

13  
205

***SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS***

***POR***

***ADRIANA GARCIA REYES***

***TESIS***

***PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACION***

***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE  
ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON***

***JUNIO, 1993***

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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

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

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

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

# INDICE

- 1 **INTRODUCCION**
  - 1.1 **¿QUE ES UN SISTEMA TOLERANTE A FALLAS?**
  - 1.2 **MEDIO AMBIENTE DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES EN LINEA.**
  - 1.3 **REQUERIMIENTOS PARA UN SISTEMA TOLERANTE A FALLAS.**
  - 1.4 **CONTENIDO Y ALCANCE**
- 2 **JUSTIFICACION Y ALCANCE**
- 3 **HARDWARE Y SOFTWARE DE LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS**
  - 3.1 **HARDWARE TOLERANTE A FALLAS**
    - 3.1.1 **DUPLICACION DE COMPONENTES**
    - 3.1.2 **PROCESADORES**
    - 3.1.3 **MANTENIMIENTO Y REPARACION EN LINEA**
    - 3.1.4 **TENDENCIAS Y TECNOLOGIA ACTUAL**
  - 3.2 **SOFTWARE TOLERANTE A FALLAS**
    - 3.2.1 **ESTRUCTURA DE UN PROCESO**
    - 3.2.2 **PROCESAMIENTO EN PARALELO**
    - 3.2.3 **PUNTO DE VERIFICACION DE PROCESOS DE ENTRADA/SALIDA**
    - 3.2.4 **MENSAJES DE ESTADO DEL PROCESADOR**
- 4 **MEDIO AMBIENTE DE LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS**
  - 4.1 **MEDIO AMBIENTE DE DESARROLLO DE APLICACIONES**
  - 4.2 **SISTEMAS DISTRIBUIDOS**
  - 4.3 **PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES EN LINEA**
  - 4.4 **LA SOLUCION CLIENTE/SERVIDOR**
  - 4.5 **CONECTIVIDAD**
  - 4.6 **OPCIONES DE CONFIGURACION**
  - 4.7 **SEGURIDAD**
- 5 **APLICACIONES DE LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS**
  - 5.1 **DISTRIBUCION**
  - 5.2 **SECTOR DETALLISTA**
  - 5.3 **SECTOR FINANCIERO**
  - 5.4 **MANUFACTURA**

- 5.5 *SECTOR SALUD*
- 5.6 *TRANSPORTACION*
- 5.7 *MULTIMEDIA INTERACTIVA*
- 5.8 *LOTERIAS*
- 5.9 *PROCESAMIENTO DE IMAGENES*
- 5.10 *INTERCAMBIO ELECTRONICO DE DATOS*
- 5.11 *INTEGRACION DE VOZ Y DATOS*
  
- 6 *CONCLUSIONES*
- 6.1 *RECOPIACION*
- 6.2 *CONCLUSIONES*

## ***LISTA DE FIGURAS.***

- 1.1 MEDIO AMBIENTE DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES EN LINEA.*
- 1.2 SISTEMAS MULTIPROCESADORES CON MEMORIA COMPARTIDA.*
- 1.3 INTEGRIDAD DE DATOS.*
- 1.4 DATOS DISTRIBUIDOS.*
- 1.5 CONEXION EN RED.*
- 3.1 ARQUITECTURA DE LOS PROCESADORES.*
- 3.2 ARQUITECTURA DEL BUS INTERPROCESADOR.*
- 3.3 ARQUITECTURA DE LOS CONTROLADORES DE E/S.*
- 3.4 MANEJADORES DE DISCO EN ESPEJO.*
- 3.5 DISTRIBUCION DE LAS FUENTES DE PODER.*
- 3.6 FUENTE DE PODER DE RESPALDO.*
- 3.7 TIPOS DE MEMORIA Y MEDIOS DE ALMACENAMIENTO.*
- 3.8 SISTEMAS ABIERTOS.*
- 3.9 SISTEMA OPERATIVO.*
- 3.10 ESTADOS DE UN PROCESO.*
- 3.11 PROCESADORES MULTIPLES.*
- 3.12 COMUNICACION ENTRE PROCESOS.*
- 3.13 PUNTO DE VERIFICACION DE PROCESOS E/S.*
- 3.14 MENSAJES DE ESTADO DEL PROCESADOR.*
- 4.1 DESARROLLO DE APLICACIONES.*
- 4.2 SISTEMAS DISTRIBUIDOS.*

4.3 SOFTWARE DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCION EN LINEA.

4.4 BASES DE DATOS.

4.5 LA SOLUCION CLIENTE SERVIDOR.

4.6 USUARIOS MULTIPLES CON "OLTP".

4.7 CONTROLADORES DE COMUNICACIONES.

4.8 SOPORTE ASINCRONO.

4.9 SOPORTE SINCRONO.

4.10 ADHERENCIA A ESTANDARES.

4.11 SISTEMA "STAND-ALONE".

4.12 SISTEMA "FRONT-END".

4.13 SISTEMA INTEGRADO.

4.14 OBJETIVOS DE LA SEGURIDAD.

4.15 BASES DE DATOS DUPLICADA REMOTAMENTE.

4.16 SERVICIOS DE SEGURIDAD.

4.17 CAPAS DE SEGURIDAD.

5.1 OPERACIONES DE DISTRIBUCION.

5.2 SECTOR DETALLISTA.

5.3 SECTOR FINANCIERO.

5.4 MANUFACTURA.

5.5 SECTOR SALUD.

5.6 TRANSPORTACION.

5.7 PROCESAMIENTO DE IMAGENES.

5.8 CENTRO DE LLAMADAS.

6.1 EFECTO DE UN PROCESADOR MAS RAPIDO.

6.2 EFICIENTE COMUNICACION ENTRE PROCESOS Y ENTRE  
PROCESADORES.

## **RESUMEN**

**DENTRO DE ESTE TRABAJO SE CONTEMPLA EL TEMA DE LOS "SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS", SE EXPONE SU CONCEPTO Y SE PRESENTAN LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS TANTO DE "HARDWARE" COMO DE "SOFTWARE", PARA QUE SE PUEDA CONSIDERAR A UN SISTEMA COMO "TOLERANTE A FALLAS". ADEMAS SE EXPONE EL MEDIO AMBIENTE QUE RODEA A LOS "SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS".**

**FINALMENTE, SE EXPONEN ALGUNOS EJEMPLOS EN LOS CUALES LOS "SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS" TIENEN CABIDA.**

# ***1 INTRODUCCION***

## ***1.1 ¿QUE ES UN SISTEMA TOLERANTE A FALLAS?***

## ***1.2 MEDIO AMBIENTE DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES EN LINEA***

## ***1.3 REQUERIMIENTOS PARA UN SISTEMA TOLERANTE A FALLAS***

## ***1.4 CONTENIDO Y ALCANCE***

# 1. INTRODUCCION

*En el presente capítulo se explica el concepto de "Sistema Tolerante a Fallas", así como la importancia que tienen estos sistemas para el procesamiento de transacción en línea para aplicaciones críticas. Otro punto importante de este apartado trata de los requerimientos tanto de "hardware" como de "software" para la conformación de un Sistema Tolerante a Fallas; la conectividad, en red, con sistemas abiertos y la integración de aplicaciones entre "mainframes".*

*La propuesta de esta tesis es describir los fundamentos de los Sistemas Tolerantes a Fallas, su relación con el procesamiento de transacciones en línea y su medio ambiente.*

*En el pasado se han instalado sistemas de cómputo que podían tomar decisiones en microsegundos pero que no producían la información, donde se necesitaba, con la rapidez requerida.*

*Las máquinas estilizadas de forma elegante, instaladas en cuartos adornados con plantas, parpadeaban las luces de sus consolas más rápido de lo que podía seguir el ojo humano, pero la administración no podía obtener las cifras más recientes acerca de las existencias en almacén. Los clientes en las ventanillas de los bancos no podían hacer efectivo de inmediato un cheque. Los científicos debían esperar hasta veinticuatro*

horas para recibir los resultados de sus pequeños cálculos. Las oficinas de boletos en las aerolíneas no tenían la información completa para reservar asientos como los pedían los viajeros y, en general, los datos recibidos de los computadores llegaban demasiado tarde para controlar lo que estaba ocurriendo en ese momento.

El problema tenía tres aspectos. En primer lugar, les tomaba mucho tiempo a los datos llegar hasta el sistema de cómputo. En ocasiones tenían que pasar por una diversidad de procesos manuales, postales o de entrega antes de llegar a la máquina. En segundo lugar, los mecanismos de procesamiento de datos no estaban organizados para que el sistema de cómputo pudiera atender de inmediato cualquier operación que lo necesitara. Los datos estaban almacenados en forma secuencial en cintas u otros archivos que debían ser escudriñados, intercalados y clasificados. El sistema de cómputo no podía obtener hechos y cifras al azar en el momento que se les necesitaba. En vez de ello, se tenía que trabajar siguiendo largos ciclos de operaciones preplaneadas. En tercer lugar, tomaba mucho tiempo enviar los resultados de regreso a la persona o proceso en donde se deberían emplear.

Por lo tanto, a pesar de la alta velocidad de los sistemas de cómputo, se les tenía rodeados de un sistema y organización que no se podían mantener a su paso.

En la actualidad, en cambio, todos los datos pueden estar a la disposición inmediata de los sistemas de cómputo, por medio de archivos de acceso directo. Las líneas de telecomunicaciones pueden encadenar al sistema de cómputo con cualquier punto geográfico y acelerar el flujo de datos a/y desde el sistema de cómputo. Los usuarios situados a muchos kilómetros de distancia, pueden estar dotados de tableros o dispositivos de

despliegue visual que emplearían en forma "convencional" si se requiere, y de esta forma quedarían repentinamente cara a cara con el sistema de cómputo.

Con tales sistemas, la administración de las empresas puede mantener control instantáneo sobre lo que acontece, en vez de hacer ajustes no coordinados y con grandes intervalos entre sí. El sistema puede entregar la información en donde se requiere y cuando se necesita.

Actualmente muchas instalaciones tienen en uso sistemas descritos como "en línea" y "en tiempo real". En estos, los datos pueden entrar directamente al sistema de cómputo desde el sistema con el que trabaja, y los resultados se envían de regreso. Para estos propósitos se han construido multitud de dispositivos que envían datos desde ubicaciones lejanas al sistema de cómputo y para recibir sus respuestas (que se denominan terminales).

Las terminales pueden estar en el cuarto del sistema de cómputo o a mucha distancia, conectadas al mismo por medio de líneas telefónicas u otros tipos de enlace de telecomunicaciones. Adicionalmente, pueden estar en la planta de una fábrica, en el mostrador de un banco, en un almacén o supermercado, en la oficina del gerente general, y de hecho, en cualquier parte de una organización. Hay muchos tipos diferentes de terminales, y se pueden diseñar para combinarse con las condiciones externas en forma tan natural como sea posible.

Quienquiera que sea, el operador de una terminal envía datos a un sistema de cómputo en forma de preguntas o de información para su proceso. El sistema de cómputo los maneja, en ocasiones de inmediato y otras en forma diferida, y responde o no al operador. Un sistema en línea

*puede transmitir lotes de datos, al igual que datos aislados.*

*Los mensajes que llegan al sistema de cómputo desde las terminales pueden ser procesados de inmediato, o se pueden almacenar para procesamiento posterior. Con frecuencia se procesa un mensaje de inmediato y se manda una respuesta a la terminal en unos cuantos segundos, al igual que ciertas operaciones que a menudo actualizan registros al momento, en vez de ser almacenados en archivos secuenciales, tales como cintas, para su posterior "proceso en lote" y clasificación.*

*Las líneas de telecomunicaciones pueden estar "en línea" o "fuera de línea" con el sistema de cómputo. En línea significa que entran directamente al sistema de cómputo, y esté actúa como controlador de las transmisiones; fuera de línea significa que los datos telecomunicados no entran directamente, sino que se graban en cinta magnética para procesarse después.*

*"Se puede definir un sistema en línea como aquel en que los datos de entrada pasan directamente desde su lugar de origen y/o se transmiten los datos de salida en forma directa a donde se utilizan. De esta manera se evitan, en gran parte, las etapas intermedias de almacenaje de datos en disco, en cinta magnética o en papel fuera de línea". [DISES1]*

*Se pueden diseñar las terminales de un sistema de cómputo para ser empleados por operadores humanos, o se puede emplear equipo de captura automática de datos. Por ejemplo, pueden leer termopares, medidores de tensiones y otros tipos de instrumentos, y también pueden enviar una señal al sistema de cómputo cuando se ha terminado de producir una pieza en una máquina-herramienta. En otros casos, pueden permitir al sistema de cómputo, contar objetos que pasan por detectores en la línea de producción. En fin, se emplea una gran variedad de dispositivos para la captura de*

datos en su lugar de origen y para entregar los resultados de los cómputos en donde se necesitan.

Si el sistema de cómputo reacciona a los datos de entrada de inmediato, completa su proceso y actúa dentro de un período muy corto, se dice que opera en "tiempo real".

"Se puede definir un sistema de cómputo en tiempo real como aquel que controla el medio a través de la recepción y porceso de datos y que actúa o devuelve los resultados con la suficiente rapidez para afectar el funcionamiento del medio en ese momento" [DISESI].

Las diferentes autoridades definen el tiempo real en formas diferentes. Para algunos puede entrar la definición la cuestión de "tiempo de respuesta", considerándose tiempo de respuesta lo que el sistema tarda en reaccionar a una entrada dada. Si un operador tecléa un mensaje desde una terminal y el sistema de cómputo imprime la respuesta en la misma terminal, "se puede definir el tiempo de respuesta como el intervalo transcurrido entre el momento que el operador oprimió la última tecla y la respuesta del sistema al evento. Se pueden definir los tiempos de respuesta en forma análoga para diferentes clases de terminales; es el intervalo entre un evento y la respuesta del sistema al evento" [DISESI].

Algunas autoridades emplean el término "tiempo real" para implicar un tiempo de respuesta de unos cuantos segundos; otras extienden la definición para poder incluir cualquier respuesta que controle el funcionamiento del medio, de minuto en minuto o de hora en hora. Otras más alegan que no se debe llamar "en tiempo real" a los sistemas cuya respuesta sea mayor que unos milisegundos, como acontece con los proyectiles dirigidos a blancos

móviles.

*La velocidad de respuesta difiere de un sistema a otro de acuerdo con sus necesidades. Por ejemplo, si se emplea un sistema de cómputo para controlar un conjunto de operaciones, se requiere un tiempo de respuesta generalmente pequeño; un sistema de escudriñamiento para radar requiere tiempos de respuesta de milisegundos; los sistemas de reservación para las aerolíneas tienen tiempos de respuesta de aproximadamente dos segundos; los sistemas para el control de almacenes tienen tiempos de respuesta de aproximadamente treinta segundos, en tanto que en los molinos de papel se consideran adecuados los tiempos de respuesta de cerca de cinco minutos. En algunos sistemas, el tiempo de respuesta dura más que este, a veces incluso media hora o más, pero en los tiempos mayores que estos, ciertamente se cuestionará si es o no apropiado seguir llamándolos "en tiempo real".*

*El sistema de cómputo también puede proporcionar información a la gerencia cuando la necesita. Puede dar respuestas rápidas a las consultas relacionadas con el estado de cuenta o si es confiable el crédito de un cliente o la existencia de un artículo. La respuesta no viene con una semana de retraso sino al minuto. Cada operación que llegue al centro de cómputo o que entre desde una terminal remota puede recibir tratamiento individual; si un artículo da lugar a condiciones excepcionales se puede atender de inmediato y si alguien de la organización debe ser informado sin demora, se le informa igualmente.*

*Se requieren técnicas especiales para lograr el control al minuto de la situación comercial en la misma forma que se mantiene por ejemplo el control en una planta química. El sistema de cómputo puede planear el trabajo en una fábrica y rehacerlo en el momento que se hacen diferentes solicitudes o cambia la situación en la planta. Puede controlar la venta de asientos de avión en todo el mundo. Puede también permitir que los cuentahabientes de un banco entren en cualquier sucursal y hagan retiros en efectivo, a la vez que cuenta con protección contra sobregiros. Se pueden tener datos inmediatos sobre los seguros, y se pueden manejar las reclamaciones y pagos más rápidamente. Se pueden procesar los pedidos de los vendedores dentro de todo el país, a tiempo para la producción del día siguiente. En algunas ciudades, el tráfico turbulento ha sido acelerado por medio de sistemas de cómputo que lo manejan como grupos de vehículos, cambiando las luces de tráfico en el momento más oportuno. Análogamente, muchos otros procesos industriales pueden ser regulados en forma óptima.*

## 1.1 ¿QUE ES UN SISTEMA TOLERANTE A FALLAS?

*Un Sistema tolerante a Fallas es una propuesta de arquitectura de un sistema que asegure la operación continua de un programa, aún cuando uno de sus componentes falle.*

*Como componentes obvios tenemos a la memoria, el procesador central, los canales de Entrada/Salida, el disco, el controlador del disco, etc. Ejemplos de componentes que no son obvios, pero pueden causar una falla en el sistema son los conectores que unen al procesador y a la memoria; la fuente de poder, un ventilador interno, etc. Así, un componente es cualquier pieza de "hardware" en el sistema. Los Sistemas Tolerantes a Fallas proporcionan un medio ambiente de aplicación, en donde un sistema continuará corriendo un programa de aplicación a pesar de que ocurra una falla de "hardware".*

*Generalmente, en un sistema de cómputo convencional, cuando un componente falla, el impacto en el programa de aplicación depende de cual es el componente que falle y de la naturaleza de la falla. Si un sistema pierde el disco, el sistema pierde el acceso a los datos. En el caso de que una cabeza lectora de un disco se aterrice, destruye la información en el disco, lo que ocasiona que los datos se deban reconstruir antes de que la aplicación se pueda reanudar. Si el disco contiene al sistema operativo, se perderá el uso entero de la computadora.*

*Al ocurrir alguna descompostura en el controlador del disco, se producirá como falla mínima que el disco quede incomunicado. Si el*

*desperfecto causa una escritura errónea de información, se destruirá la integridad de la información en el disco. Adicionalmente si el controlador falla obstruirá el canal de Entrada/Salida, obstaculizará a otros dispositivos vía el mismo canal de comunicación.*

*Si se pierde el canal de Entrada/Salida o del procesador: la comunicación hacia los dispositivos periféricos será interrumpida. Esto implica que se perderá el acceso hacia datos externos. Una falla de este tipo aislará a la memoria y al procesador del mundo externo.*

*En el caso de que se pierda la memoria, no se podrá realizar ninguna operación de cómputo, porque no habrá lugar para almacenar los resultados. Además, el estado lógico de la computadora es determinado por el contenido de la memoria principal y la memoria virtual en disco. Sin ellas, no se podrá saber qué programas están corriendo o la condición de los archivos de datos.*

*Supongamos que un procesador sufre una "caída", en un sistema convencional; éste no podrá computar. Pero esto no es lo más grave. Algunas veces un procesador no se "cae", pero una mal función causa que se llegue a un resultado erróneo. El procesador puede sumar  $1+1$  y obtener 3, o puede sumar  $1+1$  y obtener 2, pero guardar el resultado en un lugar equivocado. Algunas veces los procesadores "se vuelven locos" antes de fallar. Esto puede suceder en períodos de tiempo muy pequeños pudiendo destruir la integridad del sistema rápidamente. Si el procesador opera de manera errónea, puede contaminar la memoria, la cual, a su vez destruirá la integridad de los estados lógicos del sistema.*

*De esta manera podemos resumir al concepto de "falla" como: Un evento, cualquiera que este sea, que cause un rompimiento en el programa de aplicación. Así una aplicación que esta corriendo en una computadora; se detendrá si algún componente de ésta, falla.*

*Hasta aqui hemos hablado de caidas de un sistema debido a causas físicas, de hardware. Sin embargo un sistema también puede caerse debido a problemas de:*

#### **CATEGORIA**

#### **EJEMPLO**

- Operación: Si se inicializa mal un programa de aplicación.*
- Medio ambiente: Fallas en el suministro de energía eléctrica, catástrofes naturales.*
- Diseño de software: Si se aplica un programa inadecuado a los recursos con que cuenta el sistema.*
- Reconfiguración: Reconfiguración de una base de datos. reiniciar (sistema operativo) discos adicionales.*

*Por lo tanto, para que un sistema pueda ser realmente tolerante a fallas debe preveer tanto los problemas de "hardware" como de software".*

## 1.2 MEDIO AMBIENTE DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES EN LINEA.

*Existen diferentes métodos de procesamiento de información como el procesamiento en "batch" que es trabajar con procesos en secuencia, involucrando prioridades; el control de proceso en tiempo real, en el cual la respuesta a un evento externo es aproximadamente del orden de 10 milisegundos; el tiempo compartido que es la asignación de ramuras de tiempo, i.e. a cada programa le corresponde un lapso determinado de tiempo de ejecución en el CPU; la entrada de datos en línea con actualizaciones en "batch", si un sistema tiene conectado cientos de terminales que están haciendo entrada de datos en línea con actualizaciones de archivos "batch" fuera de línea, la base de datos es cambiada en la noche, no en el tiempo en que ocurre la transacción; y finalmente el procesamiento de transacciones en línea, del cual se habla más a detalle, a continuación.*

*Mucha gente esta recurriendo al procesamiento en línea, para aplicaciones críticas y obtener información que refleje el estado verdadero de sus negocios. El procesamiento de transacciones en línea es el procesamiento de cómputo de datos para las transacciones de negocios, en el tiempo en que ellas ocurren.*

*Los lugares en donde existe una rapidez de flujo de fondos; captura de transacciones en el punto de venta; la ayuda para automatizar la*

*manufactura de una planta industrial, etc.; el procesamiento de transacciones en línea es la solución. Ver figura 1.1*

### **1.3 REQUERIMIENTOS PARA UN SISTEMA TOLERANTE A FALLAS.**

*Si el sistema no es Tolerante a Fallas, no podrá haber disponibilidad continua para los negocios que requieren procesamiento de transacciones en línea. Un Sistema Tolerante a Fallas debe operar no obstante que ocurra alguna falla, en algún componente, tanto de "hardware" como de "software". Un Sistema Tolerante a Fallas debe proveer una permanente disponibilidad, 7 días a la semana, 24 horas al día, 365 días del año.*

*Un sistema Tolerante a Fallas debe considerar los siguientes factores de diseño:*

- Los componentes, los datos y el procesamiento central, deben correr en paralelo, compartiendo la carga de trabajo.*
- Si uno o más de los componentes, los datos o los procesos fallan, el sistema operativo debe reasignar automáticamente el trabajo hacia otra parte del sistema, de tal forma que todas las transacciones puedan ser completadas sin pérdida de información.*
- El mantenimiento se debe poder hacer en línea, para no detener el sistema.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben ser basados en un diseño modular para que se les puedan adicionar componentes, como procesadores, memoria, controladores, discos, terminales y otros*

# MEDIO AMBIENTE DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES EN LINEA

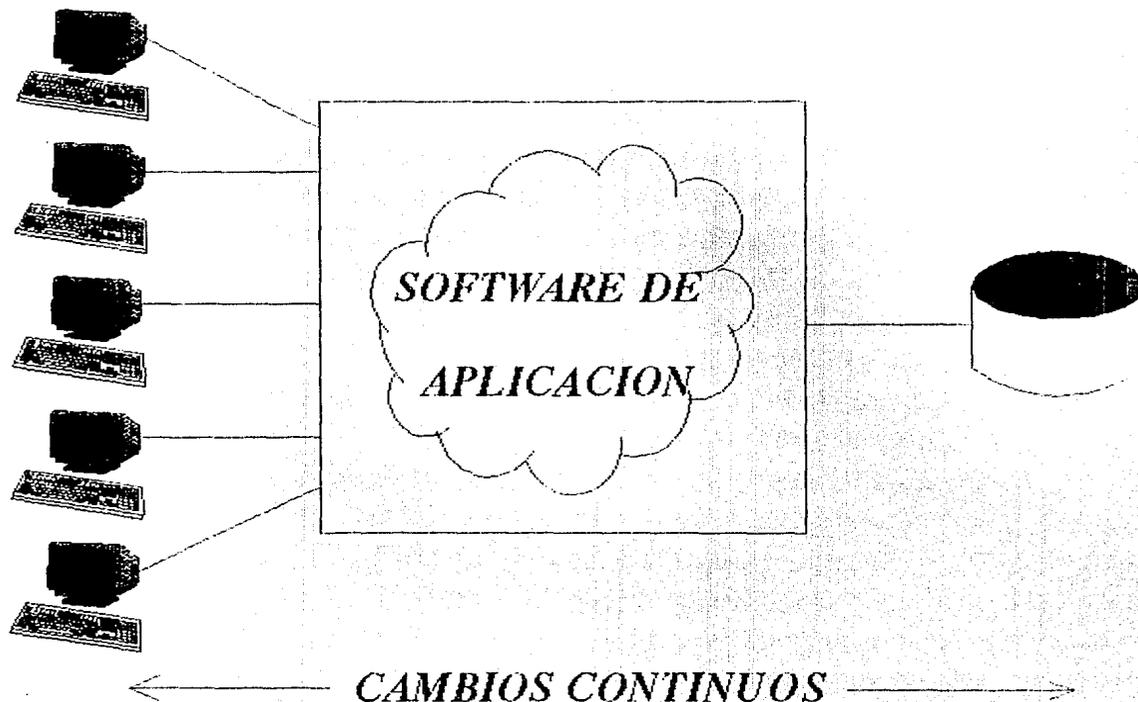


FIGURA 1.1

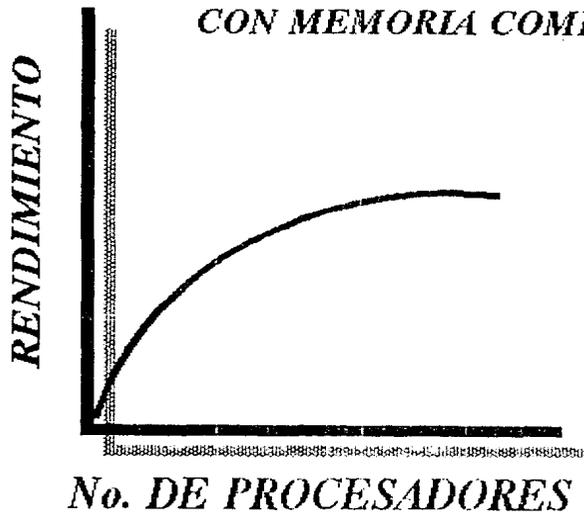
*dispositivos periféricos. Estos componentes deben poderse añadir a un sistema que este corriendo, cuando una expansión sea requerida para una aplicación crítica.*

