de procesos al interior de la empresa.

#### III.2 Objetivos del proyecto

Los siguientes fueron algunos de los objetivos mas importantes que se perseguían con la implantación de la solución basada en Radio Frecuencia:

- Proporcionar al área de almacenes con una herramienta que le permitiera automatizar la recolección de información de recepción, despacho y auditoria de inventarios físicos para incrementar la productividad de los empleados del almacén.
- Permitir dar seguimiento a existencias de materiales críticos de operación en tiempo real debido a que la herramienta de recolección automática de datos permitiría registrar en el sistema central de información de la corporación de manera inmediata el movimiento de materiales en el almacén.
- Obtener información oportuna como apoyo para la toma de decisiones de los niveles de mando altos de la empresa.

#### III.3 Los objetivos de mi participación en el proyecto

Luego del fracaso de los dos equipos de especialistas implantadores del sistema de radio frecuencia y debido a la falta de recursos humanos con conocimientos para concluir la instalación del sistema así como de recursos económicos ya que el proyecto se encontraba

TEL. CON  
FALLA DE ORIGEN

fuera del presupuesto que se le había asignado, tuve el privilegio de recibir la oportunidad de completar el proyecto, para ello recibí el ofrecimiento de poder utilizar algunos de los recursos vía telefónica si era necesario para cubrir cada uno de los aspectos de la implantación.

La primera sensación que sentí fue de preocupación por la situación en la que se encontraba el proyecto y por los conocimientos con que contaba en ese momento sobre las áreas de tecnología que relacionaba el proyecto, inclusive percibí de parte de algunos compañeros de la oficina de México gestos de compasión y solidaridad al notar que estaba recibiendo uno de los proyectos en situación más difícil que se habían generado hasta ese momento en nuestra oficina.

Aún cuando me fue ofrecido el poder apoyarme telefónicamente en algunos miembros del equipo original de la instalación, yo sabía que ese apoyo era muy relativo debido a que varios de ellos eran subcontratados y difícilmente estarían dispuestos a ofrecerme ayuda. Por ejemplo, por una parte existía un problema de pago de facturas entre la empresa consultora y PAR, hecho que afectó bastante la relación e inclusive hizo que diera por terminada una alianza que había durado varios años, Sandeep por otra parte era un hindú que después de los intentos fallidos de instalación de la solución pasó una larga temporada en la India, el cambio de horario hacía casi imposible poder comunicarnos. Respecto a Preston, él ya estaba asignado en otro proyecto para una compañía en los Estados Unidos llamada Western Atlas.

Mi asignación al proyecto de radio frecuencia significaba:

- El manejo completo del proyecto
- Planeación de actividades(cuando era posible)
- Planeación y solicitud de uso de recursos (con bastantes restricciones)
- Dentro de lo posible la programación y configuración del sistema
- El entrenamiento de usuarios
- Pruebas al sistema para validar la satisfacción de requerimientos del cliente

Todo ello con el objetivo de entregar el sistema funcionando al cliente, satisfaciendo las necesidades especificadas en el documento de diseño.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo IV. Análisis del problema

La solución del problema implicaba el entendimiento y manejo de diferentes tecnologías.

Era importante un entendimiento de la conectividad de redes para hacer posible la comunicación entre los diferentes dispositivos de hardware que serían utilizados para llevar la información desde los dispositivos portátiles de radio frecuencia hasta el servidor central de R3.

Igualmente era necesario el conocimiento y práctica previa con lenguajes de programación, específicamente con lenguaje C, ya que era la herramienta que había sido seleccionada por los diseñadores del sistema como el cerebro de la aplicación debido a sus virtudes relacionadas con el control de dispositivos.

También era necesario tener un entendimiento de la manera en que funcionan los dispositivos de radio frecuencia, tanto los puntos de acceso que funcionan como el punto de salida/entrada de información desde/hacia la red alámbrica hacia/desde el aire en forma de ondas de radio, como de los dispositivos portátiles de radio frecuencia que permitirían la captura de información haciendo uso de códigos de barras.

Era también importante el conocimiento de simbologías de códigos de barras para configurar los dispositivos portátiles a fin de que alguna de ellas pudiera ser utilizada para hacer las lecturas automáticas de información en los almacenes.

A largo de este capítulo se plantean conceptos básicos relacionados con esos conocimientos además de:

- Conceptos financieros, los cuales serán utilizados en el siguiente capítulo para obtener una comparación entre el presupuesto asignado al proyecto y el costo total real del mismo en el siguiente capítulo
- Conceptos de orientación a objetos que son utilizados en el siguiente capítulo para hacer un breve análisis de cómo los diseñadores del sistema pudieron haber hecho un uso más adecuado de la tecnología para crear una solución más robusta.
- Conceptos de la administración de proyectos que se utilizan en el siguiente capítulo para llevar a cabo un análisis del planteamiento de actividades que debieron llevarse a cabo durante la semana correspondiente al primer intento de instalación de la solución.

Por último, son importantes un par de comentarios antes de iniciar con el desglose del capítulo:

- La sección referente a lenguaje C expone de manera general las características del lenguaje C y presenta las justificaciones por las cuales lo eligió como lenguaje de desarrollo para la construcción del sistema el equipo diseñador de la solución.
- La sección que describe la Tecnología de Orientación a Objetos hace una breve exposición de los conceptos de la orientación a objetos así como de algunas de las ventajas que es posible aprovechar cuando en un proyecto de desarrollo de software se utiliza un esquema de análisis y diseño orientado a objetos en lugar de un esquema de análisis y diseño estructurado ó funcional.

Es importante estar consciente que el desarrollo completo de cualquiera de las teorías ó prácticas técnicas descritas en este capítulo requiere de bastante más material que el aquí expuesto.

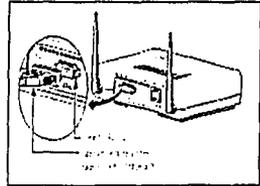
#### IV.1 Conceptos tecnológicos

En esta sección se presenta un resumen de las tecnologías relacionadas con el proyecto. Donde no es posible presentar los elementos tecnológicos completos debido a su extensión solo son presentadas las partes de los mismos que fueron utilizadas para la solución de problema.

##### IV.1.1 Dispositivos Aironet ó puntos de acceso

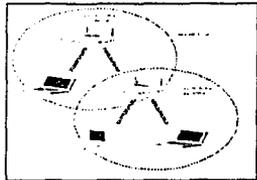
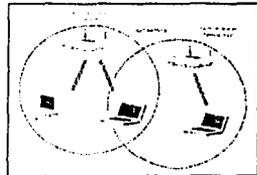
Los Dispositivos Aironet presentan dos puertos :

- Puerto ethernet - Nos permite conectar el dispositivo a redes ethernet para recibir/enviar señales a través de los cables de la LAN desde/hacia el aire en formas de ondas de radio. Acepta conectores RJ-45.
- Puerto serial - Este puerto puede ser utilizado para tener acceso a la consola de administración de los mismos. Puede ser accesado utilizando un conector de 9 pines de macho a hembra hacia el puerto COM1 o COM2 de una computadora.



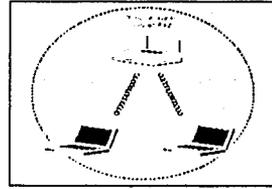
Tipos de configuración de dispositivos Aironet:

1. Unidad raíz en una LAN alámbrica: Si se conecta a una red LAN mas de un punto de acceso, los usuarios pueden rondar de una área de las instalaciones hacia otra sin perder su conexión a la red. Cuando un usuario sale del rango de un punto de acceso, automáticamente se conectan a la red, asociándose a otro punto de acceso; el proceso es transparente para el usuario.
2. Unidad repetidora que se extiende en un rango sin cables: Esta configuración es utilizada para extender la cobertura de las señales de radio ó para evitar obstáculos que evitan que las ondas lleguen desde el dispositivo portátil hacia una unidad configurada como raíz. Al llegar los paquetes de datos a una unidad repetidora esta los reenvía hacia otra unidad repetidora ó hacia un dispositivo configurado como raíz. Los datos son enviados a través de la ruta que representa la mejor alternativa para el cliente.



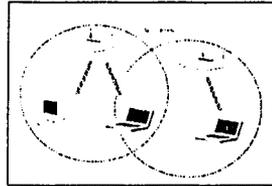
3. Unidad central en una red sin cables:

Un dispositivo configurado de esta manera actúa como una unidad raíz sola. En este caso el punto de acceso no se liga a la red LAN y se convierte en el punto central de comunicación de los dispositivos vía señales de radio.



Opción de cobertura de traslape mínimo:

Cada vez que un usuario sale y entra del rango de cada punto de acceso se lleva a cabo el relevo de recepción de señal (seamless roaming), manteniéndose por tanto una conexión constante a la red cableada. Todos los dispositivos deben ser configurados con el mismo SSID para proporcionar la característica de roaming.



El siguiente cuadro muestra los parámetros que se requiere configurar dentro de los dispositivos Aironet para hacer posible la comunicación con otros dispositivos:

Parámetro	Significado
Nombre del sistema	Asignar un nombre descriptivo a cada unidad Aironet la hace mas fácil de identificar y accesible el sistema para efectos de configuración.
Tipo de terminal	Por medio de este parámetro es posible especificar el conjunto de caracteres utilizado para el despliegue de información en la consola del dispositivo.
Asignación de direcciones IP	Este parámetro especifica el mecanismo utilizado para la asignación de dirección IP al dispositivo (DHCP o direcciones estáticas).
Dirección IP	El valor especificado es utilizado como dirección IP estática si no se especifica un protocolo de configuración de servidor DHCP. Si se especificó DHCP, entonces el valor indicado es utilizado como dirección IP si no se recibe señal del servidor DHCP.
Máscara de Subred	Es utilizado para identificar la subred, de tal forma que el dispositivo sea reconocido dentro de la red.
Puerta de enlace	Indica la dirección IP del dispositivo utilizado como puerta de salida y entrada de paquetes de datos a la subred.
Radio Service Set ID (SSID)	Es un identificador único que los dispositivos cliente usan para asociarse con el punto de acceso. El SSID ayuda a los clientes a distinguir entre redes inalámbricas múltiples en el mismo vecindario.

Raíz	Sirve para especificar la función que desempeñará el dispositivo en la red de radio: ON indica punto de acceso. OFF indica repetidor.
------	---

#### IV.1.2 Dispositivos portátiles de radio frecuencia

Los dispositivos portátiles son en realidad pequeñas computadoras que utilizan un sistema Operativo MS-DOS 5.0, sin embargo solamente contienen los archivos básicos del sistema operativo, es decir comandos como CHKDSK no funcionan en ellos debido a que el archivo asociado no se graba en el dispositivo para no utilizar espacio de almacenamiento.

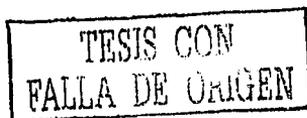
Para el almacenamiento en lugar de los discos fijos comunes utilizan un tipo de memoria especial denominada memoria flash. Para que los dispositivos portátiles se comuniquen adecuadamente es necesario transferirles un conjunto de archivos de información, dentro de los cuales se encuentran por un lado los archivos de comunicaciones que hacen posible la conectividad de red y por el otro aquellos relacionados con la comunicación con el controlador maestro desarrollado por la empresa PAR Microsystems.

- El archivo utilizado para establecer la comunicación con la red y con los puntos de acceso/repetidores es el archivo NET.CFG, dentro del cual se configuran parámetros tales como dirección IP, Identidad del dispositivo portátil por ejemplo. El contenido del archivo NET.CFG de un dispositivo portátil varía con respecto al contenido del mismo archivo de otro dispositivo solo en el valor de la dirección IP y en el valor correspondiente a NODEID (identificador de nodo) puesto que para que el Master Controller distinga entre un dispositivo y otro, estos necesitan tener asignados diferentes nombres.
- Archivo de lotes cuya función es hacer "amigable" para el usuario la conexión del dispositivo con el resto de los dispositivos en la red. Este archivo contiene un comando que invoca al programa encargado de entablar la comunicación y dentro del mismo se indica la dirección IP del servidor TPS/2 y el nombre del dispositivo portátil; se debe tomar en cuenta que los nombres de los dispositivos portátiles son diferentes entre sí. El resultado de la ejecución de este comando es establecer comunicación de radio, pero al mismo tiempo se abre una sesión en el servidor TPS/2 para efectos de monitoreo.

Los archivos son transferidos hacia los dispositivos portátiles haciendo uso de un cable físico proporcionado por el fabricante de los dispositivos. El cable se conecta del puerto serial de la computadora que contenga los archivos que serán transmitidos hacia un conector en el dispositivo portátil. Una vez hecha la conexión física por medio de los cables, se utilizan programas de transferencia de datos proporcionados por Telxon.

#### IV.1.3 Comunicación entre dispositivos Aironet y las terminales portátiles.

Para que la señal de radio frecuencia de los dispositivos portátiles pueda entrar (ó salir) de la red alámbrica a través de los puntos de acceso es necesario que tanto dispositivos



portátiles como puntos de acceso guarden concordancia en algunos de sus parámetros de configuración, lo cual se describe a continuación:

1. El valor indicado en la identificación de dispositivos Aironet (SSID) debe coincidir con el valor indicado en el parámetro SYSTEMID dentro del archivo NET.CFG en cada terminal portátil.
2. Dentro del archivo NET.CFG de los dispositivos portátiles existe el parámetro CHANNEL, el cual debe coincidir de la siguiente forma de acuerdo a los valores asignados al parámetro FREQUENCY en los dispositivos Aironet:

Frecuencia utilizada en Aironet	Canal utilizado en dispositivos portátiles
2412	1
2427	2
2442	3
2457	4
2465	5

3. EL parámetro DATARATE dentro de NET.CFG debe coincidir con el valor asignado al parámetro BITRATE del dispositivo Aironet de la siguiente forma:

Valor DATARATE en dispositivos portátiles	Valor BITRATE de dispositivo Aironet
354	1
500	2
1000	3
2000	4

#### IV.1.4 Conocimientos generales de conectividad de redes.

La conectividad de redes se ha convertido en el corazón de todo sistema de información compartido hoy en día.

Un grupo de computadoras conectadas y otros dispositivos es denominado una red. Un grupo de computadoras conectadas en red son capaces de compartir recursos como mensajes, software, capacidad de hardware y dispositivos periféricos como modems e impresoras.

El compartir recursos en una red tiene muchas ventajas, por ejemplo un usuario donde quiera que se encuentre, siempre y cuando este conectado a la red puede tener acceso a los recursos compartidos de la red. Una red permite descentralizar el procesamiento y permite evidentemente la comunicación en línea entre todos los dispositivos que son sus miembros.

## Componentes de una Red:

Una red tiene como mínimo cuatro componentes:

1. Un servidor, el cual es un equipo de gran potencia y contiene los recursos que son utilizados por los demás dispositivos. Los demás componentes se conectan a este equipo. Una excepción a esta regla se observa en las redes denominadas peer-to-peer en las cuales todas las computadoras se conectan "de igual a igual" y por lo tanto todas pueden compartir y tener acceso a los recursos compartidos de las otras computadoras conectadas en la red. Un Servidor de Aplicaciones es utilizado para proporcionar el lado de Servidor en aplicaciones "client/server", así como datos a los clientes. Cuando un usuario o cliente hace una solicitud a un servidor, el servidor descarga el resultado de la solicitud hacia la computadora del usuario.
2. Un cliente. Es una computadora conectada a un servidor y que utiliza los recursos ofrecidos por el servidor.
3. El medio. Todas las computadoras de una red están conectadas utilizando un medio. El medio más popularmente utilizado es el cable.
4. Dispositivos periféricos. Son recursos de hardware que se pretende utilizar en forma común o compartir a través de la red. Un dispositivo periférico puede ser accedido por medio del servidor que lo controla.

### IV.1.4.1. Clasificaciones de redes

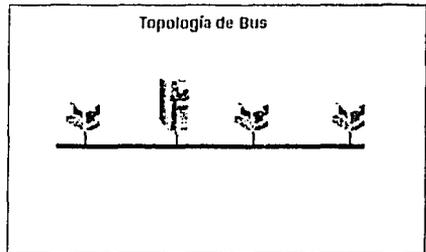
De acuerdo al rango de comunicación que abarcan las redes, se clasifican de la siguiente manera

1. Redes de Área Local (LAN) – En este caso la red tiene un área de comunicación confinada a un edificio o un conjunto de edificios cercanos.
2. Red de Área Metropolitana (MAN) – En este caso el área de comunicación se extiende a lo largo de una ciudad o un estado. Una MAN usualmente esta formada de dos o más LAN's interconectadas.
3. Red de Área Amplia (WAN) – Su cobertura se extiende más allá de países, incluso continentes. Se forman ligando redes LAN y/o redes MAN.

La forma física de una red se conoce como topología de la red.

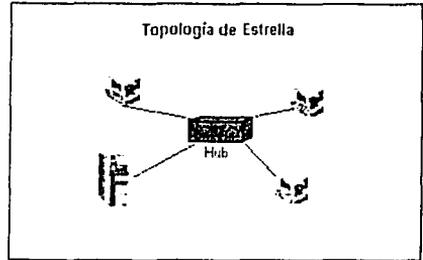
Con base su topología las redes son clasificadas de la siguiente forma:

1. Bus – Es la topología más sencilla en ella se conectan todas las computadoras en una fila a un cable denominado el tronco, backbone o segmento. La señal es enviada a todas las computadoras a través del tronco, pero solo es aceptada por la computadora cuya dirección IP coincide con la dirección almacenada dentro de la señal. Una desventaja de esta topología es que solo una computadora puede enviar datos a la vez. Otra desventaja es que el número



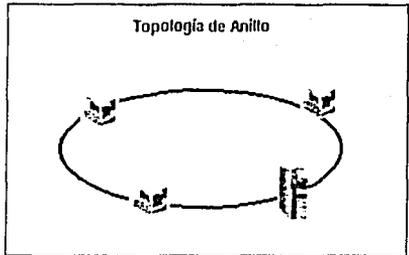
de computadoras adjuntas en la LAN afectan de manera adversa el funcionamiento de la misma. Una desventaja mas es que si el cable de comunicación central se corta ó se daña entonces deja de funcionar la red completa.

2. Estrella – En esta topología todas las computadoras están conectadas a un dispositivo central llamado el hub. La señal proveniente de una computadora pasa por el dispositivo central antes de llegar a su destino. En esta topología si un dispositivo o su cableado presenta falla, ello no afecta al funcionamiento del resto de la red. Si el hub central falla, entonces queda fuera de funcionamiento la red completa.

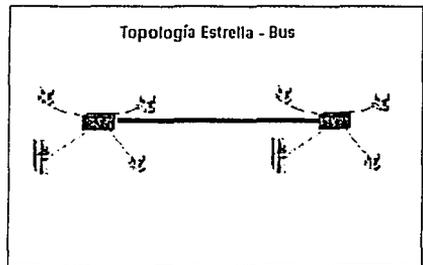


Podría decirse que una desventaja de esta topología es la cantidad de cable que se necesita para conectar todas las estaciones de trabajo.

3. Anillo – En esta topología todas las computadoras se conectan a un círculo de cable y este no tiene finalizadores. En esta topología la señal pasa a través del anillo en una dirección hasta que encuentra la estación de trabajo con la dirección que coincide con la dirección contenida en los datos. Se le conoce como una topología activa porque cada estación de trabajo promueve la señal hacia la siguiente estación. En esta topología si una estación de trabajo falla, entonces deja de funcionar la red completa.



4. Redes Híbridas – Son redes cuya topología es la combinación de las topologías de anillo, bus y estrella. Suelen utilizarse en redes muy grandes. Existe por ejemplo la topología estrella-bus que es una combinación de las dos topologías respectivas que llevan ambos nombres; en esta topología diferentes redes de estrella se unen por medio de troncos de bus y se lleva a cabo ligando los hubs de cada red de estrella, en este caso la falla de una estación de trabajo no afecta al resto de la red y una falla presentada en un hub impedirá que se comuniquen entre sí las computadoras unidas a él ni permitirá que se comuniquen con computadoras conectadas a otros hubs.



Otro tipo de topología híbrida es la de estrella-anillo, en esta topología los hubs de varias topologías de estrella se conectan siguiendo un patrón de estrella hacia un hub central.

#### IV.1.4.2 Protocolos de comunicación y el modelo OSI.

Los protocolos especifican el procedimiento de comunicación entre los componentes de hardware y software. Los componentes diseñados por diferentes vendedores requieren de un conjunto de protocolos para comunicación.

El modelo Open Systems Interconnections (OSI) desarrollado en 1984 por la Organización Internacional de Estándares tuvo por objeto estandarizar los protocolos de comunicación. Este modelo constituye un marco conceptual para el diseño de componentes de red. Detalla el funcionamiento de hardware y software para facilitar el intercambio de información.

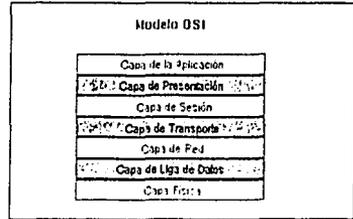
El modelo OSI es una arquitectura que distribuye las tareas concernientes con la comunicación de red en siete capas. Cada capa cuenta con software para llevar a cabo una tarea específica de acuerdo a un conjunto de protocolos. Cualquier computadora en red mapea de alguna manera este modelo de comunicación.

Para que la comunicación se lleve a cabo, los datos pasan desde la capa mas alta hasta la capa mas baja en la computadora que envía la señal, después los datos son transferidos desde esta capa de nivel mas bajo a través del cable de red y llegan hasta la capa mas baja de la computadora que recibe la señal, de ahí los datos suben hasta la capa mas alta del modelo OSI de la computadora receptora y se completa el envío de información.

Los datos se mueven desde una capa OSI a otra por medio de una interfase, esta interfase define los servicios que una capa puede proporcionar a las capas adyacentes.

Las capas del modelo OSI listadas desde la de nivel más alto hasta la de nivel mas bajo son las siguientes:

1. Capa de la Aplicación. Esta capa proporciona servicios para apoyar las aplicaciones de usuario, por ejemplo transferencias de archivos, e-Mail y acceso a bases de datos.
2. Capa de Presentación. Determina el formato de intercambio entre dos computadoras conectadas en red. En la computadora fuente se traducen los datos hacia un formato intermedio para transmisión, en la computadora destino se traducen los datos hacia el formato original.
3. Capa de Sesión. Esta capa administra el establecimiento de conexiones entre aplicaciones de diferentes computadoras. También proporciona sincronización entre tareas de usuario colocando puntos de chequeo en el flujo de datos de red.
4. Capa de Transporte. Ayuda a resolver problemas de transmisión y recepción en red. Cuando una transmisión incorrecta ocurre, esta capa retransmite los datos.
5. Capa de Red. Maneja el direccionamiento de mensajes y traduce direcciones lógicas hacia direcciones físicas. Define la ruta que debe ser seguida por los datos transmitidos. Esta capa también administra problemas de tráfico de red tales como congestión de datos.



6. Capa de Liga de Datos. Organiza los datos provenientes de la capa de Red en estructuras lógicas conocidas como Frames, después de ello asegura una transmisión libre de errores hacia la capa de liga de datos de la computadora destino.
7. Capa Física. Esta capa transmite el flujo de datos a través del cable de red y define las especificaciones para la conexión entre el cable y la tarjeta de red, también define la técnica de transmisión utilizada para el envío de datos.

A través del proyecto 802 desarrollado por la Institution of Electronic and Electrical Engineers (IEE) se hicieron mejoras al modelo OSI. Estas especificaciones definen el procedimiento para acceder y transferir datos a través de medios físicos. Ello incluye conectar mantener y desconectar dispositivos de red.

Las especificaciones están divididas en diferentes categorías, cada una de esas categorías especifica estándares para varios componentes de red.

Las especificaciones 802 también proporcionan mejoras a las capas físicas y de Liga de Datos del modelo OSI. Estas mejoras son utilizadas en el diseño de los más populares ambientes LAN.

El proyecto 802 agregó más detalle a la capa de liga de datos agregando dos subcapas:

1. La subcapa Logical Link Control (LLC) – Administra la comunicación definiendo puntos de acceso de servicio múltiple(PASM). PASM son puntos de conexión que facilitan comunicación entre cada una de las capas del modelo OSI.
2. La subcapa Mac Access Control(MAC). Administra la transferencia de datos desde la capa física OSI hacia el medio físico. Es el responsable de entregar los datos libres de error entre computadoras.

Los pasos efectuados entre la computadora que envía y la que recibe deben ser ejecutados usando el mismo protocolo para que la información transmitida y la recibida coincidan.

Un servicio que controla el monto de datos transmitidos, detecta errores de transmisión y administra requerimientos de retransmisión es conocido como un servicio orientado a la conexión. En esta clase de servicios, la conexión es establecida, usada y terminada.

Una conexión confiable se asegura que el receptor reconozca la recepción de cada mensaje, sin embargo el envío del reconocimiento crea retardos e incrementa el tráfico de red.

Si es preferible rapidez más que la exactitud en la transmisión, entonces se utiliza un servicio orientado a la conexión no confiable. Este tipo de servicio no asegura el reconocimiento de recepción de mensaje.

Variaciones del Servicio orientado a la Conexión Confiable:

- Secuencia de mensajes: Cuando dos ó mas mensajes se envían por separado uno después de otro, ellos llegaran separados del lado del receptor.
- Flujo de bytes: En este caso los mensajes que originalmente son enviados por separado, llegan del lado del receptor de manera combinada en un solo mensaje haciendo imposible identificar donde inicia y donde termina cada uno de los mensajes originalmente enviados.

**Servicios sin Conexión.** Son servicios que no monitorean algunos parámetros tales como ruta y secuencia de los datos transmitidos. Cada mensaje transmitido usando este tipo de servicio alcanza el destino y viaja a través de la red de una manera independiente a los otros mensajes enviados. Con este tipo de conexión es posible que un mensaje *A* llegue a su destino antes que otro mensaje *B* enviado, aún cuando el mensaje *A* haya sido enviado después del mensaje *B*. Este tipo de servicio es normalmente utilizado cuando el usuario necesita enviar solamente un mensaje sencillo y no crítico. Pueden ser del tipo:

- No confiable (También conocido como servicio de datagrama). Es usado en situaciones tales como el envío de un mensaje sencillo con alta probabilidad de llegada, pero no garantiza de llegada.
- Confiable (Conocido como servicio de datagrama reconocido). Es usado cuando el remitente requiere una entrega confiable, pero no quiere establecer una conexión porque el mensaje es corto.
- Solicitud-Respuesta. En este servicio el remitente envía un datagrama conteniendo una solicitud o consulta. El mensaje es enviado de regreso conteniendo tanto la consulta como la respuesta.

#### IV.1.4.2.1 El protocolo TCP/IP

El Protocolo de Control de Transmisión (TCP) es un protocolo de transporte que proporciona interoperabilidad entre Sistemas Operativos diferentes. Es un protocolo que sirve para ligar dos tipos diferentes de red, es decir, proporciona un lenguaje común para que dos redes diferentes se comuniquen. TCP acepta un flujo de mensajes de cualquier longitud provenientes de cualquier capa arriba de la capa de transporte, luego parte el flujo en segmentos y asigna un número de secuencia a cada segmento de datos. Los números asignados a los segmentos de datos garantizan la entrega en la secuencia adecuada.

El Protocolo de Internet (IP) permite que nodos diferentes de una red se comuniquen entre sí. Este ambiente de red es conocido como una inter-red. Cada red en una inter-red tiene un número de red único. Uno de los beneficios del IP es que él ejecuta el direccionamiento. El direccionamiento es requerido para que las entidades de red se comuniquen entre sí haciendo uso de direcciones. Para esto IP asigna una dirección única a cada estación de trabajo de la red.

Un número IP tiene un valor de cuatro bytes. Convencionalmente es expresado convirtiendo cada byte a su valor decimal y separando cada valor de byte con un punto. Los números individuales tienen un rango entre 0 y 255. Un ejemplo de una dirección IP es 178.43.23.43.

Cualquier interfase en una red TCP/IP tiene asignada una dirección IP única. La dirección IP es utilizada para identificar y diferenciar una interfase de otras en la red. En las especificaciones actuales IPv4, una dirección IP es un número de 32 bits. Frecuentemente pensamos este número de 32 bits en términos de 4 octetos de 8 bits (las computadoras entienden números en base 2 y los humanos tienden a pensar en base 10), luego convertimos cada octeto a decimal y separamos los valores decimales con puntos.

Es importante la selección cuidadosa de las direcciones IP que son asignadas a las interfases de red. Si la red está conectada directamente a Internet, solo pueden asignarse las direcciones IP que han sido otorgadas a nuestra red por la Internet Assigned Numbers Authority (IANA).

Una dirección IP está dividida en dos partes: Una parte de red y una parte de host. La parte de red distingue una red de otra, mientras que la parte de host identifica un dispositivo en particular dentro de una red. La máscara de red identifica la parte de la dirección IP que representa la parte de red y la parte que representa el host. La máscara de red es otro número de 32 bits que es convertido en cuatro octetos de 8 bits, traducidos a decimal y separados con punto. Los bits con valor 1 en la máscara designan la porción de red de una dirección IP.

La máscara de red utilizada le permite a la computadora saber las redes IP que debe escuchar y cuales ignorar.

Un ruteador es un dispositivo que se utiliza para conectar redes y tiene conexiones a dos o más redes y se encarga de mover los paquetes entre ellas. Cuando una computadora envía un paquete cuyo destino se encuentra en la misma red, lo envía directamente al host de destino. Sin embargo si el destino se encuentra en otra red, lo envía al ruteador y el ruteador se encarga de enviarlo a la red correcta. Por esto es importante colocar máscaras de red correctas (son el parámetro que indica al host si debe enviar el paquete directamente a su destino ó hacia el ruteador). Una red usualmente tiene un ruteador por omisión que la conecta hacia otras redes. Todo el tráfico cuyo destino está fuera de la red local se va hacia el ruteador default.

TCP/IP en realidad no es solo un protocolo, sino una suite de protocolos. A bajo nivel se compone de los siguientes protocolos:

1. IP. Cualquier protocolo en un nivel superior debe ser eventualmente traducido hacia paquetes IP. Un paquete IP está auto contenido en el sentido que contiene dentro de él las direcciones del remitente y del destino del paquete.
2. TCP. Es un protocolo basado en conexión u orientado a flujo y funciona encima del protocolo IP. Esto significa que una aplicación que se comunica con otra usando TCP envía y recibe datos como un flujo de bytes, y la pila del TCP/IP cuida de la descomposición de los datos en paquetes y del ensamblaje de paquetes en datos otra vez en el lado receptor. También se asegura que los paquetes lleguen en orden y solicita retransmisión de paquetes faltantes ó corrompidos.
3. UDP. Es un protocolo basado en datagramas u orientado a paquetes. Es un protocolo sin conexión. Este protocolo no tiene chequeo para asegurarse que los paquetes lleguen en orden, ó para checar paquetes faltantes. Sin embargo, debido a esta falta de exceso de trabajo, UDP puede ser eficiente para el uso con aplicaciones que envían pequeñas cantidades de información, o sobre una red que es rápida y confiable, tal como Ethernet sobre una LAN privada.

Algunos de los protocolos de aplicación que funcionan sobre TCP y UDP son:

- SMTP(Simple Mail Transport Protocol)
- HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)
- FTP(File Transfer Protocol)
- SNMP(Simple Network Management Protocol)

o NFS(Network File System)

A continuación se muestran las capas de la suite TCP/IP y sus capas correspondientes en el modelo de referencia OSI:

Capa del modelo OSI	Protocolos TCP/IP
Aplicación	Telnet, FTP, http, etc
Transporte	TCP, UDP
Red	IP
Link	Driver de dispositivo de la interfase de red

#### IV.1.4.3 Formas de transmisión de datos.

A continuación se hace una breve referencia a los medios utilizados por las tecnologías de redes actuales, tanto a la transmisión de datos sobre cables como a la transmisión de datos por aire.

##### IV.1.4.3.1 Transmisión sobre cables.

Actualmente la mayoría de las redes están conectadas por algún tipo de cable. Hay diferentes tipos de cable en el mercado para cumplir diferentes requerimientos de red. A continuación se revisarán algunos de ellos.

1. Un cable de par trenzado consiste de dos cables aislados en forma de trenza uno alrededor de otro. El trenzado minimiza el ruido eléctrico denominado Interferencia Electromagnética, la cual ocurre cuando ondas electromagnéticas no deseadas afectan la señal durante la transmisión.