*Cada nuevo procesador que se instale, deberá sumar un incremento total de desempeño de todo el sistema. En una arquitectura de sistema convencional, existe un CPU y su memoria asociada. En una arquitectura en paralelo, dos CPU's trabajan con una sola memoria. Para un Sistema Tolerante a Fallas, cada CPU deberá tener su memoria asociada; de tal manera que el crecimiento del desempeño para sistemas multiprocesadores con memoria compartida, será una curva; mientras que para un Sistema Tolerante a Fallas a mayor número de procesadores debe incrementarse el desempeño total del sistema. Ver figura 1.2*

*Los datos, en cualquier sistema, deben ser guardados en forma actualizada, para que puedan reflejar de manera exacta el estado de un negocio. La integridad de los datos significa que ninguna falla de una transacción en particular, o de algún componente de "hardware", como un CPU o un manejador de disco pueda corromper los datos, en una base de datos. Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben ser diseñados para mantener la integridad y la consistencia de la base de datos; deben poder almacenar los datos en discos "espejo", para que un respaldo de la base de datos siempre este disponible en caso de una falla en disco. Ver figura 1.3*

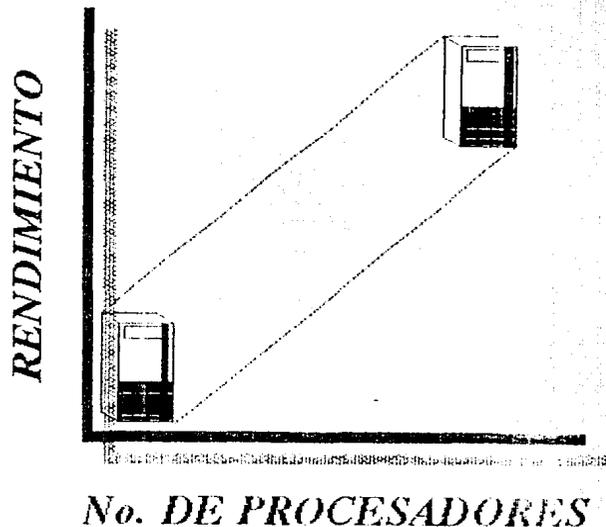
*Una base de datos distribuida es aquella en la cual los objetos residen en más de un sistema en una red, y esos objetos pueden ser accedados por cualquier sistema en la red. La información es colocada cerca de la gente*

**SISTEMAS MULTIPROCESADORES  
CON MEMORIA COMPARTIDA**



**FIGURA 1.2**

**SISTEMAS TOLERANTES  
A FALLAS**



# INTEGRIDAD DE DATOS

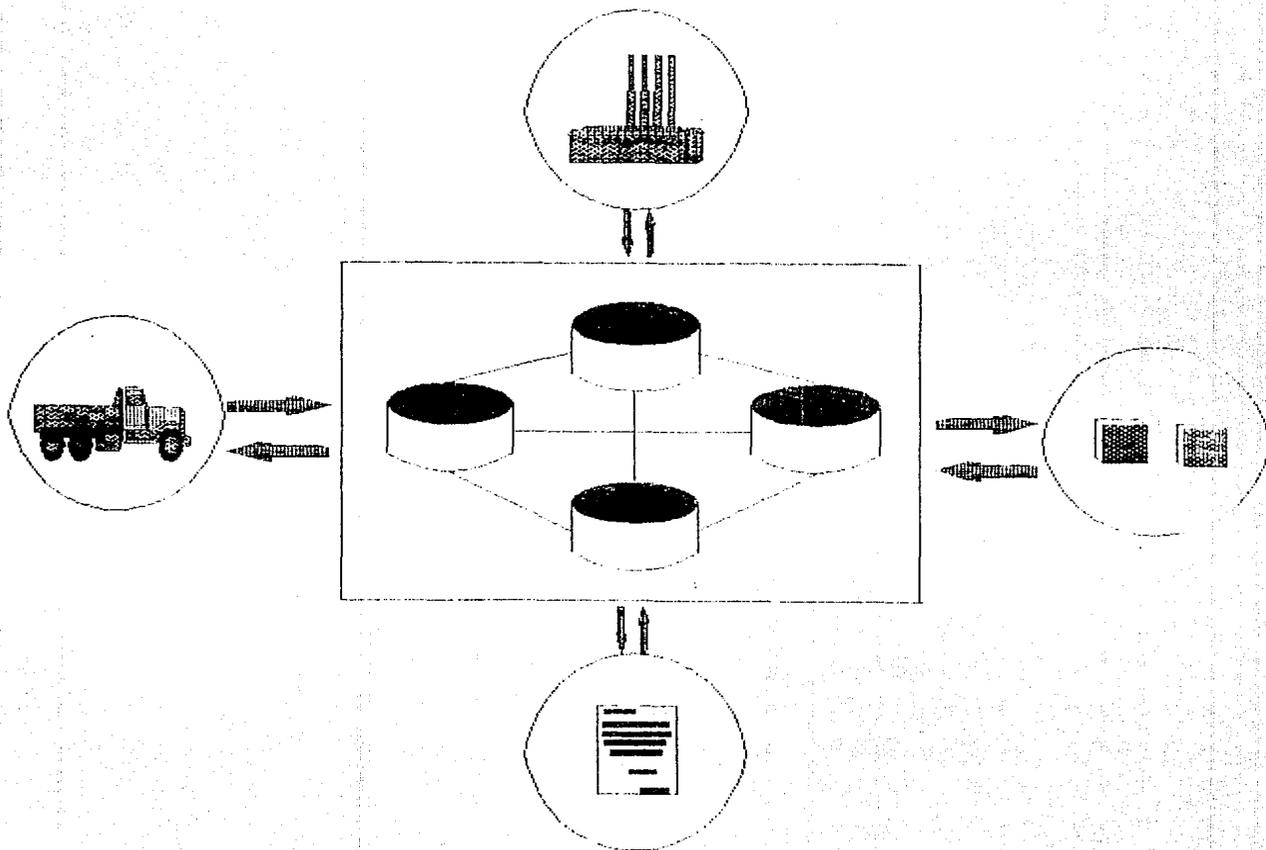


FIGURA 1.3

que la usa, para reducir costos de comunicación y mejorar el tiempo de respuesta en el sistema. Los datos pueden ser colocados en sitios distintos, y tanto los usuarios como las aplicaciones pueden accederlos como si fueran una base de datos única. Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben poder manejar toda esta complejidad para administrar una base de datos distribuida. Este concepto es conocido como independencia geográfica. En este concepto, las transacciones pueden ser generadas y solicitadas desde cualquier punto de la red de una manera totalmente transparente. El Sistema Tolerante a Fallas debe guardar la información de los registros que son creados, borrados o movidos hacia distintos lugares. Ver figura 1.4

Una red puede ser local, regional, nacional o internacional. Los sistemas de procesamiento de transacciones en línea deben ser capaces de funcionar efectivamente en redes de sistemas que son manufacturadas por el mismo vendedor (sistemas propietarios) o por diferentes vendedores (sistemas abiertos). Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben ser diseñados para ser una red en un sistema o una red de sistemas; sin importar el lugar geográfico. Los Sistemas Tolerantes a Fallas, deben soportar la conectividad de los sistemas abiertos y la integración de aplicaciones entre "mainframes", minicomputadoras, estaciones de trabajo, computadoras personales y otros servicios de vendedores diferentes en una red funcional. Esta flexibilidad proporciona el poder seguir utilizando la inversión existente de equipo de cómputo sin tener que sustituirlo. Ver figura 1.5

Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben también incluir procedimientos para la autorización y la autenticidad de los usuarios, tanto para un sólo sistema como para una red de sistemas.

# CONEXION EN RED

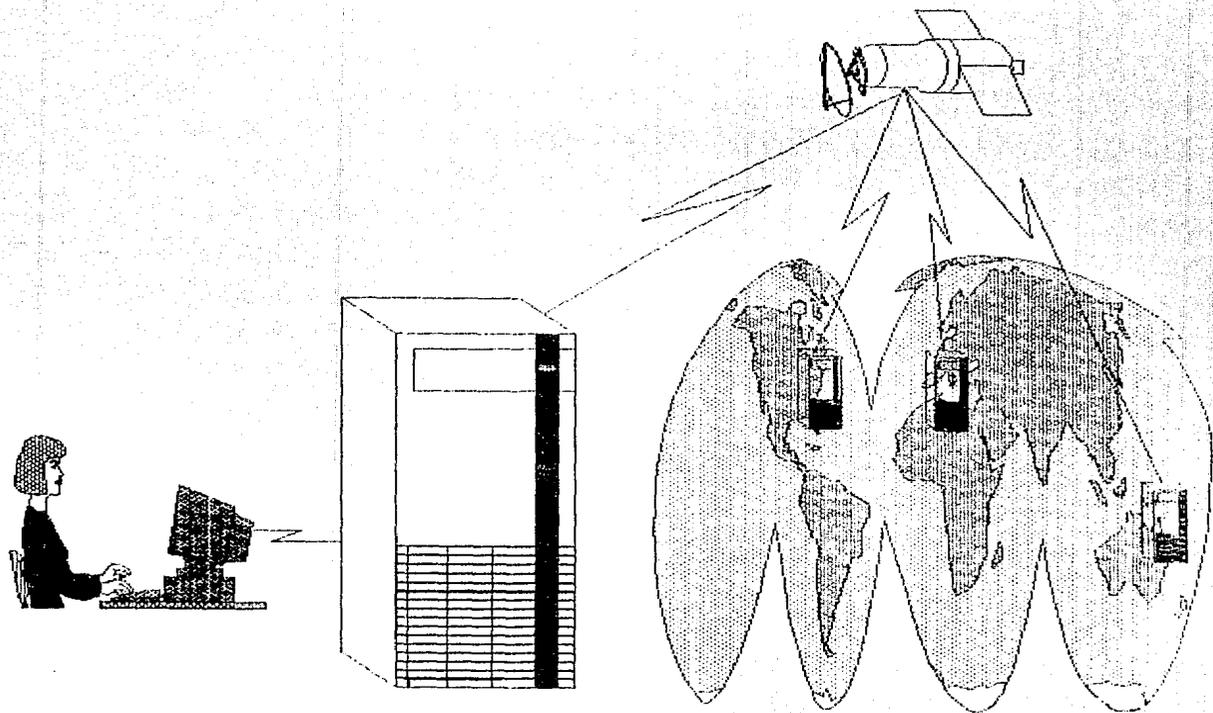


FIGURA 1.5

# DATOS DISTRIBUIDOS

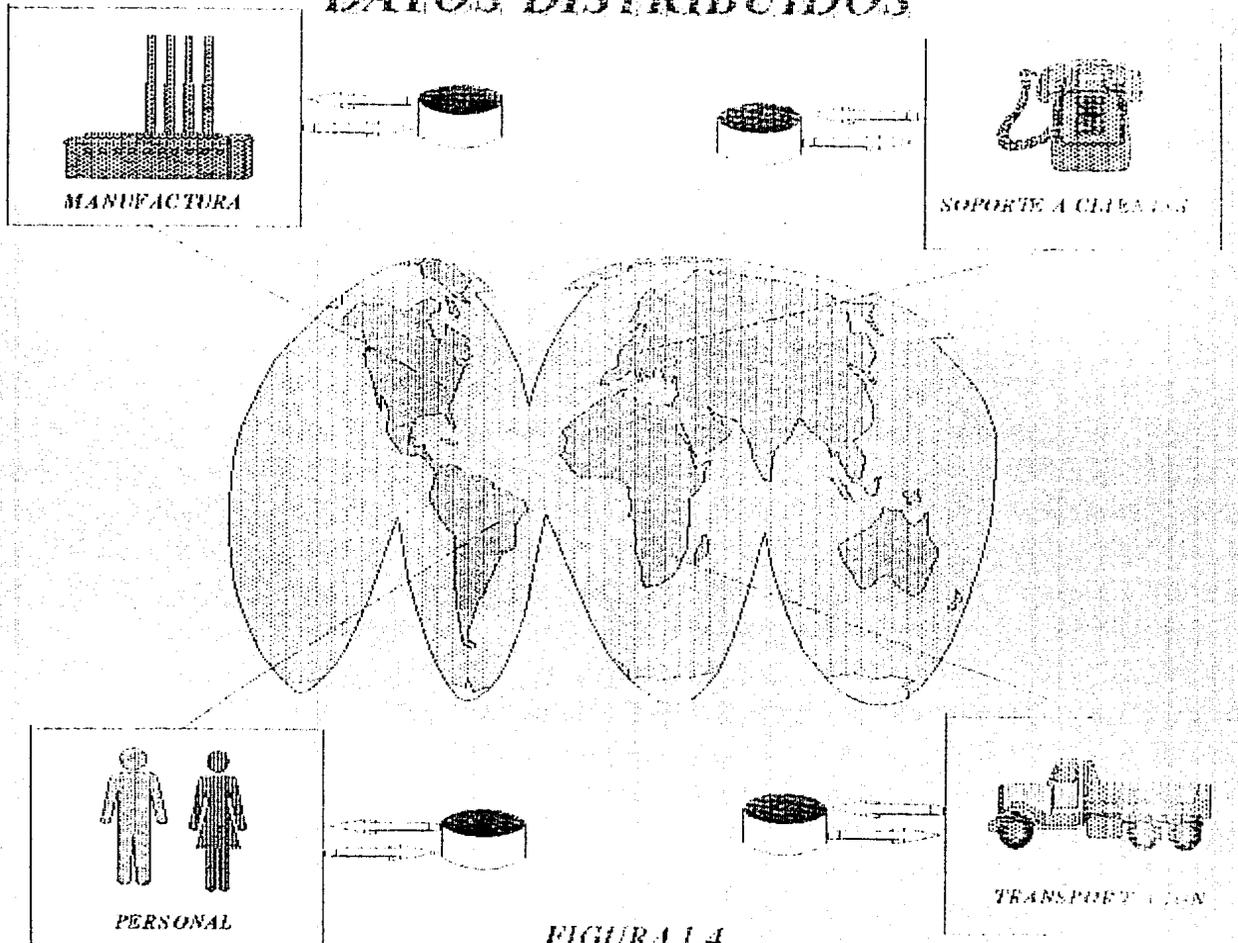


FIGURA 1.4

*Por otra parte, mirando hacia el mundo de los negocios, todos los consumidores demandan una mejor disponibilidad, tanto para servicios, como para productos. Así mismo para las empresas que requieren de un proceso continuo para su producción les es muy costoso que su sistema de cómputo se caiga:*

*"Los sistemas de reservación de líneas aéreas, en Estados Unidos, pierden \$60,000 dólares por cada 15 minutos que su sistema se cae" [STRA91].*

*Una reciente encuesta de "Gallup Organization" [RED 93] reveló que las caídas de un sistema en red pueden costarle a una empresa cerca de \$200,000 dólares al año, dentro de un cálculo conservador, si se considera que existe una caída en una hora cada semana. Otro ejemplo es el grupo PSA que manufactura automóviles en Francia- el cual produce más de dos millones de vehículos Peugeot y Citroen por año- calcula que podría costarle \$4,000 dólares cada minuto que la línea de producción se cayere [ITUG92]. Los Sistemas Tolerantes a Fallas son la mejor solución a esta problemática.*

## **1.4 CONTENIDO Y ALCANCE.**

*Los capítulos 3 y 4 muestran el caso de estudio: el paradigma de un Sistema Tolerante a Fallas, proponiendo tanto su lógica, como sus componentes; además de mostrarnos su interrelación con otros sistemas, como un todo. El caso práctico y aplicativo se sustenta en el capítulo 5.*

*El capítulo 2, plantea el alcance y justificación del tema que nos ocupa, proponiendo una secuencia lógica, en base a la hipótesis directriz.*

*En el capítulo 3 se describe el paso del modelo conceptual al operativo; tanto del "Hardware" como del "Software" para los Sistemas Tolerantes a Fallas.*

*Dentro del capítulo 4 se detalla el medio ambiente en el cual los Sistemas Tolerantes a Fallas operan; los puntos en común y las diferencias de este tipo de sistema con los sistemas ortodoxos.*

*La clasificación y el análisis cualitativo y de aplicación de la tecnología que nos ocupa en este tratado de tesis, se presentan en el capítulo 5.*

*Finalmente, el capítulo 6, resume los resultados de esta obra y propone las conclusiones pertinentes al respecto.*

## ***2 JUSTIFICACION Y ALCANCE***

## **2. JUSTIFICACION Y ALCANCE.**

*Dentro de éste capítulo el punto fundamental es el planteamiento de la hipótesis, que da lugar al presente trabajo; los límites de ésta, así como su justificación.*

*El tema de que se ocupa este trabajo es la descripción de un sistema que permita el proceso continuo de transacciones en línea cualquiera que sea su naturaleza. Un sistema, entendiéndose como tal al "Hardware" y "Software", que sea eficiente, confiable, íntegro y que asegure una disponibilidad de 24 horas al día, 7 días a la semana, los 365 días del año. Este sistema es conocido como "SISTEMA TOLERANTE A FALLAS".*

*La hipótesis de esta tesis es la de "DESCRIBIR EL MODELO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS". Este objetivo es la directriz en torno a la cual gravita este trabajo. Con esta proposición se pretende describir a los sistemas que pueden seguir prestando un servicio cualquiera, mientras que alguno de sus componentes falle, no importando que éste sea parte del "hardware" o del "software".*

*La importancia que revisten esta clase de sistemas es grande, dado que existen muchos nichos en la industria en los cuales se demanda que un sistema no sólo tenga la capacidad de procesar grandes cantidades de datos, sino que además preste un servicio ininterrumpido por un período*

*indefinido. Además, se reducen costos de tiempo y dinero en las áreas donde los procesos requieren ser continuos, y por lo tanto, se necesita de un Sistema Tolerante a Fallas. Los procesos críticos son la materia prima para los Sistemas Tolerantes a Fallas y estos sistemas, a su vez constituyen un sector de gran importancia dentro de las ciencias de la computación, tanto en el desarrollo como en la investigación.*

*Dada la hipótesis de este trabajo que es la motivación subjetiva y personal aunado a la importancia que revisten esta clase de sistemas como trascendencia objetiva, pienso que la elaboración de la tesis se justifica.*

*La secuencia que se propone, para un mejor entendimiento del tema en cuestión es entonces la de realizar, en primera instancia, la descripción del modelo de los Sistemas Tolerantes a Fallas en cuanto a "Hardware" y "Software" se refiere. Enseguida se hablará del modo de operación y su medio ambiente, de este conjunto peculiar de sistemas. Posteriormente se abarcarán los distintos segmentos de aplicación para los sistemas en cuestión.*

- 3     *HARDWARE Y SOFTWARE DE LOS  
SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS***
- 3.1   *HARDWARE TOLERANTE A FALLAS***
  - 3.1.1 *DUPLICACION DE COMPONENTES***
  - 3.1.2 *PROCESADORES***
  - 3.1.3 *MANTENIMIENTO Y REPARACION  
EN LINEA***
  - 3.1.4 *TENDENCIAS Y TECNOLOGIA ACTUAL***
- 3.2   *SOFTWARE TOLERANTE A FALLAS***
  - 3.2.1 *ESTRUCTURA DE UN PROCESO***
  - 3.2.2 *PROCESAMIENTO EN PARALELO***
  - 3.2.3 *PUNTO DE VERIFICACION DE  
PROCESOS DE ENTRADA/SALIDA***
  - 3.2.4 *MENSAJES DE ESTADO DEL  
PROCESADOR***

### **3. HARDWARE Y SOFTWARE DE LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS.**

*El propósito de este capítulo es resaltar la importancia de la duplicación de componentes de "hardware" y su contribución dentro de los Sistemas Tolerantes a Fallas. Se da también un panorama general de las tendencias actuales en la construcción de procesadores, así como las características y bondades que debe proveer el "software" Tolerante a Fallas.*

#### **3.1 HARDWARE TOLERANTE A FALLAS.**

*El "hardware" de los Sistemas Tolerantes a Fallas debe de satisfacer los requerimientos del proceso de transacciones en línea:*

- Disponibilidad continua del sistema y su información.*
- Alto rendimiento.*
- Crecimiento.*
- Integridad de datos.*
- Distribución de datos.*
- Conexión en red.*
- Seguridad.*

*Para satisfacer estos requerimientos, se definen los siguientes conceptos:*

*- Modularidad: El "hardware" debe ser compuesto por módulos, los cuales son unidades de servicio, diagnóstico, reparación y crecimiento.*

*-Diagnóstico Automático: Cada módulo debe poder verificarse así mismo, cuando un módulo detecta una falla, debe ser detenido.*

*-Componente Tolerante a Fallas: Cuando un módulo de "hardware" o "software" falle su función debe ser inmediatamente tomada por otro módulo.*

*-Mantenimiento en Línea: "Hardware" y "software" de aplicación deben ser diagnosticados y detenidos mientras el resto del sistema continúa prestando servicio. Cuando el "hardware", programas o datos son reparados, deben ser integrados sin interrumpir el servicio.*

### **3.1.1 DUPLICACION DE COMPONENTES:**

*Uno de los criterios más importantes de cualquier Sistema Tolerante a Fallas es la disponibilidad. En la mayoría de los sistemas, una falla en cualquiera de los principales componentes, puede detener a todas las funciones en línea.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben tener duplicados sus componentes. Cada componente duplicado realizará su trabajo en su componente de respaldo, sólo si éste falla. La duplicación de cualquier componente debe satisfacer dos objetivos importantes:*

*-Debe proporcionar un respaldo tolerante a fallas.*

*-Debe incrementar el desempeño existente.*

*Estos objetivos aseguran que el "hardware" sea tolerante a fallas y que un componente duplicado no sea esclavo de otro, sino que adicione poder en el desempeño de la computadora.*

### **3.1.2 PROCESADORES.**

*Cada procesador debe ser una unidad de procesamiento individual capaz de soportar todas las actividades de procesamiento de datos, y debe también soportar múltiples y variados dispositivos de periféricos, tales como manejadores de discos, terminales, impresoras, etc.*

*Cada módulo procesador puede ser un sistema de procesamiento "stand-alone" consistente en:*

- Dos interfaces para el bus interprocesador conectado a cada procesador (IPB - "Interprocessor Bus").*
- Una unidad de procesamiento de instrucciones (IPU - "Instruction Processing Unit").*
- Memoria principal.*
- Dos canales de interfaz de entrada/salida para permitir la comunicación con los distintos tipos de servicios periféricos.*
- Los procesadores deben soportar procesamiento en paralelo, además de proporcionar la tolerancia a fallas. Ver figura 3.1.*

# ARQUITECTURA DE LOS PROCESADORES

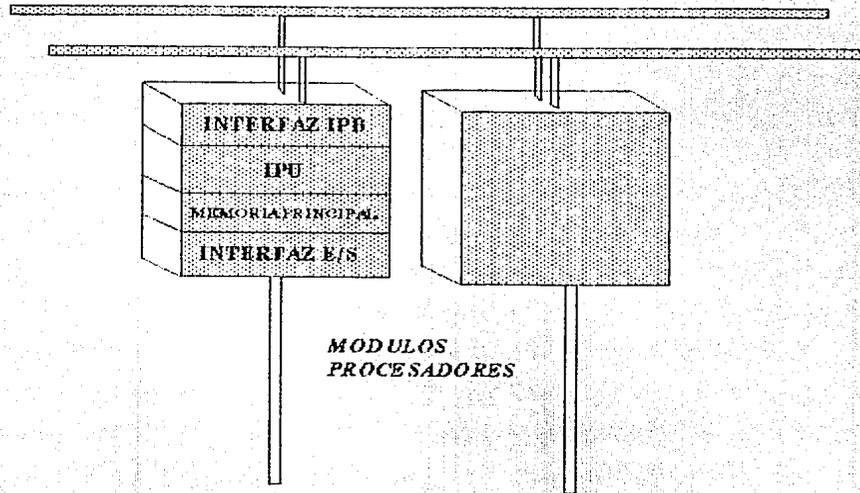


FIGURA 3.1

## **BUS INTERPROCESADOR.**

*Los procesadores se comunican mediante canales de datos de alta velocidad conocidos como Bus Interprocesador (IPB).*

*Cada bus interprocesador debe ser manejado por un controlador IPB separado. Ver figura 3.2.*

*Mediante caminos duales se debe proveer la comunicación entre los procesadores, tolerante a fallas a una alta velocidad. Cada camino de los IPB debe soportar la transferencia de datos a una alta velocidad (del orden de 20 MB por segundo). Estos caminos deben ser bidireccionales y se deben utilizar simultáneamente.*

## **CONTROLADORES DE ENTRADA/SALIDA.**

*Los controladores de Entrada/Salida proporcionan la interfaz física/electrónica entre un dispositivo de periférico específico y dos procesadores.*

*Cada controlador debe soportar un dispositivo de periférico en específico. Deben existir controladores duales para todos los dispositivos.*

*Debe haber caminos de datos alternos, de tal forma que si una falla ocurre en cualquiera de los componentes, existe otro camino para acceder a cualquier dispositivo en específico.*