Se clasifican en dos tipos:

- a. Cable trenzado sin blindaje (Unshielded Twisted-Pair UTP).- Esta compuesto de un par de cables cubiertos, trenzados y cubiertos ambos por una capa plástica. Este cable puede transmitir datos en el rango de 1 a 100 megabits por segundo(Mbps). Un cable UTP es afectado por atenuación. Atenuación es la debilidad de una señal a medida que viaja a lo largo del cable. En un cable largo la atenuación puede distorsionar la señal a un grado que se vuelve completamente irreconocible. La atenuación restringe la máxima longitud de un segmento de cable UTP a 100 metros. El costo de cable UTP es mucho menor que el de otros medios de transmisión. Su equipo de instalación es barato. Los cables UTP son ideales para situaciones donde el costo es un parámetro importante y las computadoras a ser conectadas están ubicadas dentro de un edificio. Cuando los ambientes de trabajo requieren integridad de la transmisión de datos sobre grandes distancias a altas velocidades los cables UTP no son una buena elección. Existen las siguientes categorías de cable UTP:

- i. Categoría 1: Es usado como cable telefónico. Este tipo de cable solo puede llevar voz y no soporta transferencia de datos

- ii. Categoría 2: Está compuesto de cuatro pares trenzados. Este tipo de cable es utilizado para transmisión de datos de hasta 4 Mbps.
  - iii. Categoría 3: Está compuesto de cuatro pares trenzados con tres torceduras por pie lineal. Soporta transmisión de datos a una velocidad de hasta 10 Mbps.
  - iv. Categoría 4: También está compuesto de cuatro pares trenzados, sin embargo este tipo de cable es utilizado para transmisión de datos a una velocidad de 16 Mbps.
  - v. Categoría 5: También tiene cuatro pares trenzados. Los datos son transmitidos a una velocidad de 100 Mbps.
- b. Cable trenzado blindado (Shielded Twisted-Pair STP).- Este tipo de cable tiene dos cables de cobre aislados cubiertos por una cáscara de cobre tejida para proporcionar mayor protección que la del cable UTP, la cual proporciona un aislamiento excelente ante interferencia externa. La cubierta hace al cable STP menos susceptible a la interferencia electromagnética, por esta razón el cable STP proporciona velocidades más altas de transmisión sobre distancias grandes que un cable UTP. Un cable STP es capaz de transmitir señales de datos a una velocidad de hasta 500 Mbps. La tasa de atenuación de señales transmitidas es similar a las del cable UTP. Un cable STP es más caro y difícil de instalar que un cable UTP. Es preferible en lugar de cable UTP donde sea requerida una alta tasa de transmisión de datos. Una situación en la que el cable STP es una elección adecuada es una planta de manufactura que usa equipo eléctrico, en esta situación las señales de datos a ser transmitidos necesitan estar blindados de la interferencia electromagnética debida al equipo eléctrico.
2. Los Cables de Fibra Óptica son populares en ambientes donde se requiere una transmisión de datos alta y segura sobre grandes distancias. Este tipo de cables están hechos de fibras ópticas que llevan señales de datos digitales en la forma de pulsos de luz. Un cable de fibra óptica no puede ser interceptado, en cambio cables basados en cobre si pueden ser interceptados porque transmiten datos en forma de señales digitales. Un cable de fibra óptica es de forma cilíndrica con tres secciones concéntricas (core, cladding y jacket). El core está hecho de vidrio conductor de luz ó de plástico y está rodeado de más vidrio conocido como cladding. El core y el cladding están rodeados a su vez por una capa dura llamada jacket. Los datos transmitidos usando cable de fibra óptica no están sujetos a Interferencia Electrostática. Esto permite una transmisión libre de error. La tasa de transmisión de datos en un cable de fibra óptica está entre 100 Mbps hasta más de 2 Gbps y aplica para una distancia de 2 a 25 kilómetros. Los cables de fibra óptica tienen una tasa de atenuación baja lo cual les permite llevar pulsos luminosos por varios kilómetros sin que se debilite la señal. Su instalación es cara y complicada debido a que el costo del cable es alto y debe tenerse cuidado de asegurarse que el cable no se apriete demasiado o doble durante la instalación.

#### IV.1.4.3.2 Transmisión sin cables

Los cables son usados para conectar computadoras y facilitar el intercambio de datos entre ellas. Sin embargo los cables tienen ciertas limitaciones. Por ejemplo, los cables no pueden ser utilizados para conectar dos oficinas situadas una muy lejos de la otra. Los cables tampoco son adecuados para gente que está en movimiento.

Para vencer las limitaciones de los cables en las redes se utilizan medios sin cables.

Las redes que usan medios sin cables para conectar computadoras son llamadas redes sin cables. Una red sin cables transmite datos como ondas electromagnéticas llevando señales. En este tipo de redes la atmósfera terrestre proporciona el medio requerido para que la transmisión sin cables se lleve a cabo.

Las ondas electromagnéticas usadas en la transmisión sin cables son de tres tipos:

1. Ondas de Radio. Utiliza ondas electromagnéticas de radio frecuencia (RF) en el rango de 10 kilo Hertz (KHz) a 1 Giga Hertz (GHz). Las ondas de radio frecuencia utilizadas en este tipo de sistema son enviadas en todas direcciones. También pueden ser afinadas por el dispositivo que envía señales (antenna) y junto con el receptor determinan la frecuencia y poder de la señal que es transmitida. La antena de un sistema de ondas de radio puede transmitir datos a una tasa de 1 a 10 Mbps.

Las señales de radio frecuencia se dividen en tres clases:

- a. Bajo poder (low-power), frecuencia simple (single-frequency). Este tipo de dispositivos son utilizados en distancias cortas y transmisión en ambiente abierto. Operan solo a una frecuencia. Permite baja inmunidad a interferencia electromagnética. El costo de instalación depende del tipo de receptor y antena utilizado. El bajo poder de los dispositivos conduce a alta atenuación.
  - b. Alto poder (high-power), Frecuencia Simple (single-frequency). Este tipo de dispositivos es utilizado para distancias larga, transmisión en ambiente abierto. Operan sobre rutas de línea no obstruidas o rebotan en la atmósfera terrestre. El costo de los receptores no es alto, sin embargo el costo asociado con equipo adicional tal como la antena es moderadamente caro. Instalar este tipo de dispositivos es complejo porque la transmisión de datos es obstaculizada a menos que los dispositivos sean bien armonizados en su configuración. Este tipo de dispositivos resisten mejor a la atenuación que los de bajo poder, sin embargo su inmunidad a la atenuación es muy baja debido a que al área abarcada por estos dispositivos es grande y esto hace las señales vulnerables a intercepción.
  - c. Spread Spectrum. Esta transmisión utiliza frecuencias múltiples. Permiten transmisión simultánea a tasas de 2 a 6 Mbps. El costo del equipo depende de la combinación del equipo receptor y antena utilizados. Instalar el equipo es fácil ya que la mayoría de los dispositivos están preconfigurados. Adicionalmente la atenuación e inmunidad a Interferencia Electromagnética en este tipo de sistemas es alta.
2. Micro Ondas. Los sistemas de micro ondas basados en tierra transmiten a una frecuencia baja. Utilizan señales que son generadas por antenas parabólicas direccionales y receptores. Ambos dispositivos determinan el costo del equipo de



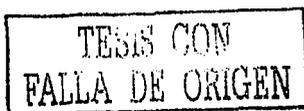
micro ondas. EL tamaño de la antena y la frecuencia de la señal gobierna la atenuación de la señal. Este tipo de sistemas son muy sensibles a cambios atmosféricos y la Interferencia electromagnética resultante. Esto hace difícil instalar una red de micro ondas cuando las condiciones atmosféricas no son favorables.

Tipos de comunicación de micro ondas:

- a. Sistema de micro ondas terrestre. Está basado en tierra y usa una antena parabólica direccional que requiere una ruta no obstruida para transmisión de datos. Las señales generadas son en bajo rango de frecuencia de GHz.
  - b. Las micro ondas de satélite usan un rango de radio frecuencia GHz bajo. Las señales de micro ondas de satélite son enviadas en línea entre la antena parabólica direccional localizada en la tierra y los satélites que están dando vuelta a la tierra. La transmisión de datos depende de la frecuencia de radio. La frecuencia va de 11 a 14 GHz. Este tipo de equipo es costoso y la instalación del equipo es un proceso difícil. La atenuación depende de la frecuencia de la señal y el tamaño de la antena. Estos sistemas son susceptibles a Interferencia Electromagnética y condiciones atmosféricas.
3. Luz infrarroja. Las computadoras pueden intercambiar datos usando LED's (Light Emitting Diodes) o I.L.D's (Injection Laser Diodes). El equipo usado para el intercambio de datos hace los sistemas infrarrojos útiles en ambientes cerrados pequeños. El costo de un sistema infrarrojo depende del material usado para la manufactura del equipo. La transmisión de datos tiene lugar en un rango de frecuencia de 100 GHz a 1000 Tera Hertz (THz) resultando en una tasa de datos de 1 a 16 Mbps. La intensidad de la luz infrarroja emitida y de las condiciones atmosféricas determinan la atenuación e interferencia electromagnética de un sistema infrarrojo. Se dividen en :
- a. Sistemas Infrarrojos de punto a punto: Están focalizados fuertemente y dirigidos a puntos específicos. Operan en rangos de frecuencia de 100 GHz a 1000 THz. La capacidad de transmisión de datos va de algunos Kbps a 16 Mbps. La atenuación depende de la intensidad de la luz emitida y de las condiciones atmosféricas. Tiene moderada inmunidad a Interferencia Electromagnética.
  - b. Los sistemas infrarrojos de Broadcast alcanzan un área más amplia. Operan en un rango de frecuencia de 100 GHz a 1000 THz. La capacidad de datos es de menos de 1 Mbps. La atenuación depende de la intensidad de la luz emitida y las condiciones atmosféricas. Estos sistemas tienen baja inmunidad a la Interferencia Electromagnética estos sistemas.

#### Tipos de Redes sin cables.

1. Redes de Computación Móvil. Utilizan portadores públicos tales como líneas de teléfono para transmisión de datos. Los datos son transmitidos en un rango de velocidades de 8 Kbps a 19.2 Kbps. Se dividen en :
  - a. Comunicación de paquetes de radio. Transmite datos como paquetes. Cada paquete tiene una dirección remitente y una dirección de destino e información de corrección de error. Estos paquetes son ligados a un satélite que envía el paquete en todas direcciones hacia su respectiva dirección correcta.



- b. Redes celulares. Usan la misma tecnología que los teléfonos celulares. Transmiten datos a una velocidad muy alta sobre una red analógica basada en voz.
  - c. Estación de satélite ó de micro ondas. Es actualmente el método más popular de conectar sistemas localizados a corta distancia. Una estación de satélite consiste de dos transeivers(transmisores-receptores), también utilizan una antena la cual apunta uno a otro para comunicación.
2. Redes sin cables (Wireless Local Area Network WLAN). Los datos son transmitidos en forma similar a una LAN cableada. Una WLAN usa un punto de acceso central(transeiver) para conectar todas las computadoras de la red. Las WLAN's utilizan técnicas de infrarojos radio y spread spectrum para transmisión de datos.
  3. Red extensa (Extended Local Area Network). Una ELAN se utiliza cuando se tiene que instalar una red grande. Utilizan puentes sin cables para ligar redes a lo largo de edificios. Los puentes sin cables pueden incrementar el tamaño de una LAN cerca de 5 Kilómetros, para mayores distancias se puede utilizar un puente sin cables de rango grande; con este tipo de dispositivo se puede incrementar el tamaño de una LAN a cerca de 35 Kilómetros. Transmiten señales de voz y datos a una velocidad de 1.544 Mbps con la ayuda de la técnica de transmisión de radio spread spectrum.

#### IV.1.4.4 Dispositivos de conectividad de redes.

El presente apartado hace una descripción general de las características de los principales dispositivos que fueron utilizados para llevar a cabo la instalación de la solución de negocio. También se hace una descripción de las técnicas mas utilizadas por las computadoras conectadas a red para tener acceso a los cables durante la transmisión de señales.

##### IV.1.4.4.1 Hubs ó concentradores.

Para construir una red se necesitan conectar múltiples cables. Los hilos de los cables UTP no pueden ser torcidos ó soldados para unirlos porque esto distorsiona la señal transmitida. Para evitar el problema de transmisión de señal, un punto central de conexión es usado entre segmentos del medio de transmisión. Este punto de conexión central es conocido como hub.

Un hub organiza segmentos de medios y transmite señales entrantes a otros segmentos del medio.

Un hub es comúnmente usado en la topología de estrella y se clasifican en tres tipos:

1. Hub's Pasivos. Conecta los segmentos de cable. Funciona solo como un punto de conexión para la señal. Las señales pasan a través del hub pasivo sin ninguna regeneración de señal ó amplificación. A cada segmento se le permite extenderse solo la mitad de su máxima distancia efectiva porque las señales no son regeneradas. Cualquier computadora conectada a un hub pasivo recibe las señales enviadas de todas las otras computadoras.
2. Hub's Activos. Son similares a hubs pasivos, sin embargo un hub activo regenera ó amplifica las señales antes de que sean transmitidas. Una desventaja de la

regeneración de la señal es que el ruido del cable también es amplificado. Cualquier computadora conectada a un hub activo recibe la señal enviada por todas las computadoras.

3. Hub's Inteligentes. Regeneran señales y administran redes. Pueden seleccionar una ruta entre diferentes rutas disponibles para entrega de la señal. Seleccionan el segmento hacia el que debe redirigirse la señal.

En una red, si un segmento de cable es roto ó no ligado al hub, solo ese segmento es afectado y el resto de la red continúa funcionando correctamente.

Los hubs ayudan a expandir una red.

Un hub es capaz de monitorear la actividad de la red y puede diagnosticar si una una de sus conexiones está funcionando.

#### IV.1.4.4.2 Tarjetas de red.

Las tarjetas de red actúan como la interfase física entre la computadora y el cable de red. Todas las computadoras y servidores en una red tienen tarjetas de red instaladas en ellas. El unir físicamente el cable de red al puerto de la tarjeta de red establece la conexión física real entre la computadora y el resto de la red.

La función principal de la tarjeta de red es preparar los datos de la computadora hacia el cable de red. Los datos se mueven en la computadora a través de una ruta llamada el bus. Sobre el cable de red, los datos viajan en un flujo de bits sencillo. Esto es conocido como transmisión serial porque un bit de datos sigue a otro. La preparación de los datos enviados por cable es llevada a cabo básicamente haciendo una traducción de las señales digitales de la computadora hacia señales eléctricas u ópticas para el cable de red.

La computadora y el adaptador de red se comunican entre ellos para mover datos de la computadora hacia la tarjeta. La tarjeta envía señales a la computadora solicitando datos y entonces la computadora mueve datos desde su memoria hacia la tarjeta.

La tarjeta de red que envía datos y la que recibe inician un dialogo electrónico antes que los datos sean realmente transferidos. Cada tarjeta indica sus parámetros de comunicación, tales como velocidad de transmisión, tamaño máximo de grupos de datos e intervalo de tiempo entre envío de trozos de información. Si hay diferencias en los parámetros, ambas tarjetas acuerdan un parámetro común que ambas puedan utilizar.

#### IV.1.4.5 Transmisión de archivos en una red.

Los datos son almacenados en computadoras como archivos, los cuales pueden ser muy largos. La computadora puede transmitir el archivo completo sobre la red. Sin embargo, esto podría resultar en el estrangulamiento de la red y un retardo en las comunicaciones entre las computadoras de la red.

Para facilitar la transmisión de los datos, un archivo puede ser descompuesto en trozos pequeños y manejables. Cada trozo pequeño es denominado un paquete y es la unidad mas pequeña de datos de red.

El uso de los paquetes hace más rápida la transmisión porque todas las computadoras en red tienen una oportunidad igual para recibir y transmitir datos.

La transmisión de datos a través de paquetes también decrementa el tráfico de red y reduce los errores de transmisión. Cuando un error ocurre, solo una sección pequeña de datos es



afectada y para recuperarse del error, solo el paquete de datos afectado necesita retransmisión.

Cuando los datos son organizados en paquetes por la computadora remitente, se agrega información de control especial a cada paquete. La información de control agregada ayuda a que puedan ser reensamblados los pequeños paquetes para formar el todo original en su destino final. La información de control también chequea errores en los datos después de que fue reensamblado.

Un paquete adicional a los datos, contiene tanto la dirección del remitente como la del destinatario. También lleva instrucciones a los componentes de red sobre el método de transmisión de datos. Lleva información de secuencia de los paquetes para facilitar el reensamblado de los paquetes. El último componente es la información de revisión de errores, la cual asegura una transmisión libre de errores.

Los componentes del paquete se agrupan en: encabezado, datos y parte final.

El encabezado consiste de una señal para alertar la red durante una transmisión de datos, también contiene las direcciones remitente y de destino; además contiene información para sincronizar la transmisión de datos entre las computadoras de la red.

La segunda parte del paquete consiste en los datos mismos que son enviados. Esta parte puede variar en tamaño dependiendo de la red. En la mayoría de las redes, el tamaño de la sección de datos es entre 0.5 K a 4 K.

La parte final contiene un componente de chequeo de errores llamado chequeo de redundancia cíclica (cyclical redundancy check - CRC). Es un número producido por un cálculo matemático sobre el paquete fuente. Cuando el paquete alcanza su destino, este número es recalculado. Si los números CRC origen y destino coinciden, la transmisión es indicada libre de error. Lo cual indica que el paquete no fue dañado durante la transmisión. Si los números CRC no coinciden, se indica un error de transmisión, lo cual implica que el paquete conteniendo los datos cambió durante la transmisión y la red envía una señal a la computadora remitente para que retransmita los datos.

#### IV.1.4.6 Métodos de acceso a cable.

En una red, muchas computadoras utilizan acceso al cable para transmisión de datos. Si dos ó más computadoras usan el cable para transmitir datos simultáneamente, los paquetes chocarán, lo cual dañará los datos. Se han creado una serie de reglas para asegurar que no ocurran colisiones o daños a los datos durante la transmisión, las cuales constituyen medidas para controlar tráfico sobre una red. Estas reglas, conocidas como métodos de acceso, gobiernan como transmitir datos sobre el cable una computadora y por tanto previenen que las computadoras accedan simultáneamente los cables permitiendo así la transmisión y acceso a datos en una forma ordenada.

1. Carrier-Sense Múltiple Access (CSMA) es un método de acceso usado en comunicación de redes para evitar la colisión de paquetes de datos. En este método múltiples computadoras tratan de acceder el cable de red después de sentir el tráfico en el cable. Este método de acceso es de dos tipos:
  - a. Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) . Este método detecta las situaciones cuando pueden ocurrir colisiones y previene la transmisión de datos en esas ocasiones. Antes de transmitir datos, la computadora detecta si el cable está libre de tráfico de red. Si hay datos en el cable, la computadora no transmite datos hasta que el cable está libre. Las

computadoras. sin embargo, no detectan colisiones más allá de 2500 metros sobre un segmento de cable debido a la atenuación. La ocurrencia de colisiones depende del número de usuarios tratando de acceder la red y de las aplicaciones que son usadas. En caso de colisión la computadora trata de retransmitir los datos.