# ARQUITECTURA DEL BUS INTERPROCESADOR

CONTROLADORES IPB

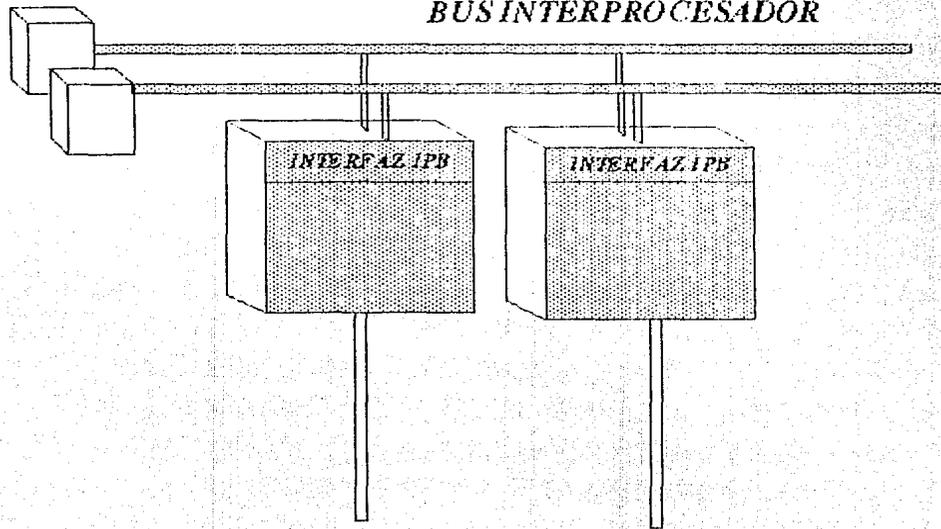


FIGURA 3.2

*Además, los controladores de disco deben trabajar en pares para proveer un alto nivel de seguridad en cuanto a tolerancia a fallas se refiere. Ver figura 3.3.*

### **MANEJADORES DE DISCO.**

*Los manejadores de discos son los dispositivos de Entrada/Salida más crítico en un Sistema Tolerante a Fallas, porque los datos son constantemente accedidos para lectura y/o escritura. Cada manejador de discos debe ser un puerto con dos conexiones hacia los dos diferentes procesadores.*

### **MANEJADORES DE DISCO EN ESPEJO.**

*Los discos en espejo son dos discos físicos que deben compartir el mismo nombre lógico y contener datos idénticos. Los discos en espejo proporcionan el nivel más alto posible para la integridad de los datos.*

*Para incrementar el desempeño en la lectura de los datos, estos deben ser leídos del disco en donde se encuentre la cabeza de lectura/escritura más cerca de los mismos. Si ocurre una falla o contaminación en un disco el sistema utilizará el disco remanente. Ver figura 3.4.*

### **FUENTES DE PODER.**

*Cada procesador debe tomar la energía eléctrica de fuentes de poder separadas, lo mismo que cada controlador de Entrada/Salida.*

# ARQUITECTURA DE LOS CONTROLADORES DE E/S

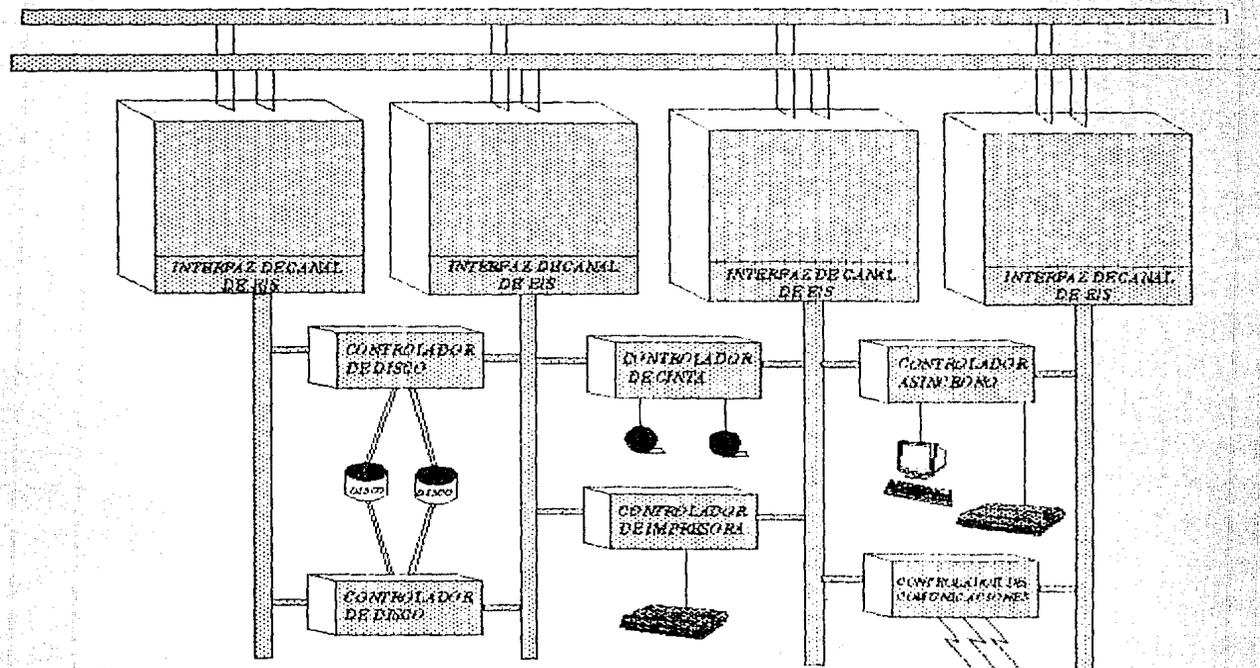


FIGURA 3.3

# MANEJADORES DE DISCOS

## EN ESPEJO

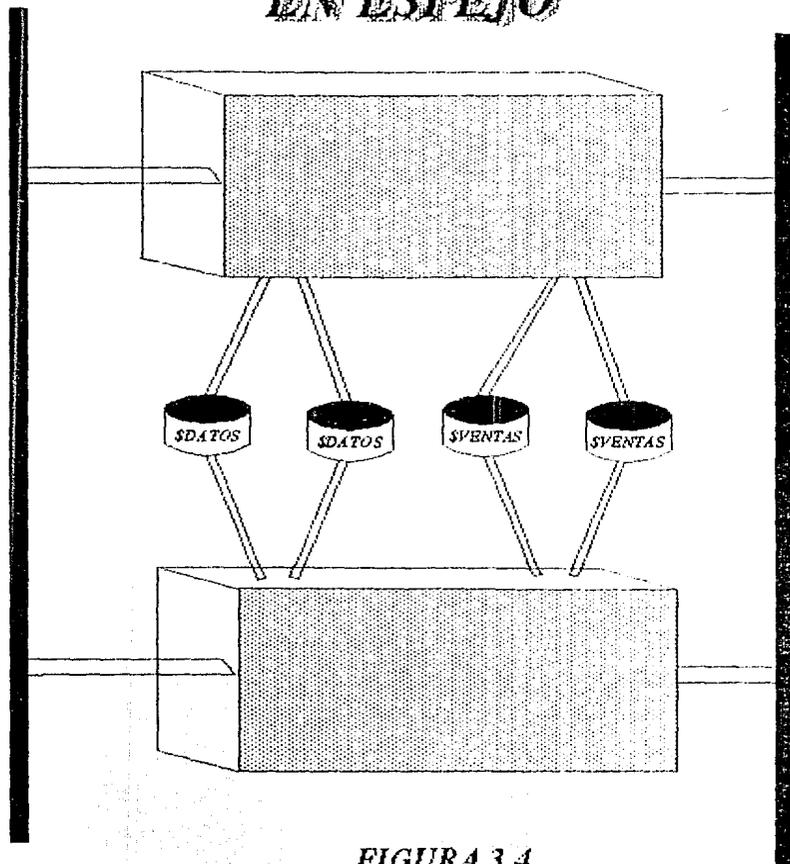


FIGURA 3.4

*Si la fuente de poder fallara, la otra fuente de poder es capaz de proveer servicio total para ambos controladores de E/S. Ver figura 3.5.*

### **SISTEMA DE RESPALDO DE BATERIAS.**

*La fuente de poder para cada procesador debe incluir un sistema de respaldo de baterias para proteger el contenido de la memoria en caso de una total ausencia de energía eléctrica.*

*El sistema de respaldo de baterias no intentará continuar con las actividades del procesamiento de datos, pero guardará los datos activos en la memoria del procesador. Ver figura 3.6.*

### **3.1.3 MANTENIMIENTO Y REPARACION EN LINEA.**

*El "hardware" de los Sistemas Tolerantes a Fallas debe ser modular, de tal forma que se puedan reemplazar de manera independiente, los procesadores, los controladores de Entrada/Salida, los manejadores de disco, los ventiladores, las fuentes de poder, etc.; mientras el sistema esta en linea. Este reemplazamiento de componentes de un Sistema Tolerante a Fallas para su mantenimiento y/o reparación debe ser fácil de realizar, sin remover cables, sin herramientas y que personas sin conocimientos técnicos pueda llevarlo a cabo.*

### **3.1.4 TENDENCIAS Y TECNOLOGIA ACTUAL.**

*Hoy en día los procesadores que dominan el mercado de la mayoría de los sistemas de computación son fabricados bajo la tecnología CISC*

# DISTRIBUCION DE LAS FUENTES DE PODER

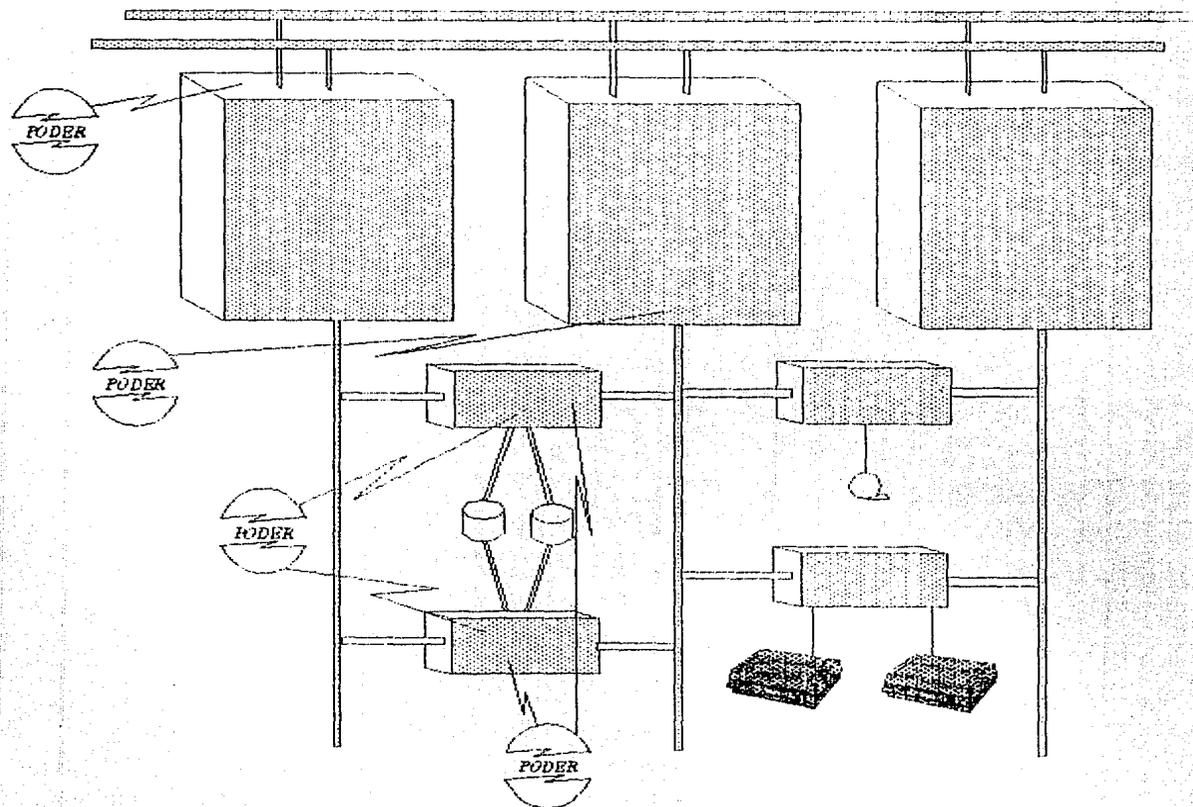


FIGURA 3.5

# FUENTE DE PODER DE RESPALDO

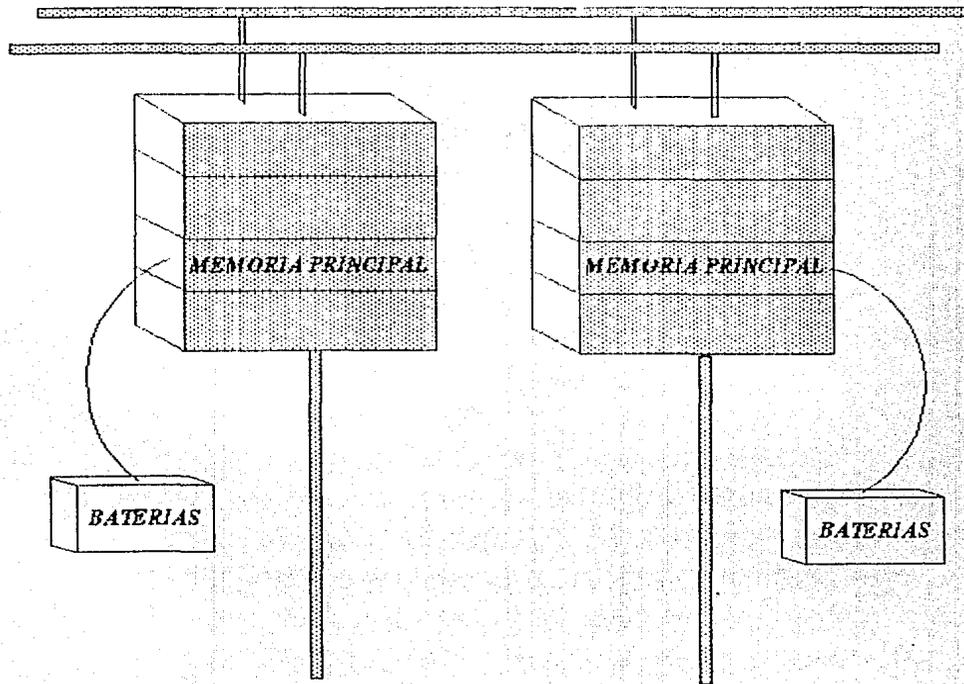


FIGURA 3.6

*("Complex Instruction Set Computer" - Computadoras con un Conjunto Complejo de Instrucciones); los procesadores fabricados bajo esta tecnología utilizan la microprogramación para interpretar cada instrucción de máquina, por tanto los circuitos construidos con esta tecnología son de mayor tamaño que los fabricados con tecnología RISC ("Reduced Instruction Set Computer"-Computadoras con un Conjunto Reducido de Instrucciones), que es la tendencia tecnológica para la construcción de procesadores; esta tecnología propone tener el conjunto de instrucciones fijamente cableadas dentro del procesador, obteniendo con esto un grupo reducido de instrucciones de máquina optimizando las instrucciones que son usadas con mayor frecuencia y optimizando también el uso del compilador ; (esta tecnología ha sido lograda gracias a los avances en la tecnología de los semiconductores).*

*La tecnología RISC presenta algunas ventajas respecto a la tecnología CISC: representa un menor costo, e incrementa el desempeño ofrecido por los procesadores CISC, utilizando menos ciclos de reloj por instrucción y ciclos de reloj más rápidos.*

## **DISCOS OPTICOS.**

*La capacidad de almacenamiento que ofrece esta tecnología es enorme. Es lo suficientemente grande para contener los nombres de todas las personas en el planeta Tierra (cerca de 84 Gigabytes de texto o datos de imágenes en un espacio de sólo 59 pies cúbicos).*

*La tecnología usada en estos discos es WORM ("Write-Once, Read Multiple Times" -Escritura una vez, leída muchas veces-). Este método es*

*especialmente apropiado para ciertos tipos de registros (ej. médicos, financieros, gubernamentales, ingenieriles), los cuales nunca deben ser alterados y deben ser siempre de acceso seguro.*

*La figura 3.7 muestra varios tipos de memoria y medios de almacenamiento, desde las de muy alto desempeño RAM cache, hasta los métodos de archivo más lentos fuera de línea. Puesto que los discos ópticos proporcionan un archivo compacto de datos en línea, es conveniente que un Sistema Tolerante a Fallas lo tenga, para adicionar y recuperar registros más rápidamente que cualquier otro medio de archivo.*

### **SISTEMAS ABIERTOS.**

*El término de Sistemas Abiertos va más allá de un tipo de Sistema Operativo en específico. Para los usuarios finales significa una disponibilidad de aplicaciones y una independencia con respecto a los vendedores, un bajo costo en el desarrollo de aplicaciones y soluciones con valor agregado. Conceptos como la "Interoperabilidad" de un sistema de cómputo, es decir la conexión en red, el tipo de Base de Datos, el tipo de aplicación; la "Portabilidad" de un producto de "software"; y la "Facilidad de Manejo" con respecto al sistema, la interconexión con otros sistemas, y la Base de Datos; son parte de la estrategia que define a un Sistema Abierto. Ver figura 3.8.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben ser sistemas Abiertos/Propietarios para que puedan ofrecer flexibilidad y valor agregado. Deben de poder pertenecer a un mercado horizontal, es decir cuando una plataforma de cómputo es aceptada por varios mercados; en*

# TIPOS DE MEMORIA Y MEDIOS DE ALMACENAMIENTO

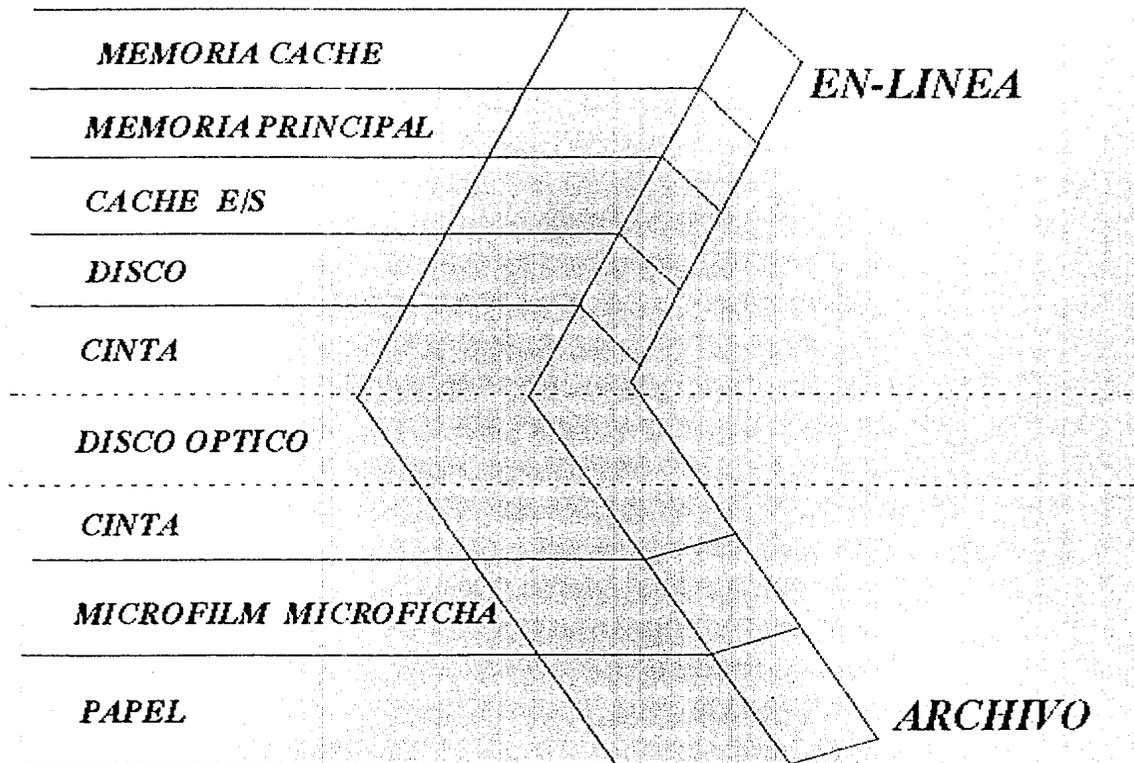


FIGURA 3.7

# **SISTEMAS ABIERTOS**

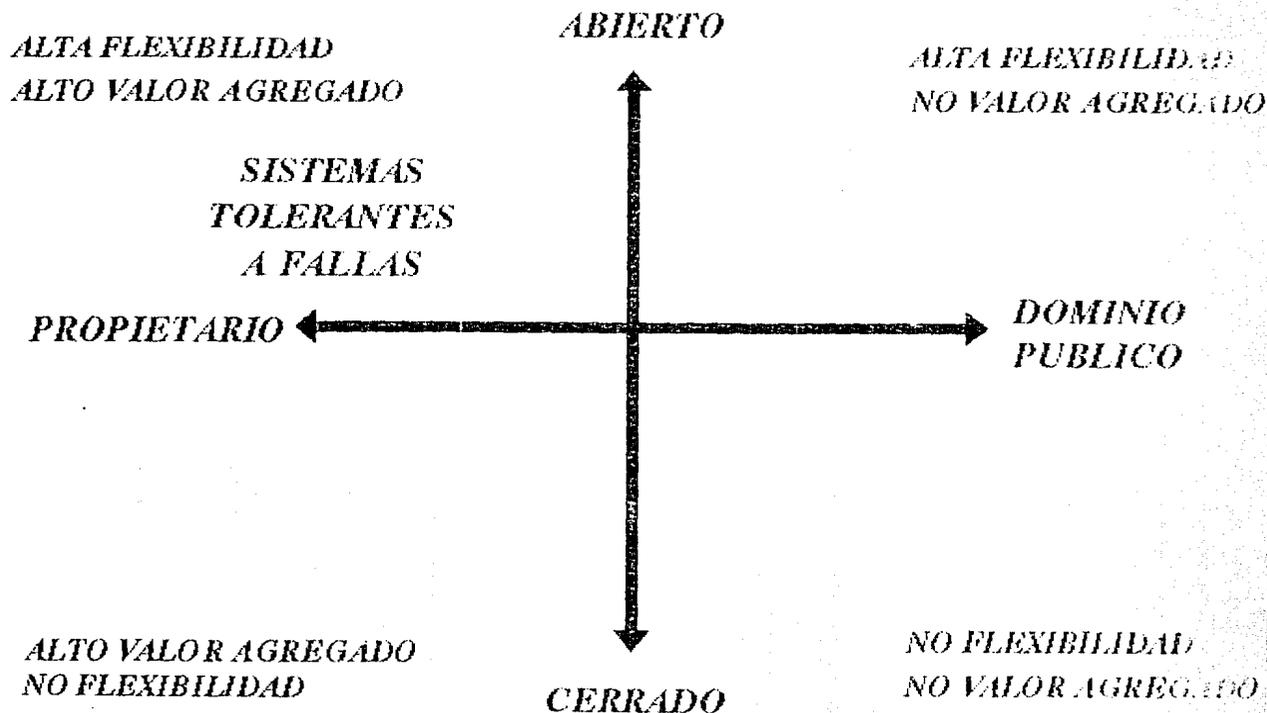


FIGURA 3.8

*lugar de pertenecer solamente a un mercado vertical, es decir cuando una plataforma de cómputo es aceptada por un segmento del mercado y éste produce una filtración hacia el resto del mercado.*

### **3.2 SOFTWARE TOLERANTE A FALLAS.**

*El software tolerante a fallas trabaja junto con el hardware tolerante a fallas para definir la Tolerancia a Fallas, la modularidad, la eficiente interconexión y el procesamiento de transacciones en línea; en un Sistema de Computación:*

*El Software Tolerante a Fallas o sistema operativo de un sistema tolerante a fallas debe residir independientemente en cada procesador, y debe proveer las siguientes funciones:*

- Manejo de Memoria: debe proveer soporte de memoria física y virtual para controlar la distribución y utilización de la memoria.*
- Manejo de Procesos: Inicio, ejecución y detención de procesos.*
- Comunicación entre Procesos: Ruteo de mensajes entre procesos independientes.*
- Servicios de Usuario:*

*\* De propósito general: muchas rutinas estándar son necesitadas frecuentemente por un proceso, como el convertir datos binarios al formato ASCII.*

*\* Control de Procesos: La habilidad para un proceso de solicitar el inicio y detención de otros procesos.*

# SISTEMA OPERATIVO

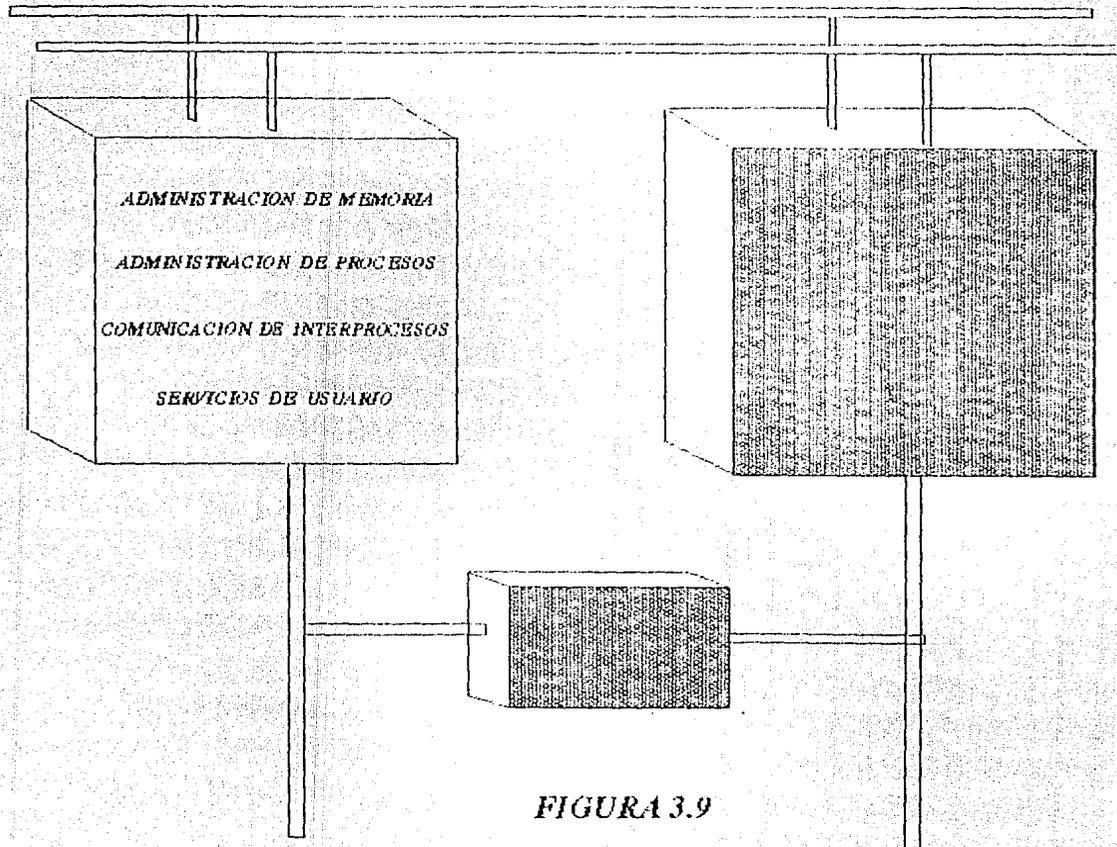


FIGURA 3.9

*\* Soporte de Entrada/Salida (Sistema de Archivos): La interfaz para el Sistema de Archivos permite a un proceso abrir, leer, escribir y cerrar archivos lógicos.*

*\* Operaciones "NonStop" (No Detenerse): Un proceso tolerante a fallas puede ser necesitado para proporcionar una protección total. Ver figura 3.9.*

### **3.2.1 ESTRUCTURA DE UN PROCESO.**

*Un programa es el código fuente u objeto guardado en disco. Un proceso es la versión que está corriendo de un programa. Algunas de las características de los procesos son:*

- Nombre: Un identificador único para un proceso en particular.*
- Identificador: Una combinación del número de CPU y el número de proceso en el CPU.*
- Prioridad: Un valor numérico designado por el usuario indicando la importancia relativa del proceso a correr.*
- Estado:*

  - Activo: Proceso en ejecución, uno por procesador.*
  - Listo: En un estado de no-ejecución, detenido por un cambio para ser ejecutado.*
  - En espera: Un proceso que no puede continuar su ejecución hasta que algún evento externo (ej. una operación de Entrada/Salida) se halla completado. Cuando el evento es completado, el proceso*

*regresa al estado de listo. Ver figura 3.10.*

### **3.2.2 PROCESAMIENTO EN PARALELO.**

*El "software" de los Sistemas Tolerantes a Fallas debe soportar procesamiento en paralelo para permitir que mensajes sean enviados entre procesos.*

*En la figura 3.11 se muestra a una tarea requiriendo: entrada de datos, operaciones de Entrada/Salida en un dispositivo y salida de datos. Esta tarea puede ser dividida en procesos separados. Cada proceso independiente es codificado con una lógica simple en secuencia, pero la adición de varios procesadores diseminan la carga de trabajo, haciendo que se incremente enormemente el desempeño de la tarea.*

*Más de un proceso debe ser activado simultáneamente, proporcionando un procesamiento en paralelo. Adicionalmente los procesadores y demás recursos pueden incrementar también su desempeño.*

*Puesto que el trabajar con varios procesos, en diferentes procesadores, implica que estos procesos deben comunicarse entre sí: el "software" de los Sistemas Tolerantes a Fallas debe soportar la comunicación entre procesos con completa independencia de la localización del proceso.*

*Para realizar esto, se debe permitir a los procesos comunicarse uno con otro, mediante el envío de mensajes y la recepción de respuestas. El IPB (Bus Interprocesadores) extiende esta capacidad a través de diferentes procesadores. Ver figura 3.12.*

# ESTADOS DE UN PROCESO

MEDIO AMBIENTE DE  
PROCESOS EN EJECUCION



PROCESO  
SUSPENDIDO

PROCESO  
EN ESPERA

MEDIO AMBIENTE  
DE  
PROCESOS  
SIN EJECUTARSE

PROCESO  
LISTO

FIGURA 3.10

# PROCESADORES MULTIPLES PROCESAMIENTO EN PARALELO

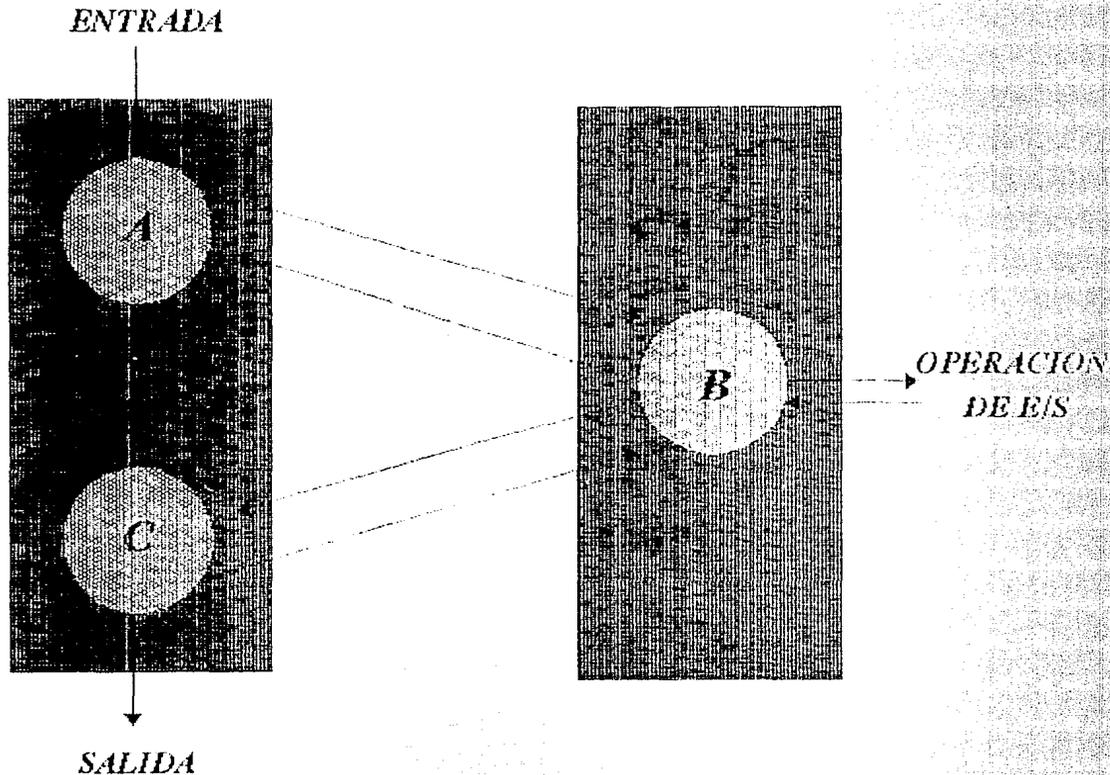


FIGURA 3.11

# COMUNICACION ENTRE PROCESOS

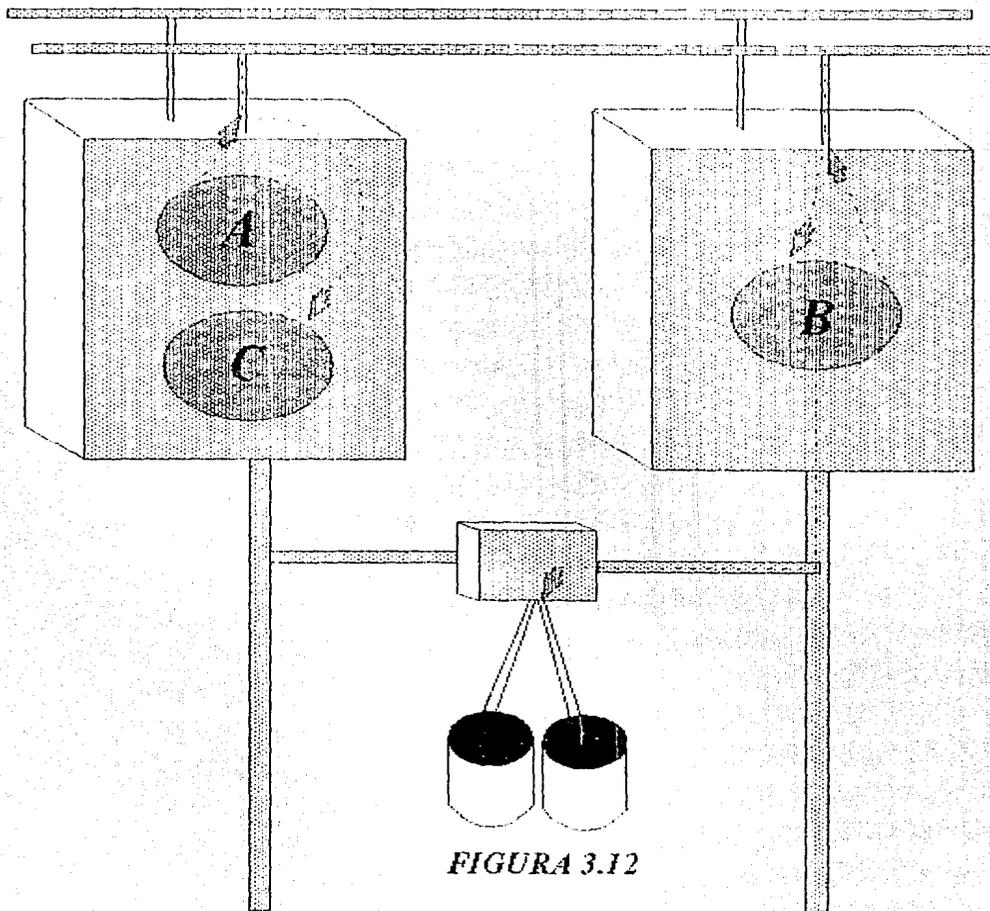


FIGURA 3.12

### **3.2.3 PUNTO DE VERIFICACION DE PROCESOS DE ENTRADA/SALIDA.**

*Si los procesos de Entrada/Salida para un dispositivo residen en procesadores separados, se deben establecer algunos procedimientos de notificación para guardar la información del proceso de respaldo de las actividades del procesador primario.*

*La tarea de un proceso de respaldo es tomar el evento de un proceso primario que falla y permanecer sincronizado a sus actividades.*

*El mensaje de punto de verificación, el cual siempre debe ser enviado a través del Bus Interprocesador IPB del proceso primario al proceso de respaldo contiene:*

- Localización del código: la dirección de la instrucción que el proceso primario esta ejecutando.*
- Valores de los datos: El contenido de la pila de datos del proceso primario.*

*Con esta información, el proceso principal informa al proceso de respaldo el cambio de estado de sus actividades de Entrada/Salida. La frecuencia y contenido del mensaje de punto de verificación para los procesos, deben ser determinados en los mismos procesos. Ver figura 3.13.*

### **3.2.4 MENSAJES DE ESTADO DEL PROCESADOR.**

*Los procesos de E/S sólo fallan cuando un procesador falla, por lo tanto debe haber un método para identificar cuando un procesador ha fallado.*

# PUNTO DE VERIFICACION DE PROCESOS E/S

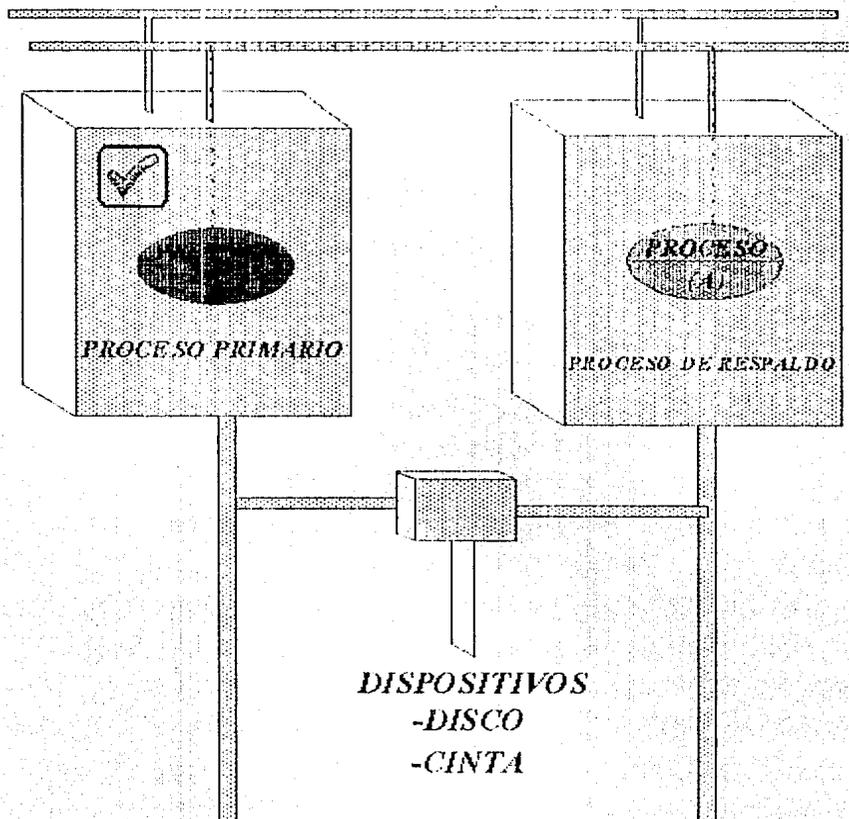


FIGURA 3.13

*Si un procesador reconoce que otro procesador ha fallado, verificará sus procesos para determinar si algunos de ellos son procesos de respaldo de aquellos que estén como procesos primarios en el procesador que ha fallado. Los procesos de respaldo pasarán entonces a ser procesos primarios.*

*Esto debe ser hecho teniendo una verificación independiente en cada procesador para ver si otros procesadores no han sufrido alguna falla. En cada segundo los procesadores se transmiten mensajes de "Estoy Vivo" entre sí.*

*- Si un procesador falla al escribir una respuesta al mensaje de "Estoy Vivo"; el otro procesador puede haber fallado. Sin embargo algo pudo estar mal con el procesador que envía el mensaje. Puede ser que no estaba disponible para la respuesta del otro procesador.*

*- Para determinar si el problema es un procesador que ha fallado o no ha recibido la respuesta esperada; el procesador puede mandar un mensaje a sí mismo y a otros procesadores.*

*Si el procesador falla al recibir la respuesta de dos mensajes consecutivos "Estoy Vivo", verificará si ha recibido su propio mensaje. Si es así, se dará cuenta que el otro procesador ha fallado y habilitará los procesos de respaldo como procesos primarios. Si el procesador nunca recibe su propio mensaje, se parará a sí mismo. Una vez que el procesador que había fallado se reestablece, los procesos que habían estado como primarios, pasan a ser procesos de respaldo. Ver figura 3.14.*

# MENSAJES DE ESTADO DEL PROCESADOR

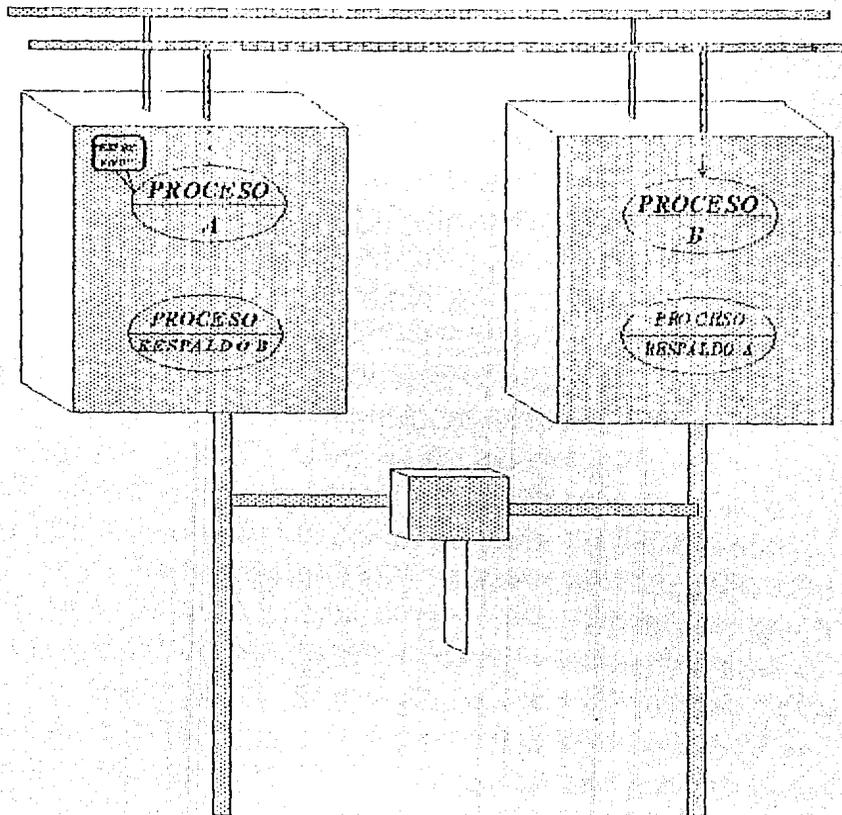


FIGURA 3.14

**4 MEDIO AMBIENTE DE LOS SISTEMAS  
TOLERANTES A FALLAS**

**4.1 MEDIO AMBIENTE DE DESARROLLO  
DE APLICACIONES**

**4.2 SISTEMAS DISTRIBUIDOS**

**4.3 PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES  
EN LINEA**

**4.4 LA SOLUCION CLIENTE/SERVIDOR**

**4.5 CONECTIVIDAD**

**4.6 OPCIONES DE CONFIGURACION**

**4.7 SEGURIDAD**

## **4. MEDIO AMBIENTE DE LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS.**

*Al inicio de este capítulo se tratan los temas de Sistemas Distribuidos y Procesamiento de Transacción en Línea y la importancia que implica para éstos, los Sistemas Tolerantes a Fallas. Se presenta también un modelo de solución para el Procesamiento de Transacción línea, además de tres diferentes opciones de configuración para Sistemas Tolerantes a Fallas. Por último se toca el tema de seguridad para Sistemas Tolerantes a Fallas.*

*Las empresas necesitan aprovechar las ventajas del poder distribuido de las Computadoras Personales de escritorio y las Estaciones de Trabajo conectadas al área local de las redes de las propias empresas. El modelo de cómputo Cliente/Servidor -en donde las aplicaciones son divididas en porciones para un procesamiento más eficiente- es el apropiado al modelo de arquitectura para aplicaciones en red. El reto para los usuarios es cómo obtener disponibilidad continua a través de todas las aplicaciones: cliente, red y servidor. Los Sistemas Tolerantes a Fallas cumplen con este requisito.*

### **4.1 MEDIO AMBIENTE DE DESARROLLO DE APLICACIONES.**

*El Medio ambiente para Desarrollo de Aplicaciones en los Sistemas Tolerantes a Fallas debe responder a las presiones competitivas de hoy en día, como liberar nuevas aplicaciones en tiempo, manejo de limitantes con*

*un presupuesto finito, incrementar la productividad del grupo de analistas y programadores, etc. Los cambios tecnológicos impactan de igual manera con la influencia de un medio ambiente heterogéneo, nuevas tecnologías, el manejo y mantenimiento de aplicaciones y la toma de ventajas que ofrecen las estaciones de trabajo y los estándares abiertos.*

*El medio ambiente de desarrollo que se debe de tener para crear aplicaciones que corran en un Sistema Tolerante a Fallas, debe considerar el diseño del procesamiento de transacciones en línea, el manejo y control de las transacciones, el procesamiento en paralelo, el procesamiento distribuido, el crecimiento modular, la continua disponibilidad, el alto rendimiento del acceso y manejo de Bases de Datos, la integridad de los datos, y el desarrollo de "software" en la arquitectura Cliente-Servidor, soportando terminales, dispositivos inteligentes, programas para servidores, etc. Para este último caso, se debe diferenciar entre el medio ambiente de desarrollo y el medio ambiente de tiempo de ejecución "RUNTIME". El desarrollo se puede realizar en una estación de trabajo y el tiempo de ejecución se debe considerar propiamente para el Sistema Tolerante a Fallas.*

*La portabilidad de los programas se debe adherir a los lenguajes estándares que marca la industria como lo son el Cobol, el "C", el "C++", el SQL, en particular; y las herramientas de desarrollo aceptadas por el mercado como los lenguajes de Tercera Generación, en general, los productos CASE "Computer Assisting System Engineering"-Ingeniería de Sistemas Asistido por Computadora, y los lenguajes de cuarta generación.*

*Los Sistemas Abiertos son interfaces que son publicadas y están disponibles para cualquiera que las quiera. Los Sistemas Cerrados son interfaces que no son publicadas y no están disponibles. Los Sistemas*

*Propietarios son hechos y comercializados por una organización que tiene los derechos exclusivos para fabricarlos y venderlos. Los Sistemas de Dominio Público no tienen protección de derechos de autor o patente, y están sujetos a la apropiación de cualquier persona. Ver figura 4.1.*

## **4.2 SISTEMAS DISTRIBUIDOS.**

*Cliente/Servidor es una arquitectura de aplicación. Es una forma de procesamiento cooperativo, el cual significa que la carga de trabajo es dividida a través de sistemas múltiples: e incluso en distintas plataformas. Cliente/Servidor es una forma de integrar una amplia variedad de estaciones de trabajo, LAN's ("Local Area Network" -o Redes de Area Local-) y sistemas "Host" (Anfitriones) en un todo, en una solución de negocios centralizada. Cliente/Servidor permite que cada sistema, en un medio ambiente heterogéneo, haga lo mejor que sabe hacer, mientras proporciona vitalidad y flexibilidad en las aplicaciones implementadas.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas son la solución apropiada en el contexto de la interconectividad de distintos sistemas; extendiendo la funcionalidad del procesamiento de transacciones en línea y el servicio hacia Bases de Datos, con equipos que no se detienen. Ver figura 4.2*

# DESARROLLO DE APLICACIONES

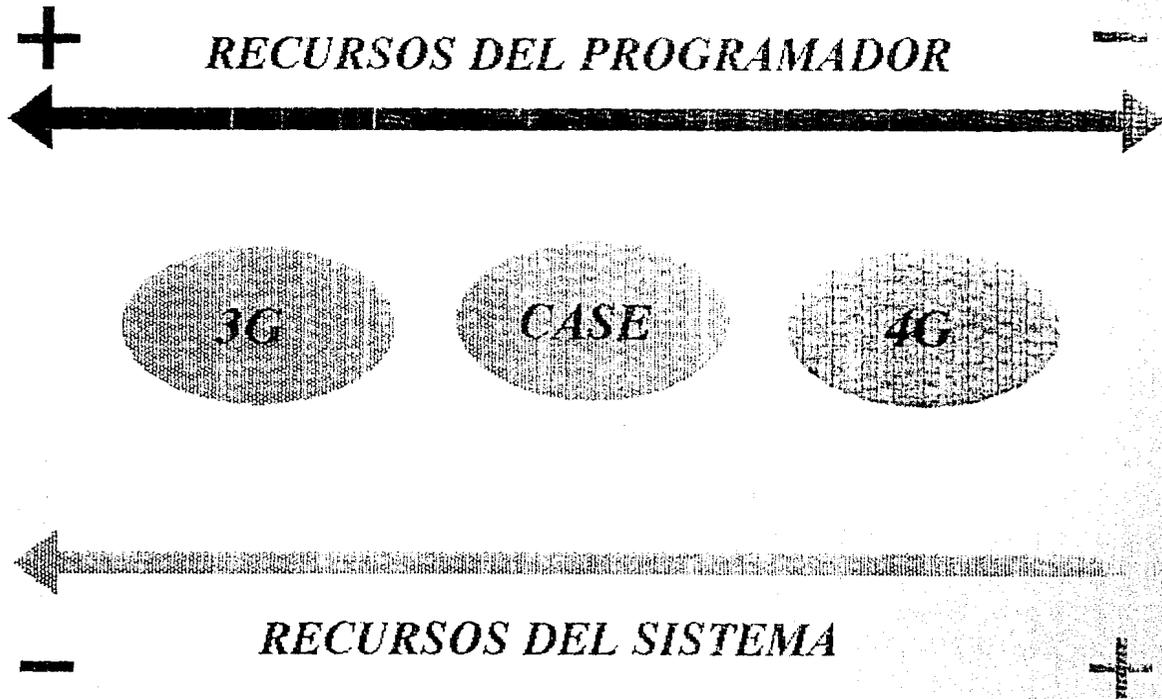


FIGURA 4.1

# SISTEMAS DISTRIBUIDOS

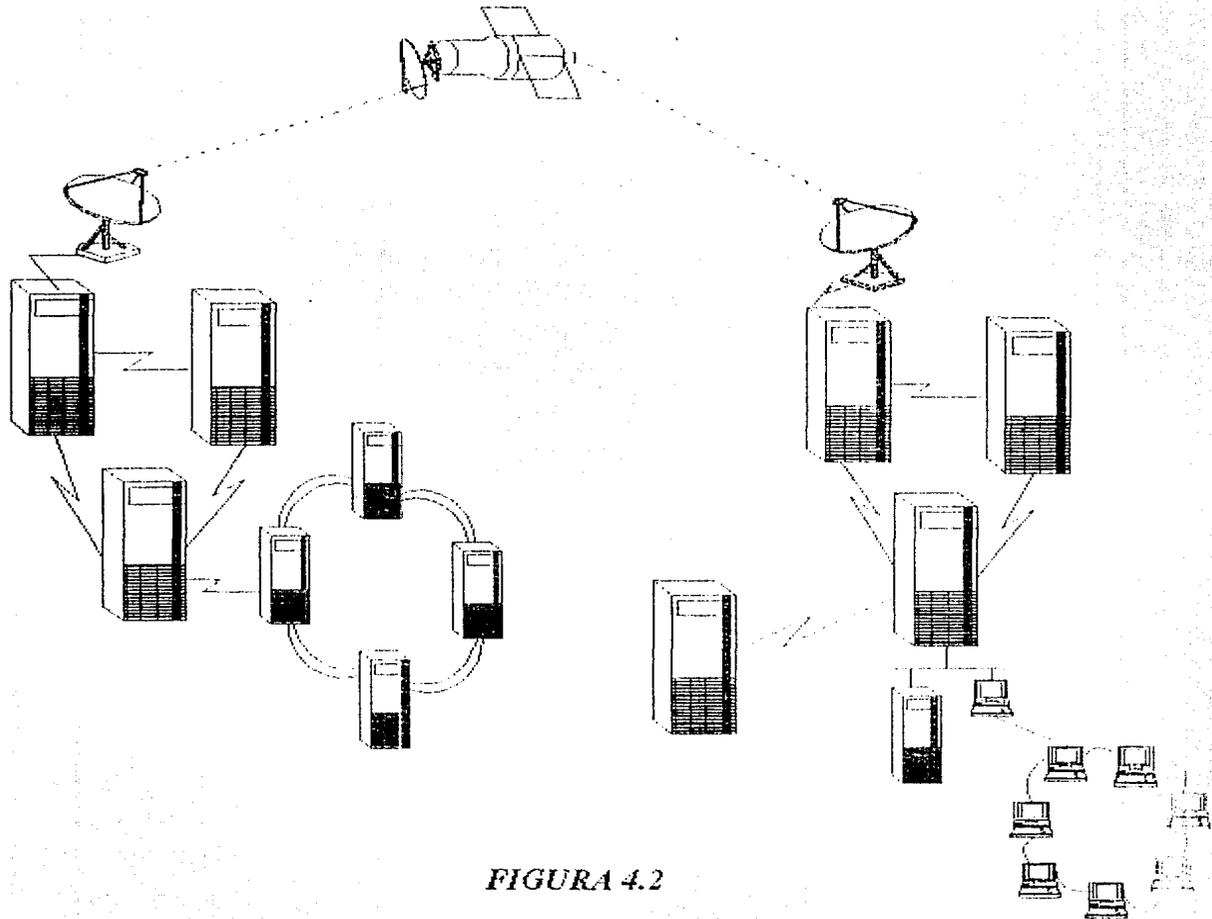


FIGURA 4.2

### 4.3 PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES EN LINEA.

*El software para el procesamiento de transacciones en línea es una parte medular en los Sistemas Tolerantes a Fallas; y debe ser muy flexible. Debe soportar la entrada de datos, las validaciones, actualizaciones, transferencias y actividades de los usuarios.*