- b. Carrier-Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA). En este método la computadora señala su intento de transmitir antes de realmente hacer la transmisión de datos. La señal le ayuda a la computadora a sentir cuando puede ocurrir una colisión, no enviando información en ese momento la computadora puede evitar la colisión. La desventaja de este método de acceso es que, aparte de los datos mismos, todas la computadoras envían una señal con su intención de transmitir datos sobre toda la red. Esto incrementa el nivel de tráfico de red y disminuye el desempeño de la red. CSMA/CA es menos popular que CSMA/CD porque es un método de acceso mas lento.
2. Demand Priority Access Method. Es utilizado para transmitir datos en redes grandes. En este método el repetidor ó hub de la red busca en cada nodo solicitudes de transmisión de datos, también verifica direcciones, ligas y nodos finales y verifica que todos ellos estén funcionando correctamente. Si el hub recibe dos solicitudes al mismo tiempo, la solicitud de más alta prioridad es servida primero, si ambas tienen la misma prioridad, ambas solicitudes son servidas alternando entre ellas. La ventaja de este método de acceso es que las computadoras pueden recibir y transmitir datos al mismo tiempo. Esto es posible por el tipo de esquema de cable especial que utiliza cuatro pares de hilos. Cada par de cable transmite señales de 25 MHz. En este tipo de método solo existe comunicación entre la computadora que envía la de señal, el hub y la computadora destino. Las transmisiones no se envían para que las reciban todos los integrantes de la red.

#### IV.1.4.7 Arquitectura de red

La arquitectura de una red define sus estándares, protocolos y topología.

Ethernet es una arquitectura popular de red. Usualmente utiliza topologías de bus y de estrella. Utiliza el método CSMA/CD para acceso al medio durante la transmisión de datos. Los cables utilizados para construir este tipo de red son coaxial grueso y delgado y de par trenzado sin blindaje (UTP). La velocidad de transmisión en una red ethernet puede ser de 10 a 100 Mbps.

Una red ethernet se clasifica en los siguientes tipos(Los dígitos al principio indican su velocidad):

1. 10BaseT. Utiliza cable de par trenzado. Comúnmente utiliza UTP, aunque también puede funcionar con cable STP sin que se afecten sus parámetros 10BaseT. La mayoría son conectadas en una topología de Estrella-Bus. Un segmento de cable puede ser de una longitud máxima de 100 metros. Un segmento puede tener un máximo de 512 nodos. Dos computadoras sobre un segmento requieren de un cable con una longitud máxima de 2.5 metros.
2. 10Base2. Utiliza cable coaxial delgado. Un segmento de cable puede tener una longitud máxima de 185 metros. Un segmento puede conectar un máximo de 30

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

computadoras. Una distancia máxima de .5 metros separa cada computadora y utiliza conectores "T".

3. 10Base5. Se utiliza cable coaxial grueso para construir este tipo de redes. El segmento máximo de cable puede ser de cerca de 500 metros. Permite conectar hasta 100 computadoras a un segmento.
4. 10BaseFL. Utiliza cables de fibra óptica para transmitir datos. La distancia máxima para un segmento 10BaseFL es aproximadamente 2000 metros.
5. 100VG-AnyLAN. Están conectadas con cables de par trenzado categoría 3,4 y 5 o con cables de fibra óptica. Tienen una longitud máxima de 3 Kms. Utiliza el método Demand Priority Access Method para transmitir datos. Utilizan una topología de estrella con todas las computadoras conectadas a un hub. La red puede ser expandida agregando hubs hijos al hub principal.
6. 100BaseX Ethernet. También llamada Fast Ethernet. Utiliza cable UTP categoría 5 y el método de acceso CSMA/CD.

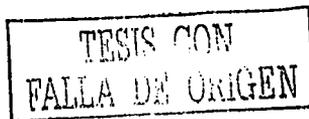
Un red ethernet es popular ya que soporta múltiples protocolos, entre ellos TCP/IP. También funciona con la mayoría de los sistemas operativos, incluyendo MS Windows y Novell Netware.

#### IV.1.5 Tecnologías de códigos de barras.

Para resolver las desventajas presentadas por métodos de captura manuales, han sido desarrolladas diferentes tecnologías. En este sentido una captura "automática" se refiere al hecho de que en un solo evento de captura puede ser capturado un flujo de datos (desde un solo carácter hasta docenas de ellos).

Entre las tecnologías desarrolladas para llevar a cabo capturas automáticas de datos se encuentran las siguientes:

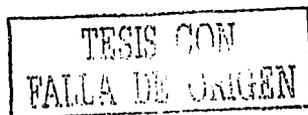
1. Reconocimiento de caracteres ópticos (optical character recognition OCR). Utiliza fuentes impresas altamente estilizadas. Las fuentes OCR pueden ser impresas con diferentes técnicas y pueden ser leídas por maquinas así como por humanos.
2. Reconocimiento de caracteres de tinta magnética (magnetic ink character Recognition MICR). Es la tecnología mas comúnmente utilizada por los bancos. Se imprimen letras altamente estilizadas con tinta que tiene propiedades magnéticas. Aunque la información puede leerse ópticamente, los caracteres MICR son decodificados con escáneres magnéticos completamente automáticos.
3. Cintas magnéticas. Es posible codificar una gran cantidad de información similar a la encontrada al reverso de la mayoría de las tarjetas de crédito. La información es almacenada en series de regiones con diferente magnetización, similar a cintas magnéticas o discos flexibles.
4. Reconocimiento de voz. Existe equipo disponible que puede entender discursos hablados. Esta tecnología es adecuada para ciertas aplicaciones donde los operadores necesitan sus manos libres.
5. Sistemas de visión de máquina. Son usados en muchas empresas de manufactura para ordenar, inspeccionar y medir productos automáticamente. Consisten de una cámara de televisión de alta resolución (o equivalente) interfazada a una computadora vía un circuito procesador de señal.



6. Sistemas de identificación de radio frecuencia. Pueden leer datos de etiquetas que no son visibles ópticamente al sistema. Una señal de radio es transmitida hacia la etiqueta y esta responde con una señal de radio que es modulada con la información almacenada en la etiqueta.
7. Tarjetas inteligentes. Son similares a tarjetas de crédito de plástico. Contienen memoria no volátil, un controlador y algún esquema de control de seguridad. Algunas tarjetas inteligentes emplean contactos eléctricos para leer y escribir datos entre la tarjeta y el lector, mientras que otros diseños son sin contacto, utilizando un acoplamiento magnético ó electrostático.
8. Código de barras. Un símbolo de código de barras consiste de una serie de barras paralelas adyacentes y espacios. Se utilizan patrones predeterminados de anchos para representar datos reales en el símbolo. Pueden ser impresos a bajo costo con una amplia variedad de técnicas de impresión y el símbolo completo puede ser amplificado ó reducido para satisfacer las necesidades de espacio.

#### Características de una simbología de códigos de barras.

1. Conjunto de caracteres. Describe el rango de caracteres de datos que pueden ser codificados en una simbología dada. Algunas simbologías pueden codificar solo números y se les refiere entonces como simbologías "numéricas". Otras pueden codificar información alfanumérica, mientras otras soportan el conjunto de caracteres ASCII completo de 128 caracteres.
2. Tipo de simbología. Pueden ser de dos tipos:
  - a. Simbología discreta. Cada carácter puede permanecer solo y ser decodificado independientemente de los caracteres adyacentes. Cada carácter es separado de su vecino por brechas de tolerancia intercarácter, las cuales no contienen información.
  - b. Simbología continua. No contienen brechas intercaracteres. Cada carácter empieza con una barra y termina con un espacio. El fin de un carácter indica el inicio del siguiente. Este tipo de simbología requiere menor longitud de símbolo para codificar una cantidad dada de datos.
3. Cantidad de anchos de los elementos.
  - a. Simbología de dos anchos de elementos. La tasa entre el elemento ancho y el angosto se llama "N". Típicamente se permite a N variar sobre algún rango (usualmente de 2 a 3), pero debe ser constante para un símbolo dado.
  - b. Simbología de múltiples anchos. Las barras y los espacios pueden asumir diferentes valores de ancho.
4. Longitud fija o variable. Algunas simbologías por su estructura propia codifican solo mensajes de longitud fija. Otras simbologías deberían ser utilizadas no solo en ambientes de longitud fija debido a consideraciones de seguridad.
5. Auto-chequeo. Una simbología se denomina de auto-chequeo si un simple defecto de impresión no causa que un carácter sea convertido en otro carácter válido de la misma simbología.
6. Código de inicio, código de terminación. Un código de inicio es un patrón particular de barras y espacios que son colocados al inicio de un símbolo para indicar al escáner donde inicia el símbolo. Algunas veces indica la dirección de utilización del escáner. Un código de terminación es un patrón colocado al final de los caracteres de datos; también algunas veces indica la dirección de uso del escáner.



7. **Carácter de chequeo.** Un carácter de chequeo es un carácter colocado en una posición predeterminada de un símbolo y el valor del mismo está basado en alguna relación matemática de los otros caracteres del símbolo. Es usado por el escáner para validar que el dato correcto ha sido decodificado. Si el carácter de chequeo solo puede asumir valores numéricos (del 0 al 9), frecuentemente es llamado un check digit.
8. **Bidireccional.** Una simbología es bidireccional cuando puede ser leída de izquierda a derecha o derecha a izquierda sin afectar los datos decodificados. Casi todas las simbologías en uso actualmente son bidireccionales.

Simbologías tentativas a ser aplicadas en el proyecto:

1. **Simbología Code 39.** Fue la primer simbología alfanumérica desarrollada. Es ampliamente utilizada y es la simbología utilizada de facto en negocios que no son del menudeo.

Es una simbología de longitud variable, discreta y de auto-chequeo que puede ser fácilmente impresa por una variedad de tecnologías. Frecuentemente se le refiere como "Codigo 3 de 9".

Cada código 39 tiene cinco barras y cuatro espacios, haciendo un total de nueve elementos, de estos nueve elementos tres son anchos y seis son angostos, lo cual hace el código 39 un código de dos-anchos.

El código 39 codifica 44 caracteres alfabéticos, numéricos y gráficos. Cada carácter codificado inicia y termina con una barra. El espacio entre los caracteres no contiene información. El asterisco es reservado para uso de carácter de inicio/fin de símbolo. Aunque hay solo 43 caracteres de datos en el conjunto de caracteres Code 39, es posible codificar todos los 128 caracteres usando la característica de Full ASCII de Código 39.

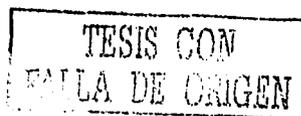
2. **Simbología Code 128.** Es una simbología de longitud variable, código continuo con múltiples anchos de elementos.

Cada carácter del código 128 tiene 11 módulos, los cuales pueden ser blanco ó negro. Cada carácter tiene tres barras y tres espacios.

La simbología Code 128 tiene 106 caracteres diferentes impresos. Cada carácter puede tener uno de tres significados diferentes dependiendo de cual de tres conjuntos de caracteres es empleado. Tres diferentes caracteres de inicio dicen al lector cual de los conjuntos de caracteres es utilizado inicialmente, y tres códigos de cambio permiten cambiar el conjunto de caracteres dentro del símbolo.

#### IV.1.6 La programación en lenguaje C.

Dennis Ritchie de los laboratorios Bell, creó en 1972 el lenguaje de programación C. Cada lenguaje de programación tuvo un objetivo al ser creado. Por ejemplo Pascal enfatiza principios generales de programación y trata de aislar al programador de consideraciones de hardware. Por otro lado, C está diseñado para trabajar con Hardware. Por eso cuando los programadores empezaron a utilizar Pascal para programación del mundo real, los vendedores de Pascal se vieron forzados a agregar extensiones no estándar al lenguaje tales como especificaciones de direcciones de hardware. Frecuentemente estas características hacían paralelo a aquellas ya encontradas en C.



A continuación se describen algunas virtudes del lenguaje de programación C:

1. Características de diseño.

Tiene modernas estructuras de control. A través de los varios tipos de arreglos, variables y otras estructuras de datos, C puede representar un amplio rango de información. C motiva a descomponer programas en módulos (llamados funciones en C). También permite generar programas mas confiables y entendibles debido a la facilidad de documentación de programas que ofrece así como la naturalidad con la que el programador puede usar técnicas de programación del tipo top-down, programación estructurada y diseño modular.

2. Eficiencia.

Es un lenguaje conciso que permite indicar instrucciones a la computadora con pocas palabras. El código final tiende a ser pequeño y correr rápidamente.

3. Portabilidad.

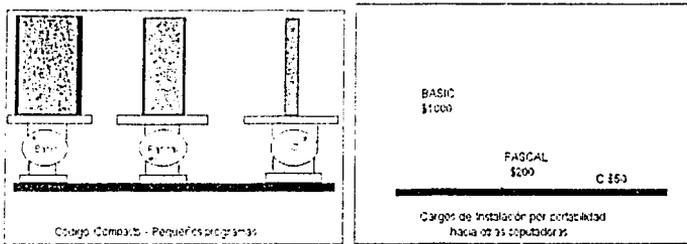
Un programa escrito en un sistema puede ser ejecutado en otro con pocas o ninguna modificación. Si son necesarias modificaciones, ellas pueden ser hechas generalmente cambiando solo algunas líneas en el archivo "header".

4. Poder y flexibilidad.

Por ejemplo, la mayor parte del sistema operativo UNIX está escrito en C. En muchos casos cuando se utiliza un lenguaje de programación diferente de C para programar, finalmente un programa escrito en C es utilizado para producir el ejecutable final. C exhibe algunos de los controles más finos usualmente asociados con el lenguaje ensamblador.

5. Orientación hacia el programador.

C está orientado hacia las necesidades del programador. Le da acceso al hardware, permite manipular bits individuales de memoria. C es menos estricto que otros lenguajes no limitando lo que se puede hacer. El peligro es que C permite cometer errores que son imposibles en otros lenguajes. C tiene una librería grande que generalmente está disponible en la mayoría de los ambientes C.



En alguna etapa de la vida de un proyecto de sistemas se lleva a cabo la creación de los programas que se ejecutarán en el equipo de computadora para alcanzar los resultados esperados. Para la creación de los programas generalmente se llevan a cabo los siguientes pasos:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1. Definición de objetivos del programa: Evidentemente se debe iniciar con una clara idea de lo que el programa debe hacer. Se debe pensar en términos de la información que se necesita alimentar al programa, que cálculos debe hacer el programa y que información debe reportar el programa. En este nivel se debe pensar en términos generales, no en términos de algún lenguaje de programación específico.
2. Diseño del programa. Una vez que se tiene una imagen conceptual de lo que el programa debe hacer, se debe decidir la forma en que se implementará. Tópicos relacionados por ejemplo con el tipo de representación de datos utilizada son considerados en este paso. ¿cómo debería ser la interfase de usuario? y como debería estar organizado el programa.
3. Escritura del código. Una vez que se tiene una idea clara de lo que debe hacer el sistema, se puede iniciar la generación de código para llevar a cabo las tareas definidas en los pasos previos. Aquí es donde se aplica el conocimiento del lenguaje específico seleccionado para solucionar el problema. En general se utiliza un editor de textos para generar lo que se denomina código fuente. El archivo contendrá el diseño concebido en la etapa previa.
4. Compilación del código. El compilador es un programa cuyo trabajo es convertir el código fuente en código ejecutable, el cual será ejecutado en la computadora. El compilador chequea que el programa sea un programa C válido. Si el compilador encuentra errores, los reporta y no se produce un archivo ejecutable.
5. Ejecución del programa. La ejecución del programa permite que las instrucciones contenidas dentro del mismo realicen la tarea que motivó el desarrollo del programa.
6. Prueba y depuración. Un programa que se ejecuta no significa necesariamente que sea un programa libre de errores. Se debe revisar que el programa haga lo que se supone que debe de hacer. Este tipo de pruebas se llevan a cabo en este paso.
7. Mantenimiento y modificación del programa. Cuando un programa se usa extensivamente por alguien frecuentemente se encontrarán razones para solicitar cambios en el mismo. Los cambios o modificaciones solicitadas podrían ser el resultado de pequeñas fallas encontradas o cambios que afecten de alguna manera los resultados que se encuentra generando el programa en ese momento.

#### IV.1.7 Diseño y programación orientada a objetos.

La complejidad creciente del software ha afectado el desarrollo del software a tal grado que lo ha conducido a una crisis. Han sido identificadas diferentes razones:

1. La mano de obra disponible es insuficiente para crear todo el software nuevo que los usuarios necesitan. Hay escasez de buenos desarrolladores.
2. El fracaso para dominar la complejidad ha resultado en proyectos tardíos y deficientes respecto a presupuesto y requerimientos de funcionalidad establecidos.
3. La brecha entre los costos de hardware y los costos de desarrollo están ampliándose rápidamente debido al rápido crecimiento de las capacidades del hardware en términos de velocidad, potencia y miniaturización. Con tal crecimiento en el hardware, los costos del mismo están decreciendo mientras los costos de desarrollo permanecen constantes.

4. Con las necesidades crecientes del usuario, la vida esperada del software ha sido acortada, mientras el tiempo requerido para el desarrollo del mismo permanece igual.

La reusabilidad del software está siendo reconocida como un factor importante en la solución de la crisis del software.

La tecnología de orientación a objetos está proporcionando una forma importante de resolver esta crisis de software.

El desarrollo de las técnicas orientadas a objetos es el más importante desarrollo desde la introducción de las técnicas estructuradas de desarrollo durante los 70's y 80's del siglo pasado.