*Este software debe aceptar entrada de muchos tipos diferentes de servicios, como terminales, verificadores de tiempo ("checadores"), terminales punto de venta, lectores ópticos, facsimiles, etc. y transmitir datos a una amplia variedad de dispositivos de salida, como bases de datos, equipo de producción de fábrica, y otros sistemas de cómputo.*

*Para proporcionar estos servicios, el software debe ser:*

- Disponible en todo momento.*
- Fácil de usar.*
- Con alto desempeño.*
- Seguro.*
- Que pueda crecer.*

*Ver figura 4.3.*

### **LA BASE DE DATOS.**

*La información es parte esencial en todo sistema de cómputo; y ésta generalmente reside en la Base de Datos. Como producto de "software" y*

# SOFTWARE DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCION EN LINEA

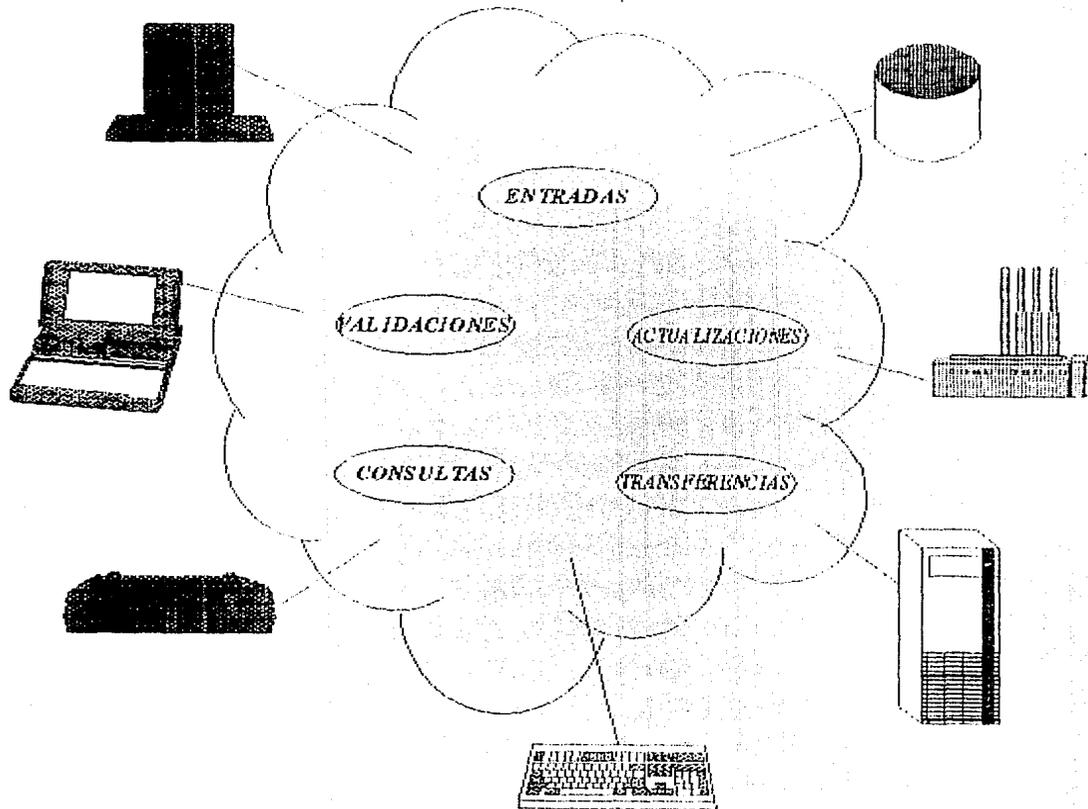


FIGURA 4.3

manejo de archivos dentro del esquema del procesamiento de transacciones en línea; la Base de Datos es de gran importancia para los Sistemas Tolerantes a Fallas.

En las décadas de los 70 y 80's las Bases de Datos fueron Jerárquicas, es decir con una estructura fija. En los 90's, las Bases de Datos Cambiaron al modelo relacional para poder ofrecer un acceso flexible, facilidad de uso e independencia de las aplicaciones en relación con los datos. En una Base de Datos Relacional, los datos son almacenados como atributos de la estructura del archivo de datos. Los datos en una estructura son relacionados con los datos de otras estructuras mediante un apareo de datos correspondientes. La organización relacional proporciona los siguientes beneficios:

-Las estructuras de datos pueden ser movidas hacia otros dispositivos sin tener que realizar procedimientos largos de reorganización; como lo requieren otras estructuras de Base de Datos.

-El potencial de preguntas ("Query") es limitado sólo por la imaginación del usuario, para realizar combinaciones flexibles de datos, utilizando múltiples estructuras para una respuesta deseada.

## ***BASES DE DATOS PARA LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS.***

Un Sistema Tolerante a Fallas debe contar con una Base de Datos relacional que trabaje en línea, y que cuente con SQL ("Structured Query Language" -Lenguaje de Preguntas Estructurado). El lenguaje SQL proporciona un acceso a las tablas de la Base de Datos mediante renglones

y columnas, su estructura es relacional, ofrece independencia entre los datos y portabilidad, catálogos que pueden crecer dinámicamente, seguridad a nivel de campo, distribución de datos, lenguaje a nivel conversacional o incrustado en programas de aplicación; y constituye además un estándar en la industria.

El lenguaje SQL para los Sistemas Tolerantes a Fallas proporciona un conjunto de comandos para manipular las tablas de la Base de Datos, y sus contenidos. Esta colección de comandos constituyen dos grupos:

-Comandos del Lenguaje para la Definición de Datos (DDL,  
"Data Definition Language"):

- CREATE
- ALTER
- DROP

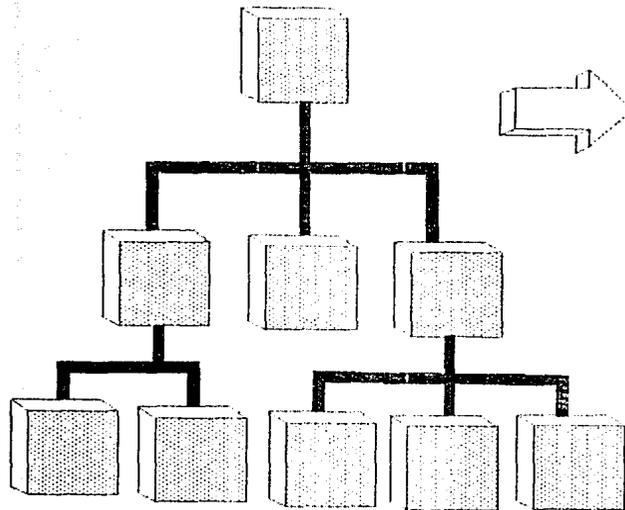
-Comandos del Lenguaje para la Manipulación de Datos (DML,  
"Data Manipulation Language"):

- SELECT
- INSERT
- UPDATE
- DELETE.

Ver figura 4.4.

# BASE DE DATOS: JERARQUICA O RELACIONAL.

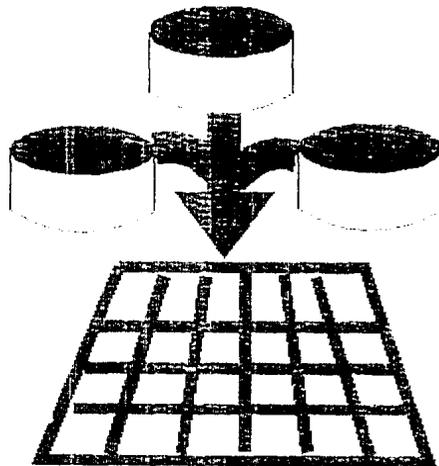
*JERARQUICA  
1970'S Y 80'S*



*-ESTRUCTURA FIJA*



*RELACIONAL  
1990'S*



*-ACCESO FLEXIBLE  
-FACIL DE USAR  
-INDEPENDENCIA DE  
APLICACION /DATOS*

FIGURA 4.4

## 4.4 LA SOLUCION CLIENTE/SERVIDOR.

*El modelo Cliente/Servidor toma los eventos básicos del procesamiento de transacciones en línea, que son la entrada de datos, su manipulación y su salida: y los divide en dos procesos:*

*- El proceso Cliente:*

*\* La actividad al frente, que acepta la entrada de los datos de un usuario final.*

*\* Este proceso generalmente opera de la siguiente manera:*

*- Despliega una pantalla.*

*- Acepta la entrada de datos por el usuario.*

*- Realiza una edición preliminar en los datos.*

*- Envía estos datos, en un formato de mensaje, a un proceso servidor, el cual produce una respuesta para comunicarse de regreso con los usuarios.*

*- Procesa la respuesta del servidor.*

*\*Este proceso es llamado "Cliente" porque su función básica es solicitar datos desde el usuario final.*

*-El proceso Servidor:*

*\*La actividad secundaria, realiza las actividades de manipulación y salida de datos.*

*\*El proceso generalmente opera de la siguiente manera:*

*-Recibe un mensaje del proceso del cliente.*

*- Realiza los "servicios" deseados, tales como la manipulación de datos (búsqueda, validación, cálculos numéricos, etc.) y la salida de los mismos (actualización de la base de datos, ordenación, creación, etc.)*

*- Manda una respuesta hacia el Cliente. Ver figura 4.5.*

*Ventajas de la solución Cliente-Servidor:*

### **DISPONIBILIDAD.**

*La distribución de procesos permite al Cliente o Servidor continuar funcionando, aunque ocurra alguna falla.*

### **FACIL DE USAR.**

*La creación o modificación de un programa toma aproximadamente la mitad de recursos que en una arquitectura "Monolítica".*

### **MEJOR DESEMPEÑO.**

*Cada ejecución de proceso en un distinto CPU permite un procesamiento en paralelo de alta velocidad.*

### **INTEGRIDAD Y SEGURIDAD DE LOS DATOS.**

*El código de un programa en un Sistema Tolerante a Fallas tiene la facilidad de una ejecución continua, aún cuando se presente una falla.*

### **EXPANDIBILIDAD.**

*El crecimiento de otros Clientes o Servidores no afectará directamente el desempeño de los demás. Un Servidor puede ser cambiado fácilmente a un nodo diferente en la red.*

*Para soportar usuarios múltiples en un medio ambiente de procesamiento de transacciones en línea; el código del Cliente, en general debe tener las siguientes características:*

- Multiusuario.*
- Multitareas.*
- Soportar servicios de Entrada/Salida para una variedad de dispositivos*
- Realizar una validación de entrada de datos preliminar.*
- Manejar el envío y el proceso de respuesta hacia el servidor.*

# LA SOLUCION CLIENTE SERVIDOR

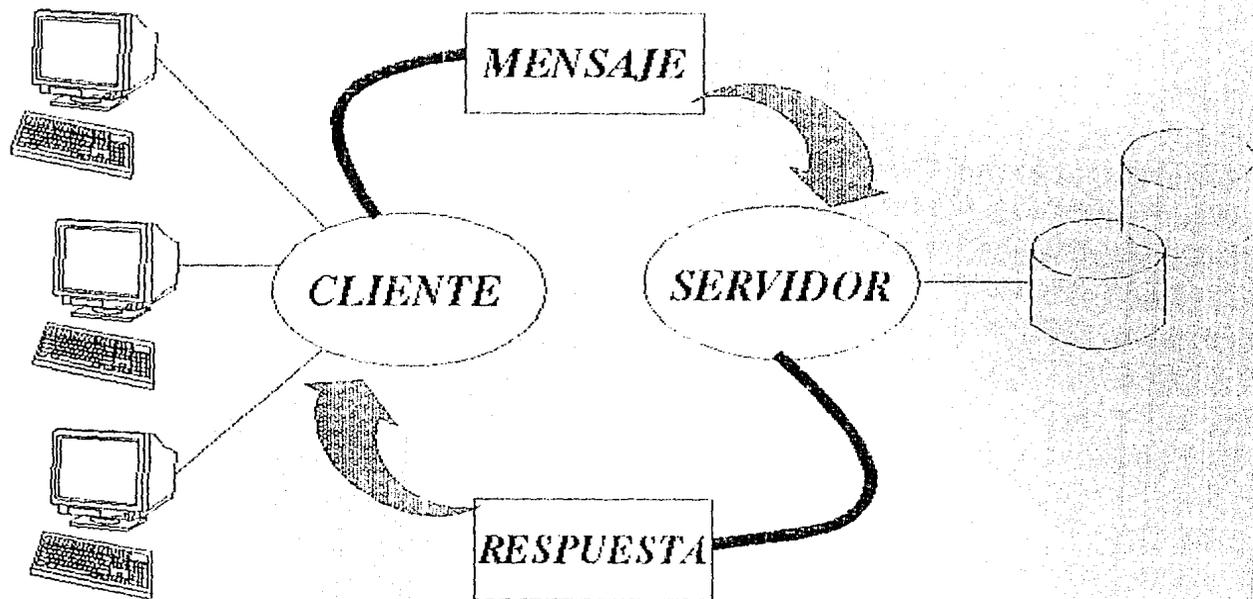


FIGURA 4.5

*-Permitir adicionar usuarios y funciones mientras la aplicación esta en línea. Ver figura 4.6.*

#### **4.5 CONECTIVIDAD.**

*El proceso de mensajes del modelo Cliente/Servidor es esencialmente el mismo en un medio ambiente distribuido, a través de distintos sistemas, con la excepción de que se usan manejadores de líneas de red y ligas de comunicaciones físicas en lugar del bus interprocesadores.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas, en una red, deben poder acceder otros recursos en diferentes nodos de la red, sin tener que conocer los detalles de conexión. De hecho los datos deben ser distribuidos en forma transparente para los usuarios. Entre dos sistemas debe haber varias líneas disponibles, de tal manera, que si una línea falla, los datos deben reenrutarse en forma automática sobre la mejor línea disponible. Cuando la línea original está disponible otra vez, el Sistema Tolerante a Fallas debe habilitarla automáticamente.*

*La capacidad del ruteo automático de mensajes de los Sistemas Tolerantes a Fallas deben garantizar que el mensaje enviado desde cualquier sistema en la red, llegará al destino deseado, si hay al menos una línea disponible. Los datos se deben transmitir sobre el mejor camino (el camino más rápido). Los mensajes deben ser ruteados a través de varios sistemas intermedios, si es necesario, para buscar cualquier sistema destino. Adicionalmente, como medida de seguridad, el acceso a los procesos, dispositivos o archivos en un sistema remoto, debe ser restringido para los usuarios de ese sistema.*

# USUARIOS MÚLTIPLES CON "OLTP"

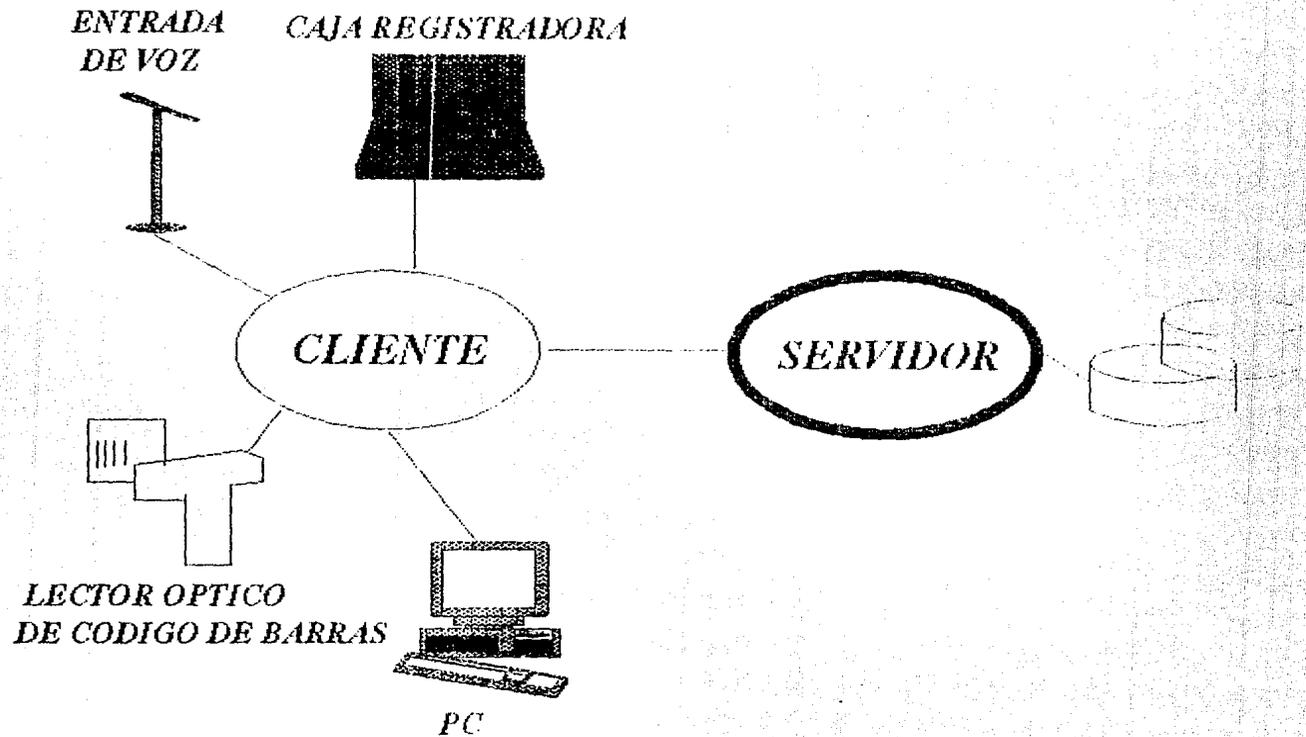


FIGURA 4.6

## **CONTROLADORES DE COMUNICACIONES.**

*Los controladores de comunicaciones proporcionan un medio de conectividad para redes de gran distancia WAN"s ("Wide Area Network"), redes de área local LAN"s ("Local Area Network") y dispositivos hacia los Sistemas Tolerantes a Fallas.*

*Un controlador de comunicaciones es básicamente un microprocesador con inteligencia para transferir datos entre canales de Entrada/Salida del sistema y las ligas de la red. La inteligencia es cargada de un sistema de cómputo. Algunos controladores realizan más funciones que otros, incluyendo conversión de protocolos, manejo de errores y (posiblemente) otras tareas en red. Ver figura 4.7.*

*Los protocolos asíncronos son los más comunmente usados para conectar un sistema "Host" (Anfitrión) con dispositivos que tienen un espacio limitado de "buffer" y memoria. La mayoría de estos protocolos soportan comunicación asíncrona; transmisión "half-duplex" de datos a través de ligas punto a punto solamente. Ver figura 4.8.*

*En la transmisión síncrona, los datos son transmitidos en bloques. El principio y el final del bloque es determinado por mecanismos de tiempo sincronizado, tal como los modems; en el envío y recibo de información. Los protocolos síncronos por byte típicamente usan la transmisión síncrona, no obstante algunos protocolos orientados a byte, pueden también trabajar con*

# CONTROLADORES DE COMUNICACIONES

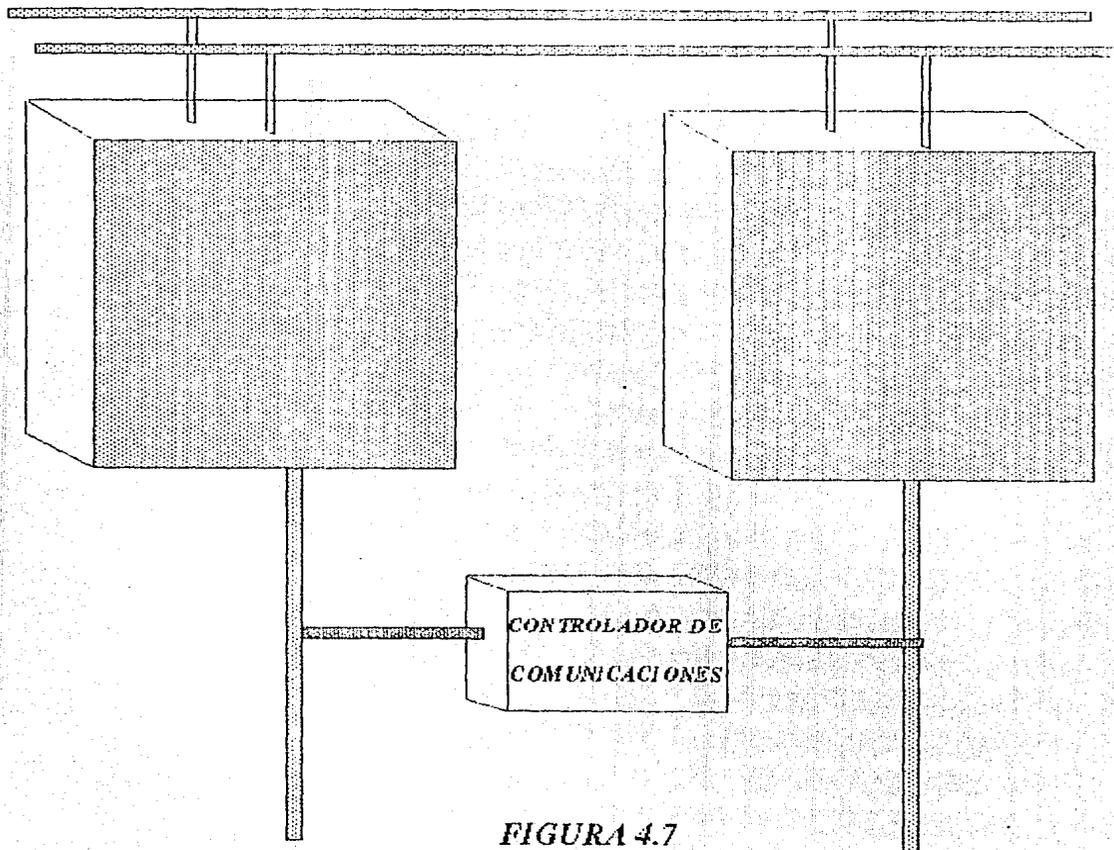


FIGURA 4.7

# SOPORTE ASINCRONO

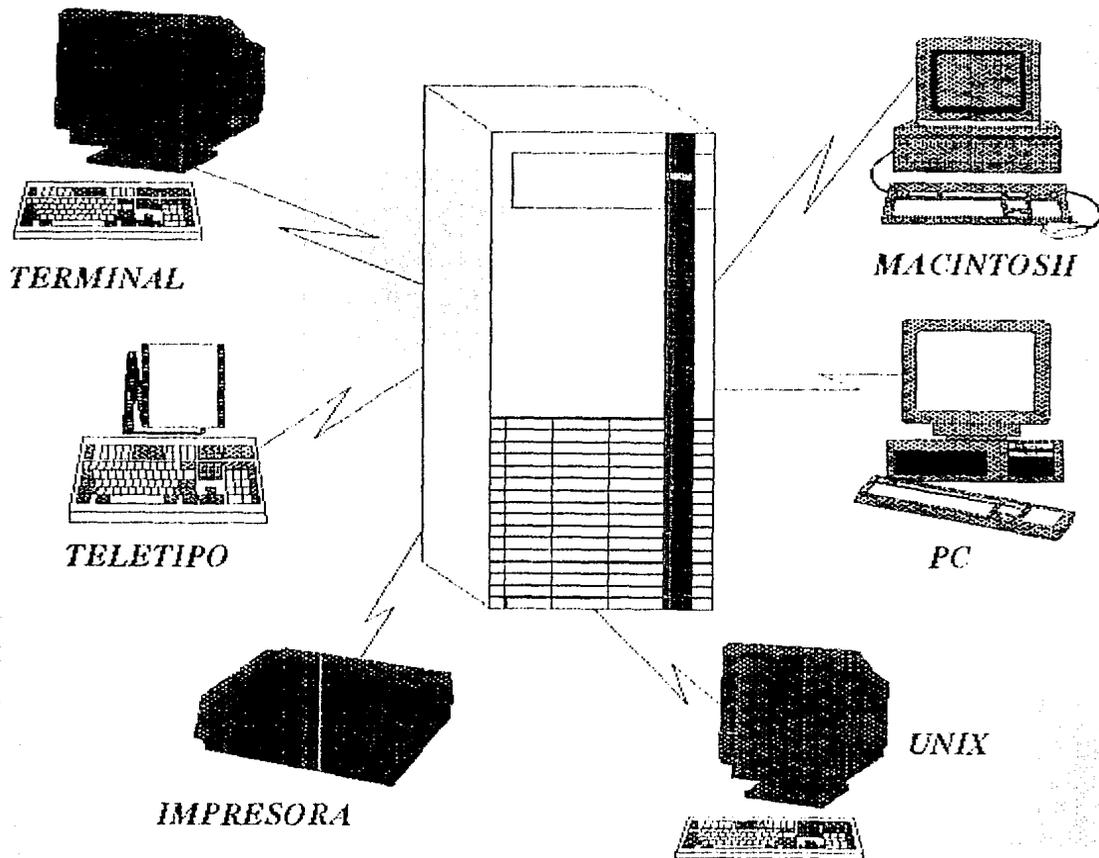


FIGURA 4.8

*transmisión asíncrona. La mayoría de protocolos síncronos por byte son "half-duplex".*

*Los protocolos síncronos por bit son más eficientes y flexibles. Son normalmente usados para transmitir datos entre sistemas o entre un controlador de comunicaciones y un sistema "host". Ver figura 4.9.*

### **ADHERENCIA A ESTANDARES.**

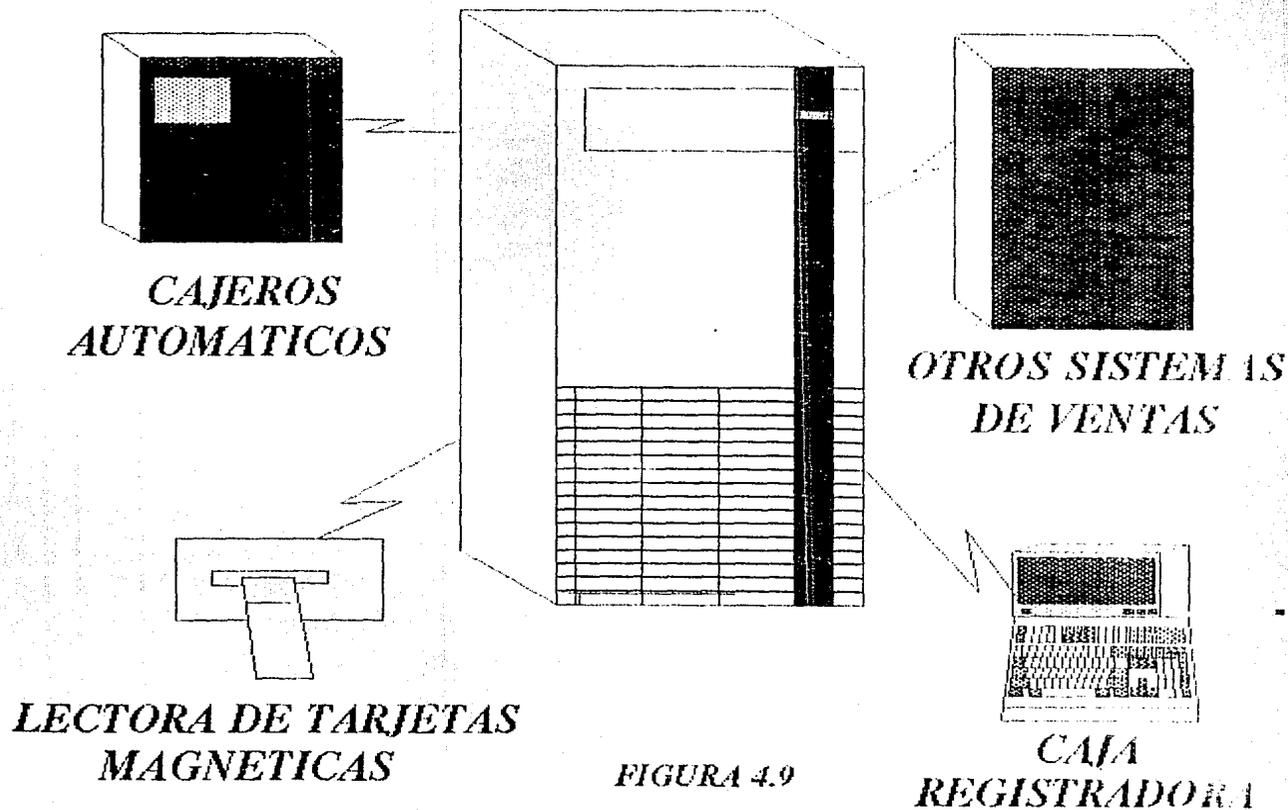
*La comunicación de datos de los Sistemas Tolerantes a Fallas debe poder integrarse a las soluciones que ya existen en otras redes, sin tener que realizar cambios significativos a esas redes. Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben poder ofrecer una adherencia a los estándares de la industria para la comunicación de datos.*

*La transacción de información puede ser capturada por un amplio rango de dispositivos y transmitida entre ellos mismos. Estos dispositivos pueden ser manufacturados por diferentes vendedores, y cada dispositivo puede contener un conjunto particular de estándares (conocidos como "protocolos") para conexiones físicas y lógicas hacia otros dispositivos y sistemas de cómputo en una red. Los protocolos más usados, son:*

*-SNA ("System Network Architecture"-Sistema de Arquitectura de Red)*

*-El Modelo de Referencia OSI ("Open Systems Interconnection"-Interconexión de Sistemas Abiertos); y su variable TCP/IP ("Transmission Control Protocol/Internet Protocol"- Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Etered).*

# SOPORTE SINCRONO



*Estos protocolos permiten la comunicación entre distintos productos de proveedores. Los protocolos consisten en capas y funciones específicas definidas para el desempeño de cada capa. OSI y SNA tienen el mismo número de capas (siete) y nombres similares para cada una de ellas, pero la funcionalidad es bastante diferente. No existe compatibilidad alguna entre ellas. El protocolo TCP/IP conforma algunas de las capas del modelo OSI. Relativamente, pocas comunicaciones utilizan todas las siete capas. Ver figura 4.10.*

#### **4.6 OPCIONES DE CONFIGURACION.**

*Un Sistema Tolerante a Fallas puede ser configurado en diferentes formas para encontrar las necesidades específicas a una red en particular. Cada configuración identifica una relación diferente entre el Sistema Tolerante a Fallas y el sistema "host", el Sistema Tolerante a Fallas y la base de datos.*

##### **CONFIGURACION "STAND-ALONE":**

*En esta configuración, las transacciones son enviadas desde una terminal de Propósito Específico, como terminales punto de venta, o terminales bancarias, hacia un controlador de comunicaciones en una sucursal. El controlador, a su vez enruta las transacciones hacia el Sistema Tolerante a Fallas, en donde cada transacción, dependiendo de su tipo, es aprobada o denegada; por ejemplo si se trata de una autorización de compra con tarjeta bancaria (en donde el Sistema Tolerante a Fallas se puede comunicar directamente a los bancos). Ver figura 4.11.*



# SISTEMA "STAND-ALONE"

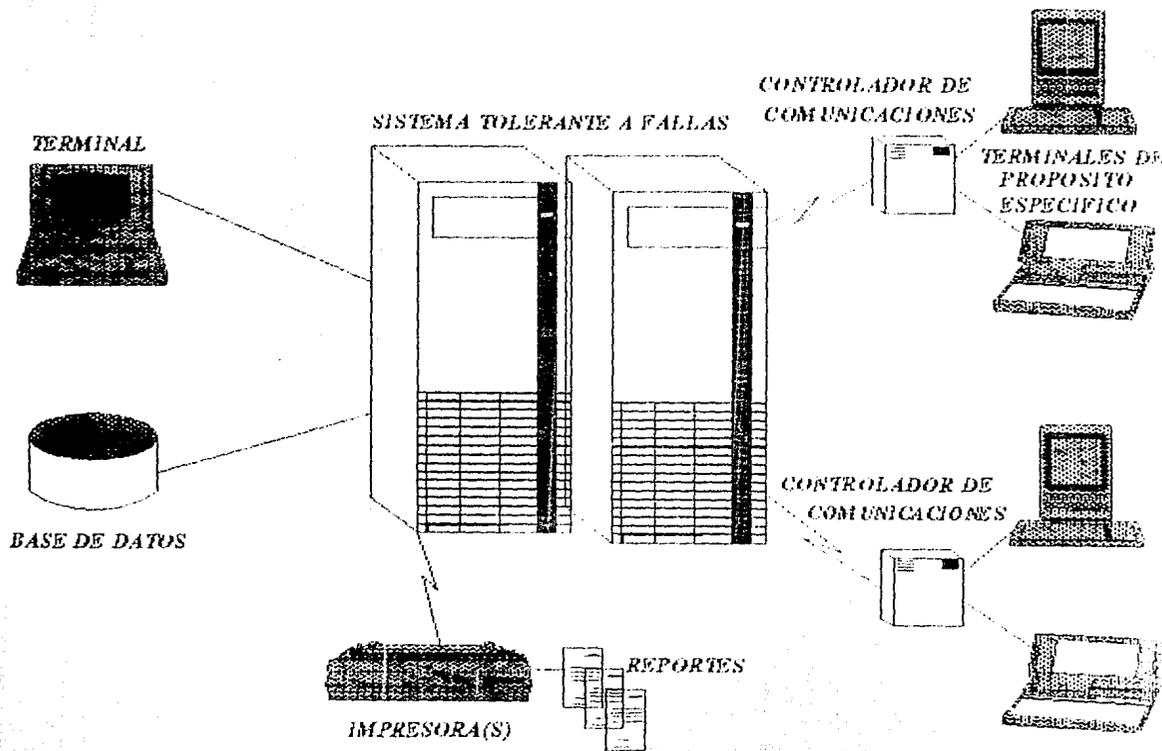


FIGURA 4.11

### **CONFIGURACION "FRONT-END":**

*La configuración "Front-end" provee todas las funciones descritas en el sistema "stand-alone" además de la opción de comunicación hacia un sistema "Host". Esta configuración permite al Sistema Tolerante a Fallas transmitir la información de las transacciones hacia el "host" en tiempo en-línea/real.*

*La institución en cuestión puede definir, bajo un criterio, si el sistema "host" debe realizar la autorización de las transacciones o si el Sistema Tolerante a Fallas autoriza; transmitiendo al "host" sólo las transacciones que se hayan completado. De esta manera el "host" quedaría liberado de las operaciones en red y realizaría los procesos en "batch", que es en donde se encuentra su poderío. Ver figura 4.12.*

### **CONFIGURACION INTEGRADA:**

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas pueden operar en un medio ambiente integrado con cajeros automáticos u otros dispositivos de Entrada/salida. Las líneas de comunicación podrían ser compartidas por una línea en un controlador de comunicaciones que soportará tanto a los cajeros automáticos u otros dispositivos de Entrada/Salida y las terminales de propósito especial, para reducir costos. Además, la base de datos del Sistema Tolerante a Fallas podría ser accesada por ambos dispositivos, asegurando consistencia en las propuestas para autorizar transacciones. Una configuración integrada puede tener, en el Sistema Tolerante a Fallas, líneas de comunicación para realizar un intercambio con cajeros*

# SISTEMA "FRONT-END"

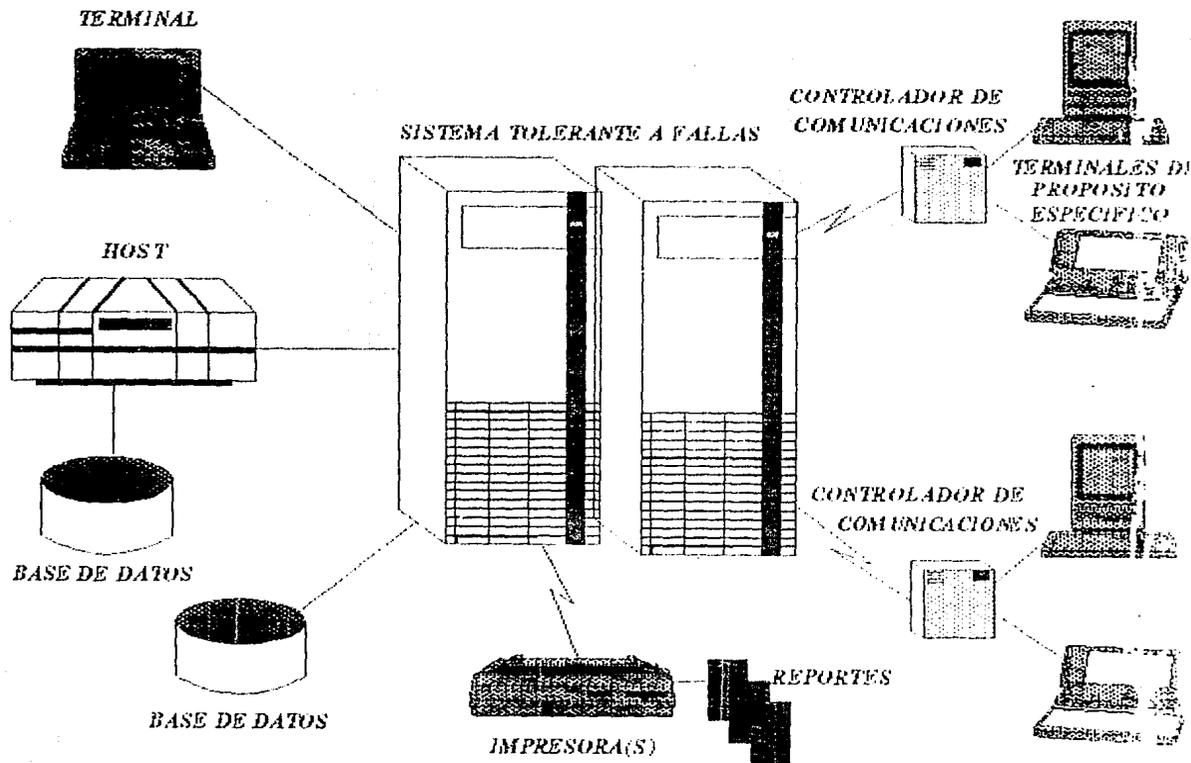


FIGURA 4.12

automáticos u otros dispositivos de Entrada/Salida y poder así rutear y procesar transacciones de este tipo solamente. Ver figura 4.13.

#### **4.7 SEGURIDAD.**

*El principal objetivo de la seguridad es proteger los datos, puesto que estos son la parte vital e irremplazable para todos los negocios; así como todo lo que permita a la gente acceder a los datos, incluyendo: equipo de cómputo, medios de almacenamiento, el sistema operativo y el "software" de aplicación.*

*En las amenazas de seguridad se incluyen:*

*Las catástrofes naturales y las hechas por el hombre; actos intencionales como el acceso al sistema en forma inválida o ilegal y desorganización de la información por daño o destrucción; errores esperados por procedimientos débiles o ausentes, inatención o errores honestos y fallas de "hardware". Se debe desarrollar e implantar una política de seguridad que contemple los siguientes puntos:*

- Educar a los usuarios y operadores acerca de la seguridad y sus responsabilidades para proteger al sistema.*
- Designar un administrador de seguridad para desarrollar e implantar procedimientos y políticas de seguridad y auditar las acciones de los usuarios.*
- Establecer lineamientos para el manejo de la identificación y "passwords" de los usuarios.*
- Accesos de seguridad para la red.*

# SISTEMA INTEGRADO

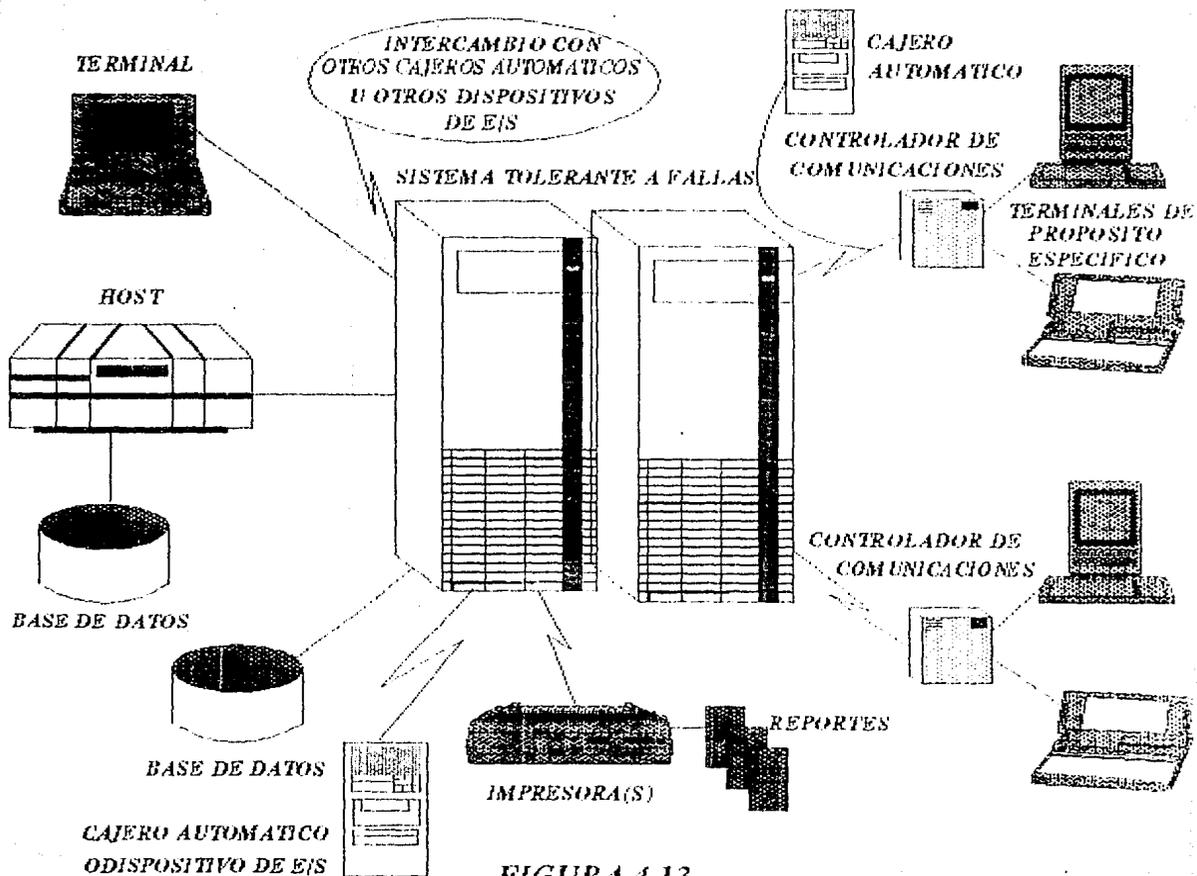


FIGURA 4.13

- Establecer procedimientos para controlar a los programas con licencia de uso.
- Mantener la seguridad física de: el acceso restringido al cuarto de computadoras; la protección de los gabinetes de la computadora y unidades de cinta de daños accidentales e intencionales; asegurar que los documentos confidenciales o importantes impresos, sean enviados a recipientes apropiados o destruidos; protección de los medios de almacenamiento, física y lógicamente. Ver figura 4.14.

#### **DUPLICIDAD REMOTA DE LA BASE DE DATOS.**

Los Sistemas Tolerantes a Fallas deben monitorear la actividad de transacciones de la base de datos residente en un sistema primario, y poder duplicar las transacciones actualizadas a una copia idéntica de base de datos residente en un sistema de respaldo. Además, la base de datos en el sistema primario debe ser protegida.

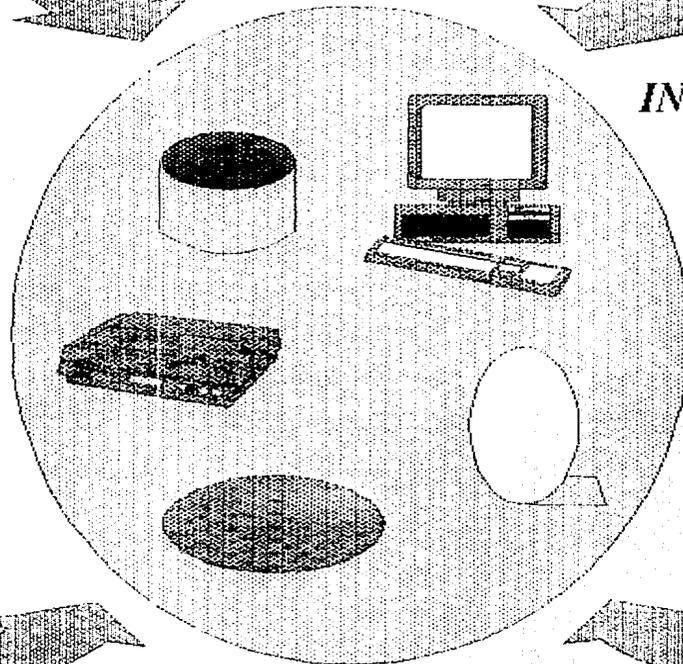
La base de datos debe ser continuamente actualizada tan frecuentemente como las modificaciones en el sistema primario puedan ser transmitidas y aplicadas. Ciertas funciones que pueden ser realizadas en el sistema de respaldo reducirán la carga de trabajo en el sistema primario; proporcionando una mejor respuesta en tiempo para aplicaciones de procesamiento en línea. Tales funciones deberán incluir preguntas a la base de datos, reportes "batch" y el respaldo de la base de datos.

La duplicidad remota de la base de datos puede ser muy útil para recobrar información, en caso de un desastre. De otra manera se tendría

# OBJETIVOS DE LA SEGURIDAD

**CATASTROFE**

**ACTOS  
INTENCIONALES**



**FALLAS DE  
HARDWARE**

**ERRORES**

FIGURA 4.14

que recurrir a una cinta en la cual se hubiera realizado un respaldo, hasta cierta fecha, de la base de datos. Ver figura 4.15.

### **SERVICIOS DE SEGURIDAD FUNDAMENTALES.**

Adicionalmente a la duplicidad remota de la base de datos, los Sistemas Tolerantes a Fallas deben proveer servicios fundamentales para auxiliar a las políticas de seguridad descritas antes. Estos servicios se enlistan a continuación:

- Autenticación: asegura la exacta identificación de los usuarios.
- Autorización: controla automáticamente el acceso a los recursos.
- Auditoría: monitorea la actividad del usuario y su acceso al sistema.
- Encriptación: protege la confidencialidad e integridad de los datos.

Ver figura 4.16.

Las capas de seguridad para los Sistemas Tolerantes a Fallas deben incluir:

- Aplicación: La definición de aplicación es completamente dependiente de las necesidades de seguridad para los programas de aplicación. Este tipo de seguridad debe ser soportado por los mecanismos de protección de las capas de seguridad inferiores.
- Software: este tipo de protección debe estar para los archivos en disco, procesos y otras entidades del sistema, en base a listas de acceso para la lectura, escritura, ejecución y borrado de los mismos.
- Hardware: Instrucciones de máquina deben ser implementadas en microcódigo que refuerza a los constructores de protección de memoria.

Ver figura 4.17.