La orientación a objetos ha ganado popularidad en el pasado reciente debido a su capacidad para ajustarse a la complejidad creciente del software.

La orientación a objetos usa la descomposición como la clave para vencer la complejidad del software. Cuando las partes más pequeñas del problema son solucionadas, el problema original es solucionado automáticamente. Las unidades resultantes de la descomposición del problema pueden ser utilizadas más tarde para solucionar problemas similares.

Si un objeto desarrollado para un sistema es autosuficiente en términos de su contenido y funcionamiento, entonces puede ser reutilizado bajo condiciones variantes. El concepto de reusabilidad forma la esencia de la orientación a objetos, ya que alienta a la reutilización de un componente existente en lugar de crearlo.

La reusabilidad permite tanto minimizar el tiempo de desarrollo como hacerlo más fácil.

Los objetos son los bloques básicos de la tecnología de orientación a objetos y se definen como una abstracción de algo en un dominio. Ese algo puede ser una cosa visible y tangible o puede ser algo que puede ser percibido intelectualmente y a través del cual ó hacia el cual se dirige una acción.

Una colección de uno ó más objetos similares es conocido como una clase y constituye el formato de un conjunto de objetos. Una clase define los datos y el procesamiento necesario para representar todos los aspectos de un objeto. Los objetos se crean a partir de las clases y por tanto se denominan instancias de una clase. Solo los objetos existen, no las clases.

La característica que distingue un objeto de otro, aún si ellos pertenecen a la misma clase es su identidad.

El comportamiento de un objeto está determinado por la manera en que reacciona ó responde a un estímulo particular, lo cual se especifica dentro de los métodos del mismo. Para hacer que un objeto reaccione se le debe enviar un mensaje.

Una clase puede ser derivada a partir de otra. En este caso la nueva clase presentará comportamiento extra ó diferente en relación al presentado por la clase original.

Una clase que no puede ser representada directamente por un objeto, pero puede ser usada para derivar otras clases es llamada una clase abstracta.

Manejo de la complejidad. La orientación a objetos hace uso de los siguientes conceptos para vencer la complejidad que se presenta durante los proyectos de desarrollo de software:

1. Abstracción. Denota la manera como vemos algo, con objeto de capturar sus elementos más importantes de acuerdo a nuestra perspectiva ó a la finalidad para la cual lo estamos considerando. Este proceso reduce la complejidad inherente del problema y lo hace más fácil de entender.
2. Encapsulación. Es el proceso de ocultar los detalles no esenciales de un objeto. En la realidad la abstracción puede ser implantada por medio de la encapsulación. La encapsulación no permite acceso directo a los atributos de un objeto. Esta característica de la orientación a objetos protege los datos del objeto mismo de corrupción, también permite que los componentes sean más probablemente utilizados a través de diferentes aplicaciones en la misma área de negocios.
3. Herencia. La aplicación de los conceptos de abstracción y encapsulación solos no construyen un sistema orientado a objetos; crean un sistema basado en objetos, cuando el concepto de la herencia es incluido el sistema se convierte en un sistema orientado a objetos. En términos de clases y objetos, la herencia es una relación entre las definiciones de clase donde una clase es derivada de otra a la que llama su clase padre. Cuando un objeto de la clase hija es creado, hereda todas las propiedades de la clase padre adicionalmente a aquellas definidas en la clase hija misma. Cuando la clase padre define un atributo ó método inapropiado para la clase hijo, el hijo puede redefinirla utilizando el mismo nombre de atributo ó método pero con diferente detalle. El tipo de herencia donde una clase es derivada de otra se denomina herencia simple; cuando una clase se deriva de dos ó más clases se habla de herencia múltiple.
4. Polimorfismo. Esta característica permite que un objeto reaccione diferente a los mismos estímulos recibidos en situaciones diferentes. El polimorfismo es particularmente importante cuando hay muchas clases con las mismas funciones. Sin el polimorfismo el programador termina escribiendo código con declaraciones condicionales largas.

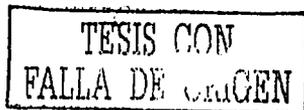
## IV.2 Conceptos administrativos

### IV.2.1 Matemáticas financieras - El valor presente.

La palabra interés significa la renta que se paga por utilizar dinero ajeno, o bien la renta que se paga al invertir nuestro dinero.

Puesto que el dinero puede ganar un cierto interés, cuando se invierte por un cierto período usualmente un año, es importante reconocer que un peso que se reciba en el futuro valdrá menos que un peso que se obtenga actualmente.

El valor del dinero a través del tiempo significa que cantidades iguales de dinero no tienen el mismo valor, si se encuentran en puntos diferentes en el tiempo y si la tasa de interés es mayor que cero.



La diferencia fundamental entre interés simple e interés compuesto estriba en el hecho de que cuando se utiliza interés compuesto, los intereses a su vez generan intereses, mientras que cuando se utiliza interés simple los intereses son función únicamente del principal, el número de periodos y la tasa de interés.

A continuación se presenta el desarrollo del factor que relaciona una cantidad presente con una cantidad futura:

Año	Cantidad acumulada al principio del periodo	Intereses Ganados	Cantidad acumulada al final del año
1	P	Pi	P+Pi = P(1+i)
2	P(1+i)	P(1+i)i	P(1+i)+P(1+i)i = P(1+i) <sup>2</sup>
3	P(1+i) <sup>2</sup>	P(1+i) <sup>2</sup> i	P(1+i) <sup>2</sup> +P(1+i) <sup>2</sup> i = P(1+i) <sup>3</sup>
...			
n	P(1+i) <sup>n-1</sup>	P(1+i) <sup>n-1</sup> i	P(1+i) <sup>n-1</sup> +P(1+i) <sup>n-1</sup> i = P(1+i) <sup>n</sup>

Por lo tanto, si F representa la cantidad resultante de acumular una cantidad inicial P después de n periodos a la tasa i%:

$F = P(1+i)^n$ , pero esta ecuación, puede ser representada de la forma:

$$P = F / (1+i)^n$$

La cual puede ser utilizada para determinar la cantidad presente que se tiene que invertir durante n periodos a una tasa de interés i%, para acumular una cantidad F.

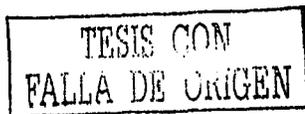
Una ecuación de valor consiste en dos series de obligaciones vinculadas por un signo de igualdad y valuadas en una misma fecha, que recibe el nombre de "fecha de valuación".

Es de fundamental importancia señalar, dada la frecuencia con que por esto se incurre en errores, que las obligaciones deben ser todas acumuladas o descontadas en la misma fecha ó punto de valuación.

La fecha de valuación puede ser cualquiera, ya que esto no modifica en ninguna forma el resultado del problema. Sin embargo para facilidad en los cálculos, en ocasiones es posible elegir un punto de valuación que simplifique el trabajo numérico.

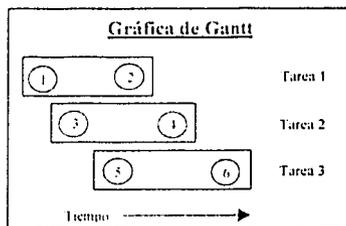
#### IV.2.2 Herramientas de administración de proyectos - El método PERT.

El método PERT(Program Evaluation and Review Technique) tuvo sus orígenes en las gráficas de Gantt. Fue desarrollado para el proyecto Polaris en 1958 por la oficina de proyectos especiales de la marina en cooperación con Booz Allen & Hamilton, una firma de consultoría.



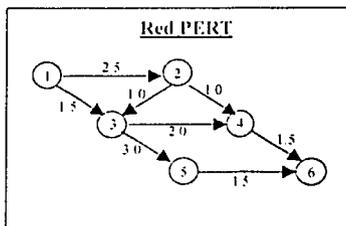
El método PERT es un método para minimizar los puntos problemáticos durante un proyecto, determinando las actividades críticas antes de que ocurran, de tal forma que todas las partes del trabajo puedan ser coordinadas.

La gráfica de Gantt es una gráfica que destaca el trabajo que debe ser hecho. Tiene una escala de tiempo en su base, donde se puede ver fácilmente el tiempo que tomará llevar a cabo tanto una tarea específica como el proyecto completo. Muestra la relación entre los logros (milestones) dentro de una misma tarea, pero no la relación entre los logros contenidos en tareas diferentes.



La modificación de una gráfica de Gantt hacia una gráfica de red PERT para mostrar las relaciones entre todos los logros del proyecto es llevada a cabo en tres pasos:

1. Se remueven todos los rectángulos y son reemplazados por flechas conectando los logros
2. Se agrega la relación entre los logros de las diferentes tareas.
3. El término "tarea" se elimina, ya que todas las relaciones son mostradas por medio de flechas



Una red PERT tiene como principal objetivo el desarrollar una secuencia lógica de las distintas tareas que deben ser llevadas a cabo para concluir el proyecto y las interrelaciones de las mismas en el tiempo. La cola de la flecha representa el inicio de la actividad y la cabeza su terminación. La longitud, forma ó posición de la flecha no es importante. Lo que realmente es importante es la forma en que las actividades representadas por flechas son ligadas juntas en una secuencia de tiempo sobre una red operacional.

Al construir un diagrama de flechas, el planeador debe pensar en las actividades requeridas y sus respectivas relaciones en el tiempo. Finalmente es necesario dibujar el diagrama de flechas para mostrar esa interrelación.

El tiempo de evento mas temprano ( $T_1$ ) es el momento mas temprano en el que las actividades de un evento pueden ser iniciadas debido a que todos sus eventos predecesores han sido concluidos.

El tiempo de evento mas tardío ( $T_2$ ) es el momento mas tardío en el que cada actividad puede ser completada y aún permitir que el proyecto pueda ser completado en el tiempo de proyecto mas temprano.

La Ruta Crítica de una red es la ruta más larga de tiempo a través de la red desde el nodo inicial hasta el nodo final de la misma. Para cada uno de los eventos sobre la ruta crítica, su tiempo de evento mas temprano ( $T_E$ ) es igual a tiempo de evento mas tardío ( $T_L$ ).

#### Ventajas y Desventajas de PERT:

Desde el punto de vista administrativo PERT especifica como hacer la planeación. PERT permite a la gerencia prever rápidamente el impacto de desviaciones del plan y así tomar las acciones correctivas con anticipación de potencial eventos problema en lugar de tomarlas después de que éste ya ha ocurrido.

Muchos gerentes han reportado control administrativo mejorado, identificación de áreas problema, comunicación mejorada, administración mejorada de recursos, toma de decisiones mejorada, reporte de progreso mejorado y ahorros de tiempo.

Los resultados de encuestas hechas con diferentes firmas, sin embargo han revelado algunos problemas, el primero tiene que ver con el aseguramiento de costos y tiempo realistas. Esto es particularmente importante cuando un proyecto nuevo y de diferente tipo es llevado a cabo y existe poca experiencia previa.

Una de las áreas de problema de PERT más mencionadas es la determinación del nivel correcto de detalle de la red. Esto en realidad es resultado de juicio y experiencia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo V. Solución del problema

El presente capítulo hace una descripción de los componentes de tecnología que fueron instalados durante el proyecto, tanto en términos de hardware como del software (incluyendo el instalado y configurado así como el desarrollado). Se describe también el planteamiento de las pruebas de aceptación de la solución y se hace una estimación financiera de los costos reales del proyecto para compararlos contra el presupuesto originalmente asignado al proyecto.

Adicionalmente se expone una manera alternativa más eficiente como el equipo de diseño de la solución pudo haber planteado la parte relacionada con el desarrollo de software y se describen las ventajas de ese planteamiento alternativo contra la manera en la que se desarrolló el sistema.

El capítulo concluye con un breve análisis y comentarios sobre el plan de trabajo que el equipo original de implementación –que contemplaba una semana de actividades- debería haber llevado a cabo. Para ello se hace uso de una red de actividades PERT y se determina la ruta crítica del proyecto.

### V.1 Instalación de hardware

El protocolo de comunicaciones utilizado en el ambiente de instalación del sistema era TCP/IP, de tal forma que en términos generales era necesario tener un entendimiento de la manera en la que se debían asignar identificadores (en forma de direcciones IP) a los dispositivos para que pudieran convivir con los equipos que hasta ese momento se encontraban funcionando en las instalaciones del cliente.

Se instaló el siguiente equipo:

- 1 Servidor Unisys modelo Aquanta
- 12 Dispositivos portátiles de radio frecuencia con dos cargadores de baterías
- 13 Dispositivos Aironet, habilitados como puntos de acceso ó repetidores

Adicionalmente, el cliente había adquirido la base de datos, el sistema operativo requerido por la solución y el software necesario para llevar a cabo el desarrollo del sistema. El cliente también había instalado el cableado necesario para llevar la señal desde el hub correspondiente hasta los dispositivos Aironet que residirían en los almacenes de la planta.

#### V.1.1 Instalación del servidor

El paso inicial para poner el funcionamiento el servidor en el cual se instalaría TPS/2 fue instalar una tarjeta de red ethernet en el mismo. Posteriormente se procedió a la instalación del sistema operativo OS/2, y se configuró la conectividad a redes, asignando una dirección IP 128.34.21.31 con máscara de red 255.255.255.0 para indicar que los tres primeros valores decimales de la dirección IP correspondían a la dirección de red y por lo tanto



cualquier solicitud con una dirección destino que tuviera alguna parte de los tres primeros números de dirección IP diferente debería ser enviada al ruteador ó pasarela correspondiente para que de ahí fuera enviada la señal al host correspondiente de la red adecuada. La dirección IP de la pasarela especificada fue 128.34.35.2 .

Es importante indicar que la configuración del protocolo TCP/IP fue una de las actividades que representó mayores problemas durante mi participación en el proyecto y fue precisamente el problema que ocasionó el fracaso durante las dos primeras semanas de implementación de la solución.

Posteriormente a la configuración del protocolo TCP/IP en un equipo con conexión de red evidentemente la prueba de una buena configuración se lleva a cabo conectando el equipo a la red en la que funcionará y encendiéndolo. En el caso del servidor, al llevar a cabo esta prueba me percate que al encenderse el servidor permanecía haciendo contacto con la red solo algunos segundos y posteriormente perdía la conectividad con la red. El problema era desconcertante (como comenté, lo mismo había ocurrido durante los dos intentos previos de instalación), para lo cual procedí a hacer diferentes actividades para tratar de corregir el problema, entre ellas intercambié tarjetas de conectividad de red con otros equipos, intenté con otras direcciones IP, inclusive llevé el servidor a las oficinas corporativas del cliente, en las cuales de una manera extraña el servidor tenía una conectividad con la red de manera perfecta.

Después de regresar a la planta con el servidor me percate que el problema residía en el valor de métrica por omisión que asigna el sistema operativo OS/2 al configurarse TCP/IP, sin embargo no fue tan fácil detectar que este era el problema debido a que OS/2 proporciona una lista de métricas posible, pero para la red específica de la planta debía especificarse una métrica en blanco.

Después de "limpiar" el campo correspondiente a la métrica todo funcionó sin problemas. El campo de métrica especifica el tamaño de los frames manejados por el equipo.

Se hizo uso de concentradores con un cableado UTP categoría 5 y conectores RJ45 para llevar a cabo las conexiones entre los puntos de acceso y el concentrador central de la planta.

### V.1.2 Instalación de dispositivos Aironet

Antes de poder asignar una dirección IP a un dispositivo Aironet solo es posible acceder su configuración por medio de una conexión directa hacia su puerto serial para poder establecer parámetros de conectividad a red. La imagen presentada a la derecha muestra los parámetros requeridos por los dispositivos para entablar comunicación por puerto serial haciendo uso del programa hyperterminal.

Propiedades de COM1: (RTS/CTS) 2/25

Configuración de puerto

Bits por segundo [300]

Bits de datos [8]

Paridad [Ninguna]

Ejts de parada [1]

Control de flujo [None/None]

Ejecutar Mantener valores determinados

Aceptar Cancelar

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se instalaron dispositivos de entrada/salida de señal de/hacia el aire en tres almacenes del centro de producción. Cada uno de los almacenes contaba con un cable de señal que hacia posible la conexión hacia la red alámbrica del cliente. Por lo tanto solo un dispositivo Aironet fue configurado en cada almacén como punto de acceso, los demás fueron configurados como repetidores.

La siguiente tabla muestra los parámetros configurados en los dispositivos Aironet:

Parámetro	Parámetros definitivos en puntos de acceso	Parámetros definitivos en repetidores
Nombre del sistema	PA_1 PA_2 PA_3	RP_11 RP_12 RP_13 RP_21 RP_22 RP_23 RP_24 RP_31 RP_32 RP_33
Asignación de direcciones IP	None	None
Dirección IP	170.170.170.100 170.170.170.101 170.170.170.102	170.170.170.103 170.170.170.104 170.170.170.105 170.170.170.106 170.170.170.107 170.170.170.108 170.170.170.109 170.170.170.110 170.170.170.111 170.170.170.112
Máscara de subred IP	255.255.255.0	255.255.255.0
Puerta de enlace	170.170.170.8	170.170.170.8
SSID	4	4
Root	On	Off
Frecuencia	2442	2442
BitRate	2000	2000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### V.1.3 Configuración de Dispositivos portátiles

La configuración final de los dispositivos portátiles fue la siguiente(especificada dentro del archivo net.cfg):

Parámetro	Valor definitivo del parámetro
Dirección IP	170.170.170.120(NodeID=1)
	170.170.170.121(NodeID=2)
	170.170.170.122(NodeID=3)
	170.170.170.123(NodeID=4)
	170.170.170.124(NodeID=5)
	170.170.170.125(NodeID=6)
	170.170.170.126(NodeID=7)
	170.170.170.127(NodeID=8)
	170.170.170.128(NodeID=9)
	170.170.170.129(NodeID=10)
	170.170.170.130(NodeID=11)
	170.170.170.131(NodeID=12)
Máscara de subred IP	255.255.255.0
System ID	4
Channel	3
DataRate	4

Asimismo se configuró la dirección del servidor TPS/2 (128.34.21.31) dentro del archivo de lotes de cada uno de los dispositivos portátiles de radiofrecuencia.