# BASE DE DATOS DUPLICADA REMOTAMENTE

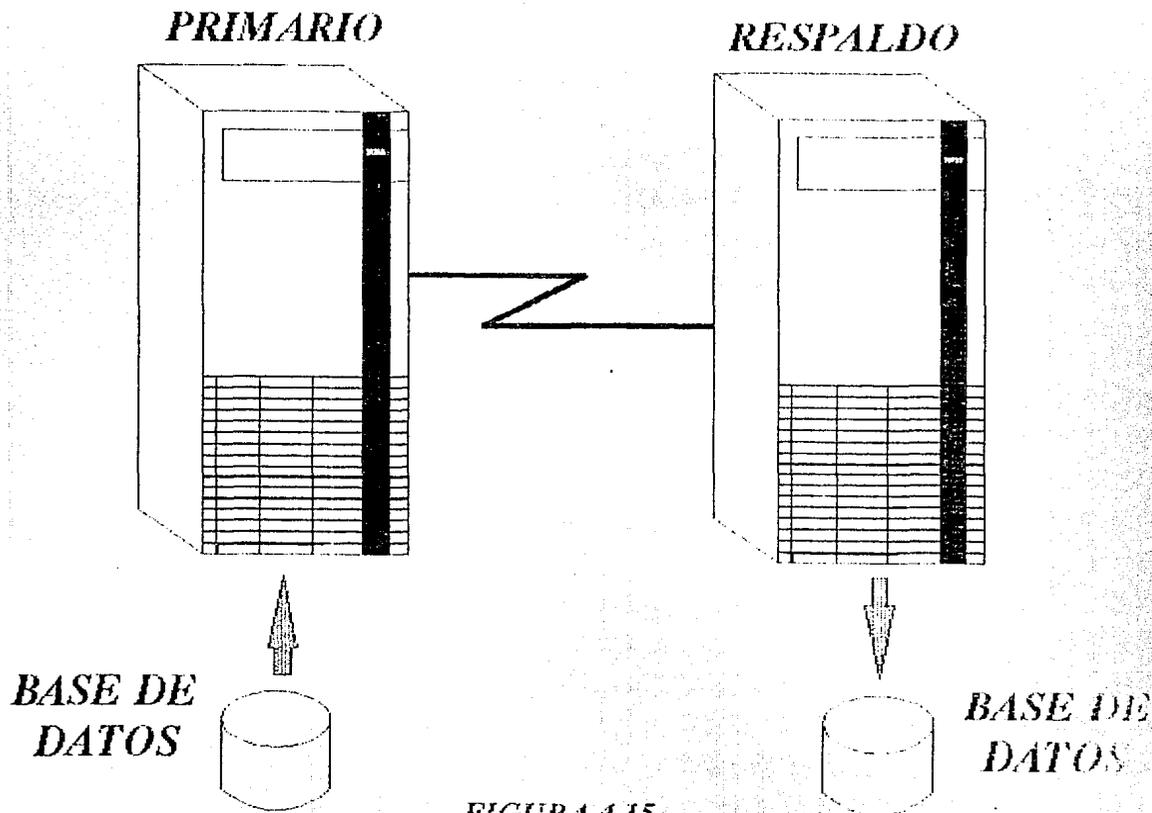


FIGURA 4.15

# SERVICIOS DE SEGURIDAD

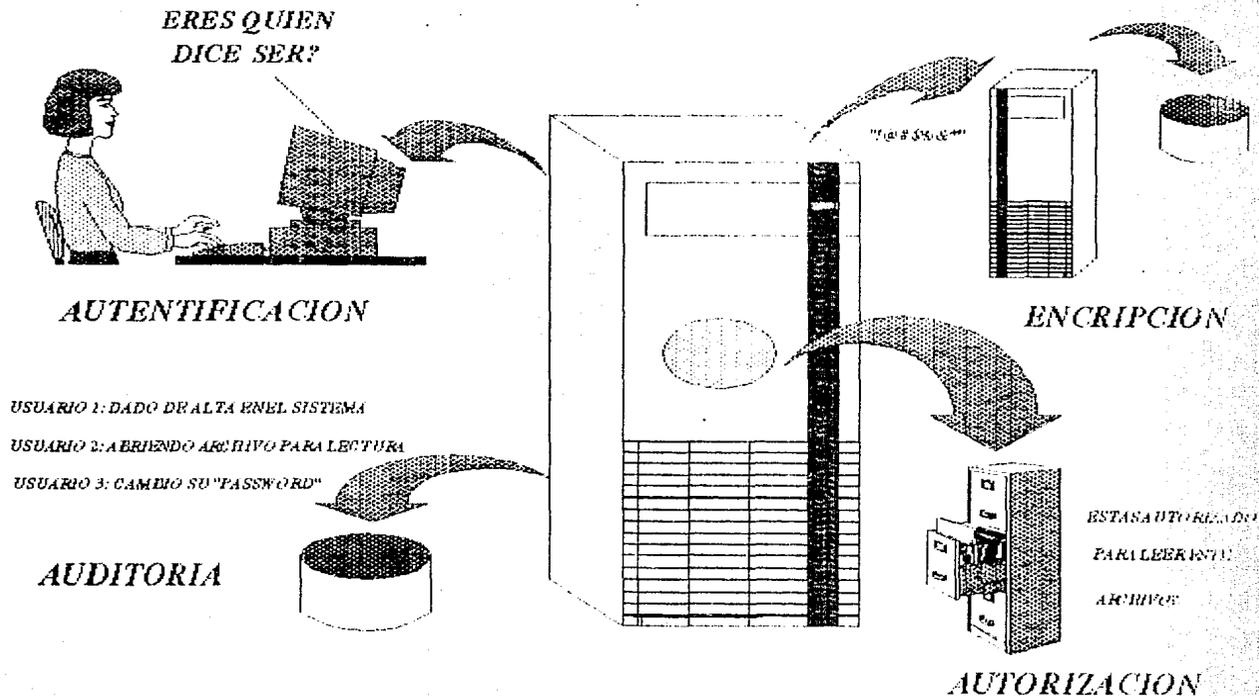
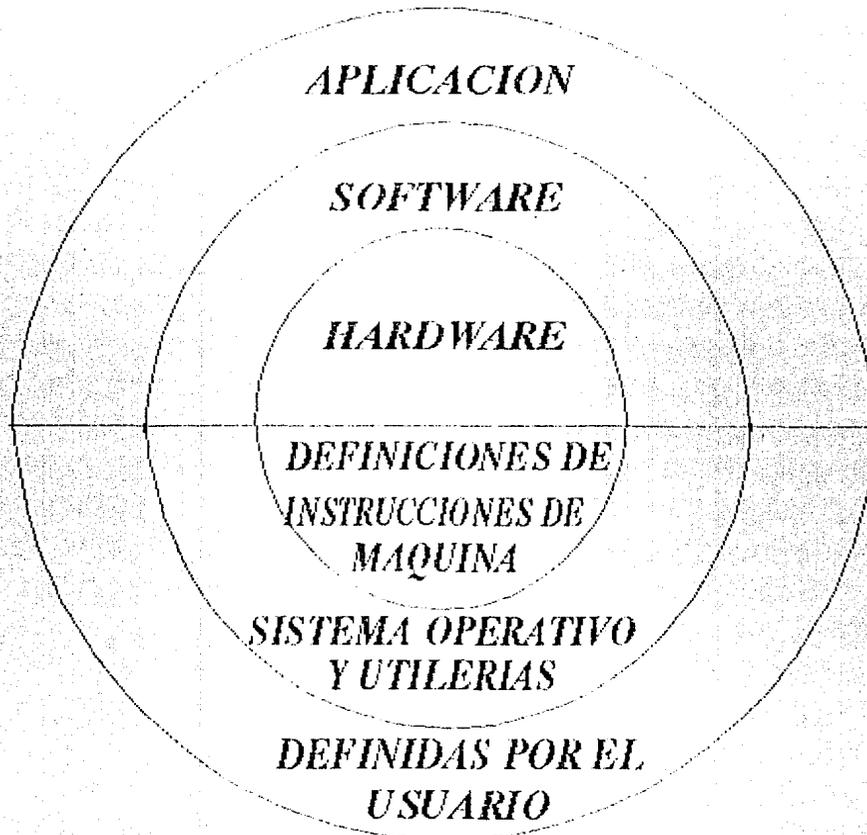


FIGURA 4.16

# **CAPAS DE SEGURIDAD**



**FIGURA 4.17**

**5 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS  
TOLERANTES A FALLAS**

**5.1 DISTRIBUCION**

**5.2 SECTOR DETALLISTA**

**5.3 SECTOR FINANCIERO**

**5.4 MANUFACTURA**

**5.5 SECTOR SALUD**

**5.6 TRANSPORTACION**

**5.7 MULTIMEDIA INTERACTIVA**

**5.8 LOTERIAS**

**5.9 PROCESAMIENTO DE IMAGENES**

**5.10 INTERCAMBIO ELECTRONICO DE  
DATOS**

**5.11 INTEGRACION DE VOZ Y DATOS**

## 5. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS.

*La importancia que revisten los Sistemas Tolerantes a Fallas se ve reflejada en los puntos claves de la economía, en los cuales esta tecnología es aplicada; siendo una herramienta para casos críticos. En este capítulo se ejemplifican algunos de ellos.*

*En el medio ambiente de los negocios de hoy, siempre cambiante y altamente competitivo; las compañías requieren información exacta y oportuna -acerca de los clientes, prospectos, ventas, producciones e inventarios. Servicios de calidad deben ser proporcionados con eficiencia y economía por medio de transacciones completas en línea. Los Sistemas Tolerantes a Fallas reconocen un nuevo tipo de procesamiento de información: El procesamiento de transacciones en línea.*

*En estos días, las organizaciones utilizan y comparten más información y proporcionan más servicios en línea, que antes. Los datos interactivos de las video-imágenes, mensajería de voz y otras nuevas aplicaciones se suman al volumen y complejidad del procesamiento de transacciones a través del mundo.*

*La explosión de información en el mundo de los negocios ha creado un nuevo segmento importante en el mercado del procesamiento de transacciones en línea. Un Sistema Tolerante a Fallas puede operar tanto*

*en un nicho de Distribución como en uno de Transportación, en el sector Financiero, en el control de la Manufactura, en la Conmutación de mensajes, en Reservaciones de aerolíneas, etc. En las secciones siguientes, se describen algunas aplicaciones típicas de los Sistemas Tolerantes a Fallas en diferentes áreas.*

## **5.1 DISTRIBUCION.**

*El sector de Distribución, es decir, los comerciantes que compran al por mayor y venden al por menor o proveedores de bienes y/o servicios; es un sector en donde la demanda de información para tomar decisiones en tiempo real, es muy alta.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas es la tecnología que habilita a la empresa de Distribución en línea. De esta manera, las empresas de Distribución pueden tener acceso instantáneo a información como: qué productos se están moviendo; en qué estado se encuentra la orden del cliente; cuáles son los valores de las medidas claves establecidas para evaluar el desempeño del trabajo, etc.*

*La empresa de Distribución puede tener el valor agregado del intercambio de datos electrónico mediante una red compartida o con conexiones directas con vendedores y clientes. Tener un panorama general de los centros de distribución dispersos geográficamente y poder actualizar remotamente los inventarios con completa seguridad e integridad de datos. Implantar nuevos negocios cuidando la inversión que ya se tiene hecha, etc. Ver figura 5.1.*

# OPERACIONES DE DISTRIBUCION

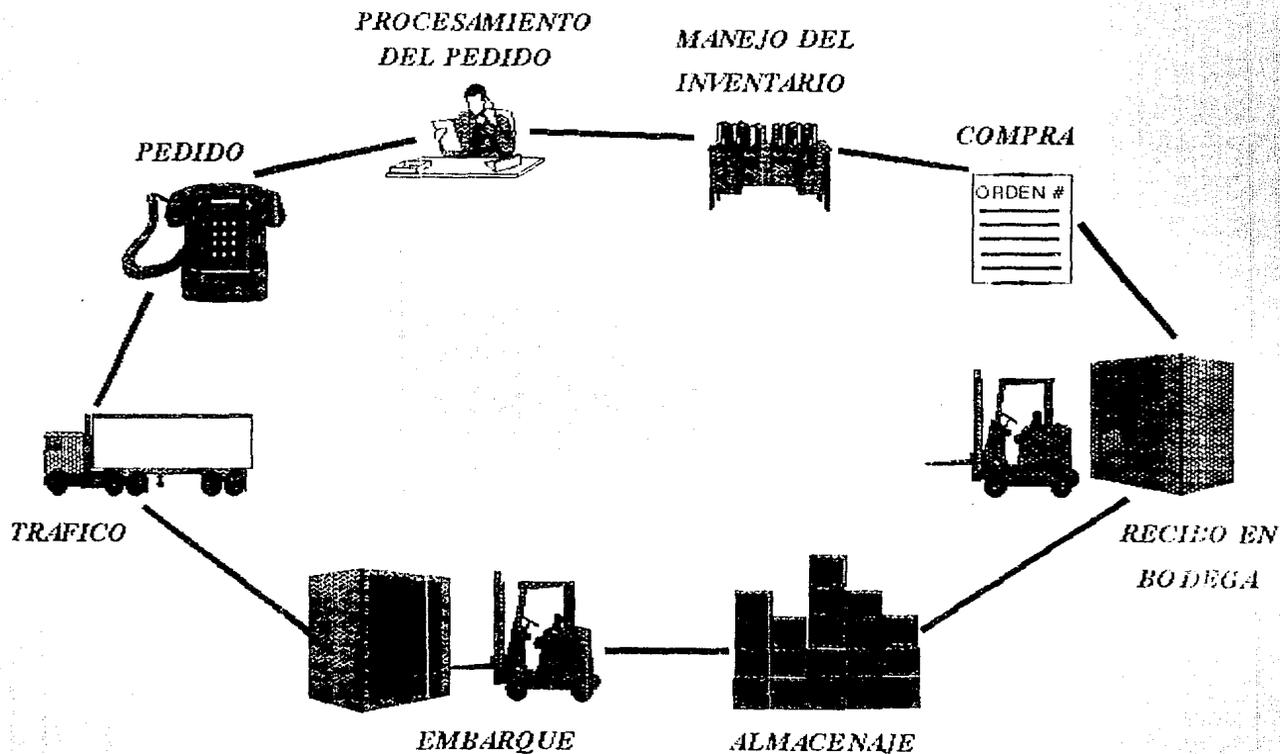


FIGURA 5.1

## 5.2 SECTOR DETALLISTA.

*En el sector Detallista se engloban los negocios de venta al por menor, como supermercados, tiendas departamentales, farmacias, gasolineras, etc. Este sector utiliza a las terminales punto de venta para ofrecer a sus clientes múltiples opciones de pago; y a todo el sistema punto de venta para recolectar información y convertirla en herramienta de mercadotecnia.*

*Los comerciantes al detalle, dada la presión competitiva, deben poder ofrecer opciones de pago múltiples y seguir operando con costos bajos. Ellos están interesados en reducir fraudes verificando la autorización de tarjetas de crédito y cortesia; reduciendo las pérdidas por cheques sin fondo. Ver figura 5.2.*

*Para diferenciarse de la competencia, los negocios al detalle deben tener mejor información acerca de las preferencias y patrones de compra de los consumidores, debido a la pérdida de fidelidad de sus clientes y a los cambios demográficos. Con los sistemas punto de venta, ahora pueden capturar más datos y utilizando los Sistemas Tolerantes a Fallas, pueden procesar un gran número de transacciones, almacenar y analizar la información rápidamente en una base de datos; para crear sistemas de información que le ofrezcan a los comerciantes al detalle los elementos necesarios para ganar, utilizando la tecnología.*

# SECTOR DETALLISTA

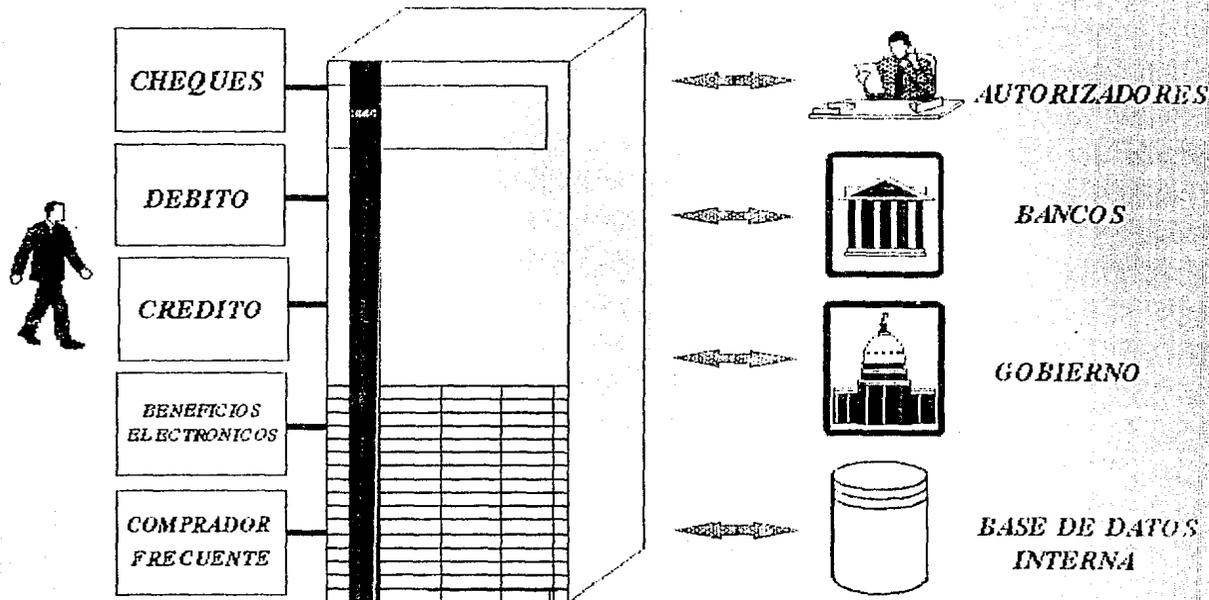


FIGURA 5.2

### 5.3 SECTOR FINANCIERO.

*La industria financiera ha llegado a ser un medio ambiente altamente competitivo. Tanto los bancos como las casas de bolsa tienen un amplio rango de requerimientos de procesamiento de información en línea. La Transferencia Electrónica de Fondos ("EFT" por sus siglas en inglés) es la solución a estos requerimientos y la oportunidad de ser competitivos en el mercado.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas ofrecen a esta industria una flexibilidad total para adquirir, direccionar, autorizar y saldar transacciones. Estas transacciones pueden ser recibidas desde dispositivos conectados directamente o desde instituciones que participen en una red.*

*La capacidad de los Sistemas Tolerantes a Fallas para intercomunicarse en una red, proporciona la facilidad de dispersar los recursos de un nodo local, a uno regional, nacional o mundial. De esta forma, con los Sistemas Tolerantes a Fallas, la banca puede ofrecer servicios de Transferencia Electrónica de Fondos a sus clientes, a través de un área geográficamente ilimitada.*

*Además de la característica de comunicación entre los Sistemas Tolerantes a Fallas y los computadores "host"; la integridad de las transacciones es de suma importancia, puesto que el procesamiento de todas las transacciones, día a día, habilitan a este tipo de instituciones a*

*proporcionar un servicio con información exacta, eficiente y continua, para sus cuentabientes. Ver figura 5.3.*

## **5.4 MANUFACTURA.**

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas son una solución para los cambios clave en el mundo de la manufactura. Diseñados para una continua disponibilidad de 24 horas al día, 7 días a la semana, los Sistemas Tolerantes a Fallas proporcionan a estas empresas la seguridad que su proceso permanecerá en producción, sin caídas del sistema, permitiéndoles además acceder al sistema en cualquier momento, día o noche.*

*Esto permite a los usuarios realizar cambios en el proceso de trabajo, en la recepción de materiales y compra, o en los recursos de labor y maquinaria; en otras palabras cualquier cosa que pudiera impactar la producción.*

*Teniendo acceso en línea a los requerimientos de los clientes, las empresas de manufactura pueden tener un panorama completo e incrementar su habilidad para determinar la producción y distribuir recursos en una rápida respuesta a los cambios demandados. De esta forma basar su producción en ordenes del cliente y no en pronósticos.*

*La ventaja de coordinar el proceso con el cliente, es que cada orden puede ser producida para satisfacer los requerimientos exactos con una*

# SECTOR FINANCIERO

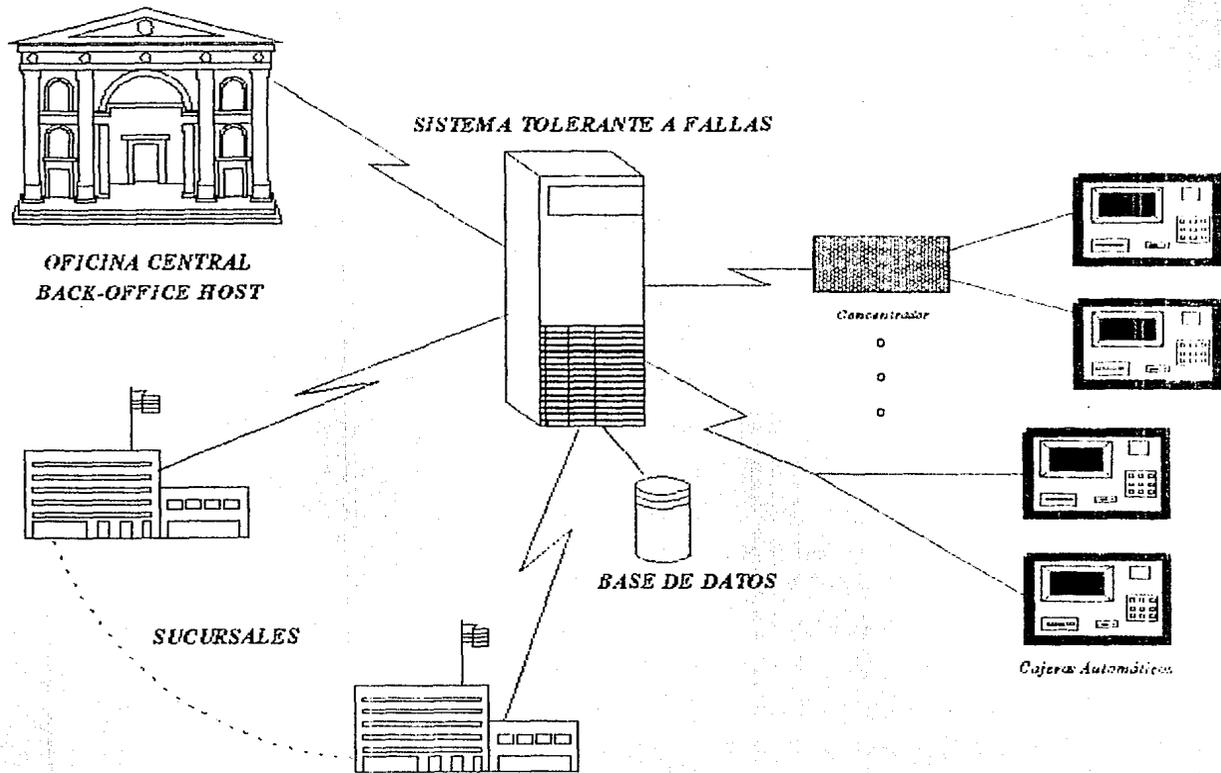


FIGURA 5.3

*rápida entrega. Los fabricantes pueden aumentar la eficiencia para una variedad de productos. Ver figura 5.4.*

## **5.5 SECTOR SALUD.**

*La industria del cuidado de la salud se mueve hacia el concepto de la integración de servicios, y no sólo para reducir costos administrativos de dentistas, médicos y hospitales; sino también para mejorar la calidad de la salud, en general.*

*Un Sistema Tolerante a Fallas puede ayudar a determinar tratamientos más efectivos ligando prácticas médicas con datos que contengan información de los pacientes, en una base de datos, por ejemplo:*

*La comunicación en línea puede dar a los farmacéuticos la oportunidad de tomar un papel más activo en las decisiones de tratamiento, esto es teniendo la información del diagnóstico y las recomendaciones para la terapia, los farmacéuticos podrían sugerir una droga más efectiva o considerar diferentes planes de tratamiento usando terapias distintas; y todo esto podría ser hecho en el momento que el paciente está en el consultorio con el doctor.*

*También en las cirugías y operaciones, en donde se requiere acceder datos, tanto de registro del paciente, como técnicos al respecto, que residan en otras clínicas u hospitales, los Sistemas Tolerantes a Fallas son de vital importancia, pues el caso no admitiría una "caída" del sistema, en el momento de la operación.*

# MANUFACTURA

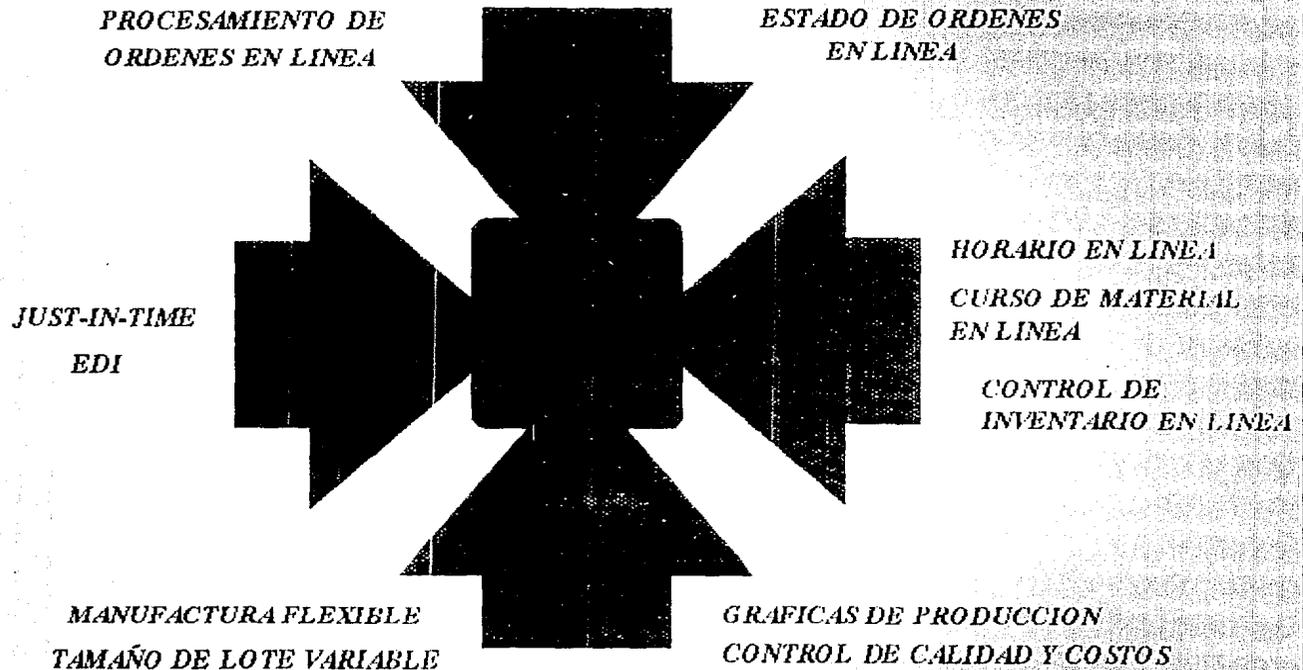


FIGURA 5.4

*Otras aplicaciones para este sector son:*

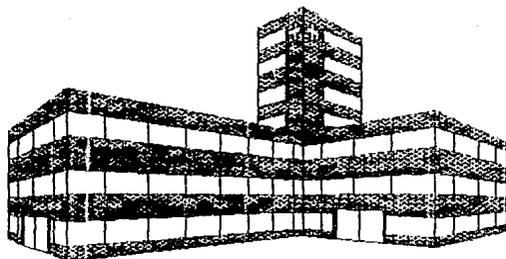
- Manejo del cuidado del paciente.*
- Base de datos clínica.*
- Procesamiento de reembolsos.*
- Procesamiento de imágenes para registros médicos.*
- Laboratorio.*
- Radiología.*
- Finanzas.*
- Farmacia.*

*Ver figura 5.5.*

## **5.6 TRANSPORTACION.**

*La transportación no es sólo una manera simple de mover bienes de un punto a otro y apilarlos en un almacén. La línea desde el origen hasta el destino representa una cadena y cada parada, a lo largo del camino -por ejemplo, verificación de los clientes, estación de pesado, la carga de los productos- representa una interrupción en esta cadena. Se estima que estas interrupciones en el proceso de la transportación pueden incrementar el tiempo de tránsito normal, incrementando los costos y dificultando en gran medida la ruta hacia el destino final. La entrega a tiempo requiere de mover mucha información, generalmente en papel y lo que requieren los negocios actuales es, por ejemplo, proporcionar información a los clientes acerca de la localización de los bienes en tránsito, a la entrega en tiempo de bienes para operaciones de manufactura.*

# SECTOR SALUD



*FIGURA 5.5*

*La información fuera de tiempo o inexacta es ahora más impaciente, para las operaciones de transportación exitosas, que los problemas de tráfico y el mal clima. La compañías de transportación deben mover información, tan bien como el transporte que hacen de bienes. Los Sistemas Tolerantes a Fallas son de gran ayuda para estas compañías, como lo son también los choferes o los mismos vehículos. Los Sistemas Tolerantes a Fallas permiten una distribución rápida y automática de documentos en una compañía o entre compañías; en donde se necesitan, cuando se necesitan, y en tiempo real. Estas operaciones incluyen actualizaciones de inventario, mensajes electrónicos al almacén y el cierre del ciclo de venta, mediante pagos automáticos, por ejemplo. Ver figura 5.6.*