### V.1.4 Filtración de señales

Una vez que han sido asignados valores a los parámetros básicos de los dispositivos Aironet por medio de la conexión directa desde una computadora haciendo uso del programa Hyperterminal es posible acceder la configuración de los dispositivos haciendo uso de conexiones telnet, para lo cual el dispositivo funciona como si se tratara de un servidor telnet. El contacto se logra indicando la dirección IP asignada al dispositivo al que se desea tener acceso desde cualquier equipo conectado a la red donde se encuentra conectado el dispositivo Aironet.

Al probar los dispositivos portátiles en conexión con los puntos de acceso y repetidores me di cuenta que después de un cierto lapso de comunicación correcta, esta se perdía. Después de investigar al respecto y ponerme en contacto con el fabricante entendí que el problema se debía al exceso de tráfico de señales que ingresaba por los puntos de acceso/repetidores. Fue necesario entonces definir dos tipos de filtros para cada dispositivo Aironet instalado: un filtro para permitir solo la entrada de señales TCP/IP y otro para reconocer solo las señales provenientes de equipos específicos.

Los filtros colocados fueron los siguientes:

- Filtro de protocolo IP para evitar que ingresaran del aire otro tipo de señales, por ejemplo micro-ondas. No se utilizó ninguna máscara de filtración IP, es decir, se permitió el ingreso de todo tipo de señales de protocolo TCP/IP

- Filtro de señales provenientes de los dispositivos portátiles. Para esto se agregaron filtros de nodo con la opción de forward, indicando la dirección MAC de cada uno de los dispositivos portátiles con los que tendría comunicación cada Punto de Acceso o Repetidor.

#### V.1.5 Simbología de código de barras utilizada

Respecto a la simbología utilizada por los dispositivos portátiles, decidí configurar finalmente la simbología Code 39 debido a las características de simplicidad tanto en términos de representación como de impresión, además debido a lo amplia utilización de la misma. Se asignó la configuración en la consola del servidor TPS'2 y se llevaron a cabo las pruebas de lectura correspondientes desde las terminales portátiles.

#### V.2 Instalación y desarrollo de software

El proyecto estaba conformado por un conjunto de aplicaciones que se comunicaban en sincronía para llevar a cabo la comunicación entre los extremos de la solución (El sistema que funcionaba en los dispositivos de radio frecuencia y el sistema SAP).

Por un lado, el sistema que funcionaba en los dispositivos portátiles, escrito en lenguaje C es un sistema que es "servido" desde el servidor TPS 2 hacia los dispositivos, por el otro el servidor TPS 2 se comunica con rutinas escritas en lenguaje ABAP residentes en el sistema SAP. Es decir el sistema TPS 2 funciona como el pegamento entre los dos sistemas. El desarrollo del sistema que se ejecuta en los dispositivos portátiles se llevó a cabo en un ambiente integrado de desarrollo denominado Visual Age C++, sin embargo como se expondrá en la sección V.6, desde el momento en que se definió el diseño del sistema se estableció el uso de ANSI C para el desarrollo del sistema y no se explotaron las bondades del diseño y la programación orientada a objetos.

A primera vista el planteamiento de ANSI C como lenguaje de programación parece lógico debido a que se necesitaba interactuar a bajo nivel con el equipo, además, el tamaño de los archivos ejecutables creados era ideal para que pudieran ser servidos hacia las terminales portátiles para su ejecución.

El componente TPS 2 fue comprado a la empresa PAR Microsystems y es un sistema configurable. TPS 2 proporciona mapas para la comunicación entre las aplicaciones que "pega", es decir, proporciona estructuras de datos predefinidas que son utilizadas por los programas tanto escritos en lenguaje C ejecutados en los dispositivos portátiles como por las rutinas escritas en lenguaje ABAP en el servidor de SAP.

Una vez que quedó solucionado el problema de instalación de dispositivos proseguí a la entrega del sistema que se suponía había sido preparado en los Estados Unidos de acuerdo a las necesidades del cliente, en adelante no debería encontrar mayores problemas. Para ello trabajé con Antonio, un empleado del cliente con quien probamos las transacciones de acuerdo a las especificaciones (vía telefónica debido a que el se encontraba en las oficinas del corporativo y yo estaba en la planta) y aparentemente todo estaba listo para proseguir con la capacitación al personal de los almacenes y con las pruebas de aceptación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Sin embargo el día que tuvimos oportunidad de reunirnos personalmente para probar mas a fondo las transacciones en los dispositivos de radio frecuencia él me indicó que faltaban campos y funcionalidad que ellos como cliente habían especificado y que no se desplegaba ni se ejecutaba en los dispositivos, para ello me mostró los documentos de diseño en los cuales efectivamente se especificaba funcionalidad no presentada por los dispositivos.

Este problema se presentó a mediados de Enero. A finales del mes, después de haber estudiado el sistema completo, debido a la falta de recursos disponibles indique a mi director que yo podía hacerme cargo de las modificaciones al sistema, sin embargo necesitaría un apoyo en ABAP. Después de intentar hacer equipo con diferentes recursos que debido a sus compromisos con proyectos contemporáneos no pudieron apoyarme durante el tiempo necesario para completar los cambios llegó Oscar de una empresa subcontratado por la empresa consultora. Realmente el lado que implicaba mayor trabajo modificar era el lado de la programación de lenguaje C, ya que representaba las interfaces mostradas a los usuarios y la lógica que verificaba la captura de los usuarios hecha en los dispositivos portátiles; el objetivo de los programas de ABAP era recibir los mapas escritos en C y enviados desde TPS-2 además de ejecutar BAPIS y funciones predefinidas en SAP. Durante esa parte del proyecto estuve dirigiendo a Oscar para completar del lado de ABAP los cambios requeridos del lado de la interfase del usuario.

Después de aproximadamente un mes y medio de actividades fue posible completar los cambios que había solicitado el cliente.

### V.3 Pruebas de aceptación

Antonio y yo tuvimos mucho cuidado con respecto al resultado de cada prueba llevada a cabo en el sistema de radio frecuencia de manera posterior a las pruebas iniciales de Enero en las que erróneamente habíamos concluido que el sistema estaba listo y era posible capacitar al personal.

Finalmente después de los problemas descritos se nos autorizó colocar el sistema en el ambiente de pruebas para llevar a cabo las pruebas de aceptación de la solución de negocio.

Para las pruebas de aceptación del sistema estuvo presente Antonio como autoridad del cliente y parte del equipo de proyecto, un usuario de los almacenes como testigo y yo como proveedor del servicio.

El esquema de pruebas utilizado fue el siguiente:

- Definición de dos casos de prueba de cada una de las transacciones contempladas en el contrato de servicios
- Preparación del ambiente necesario dentro del sistema para que se pudieran llevar a cabo los casos de prueba
- Definición de los resultados esperados
- Ejecución de cada uno de los casos de prueba
- Comparación de los resultados obtenidos contra los resultados esperados

El resultado de las pruebas fue aprobatorio, ya que en todos los casos los resultados obtenidos fueron iguales a los resultados esperados de tal forma que se procedió a la firma de los formatos de aceptación de pruebas por parte de las tres personas presentes en las pruebas.

#### V.4 El costo del proyecto

Durante el presente apartado se describen los costos asociados con el desarrollo del proyecto, tanto los presupuestados en el momento de la propuesta de servicios al cliente, como los costos finales en los cuales incurrieron los equipos de instalación. Para llevar a cabo la comparación de presupuesto asignado al proyecto contra los costos incurridos durante el mismo primeramente se plantea una ecuación de valor en la forma

$P - G1 - G2 - G3 - G4 = 0$  con importes valuados al final de mayo de 1997, en la cual P es igual a la cantidad que equivale a los costos incurridos durante el proyecto y teóricamente debería haberse planteado para tener mas precisión sobre el total de gastos generados; G1, G2, G3, G4 son los gastos por concepto de mano de obra, gastos de vuelo, viáticos y otros gastos respectivamente generados a lo largo de la vida del proyecto. Posteriormente se compara la cantidad P calculada contra el presupuesto original del proyecto.

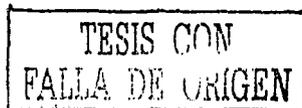
##### V.4.1 Presupuesto original

Llegado el momento de la convocatoria para participar en el concurso de selección de proveedor de servicios para el proyecto de reingeniería de procesos en las instalaciones del cliente, la empresa consultora ya contaba con experiencia en la implementación del sistema de radio frecuencia que ofrecería como valor agregado, por lo cual se suponía que se podía presupuestar con un grado de aproximación casi real lo que sería el costo final asociado con todas las actividades del proyecto. El resultado del presupuesto estimado fue \$100,000 USD. La estimación del presupuesto fue llevada a cabo a finales de Mayo 1997.

##### V.4.2 Estimación del costo final del proyecto

A continuación se presentan los costos totales en los que se incurrió durante el proyecto, mismos que se utilizan para llevar a cabo una valuación del costo real del proyecto en el mismo momento en que se definió el presupuesto del proyecto y se comparará el resultado de la valuación contra el presupuesto asignado al proyecto para determinar el impacto aproximado en términos de costo que tuvieron los problemas suscitados a lo largo del mismo. Para ello se hace uso de una ecuación de valor asumiendo que la empresa pudo haber conseguido una tasa de interés mensual igual a la inflación mensual mexicana publicada por el Banco de México respecto al índice de precios al consumidor durante el lapso del proyecto (el apéndice 1 proporciona el detalle de los gastos incurridos durante el proyecto).

Los datos relacionados con tasas de interés y sus cálculos utilizados para la valuación son los siguientes:



Consecutivo	Mes	Tasa Mensual (i)	V	$V_1 * .. * V_n$
1	Jun-97	0.89%	0.99117851	0.99117851
2	Jul-97	0.87%	0.99137504	0.98262963
3	Ago-97	0.89%	0.99117851	0.97396138
4	Sep-97	1.25%	0.98765432	0.96193716
5	Oct-97	0.80%	0.99206349	0.95430274
6	Nov-97	1.12%	0.98892405	0.94373293
7	Dic-97	1.30%	0.98619329	0.93070309
8	Ene-98	2.18%	0.9786651	0.91084663
9	Feb-98	1.75%	0.98280098	0.89518097
10	Mar-98	1.17%	0.98843531	0.88482847
11	Abr-98	0.94%	0.99068754	0.87658854
12	May-98	0.80%	0.99206349	0.86963149
13	Jun-98	1.18%	0.98833762	0.85948951
14	Jul-98	0.96%	0.99049128	0.85131687
15	Ago-98	0.96%	0.99049128	0.84322194
16	Sep-98	1.62%	0.98405826	0.82977951
17	Oct-98	1.43%	0.98590161	0.81808095
18	Nov-98	1.77%	0.98260784	0.80385276
19	Dic-98	2.44%	0.97618118	0.78470593
20	Ene-99	2.53%	0.9753243	0.76534276
21	Feb-99	1.34%	0.98677719	0.75522278
22	Mar-99	0.93%	0.99078569	0.74826392
23	Abr-99	0.92%	0.99088387	0.74144265
24	May-99	0.60%	0.99403579	0.73702053
25	Jun-99	0.66%	0.99344327	0.73218809
26	Jul-99	0.66%	0.99344327	0.72738733

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Los costos totales mensuales por concepto de mano de obra y el resultado de los cálculos de valuación al final de Mayo de '97 fueron los siguientes:

Mes	Costos de Mano de Obra										Total
Abr-98	15,000										15,000
May-98	15,000										15,000
Jul-98	2,100										2,100
Ago-98	2,250	7,500	5,250	6,000	2,000	1,100	6,000	9,000	1,100	2,200	42,400
Sep-98	4,400										4,400
Oct-98	4,400										4,400
Nov-98	4,400										4,400
Dic-98	4,400	2,400									6,800
Ene-99	4,400	1,800	3,200								9,400
Feb-99	4,400	9,600									14,000
Mar-99	4,400										4,400
Abr-99	2,200										2,200

Valuación de costos definitivos de mano de obra de proyecto a Mayo de 1997				
Mes	Total del Mes (TM)	Diferencia en meses	$V_1 * \dots * V_n$	$TM * [V_1 * \dots * V_n]$
Abr-98	15,000	11	0.87658854	13,148.8281
May-98	15,000	12	0.869631488	13,044.47232
Jul-98	2,100	13	0.85131687	1,787.765426
Ago-98	42,400	14	0.843221939	35,752.61022
Sep-98	4,400	15	0.829779511	3,651.029848
Oct-98	4,400	16	0.818080953	3,599.556195
Nov-98	4,400	17	0.80385276	3,536.952142
Dic-98	6,800	18	0.784705935	5,336.000356
Ene-99	9,400	19	0.765342763	7,194.22197
Feb-99	14,000	20	0.755222778	10,573.11889
Mar-99	4,400	21	0.748263923	3,292.361262
Abr-99	2,200	22	0.741442651	1,631.173832
Valuación de costos definitivos de mano de obra a Mayo del 97				102,548.0905

Los totales mensuales de costos por Transportación Aérea y su valuación al final de Mayo de '97 fueron los siguientes:

Mes	Costos por Transportación Aérea										Total
Feb-98	450										450
Jul-98	450	450									900
Ago-98	750	750	650	650	300	300	750	750	300		5,200
Sep-98	250										250
Dic-98	300	300	350								950
Ene-99	250	350	250	500							1,350
Feb-99	250	450	300	500	350	4,300	2,800				8,950
Mar-99	3,200	2,700	2,700								8,600
Jul-99	2,500										2,500

Valuación de costos definitivos transportación aérea de proyecto a Mayo de 1997				
Mes	Total del Mes (TM)	Diferencia en meses	$V_1 * \dots * V_n$	$TM * [V_1 * \dots * V_n]$
Feb-98	450	9	0.895180965	402.8314343
Jul-98	900	13	0.85131687	766.1851827
Ago-98	5,200	14	0.843221939	4,384.754083
Sep-98	250	15	0.829779511	207.4448777
Dic-98	950	18	0.784705935	745.470638
Ene-99	1,350	19	0.765342763	1,033.21273
Feb-99	8,950	20	0.755222778	6,759.243859
Mar-99	8,600	21	0.748263923	6,435.069739
Jul-99	2,500	25	0.72738733	1,818.468325
Valuación de costos definitivos por transp. aérea a Mayo del 97				22,552.68087

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Los costos totales mensuales por concepto de hospedaje y el resultado de los cálculos de valuación al final de Mayo de '97 fueron los siguientes:

Mes	Costos de hospedaje									Total
Feb-98	750									750
Jul-98	1440									1,440
Ago-98	400	400	400	400	400	400	400	400	400	3,600
Sep-98	400									400
Dic-98	450	250	300							1,000
Ene-99	300	150	400	500						1,350
Feb-99	400	450	400	500	400	300	400			2,850
Mar-99	400	400	400							1,200

Valuación de costos definitivos por hospedaje durante el proyecto a Mayo de 1997				
Mes	Total del Mes (TM)	Diferencia en meses	$V_1 * \dots * V_n$	$TM * [V_1 * \dots * V_n]$
Feb-98	750	0	0.895180965	671.3857239
Jul-98	1,440	14	0.85131687	1,225.896292
Ago-98	3,600	15	0.843221939	3,035.598981
Sep-98	400	16	0.829779511	331.9118044
Dic-98	1,000	19	0.784705935	784.7059347
Ene-99	1,350	20	0.765342763	1,033.21273
Feb-99	2,850	21	0.755222778	2,152.384916
Mar-99	1,200	22	0.748263923	897.9167077
Valuación de costos definitivos por hospedaje a Mayo del 97				10,133.01309

Los costos totales mensuales por viáticos adicionales y el resultado de los cálculos de valuación al final de Mayo de '97 fueron los siguientes:

Mes	Costos por viáticos adicionales									Total
Feb-98	250									250
Jul-98	200									200
Ago-98	150	150	150	150	150	150	150	150	150	1,350
Sep-98	200									200
Dic-98	200	200	200							600
Ene-99	200	200	200	200						800
Feb-99	200	200	200	200	200	200	200			1,400
Mar-99	200	200	200							600

Valuación de costos definitivos por viáticos adic. del proyecto a Mayo de 1997				
Mes	Total del Mes (TMD)	Diferencia en meses	$V_1 * \dots * V_n$	$TM * [V_1 * \dots * V_n]$
Feb-98	250	9	0.895180965	223.7952413
Jul-98	200	14	0.85131687	170.2633739
Ago-98	1,350	15	0.843221939	1,138.349618
Sep-98	200	16	0.829779511	165.9550022
Dic-98	600	19	0.784705935	470.8235608
Ene-99	800	20	0.765342763	612.2742103
Feb-99	1,400	21	0.755222778	1,057.311889
Mar-99	600	22	0.748263923	448.9583539
Valuación de costos definitivos por viáticos adic. a Mayo del 97				4,287.732149

Los costos totales mensuales por otros gastos y su valuación al final de Mayo de '97 fueron los siguientes:

Mes	Total de Otros Gastos
Sep-98	250
Dic-98	350

Valuación de otros gastos del proyecto a Mayo de 1997				
Mes	Total del Mes (TMD)	Diferencia en meses	$V_1 * \dots * V_n$	$TM * [V_1 * \dots * V_n]$
Sep-98	250	16	0.829779511	207.4448777
Dic-98	350	19	0.784705935	274.6470771
Valuación de otros gastos a Mayo del 97				482.0919549

Por lo tanto, el total de costos generados durante el proyecto valuados a Mayo de '97 representa una cifra aproximada de 140,000 USD.

A pesar de que el costo final del proyecto ofrece una desviación de aproximadamente el 40% en su costo real respecto a lo presupuestado, la dirección de la empresa consultora a cargo consideró todos los problemas que se generaron durante su implantación, así como el riesgo en que pudo haber estado su relación con el cliente y por lo tanto aceptó con beneplácito el resultado final.

### V.5 Cierre del proyecto

Después del resultado positivo durante las pruebas de aceptación del sistema procedí a impartir entrenamiento al personal con base en material que yo mismo había creado utilizando la técnica de documentación denominada Mapping.

Las sesiones de entrenamiento consistieron en dos partes, una teórica -impartida en un local cerrado con explicación de funcionalidad haciendo uso de material expresamente preparado para esas sesiones- y otra práctica desarrollada en el lugar de trabajo de los usuarios utilizando ejemplos reales de operación creados en la instancia de pruebas del sistema R3.

Posteriormente procedí a entregar equipo y documentación de manera formal al área de sistemas del centro de trabajo.

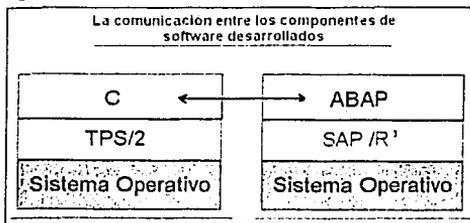
A pesar de que hice mi último viaje a Villahermosa en Marzo de 1998, debido a que tenían que cubrirse ciertos trámites la firma de aceptación final de parte del cliente fue obtenida hasta la tercera semana de Abril de 1998. Desafortunadamente para mí no pude recibirla personalmente, y en mi lugar se presentó mi excompañero de proyecto Erick, debido a que yo tenía ya otro proyecto asignado y justamente en la fecha que se debía recibir la aceptación formal del proyecto yo debía tomar entrenamiento sobre las herramientas que utilizaría en el nuevo proyecto.

Finalmente, ya como apoyo de post-implantación debido a un error encontrado en el sistema tuve que volar en el mes de Julio de nueva cuenta a Villahermosa, sin embargo el problema pudo quedar resuelto el mismo día y también regresé ese mismo día a mi lugar de residencia.

### V.6 Alternativas de diseño y desarrollo del sistema

A continuación se expone una manera alternativa que considero mas óptima acerca de cómo debió haberse planteado el diseño del sistema por parte del equipo a cargo en su momento a fin de haber obtenido beneficios adicionales durante un diseño y desarrollo del sistema equivalente al que se tuvo.

El sistema implantado constaba de un conjunto de elementos tecnológicos tanto de hardware como software. En el aspecto de software, la arquitectura de alto nivel de la solución era de la siguiente forma:



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Es decir, la aplicación misma con componentes escritos en lenguaje C funcionaba sobre el ambiente de TPS/2, el cual servía los programas escritos en C desde el servidor hacia los dispositivos portátiles. El sistema TPS/2 a su vez fue instalado sobre el sistema operativo OS/2. Los componentes escritos en C se comunicaban con las rutinas escritas en ABAP dentro del ambiente de SAP.

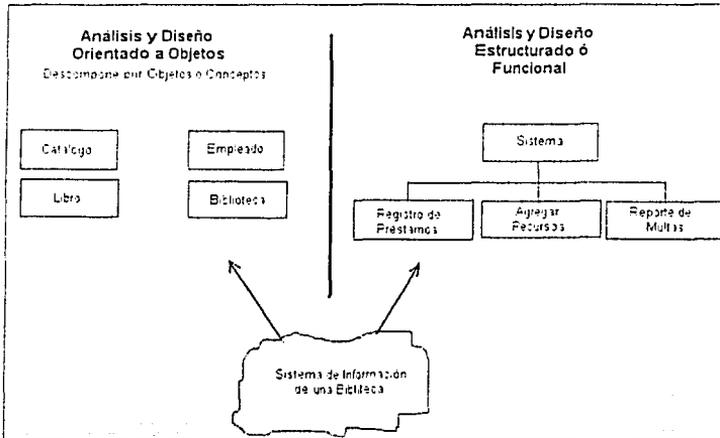
Tanto el componente de Sistema operativo como el de TPS/2 eran instalables y configurables en el servidor del sistema, sin embargo, los componentes C y ABAP eran rutinas que debían ser modificadas para satisfacer los requerimientos del cliente tomando como punto de partida las rutinas que ya antes habían sido preparadas para clientes anteriores del proveedor de servicios de consultoría.

En el ámbito del desarrollo de software existen dos metodologías de desarrollo de Software de uso común:

- El desarrollo utilizando análisis y diseño orientado a funciones
- El desarrollo utilizando análisis y diseño orientado a objetos

Como será expuesto más adelante, el enfoque orientado a objetos presenta ventajas amplias ante el enfoque funcional.

Los cambios al sistema de C fueron hechos por mí. A pesar de que como herramienta de programación se utilizaba una herramienta que hacía posible el manejo de la orientación a objetos(C++), C era utilizado tan solo como ANSI C, es decir no se tomaba ventajas de la orientación a objetos de C++. Al utilizarse ANSI C, entonces se estaba utilizando un esquema de desarrollo funcional, desperdiciándose la oportunidad de utilizar C++ para utilizar un enfoque de orientación a objetos.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

C++ constituye un lenguaje más rico en alternativas de programación y de conceptualización de los problemas programables que C, ya que permite manejar conceptos relacionados con la herencia y encapsulación entre otros.

La herencia, por ejemplo pudo haber sido utilizada para la generación de un formato general de transacción y a partir de ahí se podrían haber generado cada una de las transacciones particulares del sistema, heredando éstas últimas las propiedades comunes establecidas en el formato base.

Ciertamente, el uso de la programación orientada a objetos habría hecho necesario el manejo de una metodología y teoría de orientación a objetos que va más allá de la programación orientada a objetos, sin embargo este tipo de esfuerzos rinde frutos con creces cuando se trata de crear software para ser comercializado, como lo era la aplicación creada específicamente para ejecutarse en los dispositivos portátiles. Por ejemplo, con este tipo de metodologías es posible reducir el costo que un sistema creado genera por concepto de mantenimiento, debido a que es posible una depuración más adecuada de sistemas cuando se maneja un esquema de desarrollo iterativo y por consecuencia es posible obtener software de alta calidad.

Por otra parte conceptos como la encapsulación permiten que los programadores sean más eficientes, ya que se enfocan a resolver solo la parte del problema con la que se enfrentan. Debido a que este concepto permite el manejo de verdaderos componentes como elementos intercambiables dentro de un mismo sistema, no abruma al programador con información adicional sobre el interior de los mismos. También minimiza el riesgo debido a la alteración accidental de código, ya que el programador solo tiene que tomar los componentes existentes e incluirlos dentro del código que construye sin tener que adaptarlos y por lo tanto modificarlos.

Realmente es sencillo utilizar la orientación a objetos para llevar a cabo el desarrollo de sistemas, por ejemplo, el lenguaje C++ proporciona instrucciones que permiten llevar a cabo la creación de objetos con propiedades y comportamiento acorde a la funcionalidad que queremos que nuestro programa posea. Los objetos generalmente se implementan escribiendo su declaración de clase dentro de archivos de cabecera, se utiliza la declaración *class* y se definen funciones para especificar el comportamiento, además es posible declarar variables para especificar las propiedades que tendrá el objeto. Posteriormente se declara ese archivo de cabecera dentro del programa y se generan objetos a partir del formato de manera similar a como se hace una definición de variables estándar del lenguaje.

Cuando se pretende hacer uso de la programación orientada a objetos, tal como fue mencionado anteriormente, es importante contar con una metodología de desarrollo orientada a objetos que permita controlar el proceso de desarrollo del software, la metodología comercial más difundida de desarrollo orientado a objetos es el proceso unificado de Rational. Es una tecnología de desarrollo propiedad de Rational Software, también existe una metodología de desarrollo pública llamada Proceso de Desarrollo Unificado de Software aun cuando ambas metodologías son propiedad de los mismos autores (Booch, Jacobson y Rumbaugh) está última es una herramienta abierta al público y existe literatura al respecto, realmente la versión libre es una especie de versión "recortada" respecto a la otra versión en el sentido que no cuenta con herramienta o formatos como los

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

que contiene la metodología de Rational. Ambas metodologías nos proporcionan una guía primero de cómo debe llevarse a cabo un proceso de desarrollo a partir de iteraciones tendientes a descubrir las necesidades del cliente y plasmar las soluciones a las mismas por medio de software de calidad; segundo, por medio de un proceso incremental seguido a lo largo de las iteraciones es posible evolucionar los sistemas a un mejor grado de entendimiento esas necesidades del cliente y por lo tanto minimizar el nivel de riesgo inherente del proceso de desarrollo relacionado con la construcción de herramientas que cuando son liberadas se descubre que satisfacen en un grado menor del esperado las necesidades del cliente. En tercer lugar ambas metodologías basan el éxito del proceso de desarrollo en el establecimiento de una arquitectura sólida basada en componentes que aún estando en ejecución el sistema son 100% intercambiables en cualquier momento; a este respecto existen guías para crear arquitecturas de sistemas óptimas, existen por ejemplo las guías denominadas GRASP (General Responsibility Assignment Software Patterns) que proporciona patrones para asignar responsabilidades a los objetos definidos en el interior de un sistema.

Además de hacer uso de un proceso de desarrollo adecuado, cuando se pretende construir un sistema orientado a objetos es necesario utilizar un lenguaje común entre todos los integrantes del equipo – desde programadores hasta patrocinadores del mismo – para ello existe una herramienta de modelado llamada Lenguaje Unificado de Modelado (UML) – también diseñada por Booch, Jacobson y Rumbaugh-. Por medio de UML es posible que todos los participantes del proyecto de desarrollo comuniquen sus ideas sin ambigüedad. UML, utiliza entre otros los siguientes diagramas:

- Diagramas de clases
- Diagramas de objetos
- Diagramas de colaboración
- Diagramas de transición de estados
- Diagramas de actividad
- Diagramas de paquetes
- Diagramas de secuencia

Considero que la selección de este tipo de herramientas por parte de los diseñadores del sistema pudo haber hecho más fácil el proceso de adaptación del mismo, no solo durante el proyecto en discusión, sino para todos aquellos clientes a quienes en algún momento se les entregó esta solución de negocio, así mismo habría coadyuvado a la generación de una solución de mejor calidad en términos de elasticidad para incremento de funcionalidad y minimización de riesgo de errores dentro del código.

#### V.7 El plan de actividades del equipo original de proyecto

Este apartado hace un análisis de los tiempos y actividades que teóricamente deberían haberse cumplido por el primer equipo de implementación de la solución. Se lleva a cabo el planteamiento de actividades y tiempos como una red PERT y se determina la ruta crítica correspondiente. Posteriormente se hace una reflexión sobre el nivel de precisión con que fue hecha la estimación de los tiempos asignados a las actividades.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El siguiente cuadro muestra la lista de actividades que deberían haber sido cubiertas por el primer equipo de implementación del proyecto junto con sus tiempos de duración propuestos y sus actividades previas y posteriores (La actividad *I* representa el punto inicial del proyecto, similarmente la actividad *F* representa el nodo correspondiente al fin del proyecto):

Actividad	Descripción de actividad	Duración	Actividades previas	Actividad en Ruta Crítica
I	Inicio de actividades			
A1	Asignación de direcciones IP y definición de parámetros	1	I	✓
A2	Instalación de conector de red en el servidor	1	A1	✓
A3	Instalación de OS 2 y parches del s.o.	4	A2	✓
A4	Configuración de protocolo TCP/IP en servidor	1	A3	✓
A5	Instalación y configuración de TPS 2 en el servidor	1	A4	✓
A6	Selección de simbología de código de barras	4	I	
A7	Configuración de simbología de código de barras en TPS 2	2	A5,A6	
A8	Configuración de conexión de TPS 2 con SAP	1	A5	✓
A9	Configuración de dispositivos portátiles para local "A"	4	A1	
A10	Configuración de dispositivos portátiles para local "B"	4	A1	
A11	Configuración de dispositivos portátiles para local "C"	4	A1	
A12	Revisión de recepción de radio frecuencia en local "A"	2	A5,A9,A16	
A13	Revisión de recepción de radio frecuencia en local "B"	2	A5,A10,A17	
A14	Revisión de recepción de radio frecuencia en local "C"	2	A5,A18	
A15	Pruebas de lectura de simbología en escáneres	3	A7,A12,A13,A14	
A16	Configuración de puntos	2	A7,A8,A9	

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

	de acceso y repetidores en local "A"			
A17	Configuración de puntos de acceso y repetidores en local "B"	2	A7.A8.A10	
A18	Configuración de puntos de acceso y repetidores en local "C"	2	A8.A11	
A19	Filtración de señales en puntos de acceso y repetidores	3	A16.A17.A18	
A20	Revisión inicial de funcionalidad de transacción no. 1	1	A8	✓
A21	Revisión inicial de funcionalidad de transacción no. 2	1	A20	✓
A22	Revisión inicial de funcionalidad de transacción no. 3	1	A21	
A23	Revisión inicial de funcionalidad de transacción no. 4	1	A22	
A24	Programación de cambios en TPS 2- SAP para transacción no. 1	13	A20	
A25	Programación de cambios en transacción no. 2	13	A21	✓
A26	Programación de cambios en transacción no. 3	13	A22.A24	
A27	Programación de cambios en transacción no. 4	13	A23.A25	✓
A28	Preparación de documentación para entrenamiento	30	1	
A29	Presentación de la herramienta a la gerencia del centro de producción	2	A15.A19.A26.A27	✓
A30	Impartición de entrenamiento a usuarios finales	6	A28.A29.A31	✓
A31	Pruebas de aceptación del sistema	4	A29	✓
A32	Inicio de trámite de aceptación formal del la solución.	3	A31	
F	Fin de actividades		A30.A32	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En la página siguiente se muestra el diagrama de actividades correspondiente al análisis, la cual fue construida de acuerdo a lo siguiente:

- Los números encerrados entre círculos representan nodos de referencia entre actividades ó hitos del proyecto
- Las letras al lado de cada flecha indica la actividad representada por la flecha con su duración especificada entre paréntesis.
- El número a la izquierda dentro de las casillas dobles indica el momento más temprano en el que puede iniciarse una actividad para obtener el menor tiempo de conclusión del proyecto completo
- El número a la derecha dentro de las casillas dobles indica el momento más tardío en el que puede iniciarse una actividad y aún así obtener el menor tiempo de conclusión del proyecto completo
- Las actividades que forman parte de la ruta crítica del proyecto se presentan con línea mas gruesa que las demás

Es importante mencionar que en la actualidad existen programas de computación que permiten identificar instantáneamente la ruta crítica de un conjunto de actividades dadas. Por ejemplo MS Project arroja las mismas actividades dentro de la ruta crítica del proyecto que las señaladas en la tabla anterior.