## **5.7 MULTIMEDIA INTERACTIVA.**

*La posibilidad de "humanizar" la transferencia de la información es uno de los principales propulsores de multimedia. De acuerdo con un grupo de investigadores [RED93], el ser humano tiene la capacidad de retener 20% de lo que escucha, 40% de lo que ve y escucha y 75% de lo que ve, escucha y hace. El mundo actual está acostumbrado a una cultura audiovisual, en la que la asimilación de información es multisensorial. Esto pide el empleo de medios múltiples. Se pretende así acelerar y mejorar el entendimiento y conservar la atención de un auditorio durante más tiempo.*

*Multimedia es la incorporación de video de movimiento total y de audio, como elemento adicional; en las computadoras. Tarjetas de captura, video discos, nuevas alternativas de respaldo, videograbadoras controladas*

# TRANSPORTACION

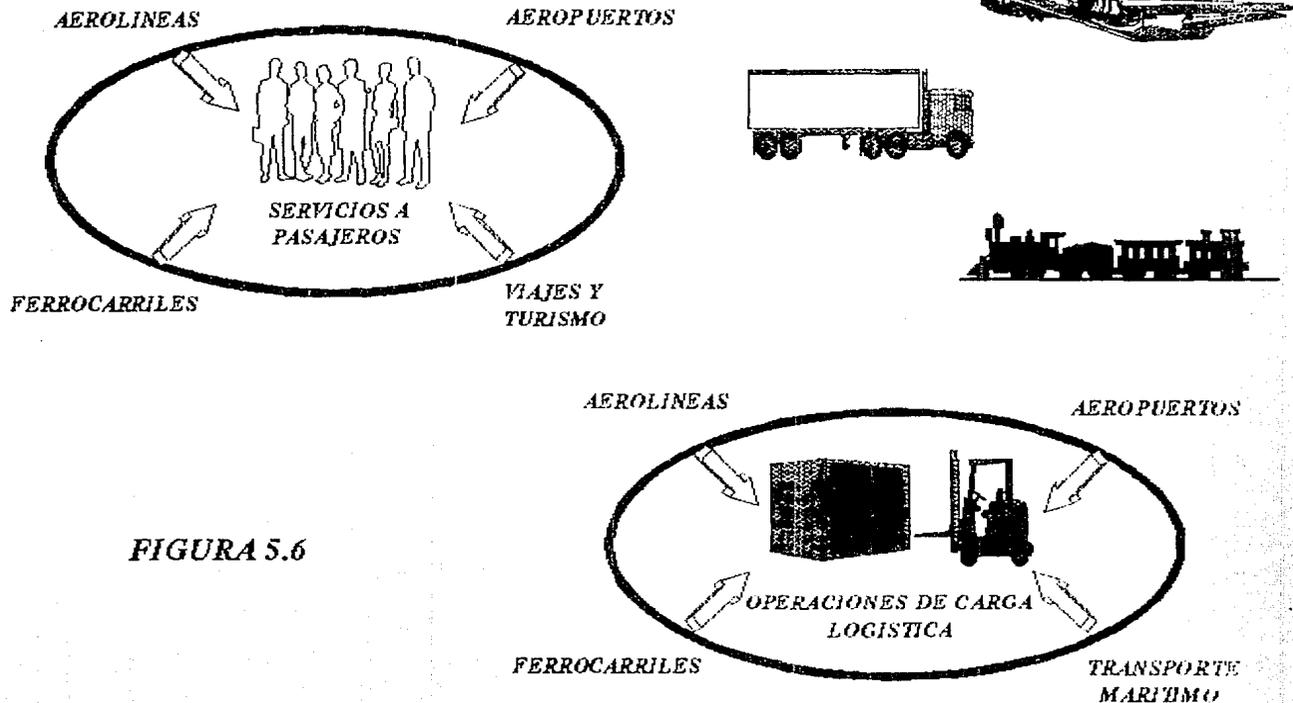


FIGURA 5.6

*mediante computadora, pantallas particionables, pantallas que responden a instrucciones por contacto táctil directo sobre ellas, "software" que combina textos, gráficas y sonidos, manejo de colores con exelentes resoluciones son algunas de las posibilidades que Multimedia ha abierto al usuario.*

*La entrega de entretenimiento interactivo, información y servicios de productos en el hogar es un mercado que crece rápidamente y en donde los Sistemas Tolerantes a Fallas serán la plataforma de servicios mediante el procesamiento de transacciones en línea. Utilizando el modelo de solución Cliente/Servidor, los Sistemas Tolerantes a Fallas encajan perfectamente en esta tecnología de servicios de transacciones.*

*La capacitación es también una de las aplicaciones más importantes de la tecnología Multimedia que se ha desarrollado en corto tiempo. Adicionalmente se promete mucho en educación, en mercadotécnia y en la difusión de la información de interés público. Entre sus metas más importantes se menciona de la misma manera, la obtención de comunicación real a lo largo del proceso de negocios, es decir, la implantación de un nuevo sistema de computación interactiva.*

## **5.8 LOTERIAS.**

*Los sistemas de lotería son una nueva generación de productos en línea que se conocen como "Juegos Instantáneos Electrónicos". Constituyen un método de distribución alterno para productos ya existentes. Ofrecen la oportunidad de llegar a un segmento del mercado, en donde tanto usuarios como propietarios pueden ganar.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas proporcionan una disponibilidad continúa, la posibilidad de acceder a una base de equipo de cómputo ya*

existente, seguridad en contra de accesos no autorizados, un control absoluto de la lotería sobre el monto de las apuestas y los balances de cuenta, la posibilidad de comunicarse con jugadores individuales, la habilidad de analizar ventas y conducta de productos en tiempo real, un bajo costo de entrada de servicio con respecto a las computadoras personales, jugar un nuevo juego de entretenimiento-ingreso que introduzca una nueva dimensión audio/visual, y otras numerosas características y ventajas que puede proporcionar la tecnología de los Sistemas Tolerantes a Fallas.

Los Sistemas Tolerantes a Fallas pueden correr múltiples juegos instantáneos directos, de duración variable, diferentes estructuras de precios, y diferentes características de juego. Estos sistemas pueden proporcionar además promoción de los productos de la lotería y otros productos orientados a los consumidores (como descuentos, obsequios, etc.). Los Sistemas Tolerantes a Fallas pueden también responder inmediatamente a los cambios del mercado, ajustando el tamaño del juego, probabilidades y estructuras de precios. Los consumidores pueden depositar dinero directamente a sus cuentas de suscripción, utilizando tarjetas de crédito a través del Sistema Tolerante a Fallas conectado a los diferentes bancos.

## **5.9 PROCESAMIENTO DE IMAGENES.**

La mayoría de la información es almacenada en papel. Su manejo es agobiante e ineficiente; el procesamiento de transacciones de negocios en papel es lento y el acceso a la información es limitado. El papel limita la habilidad de una organización para aplicar estrategias y proporcionar

*servicios competitivos. El manejo de imágenes se presenta como una alternativa:*

- Agiliza el procesamiento del documento y su recuperación.*
- Habilita el acceso simultáneo para documentos en distintas localidades.*
- Mejora el manejo de efectivo.*
- Reduce el costo de personal y espacio.*
- Proporciona seguridad en el almacenamiento de los datos.*

*Los negocios con un procesamiento de papel pesado, están encarando un incremento continuo en los costos de manejo. Los sistemas manuales necesitarán estar automatizados para asegurar su posición competitiva dentro de los negocios. En una aplicación de procesamiento de imágenes típica, los empleados de una tienda, por ejemplo, envían documentos a través de lectores ópticos "scanners" conectados a una computadora local; la computadora almacena la imagen digitalizada de los documentos y los transmite hacia una computadora central (Sistema Tolerante a Fallas), para su indexación y archivo. Los documentos están disponibles para verse inmediatamente y corregir errores si los hay. Los empleados pueden recuperarlos simplemente tecleando su identificación o número de índice. Los documentos pueden entonces ser desplegados en una pantalla de computadora, impresos localmente, mandados vía fax hacia otras localidades para su impresión, o ser mezclados con otros datos e impresos. Este proceso computarizado reduce errores y ayuda a prevenir pérdida o mal archivo de documentos.*

*Los Sistema Tolerantes a Fallas permiten un control completo sobre documentos, asegura un mantenimiento exacto de revisiones y, lo más*

*importante, habilita el acceso electrónico a los documentos desde cualquier parte en la empresa. Ver figura 5.7.*

## **5.10 INTERCAMBIO ELECTRONICO DE DATOS.**

*Actualmente el ambiente de los negocios ha madurado dentro de una nueva época de información y estándares de tecnología que están disponibles para soportar una red completa de pagos automatizados e intercambio de datos electrónicamente. Así este nuevo ambiente de negocios motiva el amplio uso del Intercambio Electrónico de Datos ("EDI" por su acrónimo en inglés). Factores como la reducción en el uso del papel en los pagos, en los costos de la mano de obra, en los cheques fraudulentos, en el margen de error; y una mayor agilidad en la cobranza y rapidez en los pagos, son derivados de este Intercambio Electrónico de Datos.*

*El Intercambio Electrónico de Datos define formatos estandarizados para documentos de negocios tales como órdenes, notificaciones de embarques y facturas que son frecuentemente intercambiadas entre socios de negocios tales como manufactureros y tiendas de venta al por menor. El Intercambio Electrónico de Datos permite la distribución automática, rápida, de documentos; en donde ellos son necesitados; cuando se les necesita y en tiempo real.*

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas son el vehículo idóneo para esta nueva tecnología, dadas sus características y su orientación al procesamiento de datos en línea.*

# PROCESAMIENTO DE IMAGENES

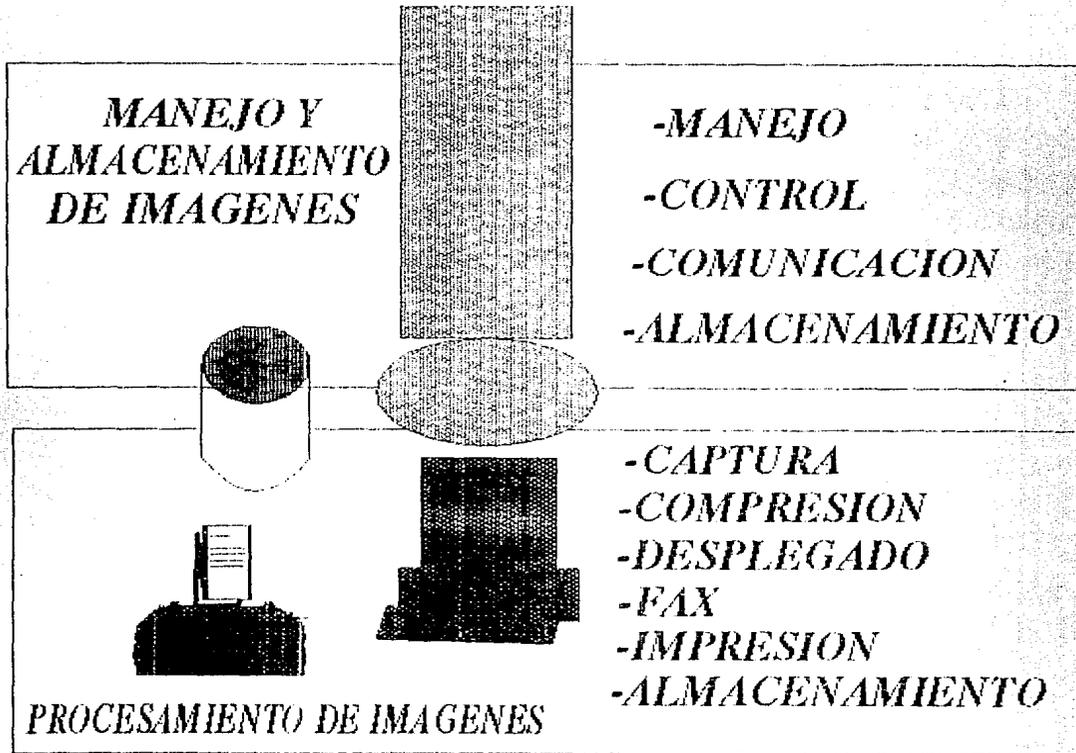


FIGURA 5.7

## 5.11 INTEGRACION DE VOZ Y DATOS.

*La integración de voz y datos en un "Centro de Llamadas" utilizando a un Sistema Tolerante a Fallas como un "Front-End" entre un conmutador de líneas telefónicas y un equipo de cómputo "Host"; o un Sistema Tolerante a Fallas como equipo "Stand-Alone" que recibe llamadas a través de un conmutador de líneas telefónicas, también, es una aplicación más para los Sistemas Tolerantes a Fallas; en donde voz y datos trabajan en forma coordinada para proporcionar un mejor servicio al cliente.*

*Un Centro de Llamadas puede ser cualquier interfaz entre el cliente y el teléfono, en donde se ofrece un servicio orientado al cliente, y en donde su importancia puede ser de gran trascendencia, puesto que constituye el corazón del servicio orientado al cliente; es una fuente para la "imagen" de la compañía y puede convertirse en un centro de ingresos y en un arma competitiva que diferenciará a una empresa de sus competidores. Según una encuesta de mercadotecnia el 50% de los negocios se realizan por vía telefónica y se espera que crezca al 70% en la segunda mitad de los 90's [AIM90].*

*Para poder integrar la voz proveniente de las líneas telefónicas que llegan al conmutador, a los datos en el Sistema Tolerante a Fallas; se requiere de un VRU ("Voice Response Unit"-Unidad de Respuesta en Voz) quién realiza la interfaz entre las líneas telefónicas y el Sistema Tolerante a Fallas. De esta manera se puede proporcionar una sincronización en las pantallas de las terminales automáticamente en la transferencia de llamadas, un marcado automático desde la computadora, y un manejo de información en forma integrada. Así los Sistemas Tolerantes a Fallas*

*habilitan al Centro de Llamadas, con una disponibilidad ininterrumpida, a tomar ordenes de compra o atender clientes, evitando pérdidas de ventas, liderazgo y clientes. Ver figura 5.8.*

# CENTRO DE LLAMADAS

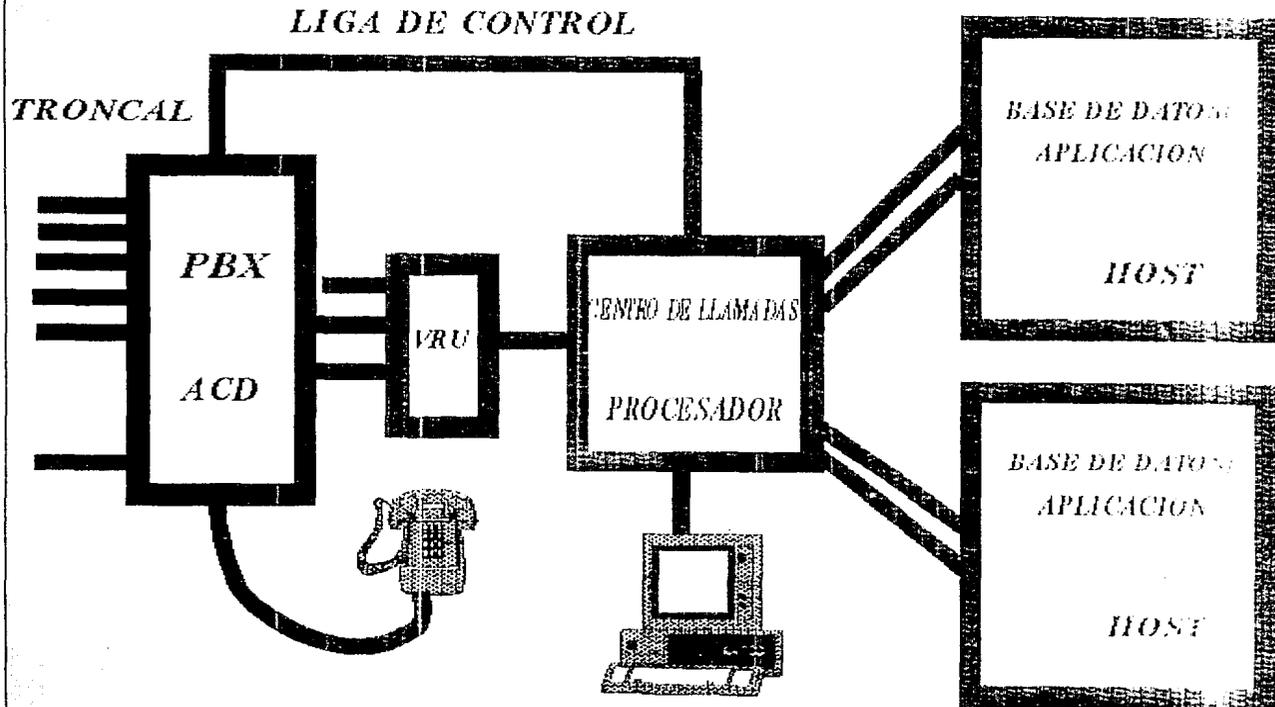


FIGURA 5.8

**6 CONCLUSIONES**  
**6.1 RECOPIACION**  
**6.2 CONCLUSIONES**

## 6. CONCLUSIONES.

### 6.1 RECOPIACION.

*Los Sistemas Tolerantes a Fallas, como un sólo equipo de cómputo, o como parte de una red de sistemas; es una herramienta poderosa para el procesamiento de transacciones en línea, que demandan las condiciones cambiantes de nuestros días, en cualquier sector empresarial.*

*En este trabajo se ha mostrado la arquitectura para un Sistema Tolerante a Fallas; se ha descrito tanto su "hardware" como su "software". Además se expuso el medio ambiente operativo, de estos sistemas suígeneris, con los sistemas convencionales y la relación que existe entre ambos. Así mismo se han comentado los nichos en dónde esta tecnología tiene cabida.*

*El paradigma de los Sistemas Tolerantes fue presentado en el capítulo tres. Las diferentes configuraciones que puede adoptar un Sistema Tolerante a Fallas fué expresado en el capítulo cuatro. Finalmente un análisis de aplicación de los Sistemas Tolerantes a Fallas fué realizado en el capítulo cinco.*

*Esta investigación en el campo de los Sistemas Tolerantes a Fallas contempla el conocer el modelo conceptual de un equipo que consiste de*

*procesadores y componentes duplicados, de tal forma que si una parte falla, la otra asuma la carga de trabajo y el sistema continúe operando, mientras que la parte que falló es reemplazada así como la tolerancia a fallas, desde la óptica de "software".*

*El objetivo que se persigue es el de tener una visión general de este tipo de sistemas y de su aplicación en el mundo real.*

## **6.2 CONCLUSIONES.**

*Las conclusiones obtenidas en este trabajo se enlistan a continuación:*

*i) El costo que tiene que pagar una empresa al parar un proceso continuo, es muy alto, (del orden de \$4,000 dólares por minuto); por lo que económicamente se justifica la inversión en un Sistema Tolerante a Fallas.*

*ii) La arquitectura que se ejemplifica en este trabajo tiene un mejor desempeño, cuando se adicionan procesadores en un sistema, en comparación con los sistemas multiprocesadores que tienen memoria compartida, aún cuando los procesadores sean más rápidos. Ver figura 6.1.*

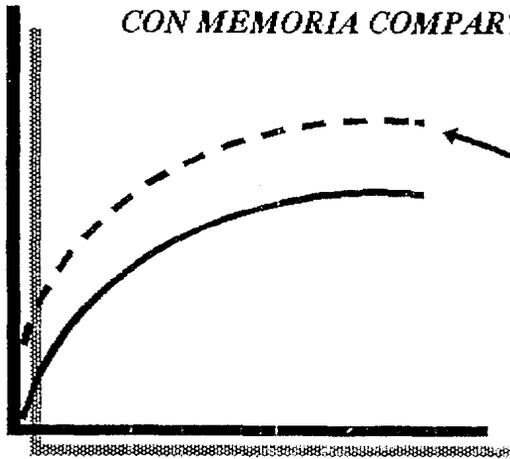
*iii) Para la arquitectura propuesta si un componente falla; caminos alternos son usados; de tal manera que siempre haya una disponibilidad continua en el sistema.*

*iv) El acceso a los datos está garantizado, puesto que siempre hay caminos disponibles, en un Sistema Tolerante a Fallas.*

# SISTEMAS MULTIPROCESADORES

## CON MEMORIA COMPARTIDA

RENDIMIENTO

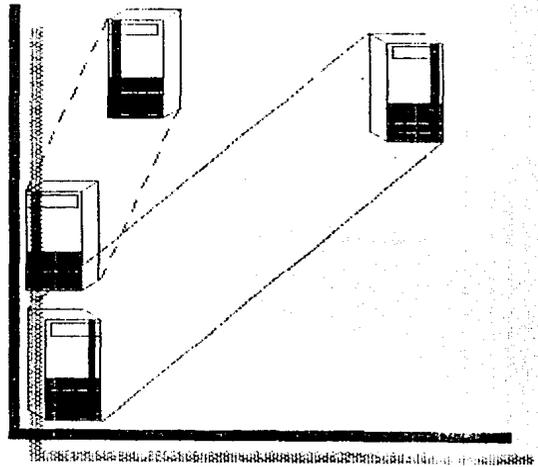


No. DE PROCESADORES

EFFECTO DE UN PROCESADOR MAS RAPIDO

SISTEMAS TOLERANTES A FALLAS

RENDIMIENTO



No. DE PROCESADORES

FIGURA 6.1

v) En cada procesador reside un sistema operativo, de tal manera que si un proceso está en un procesador que falla, éste puede migrar hacia otro procesador, y continuar operando.

vi) La arquitectura de un Sistema Tolerante a Fallas proporciona una eficiente comunicación entre procesos y entre procesadores. Ver figura 6.2

vii) Finalmente, en el modelo conceptual de Sistema Tolerante a Fallas, presentado aquí, el "hardware" y el "software" trabajan juntos para proveer una disponibilidad continua.

# EFICIENTE COMUNICACION ENTRE PROCESOS Y ENTRE PROCESADORES

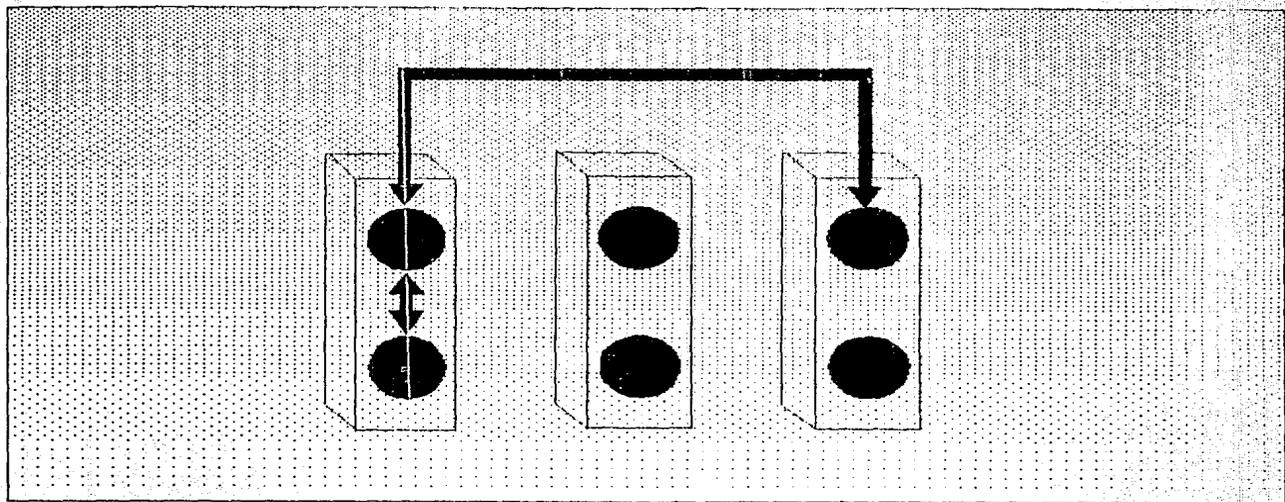


FIGURA 6.2

## ***BIBLIOGRAFIA***

*[AIM90] "AIM. THE AGE OF INFORMATION MARKETING"*

*Nielsen Marketing Research*

*Northbrook, Illinois, USA*

*1990.*

*[BASE93] "BASE 24-TELLER"*

*Applied Communications, Inc.*

*Omaha, Nebraska, USA*

*1993.*

*[BYTE92] "BYTE"*

*Mc Graw-Hill Inc.*

*New York.*

*May 1992.*

*[CHAN91] "CHANGING TO MEET NEW CHALLENGES"*

*Annual Report Tandem Computers Inc.*

*Cupertino, CA. USA.*

*1991.*

[DISE81] "DISEÑO DE SISTEMAS DE COMPUTADORAS EN TIEMPO REAL"

*Martín, James.*  
*Ed. Diana, México*  
*1981.*

[FACE93] "FACE TO FACE"

*Tandem USA*  
*A quarterly Newsletter for the U.S. Division.*  
*Vol. 5, No. 2*  
*April 1993.*

[ITUG92] "ITUG" *Journal published by the International*

*Tandem User's Group. Vol. 13, No. 6*  
*Chicago, USA*  
*Nov/Dic 1992*

[NETW91] "NETWORK EXPRESS"

*Shared Financial Systems.*  
*Dallas, Texas, USA.*  
*1991, W172.*

[NETW92] "NETWORK WORLD"

*IDG Company.*  
*November 30.*  
*1992.*

[RED93] "RED- LA REVISTA DE REDES DE COMPUTADORAS"

*Ed. Intersys, México, D.F.*

*Abril 1993.*

[RUMO92] "RUMOURS & RAW DATA"

*The ICON Newsletter*

*Vol. 4, Series 2, No. 2*

*December 1992*

[STRA91] "STRATUS VOS COMMUNICATIONS OVERVIEW"

*Stratus Computers Inc.*

*Malboro, Ma. USA*

*1991, x059-01*

[SYST92] "SYSTEM ARCHITECTURE OVERVIEW"

*Stratus Computers, Inc.*

*Malboro, Masassuchets, USA.*

*1992, x260.*

[TRAN93] "TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION"

*Cleveland, Oh.*

*January, 1993.*