Como conclusión respecto al tiempo originalmente asignado a la implantación y con base en mi experiencia en el desarrollo de sistemas considero que difícilmente se habrían podido cubrir todas las actividades en una sola semana por parte del primer equipo de implementación, por ejemplo, considero demasiado aventurado que hayan sido asignadas alrededor de solo trece horas para la preparación de cada una de las transacciones, en la realidad este tipo de modificaciones lleva al menos tres veces ese tiempo dependiendo de la cantidad de adecuaciones que se tenga que hacer.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

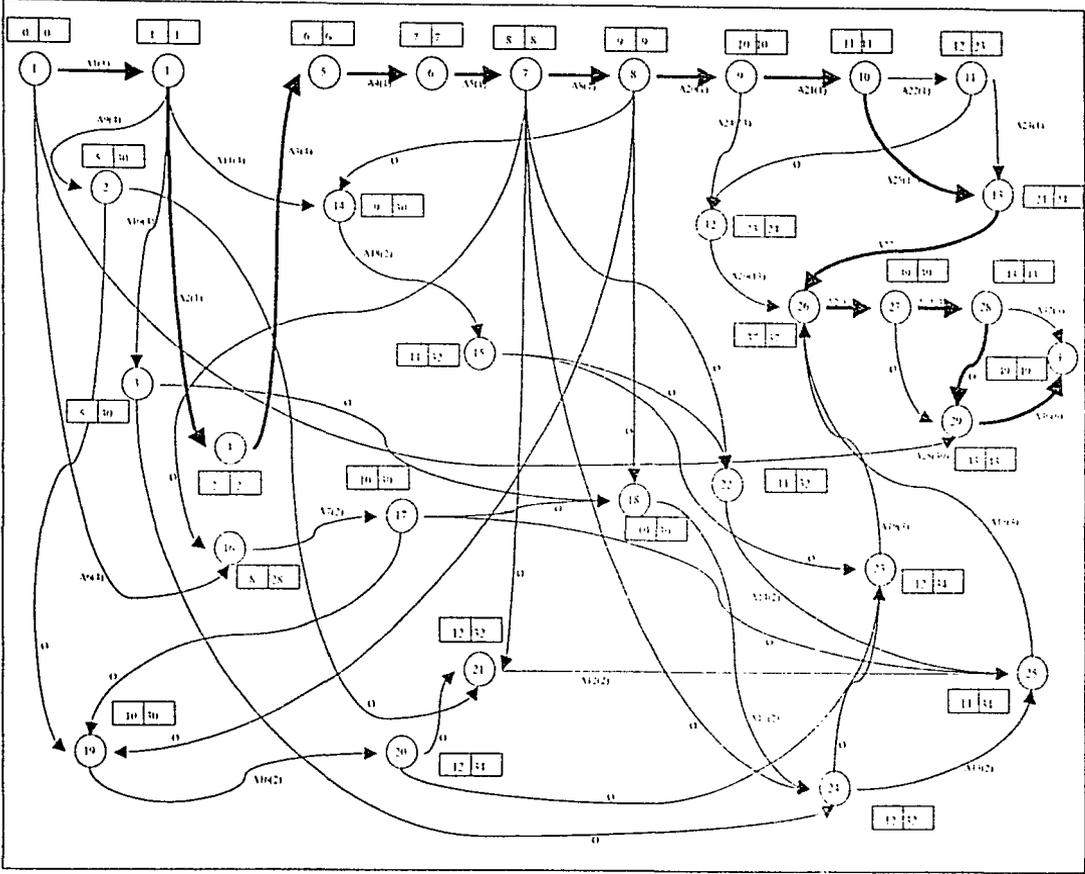


Diagrama de PERT de las actividades del primer equipo de implementación

## Conclusiones.

El proyecto de implementación del sistema de radio frecuencia constituyó el reto mas grande al que me he enfrentado durante mi vida laboral. Siempre he estado conciente que el buen resultado alcanzado ha sido debido a un "amoldamiento de la mente" para trabajar con conceptos e ideas logrado desde que fui estudiante de la Universidad.

Considero que en términos generales, haber tomado clases del programa de la carrera de Actuaría me permitió adquirir el nivel de abstracción y razonamiento que me permitió salir adelante ante el cliente y obtener un resultado sobresaliente ante mis colegas de otros países y ante mis jefes de la oficina de México, además durante mi preparación en la carrera obtuve entre otros los siguientes conocimientos con su respectiva ventaja:

- El haber tomado clases de programación para resolver problemas matemáticos en las aulas de la Universidad me permitió adquirir un nivel de programación y planteamiento de algoritmos que siempre que los he necesitado los he podido utilizar durante mi vida profesional al igual que lo hice en este proyecto.
- El haber estudiado los principios de administración de proyecto me han permitido ver más allá de donde ven otras personas que aún cuando administran proyectos haciendo uso de herramientas automatizadas, por ejemplo, no entienden la importancia de una ruta crítica y de las implicaciones de no tener en observación sus actividades.
- El ritmo de estudio durante la carrera me acostumbró a estar en busca constante de conocimientos y gracias a esa costumbre he llegado a desarrollar un nivel de asimilación rápido cuando aprendo algo nuevo.
- El nivel de idiomas adquirido en la Universidad me ha servido como base para continuar con mi preparación para poder comunicarme con personas de diferentes países no solo durante este proyecto, sino a lo largo de otros proyectos en los cuales he formado parte del equipo de proyecto con colegas de diferentes nacionalidades.

Es importante aclarar que los valores de las configuraciones especificadas en los dispositivos del cliente son ligeramente diferentes a las verdaderas por razones de seguridad. Asimismo, los gastos descritos en el apéndice 1 no son los gastos reales, pero constituyen aproximaciones a los mismos y los generé con base en mi experiencia de gastos durante el proyecto.

Por último concluyo con algunas frases hechas por mi director en mi evaluación de resultados del proyecto:

*"This project was very challenging. Javier had to pick up a project where the other team members had left the firm, calm down a concerned client, reverse engineer what had been done and what was broken, and put the pieces together...."*

*"Javier had to learn about the Pemex project, about Slink, about rf devices, and many other things. It was a challenging assignment, but he was able to develop a thorough understanding of the system and identify program coding mistakes that had been made by the earlier team..."*

*"A job well done."*

TESIS CON  
FALLA DE JUREN

## Apéndice I. Descripción de costos incurridos durante el desarrollo del proyecto

El presente apéndice muestra los gastos aproximados generados durante el proyecto. Se hace especial hincapié en los gastos por concepto de mano de obra ya que estos representaron el importe mayor de gastos dentro del proyecto.

En todas las tablas de gastos se presentan en orden cinco divisiones para destacar los gastos hechos (el orden respectivo) por:

- Especialista en integración de la oficina de Houston de la empresa consultora para analizar los requerimientos del cliente
- Especialista de lenguaje C, por motivo de entrenamiento sobre la herramienta en Houston
- Primer equipo de implementación
- Segundo equipo de implementación
- Equipo final de implementación

Nota. En los casos en los que ha procedido hacer una conversión de pesos mexicanos a dólares se consideró un tipo de cambio promedio de 8.81 pesos por dólar.

### Costos de mano de obra

Los costos de mano de obra se derivaron a partir de los equipos de implementación de la siguiente forma:

- Primer equipo de implementación
  - Gerente de proyecto. El costo aproximado de este miembro del equipo de proyecto durante su participación esa semana de instalación fue de aproximadamente 20,000 pesos / (TC de 8.83) es decir, aprox. 2250 USD
  - Especialistas en radio frecuencia  
Recurso "A" → 50 hrs X (150 USD por hora) = 7,500 USD  
Recurso "B" → 50 hrs X (105 USD por hora) = 5,250 USD
  - Recurso externo especialista en ABAP  
50 hrs X 120 USD por hora = 6,000 USD
  - Recurso de la oficina de Houston, especialista en redes y el sistema S-LINK. De acuerdo a su nivel dentro de la estructura de puestos de la empresa, represento un gasto aproximado de 2,000 USD
  - Recurso de la oficina de México de la empresa consultora, programador de C. El costo aproximado fue de: 10,000 / (TC de 8.83) es decir 1,100 USD
- Segundo equipo de implementación
  - Recurso externo especialista en ABAP  
50 hrs X 120 USD por hora = 6,000 USD
  - Recurso externo especialista en conectividad de redes, OS/2 y sistema S-LINK  
50 hrs X 180 USD = 9,000 USD
  - Recurso de la oficina de México de la empresa consultora, programador de C. El costo aproximado fue de: 10,000 / (TC de 8.83) es decir 1,100 USD

- En forma posterior a los primeros dos equipos de implementación y durante el tiempo el tiempo transcurrido entre Agosto y Abril del siguiente año se presentaron los siguientes costos:
  - Primer apoyo especialista en ABAP:  
30 horas X (80 USD por hora) = 2400 USD
  - Segundo apoyo de ABAP:  
20 horas X (90 USD por hora) = 1800 USD
  - Tercer apoyo de ABAP:  
160 horas X (80 USD por hora) = 12,800 USD
  - Recurso de la oficina de México de la empresa consultora responsable de dar seguimiento al proyecto hasta su conclusión en total represento un gasto mensual aproximado de 4,200 USD mensuales.

En términos de flujo de costos por mano de obra a lo largo del desarrollo del proyecto, el esquema que se presentó fue el siguiente:

Consecutivo	Fecha	Recurso	Costo aprox. USD
1	Abr 1998	Recursos de Houston para preparación del sistema	15,000
2	May 1998	Recursos de Houston para preparación del sistema	15,000
3	Jul 1998	Entrenamiento especialista en C	2,100
4	Ago 1998	Gerente de Proyecto	2,250
5	Ago 1998	Especialista "A" en Radio Frecuencia	7,500
6	Ago 1998	Especialista "B" en Radio Frecuencia	5,250
7	Ago 1998	Especialista ABAP	6,000
8	Ago 1998	Especialista en Redes y S-LINK	2,000
9	Ago 1998	Especialista lenguaje C	1,100
10	Ago 1998	Especialista ABAP	6,000
11	Ago 1998	Especialista en Redes y S-LINK	9,000
12	Ago 1998	Especialista lenguaje C	1,100
13	Ago 1998	Responsable de proyecto	2,200
14	Sep 1998	Responsable de proyecto	4,400
15	Oct 1998	Responsable de proyecto	4,400
16	Nov 1998	Responsable de proyecto	4,400
17	Dic 1998	Responsable de proyecto	4,400
18	Dic 1998	Especialista ABAP	2,400
19	Ene 1999	Responsable de proyecto	4,400
20	Ene 1999	Especialista ABAP	1,800
21	Ene 1999	Especialista ABAP	3,200
22	Feb 1999	Responsable de proyecto	4,400
23	Feb 1999	Especialista ABAP	9,600
24	Mar 1999	Responsable de proyecto	4,400
25	Abr 1999	Responsable de proyecto	2,200

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## Gastos de transportación aérea

La siguiente tabla muestra el flujo de gastos por concepto de transportación aérea durante el proyecto:

Consecutivo	Fecha	Destinos	Recurso	Costo (USD)
1	Feb/1998	Houston-Mex-Houston	Especialista Interfases	450
2	Jul/1998	Mex-Houston-Mex	Especialista en C	450
3	Jul/1998	Mex-Houston-Mex	Especialista en C	450
4	Ago/1998	Houston-VII-Houston	Especialista en conectividad y S-LINK	750
5	Ago/1998	Houston-VII-Houston	Especialista ABAP	750
6	Ago/1998	Atlanta-VII-Atlanta	Especialista RF "A"	650
7	Ago/1998	Atlanta-VII-Atlanta	Especialista RF "B"	650
8	Ago/1998	Mex-V II-Mex	Gerente de Proyecto	300
9	Ago/1998	Mex-V II-Mex	Especialista en C	300
10	Ago/1998	Houston-Mex-Houston	Especialista en conectividad y S-LINK	750
11	Ago/1998	Houston-Mex-Houston	Especialista ABAP	750
12	Ago/1998	Mex-V II-Mex	Especialista en C	300
13	Sep/1998	Mex-V II-Mex	Responsable de proyecto	250
14	Dic/1998	Mex-V II-Mex	Responsable de proyecto	300
15	Dic/1998	Mex-V II-Mex	Especialista ABAP	300
16	Dic/1998	Mex-V II-Mex	Responsable de proyecto	350
17	Ene/1999	Mex-V II-Mex	Responsable de proyecto	250
18	Ene/1999	Mex-V II-Mex	Especialista ABAP	350
19	Ene/1999	Mex-V II-Mex	Responsable de proyecto	250
20	Ene/1999	Monterrey-VII-Monterrey	Especialista ABAP	500
21	Feb/1999	Mex-V II-Mex	Responsable de proyecto	250
22	Feb/1999	Monterrey-VII-	Especialista ABAP	450

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

		Monterrey		
23	Feb/1999	Mex-V H-Mex	Responsable de proyecto	300
24	Feb/1999	Monterrey-VH-Monterrey	Especialista ABAP	500
25	Feb/1999	Mex-V H-Mex	Responsable de proyecto	350
26	Feb/1999	Monterrey-VH-Monterrey	Especialista ABAP	4.300
27	Feb/1999	Mex-V H-Mex	Responsable de proyecto	2.800
28	Mar/1999	Mex-V H-Mex	Responsable de proyecto	3.200
29	Mar/1999	Mex-V H-Mex	Responsable de proyecto	2.700
30	Mar/1999	Mex-V H-Mex	Responsable de proyecto	2.700
31	Jul/1999	Mex-V H-Mex	Responsable de proyecto	2.500

### Gastos de hotel

Los gastos por concepto de hospedaje durante el proyecto fueron los siguientes:

Consecutivo	Fecha	Lugar	Recurso	Costo (USD)
1	Feb/1998	México, D.F.	Especialista Interfases	750
2	Jul 1998	Houston, USA	Especialista en C	1440
4	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Especialista en conectividad y S-LINK	400
5	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	400
6	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Especialista "A"	RF 400
7	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Especialista "B"	RF 400
8	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Gerente de Proyecto	400
9	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Especialista en C	400
10	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Especialista en conectividad y S-LINK	400
11	Ago/1998	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	400

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

12	Ago/1998	Villalfermosa, Tab	Especialista en C	400
13	Sep/1998	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
14	Dic/1998	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	450
15	Dic/1998	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	250
16	Dic/1998	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	300
17	Ene/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	300
18	Ene/1999	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	150
19	Ene/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
20	Ene/1999	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	500
21	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
22	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	450
23	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
24	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	500
25	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
26	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	300
27	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
28	Mar/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
29	Mar/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400
30	Mar/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	400

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Viáticos adicionales

Con relación a gastos de alimentación y taxis se tuvieron los siguientes en promedio:

Consecutivo	Fecha	Lugar	Recurso	Costo (USD)
1	Feb 1998	México, D.F.	Especialista Interfases	250
2	Jul 1998	Houston, U.S.A	Especialista en C	200
4	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista en conectividad y S-LINK	150
5	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	150
6	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista RF "A"	150
7	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista RF "B"	150
8	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Gerente de Proyecto	150
9	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista en C	150
10	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista en conectividad y S-LINK	150
11	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	150
12	Ago 1998	Villahermosa, Tab	Especialista en C	150
13	Sep 1998	Villahermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
14	Dic 1998	Villahermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
15	Dic 1998	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	200
16	Dic 1998	Villahermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
17	Ene 1999	Villahermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
18	Ene 1999	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	200
19	Ene 1999	Villahermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
20	Ene 1999	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	200
21	Feb 1999	Villahermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
22	Feb 1999	Villahermosa, Tab	Especialista ABAP	200

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

		Tab		
23	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
24	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	200
25	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
26	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Especialista ABAP	200
27	Feb/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
28	Mar/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
29	Mar/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	200
30	Mar/1999	Villalfermosa, Tab	Responsable de proyecto	200

### Otros Gastos

Adicionalmente se incurrió en un gasto por la transferencia del servidor para ser configurado en los EU:

Consecutivo	Fecha	Lugar	Concepto	Costo (USD)
1	Sep/1998	México, D. F.	Envío del servidor a Houston	250
2	Dic/1998	México, D. F.	Recepción del servidor de regreso a México	350

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## Apéndice 2. Tasas de inflación durante el periodo de vida del proyecto

La siguiente tabla muestra la inflación mensual en relación al índice nacional de precios al consumidor publicada por el Banco de México:

Fecha	Porcentaje de inflación
Ene / 1997	2.57000000
Feb / 1997	1.68000000
Mar / 1997	1.24000000
Abr / 1997	1.08000000
May / 1997	0.91000000
Jun / 1997	0.89000000
Jul / 1997	0.87000000
Ago / 1997	0.89000000
Sep / 1997	1.25000000
Oct / 1997	0.80000000
Nov / 1997	1.12000000
Dic / 1997	1.40000000
Ene / 1998	2.18000000
Feb / 1998	1.75000000
Mar / 1998	1.17000000
Abr / 1998	0.94000000
May / 1998	0.80000000
Jun / 1998	1.18000000
Jul / 1998	0.96000000
Ago / 1998	0.96000000
Sep / 1998	1.62000000
Oct / 1998	1.43000000
Nov / 1998	1.77000000
Dic / 1998	2.44000000
Ene / 1999	2.53000000
Feb / 1999	1.34000000
Mar / 1999	0.93000000
Abr / 1999	0.92000000
May / 1999	0.60000000
Jun / 1999	0.66000000
Jul / 1999	0.66000000
Ago / 1999	0.56000000
Sep / 1999	0.97000000
Oct / 1999	0.63000000
Nov / 1999	0.89000000
Dic / 1999	1.00000000

Esta información es utilizada en la sección V.4.1 para llevar a cabo la valuación del costo del proyecto a finales de Mayo de 1997.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Bibliografía

1. Matemáticas Financieras  
Benjamin de la Cueva  
Porrúa  
1982
2. Decisión Making Through Operations Research  
Robert J. Thierauf, Richar A. Grosse  
John Wiley & Sons, Inc.  
1970
3. C: Step-by-Step  
Waite & Prata  
SAMS  
1991
4. Master C  
The Waite Group's  
Waite Group Press  
1990
5. The BAR CODE BOOK  
Roger C. Palmer  
Helmer's Publishing Inc.  
1991
6. OS/2 Warp 3.0 Operating System System Reference  
IBM  
1998
7. The Master Controller System  
PAR Microsystems  
1998
8. Object-Oriented Analysis and Design with Applications  
Booch, Jacobson, Rumbaugh  
Addison Wesley  
1997
9. Cisco Aironet Access Point Hardware Installation Guide  
Cisco 2001-2002
10. Cisco Aironet Access Point Software Configuration Guide  
Cisco, 2001-2002
11. Red Hat Linux 6 Unleashed  
David Pitts and Bill Ball et al.  
SAMS 1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN