

**UNIVERSIDAD DE DEUSTO**

**PROGRAMA : INFORMATICA**

"OPTIMIZACION DE TRANSFERENCIAS

DE INFORMACION

PARA ENTORNOS

INTELIGENTES

EN RED"

Tesis doctoral presentada por Dña. M. Gloria Areitio Bertolín

Dirigida por los Doctores D. Jose Miguel Rincón Vega y D. Anselmo del Moral Bueno.

Bilbao, Noviembre 1991.

"Thinking is those mental  
processes we don't  
understand"

Alan Turing.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Prof. Dr. D. Jose Miguel Rincón Vega, Catedrático de la Facultad de Ciencia Económicas y Empresariales de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (Bilbao), y al Prof. Dr. D. Anselmo del Moral Bueno, Vicedecano de la Facultad de Informática de la Universidad de Deusto (Bilbao), que con su valioso apoyo, colaboración y dirección técnica han hecho posible el desarrollo de esta investigación.

Es preciso destacar, en este momento, el respaldo prestado, las estimables sugerencias y la paciencia demostrada durante el desarrollo de esta tesis por parte de mis compañeros, miembros del departamento de Economía Aplicada de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad del País Vasco.

Por último agradezco a mis padres y hermanos su constante ayuda y soporte en toda mi formación Universitaria y por el apoyo e impulso que siempre he recibido de ellos.

---

## ABSTRACT

La presente tesis tras abordar un análisis en profundidad de la gestión de redes de comunicación, especifica las fases formales de una herramienta de gestión integrada, que denominaremos: SASGER (Sistema Avanzado eStandard para Gestión dE Red), capaz de implementar ciertos niveles de inteligencia de forma que pueda reaccionar automáticamente a estados del sistema, con la mínima intervención directa de un operador humano.

This doctoral thesis, after a deep analysis about communication networks management, specifies the formal basis of an integrated management tool, what we have called: SASGER (Avanced Standard System for Network Management). This tool can introduce some intelligence levels to respond to different system states automatically, with a direct and minimun supervision from a human operator.

I N D I C E

=====

# I N D I C E

|   |     |
|---|-----|
| <b>DEDICATORIAS</b> .....                               | ii  |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....                            | iii |
| <b>INDICE</b> .....                                     | vi  |
| <b>OBJETO Y DESARROLLO DE LA PRESENTE MEMORIA</b> ..... | xi  |

## CAPITULO 1 - SISTEMAS DE GESTION DE RED.

|  |    |
|--|----|
| <b>1.1 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES FUNCIONALES</b> .....  | 2  |
| <b>1.1.1 ORGANIZACION DE TAREAS</b> .....  | 2  |
| <b>1.1.2 TAREAS DE CONTROL</b> .....   | 6  |
| <b>1.1.2.1 TAREA TEMPORIZADOR</b> .....  | 6  |
| <b>1.1.2.2 TAREA DE GESTION DEL SISTEMA</b> .....  | 7  |
| <b>1.1.3 GESTION DE LOS NIVELES</b> .....  | 13 |
| <b>1.2 PROTOCOLO GESTOR-AGENTE</b> .....   | 17 |
| <b>1.3 IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES DENTRO DE<br/>LOS SISTEMAS DE GESTION: SUBCONJUNTO MINIMO Y<br/>UNIVERSAL</b> ..... | 19 |

|   |    |
|---|----|
| 1.4 ANALISIS DE LAS REALIZACIONES SOBRE GESTION<br>AVANZADA DE RED..... | 25 |
| 1.5 SOLUCIONES HARDWARE-SOFTWARE.....                                   | 35 |

**CAPITULO 2 - CONTRIBUCIONES A LA AUTOMATIZACION  
DE LA GESTION EN ENTORNOS LAN.**

|  |    |
|--|----|
| 2.1 APORTACIONES A LA AUTOMATIZACION DE LA<br>GESTION EN ENTORNOS LAN..... | 49 |
| 2.2 CONCEPTO Y ESPECIFICACION.....   | 52 |
| 2.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                                      | 53 |
| 2.2.2 ESPECIFICACION Y UBICACION DEL ENTORNO<br>ANM.:SASGER.....           | 58 |
| 2.2.3 ESTRUCTURA DEL MECANISMO DE GESTION DE RED...                        | 61 |
| 2.3 ESTRUCTURA DE GESTION DE LA INFORMACION.....                           | 65 |
| 2.3.1 DEFINICION Y TIPOS DE BASES DE<br>INFORMACION DE GESTION.....        | 65 |
| 2.3.2 ARQUITECTURADE BASES DE INFORMACION DE<br>GESTION.....               | 69 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.3.3 ESTRUCTURACION DE LA BIG.....   | 79  |
| 2.4 MONITORIZACION BASADA EN COMPUTADOR.....  | 86  |
| 2.4.1 FORMULACION DE UN SUBCONJUNTO COMPLETO DE<br>PRIMITIVAS PARA LA GESTION DE RED..... | 90  |
| 2.4.2 DEFINICION DE LAS ESTRUCTURAS INTERNAS DE<br>UN GESTOR DE LA RED.....               | 100 |

### **CAPITULO 3 - GENERACION DE ESTRATEGIAS.**

|   |     |
|---|-----|
| 3.1 ESTABLECIMIENTO DEL MODELO.....   | 105 |
| 3.1.1 PLANES DE ACCION.....   | 108 |
| 3.1.2 LOS BIG'S DE LOS AGENTES.....   | 114 |
| 3.2 DESCRIPCION DEL ALGORITMO.....  | 121 |
| 3.2.1 ESTRUCTURA DE CREACION DE UN PLAN EN UN<br>AMBIENTE COOPERATIVO MULTIAGENTE<br>(ALG-I).....   | 121 |
| 3.2.2 ESQUEMA DEL ALGORITMO DE CONSISTENCIA<br>PARA LOS BIG'S DE MULTIPLES AGENTES<br>(ALG-II)..... | 123 |



|   |     |
|---|-----|
| 3.3 DEFINICION DE PRIMITIVAS.....                               | 125 |
| 3.3.1 ALGORITMO ALG-I.....                                      | 125 |
| 3.3.1.1 PROCEDIMIENTOS.....                                     | 125 |
| 3.3.1.2 ALG-I EXTENDIDO.....                                    | 127 |
| 3.3.2 ALGORITMO ALG-II.....                                     | 130 |
| 3.3.2.1 AMPLIANDO EL PASO NUMERO 1.....                         | 130 |
| 3.3.2.1 AMPLIANDO LOS PASOS NUMEROS 2 y 3<br>DEL ALGORITMO..... | 135 |
| 3.4 MECANISMO AUXILIAR.....                                     | 138 |

**CAPITULO 4 - SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA DEL  
TRATAMIENTO DE LOS RECURSOS.**

|  |     |
|--|-----|
| 4.1 EL PROBLEMA DE LA LOCALIZACION DE OBJETOS EN UNA<br>RED..... | 152 |
| 4.2 UBICACION DE OBJETOS.....                                    | 155 |
| 4.2.1 ASPECTOS GENERALES.....                                    | 154 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.2.2 FORMULACION.....                               | 165 |
| 4.2.3 ALGORITMO PARA LA UBICACION DE OBJETOS.....    | 174 |
| 4.3 APLICACION DEL METODO DE UBICACION AL ENTORNO    |     |
| SASGER PARA LA LOCALIZACION DINAMICA.....            | 177 |
|  |     |
| <u>CAPITULO 5 - APORTACIONES Y CONCLUSIONES.....</u> | 187 |
|  |     |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                             | B-1 |

## **OBJETO Y DESARROLLO DE LA PRESENTE MEMORIA.**

Actualmente, las necesidades en los sistemas de comunicación de datos van creciendo en diversificación y extensión. Esto obliga a plantear con urgencia soluciones en el área de la gestión de redes de comunicación.

El objeto de la presente tesis es el estudio y realización de una estructura flexible de propósito general, orientada a automatizar los procesos de gestión en entornos de red de área local.

Esta tesis presenta las bases formales de una herramienta de gestión integrada (SASGER (Sistema Avanzado eStandar para Gestión de Red) es el nombre aplicado al prototipo) que implemente ciertos niveles de inteligencia de forma reaccione automáticamente a estados del sistema con la mínima intervención directa de un operador humano.

Por las características incorporadas, se aportan numerosas ventajas al esquema global de las comunicaciones.

La memoria se encuentra dividida en cinco capítulos. En primer lugar se lleva a cabo el estudio exhaustivo de las arquitecturas de gestión de red, identificando un conjunto completo de funcionalidades. Así mismo se efectúa un análisis en el marco de los diferentes desarrollos actuales. También se contemplan diseños tanto en software como en hardware.

A continuación se describe una cobertura generalizada para automatizar las tareas de gestión de red.

Posteriormente, se especifican algoritmos para el desarrollo de un entorno de funcionamiento con múltiples agentes, que más adelante serán aplicados a la problemática de los recursos en una red de comunicación de datos.

Por último, se lleva a cabo una recopilación de las principales conclusiones y aportaciones, recogidas a lo largo de la tesis, señalándose posibles vías de investigación ulteriores.

Se incluye además una extensa y detallada reseña de referencias bibliográficas que se han consultado a lo largo de la elaboración de la presente memoria y que deberán tenerse en cuenta a la hora de poder aguardar futuras investigaciones adicionales en este campo.

Antes de proceder a desarrollar la tesis con el esquema que acabo de comentar, voy a permitirme indicar unos breves apuntes de la importancia social, económica y cultural de la incorporación de las nuevas tecnologías de información en el devenir diario.

Estas breves notas deben servir para situar la importancia estratégica de la gestión de red en el presente y en el futuro predecible

## 1. INTRODUCCION: LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DE INFORMACION. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tecnología de la información abarca el conjunto de términos y métodos que nos proporciona el medio cada vez más rápido y eficaz de adquirir, almacenar, transmitir y recuperar datos.

Cuando utilizamos este vocablo en general nos referimos a esas técnicas que el hombre ha creado y que se esfuerza en perfeccionar. No podemos olvidar la frase popularmente conocida: "La información es poder". Pero el desarrollo humano consciente de estas técnicas posee unos antecedentes previos que conviene recordar, ya que actualmente, las investigaciones apuntan hacia un análisis exhaustivo de nuestras técnicas naturales para el diseño de las técnicas artificiales que se pretenden perfeccionar.

La primera y más importante tecnología natural de la información es un sinónimo de creación y propagación de vida, es decir, es el método de transmitir toda la información necesaria a la siguiente generación de la especie correspondiente (una fibra de ADN (ácido desoxiribonucleico) representa una "memoria de  $10^{10}$  bits; como comparación, la Biblioteca del Congreso de los E.E.U.U. contiene alrededor de  $10^{13}$  bits, es decir unos 20 millones de libros).

El sistema nervioso central humano, supone el siguiente mecanismo más importante de manejo de información, y según se admite actualmente, ha requerido bastantes millones de años de

evolución. El resultado es un sistema biológico maravillosamente adaptado para la interacción informacional con el ambiente terrestre. Las capacidades de asociación y de abstracción son, tal vez, los hitos más significativos de esta importante herramienta fisiológica.

La tecnología de la información generada por el hombre ha sufrido, a posteriori, una evolución de unos 5000 años. La transmisión oral toma forma a través de una nueva técnica más estable y elaborada: la "escritura". La creación de alfabetos simbólicos impresos, no representa sino el comienzo de una larga cadena de técnicas que mejoran la creación, transmisión y almacenamiento de datos.

Un breve recorrido en la evolución de las técnicas de manipulación de la información humana desde sus comienzos hasta nuestros días puede darnos una idea aproximada del impacto de la microelectrónica en el último siglo, en lo que se ha venido a llamar: "las nuevas tecnologías de la información".

Cuatro factores, principalmente, son responsables de la difusión y penetración de la microelectrónica en las nuevas tecnologías de la información:

- 1.- El rendimiento de los componentes englobados en el concepto de "microelectrónica" avanza exponencialmente (el número de funciones se ha doblado en menos de dos años).

2.- El coste de los componentes baja masivamente, con lo que las aplicaciones se multiplican y diversifican. Al mismo tiempo, se registra un incremento espectacular en investigación en este ramo (el capital considera a la inversión en investigación como una empresa segura y rentable).

3.- El tamaño de los componentes se reduce, permitiendo procesadores de información compactos y portables. Este es otro importante factor para la diversificación de nuevas aplicaciones.

4.- La integración de sistemas es ya un hecho, con un enfoque básico hacia el "chip" multifunción. Fruto de esta tendencia a la integración, se registra, al mismo tiempo, un aumento de las necesidades de interconexión, apoyandose en la dispersión física real de numerosos sistemas ocupados en aplicaciones diversas.

Es posible que en los próximos diez años seamos testigos de cambios aún más significativos gracias a la utilización masiva del ORDENADOR, que hoy ya es una herramienta realmente importante en el manejo de datos.

## 2. LAS SOCIEDADES INDUSTRIALIZADAS Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION.

En general, en el último siglo, la organización social se ha visto afectada por el impacto de las nuevas tecnologías. En particular, las técnicas referidas al manejo de información han sufrido cambios espectaculares: teléfono, telex, televisión, ..., el ordenador, videotext, ... Los análisis sobre su impacto social se convierten en obsoletos, casi inmediatamente después de emitirse debido a los continuos cambios de escena.

El control de las comunicaciones ha estado ligado históricamente con el poder. Lo que podemos afirmar es que los futuros historiadores verán esta época coronada por la influencia de las nuevas tecnologías así como por el intenso esfuerzo "a nivel mundial" (más adelante se matiza este giro lingüístico identificando las zonas geográficas involucradas en el intento) del potencial económico para el desarrollo de estas tecnologías.

Los ingresos por servicios de telecomunicación suponen aproximadamente el 2 ó 3% del PNB en los países desarrollados, aunque las previsiones anuncian un aumento (según la Comisión alcanzará el 7% en la CEE a finales de siglo, según A.D. Little el crecimiento sólo será superado por el sector seguros)[DOST 88].

Europa cuenta con unas adecuadas provisiones de energía para su población y sus industrias, lo que le coloca en una situación



interesante para la exportación. Es importante resaltar su situación competitiva en el mercado mundial y en este contexto, las nuevas tecnologías de la información, las telecomunicaciones, adquieren una dimensión geopolítica que no debemos perder de vista. Este papel dinámico es particularmente claro en el caso de Europa, ya que mientras en otros sectores como la microelectrónica y la informática, Europa ha perdido ya prácticamente su capacidad competitiva frente a Japon y EEUU, el sector de telecomunicaciones en Europa todavía puede constituir una potencia industrial y tecnológica que permita a las compañías europeas una cierta capacidad de negociación en la reestructuración mundial en curso, en el terreno decisivo de las tecnologías de la información.

De entre el resto de países industrializados podemos nombrar por su importancia a USA y Japón. Ambos han establecido, ayudados por una fuerte intervención de sus gobiernos, una situación de dominio en el sector a través de monopolios internacionales. Es de esperar que este dominio, en la próxima década, se asiente y tome más fuerza. De hecho, existe ya un estado de monopolio real en el campo de las tecnologías clave como los microprocesadores, dispositivos de almacenamiento masivo, etc...

## 2.1 IMPACTO GENERAL A NIVEL EMPRESARIAL/INDUSTRIAL.

Las telecomunicaciones juegan un papel clave por su carácter dual, es decir por la dimensión económica del sector en sí mismo, y

por ser un factor de producción esencial en la "sociedad de la información".

El efecto inmediato más significativo es la creación de nuevas fuentes de datos de producción y la aparición de un comercio para esta información. El resultado son sistemas empresariales que se ajustan muy rápidamente a los cambios, mejoran su respuesta con el entorno e incrementan su rendimiento.

Las telecomunicaciones constituyen el sistema nervioso del nuevo sistema productivo característico de la época histórica actual. Las razones de esta interdependencia pueden cifrarse en cuatro puntos básicos:

- a) La productividad de las empresas y el poder de las instituciones dependen esencialmente de un manejo eficiente de la información. Por ésto, las telecomunicaciones son la infraestructura esencial de nuestra sociedad, en tanto en cuanto la economía mundial funciona en tiempo real.
- b) El sector industrial de equipos de telecomunicación es uno de los núcleos esenciales de la nueva industria de bienes de equipo, con una tasa de crecimiento no superada más que por algún otro sector privilegiado. Es también un sector en el que se produce el efecto de una intensa innovación tecnológica.
- c) La innovación tecnológica y la extensión de la infraestructura de telecomunicaciones en conexión con los ordenadores están

abriendo inmensas posibilidades, con sus correspondientes mercados, en el sector de servicios y su creciente valor, hacen de los servicios de telecomunicación un segmento esencial del dinamismo económico para los próximos años.

d) En la medida en que la posición competitiva de empresa y economías nacionales en el contexto mundial dependan en gran medida de su relación privilegiada con los Estados nacionales, la política de telecomunicaciones será, en último término la que condicione el futuro industrial de los distintos países en la economía del siglo XXI.

## 2.2. NUESTRO FUTURO.

El papel de los gobiernos es el de crear las condiciones de política económica necesarias para que las empresas enraizadas en el territorio donde residen los ciudadanos que los eligen puedan prosperar económicamente e innovar tecnológicamente.

En nuestro entorno, debido a una política histórica con discontinuidades pero en general nefasta, se puede temer por el futuro de nuestra industria de telecomunicaciones que en el peor de los casos se vería relegada a servicios de gama baja, de escaso valor añadido, teniendo en cuenta el retraso tecnológico general, según se recoge en estudios económicos relacionados con los sectores tecnológicos de la información de diversa procedencia.

No obstante aún estamos a tiempo de subir al tren tecnológico y abandonar el papel subordinado en la carrera internacional. Olvidar definitivamente una situación de meros consumidores de tecnología punta pasando a un plano de I+D en un campo en el que aún hay mucho que decir. Los puntos clave en que podemos cifrar el arranque son :

1. Planificación tecnológica y económica del sector de telecomunicación. Esto permitirá a las empresas programar convenientemente sus inversiones en investigación y mercado y definir sus productos.
2. Definición de las necesidades de equipamiento en materia de telecomunicaciones a corto, medio y largo plazo.
3. Apoyo del Gobierno a PYMES tecnológicamente capaces de desarrollar productos que se atengan a las demandas detectadas en el punto anterior. Apoyo financiero, en forma de programas de investigación y de formación, etc... No obstante el producto final debe ser internacionalmente competitivo porque de no ser así el apoyo puede convertirse en un proteccionismo contraproducente con la aparición de un mercado artificialmente competitivo.
4. Apoyo del Gobierno al sector industrial de telecomunicaciones de base, de manera que sea capaz de integrarse con una cierta capacidad de negociación en la nueva estructura mundial, en la que tan solo cinco o seis grupos, como

máximo, podrán competir a medio plazo. Amper por su posible vinculación al grupo ATT-Italtel) y Alcatel (por su proyección a Europa) aparecen como los candidatos más aceptables.

5. Agilización de la liberalización del sector de servicios de telecomunicaciones, permitiendo que PYMES de diversa procedencia entren en este mercado.

6. Potenciación y agilización del giro aplicado a Telefónica, mediante el cual ésta se convierta definitivamente en un eficaz y óptimo operador público que mantiene estrictamente el monopolio de la red telefónica.

Las posibilidades en I+D son diversas pero las respuestas no pueden dilatarse ya que la carrera ha comenzado. Si nuestra economía apuesta por las telecomunicaciones estamos apostando por el futuro, nuestro futuro.

### 3. LA TELEMÁTICA (TELEcomunicaciones + inforMÁTICA).

La "TELEMÁTICA" es una rama de la informática que potencia las posibilidades de los ordenadores aplicando los más novedosos avances en telecomunicaciones. Constituye el hito más reciente en tecnología de información. La telemática es, a un tiempo GRAN USUARIO de las nuevas tecnologías (sobre todo microelectrónica,

informática y las propias tecnologías de comunicación) y MOTOR/HERRAMIENTA básica en la investigación.

En el pasado los servicios de telecomunicación como el teléfono o el telégrafo se ofrecían al usuario separadamente, cada uno equipado con su propio terminal y estableciendo enlaces en redes distintas de comunicación.

Hoy, la situación es más compleja y flexible. Nuevos servicios de valor añadido aparecen a disposición del usuario, los terminales de acceso estandar nos permiten tener acceso a múltiples servicios integrados en una única red de comunicación.

Las actuales y futuras aplicaciones de la tecnología de información se ocuparán de cubrir las necesidades personales tales como protección/seguridad, aumento del confort en el hogar, facilidades para llevar la administración de la casa, ocio, educación, salud, potenciación de las posibilidades de comunicación, traslado del trabajo al hogar,...; así como las necesidades de información industrial y empresarial que las células sociales demanden.

Los ordenadores "trabajo/hogar" que se están poniendo de moda en EEUU son un ejemplo entre el presente y el futuro de lo que la telemática puede suponer en unos pocos años.

Estos ordenadores, baratos y poco voluminosos, en general PC's de configuración estandar con enlaces de comunicación exterior, facsimile, acceso a videotex, posibilidad de entrada y salida de datos

con voz, dispositivos de almacenamiento flexible de gran capacidad, y con posibilidades de gestión de grandes base de datos locales o de conexión en forma de terminal con otros equipos físicamente distantes de manera que tengan acceso a masas aún mayores de datos. Tecnológicamente existen ya, pero su incorporación al hogar como un electrodoméstico más, supondrá una modificación de la localización y organización del trabajo y del ocio.

Si se considera por ejemplo el ahorro de energía y tiempo que se conseguiría desplazando el trabajo al hogar. Se puede estimar que una 60.000 horas de la vida de un adulto se emplean en el desplazamiento del individuo, estas cifras pasan a 80.000 e incluso a 130.000 horas para los individuos de zonas urbanas conflictivas. Las posibilidades de descentralización de los núcleos urbanos podría ser una consecuencia natural.

Las redes locales se han convertido en el sector de mayor crecimiento de la industria informática (telemática) actual. Tanto las empresas como las entidades estatales están instalando estos Sistemas, como una de las soluciones más efectivas desde el punto de vista de los costes, para resolver sus necesidades en tecnología informática.

Sin embargo, a medida que se permite el acceso de un mayor número de usuarios y de servicios, la red registra una cantidad de tráfico superior a la prevista, provocando, algunas veces, una disminución de las prestaciones que dan lugar a quejas por parte de

los usuarios, especialmente en relación con la mayor lentitud del tiempo de respuesta y otros problemas.

Desde el momento en que las redes de area local se extienden, éstas se vuelven cada vez más complejas y más impredecibles. En algunos casos, las redes soportan más usuarios de los que se supuso en su diseño, o algún dispositivo debe trasladarse de un punto a otro de la red cuando esta está activa, o el volumen de datos varía alarmanamente o quizás algún componente hardware se estropea,...

Los usuarios que utilizan estos sistemas necesitan de un software y de un hardware que monitorice, informe y analice el tráfico, controle los elementos de la red, supervise las recuperaciones de estados de fallo,... y que en definitiva realice un control exhaustivo de la red.

La gestión de red enseña a identificar las causas y adoptar las medidas necesarias para resolverlas. La manera de controlar los sistemas de red, para preveer los posibles problemas y cómo solucionarlos, así como la manera de optimizar y ajustar el sistema para conseguir el mayor rendimiento.

Las herramientas de gestión de red pueden agruparse en dos categorías: monitores pasivos y controladores inteligentes que analizan y supervisan la red.

Los monitores pasivos especializados suelen capturar su información de los circuitos de comunicación de la red emitiendo en



una consola estadísticas, datos sobre flujos y si la herramienta es más completa, hasta conclusiones sobre los datos capturados. Considerando pues su nivel de sofisticación, estas herramientas de medida pueden agruparse en dos tipos de productos: sistemas pasivos que proporcionan exclusivamente información estadística sobre la actividad de la red, y analizadores, que examinan los paquetes para establecer las causas de cualquier posible problema. En el mercado podemos distinguir entre:

A. Detectores de fallos en el cableado. Su funcionamiento se basa en el envío de impulsos por los cables que componen la red realizando un análisis exhaustivo de las señales de retorno. Esto permite detectar malos funcionamientos, así como malas instalaciones del cableado.

B. Monitor de red. Proporciona estadísticas sobre el tamaño, direcciones, origen y destino de los paquetes. También genera información sobre el número de paquetes que contienen errores, así como el número de colisiones.

C. Analizador de protocolos. Además de lo que proporcionaban los monitores, estas herramientas realizan funciones de captura y decodificación de paquetes, lo que les permite ahondar en los posibles problemas que se detecten.

D. Generadores de paquetes. Son herramientas de simulación. Envían paquetes a la red para estudiar los efectos de cambios, adiciones de dispositivos o eliminación de elementos.

Estos sistemas pueden ayudar a los gestores en la difícil tarea de comprender lo que ocurre en sus redes, de modo que pueda incrementarse su eficiencia permitiendo la previsión y la reacción activa ante problemas no aleatorios.

Los productos de gestión de red crecen día a día en sofisticación. Los usuarios de grandes redes buscan una única herramienta que aune y potencie las capacidades de estos monitores estáticos.

Por otra parte, las LANs agrupan material heterogéneo, de forma que la gestión debe cubrir muchos protocolos y dispositivos distintos. La inexperiencia de los diseñadores que no se anticipan al crecimiento natural de la red. O la migración de la LAN tradicional a la WAN que comienza a ser el día a día del gestor de la red.

Estas situaciones entre otras exigen controladores inteligentes que integren las habilidades del monitor, del analizador, del simulador,... como un todo que forme parte de la red misma gestionando desde dentro de manera transparente al usuario.

La gestión de red es una temática nueva y constituye hoy uno de los puntos de interés más acuciantes ya que es ahora cuando las redes de telecomunicación han cobrado la extensión suficiente y han sido adoptadas por el número de usuarios necesario para que su gestión a cargo de unos pocos (los gestores de red) preocupe y afecte a demasiados (los usuarios).

NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR  
(por edad y sexo) MUJERES

|       | ALEMANIA | FRANCIA | REINO U. | ITALIA |
|-------|----------|---------|----------|--------|
| 15-19 | 7        | 21      | 28       | 8      |
| 20-29 | 10,5     | 23      | 28,5     | 15     |
| 30-39 | 11,5     | 16,5    | 28,5     | 10,5   |
| 40-49 | 6        | 12      | 21       | 12,5   |
| 50-59 | 4,5      | 5       | 15       | 7      |
| 60-69 | 5,5      | 0,5     | 8,5      | 1      |

NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR  
(por sexo y ocupacion) TOTAL

|                | ALEMANIA | FRANCIA | REINO U. | ITALIA |
|----------------|----------|---------|----------|--------|
| JORN. COMPLETA | 9,5      | 15,5    | 24       | 12     |
| MEDIA JORNADA  | 8,5      | 15,5    | 22       | 10     |
| AUTONOMOS      | 7        | 9,5     | 17       | 11     |

NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR  
(por sexo y ocupacion) MUJERES

|                | ALEMANIA | FRANCIA | REINO U. | ITALIA |
|----------------|----------|---------|----------|--------|
| JORN. COMPLETA | 8        | 16,5    | 24,5     | 11     |
| MEDIA JORNADA  | 8        | 15      | 22       | 7,5    |
| AUTONOMOS      | 6,5      | 9       | 22       | 9      |

NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR  
(por sexo y ocupacion) HOMBRES

|                | ALEMANIA | FRANCIA | REINO U. | ITALIA |
|----------------|----------|---------|----------|--------|
| JORN. COMPLETA | 10       | 15      | 24       | 12,5   |
| MEDIA JORNADA  | 10       | 18,5    | 21       | 15     |
| AUTONOMOS      | 7        | 9,5     | 16       | 12     |

Datos extraídos de una encuesta realizada a finales de 1984 sobre una muestra de mas de 10.000 individuos en los países indicados : Francia, Italia, Republica Federal Alemana y Reino Unido.

NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR  
(por edad y sexo) MUJERES

=====

|       | ALEMANIA | FRANCIA | REINO U. | ITALIA |
|-------|----------|---------|----------|--------|
| 15-19 | 7        | 21      | 28       | 8      |
| 20-29 | 10,5     | 23      | 28,5     | 15     |
| 30-39 | 11,5     | 16,5    | 28,5     | 10,5   |
| 40-49 | 6        | 12      | 21       | 12,5   |
| 50-59 | 4,5      | 5       | 15       | 7      |
| 60-69 | 5,5      | 0,5     | 8,5      | 1      |

NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR  
(por edad y sexo) HOMBRES

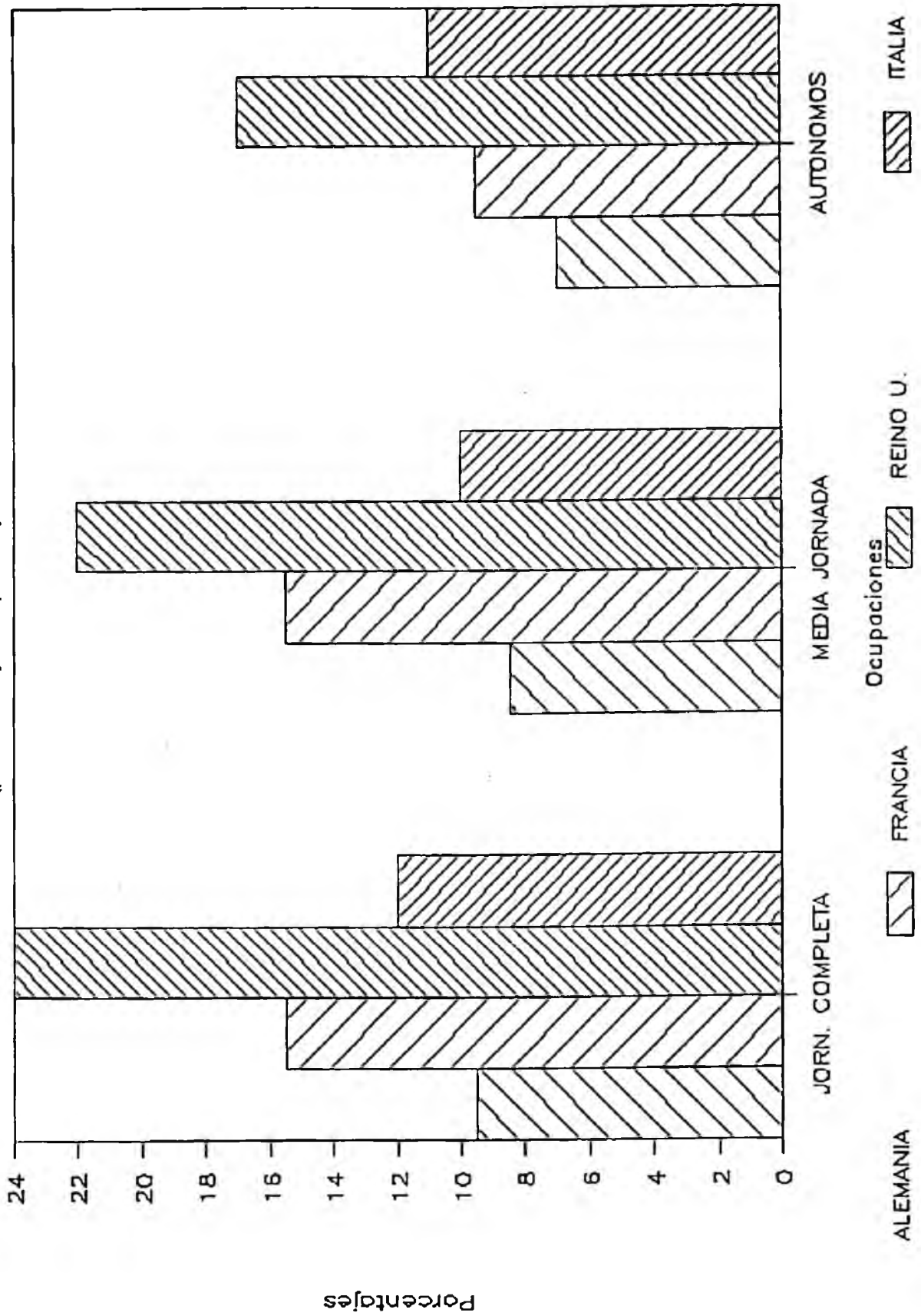
=====

|       | ALEMANIA | FRANCIA | REINO U. | ITALIA |
|-------|----------|---------|----------|--------|
| 15-19 | 10,5     | 34,5    | 29       | 17,5   |
| 20-29 | 12,5     | 17,5    | 29       | 12,5   |
| 30-39 | 13,5     | 15      | 23       | 13,5   |
| 40-49 | 8        | 11      | 20       | 11,5   |
| 50-59 | 3,5      | 7       | 18,5     | 10     |
| 60-69 | 5        | 8       | 16,5     | 7      |

-----  
 Datos extraídos de una encuesta realizada a finales de 1984  
 sobre una muestra de más de 10.000 individuos en los países  
 indicados : Francia, Italia, Republica Federal Alemana y  
 Reino Unido.  
 -----

# NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR

(por sexo y ocupacion) TOTAL



ALEMANIA

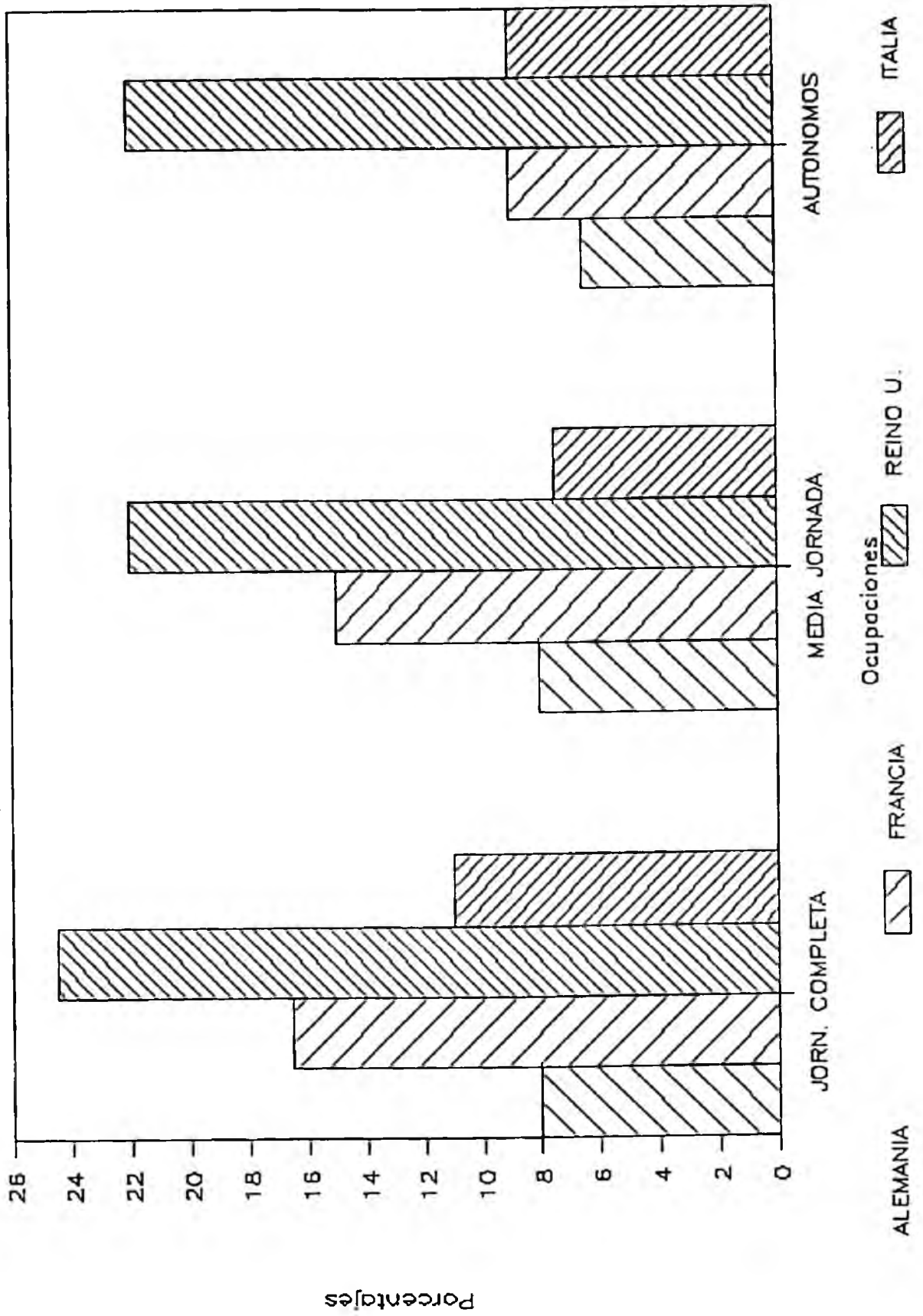
FRANCIA

Ocupaciones REINO U.

ITALIA

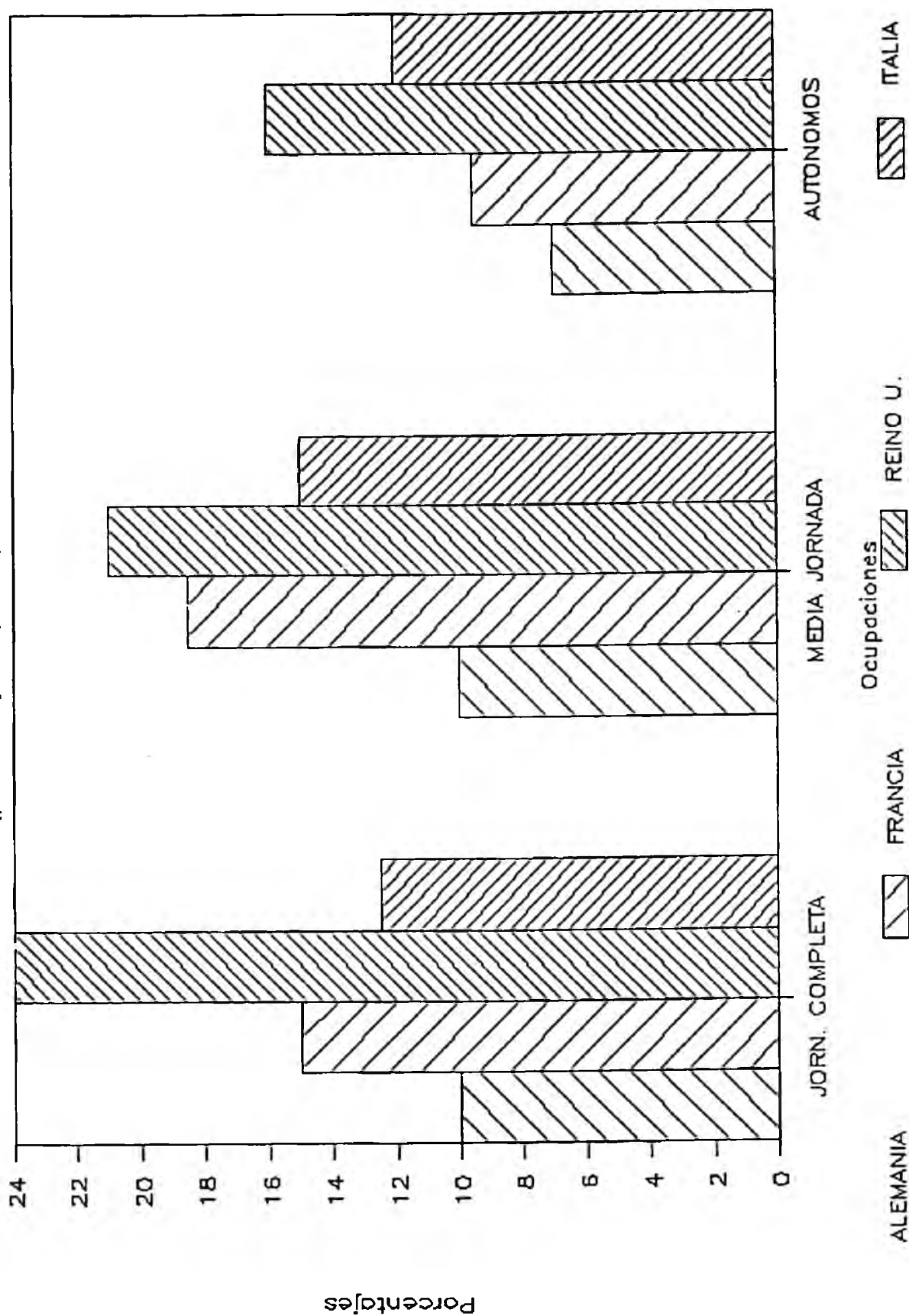
# NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR

(por sexo y ocupacion) MUJERES



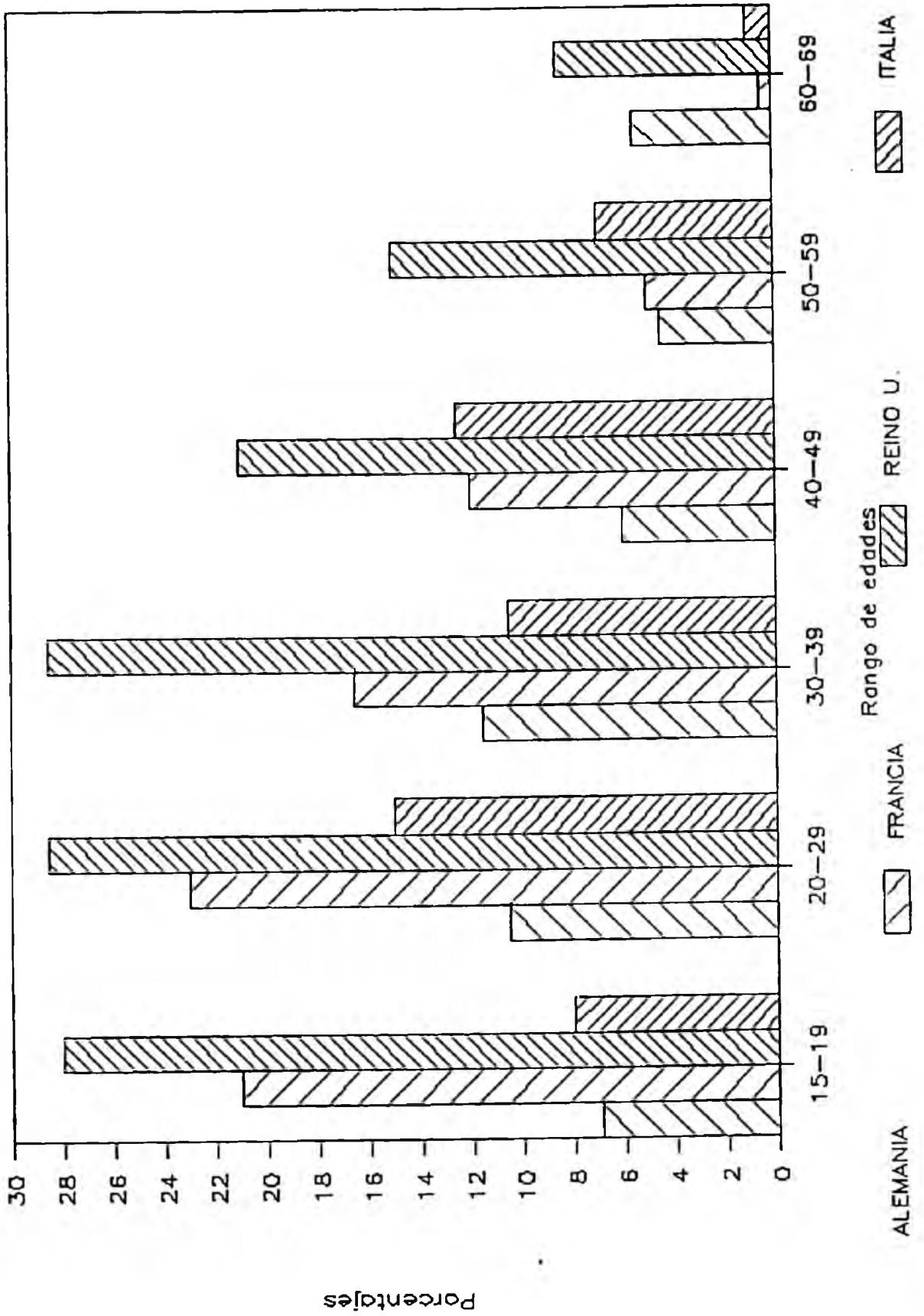
# NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR

(por sexo y ocupacion) HOMBRES



# NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR

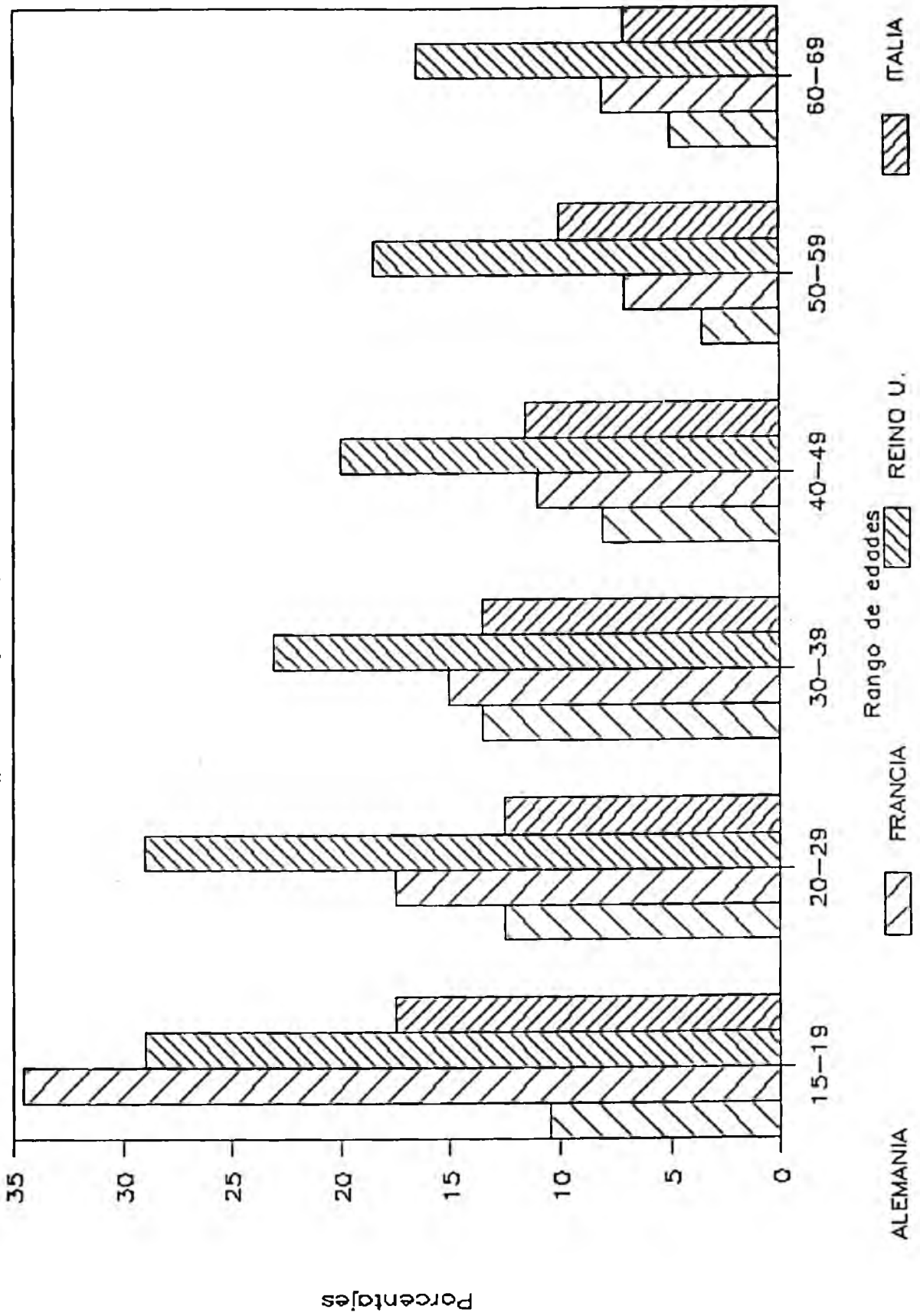
(por edad y sexo) MUJERES





# NIVEL DE ACEPTA. DEL TRABAJO DESDE EL HOGAR

(por edad y sexo) HOMBRES



1.

S I S T E M A S D E G E S T I O N

D E R E D

=====

=====

## **1.1 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES FUNCIONALES.**

### **1.1.1 ORGANIZACION DE TAREAS.**

La interacción y transmisión de información (audio, video, texto, ...) entre puntos distantes, dentro de una red es un proceso complejo que requiere el funcionamiento cooperativo de un gran número de subsistemas. Se necesita en consecuencia un planteamiento multicapa-multinivel de organización de tareas (modelo general OSI del organismo internacional ISO de 7 capas : físico, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación).

Un nivel o capa *n* se define por medio de un conjunto de procesos denominados "procesos correspondientes", un conjunto de funciones llevadas a cabo por los procesos y por un conjunto de reglas denominadas "protocolos", que gobiernan las acciones mencionadas. La utilidad del enfoque de niveles proviene de la necesidad de que el funcionamiento de un nivel sea independiente y consiguientemente cada uno de ellos pueda ser generado, revisado y mantenido en forma autónoma con respecto a los demás. El reparto de funciones para la consecución de la tarea global es tal que los servicios inferiores proporcionan su potencial a los niveles superiores. La implementación (software, firmware o hardware) de las funciones se realiza de manera transparente al usuario, las llamadas internivel se realizan automáticamente con mecanismos de control de objetivo, lo que ofrece una medida real de la independencia entre procesos [MARK 89].

La capa o nivel más estrechamente relacionada con la gestión de red es la número 7 o de aplicación. El propósito de este nivel es proporcionar una *ventana* para que los procesos de aplicación correspondientes se puedan comunicar a través de un entorno abierto OSI [RUDN 86].

La comunicación entre procesos de este séptimo nivel tiene lugar a través de las "entidades de aplicación" en el contexto de aplicación productiva. Estas "entidades" se dividen en dos categorías: "elementos de usuario" y "elementos del servicio de aplicación". Los primeros son las propias aplicaciones de usuario. Los segundos son aplicaciones estandar que resuelven problemas específicos que en general se presentan en las aplicaciones de usuario. De este modo las aplicaciones de usuario delegan la resolución de estos problemas invocando los servicios de estos elementos. Estos últimos a su vez pueden clasificarse en dos :

a) CASE (*Common Application Service Elements*). Es un conjunto de servicios que son utilizados por otros servicios del nivel de aplicación. Se pueden dividir en:

1- ROSE (*Remote Operations Service Element*). Encargado de iniciar operaciones y recibir resultados de una SASE remota.

2- ACSE (*Association Control Service Elements*). Encargado de establecer y liberar una "asociación" lógica (es decir, una conexión lógica) entre dos SASE's).

3- CCR (*Commitment Concurrency Recovery*). Coordinan aplicaciones distribuidas en diferentes sistemas abiertos, implementa acciones "atómicas". Hay que tener en cuenta que estas acciones o bien se realizan completamente o en otro caso no se realiza nada.

Otros bloques de construcción de entidades de nivel de aplicación, además de ROSE y CCR son : RTSE (*Reliable Transfer Service Element*), DTP (*Distributed Transaction Processing*) y RDA (*Remote Database Access*).

b) SASE (*Specific Application Service Elements*). Algunos ejemplos de servicios SASE's son :

- La FTAM (*File Transfer Access and Management*) responsable de la transferencia de ficheros completos o partes (registros) de ficheros, de la lectura y modificación de atributos de un fichero, acceder a ficheros remotos y gestionar operaciones con ficheros.

- El JTM (*Job Transfer and Manipulation*).

- El VT (*Virtual Terminal*) proporciona una estructura de comunicaciones común para diferentes sistemas operativos de terminal y computador ("host").

- El TP (*Transaction Processing*).

- El TOPP (*Transaction Oriented Processing Protocol*).
  
- El DS (*Directory Service*) (o X.500 según CCITT, Consultive Committee on International Telegraph and Telephone) proporciona acceso y gestión a la base de datos de información de ámbito mundial de los "sistemas de comunicación"; traduce nombres en direcciones, verifica si el nombre es único en el sistema, determina si un usuario tiene derecho a realizar una petición.
  
- El MHS (*Message Handling Systems*) proporciona unos medios para transferir mensajes electrónicos entre sistemas de correo electrónico (o E-MAIL) públicos y privados, X.400 según CCITT.
  
- Los MMS (*Manufacturing Message Services*), servicios en MAP (*Manufacturing Automation Protocol*) de acceso a información remota : PLC's, controladores de robots, ..., control de sucesos remotos, ... .
  
- El MOTIS (*Message Oriented Text Interchange System*).

### 1.1.2 TAREAS DE CONTROL.

Todo sistema global de comunicación de datos posee, además de las tareas asociadas a cada uno de los 7 niveles, dos tareas adicionales de vital importancia denominadas "tarea temporizador" y "tarea de gestión" del sistema. La primera se encarga de las funciones necesarias de "tiempo límite" asociado a diversas entidades de protocolo (máquinas de estado) del sistema. La segunda es la responsable de las funciones de gestión de cada uno de los niveles y del sistema como un todo.

#### 1.1.2.1 TAREAS TEMPORIZADOR.

Existe una única "tarea temporizador" para todo el sistema, así que normalmente sólo existe una estructura de información en forma de cola de entrada única. Esta tarea se encuentra guiada por interrupciones externas de reloj del sistema. Una señal (la interrupción) se genera a intervalos de tiempo preprogramado, de valor igual al mínimo tiempo del "tick" del reloj; entonces se planifica para su ejecución la tarea temporizada.

Un conjunto adecuado de "primitivas de servicio de usuario", asociadas a la tarea temporizador, ponen a disposición de los sucesos de los distintos niveles la acción de tiempo límite.

### 1.1.2.2 TAREA DE GESTION DEL SISTEMA.

Dos son las funciones de la "Tarea de Gestión del Sistema" (abreviadamente SMT, "*System Management Task*") en cada Sistema:

- 1) La que trata de la gestión de su propio entorno local (Sistema).
  
- 2) La que trata con otras de tales tareas en la gestión de la subred de comunicaciones completa, a la que está conectado el Sistema.

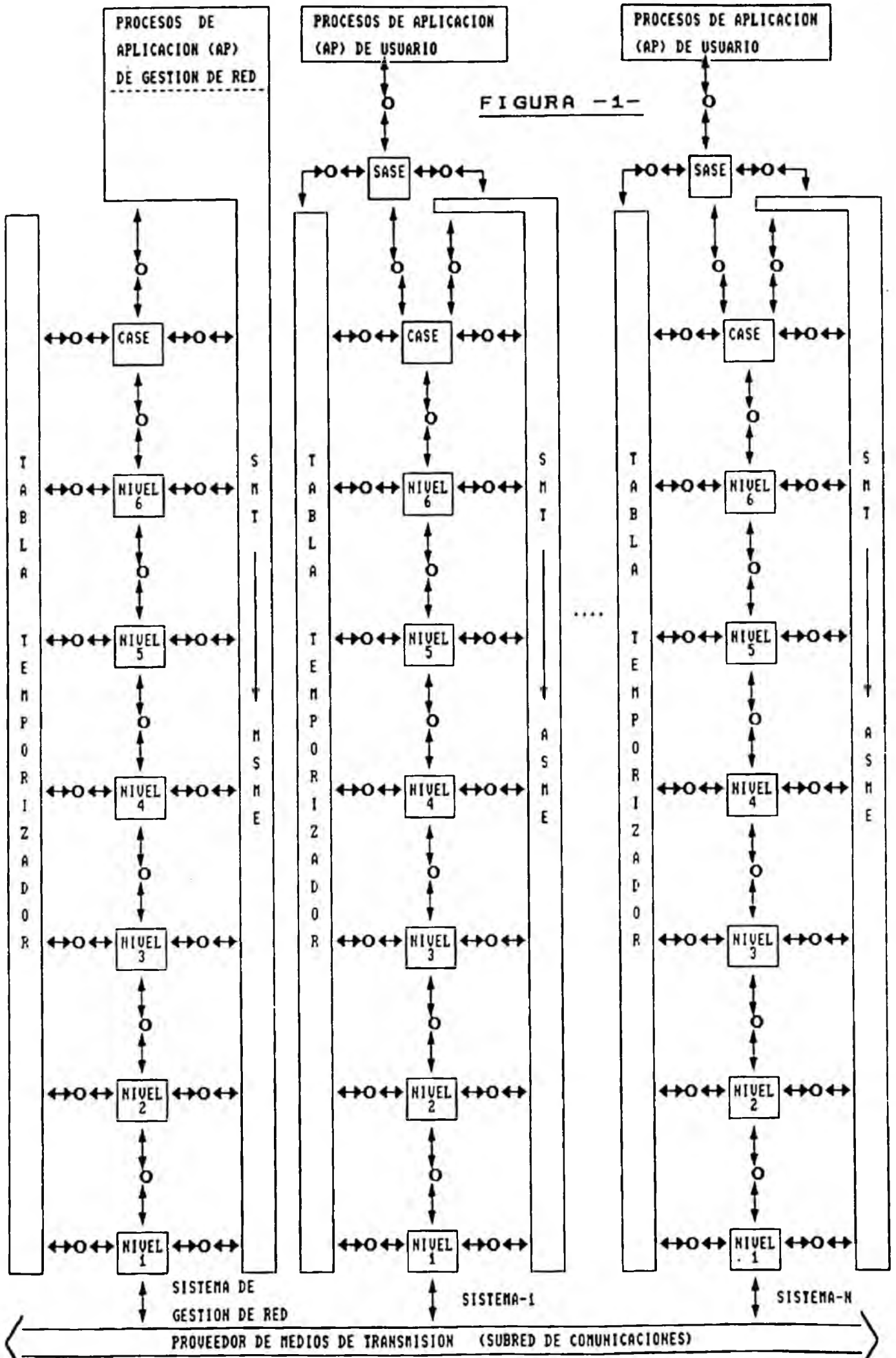
Para realizar la primera función, debe intercambiar "información de gestión" con las diversas entidades de protocolo (tareas) dentro de su propio sistema que utiliza, por ejemplo, colas inter-tarea similares a las descritas para la "Tarea Temporizador". Para llevar a cabo la segunda función se necesita el intercambio de "información de gestión" con una tarea similar ("Entidad de Gestión") de un sistema remoto. Normalmente, existe un sistema separado asociado con cada subred componente de un entorno de interconexión de sistemas abierto (OSI) completo, que está dedicado a la tarea de la gestión de la subred. Un gestor de red (humano) controla entonces la subred a través de este sistema. La interacción entre el gestor de red y el sistema de gestión se hace por medio de un proceso de nivel de aplicación conocido abreviadamente como



NMAP ("*Network Manager Application.Process*"). Este a su vez, tiene un interface con el SMT del sistema de gestión de red, que intercambia información con los SMT's de los otros sistemas en esa subred para llevar a cabo la gestión global de la subred. El SMT del sistema de gestión de red se denomina MSME ("*Manager System Management Entity*") y el SMT en los otros sistemas se conoce bajo el apelativo de "Agente SME" (o de forma abreviada ASME (Agente SME)). Si la información de gestión tiene que ser intercambiada sobre la red entre el MSME y la comunidad distribuída de ASME's, debe emplearse un protocolo que lo reglamente.

Como se observa en la figura 1, el ASME de cada sistema tiene un conjunto de interfaces. En primer lugar, tiene un interface con cada "entidad de protocolo" para el intercambio de "información de gestión" relativa específicamente a ese nivel y en segundo lugar tiene un interface con la entidad CASE (*Common Application Service Element*) del nivel de Aplicación (capa 7 del Modelo de Arquitectura de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos OSI del ISO) para intercambiar PDU's (Unidades de Datos de Protocolo) con un MSME remoto.

Como puede observarse también, en algunos casos puede existir un AP (*Application Process*) de gestión local (ésto es, un Sistema o máquina dependiente) utilizada para funciones puramente locales tales como la "inicialización del sistema". El diagrama esquemático de la figura 2 muestra los diversos componentes asociados con la "gestión de una subred" [ELLI 86].



Como puede verse en la figura 2 el NMAP se compone de un conjunto de módulos funcionales que son:

(1) "CM" ("*Configuration Management*"). Este componente engloba un conjunto de actividades que colectivamente realizan la "monitorización y "control de la configuración" de varios sistemas interconectados y sus niveles de protocolos asociados.

(2) "PM" ("*Performance Management*"). Este componente engloba un conjunto de actividades que colectivamente llevan a cabo la "recogida y análisis de las estadísticas" de rendimiento de la red.

(3) "FM" ("*Fault Management*"). Este componente engloba un conjunto de actividades que colectivamente llevan a cabo la "detección" y si es posible la "corrección" de fallos en la red o sus sistemas interconectados.

(4) "AM" ("*Accounting Management*"). Este componente engloba un conjunto de actividades que tienen que ver con la "acumulación y análisis" de estadísticas relativas a la utilización de los diversos recursos de la red.

5) "SM" ("*Security Management*"). Este componente tiene que ver con el "control de acceso" a las diversas operaciones de gestión para asegurar que la subred sea segura.

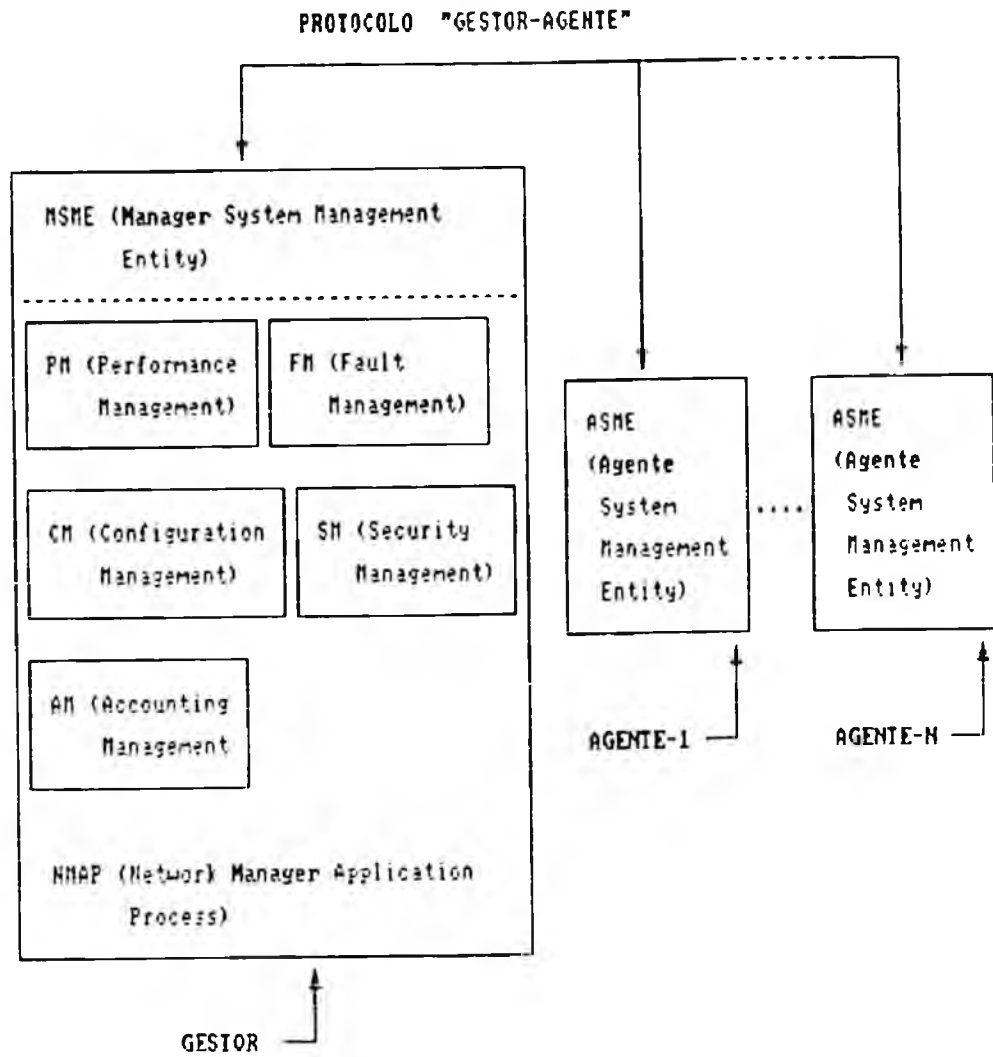


FIGURA -2-  
ELEMENTOS DEL NMAP.

Asociada con estas funciones existe un conjunto de acciones (denominadas "Directivas") que permiten al NMAP llevar a cabo remotamente operaciones de gestión específicas en variables seleccionadas (relacionadas con el "estado" y "estadísticas" del Sistema), mantenidas por cada nivel y por tanto accesibles a través de un ASME de los sistemas interconectados. Por ejemplo, a nivel del Sistema, el NMAP puede desear pedir a un ASME restaurar cada entidad de protocolo (máquina) de nivel, siguiendo una operación de "reconfiguración". Análogamente, a nivel de capa, el NMAP puede pedir una "estadística" específica, mantenida por un nivel desde un ASME, tal como el número de PDU's (Unidades de Datos de Protocolo) de cancelación recibidas, relativas a ese nivel (o capa o extracto OSI), o el número de intentos de transmisión sin éxito. Las transferencias relativas a tales acciones son todas iniciadas por el NMAP. Sin embargo, la ocurrencia de ciertos "eventos" (o sucesos) dentro de un sistema interconectado, pueden causar que un ASME informe al NMAP de su ocurrencia inmediatamente. Un ejemplo de esto es cuando una estadística relativa a un nivel alcanza un límite umbral predefinido. En general, sin embargo, el grueso de la inteligencia (y por tanto de los tratamientos) asociados con la "gestión" de una subred está en el NMAP y sólo un conjunto mínimo de funciones están asociadas con cada nivel y por tanto el ASME de cada sistema. De este modo, se reducen al mínimo los tiempos no útiles de tratamiento ("*overheads*") en cada sistema asociado con la "gestión de red".

### 1.1.3 GESTION DE LOS NIVELES.

Cada nivel, además de mantener la información de estado (variables) relativa al estado de funcionamiento ordinario de la máquina de protocolo, mantiene un conjunto de variables relativas a las diversas estadísticas operacionales para los propósitos de "gestión de nivel". Algunos ejemplos de información estadística recogida por cada "tarea de nivel" son:

1) Nivel de Aplicación (o Capa 7): ACSE/CASE. El número de primitivas negativas recibidas del tipo "A.Associate-respuesta". El número de "A-PDU's" (Unidades de Datos de Protocolo del nivel de Aplicación) de cancelación recibidas y enviadas.

2) Nivel de Presentación (o Capa 6 OSI). El número de P-PDU's (Unidades de Datos de Protocolo del nivel de Presentación) del tipo CPR ("Connect Presentation Response") recibidas y enviadas sin éxito, con los códigos de la causa o razón habida. El número de P-PDU's no reconocidas recibidas.

3) Nivel de Sesión (Capa 5 OSI). El número de S-PDU's del tipo RF ("Refuse") recibidas y enviadas. El número de S-PDU's (Unidades de Datos de Protocolo del nivel de Sesión) del tipo AB ("Abort") recibidas y enviadas.

4) Nivel de transporte (Capa 4 OSI). El número de errores de protocolo que se han producido. El número de veces que el

"time-out" expira en una T-PDU (Unidad de Datos de Protocolo del nivel de Transporte) recibidas y enviadas. El número de T-PDU's que tienen el campo de control de errores ("checksum") erróneo.

5) Nivel de Red (Capa 3 OSI). El número de N-PDU's (Unidades de Datos de Protocolo del Nivel de Red) recibidas y enviadas. El número de N-PDU's descartadas debido a un NSAP (Punto de Acceso al Servicio del Nivel de Red) desconocido.

6) Subnivel LLC (Control de Enlace Lógico), estrato superior dentro del nivel de Enlace de Datos (Capa 2 OSI); el LLC puede clasificarse en LLC1 (si es del tipo 'sin conexión') o LLC2 (si es del tipo 'con conexión' es decir lo opuesto a 'datagrama', que es el 'circuito virtual' o lo que es lo mismo 'orientado a la conexión'). El número de L-PDU's (Unidades de Datos de Protocolo del nivel LLC) de tipo 'Test' recibidas y enviadas. El número de errores de protocolo.

7) Subnivel MAC (Control de Acceso al Medio), estrato inferior dentro del nivel de Enlace de Datos (Capa 2 OSI), presenta un interface por su parte inferior con el nivel físico (Capa 1 del Modelo Arquitectónico de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos OSI de ISO (International Organization for Standardization)). El número de "colisiones" e "intentos de retransmisión" en redes del tipo "método de acceso al medio aleatorio" CSMA/CD (Acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisión). El número de fallos en el

paso del testigo (o "token") en redes del tipo "token-ring" y "token-bus", genéricamente denominadas en conjunto, de "paso de testigo" (IEEE 802.5/802.4).

Normalmente, la mayor parte de la información se mantiene en contadores simples cuyos contenidos más comunes, pueden ser pedidos por la tarea ASME en respuesta a una petición desde el NMAP. Sin embargo, si sucede un "suceso" particular en un nivel que indica un posible fallo (por ejemplo, si se alcanza un límite umbral predefinido para una "variable"), el nivel ("tarea") puede informar directamente al ASME. El ASME también debe tener una facilidad para informar a un nivel de los parámetros (ó características) operacionales a utilizar, tales como:

- 1) Intervalo del "time-out" (o tiempo límite): (Todos los "niveles").
- 2) Límite de "ventana": (Niveles de Transporte y LLC).
- 3) Contenidos de la "tabla de encaminamiento": (Niveles de Red y LLC).
- 4) Límite de "retransmisión máximo": (Subnivel MAC en redes CSMA/CD).
- 5) Tiempo de "rotación del testigo": (Subnivel MAC en redes de "paso de testigo": token-bus y token-ring).



Debe definirse, lo mismo que en la "Tarea Temporizador", un conjunto de "primitivas de servicio" (junto con un tipo ECB asociado y una estructura de cola inter-tareas) para poder llevar a cabo estas funciones de un modo "atómico" (todo-nada). Un conjunto típico de primitivas para las interacciones del nivel ASME son:

1) **"LM.GET-VALUE. petición/confirmación (valor parámetro)".**

Se utiliza por el ASME para obtener una "estadística" de un nivel específico. (LM = "Layer Management").

2) **"LM.SET-VALUE. petición/confirmación (Identificador de parámetro), valor parámetro)".** Se utiliza por el ASME para poner un parámetro de funcionamiento (operacional) en un nivel específico.

3) **"LM.ACTION. petición/confirmación (Identificador de acción, valor acción)".** Se utiliza por el ASME para añadir una o más entradas a una "tabla de encaminamiento".

4) **"LM.EVENT. indicación (Identificador de nivel, Identificador del suceso, valor del suceso)".** Se utiliza por una "entidad de nivel" para informarle al ASME de que se ha alcanzado un "límite umbral".

## 1.2 PROTOCOLO GESTOR-AGENTE.

Puesto que la mayoría de las operaciones de "gestión del sistema" se llevan a cabo remotamente a través de la red, se precisa un "protocolo" para la comunicación "Gestor-Agente" (NMAP-ASME). Como se especificó en la figura 2, las PDU's (Unidades de Datos de Protocolo) asociadas con el "protocolo Gestor-Agente" se intercambian de la misma forma que las PDU's relativas a otras SASE's que utilizan CASE. Los "servicios de usuario" asociados con el "protocolo Gestor-Agente" pueden agruparse en cuatro categorías que son:

### (1) Control de Asociación:

- a) "**SM.INITIALIZE**" (Inicializar la "gestión del sistema").  
(SM = *System Management*).
- b) "**SM.TERMINATE**" (Terminar la "gestión del sistema").
- c) "**SM.ABORT**" (Abortar la "gestión del sistema").

(2) Intercambio de Información: "**SM.GET-VALUE**" (Obtener valor de la "gestión del sistema").

### (3) Control:

- a) "**SM.SET-VALUE**" (Poner valor).

b) **"SM.ACTION"** (Acción).

(4) Notificación de Sucesos: **"SM.EVENT"** (Aviso de un suceso).

Cada una de estas "primitivas de servicio" tiene parámetros con él asociados. Así mismo, algunos de los servicios son confirmados mientras que otros son no confirmados. El grupo de control de asociación, interactúa directamente con CASE y colectivamente proporciona los medios por los que la "entidad de protocolo" (tarea) de gestión, del sistema gestor (o en el caso de "sucesos", esclavo), puede establecer (y terminar) una "conexión lógica" con una "entidad de protocolo de gestión" remota.

El "servicio de intercambio de información" se utiliza por la MSME para pedir datos estadísticos desde un ASME. El grupo de control de servicios se utiliza por la MSME para iniciar acciones selectivas por un ASME. Por ejemplo, para añadir una o más entradas a la "tabla de encaminamiento" asociada con la "entidad de protocolo" de red o para "reinicializar" (ó poner a cero) el contador de colisiones, asociado con un subnivel MAC de tipo CSMA/CD (por ejemplo, redes Ethernet/IEEE 802.3). Finalmente, los "servicios de notificación de sucesos" se utilizan por un ASME para iniciar la transferencia de datos de sucesos a la MSME.

En general, una PDU se genera a la recepción de cada "primitiva de servicio". Las PDU's relacionadas con el grupo de control de asociación, se basan en el campo de datos de usuario, de

la "primitiva de servicio" ACSE correspondiente, mientras que las PDU's asociadas con el intercambio de información, control y grupos de notificación de sucesos se basan en el campo de datos de usuario de una "primitiva del servicio" ROSE (entidad de protocolo CASE).

### **1.3 IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES DENTRO DE LOS SISTEMAS DE GESTION : SUBCONJUNTO MINIMO Y UNIVERSAL.**

Los sistemas de gestión de red se utilizan como herramienta de ayuda en la obtención de información en tiempo real sobre la realización, características de tráfico, problemas de diagnóstico y de reconfiguración para localizar las necesidades de cambio de una red. En el pasado, los gestores de red se caracterizaban por su implementación en sistemas de gestión individuales, que proporcionaban todos estos servicios para un producto o grupo de productos de un determinado vendedor.

El problema de la gestión de red, cuestión vital en cualquier sistema, se hace más crítica en entornos OSI de sistemas abiertos. Desafortunadamente los estándares OSI de ISO para la gestión, no se encuentran en un estado tan avanzado como los estándares utilizados para protocolos de comunicación.

La arquitectura de gestión de red OSI reconoce cinco funciones de servicios de gestión (ver figura 3) [WROB 90], conocidas como SNFA ("*Specific Management Functional Areas*"), que son:

(1) Gestión de fallos. El objetivo de la gestión de fallos es mantener la red disponible en un nivel aceptable de funcionamiento. Esto supone una rápida y precisa detección y determinación de problemas. Incluye notificación de fallos, trazas, registros, test de diagnóstico y acciones correctivas.

(2) Gestión de la contabilidad (accounting). Consiste en la determinación de los costos asociados al uso de los recursos, así como la asignación de los cargos correspondientes. Esta función informa a los usuarios de los costos en que han incurrido y permite a éstos establecer límites en su funcionamiento.

(3) Gestión de configuración. El objetivo de la gestión de configuración es el manejo de la configuración de red, para adaptarla a los cambios requeridos, a los patrones de tráfico detectados o para aislar problemas. Consta de los elementos necesarios para inicializar y dar de baja a los objetos que gestiona, para establecer o cambiar los parámetros de configuración, para recoger información del estado del sistema y para asociar con nombres los objetos gestionados. Para llevar a cabo estas funciones se recoge información sobre el estado actual de la red, sobre notificación de cambios, sobre modificación de atributos y sobre alteraciones en la configuración.

**ESTADO DE LOS ESTANDARD OSI EN  
MATERIA DE GESTION DE RED**

| <b>MATERIA</b>                  | <b>DOC. REF.</b> | <b>ESTANDARD INTER. APROX.</b> |
|---------------------------------|------------------|--------------------------------|
| <b>GESTION DE CONFIGURACION</b> | <b>N 2686</b>    | <b>1991</b>                    |
| <b>GESTION DE FALLOS</b>        | <b>N 2687</b>    | <b>1991</b>                    |
| <b>GESTION DE SEGURIDAD</b>     | <b>N 2688</b>    | <b>1991</b>                    |
| <b>GESTION DE CONTABILIDAD</b>  | <b>N 2689</b>    | <b>1992</b>                    |
| <b>GESTION DE REALIZACION</b>   | <b>N 2673</b>    | <b>1992</b>                    |

FIGURA - 3 -

(4) Gestión de la seguridad. Soporta la gestión de la autenticación, el control de acceso y el cifrado de datos. Debe incluir facilidades de autorización, participación en la red, soporte para el cifrado, gestión de claves y mantenimiento de anotaciones de seguridad. Debe dotar a la red de diversos niveles de permiso de gestión.

(5) Gestión de rendimiento. El objetivo de la gestión de rendimiento es identificar y corregir los problemas potenciales antes de que causen fallos. Incluye la evaluación del comportamiento de los objetos gestionados, con facilidades para recoger y registrar datos estadísticos. Los usuarios deben tener la capacidad de monitorizar componentes de red, de forma que puedan optimizar su conocimiento sobre el comportamiento de los objetos por parte de la red. El sistema de gestión tendrá a disposición del administrador de la red el historial de los datos de rendimiento, de manera que se facilite el análisis de "las tendencias de rendimiento de la red".

Las últimas tendencias proponen una arquitectura de gestión unificada que integre datos de sistemas de gestión dispares y proporcione funciones de gestión avanzadas (ver figura 4). Pueden definirse (fuera de OSI) cuatro áreas funcionales auxiliares, que un sistema de gestión debería incorporar, que son:

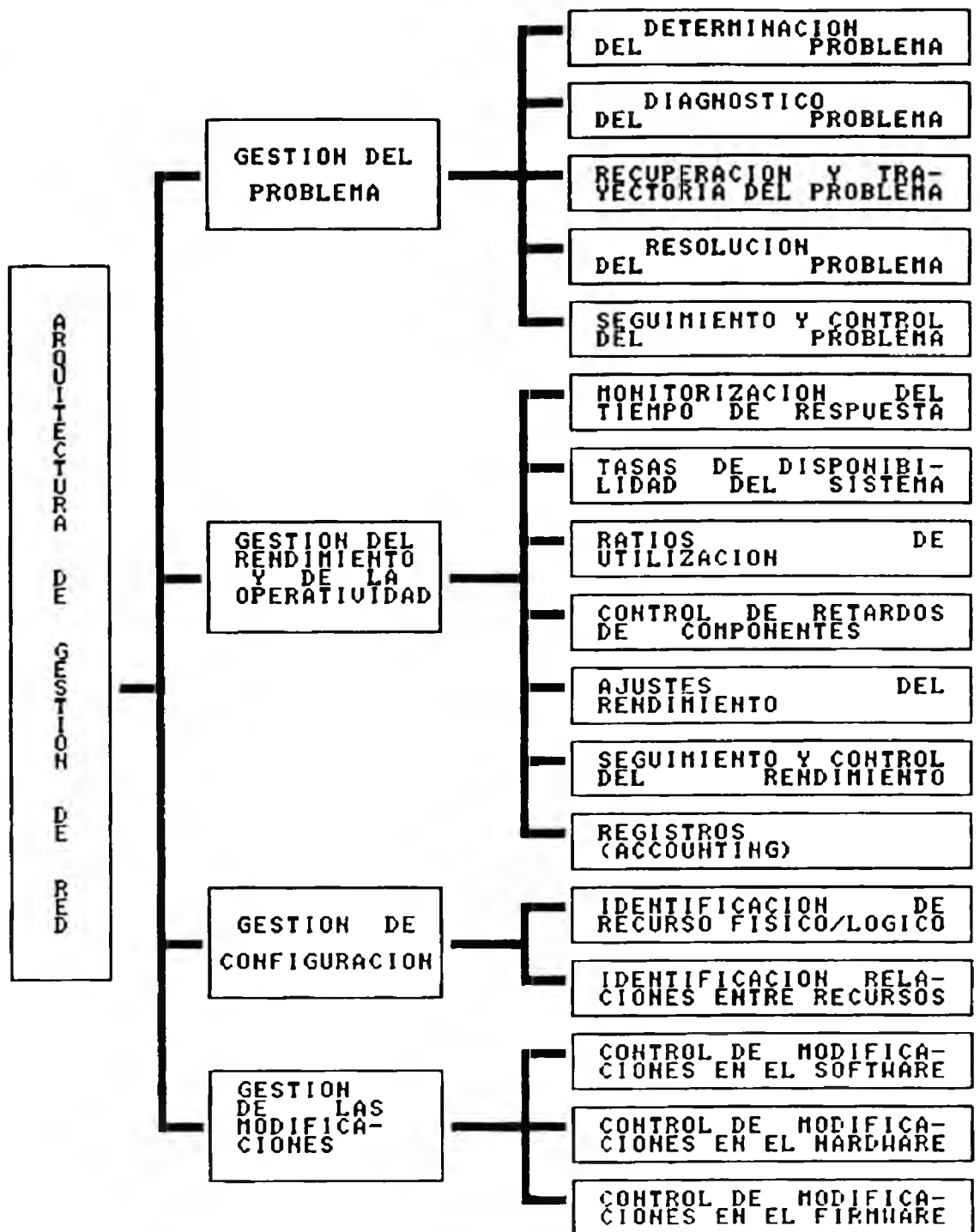


FIGURA - 4 -



1) Control integrado. Su objetivo es crear la imagen de una única red virtual, aunque de hecho ésta, pueda comprender diversos sistemas de gestión separados. Deberá proporcionar la concentración de múltiples escenas de control de red en una única imagen (por ejemplo, en la pantalla de una "workstation" que utilice tecnología de ventanas).

2) Planificación. Aunque no está definida como una "función de gestión OSI", la planificación está ampliamente aceptada como un "subsistema de gestión de red" clave. El objetivo es el diseño y optimización de modelos que describan los cambios potenciales de la red. La planificación normalmente implica la recolección de datos de rendimiento, la consolidación de tendencias de utilización y el análisis de las necesidades futuras. Se pueden identificar tres tipos de planificación:

A) Planificación de capacidades. Ajuste "fino" día a día.

B) Planificación de contingencias. Recuperación de desastres, mecanismos de respaldo, que incluyan estimación de costos.

C) Planificación estratégica. Nuevas aplicaciones, planes de expansión, adquisiciones, reorganizaciones.

3) Programabilidad. Su objetivo es ajustar el paquete de gestión de red para satisfacer las necesidades corporativas. Debe proporcionar parametrización de características clave y

proporcionar capacidades flexibles de informes y opciones de programación de usuarios.

4) Soporte de operaciones. Comprende la gestión del personal y el funcionamiento del Centro de Gestión de Red. Los principales aspectos del soporte de operaciones son: crear procedimientos para el Centro de Gestión de Red; analizar el funcionamiento y el flujo de información del Centro; analizar las necesidades de personal del Centro; y preparar cursos de adiestramiento para usuarios, así como planes de desarrollo.

Se estima en esta tesis que todas las áreas funcionales analizadas anteriormente (cinco definidas por el Organismo Internacional de Normalización y cuatro identificadas en base a mecanismos estadísticos), proporcionan una base sólida para poder evaluar con rigor realizaciones, implementaciones y desarrollos experimentales, en el área de la gestión de red integrada.

#### **1.4 ANALISIS DE LAS REALIZACIONES SOBRE GESTION AVANZADA DE RED.**

Uno de los problemas más difíciles que la industria de los computadores y las comunicaciones deben resolver en los próximos años es la gestión integrada de redes y sistemas complejos, de

computación distribuída multifabricante [MULL 90]. Hay algunas áreas en las que existe un gran vacío entre lo que los usuarios necesitan y lo que los fabricantes y operadoras PTT's pueden ofrecer.

En la actualidad, la mayoría de las redes se componen de una mezcla de equipos de diferentes fabricantes, en los que cada equipo se gestiona por su propio método, que frecuentemente es específico para cada fabricante.

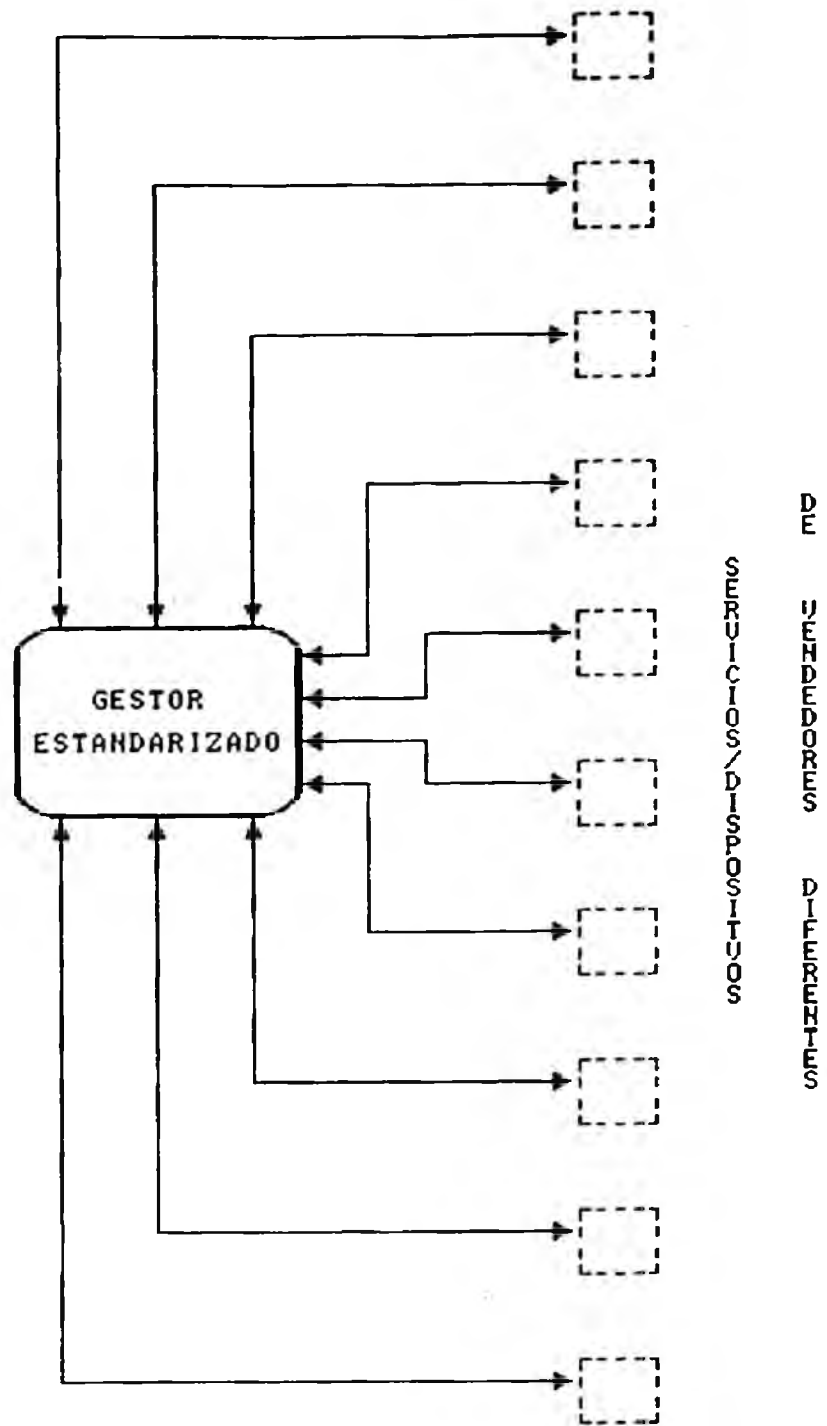
El interface entre los dispositivos de red y un sistema de gestión se denomina generalmente "interface gestor-agente". La información de gestión fluye a través de él en ambas direcciones, para monitorización y control remoto. Para que un "gestor" interactúe con un "agente", ambos deben implementar el mismo protocolo de información de gestión, y deben acordar definiciones específicas de datos de gestión a transferir, utilizando ese protocolo. En otras palabras, antes de que un sistema de gestión pueda interactuar con un dispositivo remoto, se necesita un convenio sobre la *sintaxis* (es decir, el protocolo) y sobre la *semántica* (es decir, las definiciones de los datos).

Los gestores específicos de fabricante son necesarios en la mayoría de los entornos, ya que hasta hace poco no han existido estándares de ámbito industrial, para protocolos de gestión o definición de datos de gestión. De este modo, cada fabricante ha desarrollado su propio enfoque propietario, a menudo, específico del dispositivo.

Las figuras 5,6,7 y 8 muestran las etapas de evolución de las diversas Arquitecturas, hacia la gestión integrada multi-fabricante más avanzada.

En la figura 5 se especifica un "enfoque estandar de interface de gestión universal". Si cada sistema computador y elemento de red implementase el mismo estandar de protocolo de gestión, entonces un sólo gestor podría interaccionar con todos los demás. El problema de este planteamiento es la inmensa base instalada de equipos (o "plataformas"), que hoy en día utilizan interfaces de gestión específicos de dispositivo y de fabricante. Consecuentemente, pasarán muchos años antes de que las redes complejas puedan evolucionar hacia un protocolo de gestión estandar, incluso aunque uno ya operativo fuera adoptado rápidamente.

Fabricantes como IBM parecen determinados a continuar utilizando sus interfaces propietarios de gestión establecidos para monitorizar y controlar sus productos. Mientras tanto, existe un conjunto de normas que están siendo desarrolladas para diferentes clases de entornos de sistemas y redes, como por ejemplo, LAN's IEEE, interconexión de redes TCP/IP, enlaces troncales OSI y sistemas operativos UNIX. Y dentro de un entorno limitado, está tomando forma esta clase de soluciones estandarizadas; el ejemplo más notable es la interconexión de redes TCP/IP, donde un protocolo denominado SNMP (Simple Network Management



SERVICIOS / DISPOSITIVOS  
SERVIDORES  
SERVIDORES  
SERVIDORES

FIGURA - 5 -

ENFOQUE ESTANDARD DE  
INTERFACE DE GESTION  
UNIVERSAL.

Protocol) se está implementando masivamente en bridges, routers y workstations. El resultado radica en que un buen gestor SNMP puede llegar a vigilar distintos dispositivos de interconexión de redes de una diversidad de fabricantes.

Para llevar a cabo una gestión integrada, un enfoque más practico, puede ser el "interface gestor-gestor", figura 6. En lugar de reemplazar los gestores existentes específicos de dispositivo, esta estrategia se concentra en desarrollar un "gestor integrado" que recoja la información obtenida por los gestores de elementos de nivel inferior. Este enfoque se denomina abreviadamente MOM (Manages of Managers).

Existe un conjunto de ventajas que se desprenden de este esquema jerárquico. En primer lugar no es necesario cambiar la base de elementos de red ya instalada. Todo lo que se necesita es añadir un nuevo interface. Esto es importante ya que existen centenares de elementos más que de gestores. En segundo lugar, el "gestor integrado" puede contar con los gestores de elementos que existen para llevar a cabo complejas funciones específicas de gestión de dispositivo. En el esquema anterior, el nuevo gestor integrado tenía que reemplazar inmediatamente todas las funcionalidades de los gestores de elementos. En esta última alternativa, no se amenaza a los sistemas de gestión específicos de dispositivo de fabricante, a diferencia de la estandarizada que implica que muchas firmas comerciales abandonen el mercado de los sistemas de gestión.

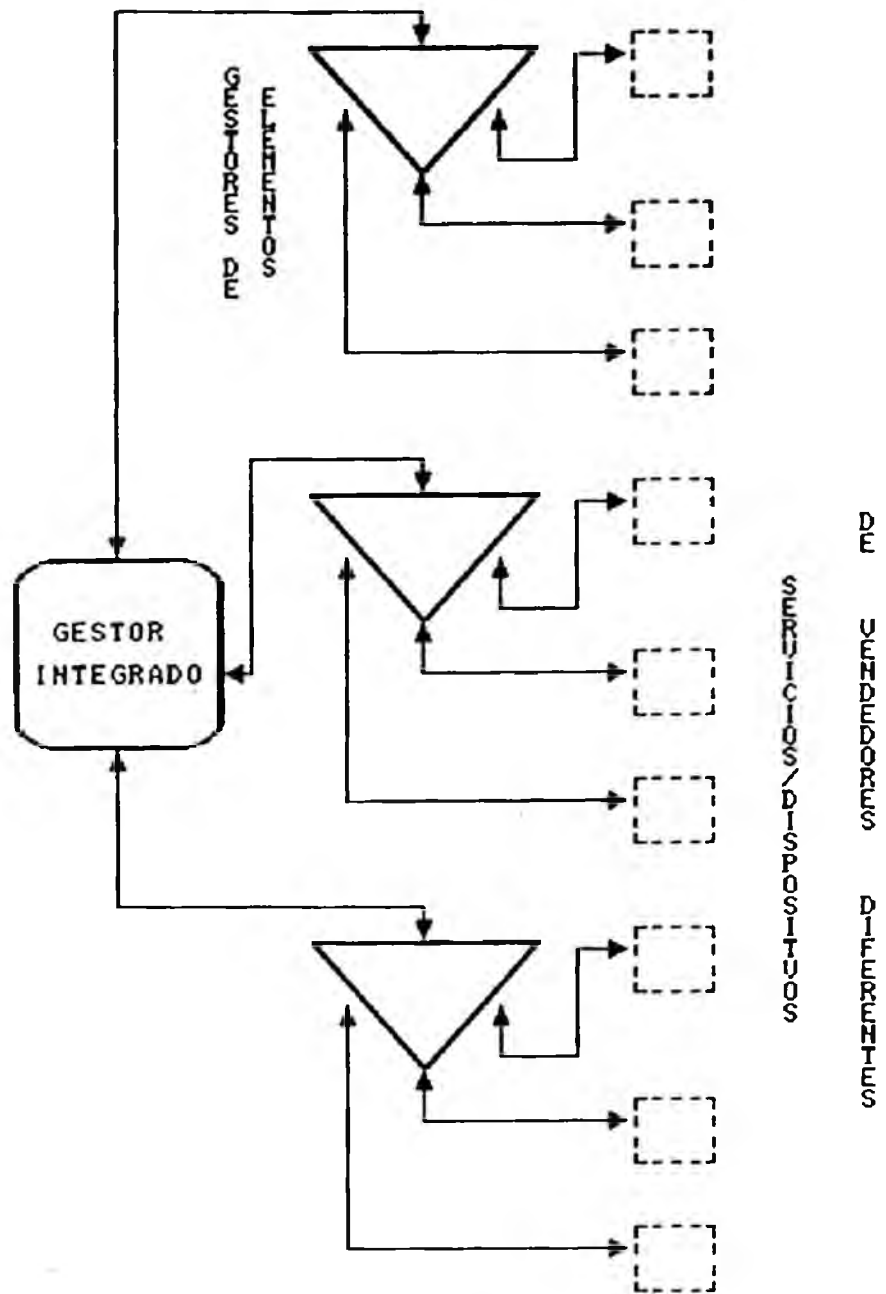


FIGURA - 6 -

INTERFACE GESTOR-GESTOR.

Actualmente, fabricantes que han elegido esta segunda estrategia son: Digital con su DECnec (Digital Management Control Center), IBM con NetView, AT&T con Accumaster Integrator,...

Como se han desarrollado muchos gestores con interfaces estandarizados se ha ideado una "Red de Sistemas de Gestión", figura 7. Más de un fabricante ofrece gestores integrados. El esfuerzo de gestión OSI que es capitaneado por el Forum de Gestión de Red OSI, espera llevar a cabo esta clase de configuraciones, que a pesar de ser abiertas pueden ser también robustas y flexibles. Para aquellos familiarizados con la estructura de las redes públicas, esto evoca la red, relativamente pequeña, denominada SS7 (Sistema de Señalización num. 7), que controla y gestiona la red de conmutación y transmisión, de dimensiones mucho mayores.

El problema que plantea este enfoque evolucionado, es que incrementa en vez de reducir el número de sistemas de gestión en uso, uniendo diversos enfoques de gestión en una única función de consola. Esto es exactamente lo opuesto de lo que quieren los propietarios de las redes. Dado que, el aspecto jerárquico de esta estrategia puede conducir a una redundancia en el número de consolas físicas de un Centro de Gestión, no se reduce el número de sistemas de gestión que una empresa debe comprar, mantener y, en algún nivel, aprender a manejar. Normalmente, las capacidades de integración, se limitan a la monitorización; una pantalla puede dar un buen cuadro del estado global: pero el análisis real de fallos siempre requiere volver a los gestores nativos de elementos y a sus detalles técnicos.



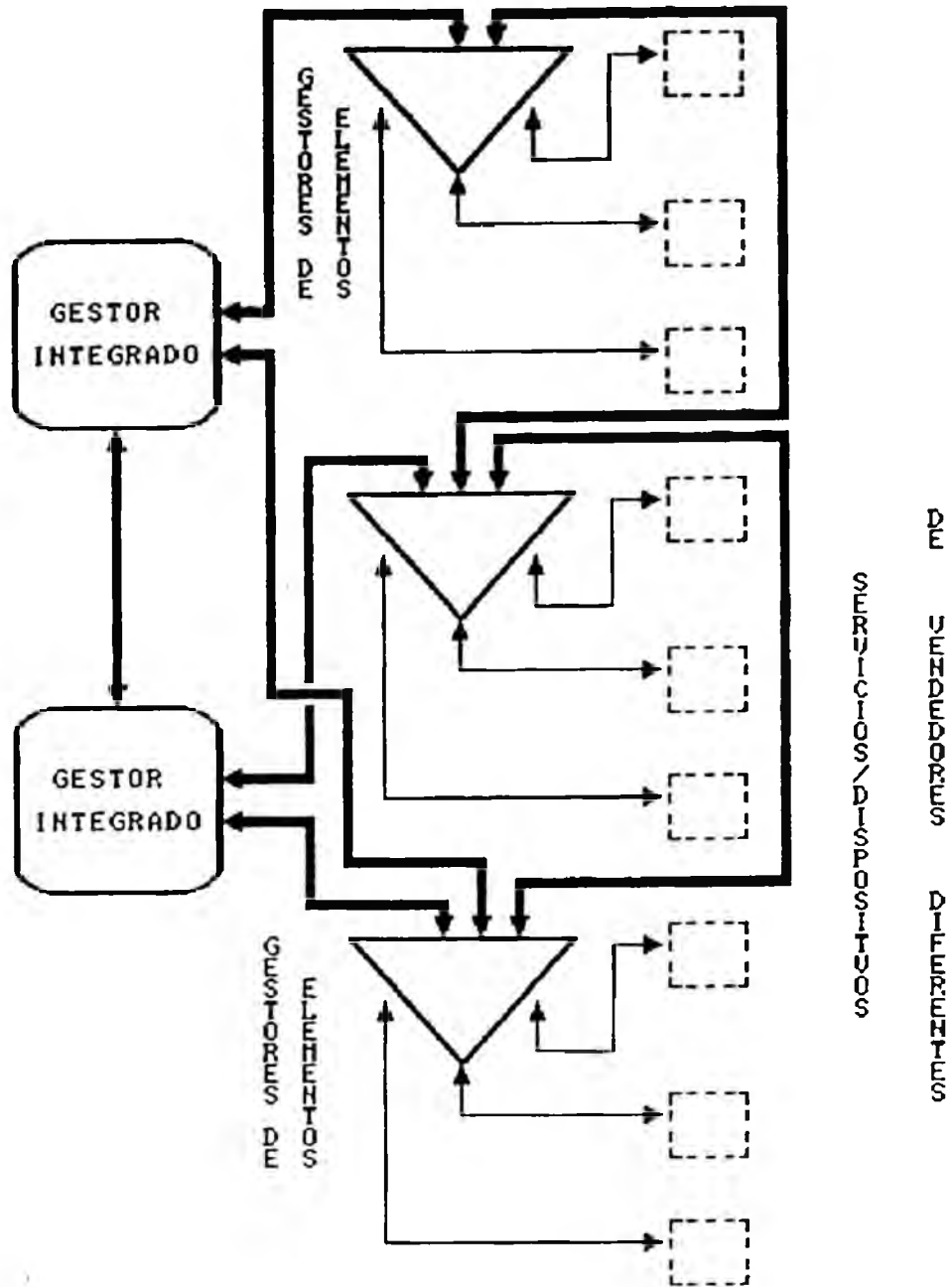


FIGURA - 7 -

RED DE SISTEMAS DE GESTION.

La primera estrategia para reducir el número de sistemas de gestión es el "Enfoque Plataforma", figura 8. Una "plataforma de gestión" establece un entorno estandarizado para escribir aplicaciones de gestión del sistema y de la red. Separa el software de aplicaciones de gestión de valor añadido, de los mecanismos del Nivel de Sistema para lectura, escritura, visualización y almacenamiento de datos de gestión.

Una "plataforma de gestión" define y determina un conjunto de interfaces de programas de aplicación o API's (Application Program Interfaces) que permite que muchos fabricantes, desarrolladores de software y empresas privadas escriban software de gestión avanzado sin tener que tratar con los detalles de los protocolos de gestión, definiciones de datos de gestión o soluciones de interface de usuario complejos. El fabricante de plataformas implementará un conjunto de servicios de gestión comunes que proporcionan estas funciones. Las plataformas importantes implementan múltiples protocolos de gestión tanto estandarizados como propietarios y reducen la necesidad de hacer cambios a los dispositivos de red existentes.

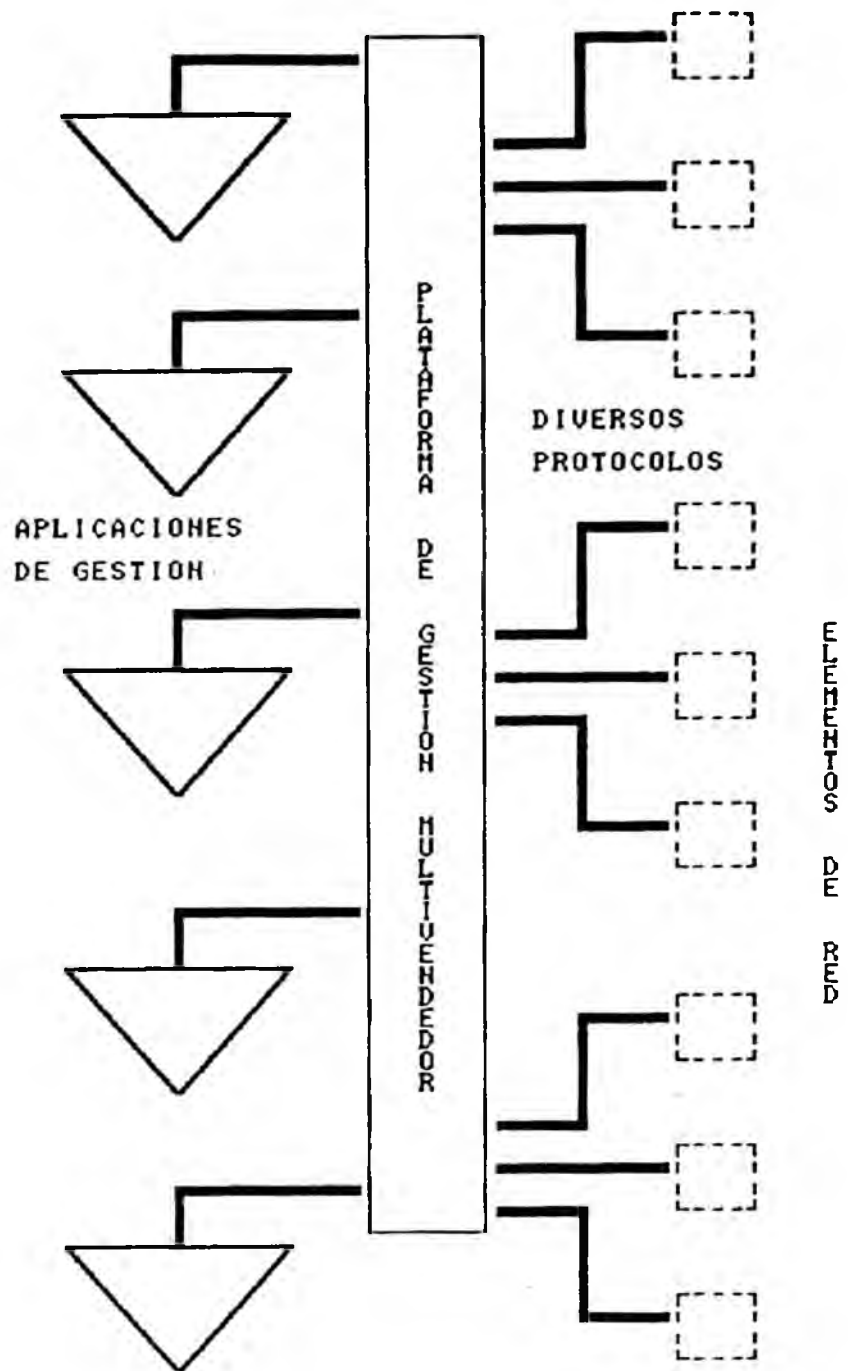


FIGURA - B -

ENFOQUE PLATAFORMA.

## 1.5 SOLUCIONES HARDWARE-SOFTWARE.

Para finalizar este estado del arte vamos a realizar un breve recorrido sobre las implementaciones comerciales y experimentales en el campo de la gestión de red.

Los sistemas con inteligencia para comunicación de datos pueden ser agrupados en cinco categorías (ver figura 9) [ERIC 89]:

- (1) gestión de red,
- (2) verificación de protocolos,
- (3) encaminamiento,
- (4) interfaces amistosos,
- (5) y otras aplicaciones.

Teniendo en cuenta que la "gestión de red" puede abarcar áreas tales como:

- \* gestión de configuración de red.
- \* gestión de fallos.
- \* gestión de funcionamiento.
- \* gestión de contabilidad de recursos.
- \* gestión de seguridad.
- \* planificación.
- \* programabilidad.

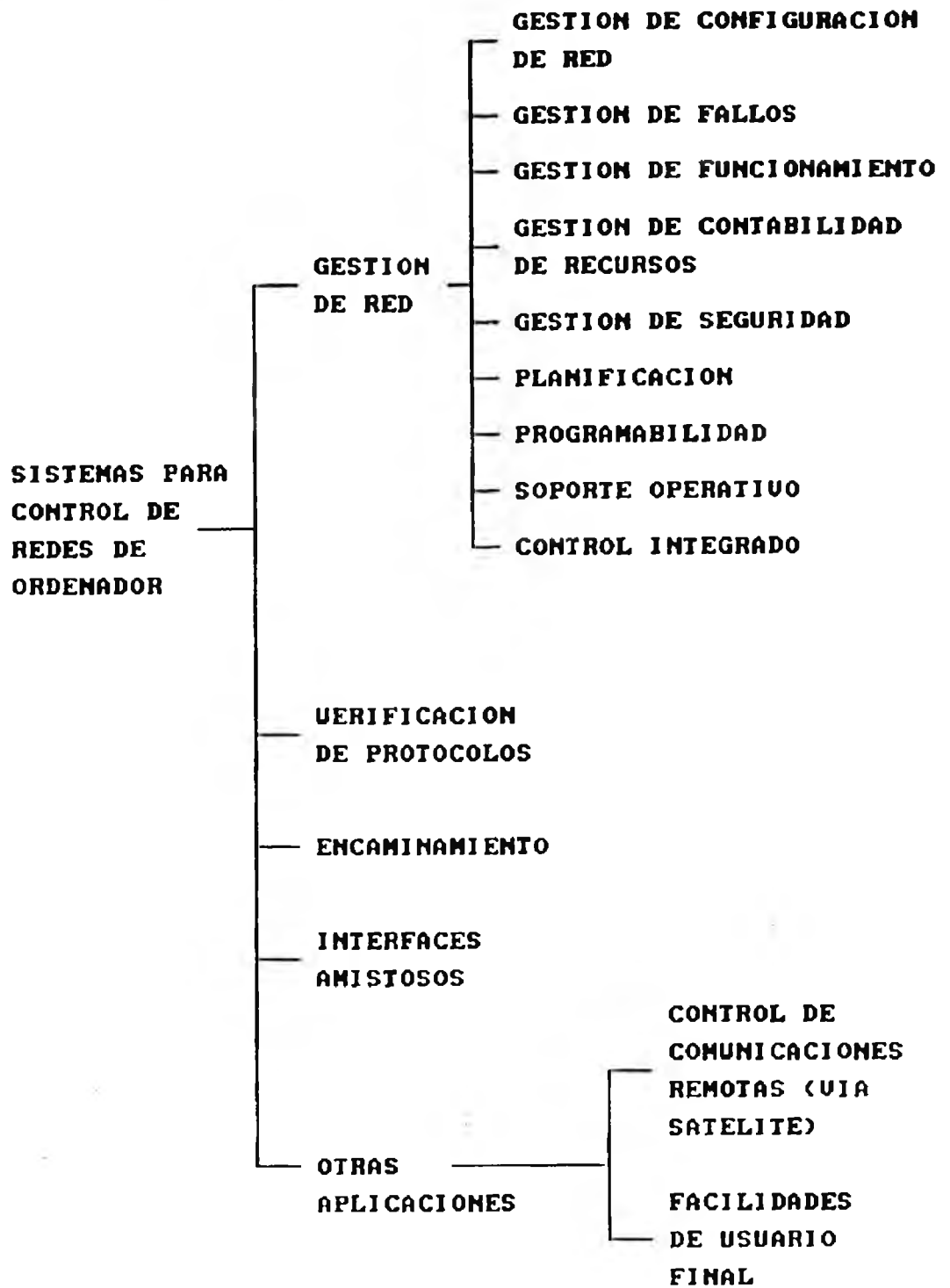


FIGURA - 9 -

CATEGORIAS DE SISTEMAS  
CON INTELIGENCIA PARA  
COMUNICACION DE DATOS.

- \* soporte operativo.
- \* control integrado.

Y que en "otras aplicaciones" podemos incluir aspectos tan dispares como: control de comunicaciones remotas (vía satélite, ...) o facilidades de usuario final.

Si nos centramos en la gestión de red, vamos a poder encontrar prototipos comerciales o de investigación de muy distinta naturaleza:

1.- Sistemas que abordan únicamente la Gestión de Configuración de Red (o diseño de red).

Las redes de comunicación requieren frecuentes reconfiguraciones, consiguientemente cualquier herramienta asociada a un sistema de gestión de red, que alivie los problemas inherentes a estas reconfiguraciones, será bien recibida.

Estos sistemas almacenan información sobre la topología física de la red, mapas de encaminamiento, topología lógica/virtual,... Entendiendo por topología, la estructura o configuración de elementos de un sistema. Con los datos que el experto le proporciona, que obtiene de la red y las

restricciones que el usuario desee, presenta alternativas de caminos eficientes que no degeneren en bucles, o que presumiblemente consuman un tiempo por encima del deseado. El realizar esta labor a mano provocaría un porcentaje de error elevado, el computador minimiza el error de cálculo y el tiempo de análisis. Existe un número importante de prototipos disponibles en uno de estos dos formatos:

a) Software consultivo. En este caso suele aparecer como herramienta auxiliar; las entradas no emanan de una red, sino que el usuario debe introducir los datos 'ad-hoc'. Normalmente, estos sistemas presentan utilidades para los tipos de red más extendidos.

b) Software integrado. Aparece como un módulo de un sistema de gestión de red. La información emana de la propia red, que el programa reconoce y controla, el usuario experto debe proceder con la introducción de las modificaciones y restricciones que aconsejen la reconfiguración, decidiendo finalmente de entre las opciones a disposición.

En general, sea cual fuere el tipo de programa que se emplee aparecen módulos que implementan "simulación", para evaluar las posibilidades. Dado que tanto las variables del diseño técnico, como los factores de comportamiento de una

red son muchos y bastantes de ellos sujetos a influencias externas de carácter aleatorio, considero que el procedimiento heurístico debe utilizarse para la consecución de mejoras en el diseño topológico, o en la evaluación de rendimientos.

Otra característica es que la mayoría de estos prototipos incorporan técnicas de CAD, para la visualización e incluso la modificación dinámica de parámetros de la red. Prototipos como PAN o FIRST [ERIC 89] son intentos válidos de sistemas que implementan estos conceptos.

## 2.- Sistemas que abordan únicamente la Gestión de Fallos.

Este tipo de sistemas es el que primero aparece en la escena telemática.

Los programas de diagnóstico analizan los fallos y deterioros de la red para determinar las causas e indicar las acciones de reparación y mantenimiento para resolver los problemas. Los objetivos o beneficios de un diagnosticador son, entre otros: reducción del tiempo requerido para detectar la causa probable del problema, asistencia al administrador de la red en la toma de las acciones necesarias para resolver el problema y resolución automática de problemas por intervención directa del diagnosticador, a través de comandos correctivos dirigidos a la red inteligente.



En los últimos años ha aparecido un gran número de prototipos de sistemas de diagnóstico, para el mantenimiento de redes conmutadas. Un ejemplo es el sistema REACT-SMART de Bellcore.

Nokia Telecommunications y la Universidad de Helsinki está desarrollando el DXScope, una aplicación para la detección de problemas para los switches digitales DX200.

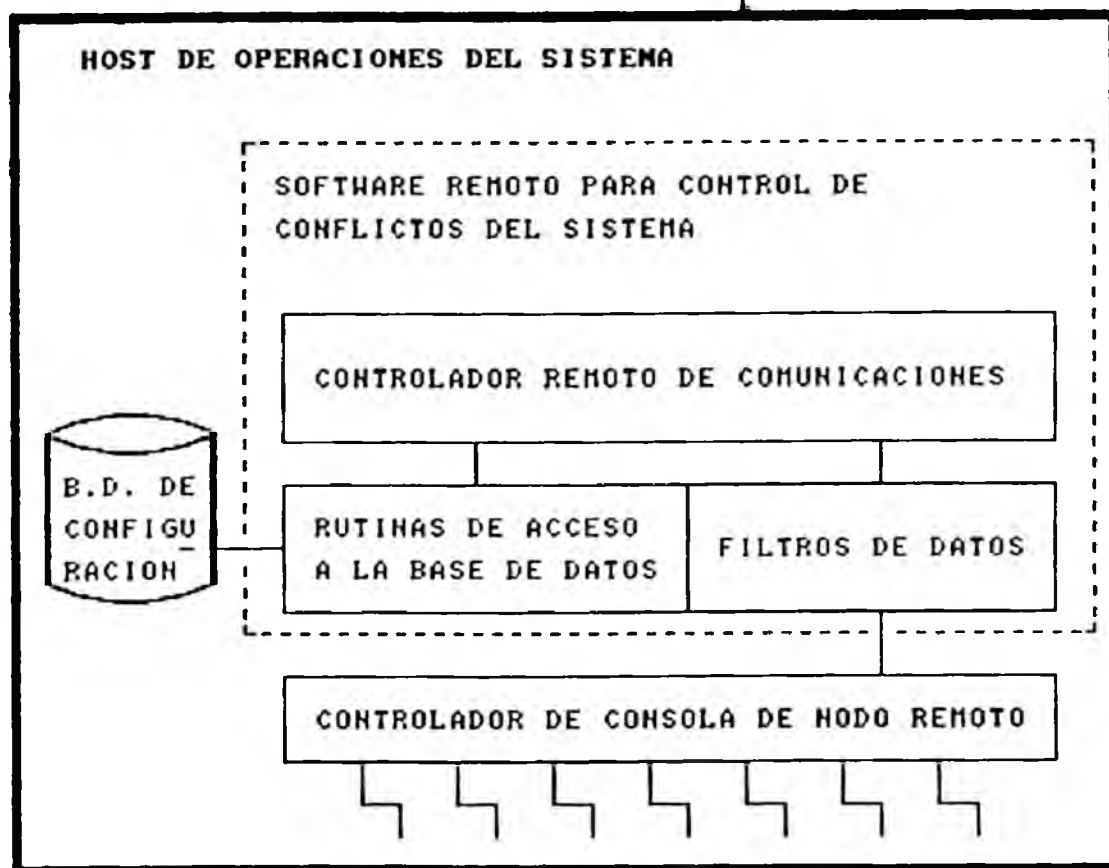
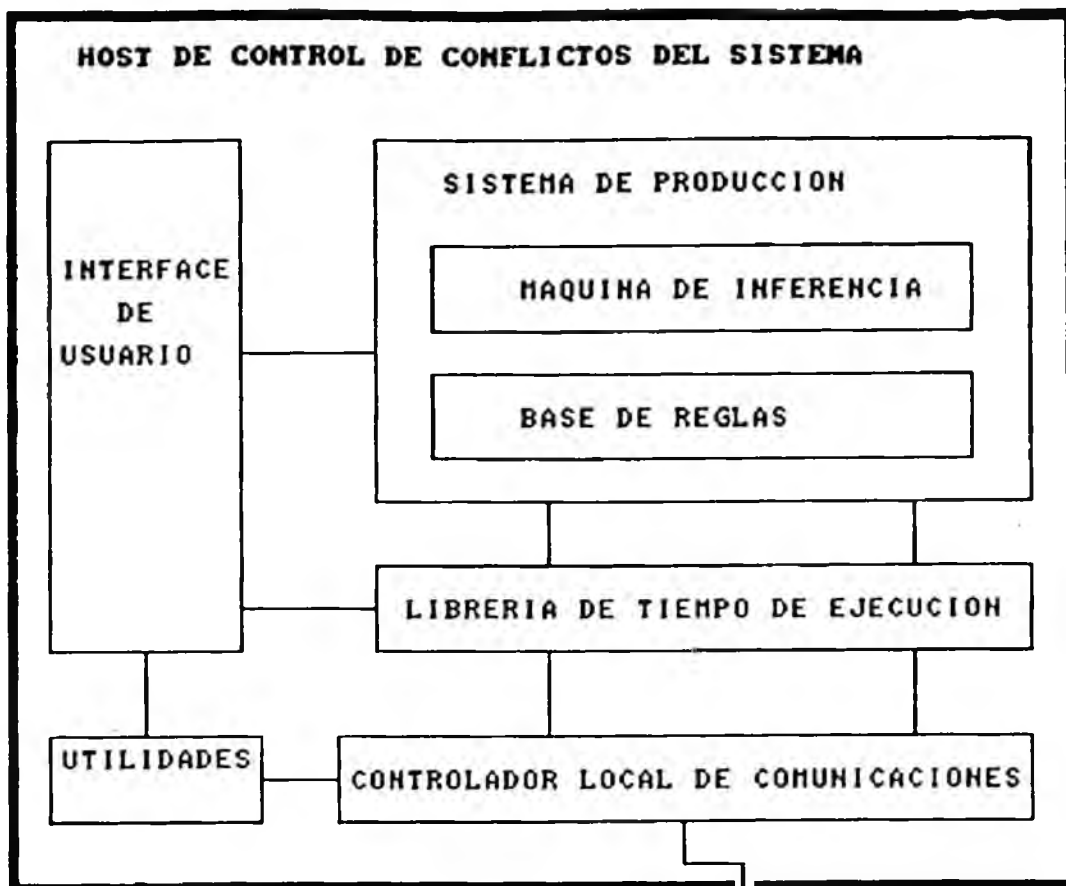
Otro sistema ha sido desarrollado por Swedish Televerket, para el análisis de fallos y mantenimiento del sistema de intercambio electromagnético.

StarKeeper Network Troubleshooter es un sistema para manejo de conflictos, que corre bajo el sistema operativo Unix, en un ordenador dedicado 382 de AT&T (ver figura 10).

Las compañías italianas SIP y CSELT, han desarrollado otro sistema para el mantenimiento y seguimiento de fallos de intercambios PENTACONTA, ... la lista podría ser excesivamente larga.

### 3.- Sistemas que abordan los problemas de la Interpretación de Sucesos de Red (Gestión de Funcionamiento).

Los sucesos que se verifican en una red generan alarmas o mensajes diversos que el operador tiene que interpretar. La



**FIGURA -10-**

ARQUITECTURA DEL SISTEMA INTERACTIVO EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE LOS CONFLICTOS DE UN SISTEMA. ARQUITECTURA DEL STARKEEPER NETWORK TROUBLESHOOTER.

secuencia de estos mensajes, en la mayor parte de los casos, dirige al operador a una conclusión, ya que normalmente los operadores experimentados interpretan grupos de mensajes más que mensajes sueltos.

Un sistema que además de proporcionar mensajes de estado incorpore interpretaciones internas y que colabore para que el operador alcance una interpretación, que se atenga a la realidad, se convierte en una consistente herramienta de apoyo o asistencia al operador.

Los beneficios de estos sistemas son entre otros: incrementar la seguridad y eficacia en los procedimientos con intervención de operador, reducir la información auxiliar que requieren los operadores, facilitar los procesos de toma de decisiones de los operadores y reducir el tiempo requerido para restaurar o altera la red. NCT de DEC (Digital Equipment Corporation), DRES de Telecom Canada e INDEX de Drexel University y Utah State University, son algunos ejemplos que pueden ilustrar los avances en este apartado.

#### 4.- Sistemas que abordan únicamente la Gestión de Seguridad.

Estos sistemas se dirigen al problema de la detección de intrusión en un sistema. NIDX diseñado para correr sobre máquinas UNIX System V, es un prototipo interesante que

identifica y cataloga las posibles actividades intrusas al sistema.

Por último vamos a hablar de los sistemas que integran todas las perspectivas parciales para conseguir un producto que realice a la vez todas las tareas que un Administrador de Red necesita para llevar a cabo una eficiente gestión de los recursos y en general, de los objetos de una red.

#### 5.- Sistemas que abordan la Gestión Integral de un Sistema de Comunicación.

Desde el punto de vista de las realizaciones e implementaciones en hardware se detecta un progresivo aumento de fabricantes, que integran sus sistemas de "gestión de red" en circuitos electrónicos monolíticos, tal es el caso de la empresa NetQuest Corporation de New Jersey, que ofrece su conjunto de "chips" C-100, para proporcionar las "funciones de gestión de red de nivel de dispositivo LPDA" para modems, DSU/CSU's y otros DCE's (Equipos de Comunicación de Datos). Los DCE's equipados con C-100 pueden conectarse directamente a NetView y no requieren un sistema de "gestión de red" separado. Recientemente la empresa Hewlett-Packard ha presentado el "Interconnect Manager", se trata de un "paquete software integrado para gestión de redes" para nodos

basados en el protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol) para redes TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Es una ampliación Unix basada en la arquitectura de gestión OpenView de HP. Permitirá a los administradores gestionar sistemas conectados a dispositivos de red TCP/IP, mostrando por ejemplo, qué aplicaciones se están ejecutando o de cuanto espacio de disco podría disponer un servidor. La componente que recogerá los datos SNMP es la versión 2.0 del OpenView Network Node Manager de HP, aplicación de gestión de redes sobre Unix que se encargará de capturar estadísticas SNMP de dispositivos.

El Node Manager controla y asigna los recursos de red y del sistema a lo largo de la red TCP/IP. La empresa NEC propone su "Global Vision" (Versatile Solution Oriented Network) como red privada con sistema de gestión de red para el intercambio de información internacional.

La figura 11 muestra un diagrama de bloques de "Global Vision", una red multimedia de alta calidad, que integra teléfono/fax, datos, textos e imágenes. Otros "sistemas de gestión de red" a parte de OpenView de HP son la UNMA (Unified Network Management Architecture) de AT&T (figura 12), el Time-View 2500 de Timeplex, el NM400/NMcope de Ericsson para su sistema de conmutación de paquetes X.25 - Eripax, el Spider-Manager PC, el LANView de Cabletron, el Isoview de BICC Data

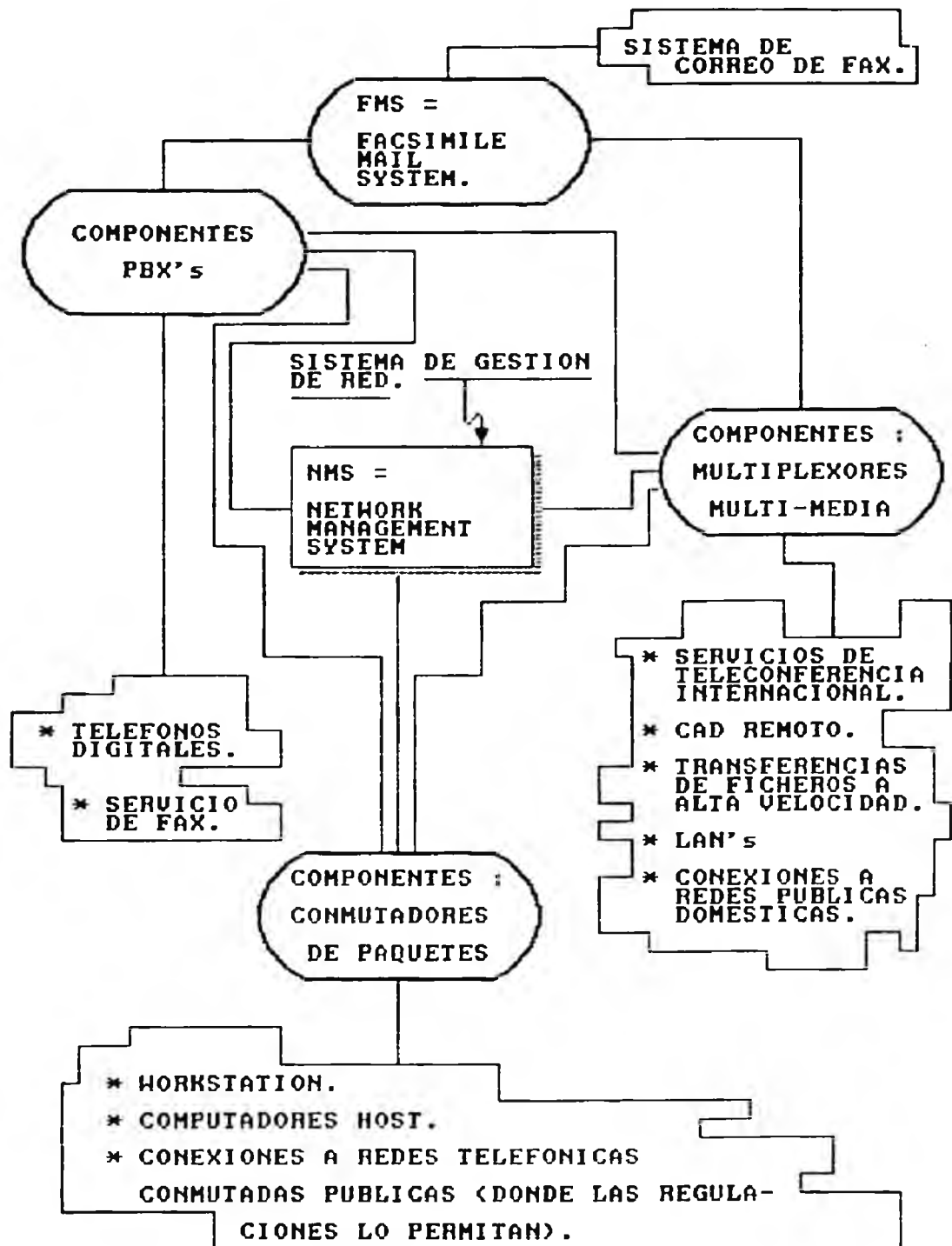


FIGURA -11-

Esquema de 'GlobalVISION' de NEC. (una Red. de Informacion Corporativa Multimedia Privada Internacional).

( ARQUITECTURA INTEGRADA )

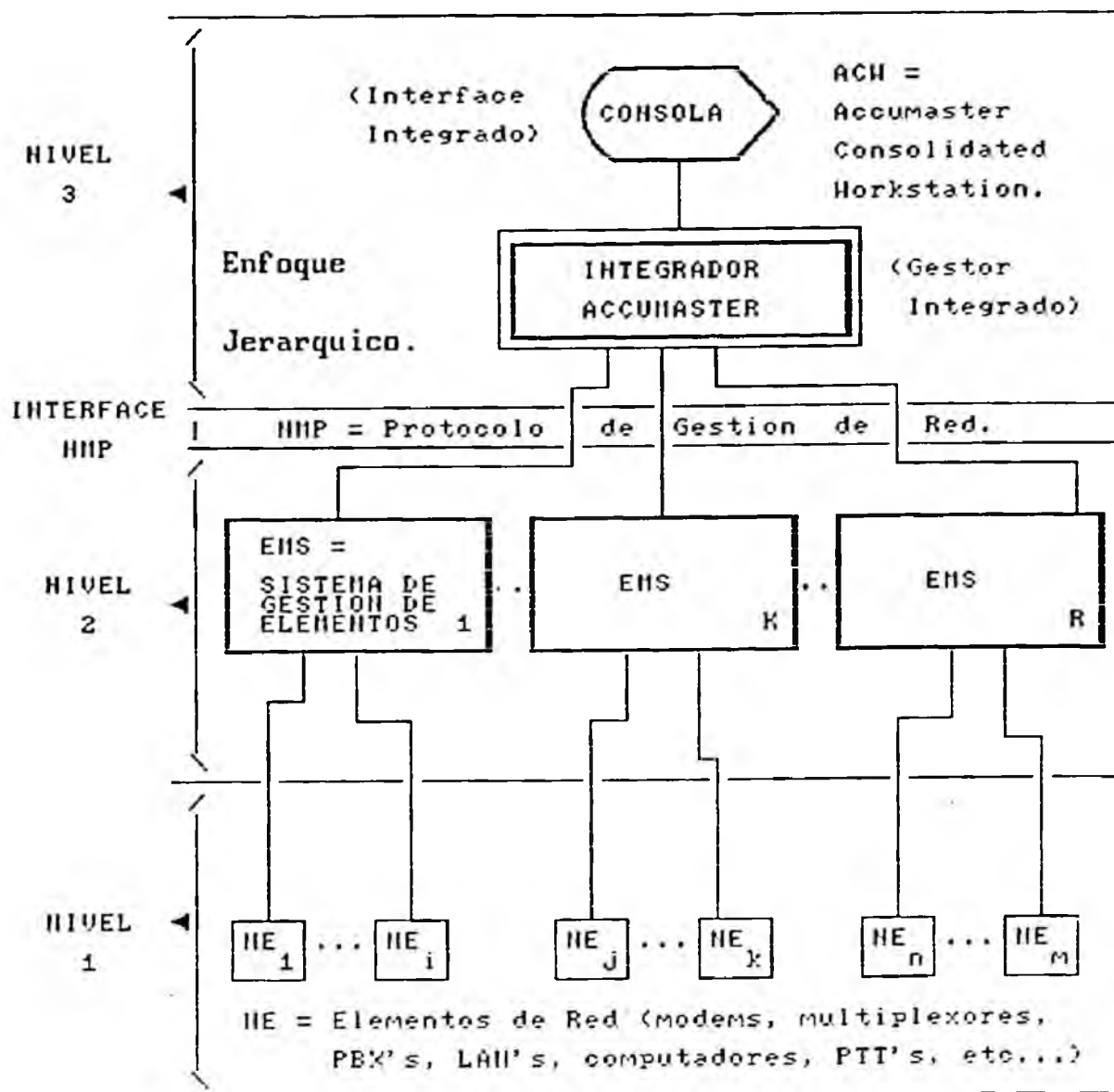


FIGURA -12-

Arquitectura UNMA de AT&T (siguiendo los estandard OSI del ISO/CCITT).

Networks Inc., el NetMaster v.2.2 de IBM soporta APPC (Advanced Program to Program Communications), el Net-View de IBM, el ENM/EMA (Enterprise Management Architecture) de DEC, Net/Master de Cincom, CNA (Cooperative Network Architecture) de BT (British Telecom), etc... . La integración, movilidad, banda ancha e inteligencia, parámetros en torno a los que se producirá la evolución de las telecomunicaciones, requieren cada vez más, mejores y más completos sistemas de "gestión de red" que den respuesta a las necesidades crecientes de los usuarios y corporaciones internacionales.



2.

CONTRIBUCIONES A LA  
AUTOMATIZACION DE LA  
GESTION EN ENTORNOS  
LAN

=====

=====

## 2.1 APORTACIONES A LA AUTOMATIZACION DE LA GESTION EN ENTORNOS LAN.

El termino "gestor de red automatizado" define una herramienta dedicada a la coordinación, supervisión y control de un sistema de recursos distribuidos a lo largo de una red.

Validada la idea de la necesidad de la gestión de red. Establecidas las bases de entorno en las que esta temática se encuentra. Y habiendo realizado además en el primer capitulo de esta tesis un recorrido por las tendencias más sobresalientes tanto teóricas como a nivel de productos del mercado y experimentales. Es el momento de establecer el objetivo de este trabajo.

La presente tesis va a presentar las bases formales de una herramienta de gestión integrada que implemente ciertos niveles de inteligencia de forma que pueda reaccionar automáticamente a estados del sistema sin la intervención directa de un operador humano.

SASGER (Sistema Avanzado eStandar para Gestión dE Red) es el nombre aplicado a este prototipo a lo largo de los capítulos venideros. SASGER contiene un número de componentes funcionales que voy a definir detalladamente (ver figura 13).

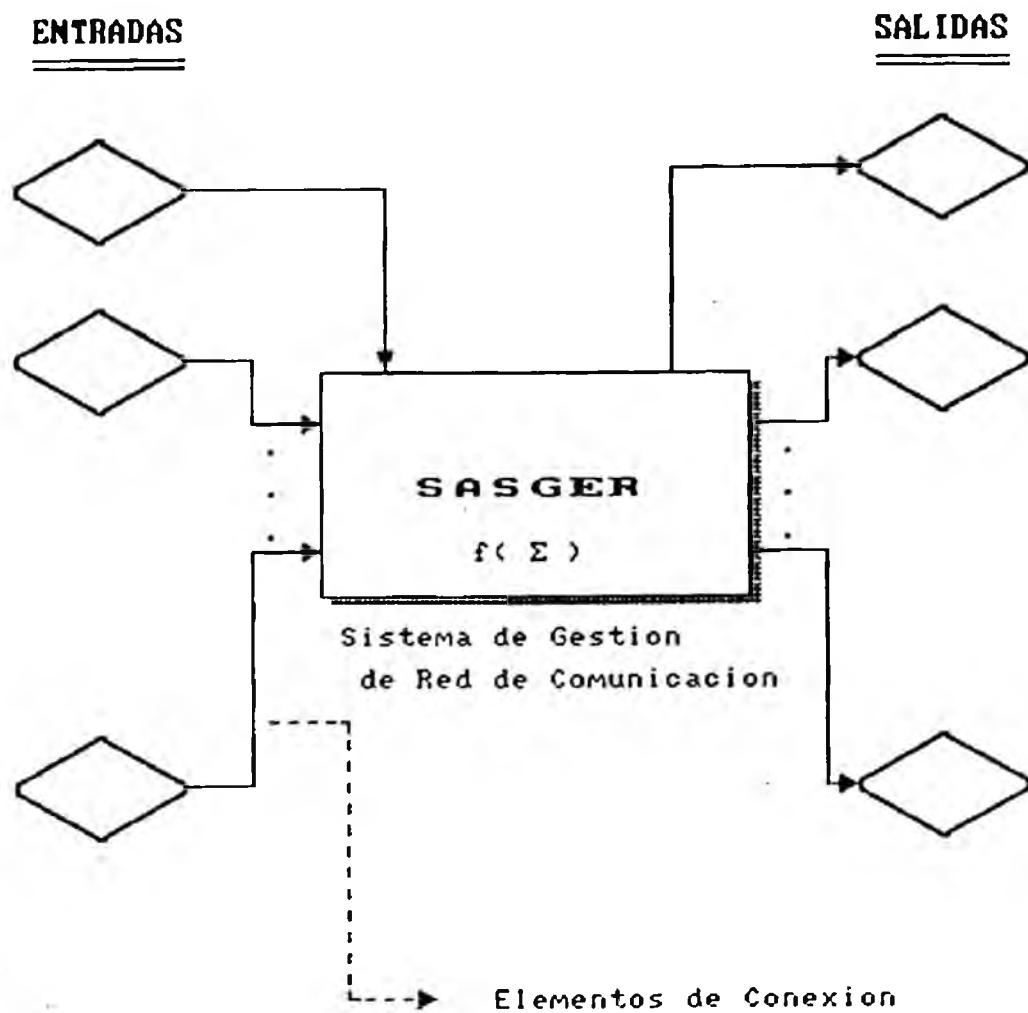


FIGURA -13(a)-

ESTRUCTURA DE SASGER.

La base de información de gestión (BIG) es el primer componente que voy a detallar. Constituye pues el tema central de este segundo capítulo.

Un BIG incluye información sobre los objetos y características de una red concreta. Y este conocimiento constituye la base de funcionamiento decisorial para la toma de acciones del gestor.

Básicamente contiene dos clases de datos: informaciones estructurales e informaciones heurísticas. Las estructurales describen en detalle la red supervisada, los sucesos percibidos en ella y las deducciones generadas por el mecanismo de razonamiento del gestor. Las informaciones heurísticas indican como razonar en el transcurso de la gestión para detectar, diagnosticar y actuar en función de los datos recogidos en la red en modo de funcionamiento.

Pasemos a realizar un breve recorrido por ciertos conceptos afines que deberemos manejar al definir la estructura de las BIG incluidas en el sistema SASGER y seguidamente me centraré en las bases de información de gestión del prototipo propuesto en la tesis.

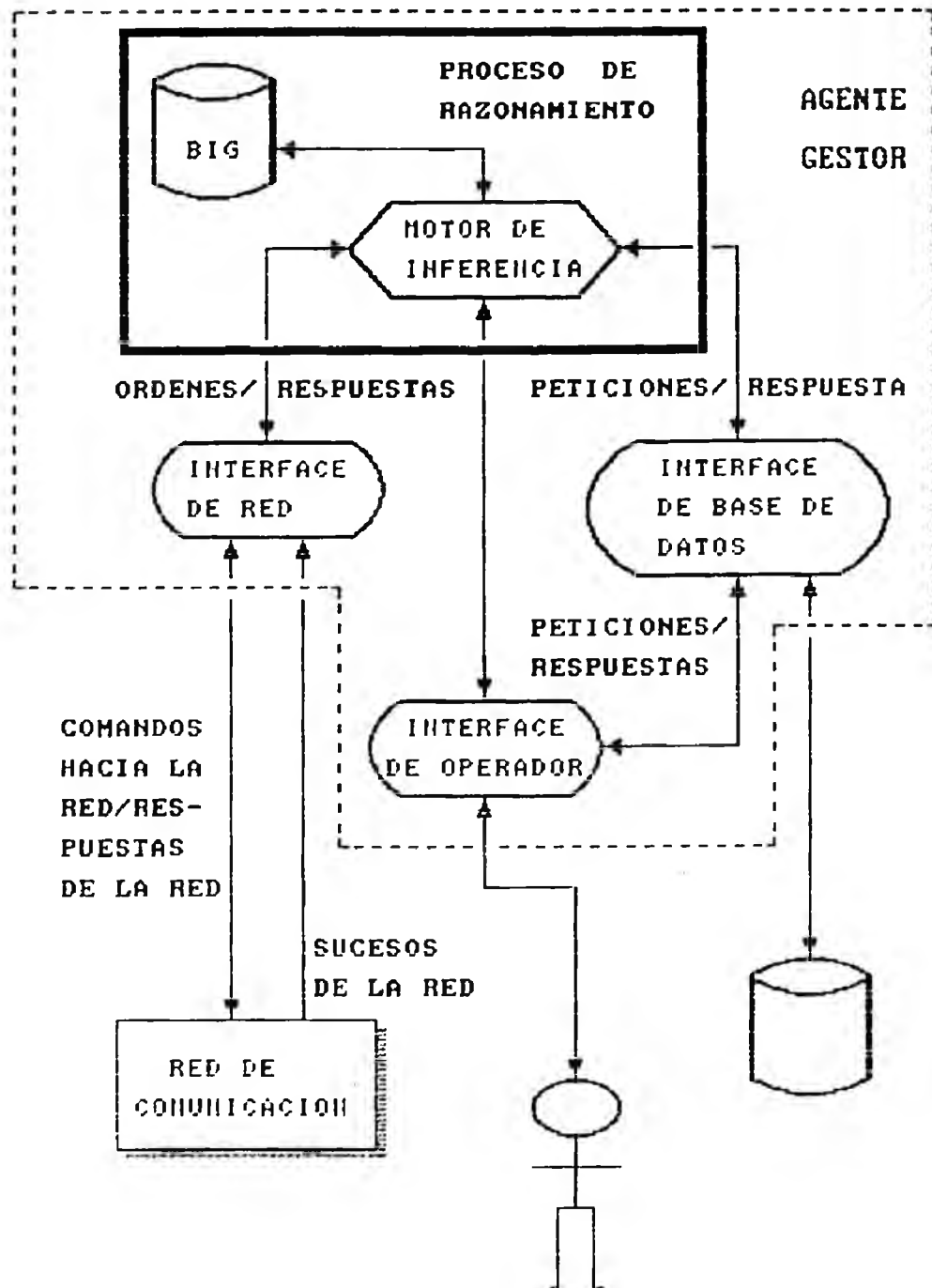


FIGURA -13(b)-

ESTRUCTURA DE SASGER.

## 2.2 CONCEPTO Y ESPECIFICACION.

### 2.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los términos abreviados ANM (*Automated Network Management*) o CANM (*Computer Aided Network Management*) hacen referencia a un concepto recientemente ideado para transferir la mayoría de las tareas administrativas (de gestión) rutinarias a un ordenador. Su finalidad es, por una parte, cambiar la forma en que el usuario gestiona una red, por otra mejorar la calidad del trabajo en varios órdenes de magnitud y por otra reducir el tiempo gastado en el gran colectivo de tareas que se requieren para la adecuada administración de una red de área local (abreviadamente LAN en terminología anglosajona) simple o extendida (es decir, compuesta por elementos inter-red : repetidores, bridges, routers, gateways, relays, ...).

La ANM necesita cuatro componentes : "Monitorización", "Notificación", "Respuesta" y "Customización" (o "Ajuste" para utilización). La ANM monitoriza la red en busca de errores o cualquier otro "suceso" de interés para el usuario. Utilizando la opción "external" puede monitorizarse cualquier "suceso" sobre cualquier plataforma. El sistema notifica "sucesos" clave particulares seleccionados que han ocurrido con un elevado grado de certeza. Las formas primarias de notificación soportadas son : voz, páginas numéricas, páginas alfanuméricas, fax, correo electrónico (o E-mail), etc. También se soporta la notificación a

usuario definido. El sistema también responde a errores y a otros "sucesos" cuando ocurren en un programa de respuesta verdaderamente automatizado.

El sistema incluye ejemplos de condiciones donde las funciones de "respuesta" inmediata son muy útiles. La primera es cuando al servidor (o servidores) se le está acabando el espacio y necesita tener ficheros de respaldo (o backup). La segunda es cuando al servidor se le están acabando las conexiones.

Aunque la mayoría de los usuarios ajustarán sus respuestas en ficheros "batch", éstos son ejemplos del tipo de condiciones que los usuarios pueden realizar con una herramienta tan potente como ésta. Algunos usuarios han sugerido que desearán crear diseños de sistemas de respaldo (ó backup) y tolerantes a los fallos (ver figura 13), que se encarguen del "suceso" de un fallo del servidor de ficheros, de un fallo de un servidor de Base de Datos, etc,...

En la figura 14 se estructuran esquemáticamente ciertos parámetros de fiabilidad a menudo utilizados en el control de fallos de los sistemas distribuidos [BAGO 60]. Estos indicadores pueden expresarse a nivel de componente discreto (como se observa en la figura 14(I)) o a nivel de estructura asociada (como se observa en la figura 14(II)). En este segundo caso, se especifican las tres asociaciones tipo base: la agrupación en serie, en paralelo y la mixta.

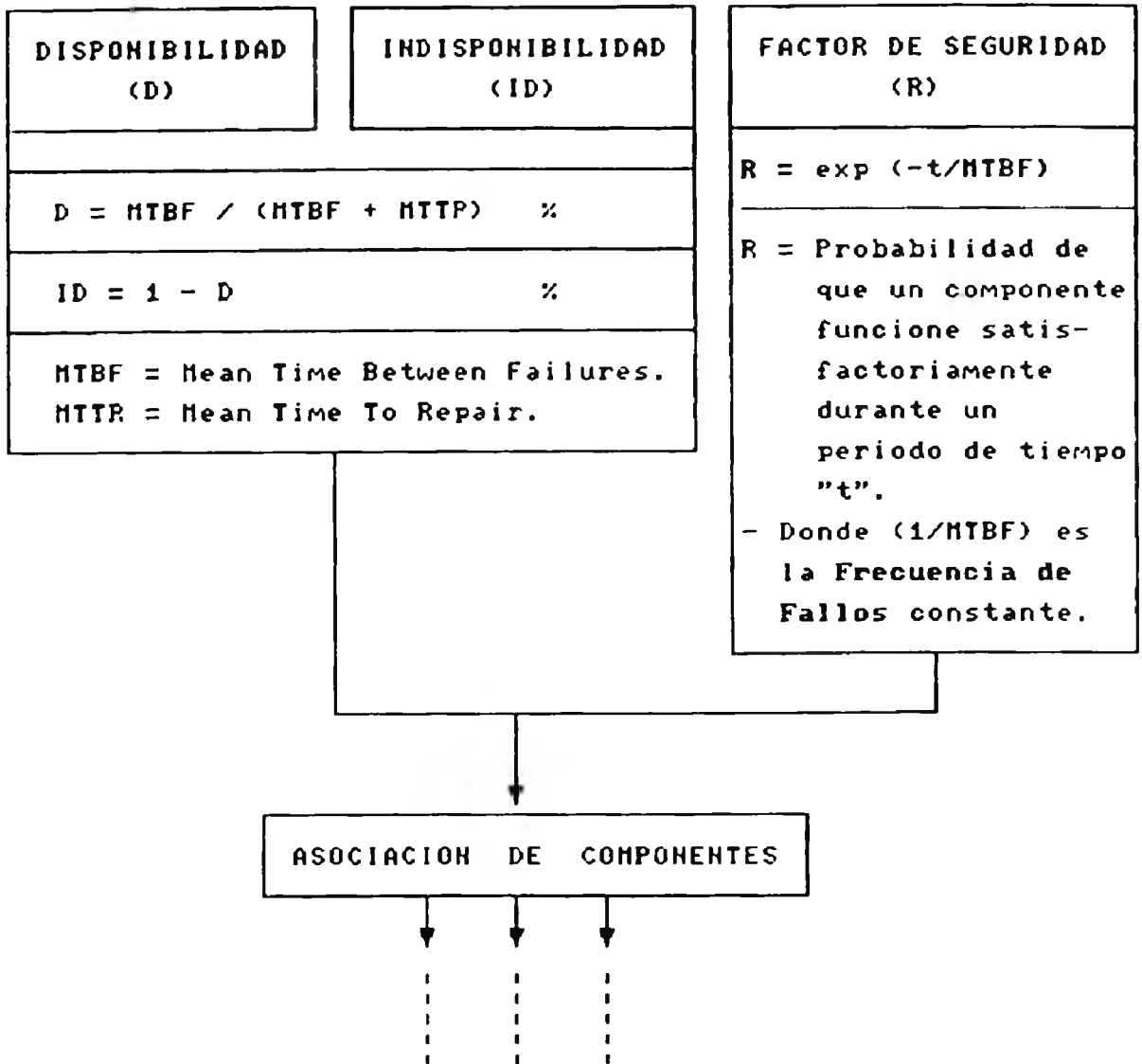


FIGURA -14(I)-

Indicadores de Fiabilidad para Componentes y Estructuras de Comunicacion de Datos.



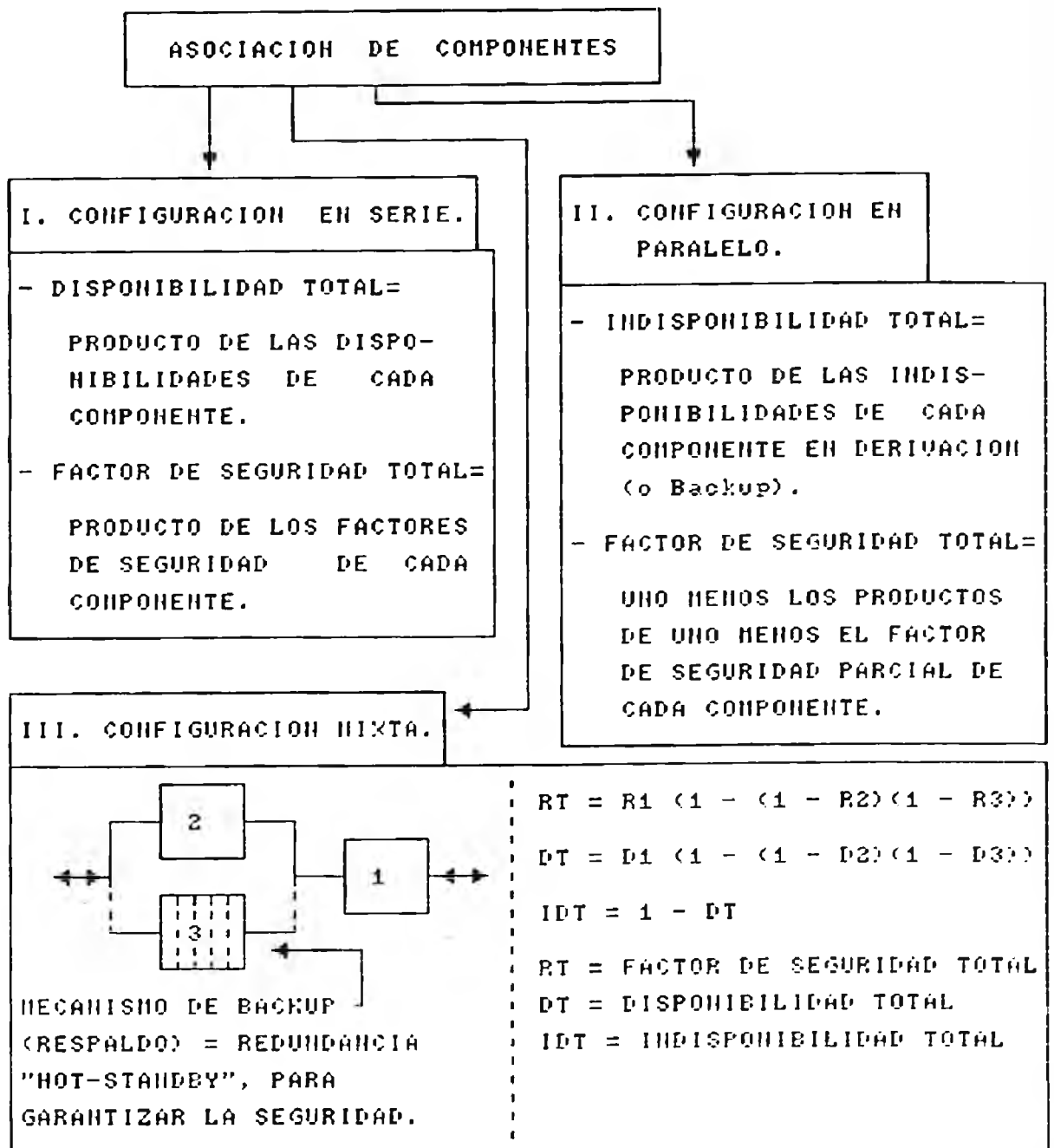


FIGURA -14(I I)-

ESTRUCTURA DE SASGER.

Con los sistemas ANM, el usuario puede automatizar el proceso de verificación del sistema en busca de errores. Puede probar cintas de backup antes de terminar "backups", puede realizar borrados de ficheros innecesarios para limpiar espacio, puede monitorizar ficheros en busca de cambios,...

El software responderá automáticamente a problemas tales como el agotamiento del espacio. Borrará ficheros temporales u otros ficheros especificados por el usuario. Debido a que el módulo de "respuesta" puede "customizarse" (o ajustarse) casi cualquier "respuesta" puede automatizarse. El software también puede pasar por alto un conjunto de "códigos de error" que pueden utilizarse para automatizar cada "respuesta".

Los segmentos del programa "monitorización", "notificación" y "respuesta" permiten la ejecución de opciones definidas por el usuario. Los usuarios pueden ejecutar ficheros "batch", "exe", ó "com", para llevar a cabo cualquier operación que elijan en respuesta al testeo de la ANM.

También pueden desarrollar sus propias opciones. Estos programas pueden establecer interface con otras redes, tales como LAN-Manager, Banyan, etc, o con otras plataformas hardware, tales como minicomputadores, mainframes, supercomputadores vectoriales, etc,...

Características adicionales de la ANM son el número de tipos

de actividad de red, que monitoriza en servidores de ficheros especificados; el tipo de ejecución "foreground" o la opción "background" del Windows.

En cuanto a poder utilizar interface de voz humana, se facilita al usuario llamar al "gestor del computador" en números de teléfono preespecificados para recoger registro de las actividades, problemas, etc,... . ANM corrige automáticamente los problemas detectados.

### 2.2.2 ESPECIFICACION Y UBICACION DEL ENTORNO ANM SASGER.

Vamos a definir formalmente un entorno ANM ó CANM que soporte un sistema de gestión evolucionado capaz de manejar una red compleja de comunicación de ordenadores. SASGER, como denominaremos en adelante al sistema, debe ser capaz de adecuarse para dar soporte a modelos de red que los usuarios finales demanden, en función de sus necesidades y restricciones.

La estructura de SASGER puede representarse mediante el modelo (estratificado) de capas siguiente (ver figura 15) :

(1) La capa superior (CSUP) está formada por una red de agentes gestores 'inteligente' (notese que el sistema se atiene a la tendencia OSI, como se indica en el capítulo 1), con independencia de procesamiento de entorno pero diseñados

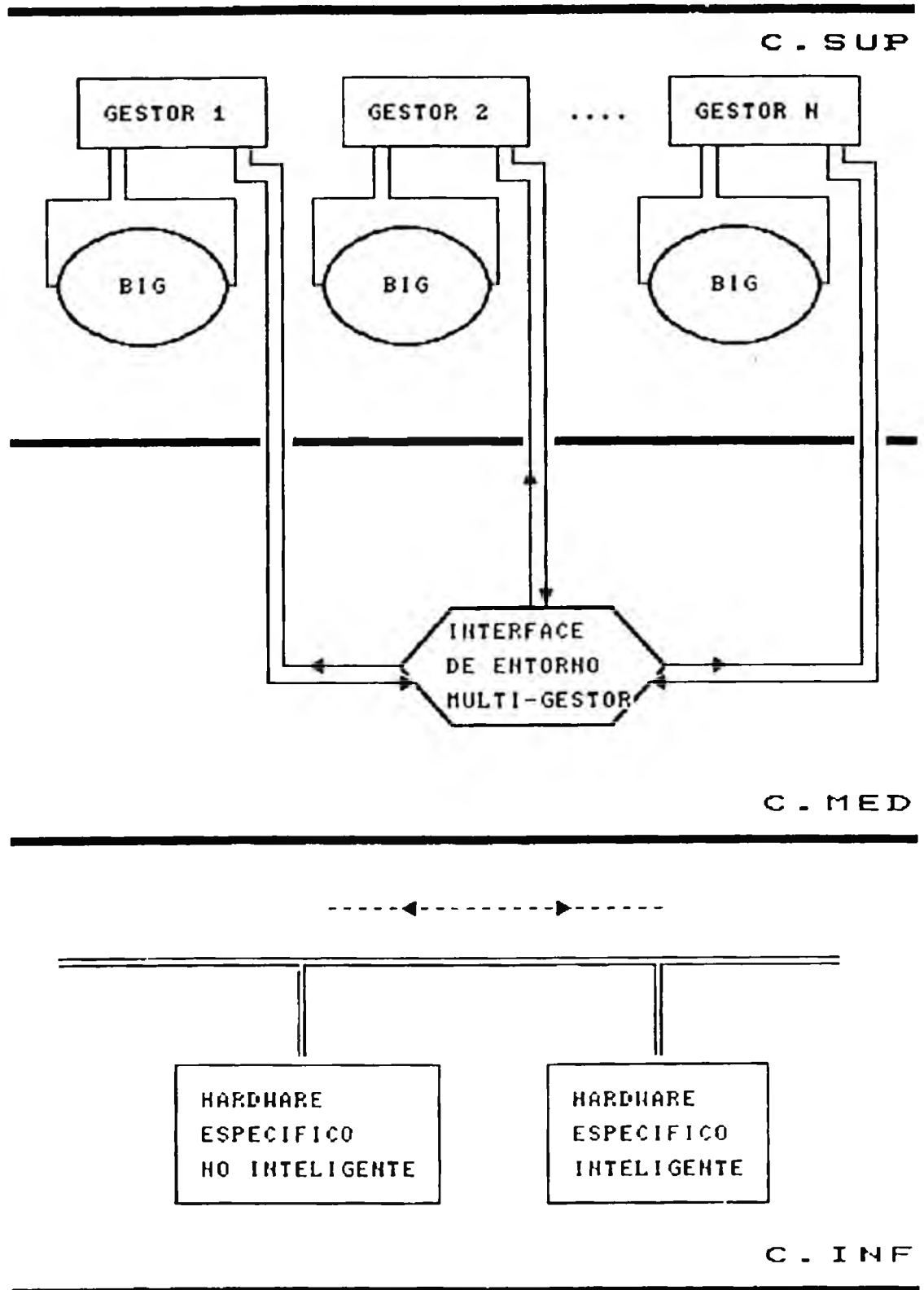


FIGURA -15-

coherentemente a los estados cambiantes del sistema que gobiernan.

La capa media, que definiremos a continuación hace posible la mencionada "posibilidad de compartición de responsabilidades" en el objetivo general del sistema, que es la gestión.

Cada elemento de este nivel se supondrá INTELIGENTE, porque posee un núcleo de procesamiento, e INDEPENDIENTE, porque posee una base de información de gestión ó BIG (como más adelante explicaremos, en el epígrafe 2.3.1) con capacidad de almacenamiento separado del resto de los gestores (la independencia, en este caso, no es sinónimo de "no consistencia", como veremos en el capítulo 4, el sistema estará dotado de mecanismos que aseguren que la información entre dos agentes no entre en conflicto). La constitución y composición de cada agente será tema de definición del presente capítulo.

(2) La capa media (C M E D), proporciona o identifica los mecanismos de comunicación entre los elementos de la red de gestores. Hemos dicho, que los agentes que componen la red van a cooperar para dilucidar sus mecanismos de acción con el objeto de regular el entorno. Los protocolos que dirigen la cooperación entre agentes serán el objeto de parte del capítulo 4 de este trabajo.

(3) La capa inferior (CINF) es el nivel en el que se identifican los mecanismos (o primitivas) de que está formado SASGER para capturar del entorno (red de comunicación gestionada, ...), la información circulante con la que deducir planes de acción internos entre agentes o externos hacia los dispositivos de bajo nivel (inteligentes o no) de la red. De ello hablaremos en el capítulo 3 de este trabajo.

### 2.2.3 ESTRUCTURA DEL MECANISMO DE GESTION DE RED.

Creemos que es importante que los usuarios vean una red desde un conjunto de perspectivas diferentes, en lugar de tratar de comprender todas sus complejidades a la vez.

Definiremos los tres componentes básicos software de SASGER :

- (1) El GUI (*Graphical User Interface*) ;
- (2) Un DCM (*Device Communications Manager*) y
- (3) Un VNM (*Virtual Network Model*).

El DCM o máquina de comunicaciones está estructurada para permitir comunicación simultánea con dispositivos que utilizan diversos protocolos de gestión de red tales como SNMP, CMPI de OSI, etc,...

El GUI deberá proporcionar un entorno de usuario (gestor humano) adecuado, en cuanto a presentación, interpretación y difusión de la respuesta y en cuanto a la entrada de órdenes, un entorno dúctil, transparente y adaptable.

Las herramientas de gestión de red convencionales sólo proporcionan acceso remoto a datos de los dispositivos. El VNM, en cambio, utiliza modelización inductiva y orientación a objetos para producir vistas de red multidimensionales por niveles que cubren un abanico de relaciones y perspectivas de red.

Vamos a centrar nuestra atención en el módulo VNM. Entre las visiones que ofrece, se encuentran :

A.- Visión de los dispositivos que proporciona una representación en tiempo real de los concentradores de cableado de la red.

B.- Visión de la topología libre de formatos que muestra las comparaciones de tráfico "port a port" para ayudar a descubrir fuentes de interferencias de red. En esta visión, las tarjetas pueden ser representadas como reglas en vez de iconos de dispositivos.

C.- Visión organizativa, que proporciona una visión de los equipos que pertenecen a un grupo particular, como por ejemplo, un departamento.

D.- Visión de la topología funcional, que muestra la jerarquía de servicios de ficheros a otros grupos de dispositivos.

E.- Visión de la topología de almacenamiento y reenvío, que describe el sistema de correo electrónico.

F.- Visión de las aplicaciones, que proporciona una representación de la pila de comunicaciones y aplicaciones como Telnet o protocolo de transferencia de ficheros, con correo electrónico sobre ella.

Cada visión contiene interconexiones pertinentes, así como el estado de los elementos implicados. El VNM puede aislar problemas de un elemento particular de una visión concreta. Por ejemplo, si un protocolo Inter-red afecta a las aplicaciones de correo electrónico, el VNM suprime la visualización de alarmas relativas al correo electrónico hasta que se reestablezca el protocolo Inter-red.

Con el VNM, la red se divide en objetos discretos gestionables llamados "módulos inteligentes". Estos módulos tienen atributos definibles tales como: localización, estructura, identificación e inteligencia.

Los operadores los utilizan para construir un modelo de red distribuída en varios nodos. Ellos recogen, concentran y preprocesan información relativa a los dispositivos reformulándola en "vistas" y "recomendaciones" de red.



Así un operador que necesite examinar el estado de un componente no inteligente, un cable, por ejemplo, puede utilizar el VNM para crear un módulo que contiene un modelo de ese componente. Una vez definido ese módulo (por ejemplo, que es un cable y cómo se comporta), se hace un bloque de construcción que puede ser reutilizado muchas veces en cualquier entorno de red. Ya que la red cambia y crece, los módulos pueden modificarse o añadirse.

El VNM también puede incorporar posibilidades a la inteligencia de un dispositivo (por ejemplo, permitiendo al operador que un "router" suministre un movimiento medio de la utilización de la red en vez de el número de paquetes recibidos).

Esta arquitectura orientada a objetos es complementada por tecnología de modelización inductiva. La modelización inductiva identifica relaciones como "conectar a", "contiene", "monitoriza" y otras relaciones definidas por el usuario entre los objetos de la red para crear un modelo de red virtual.

El VNM soporta autotopología. La autotopología permite al sistema de gestión de red difundir un mensaje (como por ejemplo, el comando PING del TCP/IP), para describir qué dispositivos están conectados, creando automáticamente un mapa de red en el proceso. Esta característica permite potenciar la capacidad de transparencia del sistema y aumentar la comodidad de utilización de las ordenes que implementa el gestor de red.

## 2.3 ESTRUCTURA DE GESTION DE LA INFORMACION.

### 2.3.1 DEFINICION Y TIPOS DE BASES DE INFORMACION DE GESTION.

Las redes se componen de conjuntos de componentes interconectados (nodos, troncos, líneas, procesadores, ...). Un componente de una red se caracteriza por ciertas propiedades individuales (nombre, localización, identificador, ...) y por algunos comportamientos como el modo en que propaga los cambios de estado, ... Los componentes de la red están enlazados en base a diversas relaciones. Por ejemplo, si los elementos hardware de un nodo son una memoria, un bus, un procesador de control y algunos procesadores de línea, existe entonces una relación "de composición" que liga al nodo con los elementos hardware que lo constituyen.

Las propiedades intrínsecas contempladas para cada componente incluyen las características individuales, su modo de operación y sus relaciones.

El conocimiento sobre una red puede entonces dividirse en las siguientes partes :

- a) El modelo de red. Incluye la descripción de los diversos tipos de componentes, sus características individuales, su comportamiento y las relaciones que los ligan a otros.

b) La configuración de la red. Describe los componentes físicos presentes en la red y sus relaciones. Por ejemplo, la configuración de una red especifica los nodos que la componen.

La configuración de la red normalmente incluye cientos de componentes. Durante su actividad el proceso de razonamiento y los operadores de la red necesitan acceder a componentes específicos de acuerdo a criterios complejos y variados. Esto obliga a la creación de un mecanismo de recuperación eficiente. Este mecanismo utiliza fuertemente las relaciones entre los componentes de la red.

Los sistemas orientados a objeto hacen posible el tratamiento de algunos aspectos del razonamiento por sentido común y especialmente del de excepciones y fallos. Proporcionan en general técnicas flexibles especialmente indicadas para expresar el conocimiento en sistemas basados en modelos.

El conocimiento es esencialmente complejo : ésto supone conceptos que se subdividen y que se interrelacionan en un conglomerado de relaciones. Esto está en contraste con la simplicidad de las características proporcionada por los sistemas orientados a objeto : objetos, clases, .... Como consecuencia la representación de cualquier conocimiento requiere su descomposición en elementos simples y primitivas incluidos en la estructura impuesta por el propio sistema.

En este trabajo, se define el BIG (Base de Información de Gestión) (ver figura 16) como el "repositorio" de información necesaria para gestionar los dispositivos sobre una red. El BIG contiene una lista de objetos de red y sus atributos, tales como el número de paquetes enviados a un interface de red, las entradas de la tabla de encaminamiento y las variables específicas de protocolo para el encaminamiento.

Un objeto es "una entidad que combina las propiedades de los datos y de los procedimientos". Los objetos están organizados en clases, ésto es, un conjunto de objetos comparten las mismas propiedades y los mismos objetivos. Una superclase es una clase de clases.

Todos los componentes de una red tiene propiedades individuales, como puede ser un identificador, una localización, un estado actual. Los componentes de la red están enlazados mediante diversas relaciones. Las propiedades intrínsecas de los componentes incluyen sus propiedades individuales y sus relaciones.

Los sucesos verificados en la red también se caracterizan por algunas propiedades individuales : el identificador de los componentes involucrados, el tiempo que van a ser utilizados, códigos específicos, ... Además deben tener un formato. Los sucesos se materializan en la red como cadenas de bytes. El formato de un suceso es la descripción de la cadena correspondiente. También los sucesos serán objetos de la BIG.

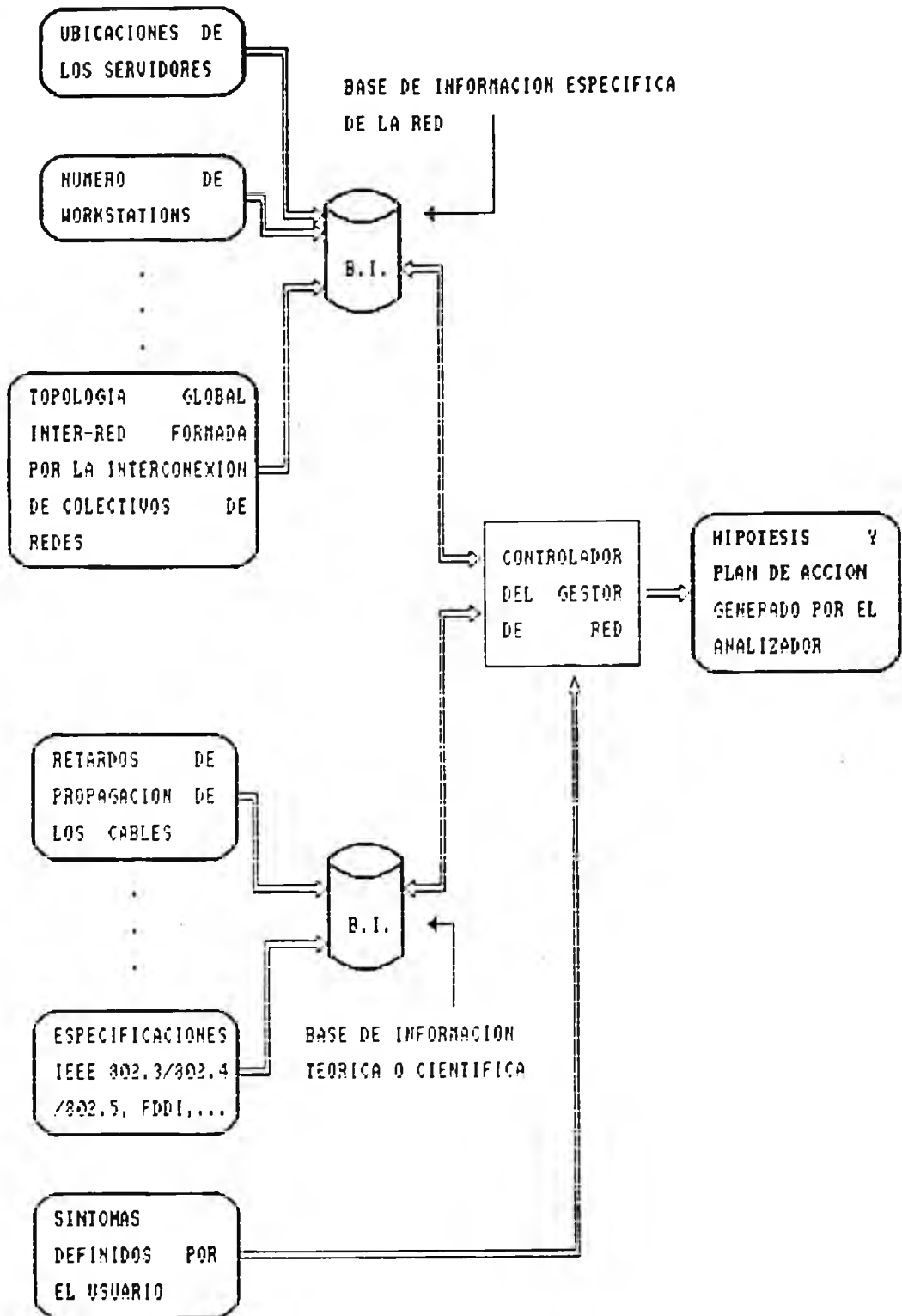


FIGURA -16-

Vamos a distinguir una clasificación del BIG. El BIG puede ser de dos tipos : BIG-1 y BIG-2. El BIG-1 o BIG básico incluirá una lista limitada de objetos que tienen que ver con las variables de encaminamiento inter-red. El BIG-2 o BIG extendido amplía las capacidades del protocolo de gestión de red a una variedad de tipos de medios y dispositivos de red.

Es interesante soportar equipos de transmisión T1/E1, token-ring, token-bus, medios FDDI (Fiber Distributed Data Interface), redes LAN-Manager de Microsoft, Sistemas Fase V Decnet de DEC, Bridges y terminales. También, podrá incluir objetos como aplicaciones de gestión y redes. Cuando esto suceda, los usuarios podrán gestionar sus aplicaciones a través de la red y reasignar dinámicamente tales recursos del sistema, como capacidad de procesamiento y capacidad de almacenamiento.

Uno de los objetivos del BIG-2 es asegurar que un agente del Protocolo de Gestión de Red del vendedor A pueda comunicarse con una estación de gestión del Protocolo de Gestión de Red del vendedor B.

### **2.3.2 ARQUITECTURA DE BASES DE INFORMACION DE GESTION.**

La arquitectura asignada al BIG se parece a un árbol con cuatro ramas, denominadas "rama directorio" (reservada para utilizaciones de implementación futura), "rama del sistema" (con carácter

obligatorio), "rama experimental" y "rama privada" (reservada para grupos específicos de fabricante). La rama del sistema contiene tanto los grupos de objetos BIG-1 como los de BIG-2. La rama experimental contiene objetos específicos del medio. La rama privada soporta extensiones de fabricante propietario para el BIG. Una vez que los objetos específicos del medio se hacen estándares del Protocolo de Gestión de Red, serán incluidos en la rama de gestión.

El BIG es el almacenamiento virtual de información que va a estar contenido dentro de un dispositivo gestionado, también conocido como "agente del Protocolo de Gestión de Red". Esta base de información se compone de objetos con nombre, sintaxis e información de codificación. El nombre se llama "identificador del objeto" y es único para cada objeto. La sintaxis es el medio por el que se visualiza un valor, tal como el número de paquetes enviado. Los tipos de sintaxis son "de contador", "de medida", "de cadena de octetos", "de dirección de red" y "de entero". BIG-2 especifica un nuevo tipo de cadena de octetos denominada "cadena de visualización", que permite visualizar una cadena de información a un operador-humano sin requerir que el sistema de gestión ejecute la cadena. El mecanismo de codificación convierte el código máquina en lenguaje natural, permitiendo a un programador o administrador de red interpretar información que la estación de gestión de red está recogiendo.

La codificación especifica si un objeto está diseñado como sólo de lectura, sólo de escritura o no accesible. Además, la información

de estado especifica si un objeto es obligatorio, optativo, obsoleto o decrementable.

Los objetos se agrupan en clases. En SASGER, una definición de clase se asemeja a la utilizada por LISP para la estructura DEFINE. Los argumentos de la "definición" deben ser especificados por el mecanismo de definición de clases del tipo al que la clase pertenece. Estos argumentos son además totalmente adaptables a la clase de información y se eligen para permitir la expresión explícita de todas sus propiedades intrínsecas.

Generalmente el primero de los tres argumentos será el nombre de tipo, el nombre de la clase, y si a lugar, el nombre/es de la superclase. Otros argumentos pueden por ejemplo, especificar la clase y/o los nombres de variable de modelización, las propiedades de la clase, como sus relaciones con otras clases, los comportamientos de la clase, tales como el modo en que los componentes de la red propagan sus cambios de estado a otros componentes. También se especificará la función que interpretará el tipo de clase a la que pertenece. Esta función permitirá establecer cualquier acción involucrada en la definición de la clase. Estas acciones pueden incluir una definición de clase en el sistema subyacente, la introducción de asociación para esa clase, la gestión de la lista de propiedades de los nombres de clase, ... La función de interpretación puede también conducir a la generación automática de funciones o métodos utilizados para manipular la información representada.



3. Una variable de clase, denominada A2', debería introducirse en la clase C' con un valor inicial de nil.

4. Un método, denominado A3', sin argumentos y con el cuerpo especificado debería ser definida sobre A1'.

Para crear la clase se manejará una estructura similar a la utilizada en la estructura Lisp CREATE. Los argumentos del modelo de clase pueden referirse explícitamente a las propiedades intrínsecas de la clase de conocimiento considerada. La función de interpretación tomará cualquier acción necesaria cuando una clase sea modelizada. Estas acciones están generalmente relacionadas con la creación efectiva de un modelo, aunque también se relacionan con cualquier tratamiento que verse sobre el "nacimiento" de un nuevo modelo. Por ejemplo, la siguiente expresión crea un nodo :

```
(create 'componente-de-red 'nodo
      :identificador 'Sarriko
      :tiene-de-componentes'(bridge:identificador'B27))
```

Analícemos cada parte de conocimiento de nuestra red:

(a) Componentes de red. Cada tipo de componente de la red se representa mediante una clase perteneciente a los componentes de red.

Un ejemplo de definición de clase de nodo es la siguiente :

```
(define componente-de-red
  nodo (0)
  ((identificador :type simbolo)
   ..... (1)
  (superclase)
   ..... (2)
  :relaciones
   ..... (3)
  ((tiene-de-componentes
   :type .....))
   ..... (4)
  (ligado-a :type ....))
   ..... (5)
  :comportamiento
   ..... (6)
```

- (0) nombre del componente de red.
- (1) clase de componente, identificador,...
- (2) superclase a la que pertenece.
- (3) relaciones del elemento con otros de la red.
- (4) definición de la relación de composición.
- (5) definición de la relación de conexión.
- (6) especificación del comportamiento individual del componente.

Nótese que los comportamientos aplicados a la clase de componentes de red deben estar predefinidos.

El mecanismo de definición de clase asociado maneja una serie de acciones, incluyendo la definición de una clase en el sistema, el nexo del comportamiento declarado para esa clase y la implementación de las relaciones especificadas. Además deberá construir automáticamente el mecanismo de recuperación que se utilizará para acceder a los componentes especificados en la configuración de la red. Las relaciones especificadas en cada definición de clase de componente, son utilizadas por el mecanismo de definición de clase para generar todos los posibles caminos existentes entre las clases de componentes (un camino une dos clases de componentes; es una secuencia de relaciones que se deben aplicar para que un objeto de la primera clase acceda a un objeto de la segunda clase). Interpretando cada definición de clase de componente, el mecanismo de definición de clase de componente de red construye un gráfico de acceso, ligando todas las clases de componentes a todos los caminos posibles existentes entre ellos. Este gráfico de acceso permite una recuperación muy rápida para cualquier objeto componente accesible desde uno dado y satisfaciendo algunas condiciones prefijadas.

Los sucesos de una red son cadenas de bytes emitidas por algún componente de la red y recibidas por SASGER. Cada suceso pone en funcionamiento el proceso de razonamiento de SASGER. Las cadenas tiene formatos distintos dependiendo del tipo de suceso al

que representen. Por cada formato de cadena existe un mecanismo, que atomiza la cadena en campos. El valor de cada uno de estos campos determina el tipo de suceso específico al que la cadena corresponde.

Como los tipos de componente de red los tipos de sucesos se representan por clases. Estas clases se organizan naturalmente en forma arbórea y pertenecen a los "sucesos de red". El principal problema con los sucesos es su creación. SASGER debe recibir una cadena de la red de control y debe transformarla en un objeto que el proceso de razonamiento pueda tratar. Como consecuencia, el proceso de transformación debe determinar el tipo de suceso (más concretamente la clase de suceso) a que corresponde el suceso entrante.

Por ejemplo considerar que los sucesos de una red pertenecen a dos grandes categorías (sucesos troncales y sucesos periféricos), cada uno de ellos con un formato particular. Si respectivamente comienzan con el carácter "T" ó "P", la definición de las clases correspondientes puede ser:

```
(define suceso-de-red
  suceso-troncal                (0)
  (...)                          (1)
  (...)                          (2)
  :definicion-campos
  ((tipo-suceso(primer-caracter*cadena-suceso*)))
  .....                          (3))
```

```
:condiciones
  (equal tipo-suceso "T")
  ..... (4)
:comportamiento ((frecuencia)) )
  ..... (5)
```

```
(define suceso-de-red
  suceso-periferico
  (...)
  (...)
:definicion-campos
  ((tipo-suceso (first cadena-del-suceso)))
:condiciones
  (equal tipo-suceso "P")
:comportamiento ((frecuencia)) )
```

- (0) nombre del suceso.
- (1) variables empleadas.
- (2) superclases relacionadas.
- (3) se recupera el primer carácter de la cadena del suceso.
- (4) la condicion es que el primer carácter de la cadena sea una "T".
- (5) puede realizarse un análisis de frecuencia del tipo de suceso.

### 2.3.3 ESTRUCTURACION DE LA BIG.

El BIG definirá una serie de grupos de objetos, cuyos nombres y funciones se especifican a continuación:

1.- GRUPO DE OBJETOS : SYS (OBLIGATORIO)

FUNCION : Gestionar el nodo en sí mismo.

2.- GRUPO DE OBJETOS : INT (OBLIGATORIO)

FUNCION : Gestionar los Puertos e Interfaces del nodo.

3.- GRUPO DE OBJETOS : TD (OBLIGATORIO)

FUNCION : Traducir la dirección del protocolo inter-red.

4.- GRUPO DE OBJETOS : PI (OBLIGATORIO)

FUNCION : Gestionar el protocolo inter-red.

5.- GRUPO DE OBJETOS : MCI (OBLIGATORIO)

FUNCION : Gestionar el protocolo de mensajes de control inter-net.

6.- GRUPO DE OBJETOS : CT

FUNCION : Gestionar el protocolo de control de transmisión.

7.- GRUPO DE OBJETOS : DU

FUNCION : Gestionar el protocolo de Datagrama de usuario.

## 8.- GRUPO DE OBJETOS : GE

FUNCION : Gestionar el protocolo de gateway exterior.

Algunos de estos objetos son obligatorios, otros son catalogados como obligatorios sólo, mientras un dispositivo está trabajando con un protocolo particular.

Los objetos son ordenados, en la estructura de información propuesta en este trabajo, jerárquicamente de modo que se facilita la incorporación de nuevos objetos sobre aquellos ya definidos. Para conseguir la compatibilidad ascendente no puede utilizarse la misma representación numérica para definir más de un objeto.

Los objetos individuales ocupan el nivel más bajo de la base de información, pero las entradas pueden agruparse en tablas que configuren el nivel superior de la misma

El protocolo de "gestión de red básico" define cinco tipos de tablas cuyos valores almacenados se describen a continuación :

(a) Tabla de los Interfaces. Con el estado de los interfaces del agente gestor.

(b) Tabla de las Traducciones de Dirección. Con los valores de la traducción de direcciones.

(c) Tabla de las Direcciones del Protocolo Inter-red. Con la dirección del protocolo inter-red de todos los interfaces del agente.

(d) Tabla de Encaminamiento del Protocolo Inter-red. Con las direcciones de destino del protocolo inter-red, de dirección del siguiente "hop" (etapa), el número de "hop",...

(e) Tabla de Conexiones del Protocolo de Control de Transmisión. Con el estado de las conexiones del protocolo de control de transmisión.

Dos de las operaciones más importantes que realiza el software de gestión en el BIG, son las funciones *SET* y *GET*. En la Tabla de Direcciones del Encaminamiento, por ejemplo, un gestor de red debe conocer una dirección de destino del Protocolo Inter-red y quiere conocer también la dirección del siguiente "hop" (que es otro tipo de objeto BIG o una entrada en la misma Tabla). Es posible hacer una operación *GET* en el siguiente "hop", utilizando la dirección destino del Protocolo Inter-red como apuntador. Naturalmente, la función *GET* nunca tiene que ser explícitamente indicada ya que puede ser generada por el software de gestión de más alto nivel (característica de transparencia/reparto de funciones).

El BIG-1 deberá incluir alrededor de 100 objetos (según la entidad de la red para la que se realiza la gestión, por término



medio aplicado a una LAN corporativa promedio), organizados en ocho grupos funcionales : de sistema (SYS), de interface (INT), de traducción de dirección (TD), de protocolo inter-red (PI), de protocolo de mensajes de control inter-red (MCI), de protocolo de control de transmisión (CT), de protocolo datagrama de usuario (CU) y de protocolo de gateway exterior (GE). Estos grupos permiten a un sistema de gestión de red sondear el grupo sistema, para una descripción del dispositivo, el objeto identifica y especifica el tipo de dispositivo que se interroga y el tiempo que el dispositivo ha estado operativo y ejecutándose. El grupo interface, por ejemplo, contiene información diversa como puede ser descripción de texto del interface y su tipo (Ethernet, Punto a Punto, FDDI), tamaño máximo del paquete, velocidad y estado operativo. Cada grupo recoge parámetros de protocolo tales como el número de conexiones TCP activas, el número de paquetes redirigidos recibidos y el número de paquetes datagrama de usuario, que circulan a través de un dispositivo.

El BIG-2 añade nuevos objetos a los grupos existentes. También incorpora adicionalmente dos nuevos grupos de objetos denominados "de Transmisión" y "de Protocolo de Gestión de Red Básico". El BIG-2 marca una ampliación en el enfoque para el protocolo de gestión de red básico desde una orientación de red local Ethernet hacia un enfoque más extenso en lo relativo a todos los tipos de medios utilizados, tanto en LAN's como en WAN's. Esto refleja las tendencias del mercado actuales, que van desde aislar LAN's a un mundo de redes interconectadas, que constan de un conjunto de tecnologías de red.

El grupo "de Transmisión" debe poder abarcar más que Ethernet, añadiendo soporte para IEEE 802.2, 802.5, FDDI y Redes TI/E1.

El grupo "Protocolo de Gestión de Red Básico" deberá constar de identificadores de objetos nuevos, que proporcionen al administrador de la red información estadística sobre el rendimiento de la red. Los objetos permiten al Sistema de Gestión de Red o NMS (Network Management System) seguir la pista de gran cantidad de tráfico de gestión relativo a respuestas de dispositivos.

Parámetros tales como el número de paquetes del protocolo de gestión de red básico que entran y salen de un dispositivo, el número de paquetes con nombres de comunidad erróneos, el número de paquetes que no son conformes a la especificación de codificación, utilizada por ejemplo ASN.1 del ANSI (American National Standards Institute) y el número total de peticiones de información que son proporcionadas por el grupo "de protocolo de gestión de red básico" deben ser de algún modo almacenados, ya que tener este tipo de información va siendo cada día más importante, ya que el tamaño y complejidad de las redes aumenta exponencialmente.

Bajo BIG-2 el grupo "de sistema" se añaden, finalmente, cuatro nuevos objetos para proporcionar información, tales como el nombre de una persona a contactar, en el caso de un fallo de red, figura 17. Los nuevos objetos también incluirán, la ubicación física

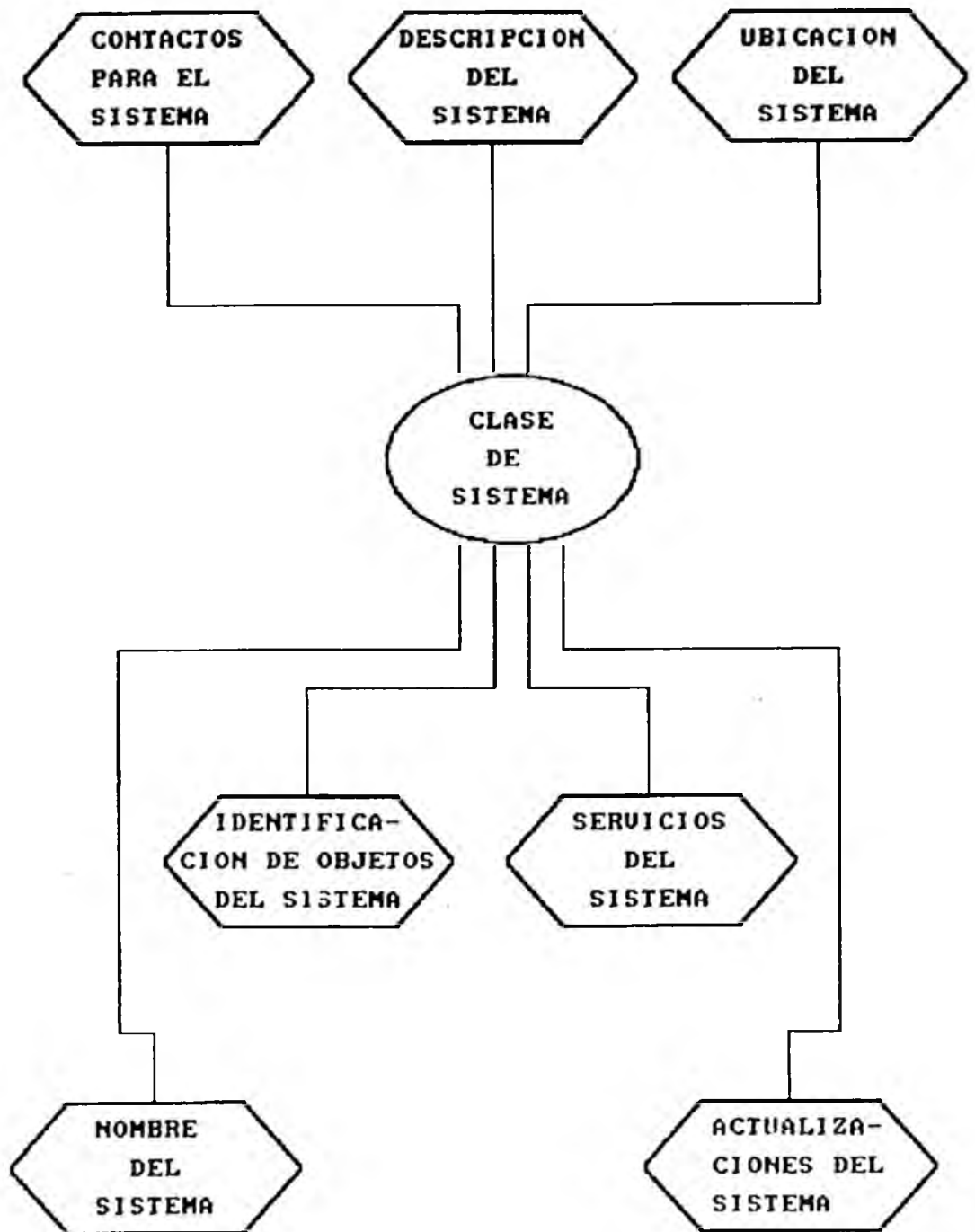


FIGURA -17-

NUEVAS FUNCIONES  
INCORPORADAS EN LA CLASE  
DE SISTEMA EN BIG-2.

del sistema, el nombre del sistema y los servicios proporcionados por el dispositivo en cuestión. Este último objeto ofrece la capacidad de interrogar a un dispositivo que soporta BIG-2 para determinar los niveles de funcionalidades soportados, con los valores para enlace físico, enlace de datos/subred, enlace inter-red, conectividad extremo a extremo y aplicaciones. Esta característica se asemeja (o se inspira) al protocolo de información común de gestión OSI, que proporciona información de gestión en cada uno de los siete niveles de la pila de protocolo OSI.

El BIG-2 mejora algunos grupos de objetos del BIG-1, como por ejemplo, el "grupo interfaces" que incorpora protocolos punto a punto, Ethernets de 3 Mbps y protocolos inter-red de línea serie.

Se añade otra entrada a la tabla denominada "if Specific" para proporcionar al Sistema de Gestión de Red información específica del medio tal como la mantenida en la "Tabla de Traducción de Direcciones".

Otras tablas modificadas en BIG-2 respecto a BIG-1 son la del "Grupo de Protocolo de Control de Transmisión" y la del "Grupo de Protocolo Inter-red". Se añadirán dos objetos al "Grupo de Protocolo de Control de Transmisión" para permitir al NMS (Sistema de Gestión de Red) monitorizar paquetes erróneos pasados desde el nivel del protocolo Inter-red al nivel de protocolo de Control de Transmisión y el número de "resets" generados por un nivel de "Protocolo de Control de Transmisión".

Estos dos objetos son herramientas importantes que permitirán a un Administrador de Red gestionar la conectividad extremo a extremo de la conexión de red, no solamente la conexión física.

## 2.4 MONITORIZACION BASADA EN COMPUTADOR.

La "gestión de red" se está convirtiendo en un desafío en cuanto a tamaño, complejidad, funciones, posibilidades y opciones disponibles. Además, los más recientes sistemas operativos proporcionan capacidad para manipular, cada vez mayores cantidades de memoria en disco y mayor número de conexiones físicas. Así mismo, muchos administradores (o gestores) de red no pueden aumentar los niveles de personal cuando se incrementan sus cargas de trabajo. Entonces, ¿ qué soluciones de bajo coste tienen los administradores de redes frente al desafío de gestionar las operaciones esenciales de red y planificar futuras expansiones de red ?.

Para hacer frente a estos desafíos se ha diseñado el software de control y gestión de red automatizado. De este modo, los administradores de red cuentan con un valioso "auxiliar de red casi invisible", ya que realiza un gran número de tareas de gestión de red automáticamente en "background" (proceso en segundo plano). Se trata técnicamente de un proceso de valor añadido VAP (Value

Added Process) o un módulo de carga de red NLM (Network Load Module), que se ejecuta en el servidor, es decir no requiere una "workstation" dedicada. Automatiza el rendimiento de red y la monitorización de componentes de red críticos, tales como espacio de disco disponible en los servidores, conexiones entre nodos y estado de las impresoras. Realiza todas estas actividades en "background" y alerta al administrador de la red sobre problemas potenciales, para que puedan corregirse antes de que se hagan graves.

La alerta puede enviarse por correo electrónico o incluso dirigirse a un "localizador personal de bolsillo" (buscapersonas portatil). Genera automáticamente un inventario completo de red, librando al administrador de la red de tener que realizar esta tarea que lógicamente gasta mucho tiempo. Así mismo, recoge información en áreas desde las tarjetas y direcciones "LAN" de cada nodo, hasta el tipo de monitor y cantidad de memoria de cada "workstation". El administrador de red cuenta con este inventario para "diagnosticar" problemas de red y conflictos internos en los PC's individuales y para la gestión de los recursos. También ayuda a mantener la red en funcionamiento uniforme, identificando conexiones de servidor, rutas inter-red e identificadores de nodo. Esta capacidad proporciona una visión instantánea de toda la presentación de conexiones de la interconexión de redes, incluyendo los servidores de ficheros, bridges, workstations, etc...

Muchos administradores de red gastan gran cantidad de tiempo yendo de oficina en oficina, localizando problemas de

conectividad de la red. El software que estamos analizando resuelve este problema por medio de su "módulo de testeo de conectividad automatizado", que aísla y detecta nodos con fallos. Esto ayuda a la realización de testeos de conectividad punto a punto entre cualquiera de los nodos de la estructura global de interconexión de redes. Puede ajustarse la velocidad, frecuencia, tamaño de paquetes para verificar puntos de saturación y errores de transmisión. De este modo, el administrador de red no necesitará gastar tiempo frente a un monitor para compilar estadísticas de red, ya que el software que estamos analizando lo hace.

Así mismo, se recogen datos de red en tiempo real o en "background". En tiempo real se visualizan las estadísticas de cualquier "workstation" y puede capturarse opcionalmente a un fichero ASCII o dBase. En "modo background", captura estadísticas de rendimiento del "background" durante un periodo de tiempo predeterminado, al objeto de construir una base de datos para utilizarla en el análisis de la historia del rendimiento. Los programas de reporte de estadísticas monitorizan el uso de la red y suministran información detallada sobre la actividad de la red. El análisis cuidadoso de los datos ayuda a determinar las formas de optimizar el rendimiento de la red, y los puntos de problemas potenciales finales. Las representaciones gráficas facilitan al usuario una visión del "comportamiento" de la red o LAN, que puede ayuda al gestor de la red a entender las características cambiantes de la red.

Continuamente, monitoriza la red en "background" para ayudar a prevenir en la red una posible infección de virus de computador. Esta capacidad de monitorización centralizada, de virus, es importante teniendo en cuenta el tamaño medio de las redes que crece día a día, y que cada vez más usuarios tienen acceso a datos sensibles. Los ficheros de los programas se registran con el VAP o el NLM y constantemente se monitorizan en busca de una posible infección o modificación no deseada. El sistema alerta automáticamente a los operarios de consola de las violaciones de red potenciales, lo que les permite eliminar inmediatamente de la red ficheros posiblemente infectados. El sistema ahorra al administrador de la red mucho tiempo de para confeccionar informes de la gestión de la red, proporcionándole información general y periódica en forma de listados de impresora ("Hardcopy") y generando informes que exportan datos en otros formatos. Esto también permite al administrador de la red desarrollar informes hechos a medida. Las estadísticas en pantalla y en "hardcopy" proporcionan un completo grupo de estadísticas de servidores de ficheros y de informes de actividad de la red. El sistema es independiente de la topología para ofrecer máxima flexibilidad de instalación y funcionamiento. Opera en entornos tales como Ethernet, TRN (Token Ring Network), Arc-Net, etc... o en redes extendidas (o multiredes), que utilicen una combinación de topologías y componentes de conexión inter-red. Puede trabajar con todos los posibles sistemas operativos de red, es de bajo coste y aunque no realiza todas las funciones de gestión de red, es una herramienta valiosa para los administradores de redes-LAN.



#### 2.4.1 FORMULACION DE UN SUBCONJUNTO COMPLETO DE PRIMITIVAS PARA LA GESTION DE RED.

Cuando un gestor desea realizar cualquier actividad sobre la red, éste deberá valerse de un protocolo que le permita especificar las operaciones a los elementos de la red y que permita que los elementos de la red le devuelvan o envíen respuesta, confirmación, o en general información.

Los objetos de los BIG's de SASGER (sistema ANM), pueden ser activados en cualquier momento, permitiendo que el sistema construya la estructura de recursos apropiada a las necesidades dinámicas del sistema en funcionamiento. El mecanismo de manipulación de los BIG se construye sobre un conjunto de primitivas de manejo que permite desde crear un nuevo objeto hasta eliminarlo. La activación de objetos se expresa en términos de "recepción de sucesos" más los valores de los objetos involucrados.

SASGER utiliza un protocolo basado en cuatro estructuras básicas, que permiten especificar un conjunto nada despreciable de operaciones sobre una red. Las estructuras del protocolo son :

(E1) ó PETICION, permite la solicitud de una cierta operación sobre un elemento de la red. Incluye el identificador de la petición, que se utilizará más tarde para asociar la posible

respuesta, un código de operación (analizaremos las operaciones básicas permitidas más adelante) y los parámetros específicos de la operación.

(E2) ó RESPUESTA, se utiliza para devolver una señal de "operación completada con éxito". Estará formada por un identificador de petición y al menos un argumento que incluya información adicional sobre el resultado de la operación. Esta estructura se utiliza únicamente cuando la operación en curso requiere confirmación.

(E3) ó ERROR, se utiliza para que un elemento de la red al que se solicitó realizara cierta acción, informe de una "operación mal completada". Incluirá un identificador de petición, un código de error que especifique el tipo de error producido y al menos un argumento que incluya información adicional sobre la razón del error. Igual que la estructura RESPUESTA sólo se utilizará ésta cuando la operación especifique explícitamente una condición de confirmación.

(E4) ó RECHAZO, permite indicar un estado de rechazo de una cierta acción, debido a algún problema en el sistema. Contendrá al menos el código del problema que indique el tipo de situación que se detectó.

Las estructuras de mensaje descritas crearán un tráfico intenso en la red, que requiere un alto grado de sincronización, ésto se

consigue incorporando en las estructuras básicas un parámetro adicional de sincronización. Este parámetro presenta cuatro posibles valores :

1. **SIN\_ORDEN**, la operación se realizará sin ningún orden especial.
2. **EN\_ORDEN**, las operaciones deben ejecutarse siguiendo el orden de los parámetros indicados.
3. **DETENCION\_POR\_ERROR**, la operación se realiza con el orden de los parámetros y cesa si alguna subactividad no puede ser alcanzada.
4. **INDIVISIBLE**, la operación se realiza en el orden de los parámetros, si y sólo si puede completarse totalmente.

Las operaciones de gestión básicas (con códigos de operación independientes), que se utilizarán en las estructuras previamente mencionadas, pueden separarse en tres categorías :

(1) **Servicio de manejo de la información.** Estos servicios incluyen la capacidad de manipular los datos producto de la gestión. Consideraremos seis macros básicas para el manejo del BIG, cuyas denominaciones resumidas son : PM1, PM2, PM3, PM4, PM5, PM6. Hablemos de ellas:

A) CREACION ó PM1.

[PM1(nombre\_objeto, tipo\_sintaxis, tipo\_codifica, relaciones)]

Crea un objeto asociado a un BIG, donde se especifica el nombre (que incluye identificador del BIG involucrado), tipo y las operaciones que legalmente se admiten sobre él.

B) BORRADO ó PM2.

[PM2(nombre\_objeto, tipo\_sintaxis)]

Permite la eliminación de objetos asociados a un BIG sin requerir confirmaciones adicionales.

C) BORRADO CON CONFIRMACION ó PM3.

[PM3(nombre\_objeto, tipo\_sintaxis)]

Permite la eliminación de información de un BIG y requiere una confirmación para hacer firme el borrado.

D) ACTUALIZACION ó PM4.

[PM4 (nombre\_objeto, atributos)]

Permite modificar información asociada a un BIG sin necesidad de confirmación adicional.

E) ACTUALIZACION CON CONFIRMACION ó PM5.

[PM5(nombre\_objeto, atributos)]

Permite la modificación de datos de un BIG y requiere un mecanismo de confirmación adicional.

F) RECUPERACION ó PM6.

[PM6(nombre-objeto, atributos, relaciones, otros)]

Permite recuperar informaciones referentes a un objeto de un BIG.

Un gestor emite la primitiva o comando PM1 para decir que se cree un "objeto". Un "objeto" es una "visión de gestión" de un "recurso". Por ejemplo, un gestor puede utilizar PM1 para delimitar dinámicamente un programa de aplicación o pila de protocolo. El comando PM2 y PM3 se utiliza para eliminar un objeto. Por ejemplo, un gestor debe eliminar una conexión que es la causa de problemas o un programa de aplicación que no se necesite más.

(2) Servicio de emisión de resultados. En muchas actividades de gestión las decisiones deben ser tomadas en base al historial de sucesos verificados en un cierto periodo. Esta actividad posee el peso suficiente para dar lugar a un servicio del propio gestor. La emisión de información del sistema puede ser automática, semiautomática, o manual, por lo que es posible activar y desactivar la obtención de información. Para acomodarse a estas necesidades basaremos el servicio en tres macros básicas :

a) SALIDA DE INFORMES ACTIVADA ó PM7.

[PM7(objetivo)]

Proporciona la activación de la capacidad de emisión de parámetros de estado hacia el gestor, o hacia el operador, no necesitándose confirmación de recepción de activación del servicio.

b) SALIDA DE INFORMES ACTIVADA CON CONFIRMACION  
ó PM8.

[PM8(objetivo)]

Proporciona el mismo efecto que en el caso anterior pero se necesita confirmación de su recepción.

c) TRANSMISION ó PM9.

[PM9(nombre\_suceso,parámetros)]

Permite expandir ciertos conocimientos de sucesos entre los gestores presuntamente interesados en ellos que no los hayan recibido directamente de la red por problemas en el nodo propio nodo gestor o porque se trate de informaciones que no emanan de la propia red sino que son fruto de la síntesis de algún otro gestor. Los parámetros identificarán entre otras cosas el nivel de prioridad de la información que albergan, así como el destino del mensaje.

El protocolo de gestión de red puede automáticamente crear un objeto cuando se añade a la red un nuevo dispositivo. Cuando esto sucede, se envía un mensaje a la

estación de gestión de red que informa al gestor del nuevo objeto (se activa una primitiva PM9). Esta característica hace posible una gestión de red dinámica.

Los gestores de protocolo de gestión de red pueden controlar los mensajes de sucesos de la red que son enviados a ellos al utilizar los objetos gestionados, denominados "discriminadores de *'forwarding event'*".

Estos permiten a un sistema de gestión filtrar los sucesos y alarmas de red que se envían a la estación de gestión para que solo los sucesos de red más importantes den lugar a que una alarma sea emitida por el dispositivo gestionado.

La distinción que el protocolo de gestión de red hace entre "objetos" y "atributos" proporciona un sistema de gestión de red más flexible que el SNMP. Por ejemplo, con nuestro protocolo de gestión de red es posible que un gestor reciba notificación de que se ha creado un nuevo objeto. Entonces, el gestor emite una primitiva PM1 para delimitar cuales son los atributos de este objeto. Algunos de los nuevos identificadores de atributo pueden ser los que el sistema de gestión ya conoce de su Base de Información de entradas de otros objetos. En este punto, el operador de red puede realizar funciones de gestión limitadas sobre este objeto. Los mensajes identifican donde está el objeto en la red, administrativamente hablando.

(3) **Servicio de control directo.** Estos servicios se utilizan para solicitar desde el sistema de gestión alguna acción. La acción puede alterar permanentemente el estado del sistema o poner al mismo en un estado transitorio, por ejemplo cuando el gestor ordena la ejecución de algún test de diagnóstico. El servicio se basa en dos macros :

a) ACCION ORDENADA ó PM10.

[PM10(nombre\_acción, nombre\_objeto, tipo\_acción, parámetros)]

Permite la solicitud de ejecución de esa acción sin confirmación adicional. Especifica una acción que ha de ser realizada por un objeto, teniendo presentes ciertos parámetros (estos variarán según la acción de que se trate; existirán sintaxis particulares para cada grupo de acciones semejantes).

b) ACCION ORDENADA CON CONFIRMACION ó PM11.

[PM11(nombre\_acción, nombre\_objeto, tipo\_acción, parámetros)]

Invoca un acción que requiere confirmación. Por lo demás es idéntica a la anterior.

PM10 y PM11 se utilizan desde un gestor para pedir que un objeto realice alguna tarea específica como la "tarea de autotesteo" (si se supone que existen fallos en el entorno) o la



"tarea de puesta en marcha" (si por ejemplo, un determinado dispositivo había recibido una orden previa de desconexión transitoria).

Este servicio además soporta una funcionalidad que permite extender el ámbito de recepción de las macros al mundo multiobjeto de cualquier red de comunicación de mediano tamaño, de modo que se prevee en él múltiples réplicas de confirmación. Este servicio puede usarse, por tanto, en unión de cualquiera de los otros nombrados de manera que a una única invocación se esperen múltiples réplicas. La macro se denominará : MULTIRREPLICA (ó PM12): PM12 (discriminante), las relaciones entre objetos nos permiten hacer circular tareas que afecten a más de un objeto. Las indicaciones selectivas se activan a través de esta operación.

Dos características potentes de nuestro protocolo de gestión de red fruto de esta macro PM12 son la operativa selectiva y el filtrado. La operativa selectiva permite a un gestor aplicar una operación de gestión a una parte o a todo un dispositivo.

Por ejemplo, un gestor podría querer el número de serie para un "router" o el del "router" y todas las tarjetas de dentro del "router". El filtrado permite a la aplicación de una operación hacerse condicional según los valores de los atributos de un objeto. De este modo, una petición PM12 del protocolo de gestión de red podría pedir que todos los

modems del nodo X con "posibilidad de marcación permitida" y con mecanismo de "seguridad de llamada de vuelta desde destino en estado no permitido" pongan en el atributo de "marcación" un estado "no permitido". Esta definición de información de gestión identifica un conjunto de atributos y sucesos de casi aplicabilidad universal.

SASGER está facultado, como se ha visto, para manejar diferentes objetos. Para facilitar el manejo de los diferentes tipos de operaciones, que pueden realizarse con los objetos de la red, se contempla la especificación de tipos de acciones y tipos de sucesos, que dependen del contexto en el que se encuentre inmerso el objeto involucrado. Así mismo, se utilizan los códigos de operación para definir operaciones de alto nivel, que sean significativas para algún objeto concreto. Esto último puede realizarse con cualquier operación de las ya comentadas. En este caso, los campos de cabecera identifican la clase de objeto y el objeto en sí mismo sobre el que la operación va a realizarse. El resto de la estructura se interpreta en el contexto de esa clase de objeto.

En las operaciones de manipulación de datos, la clase del objeto sirve para definir la estructura de información resultante.

En las operaciones de emisión de resultados, la clase del objeto indica el contexto para el campo de tipo de informe.

Para las operaciones de control, la clase marca el entorno del tipo de acción y los parámetros asociados, que especifiquen la

naturaleza de la actividad que se realizará sobre el mencionado objeto.

#### 2.4.2 DEFINICION DE LAS ESTRUCTURAS INTERNAS DE INFORMACION DE UN GESTOR DE RED.

Hemos visto en los apartados anteriores como los BIG's manejan un conjunto de Estructuras de Información, que simbolizan mensajes, semáforos, procesos, etc, ...

La implementación de estas estructuras puede realizarse de formas muy diversas. En SASGER vamos a seleccionar una implementación frecuente para entornos tabulares como el descrito, tanto para el BIG-1, como para el BIG-2. Hay un tipo de Estructura de Información que se utiliza con frecuencia para muchos objetos : las Tablas Ligadas. Incluso un nivel de Máquina Virtual (MV<sub>3</sub>) está dedicado en exclusiva al manejo de Tablas Ligadas.

Formalmente, una estructura de información (EI<sub>ij</sub>) se define de la siguiente forma :

$$EI_{ij} = \{ O, F, M \}$$

--> O es el conjunto de objetos elementales. En este caso está formado por dos subconjuntos disjuntos :

\* V es el conjunto de valores, que puede tomar una posición o nodo de la tabla. El significado de V es lo que varía en las distintas utilizaciones de las tablas que efectúa el gestor.

\* P es el conjunto de posiciones o nodos de la tabla. En un BIG, una posición podría implementarse mediante ocho palabras de memoria consecutivas (ocho bytes). Luego :

$$P^8 \supset P \quad (P = \text{conjunto de palabras de memoria}).$$

$$O = V \cup P$$

--> F es el conjunto de funciones elementales. En las tablas ligadas hay sólo tres funciones elementales. Si las expresamos por medio de las funciones elementales de la EI definida en la memoria serán :

$$h = \alpha (C . \alpha, C . \beta . \alpha)$$

h = acceso a cabeza de tabla (EI<sub>1</sub>)

$\alpha$  = direccionamiento (EI<sub>m</sub>)

C = contenido de una palabra (EI<sub>m</sub>)

$\beta$  = sucesión entre palabras de memoria (EI<sub>m</sub>)

$$S = \alpha (C \beta^6, C \beta^7)$$

S = sucesión entre nodos de la tabla (EI<sub>1</sub>)

V = función valor, interpretada de diversas formas en cada tabla.

--> M, conjunto de modificaciones elementales. Sólo existen dos modificaciones, la que puede hacer en la función valor (V), y la de la función siguiente (S).

La gestión de una red de comunicación entre ordenadores incluye el encaminado de información de control, el análisis de estos datos, y por supuesto, la obtención de decisiones en base a dichas informaciones. Este proceso es el elemento determinante del éxito o fracaso del sistema, así que se deben poner a disposición del ente gestor los recursos necesarios para llevar a buen fin el proceso.

La automatización de la actividades de toma de decisión (detección de fallos, control del tráfico de la red, planificación de la estructura de la red, análisis de la seguridad de la red, detección de intrusos, servicios de criptografiado, contabilización de los recursos requeridos por cada usuario, ...), puede reducir los imperativos del sistema de gestión, así como incrementar la productividad del gestor elevando su rendimiento por unidad de tiempo.

El problema estriba en que al analizar las tareas de gestión se observa que :

\* la secuencia de acciones de cada tarea es susceptible de ser automatizada.

\* la secuencia de acciones sugiere el manejo de estructuras dinámicas de datos, para emular el proceso de decisión humano. Aunque los procesos puedan resultar simples, se trata de simular procesos de tipo "intuitivo". Diferentes gestores pueden usar métodos totalmente distintos para resolver el mismo problema. Frecuentemente, incluso usarán reglas o interpretarán condiciones de una manera inconsciente. El resultado son reglas con interpretaciones ambivalentes que integran métodos diversos, para conseguir un modelo de decisión para la tarea a estudio.

\* los lenguajes procedurales como el FORTRAN, PASCAL, C, ... no están preparados para atacar este tipo de problemas. El código de los programas que resolverían estas tareas sería por tanto, poco óptimo y costoso.

La ingeniería del conocimiento es una metodología formal para capturar reglas y condiciones que el experto humano utiliza para resolver ciertos problemas. El modelo de conocimiento debe ser validado y dividido cuidadosamente en parcelas, que podrán automatizarse a través de sistemas con inteligencia.

3.

GENERACION DE  
ESTRATEGIAS

=====

=====

### 3.1 ESTABLECIMIENTO DEL MODELO.

Vamos a abordar la gestión de red apoyándonos en el enfoque de "Red de Sistema de Gestión" (alternativa de gestión apadrinada por el Organismo Internacional ISO) ya comentado en el capítulo 1 de este trabajo, en el que se postula el desarrollo sobre entornos distribuidos, de módulos que interactúan. Los módulos a los que nos referimos tienen la característica de ser "agentes inteligentes".

Agentes colaborando uniendo sus diferentes potenciales para obtener y para conseguir un objetivo común.

Existen muchos métodos para desarrollar gestores en los que los agentes cooperen. Los primeros desarrollos, utilizaban agentes con bases de conocimiento independientes. La independencia se consigue restringiendo las interacciones de los agentes para modificar la estructura de datos globales y por la minimización de los solapamientos en los conocimientos de los agentes. Este diseño conduce a problemas de representación porque módulos de fabricantes distintos en el mismo dominio a menudo tienen diferentes perspectivas y conocimientos en conflicto, haciendo difícil construir un sistema coherente de solución de problemas. Las primeras soluciones permitían bases con inconsistencia. Esto habilita la representación de conocimiento en conflicto pero no afronta el problema de cómo resolver el conflicto. Otros diseñadores prueban con el concepto de negociación como medio para resolver el conflicto entre agentes.



Otra solución es considerar sistemas que mantengan la certeza en contextos múltiples, desde un punto de vista distribuido. Estos sistemas manipulan contextos, para eliminar inconsistencias. Podríamos imaginar que cada espacio de creencia representa agentes distintos, que los mantienen. Sin embargo, en este modelo, los espacios de saber no interactúan y los sistemas de revisión de conocimiento los tratan separadamente.

En el desarrollo realizado, el sistema de gestión SASGER, los agentes gestores pueden cooperar en la resolución de problemas, pueden compartir conocimientos, trabajar en paralelo en problemas comunes, pueden desarrollarse modularmente, pueden ser tolerantes a los fallos por redundancia, pueden recoger múltiples puntos de vista y conocimientos de expertos (fabricantes/gestores) diversos y pueden ser reutilizables. Pero cuando estos agentes coordinan su actividad y cooperan para resolver problemas, es esencial que se comuniquen. Y para que la interacción sea efectiva, los agentes deben asegurar y mantener la integridad de la información intercambiada y de la información propia.

El resultado de una colaboración puede no ser modelizable, por la simple combinación de los "planes" de los agentes individuales. Incluso cuando la información de los agentes es la misma, una combinación simple no es posible. Un modelo de colaboración adecuado debe proporcionar un modo de representar y distinguir los saberes de los agentes y las aportaciones de cada uno en el objetivo alcanzado.

Se propone un algoritmo dual (ALG) en el dominio de la gestión de redes que :

1.- Actualice los saberes de los agentes gestores para conseguir un plan de acción coherente (ALG-I).

2.- Garantiza local y globalmente, para los datos que comparten, la consistencia lógica para un grupo de agentes, que pueden razonar independientemente (ALG-II). Se demuestra que el algoritmo es completo, en el sentido de que si se parte de un estado de consistencia, el algoritmo puede determinar fallos en el sistema.

El sistema de gestión incluye modelo de estructura de datos de planes, así como la relación esclavo/maestro entre los agentes conocidos. En particular, estos modelos tratan los planes como secuencia de pasos a ser realizados. Cuando un paso se realiza pasa a ocupar un lugar en el esquema de plan particular. Estos modelos también asumen que un agente gestor, el que habla, es un agente controlador, mientras que otros, los oyentes, son simplemente agentes que reaccionan al estímulo realizando inferencias y cooperando con el plan del agente controlador. Porque los oyentes y el controlador manejan un mismo, completo y correcto dominio, el sistema no distingue entre los saberes del controlador y oyentes en la realización de acciones.

Los modelos previos de reconocimiento de planes son inadecuados para colaboración, porque realizan presunciones propias para planes de un único agente, o para planes de agentes independientes múltiples, pero no para múltiples agentes que colaboran.

Algunos autores definen un plan como una estructura de datos, que abarca una secuencia de acciones. Se utilizará en este trabajo una definición más amplia que supone que : la noción de "realización de un plan" es el centrado y la toma de un cierto estado mental, que mantiene ciertos saberes e intenciones en lo relativo a acciones y sus posibilidades de ejecución.

### 3.1.1 PLANES DE ACCION.

La visión del estado mental es crucial para habilitar la construcción de modelos, que combinen la colaboración.

El concepto de Plan se define en términos de acciones. Intuitivamente un agente que realiza una acción se asocia con llevar a cabo una cierta elección de entre varias líneas de "eventos". Desde luego, uno puede discutir sobre si el agente seleccionó una acción, que realmente no le ayuda a acercarse al objetivo, pero éste no es el problema que nos ocupa.

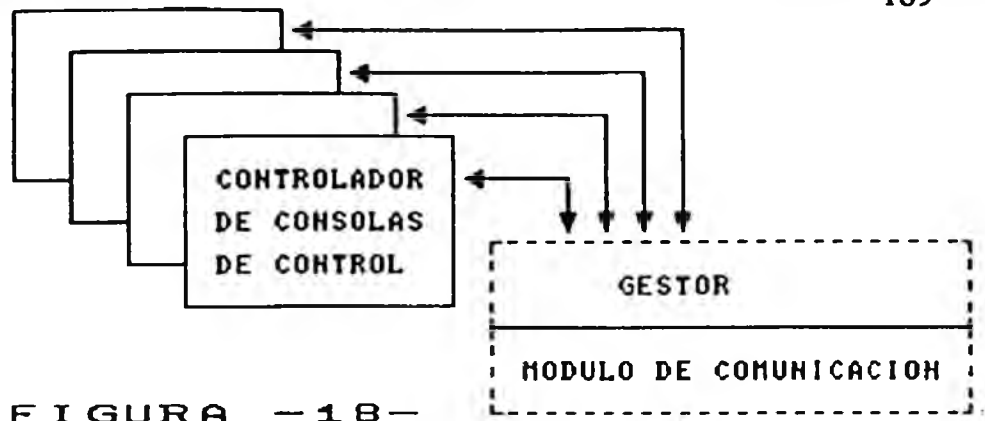
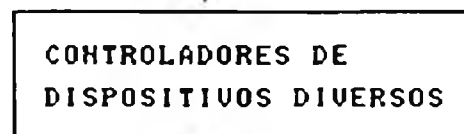
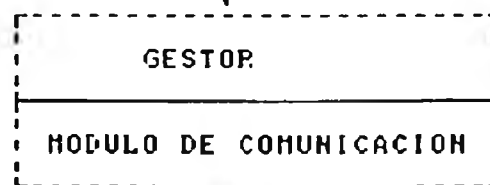
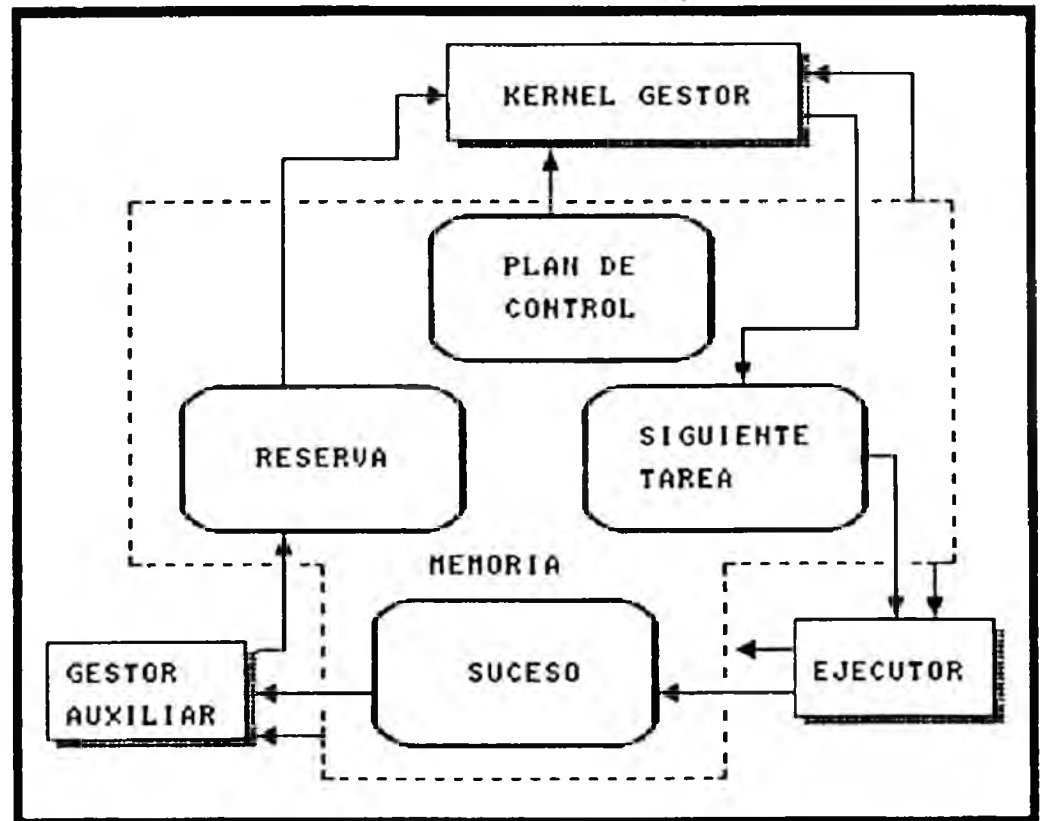


FIGURA -18-



Definiremos formalmente un "sistema de acción" como una tupla  $(I_0, D, A)$  donde :

$I_0 \in L$  ( $L$  es el conjunto de líneas temporales) si es una "línea de tiempo real".

$D$  es una función de capacidad,  $P = A_1 \dots A_n$  donde cada  $A_i$  define las acciones disponibles para el agente  $i$ , bajo distintas condiciones. Es un conjunto de pares  $(f_1, f_2)$  donde :

$f_1 \in F$  (si  $(f_1, f_2) \in A_i$ , entonces se dice que el agente  $i$  puede hacer  $f_1$  bajo la condición  $f_2$ ).

El par  $(V, V) \in A_i, \forall i$  (es la representación de la acción nula).

$A$  es una lista  $a_1, \dots, a_n$  de las acciones tomadas por los agentes.  $a_i$  es función  $a_i: T \rightarrow A_i$  (donde  $T$  es el conjunto de los puntos temporales).

Para confeccionar nuestros planes, distinguiremos entre tipos de acciones. Un tipo de acción es un triplete  $(g(P_1 \dots P_n), G, k)$ , donde  $P_1$  son los parámetros de la actividad,  $G$  es el agente que realiza la actividad y  $k$  es el intervalo de tiempo que dura.

Un agente gestor inteligente que diseña planes de acción con procedimientos de consecución de objetivo no dice nada sobre el orden en que se persigue el objetivo. El volumen de precondiciones de un plan son condiciones de conjunto de las que el plan depende

para sus ejecuciones sucesivas. Estas precondiciones son consistentes si describen un estado de dominio físicamente realizable. De acuerdo a esta heurística, si el volumen de precondiciones de un plan no es consistente entonces el plan es internamente inconsistente y es mejor evitarlo.

Después de seleccionar un plan del espacio de trabajo, los gestores debe decidir uno de entre los objetivos que el plan debe alcanzar.

El desarrollo se basa en que los subobjetivos son independientes y por ello pueden ser alcanzados secuencialmente según un orden arbitrario, lo que denotaremos como "presunción de linealidad".

Suponemos que el plan de gestión inicial proporciona al planificador únicamente dos operaciones, I y F (para Inicio Y terminación). I se coloca antes de F, I supone todas las condiciones iniciales del problema, y no tiene precondiciones en si misma (define la situación inicial) y F tiene como precondiciones los objetivos marcados por el usuario del problema. Llamamos a esto un "plan inicial típico". Un plan no ordenado se define cómo un plan parcialmente ordenado que tiene como mínimo y como máximo una operación bajo la clasificación parcial del plan. Un plan libre de fallos se define como aquel en el que cada uno de las precondiciones de las operaciones son ciertas en base al procedimiento de realización de objetivos de los gestores. Cada plan libre de fallos pertenece al espacio de planes parciales definido por el

procedimiento de realización de objetivos del gestor.

*"Si un plan libre de fallos no ordenado existe, entonces un agente gestor con presunción de linealidad puede generarlo".*

Supongamos que los gestores generan un plan libre de fallos y no ordenado. Este plan arranca con I y finaliza con F. Las precondiciones de F son  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ . Cada uno de las operaciones añadidas alcanza al menos una de las precondiciones de F, o no habría sido añadido. Suponemos ahora que cada operación ha sido introducida para alcanzar exactamente un  $p_i$ . Etiquetamos la operación que alcanza  $P_i$  como  $O_i$ . El plan estará compuesto de I, seguido de los  $O_i$  (las operaciones adicionadas), cada unos de ellos activado en orden antes de F. Las operaciones en un plan se clasifican por el procedimiento de realización de objetivos de los gestores basándose en la certeza de sus precondiciones. Después de que los  $O_i$  están localizados, sus precondiciones deben ser ciertas desde la operación inicial, I, y resultan ciertas a través de la ocurrencia del resto de  $O_j$   $j \neq i$ . Basándose en este bucle de clasificación de operaciones, un orden de realización sobre los  $p_i$ , inicializado con el típico plan inicial, puede inducirse como sigue.

Alcanzar un  $p_i$  arbitrario por la introducción de  $O_i$  y hacer  $O_i \rightarrow F$ . Dejar que las precondiciones de  $O_i$  sean  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_m$ . Cualquier precondición de  $O_i$ ,  $q_k$ , puede ser inmediatamente alcanzada desde I. Ninguna de las otras  $p_j$ ,  $j \neq i$  necesita ser considerada para la realización. Así que todas las precondiciones de  $O_i$  pueden alcanzarse antes de cualquier otra precondición de F. Se

repite el proceso, ésto es, se realiza para otras precondiciones arbitrarias inalcanzables de F. Este proceso encuentra un orden en la realización recursiva de los  $p_i$ , que es exactamente lo que la presunción de linealidad requiere. Partimos de la suposición de que cada  $O_i$ , consigue exactamente una precondición de F. Supongamos que ésto no es así: la introducción de un  $O_i$  puede obtener más de una precondición de F. Esto no puede ocurrir : una operación  $O_i$  podría servir para insertar cualquier subconjunto de precondiciones de F. No hay necesidad de alcanzar ninguna otra precondición inalcanzable de F antes de terminar con todas las precondiciones de  $O_i$ . Así que, si un plan libre de fallos no reordenado existen entonces gestores que incluyen la premisa de linealidad pueden generarlo.

En efecto, el plan no ordenado especifica que toda clasificación de objetivo deberán funcionar, esto va en consonancia con los rígidos requerimientos impuestos, consecuencia de la presunción de linealidad que requiere únicamente una tarea ordenada.

*"Si un gestor que maneja presunción de linealidad fracasa al producir un plan libre de fallos entonces no existe un plan libre de fallos no ordenado".*

Si los objetivos de usuario no pueden alcanzarse secuencialmente en un orden arbitrario, entonces no existen operaciones que alcancen estos objetivos que estén libres de interferencias de acuerdo con el procedimiento de realización de objetivos de los gestores. Esto significa que las operaciones seleccionadas serán abandonadas sin orden por el procedimiento de



resolución de objetivos del gestor. Una vez el procedimiento introduce un orden para dirigir las interacciones con los objetivos, no hay posibilidad de encontrar un plan libre de fallos sin orden. La clasificación nunca elimina solo añade. Así que, si un gestor que posee presunción de linealidad falla en producir un plan libre de fallos entonces no existe un plan libre de fallos no ordenado.

Este resultado no es extraño ni drástico. No se ha demostrado que no existe ningún plan libre de fallos, sólo que no existe ninguno que además sea no ordenado. Existen muchos casos de interés que resuelven problemas de esta índole que pueden resolverse con planes totalmente ordenados y planes no ordenados.

### 3.1.2 LOS BIG'S DE LOS AGENTES.

El conocimiento de un agente gestor puede definirse como una quintupla similar a la siguiente :

$$W = \{ C, f_1, f_2, f_3 \}$$

donde  $C$  es el conjunto de conceptos,  $f_1$  es el conjunto de características,  $f_2$  es una función de  $C$  al conjunto de los enteros  $Z$ ,  $f_3$  (la función de distribución) es una función de  $C \times f_2$  a  $C \times Z$  y es una ordenación parcial definida en  $C$ .

Existen muchas propiedades deseables para una base de información, como que sea completa, concisa, segura y eficiente. Pero para un agente inteligente y su BIG, existen características adicionales que describen la integridad de su base : estabilidad, consistencia lógica y una adecuada formación. Un estado de estabilidad de una base es aquel en el que :

Cada elemento de la base que tiene una justificación es "creído".

Cada elemento de la base que carece de una justificación es "despreciado".

Una base bien formada no permite dependencias entre "creencias" independientes. Una base con consistencia lógica es aquella que es estable en el momento en que la consistencia se determina sin que exista contradicción lógica.

Una base consistente es aquella en la que ningún dato es a la vez "creído" o "despreciado" (o ninguna de las dos cosas), o en la que ningún dato y su negación son a la vez "creídos".

Si utilizamos una interpretación de Kripke (la axiomatización es del tipo KD45), la función  $CRE(a, t, \varphi)$  indica que un agente cree  $\varphi$  en un tiempo  $t$ . Existen tres posibles estados, ignorando la inconsistencia, en el que un agente gestor podría estar en un tiempo  $t$  y en un mundo  $w$ , respecto a la expresión  $\varphi$ . Estos estados son :

- 1) El agente cree en  $\varphi$  en el instante  $t$ .
- 2) El agente cree en  $\neg \varphi$  en el instante  $t$ .
- 3) El agente no cree ni en  $\varphi$ , ni en  $\neg \varphi$  en el instante  $t$  y por tanto el agente no está comprometido respecto al saber  $\varphi$ .

La dinámica de un sistema de información supone un proceso en el que los agentes se mueven de uno de los estados a alguno de los otros dos. Ignorando las transiciones triviales en las que el agente continua en el mismo estado, podemos reconocer seis transiciones distintas :

& transición 1 y 2 (expansión del saber 1/2): se pasa del estado de no conocimiento a la creencia en  $(\neg) \varphi$ .

& transición 3 y 4 (concentración del saber 3/4): se pasa de la creencia en  $(\neg) \varphi$  a un estado de ignorar el saber.

& transición 5 y 6 (revisión 5/6): se pasa de creer en  $(\varphi)$  ó  $\neg \varphi$  a creer en  $(\neg \varphi) \varphi$ .

Se desea que cada agente en un entorno de múltiples agentes posean un algoritmo completo, que mantenga la integridad de su propia base. Cuando los agentes poseen posibilidad de razonamiento autónomo intercambian conocimientos y realizan inferencias

basadas en lo intercambiado, entonces aparece el concepto de integridad global.

Sin embargo, las definiciones anteriores para una única base de información resultan insuficientes para caracterizar múltiples BIG's, pertenecientes a múltiples agentes en un ambiente multi-agente.

Considerar una red con varios agentes, cada uno de ellos con sistemas de independencia parcial de "creencias". Los agentes interactúan intercambiando datos, sin ser expresamente solicitados o como respuesta a una "query". Cada agente tiene dos clases de datos en su base :

- \* Datos compartidos. Información que el agente ha compartido con otro agente de la red.
  
- \* Datos privados. Informaciones que el agente nunca compartió con otro.

Un dato privado puede llegar a ser compartido si es transmitido a otro agente, por iniciativa del nodo propietario o como respuesta a una petición. Mientras se comparta un dato con otro agente, el dato nunca será privado. Cada dato compartido lo es para un subconjunto de agentes de la red, precisamente para los que se enviaron y recibieron el mismo. Además, los datos tienen dos estados de justificación y de asociación que viene dado por 0

("creíble") y 1 ("no creíble"). El estado de credibilidad (para los tipos 0 y 1) puede matizarse en dos subestados determinados por el entorno multi-agente en el que nos movemos :

- \* credibilidad por demostración (CDM). Los datos son creídos ciertos y tienen justificación.
  
- \* credibilidad por defecto (CDF). Un dato es creído cierto, pero no necesita tener justificación. Intuitivamente, la justificación de estos datos es "*si y solo si me lo dijeron*". Sólo los datos compartidos pueden pertenecer a este tipo.

Nosotros extendemos el concepto de consistencia de la base, definiendo cuatro niveles de consistencia para un sistema multi-agente :

- **Inconsistencia.** Uno o más agentes son individualmente inconsistentes, esto es, al menos un agente tiene datos privados sin justificación válida, marcados como tipo 0, ó datos privados con justificación válida y con marca tipo 1.
  
- **Consistencia local.** Cada agente es individualmente consistente, esto es, ningún dato tipo 1 privado tiene justificación válida y cada dato privado tipo 0 tiene una justificación válida. Sin embargo, existe una inconsistencia

global entre agentes : existen datos compartidos, que un agente cree que es 0 y otro que es 1.

- **Consistencia compartida y local.** Cada agente es localmente consistente y cada agente es mutuamente consistente, respecto a los datos compartidos con otro agente. Sin embargo, no existe consistencia global.
  
- **Consistencia global.** Los agentes son individual y mutuamente consistentes, ésto es, las informaciones podrían emerger de una gran base de conocimientos con los estados de datos que mantiene el sistema.

En ausencia de comunicación entre agentes y suponiendo un estado inicial local de consistencia en los agentes, la consistencia local debería mantenerse. La introducción de comunicación provoca una fuerza que hace que el sistema tienda a la inconsistencia.

Para mantener la consistencia local y global del sistema vamos a fijar la siguiente premisa : "un agente no considerará ningún dato, originado por otro, a menos que el agente origen pueda probar que la validez de ese dato es independiente del dato en cuestión". Esto desemboca en el reconocimiento de cuatro estados de agente :

--> Estado INCONSISTENTE. Agentes individuales detectan que internamente están mal-formados.

--> Estado LOCALMENTE CORRECTO. Agentes individuales detectan que internamente son correctos, sin embargo, existen datos compartidos que son de tipo 0, pero que no tienen justificación válida en ningún agente.

--> Estado LOCAL-COMPARTIDO CORRECTO. Los agentes detectan que internamente son correctos y que cada tipo 0 compartido tiene una justificación válida, en algún agente, sin embargo, existen "creencias" circulares defectuosas en grupos de agentes.

--> Estado GLOBAL CORRECTO. Los datos tienen una justificación válida global y ningún conjunto de datos, si es local a un agente o distribuido entre agentes, es mutuamente dependiente.

Los datos nuevos en un agente pueden cambiar no sólo lo que el agente cree, sino lo que otros agentes creen.

### 3.2 DESCRIPCION DEL ALGORITMO.

#### 3.2.1 ESQUEMA DEL ALGORITMO DE CREACION DE UN PLAN EN UN AMBIENTE DE COOPERACION MULTIAGENTE (ALG-I).

Vamos a definir un mecanismo que actualice los saberes de los agentes gestores para conseguir un plan de acción coherente (ALG-I).

Dos agentes  $G_1$  y  $G_2$  son llamados a realizar un Plan Compartido en un tiempo  $K_1$ , para completar una acción tipo  $Q$ , durante un tiempo  $K_2$  si y solo si :

$$PCT( G_1 , G_2 , Q , K_1 , K_2 ) \iff$$

1.  $CPR(G_1, G_1, EJEC((\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1})), K_1)$
2.  $CPR(G_1, G_2, R(Q), K_1)$
3.  $CPR(G_1, G_2, PRO(G_{\beta_1}, (\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1}) K_1), K_1)$
4.  $CPR(G_1, G_2, PRO(G_{\beta_1}, (\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1}) \wedge APOR((\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1}), Q), K_1), K_1)$
5.  $PRO(G_{\beta_1}, (\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1}), K_1)$
6.  $PRO(G_{\beta_1}, (\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1}) \wedge (APOR((\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1}), Q), K_1)$

En esta definición, el índice  $i$  abarca el tipo de acción del entorno  $R$  para hacer  $Q$ . Para cada  $\beta_1$ ,  $G_{\beta_1}$  denota el agente que



realiza la actividad y  $K_{\beta_1}$  denota el intervalo de tiempo en que la actividad se realiza. Cada  $K_{\beta_1}$  es un subintervalo de  $K_2$ , en el que Q se realiza.

El predicado CPR maneja dos identificadores de agente, una proposición y un tiempo, en el caso de que dos agentes realicen la proposición en ese tiempo. El predicado PRO maneja un identificativo de agente, un tipo de acción y un tiempo, si el agente propone realizar la acción de ese tipo y en este intervalo. EJEC mantiene si el agente está en disposición de realizar una acción de un determinado tipo.

La definición proporciona un esquema para evaluar y explorar los papeles de los juegos de intenciones y creencias particulares. La definición sólo funciona para entornos en los que las acciones estén realizados por uno de los dos agentes.

El "procedimiento" para Q en la cláusula (2) y las funciones de contribución en (4) y (6) no son parte de la definición manejada y se han definido informalmente, por lo que ambas se van a comentar más en detalle en los siguientes apartados.

Un plan se construye incrementalmente. Cuando los agentes  $G_1$  y  $G_2$  tienen algún conjunto parcial de creencias e intenciones de la definición del Plan Compartido (o incluso simplemente, tienen un mutuo deseo de realizar un Plan Compartido (PCT)), pero no se ha completado la construcción de cada Plan, se considera que existe un Plan Compartido parcial, que denotaremos como Plan Compartido

(PCP). Como oposición a un plan parcial PCP, un PCT para un Q particular especifica todas las creencias e intenciones necesarias para realizar Q. No es necesario, no obstante que el PCT esté completamente especificado antes de que cualquier acción sea tomada. Al contrario, se pueden intercalar acciones y propuestas para las acciones siguientes, para dilucidar un PCT o un PCP los agentes gestores harán uso de sus BIG's.

### 3.2.2 ESQUEMA DEL ALGORITMO DE CONSISTENCIA PARA LOS BIG'S DE MULTIPLES AGENTES (ALG-II).

El algoritmo que garantiza local y globalmente la consistencia lógica del BIG de un agente, debe realizar las siguientes operaciones:

1. Modificación del estado de justificación, incluye la nueva justificación de los datos y lo que esto conlleva. La variación puede reducirse a un agente o afectar a varios. Si el dato es compartido la desclasificación en un agente supone la actualización en todos los que lo comparten.

2. Se elige nuevo estado para un dato dado. Cada agente mantiene una traza de los datos actualmente desclasificados y notifica a otros agentes sólo si la modificación les involucra. Recorren la red mensajes para búsquedas de antecedentes y

consecuentes afectados, así como avisos de reconocimientos sobre nuevos datos desmarcados.

Cuando un grupo de agentes sufren modificación de estado, sus informaciones no están disponibles para el razonamiento. Las peticiones de otros agentes deben encolarse hasta completar el proceso. No obstante, tareas de clasificación distintas pueden combinarse en una única, con la combinación adecuada de las secuencias de modificación.

3. Se marca siguiendo los requerimientos impuestos por los datos compartidos en cada agente afectado. Si en algún agente falla el marcaje entonces se repite el proceso desde el principio; se elige una clasificación diferente para el dato (paso 2) o se desclasifica un conjunto diferente de datos (paso 1).

### **3.3 DEFINICION DE PRIMITIVAS.**

#### **3.3.1 ALGORITMO ALG-1.**

##### **3.3.1.1 PROCEDIMIENTOS.**

Empleamos el término "procedimiento" para referirnos a qué agentes tienen aportaciones cuando saben el modo de hacer algo. La cláusula (2) de la definición del plan que comparten establece que cuando los agentes tienen un plan compartido para realizar algún tipo de acción, deben realizar intercambios sobre cómo conseguirlo. Los procedimientos especifican el nivel de detalle. La cláusula (2) no obstante, sólo requiere de los agentes intercambios mutuos sobre la actividad, especificada en el nivel de detalle del procedimiento y no requiere mutuos intercambios sobre todas las acciones que cada agente realizará para llegar a ella.

Los procedimientos, formalmente hablando, son agregaciones de actividades y las relaciones que se establecen entre ellas. Las actividades, más que las acciones, son los elementos principales de los procedimientos, porque la regularidad con que los agentes las asuman debe ser necesariamente situado en términos de tipos y no de señales. Una fórmula para realizar una actividad concreta, codifica contradicciones en los actos que lo constituyen, así como en sus relaciones. La realización de todas las actividades de una

fórmula, siguiendo el orden estipulado por la relación, desembocará en la realización de la actividad.

Durante la construcción de un plan compartido, los agentes estarán estableciendo intercambios sobre las actividades relevantes para la realización de Q. Durante algún momento, en la construcción, la fórmula para hacer Q de la cláusula (2) estará sólo parcialmente especificada.

Los saberes de los agentes sobre fórmulas pueden ser parciales. No sólo puede un agente no conocer todos los tipos de acciones que rodean la realización de Q, puede que no conozca las relaciones exactas que se establecen entre las actividades.

La relación de "Aportación"(APOR), utilizada en la cláusula (4) y (6) de la definición de PCT, es una relación de tipo de acción general que intenta capturar ese nivel de conocimiento.

APOR se define como la conclusión transitiva de la relación APOR-T, donde APOR-T depende de la relación de actividad y se define como sigue :

$$\text{APOR-T}(\Upsilon, \Delta) \quad \text{donde : } \rho(\Upsilon, \Delta)$$

si  $\rho$  es una de las primitivas : generar, facilitar, habilitar, ...

$$\text{y } \Delta = \Psi(\Upsilon_1, \Upsilon_2, \dots, \Upsilon_n), \Upsilon = \Upsilon_j, \quad \forall j, 1 \leq j \leq n$$

$\Delta$  es una de las funciones construidas tales como : secuencia, simultaneidad, iteración, ...

La relación APOR se usa en la clausula (4) y (6) de la definición de plan compartido entre agentes como un indicativo modificador del modo en el que el PCT se realiza. Esto es  $CPR(\dots)$  significa que  $G_{\beta_1}$  propone hacer la actividad  $(\beta_1, G_{\beta_1}, K_{\beta_1})$  como modo de contribuir a Q.

### 3.3.1.2 ALG-1 EXTENDIDO.

El proceso de extensión de un plan compartido parcial (PCP) supone la adopción de saberes e intenciones de mutuo acuerdo incluidos en las clausulas de la definición del plan compartido total(PCT). Como los saberes incluyen los actos relativos al mismo en la formula del plan, así como las propiedades y las intenciones de realización. Un PCP puede verse afectado por emisiones que contengan información variada.

Una emisión individual puede sólo portar información sobre los conocimientos e intenciones del interlocutor de la emisión. El algoritmo para actualizar un PCP incluye mecanismos para atribuir saberes individuales e intenciones y en consecuencia establecer de mutuo acuerdo saberes basados en actitudes individuales y en discursos y en el contexto del PCT, en el que la emisión se verifique.

El algoritmo básico para actualizar un PCP sobre la base de informaciones contenidas en una emisión, que pertenece a un diálogo soportado en la actividad de la colaboración del entorno, es el siguiente.  $G_i$  y  $G_j$  denotan dos agentes  $G_1$  y  $G_2$ .  $G_i$  denota al que habla y  $G_j$  al otro participante. El algoritmo dado es para  $G_j$ , los  $G_i$ 's difieren en algunos detalles, es decir,  $G_i$  conoce a priori el saber sobre la fórmula de la que  $G_j$  inferirá algo nuevo para  $G_i$ .  $P_{ACT}$  se utiliza para identificar la proposición de la sugerencia actual. El algoritmo extendido para un PCT quedaría como sigue:

Si :  $PCP(G_1, G_2, Q, K_1, K_2)$

$G_i$  identifica el agente que comunica  $P_{ACT}$ .

$G_j$  identifica al otro agente

1. Como resultado de la comunicación resulta :

$CPR(G_1, G_2, CRE(G_i, P_{ACT}), K_1)$

2. Se procede a una búsqueda de los propios conocimientos sobre :

$CRE(G_i, P_{ACT})$

3. Asignar  $CRE(G_i, APOR(\gamma, Q))$ ,  $\gamma$  es el tipo de acción soportada en  $P_{ACT}$ .

4. Búsqueda de los propios conocimientos sobre  $APOR(\Upsilon, Q)$  y cuando sea posible, búsqueda de más información sobre como aporta datos para  $Q$ .

5. Si los pasos (2) y (4) tienen éxito y se acepta la proposición, se procede a emitir la señal de asentimiento y:

$$CPR(G_1, G_2, EJEC(APOR(\Upsilon, Q), K_i))$$

6. Si el paso (2) o el paso (4) tienen problemas entonces se pide a  $G_i$  más información o se comunica la señal de desacuerdo.

Cada agente maneja sus actividades privadas sobre conocimientos e intenciones. Todas estas informaciones son comunicadas a los agentes que participan en el plan. Los pasos (3) y (4) materializan esta idea.

La relación "aportación" juega un importante papel en el proceso de atribución, en el que se soporta parcialmente durante la construcción de los planes. Sin esta relación general, el plan de atribución debería soportar multitud de relaciones que no son relevantes. Además, cuando aparecen dos agentes con diferentes fórmulas para conseguir el objetivo, la relación "aportación" se hace indispensable.

Si el agente de inferencia no puede aportar nada, puede decidirse a aceptar lo que la relación aportación contiene a partir



del resto de los agentes. En el caso de que el agente de inferencia crea que no existe relación entre el objetivo y la aportación, se establecerá una situación de desacuerdo entre éste y los otros agentes. Lo normal es que tan sólo cierta información parcial esté disponible para  $G_i$  cuando se estén estudiando acciones emprendidas por  $G_j$ . Un agente sólo puede intentar aportar ideas a otro y no lógica deductiva. Por la información circulante, el agente debe estar preparado para extraer sus conclusiones. No se transmiten líneas de razonamiento.

### 3.3.2 ALGORITMO ALG-II.

#### 3.3.2.1 AMPLIANDO EL PASO NUMERO 1 DEL ALGORITMO.

Cuando se invoca el algoritmo, éste arranca desmarcando un conjunto de datos, que puede pertenecer a un único agente o a varios. Sin embargo, se deben considerar las siguientes máximas básicas :

- (1) Se debe incluir el dato que originó la nueva justificación en el conjunto desmarcado.
- (2) Un dato compartido que es desmarcado en un agente debe ser desmarcado en todos los que lo comparten.

(3) Un fallo de marcaje del conjunto debe provocar la generación de un nuevo conjunto de desmarcados. Para garantizar la característica de "completo", la generación debe ser exhaustiva : se debe generar un conjunto suficientemente grande para que el fallo en el marcaje signifique que toda la red no puede ser marcada (ver más adelante "mecanismos auxiliares").

(4) Los cambios deben resolverse involucrando al menor número de agentes posibles.

(5) Los cambios deben resolverse modificando el menor número de datos posible.

Los cambios deberán resolverse modificando sólo los consecuentes de lo que se rejustifica, es decir, modificando datos que directa o indirectamente dependan del modificado. A veces es necesario modificar algún antecedente porque directa o indirectamente están soportados por el estado del dato, que se desea reclasificar. Supongamos un agente, figura 19 (a), el dato G1A adquiere una nueva justificación marcada por la línea de trazos. Si solo son modificados G1B y G1A el sistema registra una circularidad no permisible. Para recuperar la estabilidad los datos antecedentes de G1B deben modificarse.

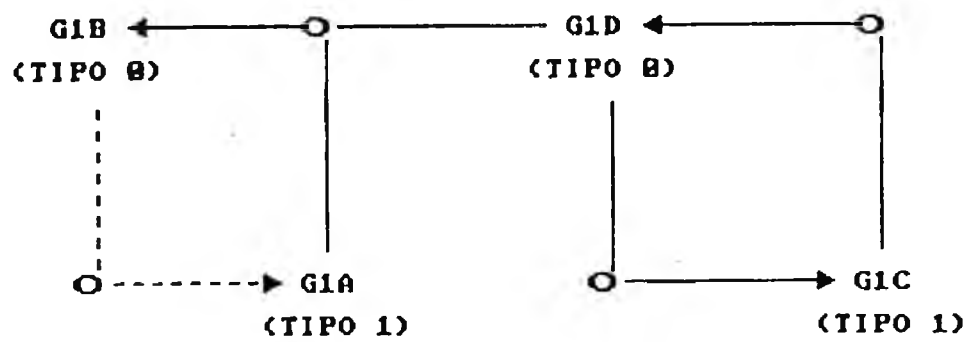


FIGURA -19(A)-

(6) Los cambios deben resolverse a ser posible de arriba a abajo (hacia los consecuentes), la modificación de antecedentes debe minimizarse.

El principio mencionado motiva el algoritmo de desclasificación. Este principio se invoca si existe un nuevo dato a justificar. En el primer estado este algoritmo intenta encontrar datos privados desmarcados consecuentes de los involucrados. Si no existen, busca entre los datos compartidos y entre los privados consecuentes de los compartidos. Finalmente, si no hay datos compartidos consecuentes desclasificados, rastrea los antecedentes de los consecuentes, así como los privados consecuentes de éstos. Si no hay nada que desclasificar tampoco en los antecedentes registra fallo y en efecto los datos no admiten consistencia local y compartida ni reclasificación adecuada (ver más adelante "mecanismos auxiliares").

Si consideramos la red de la figura 19 (b), existen dos agentes que comparten a GIT. Se puede observar que el sistema es perturbado al añadirse una nueva justificación (marcada con línea discontinua). El agente 1 inicia el proceso con los consecuentes privados G1B y G1A, pero no alcanza consistencia. Entonces pasa a los consecuentes de G1B y G1A, de nuevo se registra fallo. Los agentes 1 y 2 rastrean los antecedentes de G1B, G1A, GIT, G2T, G1D, G2E y G1C. Y de nuevo fallo. El algoritmo describe inconsistencia dado que no existen más datos que involucrar.

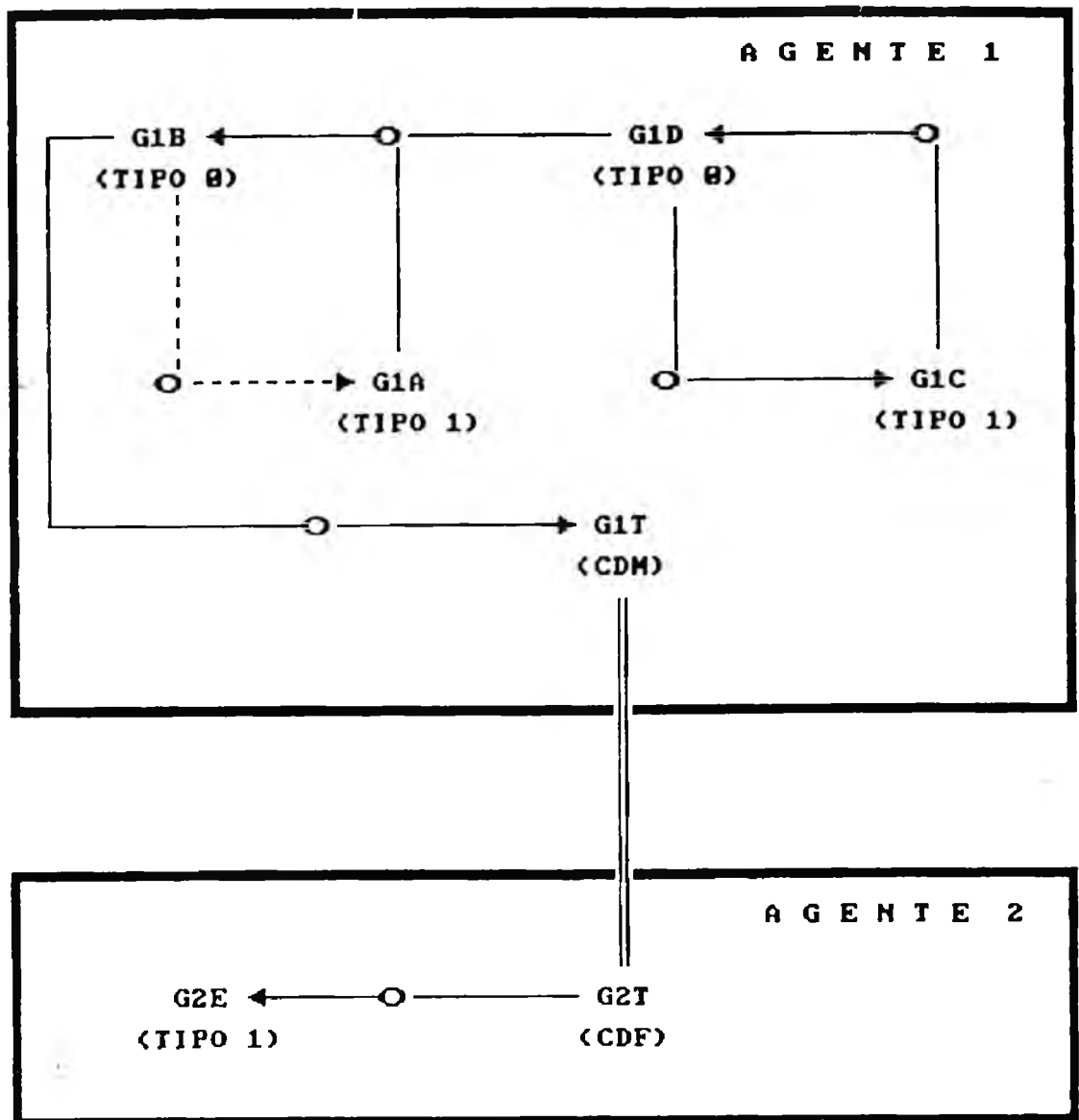


FIGURA -19(B)-

### 3.3.2.2 AMPLIANDO LOS PASOS NUMEROS 2 y 3 DEL ALGORITMO.

Cuando un área de datos es desmarcada, el algoritmo debe recoger las marcas candidatas para los datos compartidos; si es de tipo 1, lo es en todos los que lo comparten, si es CDM en al menos un agente y CDM/CDF en el resto. Cualquier método exhaustivo de recogida deberá garantizar el concepto de "completo". El siguiente pseudocódigo muestra uno :

```
buscar_marcas ([], marca_comp, marca_comp).  
buscar_marcas ([agent|agents], seguir, final) <----  
marca_consist (agente, seguir, nuevo),  
buscar_marcas (agentes, nuevo, Final).
```

"*buscar\_marcas*" incluye en su primer argumento una lista de agentes y en su último argumento una lista de datos compartidos y sus etiquetas. El segundo argumento se usa para incluir comentarios a cerca de las etiquetas para datos compartidos, en llamadas recursivas al procedimiento. La relación denominada "*marca\_consist*", permite asignar etiquetas a un único agente que sea consistente con otras asignaciones. Si se encuentra una asignación, recursivamente permite encontrar asignaciones para otros agentes. Ante un fallo, se verifica una vuelta atrás y una nueva búsqueda de alternativas para los agentes previamente marcados.

Este algoritmo puede implementarse en un sistema multi-agente, ya que la generación de etiquetas por agente debe ser consistente con las generadas previamente gracias a "marca\_consist" y a la recursividad natural de "buscar\_marcas", con el mensaje que pasa de "abajo a arriba" de agente en agente. Este mensaje contiene la lista de agentes que ya han sido revisados y de los pendientes, así como una lista de los datos compartidos ya etiquetados. También y antes de que un agente pase un mensaje a otro, se necesita un registro de su estado para futuras "vueltas atrás". Los datos compartidos reciben su clasificación en un proceso como el siguiente :

```
marcar (agentes) <-----  
buscar_marcas (agentes, [], comp),  
eti_pri (agentes, comp).  
eti_pri ([], comp).  
eti_pri ([agente|agentes], comp) <-----  
local (agente, comp, local),  
escribir (agente, local),  
eti_pri (agentes, comp).
```

La etiquetación privada sigue a la de datos compartidos. Los datos privados se etiquetan agente a agente. Primero la relación local extrae las etiquetas compartidas relevantes, de un único agente de la lista de las etiquetas compartidas.

La relación escribir marca los datos privados manteniendo la consistencia con los compartidos. Cualquier fallo provoca una vuelta a atrás. Este algoritmo encuentra la consistencia local y compartida y el marcaje bien fundada de un área desclasificada en un conjunto de agentes. Un fallo en un único agente provoca la vuelta atrás :

```
marcar (agentes) <-----  
histórico (agentes, []).  
historico ([], comp).  
historico ([agentes], seguir) <-----  
marca_consist (agente, seguir, nuevo),  
local (agente, nuevo, local),  
escribir (agente, local),  
historico (agentes, nuevo).
```

La relación "*historico*" podría implementarse mediante un mensaje que pase de agente en agente. Este mensaje contendrá la lista de agentes visitados y los registros de las etiquetas dadas a los datos compartidos.

Si consideramos de nuevo la figura 19 (b), G1A, G1B, G1D, G1C y G2E, G1T y G2T. El agente 1 elige marca para G1T e intenta marcar sus datos privados manteniendo la consistencia. Si el agente 1 elige CDM como marca para G1T, comprobará que no existe clasificación para sus datos privados que hagan a G1T internamente justificado. Un siguiente intento con CDF es consistente y el agente 1 pasa su



clasificación de G1T al agente 2. El agente 2 debe entonces clasificar G1T como CDM, pero entonces no hay clasificación para G2E. El agente 2 devuelve al agente 1 la prueba final de clasificación de G1T, como tipo 1. Esto sucede con C tipo 0 y los demás tipo 1, y el agente 2 puede también marcar G1T como tipo 1 haciendo G2E como tipo 0.

El algoritmo supone un paso hacia la resolución de problemas en cooperación distribuida en múltiples agentes. El sistema presentado mantiene la consistencia (local y compartida) siempre que se parta de un estado previo de consistencia.

### 3.4 MECANISMO AUXILIAR.

El mecanismo de gestión mostrado para SASGER, reivindica un entorno cooperante multiagente que establece los planes de acción para un correcto y óptimo control de red.

La existencia de un BIG por agente permite considerar al sistema como un ente tolerante a los fallos por el simple método de la redundancia. Notesé, no obstante, que las BIG de dos agentes cualquiera del sistema no tiene que ser EXACTAMENTE IGUALES, son consistentes, eso sí, pero en principio contienen visiones particulares del estado de la red, pudiendo incluir una, más información que la otra.

La tendencia natural del sistema a la inconsistencia debido al intercambio de datos inter-agentes, se corrige mediante ALG-II. Pero la premisa básica del algoritmo indica que el estado de consistencia se mantendrá sí y sólo sí se parte de un estado de consistencia.

Pero ¿qué ocurre si por fallo hardware en al menos un agente o por intervención externa el estado de consistencia se rompe?

Se ha ideado un mecanismo auxiliar que permite que un agente adquiera información consistente de un grupo de agentes de la red, de forma que la estructura conceptual del mismo pueda ser comparada, las discrepancias eliminadas y recuperado el estado de consistencia global de la red.

La metodología desarrolla una exploración completa de las estructuras conceptuales del dominio de experiencia, enfrentando agentes, de modo que se promueva la cooperación entre ellos, utilizando los diferentes puntos de vista para desarrollar una estructura rica y consistente.

El mecanismo será invocado en el caso de que un agente se encuentre en uno de los tres estados siguientes (ver apartado 3.1.2 para más detalle) :

- \* estado inconsistente.
- \* estado localmente correcto.
- \* estado local-compartido correcto.

El sistema emana de la siguiente máxima : en un dominio bien establecido es razonable suponer que existirá consenso entre los agentes, entre los objetos y sus características más importantes, es decir, el conocimiento objetivo es independiente de los agentes.

Cualquier comparación de los sistemas conceptuales necesariamente envuelve la aproximación desde el sistema conceptual completo, con relaciones complejas y conceptos diferentes que no serán idénticos en todos los aspectos. No obstante, las similitudes y diferencias más acusadas pueden ser directamente evaluadas por el careo entre agentes.

Mediante redes de atributos-objetos se obtienen las características que los agentes utilizan en el dominio, las relaciones entre cada característica y cada objeto.

En este método los agentes son interrogados sobre el conjunto de objetos del dominio, a la vez se señalan las características de estos objetos, nombrándolos y clasificándolos en términos del dominio. La extensión de una característica concreta es una aproximación al concepto al que se refiere.

La adquisición de conocimiento es esencial en un proceso de negociación, dirigido a una aproximación a la estructura conceptual en que se adecúa a algún propósito práctico como la recuperación de consistencia.

Las medidas para comparar en extensión las características definidas se pueden formular en términos de un modelo de conjunto difuso de redes de datos. Los atributos bipolares en una malla se tratan como pares de predicados que definen conjuntos difusos y el ratio de un objeto sobre un atributo es considerado como la definición del grado de pertenencia a cada uno de estos conjuntos

Esto es,  $d$  es un conjunto difuso definido por el predicado  $d$  y el grado de pertenencia de la objeto  $b$  en el conjunto  $d$  es  $db$ . Una medida de equivalencia entre dos atributos puede definirse como:

$$(1) \quad \forall b (d \equiv e) = \hat{b} (db \equiv eb)$$

Para aplicar (1) como medida de similitud entre características se requiere que tengan la misma extensión, es decir, que el grupo de agentes esté de acuerdo en un conjunto común de objetos entre las que se fijarán las características. La fase 1 de la metodología consiste en establecer este conjunto común (el agente que provoca la puesta en marcha del mecanismo fijará el conjunto de objetos sobre los que trabajar).

La correspondencia y el contraste entre dos sistemas conceptuales puede medirse obteniendo redes independientes de  $n$  agentes y utilizando la medida definida en (1), para determinar por cada característica de la red la que mejor casa en el otro. Las

características que emparejan por encima de un cierto umbral tienen correspondencia y las que están por debajo de otro umbral presentan contraste. Y las que se encuentran entre los dos umbrales son ambiguas. Las fases de la metodología son :

[F-1] "Delimitación del dominio" :

Los agentes delimitan el conjunto de objetos del dominio total que van a contrastar. Este subdominio será denotado como 'EL DOMINIO' en el resto del procedimiento.

El agente que invocó el mecanismo indica al resto de agentes alertados (aquellos con los que esté mantenga información compartida y que pueden ser todos los de la red o un subconjunto o grupo del total), qué subconjunto de objetos va a contrastar.

La extensión del dominio de acción debe ser de un tamaño preciso, de forma que se asegure que al menos alguna causa de la inconsistencia está incluida en ella.

[F-2]: "Conceptualización individualizada y retransmisión".

Los agentes conceptualizan las objetos en forma de atributos y valores.

Se obtiene una malla de cada agente con el conjunto inicial de objetos y atributos particulares de agente.

Las mallas se transmiten al agente que arrancó el mecanismo para su proceso y confección de la macro-malla resumen.

[F-3]: "Proceso e Intercambio".

Estos datos se procesan a continuación para identificar atributos conflictivos y consensuados.

Si el agente detonante invocó el procedimiento debido a una detección de "estado inconsistente" o de "estado localmente inconsistente" se procede a resolver los conflictos detectados modificando la BIG del agente. Y se identifican y validan los datos consensuados.

Si por el contrario, la causa del procedimiento fue un "estado local-compartido correcto", entonces los resultados deberán ser compartidos por todos los agentes afectados. Para ello, se retransmitirán al grupo involucrado en la contrastación, los resultados alcanzados para conseguir la validación completa del sistema mediante la alteración de los BIG particulares de todos los agentes.

El proceso deberá repetirse las veces necesarias para conseguir una validación completa del BIG del agente que provocó el mecanismo.

Las figuras siguientes muestran una representación gráfica de los resultados individuales y de la malla-resumen que obtendría un gestor con inconsistencia.

El dominio seleccionado en el supuesto incluye los siguientes objetos :

OBJ1 = Concentrador.

OBJ2 = Multiplexor.

OBJ3 = Modems.

OBJ4 = Repetidor.

OBJ5 = Bridge multiport.

OBJ6 = Servidor (server) de impresora.

OBJ7 = Servidor (server) de ficheros.

OBJ8 = Servidor (server) de claves de seguridad.

OBJ9 = Controlador de interface de red.

OBJ10 = Sondas de detección de continuidad en el cableado.

Las características analizadas para los objetos son las siguientes:

TABLA DE DATOS PARA LOS TRES PRIMEROS ATRIBUTOS

ATRIBUTO N\_1

| NOM_OBJET | AGENTE1 | AGENTE2 | DIFERENCIA |
|-----------|---------|---------|------------|
| OBJ_1     | 2       | 3       | 1          |
| OBJ_2     | 1       | 4       | 3          |
| OBJ_3     | 3       | 2       | 1          |
| OBJ_4     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_5     | 5       | 5       | 0          |
| OBJ_6     | 2       | 3       | 1          |
| OBJ_7     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_8     | 4       | 2       | 2          |
| OBJ_9     | 2       | 3       | 1          |
| OBJ_10    | 3       | 3       | 4          |

ATRIBUTO N\_2

| NOM_OBJET | AGENTE1 | AGENTE2 | DIFERENCIA |
|-----------|---------|---------|------------|
| OBJ_1     | 2       | 1       | 1          |
| OBJ_2     | 1       | 2       | 1          |
| OBJ_3     | 5       | 3       | 2          |
| OBJ_4     | 4       | 1       | 3          |
| OBJ_5     | 3       | 3       | 0          |
| OBJ_6     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_7     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_8     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_9     | 1       | 1       | 2          |
| OBJ_10    | 4       | 3       | 1          |

ATRIBUTO N\_3

| NOM_OBJET | AGENTE1 | AGENTE2 | DIFERENCIA |
|-----------|---------|---------|------------|
| OBJ_1     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_2     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_3     | 5       | 5       | 0          |
| OBJ_4     | 5       | 2       | 3          |
| OBJ_5     | 4       | 4       | 0          |
| OBJ_6     | 2       | 1       | 1          |
| OBJ_7     | 3       | 3       | 0          |
| OBJ_8     | 1       | 4       | 3          |
| OBJ_9     | 5       | 5       | 0          |
| OBJ_10    | 4       | 3       | 1          |

FIGURA -20 (A)-



TABLA DE DATOS PARA LOS TRES ULTIMOS ATRIBUTOS

ATRIBUTO N\_4

| NOM_OBJET | AGENTE1 | AGENTE2 | DIFERENCIA |
|-----------|---------|---------|------------|
| OBJ_1     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_2     | 1       | 3       | 2          |
| OBJ_3     | 1       | 3       | 2          |
| OBJ_4     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_5     | 3       | 3       | 0          |
| OBJ_6     | 4       | 4       | 0          |
| OBJ_7     | 5       | 2       | 3          |
| OBJ_8     | 5       | 3       | 2          |
| OBJ_9     | 2       | 1       | 1          |
| OBJ_10    | 3       | 3       | 0          |

ATRIBUTO N\_5

| NOM_OBJET | AGENTE1 | AGENTE2 | DIFERENCIA |
|-----------|---------|---------|------------|
| OBJ_1     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_2     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_3     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_4     | 3       | 2       | 1          |
| OBJ_5     | 4       | 1       | 3          |
| OBJ_6     | 5       | 4       | 1          |
| OBJ_7     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_8     | 5       | 5       | 0          |
| OBJ_9     | 2       | 1       | 1          |
| OBJ_10    | 3       | 1       | 2          |

ATRIBUTO N\_6

| NOM_OBJET | AGENTE1 | AGENTE2 | DIFERENCIA |
|-----------|---------|---------|------------|
| OBJ_1     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_2     | 1       | 1       | 0          |
| OBJ_3     | 3       | 1       | 2          |
| OBJ_4     | 4       | 4       | 0          |
| OBJ_5     | 5       | 1       | 4          |
| OBJ_6     | 2       | 2       | 0          |
| OBJ_7     | 1       | 2       | 1          |
| OBJ_8     | 3       | 3       | 0          |
| OBJ_9     | 4       | 2       | 2          |
| OBJ_10    | 5       | 5       | 0          |

FIGURA -20 (B)-

**CAR1** = Modo de funcionamiento (Síncrono / Asíncrono).

**CAR2** = Modo de funcionamiento (Local / On line).

**CAR3** = Tasa de error (Elevada / Baja).

**CAR4** = Velocidad (Alta / Baja).

**CAR5** = Grado de ocupación. SALIDAS (Bajo / Alto).

**CAR6** = Grado de ocupación. ENTRADAS (Bajo / Alto).

Las figuras 20 (a) y (b) contienen una muestra para el cálculo de resultados posterior. Se suponen, para simplificar, dos agentes, uno de ellos invocó el mecanismo y el otro recoge la llamada y aporta la información de su BIG.

La figura 20 (c) muestra la malla-resumen que el agente iniciador confeccionará tras la fase 2. La medida de correspondencia y contraste se presenta en el formato gráfico de las figuras 20 (d) y (e). Las decisiones entre agentes a partir de los resultados se engloban y se presentan en sendos diagramas.

Las fronteras para delimitar el conflicto podrían fijarse arbitrariamente entre el 70 y el 80, ya que este punto está separado simétricamente del 50 desde el nivel de total coincidencia. Es decir, aquellos elementos cuyo peso tenga un valor mayor que 80 podrían ser considerados como consensuados; los que tengan un peso menor que 70 entran en conflicto; y los que estén entre [70, 80] pueden considerarse como de naturaleza ambigua.

MALLA RESUMEN (AGENTE MASTER)

|       | CAR_1 | CAR_2 | CAR_3 | CAR_4 | CAR_5 | CAR_6 | SUMA | PESOS_B |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| OBJ_1 | 0,75  | 0,75  | 1     | 1     | 1     | 1     | 5,5  | 91,666  |
| OBJ_2 | 0,25  | 0,75  | 1     | 0,5   | 1     | 1     | 4,5  | 75      |
| OBJ_3 | 0,75  | 0,5   | 1     | 0,5   | 1     | 0,5   | 4,25 | 70,833  |
| OBJ_4 | 1     | 0,25  | 0,25  | 1     | 0,75  | 1     | 4,25 | 70,833  |
| OBJ_5 | 1     | 1     | 1     | 1     | 0,25  | 0     | 4,25 | 70,833  |
| OBJ_6 | 0,75  | 1     | 0,75  | 1     | 0,75  | 1     | 5,25 | 87,5    |
| OBJ_7 | 1     | 1     | 1     | 0,25  | 1     | 0,75  | 5    | 83,333  |
| OBJ_8 | 0,5   | 1     | 0,25  | 0,5   | 1     | 1     | 4,25 | 70,833  |
| OBJ_9 | 0,75  | 0,5   | 1     | 0,75  | 0,75  | 0,5   | 4,25 | 70,833  |
| OBJ_1 | 0     | 0,75  | 0,75  | 1     | 0,5   | 1     | 4    | 66,666  |
| SUMA  | 6,75  | 7,5   | 8     | 7,5   | 8     | 7,75  |      |         |
| PESOS | 67,5  | 75    | 80    | 75    | 80    | 77,5  |      |         |

| PESOS_H |      | PESOS_B |        |
|---------|------|---------|--------|
| CAR_1   | 67,5 | OBJ_10  | 66,666 |
| CAR_4   | 75   | OBJ_5   | 70,833 |
| CAR_2   | 75   | OBJ_9   | 70,833 |
| CAR_6   | 77,5 | OBJ_8   | 70,833 |
| CAR_3   | 80   | OBJ_3   | 70,833 |
| CAR_5   | 80   | OBJ_4   | 70,833 |
|         |      | OBJ_2   | 75     |
|         |      | OBJ_7   | 83,333 |
|         |      | OBJ_6   | 87,5   |
|         |      | OBJ_1   | 91,666 |

FIGURA -20 (C)-

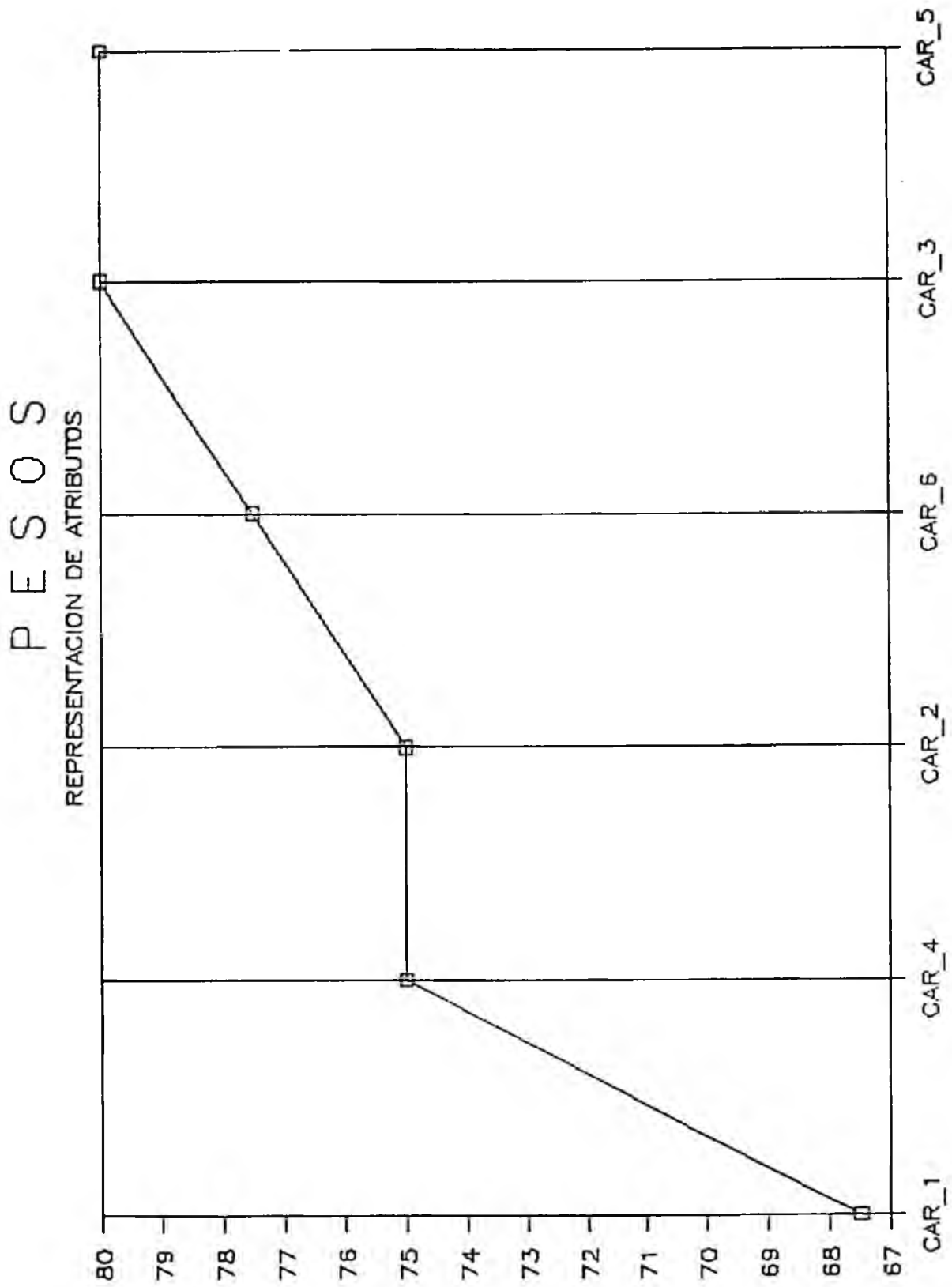


FIGURA -20 (D)-

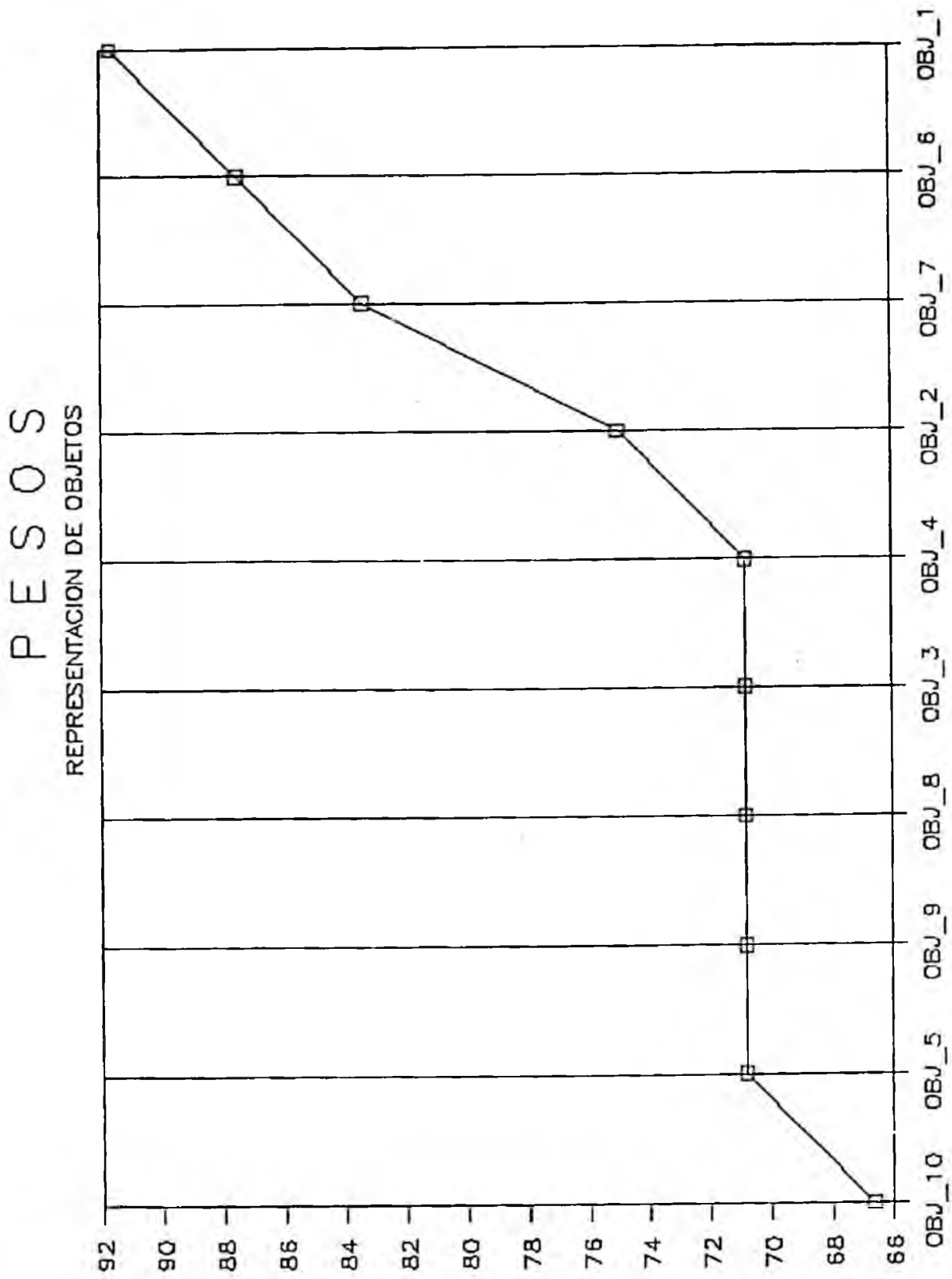


FIGURA -20 (E)-

4.

S O L U C I O N E S  
A L A P R O B L E M A T I C A  
D E L T R A T A M I E N T O  
D E L O S R E C U R S O S

=====

=====

Por ejemplo, un tráfico intenso sobre los objetos que soporta un determinado nodo puede ser agilizado, anticipándose a un posible cuello de botella, duplicando los servicios de estos objetos con otros del mismo tipo que se encuentren en otro punto de la red.(ver figura 21) De este modo, el encaminamiento de peticiones ahora podría ser dirigido alternativamente a dos posibles destinos. Esta estrategia reduce, en principio, la probabilidad de conflicto y agiliza ostensiblemente, la respuesta que recibe el usuario.

El sistema que se va a exponer realizaría efectivamente el proceso de anticipación como sigue :

- \* Los agentes de SASGER deberán detectar un aumento inusual de tráfico sobre un determinado nodo. El aumento detectado debe ser tal que se prevea un posible conflicto de mantenerse el ritmo de crecimiento.
- \* Uno de estos agentes desencadenará el mecanismo de planificación de alternativas que salve la situación.
- \* Si el plan sugiere la necesidad de un rediseño dinámico de los objetos de la red, se procederá a activar el método que a continuación se especifica.

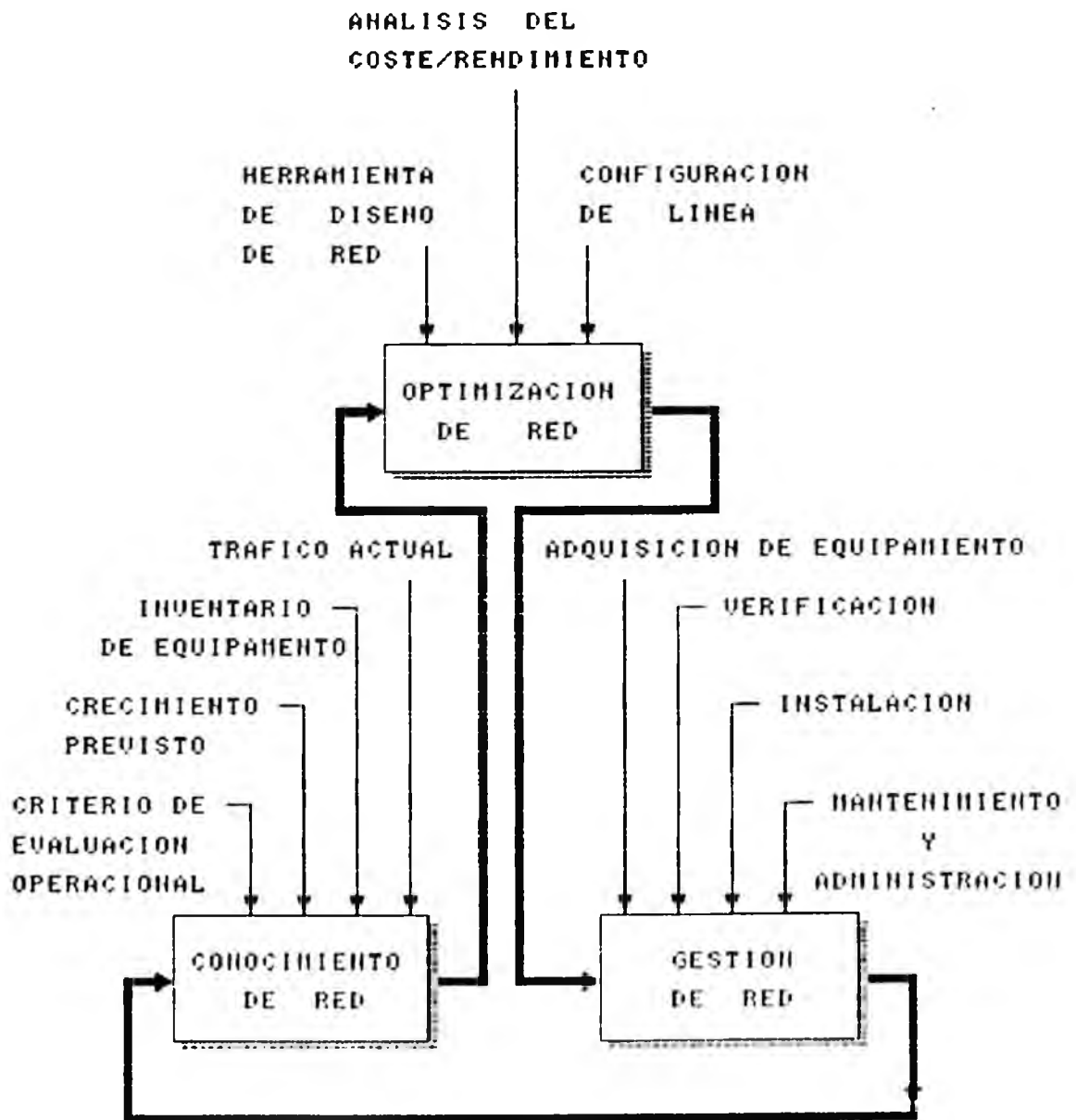


FIGURA -21-



## 4.2 UBICACION DE OBJETOS.

### 4.2.1 ASPECTOS GENERALES.

El desarrollo de un sistema de gestión tradicional supone la previsión de las siguientes tareas :

#### TAREA 1 : Configuración.

Permite que la red diseñada ofrezca una funcionalidad de tipo general, se adapte a los parámetros especificados, así como a su variación, en estado activo de la red. Básicamente deberá cubrir dos objetivos : la configuración de recursos y de encaminamientos (configuración lógica) y la configuración de elementos o dispositivos hardware, que conforman la red (configuración física).

En la fase de configuración se procederá a un arranque para la construcción e inicialización del conjunto de datos (tablas de definición, ..., datos de configuración), que de forma genérica podemos denominar "base de carga". A continuación y en un segundo paso, la red ejercerá sus funciones de autosupervisión y chequeo.

#### TAREA 2 : Mantenimiento.

Esta orientada a la obtención de la máxima calidad de

servicio para el usuario final de la red. Distinguimos dos tipos de mantenimiento : el mantenimiento preventivo y el correctivo. El primero soporta un conjunto de pruebas rutinarias, cuyo objetivo es la localización de posibles errores. Estas pruebas podrán realizarse bien de forma periódica, o bien bajo petición expresa del operador. El segundo mantenimiento supone el conjunto de acciones que se realizarán automática, semiautomática, o manualmente, derivadas de un estado de alarma y cuyo objetivo es subsanar los fallos de funcionamiento detectados en la red.

### **TAREA 3 : Administración.**

Su objetivo es determinar los procedimientos para realizar las acciones necesarias para extraer datos de la red, elaborar cálculos estadísticos con estos datos y finalmente determinar qué informaciones es imprescindible se presenten al operador para garantizar una calidad de servicio fijada. El sistema debe estar preparado también para reaccionar automáticamente con medidas correctoras que salvaguarden la calidad del mismo.

Para llevar a cabo estas tareas se requiere una base de información extensiva con herramientas asociadas de manipulación de datos. La información que la Base de Información de Gestión (BIG) deberá almacenar versará sobre la configuración del sistema y de la red, sobre el funcionamiento de la misma actual y a través del tiempo, sobre los parámetros de seguridad, sobre las entradas fallidas y en general sobre cualquier dato contabilizable del sistema.

El BIG contiene información sobre los objetos de red. Esta información puede contemplarse como una tabla, donde cada entrada es una lista de atributos, con sus valores asociados para cada objeto particular (vease el capítulo 2 de esta tesis).

Los objetos con características similares se agrupan en clases y las clases en superclases.

La gestión de configuración de objetos de SASGER incluye el conjunto de funciones de gestión de red necesarias para identificar, definir, inicializar, controlar y supervisar los objetos incluidos en una red de comunicación. El objetivo de estos servicios es inicializar, manejar, coordinar continuamente el circuito de conexión de una red de comunicación. Las funciones de la gestión de configuración pueden resumirse como sigue :

1. La definición de los objetos gestionados, así como la activación de los objetos gestionados.
2. La asociación y gestión de nombres, asociados a los objetos gestionados.
3. La inicialización, gestión del estado y la eliminación de objetos.

4. La definición de estados de control de red desde una perspectiva de red integrada.
5. La gestión de modificaciones y de definición on-line del estado de la red y de los objetos manejados.
6. La supervisión y la presentación de los estados de toda la red y de los objetos manejados.
7. El mantenimiento del estado actual y del inventario de todos los objetos gestionados.

Fijemos nuestra atención en una clase particular de objeto, conocido en los ambientes informáticos bajo el nombre genérico de "recurso". Esta clase de objeto tiene especial interés para uno de los colectivos que interactúan con cualquier sistema de gestión automatizado de red, nos referimos a los "usuarios finales". Sin embargo, esta clase de objetos supone un verdadero problema , precisamente por ello, para el resto de los usuarios de la red (operadores, técnicos, ...).

Aunque al dotar de inteligencia a una red estamos eliminando la necesidad acuciante de dotar a la misma de un equipo humano de élite que la mantenga.

De hecho uno de los objetivos es dar al sistema de gestión la responsabilidad de realizar ciertas tareas que hasta el momento se completaban con la intervención directa del gestor humano.

Y aunque la tendencia es conseguir que el usuario final ocupe una posición más comprometida en la cadena de interacción con la red. Permitiendo que realice tareas de gestión de alto nivel (hasta ahora reservadas en exclusiva al equipo de técnicos del sistema) asistido en todo momento por la herramienta de gestión. Por el momento, como usuarios de los servicios de un gestor automatizado de red, podemos distinguir a los siguientes colectivos :

- \* Directores de redes de área local, que usan los servicios de este sistema como ayuda para la planificación y dimensionamiento de la red con un costo mínimo.
- \* Los técnicos que instalan la red, que lo utilizan como un medio eficaz de conocer el estado de su trabajo.
- \* Los responsables de la red, como medio de garantizar el cumplimiento de los parámetros característicos de la red para los usuarios.
- \* Diseñadores de elementos de red, que utilizan los servicios del sistema para la medida de las características exigidas a sus componentes.
- \* Operadores de red, que utilizan este sistema automatizado como el medio de interaccionar con los distintos elementos que conforman la red.

- \* **Usuarios finales.** Hay que tener en cuenta las últimas tendencias, que permiten que determinadas funciones de gestión puedan ser realizadas directamente por los propios usuarios finales, proporcionando una flexibilidad al sistema que redundará en un atractivo aumento de la comodidad, al utilizar la red de comunicación.

El presente capítulo va a abordar uno de los aspectos asociados a los objetos-recurso. Para abreviar, nos referiremos en adelante, al concepto genérico "objeto", dado que aunque lo que se indica a continuación está especialmente indicado para los objetos-recurso, puede aplicarse con escasas modificaciones al resto de clases de objetos.

El problema de la localización óptima de objetos es esencial para el diseño de un sistema de información distribuida. Se han propuesto multitud de soluciones, sin embargo, muchas de estas soluciones no pueden utilizarse por la complejidad de cálculo que suponen o por el gran número de parámetros que manejan, algunas veces difícilmente estimables.

El problema consiste en la determinación dinámica de la situación de un conjunto de objetos en los nodos de una red. Los objetos presentarán problemas distintos máxime cuando en este momento nos encontramos con un ambiente multi-fabricante que complica aún más la determinación de las necesidades de cada objeto. No obstante, desde el punto de vista en que vamos a

abordar el problema de esta complejidad no es relevante aunque deberemos manejar ciertos datos cualitativos y cuantitativos de cada objeto.

Consideraremos una red que consta de un conjunto de nodos con capacidad de proceso y que están interconectados. Cada nodo poseerá una capacidad determinada para la acogida de objetos, téngase en cuenta que el concepto de transparencia o virtualidad de recursos (capa de presentación) consume espacio útil de almacenamiento en el nodo al que se conecte el recurso. Téngase en cuenta, que cada nodo además posee una capacidad determinada y finita. Por último, el nodo utilizará otra parte de su capacidad de almacenamiento para el proceso de las aplicaciones que utilizan los objetos.

Las aplicaciones a las que hacemos referencia son programas compilados que utilizan los objetos del sistema de forma exclusiva o compartida, respecto al resto de las aplicaciones del sistema.

Una misma aplicación puede ser activada desde cualquier nodo del sistema. La frecuencia de activación proporciona una probabilidad estimada del número de transacciones por unidad de tiempo.

La localización óptima de los objetos del sistema consiste en la asignación de los mismos a los nodos de modo que la ejecución de las aplicaciones sea óptima con respecto a una función objetivo especificada.

Vamos a analizar esta localización óptima considerando dos situaciones tipo : problema de ubicación sin redundancia, en este caso cada objeto se situa en un único nodo del sistema; problema de ubicación con redundancia, los objetos pueden ser situados en más de un nodo del sistema. Los dos casos mencionados presentan ventajas e inconvenientes diferentes.

En el primer caso, cada acción de acceso debe ser encaminada al nodo donde está situado del objeto referenciado en el sistema. En caso de redundancia, las interacciones no exclusivas con los objetos pueden realizarse sobre diversos nodos del sistema, pero las reservas en exclusiva de cualquier objeto deberán encaminarse a un único nodo de los  $n$  que poseen ese objeto en particular. Por supuesto en este segundo caso se incrementa la complejidad del software de gestión.

La ubicación dinámica de objetos es un problema análogo al de la fase de la metodología de diseño de un sistema de información distribuido (fig 22). Es un problema que el sistema de gestión debe abordar para mantener el nivel de respuesta o de régimen de la red. Es decir como un problema de interés en la fase de mantenimiento/funcionamiento del sistema.

En la figura 22 se muestran los principios de diseño de B.D. sistemas de información distribuidos. El proceso arranca con una fase de diseño lógico. Por ejemplo, la determinación de la estructura del



fichero, la determinación de la lógica de las transacciones, ... pertenecen al ámbito de problemas que se analizan en esta fase.

Respecto a la lógica de las transacciones, en este análisis se determina no sólo la frecuencia de consultas y actualizaciones, con respecto a los objetos, sino también la frecuencia con la que cada transacción es lanzada por cada nodo. La optimización de la ubicación de los objetos basa su acción en el coste de los accesos locales y remotos.

Basándonos en que la ubicación dinámica de objetos es un problema análogo al de la fase de la metodología de diseño de un sistema de información distribuído, vamos a establecer los tres parámetros clave fijos para la determinación de la ubicación de objetos :

- 1.- Limitaciones en la capacidad de almacenamiento en cada nodo.
- 2.- Permisi3n de la duplicaci3n de los objetos en el sistema.
- 3.- La relaci3n coste del acceso local/acceso remoto (necesario s3lo en caso de redundancia).

El tercer parámetro es difícil de estimar en el caso del diseño del sistema debido a que depende de la topología de la red y de las capacidades de canal, así como de las optimizaciones físicas locales de las estructuras de almacenamiento que se realizarán en las

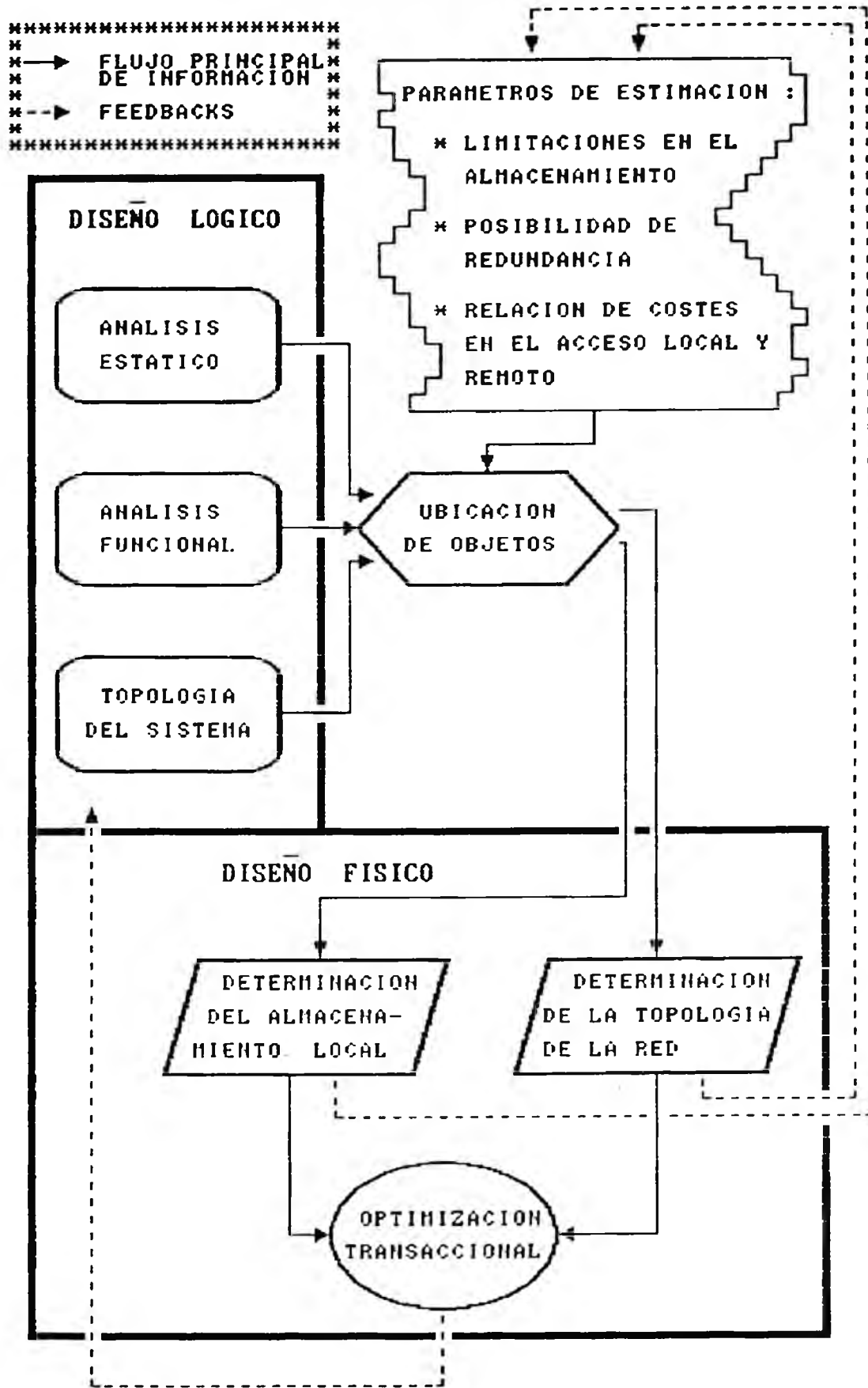


FIGURA -22-

FASES DE DISEÑO DE UN SISTEMA DISTRIBUIDO.

siguientes fases de diseño. Esto se resuelve estableciendo mecanismos de "feed-back" en el proceso de diseño, tal y como se indica en la figura 22.

No presenta sin embargo demasiados problemas de estimación cuando la red ya está establecida. Que es el caso que nos ocupa, el de la ubicación dinámica de objetos de una red. Su determinación podrá establecerse con los datos de la topología activa en cada instante en la red. Este dato puede obtenerse por tanto de las bases de información de gestión (BIG) que mantienen independientemente los agentes que componen la herramienta SASGER.

#### 4.2.2 FORMULACION.

El planteamiento general del problema se reduce a la optimización global de la red. Aparentemente, este objetivo puede parecer no congruente desde el punto de vista del usuario, pues este considera los objetos de la red como un servicio con configuración y costo predefinido. No obstante, el entramado de las actuales redes de comunicación tiende a estructurarse como un conglomerado cambiante, de forma y manera que dos interacciones de aplicaciones de usuario absolutamente idénticas con un mismo origen y un mismo destino, pero lanzadas en situaciones temporales distintas pueden atenderse con costos globales muy diferentes

simplemente debido a cambios en la estructura de red por bajas temporales de elementos distintos del sistema.

No obstante, el costo de reserva local y remoto unitario de las transacciones se considera fijo, independientemente del nodo que se estudie. Esta característica viene dada de la presunción de una red con nodos homogéneos.

Por otro lado, la optimización que se persigue se realiza sobre transacciones y no sobre accesos ocasionales. Es decir nuestra unidad de trabajo es la transacción.

Se supone, además, una cantidad conocida de memoria para cada nodo. La capacidad de almacenamiento se considera como una limitación o restricción y no como un valor de costo.

Con todo lo indicado las variables y funciones que vamos a manejar para construir nuestra función objetivo a optimizar serán :

$N$  --> numero de nodos de la LAN

$M$  --> número de objetos de la LAN

$j$  --> índice para denotar los nodos

$i$  --> índice de reserva a un objeto particular

$a_j$  --> máximo espacio en el nodo  $j$

$b_i$  --> consumo de espacio del nodo por parte del objeto

$T$  --> número de transacciones de la LAN

$k$  --> índice de acceso a una transacción particular

- $f_{kj}$  --> frecuencia de la transacción k de nodo j
- $r_{ki}^n$  --> reserva no exclusiva de la transacción k al objeto i
- $r_{ki}^x$  --> reserva exclusiva de la transacción k al objeto i
- $c_{loc}$  --> costo unitario del uso de un objeto local
- $c_{rem}$  --> costo unitario del uso de un objeto remoto

- 0 ---> el objeto i no está en el nodo j
- $X_{ij}$  -->
  - 1 ---> el objeto i está en el nodo j

Entonces, si existe un objeto distinto en cada nodo el espacio del nodo se expresa como sigue :

$$\sum_{ij} x_{ij} = 1 \quad \forall i \mid 1 \leq i \leq M$$

Si existe al menos un objeto en cada nodo, pero se contempla la redundancia en tipos y ubicaciones :

$$\sum_{ij} x_{ij} \geq 1 \quad \forall i \mid 1 \leq i \leq M$$

La función de coste a minimizar viene determinada por cuatro términos : coste local sin reserva (CLSR), coste remoto sin reserva (CRSR), coste local con reserva (CLCR) y coste remoto con reserva (CRCR). Es decir :

$$\min z = \text{CLSR} + \text{CRSR} + \text{CLCR} + \text{CRCR}$$

que expresa el coste local y remoto de las reservas de objetos del sistema.

Las expresiones particulares de los costos considerados pueden espresarse como sigue :

1.- Si en cada nodo  $j$  consideramos un objeto  $i$  ( $x_{ij} = 1$ ), no reservado en exclusiva por una transacción  $k$  del mismo nodo con una frecuencia  $f_{kj}$ , entonces la función de coste local (CLSR) resulta :

$$CLSR = \sum_{i, j, k} x_{ij} f_{kj} r_{ki}^x c_{loc}$$

2.- Si consideramos un nodo  $j$  y un objeto  $i$  no localizado en él ( $x_{ij} = 0$ ) no reservado en exclusiva con una frecuencia  $f_{kj}$ , por una transacción  $k$  del nodo considerado, la función de costo (CRSR) resulta :

$$CRSR = \sum_{i, j, k} -x_{ij} f_{kj} r_{ki}^n c_{rem}$$

3.- Si consideramos un nodo  $j$  con un objeto  $i$  propio ( $x_{ij} = 1$ ) reservado en exclusiva por una transacción  $k$  local con una frecuencia de acceso  $f_{kj}$ , la función de costo (CLCR) asociada resulta ser :

$$CLCR = \sum_{i, j, k} x_{ij} f_{kj} r_{ki}^x c_{loc}$$

4.- Si consideramos finalmente un nodo  $j$  y un objeto  $i$  que se encuentra ubicado en ese nodo ( $x_{ij} = 1$ ), todas las transacciones  $k$  no locales, es decir que pertenecen a  $j \neq j$ , que reservan en exclusiva el objeto, con una frecuencia  $f_{kj}$ , producen una función de costo (CRCR):

$$CRCR = \sum_{i, j, k} x_{ij} \sum_{\neg j \neq j} f_{k \neg j} r_{ki}^x c_{rem}$$

Nótese que en el caso de que no exista redundancia de objetos en la LAN, podemos decir que :

$$j \neq \neg j, \text{ si } x_{i \neg j} = 1 \rightarrow x_{ij} = 0 (\neg x_{ij} = 1)$$

$$\text{esto es } CRCR' = CRCR = \sum_{i, j, k} \neg x_{ij} f_{kj} r_{ki}^x c_{rem}$$

que resulta ser una expresión similar a la manejada para CRSR. Podemos concluir que de no admitirse redundancia las operaciones de reserva con o sin exclusividad suponen un costo similar.

Si logramos transformar la formulación para que el objetivo consista en maximizar una cierta función de la forma :

$$\max z = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

$$A_i X_i < B \quad \text{y} \quad X_i = 0, 1, \quad 1 < i < n$$

entonces podremos aplicar un método ampliamente utilizado en investigación operativa denominado como "Metodo de Knapsack" que nos permitirá dilucidar una salida exhaustiva y heurística para la localización de objetos a cada nodo.

Analicemos las posibilidades de transmutación de minimización a maximización en los dos casos contemplados, es decir, permitiendo que un objeto este repetido en varios nodos (caso CON REDUNDANCIA) o impidiendo la repetición (caso SIN REDUNDANCIA).

Analicemos el primer problema, la función objetivo es la siguiente :

$$\min z = \text{CLSR} + \text{CRSR} + \text{CLCR} + \text{CRCR} =$$

$$= \sum_{ijk} x_{ij} f_{kj} (r_{ki}^n + r_{ki}^x) c_{loc}$$

$$+ \sum_{ijk} \neg x_{ij} f_{kj} r_{ki}^n c_{rem} + \sum_{ijk} x_{ij} \sum_{ijk} f_{k \rightarrow j} r_{ki}^x c_{rem}$$



esta expresión puede transformarse en una maximización de la forma :

$$\max z = \sum_{ij} x_{ij} p_{ij}$$

$$\text{siendo } p_{ij} = \sum_k (f_{kj} r_{ki}^n (c_{rem} - c_{loc}) + f_{ki} r_{ki}^x c_{loc}) - \sum_{j \neq i} f_{k \rightarrow j} r_{ki}^x c_{rem}$$

como queríamos conseguir.

Veamos que ocurre con el caso SIN REDUNDANCIA. La función a minimizar resulta ser en este caso :

$$\min z = \text{CLSR} + \text{CRSR} + \text{CLCR} + \text{CRCR}'$$

$$= \sum_{ijk} x_{ij} f_{kj} (r_{ki}^n + r_{ki}^x) c_{loc}$$

$$+ \sum_{ijk} -x_{ij} f_{kj} (r_{ki}^n + r_{ki}^x) c_{rem}$$

$$\text{que es equivalente a : } \min z = \sum_{ijk} -x_{ij} f_{kj} (r_{ki}^n + r_{ki}^x) c_{rem}$$

$$\begin{aligned} \text{o lo que es lo mismo : } \max z & \sum_k \sum_{ijk} x_{ij} f_{kj} (r_{ki}^n + r_{ki}^x) c_{loc} \\ & = \sum_{ij} x_{ij} p_{ij} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\text{donde } p = \sum_k f_{kj} (r_{ki}^n + r_{ki}^x) c_{loc} \quad (3)$$

La demostración se conseguirá evaluando el conjunto de todas las reservas en exclusiva o no, locales o remotas de todas las transacciones de la LAN por unidad de tiempo. Este número es independiente de la ubicación de los objetos y toma por tanto un valor constante P una vez analizadas todas las transacciones.

Por tanto, la solución óptima igual que en el caso CON REDUNDANCIA se caracteriza por la minimización del número de reservas remotas o lo que es lo mismo por la maximización del número de reservas locales. La fórmula (2) es importante, ya que supone una maximización. En ella, la ubicación del objeto se basa en un valor p (que no es el costo). Este valor está relacionado con el incremento del "emplazamiento" del proceso que provoca su ubicación relativa.

El problema se ha establecido entonces como :

$$\max z = \sum_{ij} x_{ij} p_{ij}$$

$$\sum_{ij} x_{ij} a_i \leq c \quad \forall j \mid 1 \leq j \leq N \quad (4)$$

$$\sum_{ij} x_{ij} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{ij} x_{ij} \geq 1 \quad \forall i \mid 1 \leq i \leq M \quad (6)$$

donde la función objetivo sigue las expresiones (1) y (3), teniendo en cuenta que (1) es válida con la condición (6) y (3) con la (5).

Podemos bajo estas condiciones identificar el caso como una particularización del problema de Knapsack, conocido como "restricción de elección múltiple".

Nótese, sin embargo, que la formulación propuesta corresponde a diversos y diferentes problemas de tipo "knapsack", uno por cada nodo de la LAN.

#### 4.2.3 ALGORITMO PARA UBICACION DE OBJETOS.

La primera característica del algoritmo de resolución a aplicar consiste en descomponer el problema en subproblemas "knapsack" simples, con un número limitado de variables. Es evidente, que esta descomposición mejora la situación de partida, sin embargo, esta realización puede conducir a soluciones óptimas que por ejemplo violen el principio de disgregación.

Para evitar esto, algunas variables reciben valores forzados para asegurar las soluciones factibles. Así, cada problema "knapsack" particular puede resolverse con técnicas exhaustivas o con técnicas heurísticas, dependiendo del método seleccionado obtendremos una salida exhaustiva (óptima) o heurística (más eficiente).

El método responde a las siguientes fases que se indican a continuación :

1. Se ordenan los objetos a organizar (sólo los que no tengan situación prefijada), de acuerdo a la probabilidad que presentan de ser reservados. Una aproximación válida para determinar esta probabilidad es la función definida como :

$$PR = (\sum_j p_{ij} c_j) / a_i$$

intuitivamente  $PR$  es mayor si el objeto considerado es requerido múltiples veces en un nodo con gran cantidad de espacio disponible. La clasificación a que se precede como primer paso del algoritmo se realizará por valores crecientes de  $PR_i$ .

2. Se genera una asignación forzando a 1 la localización variable del primer objeto  $i$  de cada nodo  $j$ ,  $N$  subproblemas knapsack diferentes se generan automáticamente. Los subproblemas se ordenan en descendente en función del valor  $v_{ij} / a_i$ .
3. El primer subproblema se resuelve generando un nuevo y único problema knapsack para el nodo considerado, manteniendo para los otros nodos las localizaciones previamente obtenidas.
4. Se validan los resultados de la solución óptima obtenida mediante dos técnicas o pruebas complementarias. Las dos pruebas propuestas son muy eficientes ya que cada subproblema es muy simple, como corresponde a un único problema knapsack, al que se incorporan además los resultados previos. Y además porque, el criterio de ordenación utilizado para decidir que objeto se ha de considerar primero y a qué nodo ha de ser asignado en primer lugar (pasos 1 y 2), permiten llegar rápidamente a una solución buena y factible. Los mecanismos a realizar son:

4.1 Se cierra el proceso de ese nodo si el valor  $z$  correspondiente a la solución considerada es menor que el valor de la "solución factible mejor" hasta ahora encontrada. Y se pasa a considerar el siguiente problema no resuelto (paso 3). Esta prueba se puede realizar porque la mejor solución con un número fijo de variables, tiene en cuenta todas las soluciones anteriores y posteriores a la actual hasta dar por terminada la asignación.

4.2 Cada objeto será localizado en al menos un nodo. Si la localización de los ficheros es factible, entonces la solución considerada es también, de momento, la solución factible mejor. Además, la solución actual se convierte en la mejor actualizándose el estado de cálculo y se pasa a considerar el siguiente problema no resuelto (paso 3).

5. Si algún objeto no ha sido localizado, se deben generar nuevas alternativas. Esto supone descender un nivel en el árbol repitiendo del paso 1 al 4. El número de variables que se fijan en cada subproblema es igual al índice de nivel. La generación se termina cuando el índice de nivel es  $M$  o si la fijación supera la capacidad del nodo.

### 4.3 APLICACION DEL METODO DE UBICACION AL ENTORNO SASGER PARA LOCALIZACION DINAMICA.

El proceso arranca con la emisión de una primitiva PM10 ó PM11 combinadas con la de multiréplica PM12 (ver capítulo 2 para más referencias) para encargar una acción de control de flujo sobre todos los nodos de la red. Las primitivas serán emitidas por todos los agentes gestores poniéndose espera/preparado para recepción de resultados(ver figura 23).

El filtrado de la información recibida será realizado por el mecanismo de proceso de cada agente, procediéndose a actualizaciones de los BIG asociados en su caso.

El sistema continuará en estado de vigilancia controlada en tanto los niveles detectados de tráfico se mantengan bajo niveles acotados. El sistema estará en disposición de emitir tablas como las indicadas en las figuras 1 y 2 de este capítulo.

Una modificación sustancial de las frecuencias o de los niveles de reserva con exclusión en al menos un nodo, activará en el agente que tenga a su cargo ese nodo el sistema de cooperación descrito en el capítulo 3.

Supongamos que el agente 1 (G1) detecta la anomalía en el instante  $t_1$  inmediatamente solicita de al menos un agente G2 la colaboración para realizar un plan compartido completo que ataje la

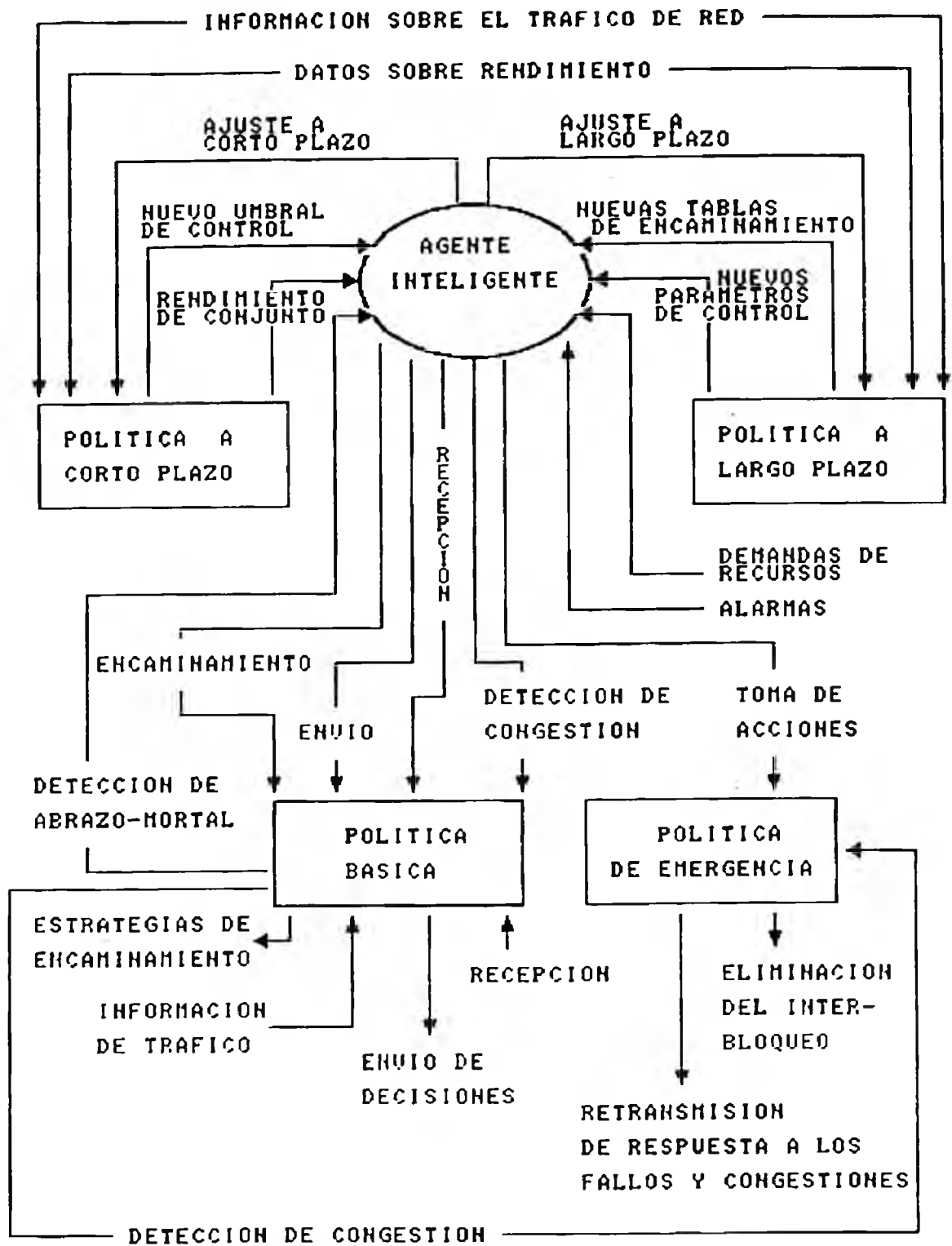


FIGURA - 23 -



anomalía en un tiempo  $t_2$  , estimado como tiempo crítico para que la anomalía degenere en una disminución real de la respuesta del sistema :

PCT (G1 , G2 , descongestion,  $t_1$  ,  $t_2$  )

El tiempo  $t_2$  debe ser calculado por el agente emisor de la ayuda. Y puede ser dinámicamente modificado a medida que se confecciona el plan según las interacciones que las acciones parciales provoquen en la anomalía a subsanar.

El término "descongestión" utilizado en el mensaje identifica la descripción del problema que G1 envía a cada uno de los agentes involucrados en la búsqueda de soluciones.

Los agentes involucrados pueden recabar información del agente G1 en diferido mediante primitivas PM6.

Las soluciones que los agentes confeccionen a partir de su BIG's provocaran un flujo de control inter-agente (desde los agentes  $G_i$  hacia G1) de la forma :

PCP (G1 ,  $G_i$ , descongestion,  $t_1$ ,  $t_2$ )

con contenidos diversos que incluyan las propuestas de acción que cada agente realiza al agente origen G1. Cada propuesta provoca una señal :

CPR (G1,  $G_i$ , APOR( $G_i$ , Actividad),  $t_k$ )

que sufre un análisis de viabilidad por parte de G1 a través de los datos que componen su BIG. Recuérdese que sólo se transmiten propuestas de acciones, no líneas mentales para conseguirlas.

En nuestro caso, las propuestas pueden ser tales como :

- 1.- Aumento de la capacidad del nodo, si existe espacio de almacenamiento auxiliar no activo para ese tipo de nodo.
- 2.- Retención de mensajes para otros nodos no demasiado activos procediendo a liberar espacio de red para el flujo dirigido al nodo en cuestión.
- 3.- Aplicación de mecanismos de prioridad en la actividad del nodo bajo estudio.
- 4.- Estudio de posibles reestructuraciones de los objetos referenciados del nodo a otros nodos de la red para descongestionar las entradas al mismo con un reparto.
5. Duplicar los objetos referenciados del nodo congestionado en otros nodos de la red.

Las propuestas 4 y 5 apuestan por una relocalización de objetos de la red. Si estas dos soluciones resultan ser viables y

además francamente recomendables (se estudiarán parámetros tales como tiempo de ejecución de la modificación, previsión de los nuevos valores de respuesta, objetos referenciados, ...), entonces el agente G1 responderá con una señal de asentimiento hacia el nodo que lo propuso (supongamos que fue el nodo G2).

CPR ( G1, G2, EJEC/APOR(Gi, Actividad), tk)

que significará la puesta en marcha del mecanismo de localización.

Para un supuesto de cinco nodos activos denominados NODO1, NODO2, NODO3, NODO4, NODO5 con 4 transacciones en litigio:

TRA1 = Sistema de Control de Stoscks.

TRA2 = Sistema de Control de Facturación.

TRA3 = Sistema de Control de Presencia

TRA4 = Sistema de Control de Pedidos (módulo para representantes).

y cinco objetos involucrados en la reestructuración :

OBJ1 = Modems.

OBJ2 = Servidor (server) de impresora.

OBJ3 = Servidor (server) de ficheros.

OBJ4 = Servidor (server) de claves de seguridad.

OBJ5 = Controlador de interface de red.

Los resultados de la localización podrían ser los indicados en

las figuras 24 a 27 (que se muestran a continuación).

La ejecución de la relocalización supone la activación de mecanismo de bloqueo de las actividades en ejecución, así como la retransmisión de actualizaciones en los BIG de todos los agentes (primitivas PM12 + PM5) así como la emisión de un informe detallado para el operador (primitiva PM7 ó PM8). La reactivación de las tareas normales se reinicia con un mensaje a todos los nodos y agentes de la red, desbloqueándose el sistema y pasando éste a estado de régimen normal.

TAMANO REQUERIDO POR CADA OBJETO EN MEGABYTES

OBJ1 = Modems .

OBJ2 = Servidor (server) de impresora .

OBJ3 = Servidor (server) de ficheros .

OBJ4 = Servidor (server) de claves de seguridad .

OBJ5 = Controlador de interface de red .

OBJETO RESERVA EN MEGABYTES  
=====

|      |    |
|------|----|
| OBJ1 | 2  |
| OBJ2 | 10 |
| OBJ3 | 7  |
| OBJ4 | 10 |
| OBJ5 | 5  |

FIGURA -24 -

FRECUENCIA DE APARICION DE TRANSACCIONES

---

TRA1 = Sistema de Control de Stoscks.

TRA2 = Sistema de Control de Facturación.

TRA3 = Sistema de Control de Presencia.

TRA4 = Sistema de Control de Pedidos (módulo para representantes).

|      | N0001 | N0002 | N0003   | N0004 | N0005 |
|------|-------|-------|---------|-------|-------|
| TRA1 |       | 80/0  | 200/100 |       |       |
| TRA2 |       | 0/150 | 80/200  |       |       |
| TRA3 | 0/50  | 30/0  | 100/0   | 0/100 | 0/50  |
| TRA4 | 0/100 |       |         |       | 0/100 |

FIGURA -25-

RESERVAS EN EXCLUSIVA O NO (NO excl/exclu) SOBRE OBJETOS DE LA RED  
-----  
POR PARTE DE TRANSACCIONES  
-----

- TRA1 = Sistema de Control de Stoscks.
- TRA2 = Sistema de Control de Facturación.
- TRA3 = Sistema de Control de Presencia.
- TRA4 = Sistema de Control de Pedidos (módulo para representantes).
  
- OBJ1 = Modems.
- OBJ2 = Servidor (server) de impresora.
- OBJ3 = Servidor (server) de ficheros.
- OBJ4 = Servidor (server) de claves de seguridad.
- OBJ5 = Controlador de interface de red.

|      | OBJ1  | OBJ2  | OBJ3    | OBJ4  | OBJ5  |
|------|-------|-------|---------|-------|-------|
| TRA1 |       | 30/0  | 200/100 |       |       |
| TRA2 |       | 0/150 | 30/200  |       |       |
| TRA3 | 0/50  | 30/0  | 100/0   | 0/100 | 0/50  |
| TRA4 | 0/100 |       |         |       | 0/100 |

FIGURA -26-

RESULTADO DE LA UBICACION DINAMICA CON REDUNDANCIA PARA VARIOS CASOS  
DE CAPACIDAD DE NODO

---

---

| OBJETO | POSIBLES UBICACIONES DIANAMICAS |         |         |         |
|--------|---------------------------------|---------|---------|---------|
|        | A1 = 20                         | A2 = 25 | A3 = 30 | A4 = 35 |
| OBJ1   | 4                               | 1       | 1       | 1       |
| OBJ2   | 1,2,3                           | 1,2,3   | 1,2,3   | 1,2,3   |
| OBJ3   | 3                               | 4       | 3       | 2       |
| OBJ4   | 5                               | 5       | 2       | 2       |
| OBJ5   | 5                               | 2,5     | 1       | 1,2,3,5 |

FIGURA -27-



5.

A P O R T A C I O N E S

Y

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

R E L E V A N T E S

=====

=====

## 5.1 APORTACIONES Y CONCLUSIONES RELEVANTES.

Hasta 1985, la red privada más grande del mundo (USA) construída sobre líneas T1 (1544 Kilobit por segundo) soportaba un tráfico del 80% de voz frente al 20% de datos. En 1990, la relación se transformó en 56% para voz y 44% para datos. En 1995, se espera que la relación se haya transformado en un 39% para voz y un 61% para datos.

La causa más evidente de este cambio en el patrón de tráfico de información es la migración que se está produciendo, en cuanto a poder de procesamiento, de la red tradicional de comunicación host/terminal, construída sobre potentes ordenadores mainframe, a la red cliente/servidor, construída sobre PC's y workstations.

Los gestores de redes privadas reparten sus responsabilidades entre : mantener la red, gestionar la red, diseñar la red, implantar la red, resolver los fallos de la red, evaluar la red y por supuesto, evolucionar hacia nuevas posibilidades para la red. Los gestores de red del presente se ven forzados a mantener los niveles de servicio de la red, adaptándola al nuevo equipamiento que aparece en el mercado. La necesidad de herramientas que testeen las capas bajas (modelo OSI) de la LAN/WAN, así como las capas altas (nivel de aplicación) se convierte en algo absolutamente indispensable.

*"Los usuarios no pueden esperar a las soluciones del mañana", dice Mark L. Van Name, Consultor de ordenadores en Carolina del Norte (USA); "¿esto significa que el camino más corto es optar por la solución actual a sabiendas de que es imperfecta e incompleta, mientras se espera a que en los años venideros se obtengan mejores expectativas? La respuesta es sí..., la gestión de red es demasiado vital para esperar al estándar que se adoptará en los próximos años. No es la solución ideal admitámoslo, pero es la mejor que tenemos".*

Así se expresa el sentir común de cientos de responsables de redes de ordenador que demandan una herramienta versátil e integrada en el campo de la gestión de red.

En esta tesis se ha abordado el tema de la gestión de red, (proponiendo un prototipo denominado SASGER) que responde a la demanda que emana de las actuales extensiones de red de comunicación local que están estableciéndose en muchos ámbitos empresariales.

Los beneficios de este sistema son entre otros : incrementar la seguridad y eficacia en los procedimientos con intervención de operador, reducir la información auxiliar que requieren los operadores, facilitar los procesos de toma de decisiones de los operadores, reducir el tiempo requerido para restaurar o alterar la red automática o manualmente y mejorar los mecanismos de ejecución de acciones sobre los elementos de la red, agilizándolos y simplificándolos.

El usuario denominado final, según las tendencias actuales, va a tener acceso directo a servicios de gestión, asistido siempre por la herramienta de supervisión del sistema de red y a través de macros de control muy simplificadas y de fácil manejo. Hasta ahora estas tareas estaban reservadas a técnicos específicos que recibían las peticiones de los usuarios y las resolvían en diferido.

Las nuevas expectativas permiten por una parte desmitificar las operaciones de gestión, convirtiéndolas en algo cotidiano que adecúa la red a las necesidades del usuario. El concepto de red virtual multivisión es una consecuencia natural.

Por otra parte, la posibilidad de interacción en tiempo real con funciones de control diversas proporciona a la red una flexibilidad soñada por cualquier usuario de un sistema en red.

La gestión de red se trata de un tema no estandarizado por los organismos internacionales en materia de homogenización. Ha de tenerse en cuenta, que la evolución en comunicaciones es exponencial. Las primeras redes del mercado no requerían una complejidad de gestión relativamente alta porque

- 1) No existía una gama extensa de fabricantes. La incorporación de ambientes multifabricante es fruto del impacto de estos productos, que abren un mercado con futuro, que llama a nuevas empresas con nuevas gamas de productos.

2) No existían redes lo suficientemente extensas por ser estructuras reservadas exclusivamente a organizaciones con un poder adquisitivo e informacional grande.

Hoy por hoy, la situación se ha modificado drásticamente y lo recomendable se torna estrictamente necesario. Las redes del presente son grandes, complejas y sofisticadas. El resultado es la aparición de problemas potencialmente devastadores y del crecimiento de los requerimientos de información en la gestión de red.

Ahora bien, la falta de normas, de cara a esta tesis, me ha obligado como primer paso a realizar mi recorrido de asentamiento de conceptos, compendio de las tendencias más reseñables y que constituye la primera aportación de la tesis :

a) Las tareas de gestión identificadas superan las recomendaciones preliminares de ISO, completándose con algunos aspectos extraídos de tendencias experimentales.

b) El recorrido por las topologías de gestores de red incluye todas las alternativas de mercado y experimentales hasta el momento construídas.

c) La identificación de los requerimientos de usuario respecto a herramientas software de gestión. A modo de resumen pueden

distinguirse los siguientes enfoques según diversos puntos de vista :

a) Independencia respecto del fabricante. Se buscan herramientas que no dependan del equipamiento de la red y que puedan trabajar en ambientes multifabricante.

b) Integración. La existencia de herramientas integradas que constituyan el gestor de la red parece el futuro de este entorno.

c) Flexibilidad. El gestor debe ser lo suficientemente evolucionado para crecer con la red, adaptándose a los nuevos requerimientos de los usuarios y de los elementos componentes del sistema.

d) Inteligencia. Los usuarios gestores de red deben ser herramientas sofisticadas capaces de analizar los sucesos de la red, discriminando entre problemas potenciales y situaciones de régimen de funcionamiento normal.

Asentadas las bases del entorno de gestión y ya en el capítulo 2 de la tesis se aborda el segundo grupo de aportaciones. La presentación de las bases de información de gestión que maneja el sistema SASGER. Procediendo a un acercamiento a través del planteamiento de la estructura de las bases de información de

gestión (BIG) que manejan todos los agentes gestores de que está compuesto la mencionada herramienta.

La formulación de un subconjunto completo de primitivas para la gestión de estas bases de información definiendo las estructuras internas del gestor(agente) de la red permite una identificación completa de las BIG que maneja SASGER.

El siguiente grupo de aportaciones y el más importante de la tesis podemos ubicarlo en la presentación de un algoritmo dual que maneja el comportamiento cooperativo de los agentes múltiples de SASGER.

La utilización de varios módulos de gestión en el sistema propuesto obliga a la incorporación de un sistema cooperativo que coordine y compagine las visiones probablemente parciales de los distintos agentes. Esto nos lleva a mencionar que el principio de flexibilidad de SASGER esta basado en que cada agente posee una BIG independiente. Claro está que esta característica provoca el planteamiento de mantenimiento de consistencia entre las visiones albergadas en las distintas BIG de los distintos agentes. De ahí que el algoritmo posea una naturaleza dual, ya que deberá coordinar la gestión de los agentes, cuidando que se mantenga la consistencia del sistema global de información de gestión.

El algoritmo viene dotado de un mecanismo de seguridad que salvaguarda la integridad de las BIG's aún en presencia de

interacciones externas de sabotaje o incluso en caso de fallo hardware en alguno de los agentes. El mecanismo esta basado en el consenso inter-agente de modo que la consistencia se reestablezca.

El mecanismo cooperativo se pone en funcionamiento aplicándolo a un problema que afecta a las redes extensas : la localización óptima de objetos en un sistema distribuido.

El capitulo 4 de la tesis aborda el reto realizando una aportación colateral: la utilización de un algoritmo optimizado de localización basado en el método de Knapsack.

Se describe finalmente la aplicación de este método en un caso de resolución de "cuello de botella" detectado por el sistema multiagente de la herramienta de gestión SASGER.

La presente tesis ha abordado la gestión inteligente de redes en el ámbito LAN/WAN y es probable que los avances tecnológicos hardware y software que hacen preveer evoluciones espectaculares en el campo de la telemática puedan ampliar y especificar nuevas mejoras más sustanciosas aplicables al ámbito de la gestión.

Se incluyen a continuación algunas posibles líneas de investigación que quedan abiertas :

- \* desarrollo de interfaces de usuario amigables para gestores de red automatizados.



- \* desarrollo de mecanismos de "accounting" flexibles para gestores inteligentes que permitan interacción de usuario final.
  
- \* implementación hardware de mecanismos de ajuste de prestaciones de la red subyacente por parte del usuario.
  
- \* desarrollo de sistemas de seguridad fiables y flexibles para gestores automatizados en entornos LAN/WAN.

Doy por terminada esta tesis incluyendo un conjunto de referencias bibliográficas que si bien me han servido para su desarrollo, espero puedan ser utilizadas por cualquiera que desee investigar en este área.

BIBLIOGRAFIA

=====

- [ABRA 73] ABRAMSOM, N. y KUO, F.: Computer-Communication Networks. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1973.
- [ABRA 76] ABRAMS, M.D y otros : Measurement of Computer Communications Networks. NBS Tech. Note 908. Julio, 1976.
- [AHUJ 80] AHUJA, V.: "Determining deadlock exposure for a class of store and forward communication networks". IBM Research and Development. Vol. 24, N°1. Enero, 1980, págs: 48-56.
- [AHUJ 82] AHUJA, V. : Design and Analysis of Computer Communication Networks. McGraw-Hill. New York, 1982.
- [ASHW 83] ASHWORTH, J. y otros : The Evaluation of the Community Programme on forecasting and assessment in the field of Science and Technology FAST (1978-83). Research Evaluation-Report nº 6. Commission of the European Communities. Luxembourg. 1983.
- [BAGO 60] BAGOVSKY, I. Jr. : Reliability Theory and Practice. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1960.
- [BALL 89] BALLARD, C.P. y otros : "Managing changes in SNA networks". IBM Systems Journal. Vol. 28, N°2. 1989, págs : 260-273.
- [BAND 90] BANDYOPADHYAY, S. y otros : "A Robust Protocol for Distributed Query Processing on a Local Area Network". Information Systems. Vol. 15, N°5. 1990, págs : 523-535.

- [BENZ 91] BENZEKRI, A. y otros: "An implementation support to a local system OSI manager". Editores : I.N. Dallas, E.B. Spratt y J.P.Cabanel. Issues in LAN Management, II. Proceedings of the IFIP TC6/WG6.4a International Symposium, Canterbury. UK, 18-19, Septiembre, 1990, págs : 47-66. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1991.
- [BERN 88] BERNSTEIN, L. y otros : "Expert systems in network operations and management". IEEE Network Magazine. Vol.2, N°5. Septiembre, 1988, págs: 1-5.
- [BERN 89] BERNSTEIN, L. y YUHAS, C.M.: "How technology shapes network management". IEEE Network Magazine. Vol. 3, N°4. Julio, 1989, págs: 16-21.
- [BIRK 88] BIRKWOOD, P.N. y otros : "Implementation of a distributed architecture for intelligent network operations". IEEE Journal on Selected Areas in Communications. Vol. 6, N°4. Mayo, 1988, págs: 697-705.
- [BITT 79] BITTMANN, P. y UNTERAUER, K.: Models and algorithms for deadlock detection in Operating Systems: Theory and Practice. Editor : D. Lanciaux, North-Holland Publishing Company. 1979, págs: 101-111.
- [BOAR 85] BOAR, B.H.: Application Prototyping : A Project Management Perspective. American Management Association. New York, 1985.
- [BOHM 91] BOHM, W y ULLMANN, G. : "Network management". International Journal of Computer Applications in Technology (Suiza). Vol. 4, N°1. 1991, págs : 27-34.
- [BROY 89] BROY, M.: "Functional specification of communicating systems". Information Processing 89. 1989, págs: 851-856.

- [CAFF 91] CAFFREY, J. : "Avoiding a little local difficulty (local area network failure)". Connexion (UK). Mayo, 1991, pags : 10-11.
- [CERI 85] CERI, S. y PELAGATTI, G. : Distributed Databases : Principles and Systems. McGraw-Hill. New York, 1985.
- [CHAN 82] CHANDY, K.M. y MISRA, J.: "A distributed algorithm for detecting resource deadlocks in distributed systems". Proc. ACM SIGACT-SIGOPS Symp. Principles of Distributed Computing. Agosto, 1982, págs: 157-164.
- [CHAN 90] CHAN, E. y WAN, M.T. : "An OSI-based LAN management system". Editores : S.P. Yeo. Communication Systems : Towards Global Integration. Singapore ICCS'90. Conference Proceedings. Singapore. Vol. 1. 5-9, Noviembre, 1990, págs : 1-5. Elsevier Pub. Amsterdam, Netherlands. 1990.
- [CHES 83] CHESNAIS, A. y otros : "On the modelling of parallel access to shared data". Communications of the ACM. Vol. 26, Nº3. Marzo, 1983, págs: 196-202.
- [CHLA 90] CHLAMTAC, I. y FRANTA, W.R. : "Rationale, Directions and Issues Surrounding High Speed Networks". Proceedings of the IEEE. Vol. 78, Nº1. Enero, 1990, págs : 94-120.
- [CHOI 85] CHOI, T.Y.: "Formal techniques for the specification, verification and construction of communication protocols". IEEE Communications Magazine. Vol. 23. Marzo, 1985, págs: 46-52.
- [CHU 69] CHU, W.: "Optimal file allocation in a multiple computer system". IEEE Transaction on Computer. Octubre, 1969.

- [CLAI 90] CLAIR, M.M. : "Preparing for the local area networks of the 1990s". Networks 90 - Network Management. Proceedings of the International Conference, Birmingham, UK. Junio, 1990, págs : 97-105. Blenheim Online Pub., London, UK. 1990.
- [COHE 86] COHEN, B.W. y otros : The Specification of Complex Systems. Reading, MA. Addison-Wesley. 1986.
- [COST 91] COSTELLO, J. : "Added functionality (LAN utilities)". Communications Magazine. Vol. 8, N°5. Mayo, 1991, págs : 61-66.
- [COUR 77] COURTOIS, P.J.: Decomposability-Queueing and computer systems applications. ACM Monograph Series. New York : Academic. 1977.
- [CURR 88] CURRIE, W.S. : LAN's Explained: A Guide to Local Area Networks. Ellis Horwood. Chichester. UK. 1988.
- [CYPS 78] CYPSEY, R.J.: Communications Architecture for Distributed Systems. Addison-Wesley. 1978.
- [DEFL 83] DEFLER, F. y STALLINGS W. : A Manager's Guide to Local Networks. Prentice-Hall/Spectrum. NJ. USA. 1983.
- [DEMA 78] DEMARCO, T.: Strutured Analysis and System Specification. Yourdon Press. New York, 1978.
- [DETR 83] DETREVILLE, J.D. y SINCOSKIE, W.D.: "A distributed experimental communications system". IEEE Journal on Selected Areas in Communications. Vol. SAC-1, N°6. Diciembre, 1983, págs: 1070-1075.

- [DIJK 71] DIJKSTRA, E.W.: "Hierarchical ordering of sequential processes". Acta Informatica. Vol. 1, N°2. Octubre 1971, págs: 115-138.
- [DOLL 90] DOLL, D.R. : "The future of customer control". IEEE Communications Magazine. Vol. 28, N°3. Marzo, 1990, págs : 76-80.
- [DOST 88] DOSTAL, W. : New Technology and Development in Employment. Scenario-Oriented Forecast of Long-term in Employment, with Particular Attention to Expert Systems, Technologies of Light and Biotechnology. FAST series nº 22. Commission of the European Communities. Luxembourg. 1988.
- [ELLI 86] ELLIS, R.L. : Designing Data Networks. Prentice Hall. Englewood Cliffs. N.J. USA. 1986.
- [ERIC 89] ERICSON, E.C., ERICSON, L.T. y MINOLL, D. : Expert Systems Applications in Integrated Network Management. Artech House. Norwood. MA. 1989.
- [ESTR 87] ESTRIN, D.: "Controls for interorganization networks". IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. SE-13, N°2. 1987, págs: 249-261.
- [EURO 83] EUROPE : EUROPE 1995. Mutations Technologiques & Enieux Sociaux. Commission des Communautés Européennes. Rapport Fast. Futuribles. Paris. 1983.
- [FAST 87] FAST : "Trends and Prospects of Electronic Home Working. Results of a Survey in Four Major European Countries". FAST series nº 20. Commision of the European Communities. Luxembourg. 1987.

- [GALL 90] GALLASSI, G. y otros : "Resource Management and Dimensioning in ATM Networks". IEEE Network Magazine. Mayo, 1990, págs : 8-17.
- [HAMM 86] HAMMOND, J.L. y O'REILLY, P.J.P. : Performance Analysis of Local Computer Networks. Addison Wesley. Reading MA. 1986.
- [HOLZ 82] HOLZMANN, G.J.: "A theory of protocol validation". IEEE Transactions on Computers. Vol. C-13, N°8. Agosto, 1982, págs: 730-738.
- [HOWD 89] HOWDEN, N.: "Local area network management : an unresolved issue". Microcomputers for Information Management. Vol. 6, N°4. Diciembre, 1989, págs: 281-291.
- [HURW 89] HURWICZ, M. : "Untangling network management problems". Networking Management. Vol. 7, N°8. Agosto, 1989, págs : 30-34.
- [IBBE 89] IBBETSON, A.L. y otros : "Ten years of local area networking in a university context". Information Processing 89. 1989, págs: 461-466.
- [JACK 83] JACKSON, M. Systems Development. Prentice-hall. NJ. USA. 1983.
- [JENS 87] JENSEN, N.J. : New Information Technology, Infrastructure, Social Networks and Leisure in Local Communities. FAST-Occasional Papers. N° 194. Commission of the European Communities. Brussels. Mayo 1987.



- [JOHN 91] JOHNSON, M.J. : "Space Station Freedom Operations Management Systems". Editores : I.N. Dallas, E.B. Spratt y J.P.Cabanel. Issues in LAN Management, II. Proceedings of the IFIP TC6/WG6.4a International Symposium, Canterbury, UK, 18-19, Septiembre, 1990, págs : 135-145. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1991.
- [KEYS 89] KEYSER, G.E. : Local Area Network. McGraw-Hill. N.Y. USA. 1989.
- [KOHL 81] KOHLER, W.H.: "A survey of techniques for synchronization and recovery in decentralized computer systems". Computing Surveys. Vol. 13, N°2. Junio, 1981, págs: 149-183.
- [KUNG 89] KUNG, C.H.: "Conceptual modeling in the context of software development". IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. 15, N°10. Octubre, 1989, págs: 1176-1187.
- [LAI 82] LAI, W.S.: "Protocol traps in computer networks. A catalog". IEEE Transactions on Communications. Vol. COM-30, N°6. Junio, 1982, págs: 1434-1449.
- [LAMP 85] LAMPSON, B.W., PAUL, M. y SIEGERT, H.J. : Distributed Systems. Architecture and Implementation: An Advanced Course. 3ª Ed. Springer-Verlag. N.Y. USA. 1985.
- [MALI 90] MALIK, A.K. : "Network management and control systems and strategic issues". IEEE Communications Magazine. Vol. 28, N°3. Marzo, 1990, págs : 26-29.
- [MARK 89] MARKLEY, R.W. : Data Communications and Interoperability. Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs. N.J. 1989.

- [MART 82] MARTIN, J. : Computer Networks and Distributed Processing. Prentice Hall. Englewood Cliffs. N.J. 1982.
- [MAYN 86] MAYNE, A.J. : Linked Local Area Networks. 2ª ed. Wiley and Sons. N.Y. 1986.
- [MAZZ 90] MAZZAFERRO, J.F.: "An overview of FDDI". Journal Data & Computer Communications. Vol. 3, Nª1. Verano, 1990, págs: 15-27.
- [MEDE 88] MEDELL, M.E.: A Professional's Guide to Systems Analysis. McGraw-Hill. New York, 1988.
- [McKA 90] McKAY, D.P. y otros : "The Intelligent Database Interface : Integrating AI and Database Systems". Proceedings Eight National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-90). Vol. 2. 1990.
- [MEIJ 82] MEIJER, A. y PEETERS, P. : Computer Network Architectures. Pitman Publishing. London. 1982.
- [MICH 91] MICHALSKI, A. : "Managing the array of rings in local communication system". Editores : I.N. Dallas, E.B. Spratt y J.P. Cabanel. Issues in LAN Management, II, Proceedings of the IFIP TC6/WG6.4a International Symposium, Canterbury, UK, 18-19, Septiembre, 1990, págs : 229-241. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1991.
- [MITR 87] MITRANI, I. : Modelling of Computer and Communication Systems. Cambridge University Press. Computer Science. 1987.

- [MOLI 91] MOLISZ, W. : "Fault tolerance LANs management. The implications for the OSI Management". Editores : I.N. Dallas, E.B. Spratt y J.P.Cabanel. Issues in LAN Management. II. Proceedings of the IFIP TC6/WG6.4a International Symposium. Canterbury, UK, 18-19, Septiembre, 1990, págs : 67-80. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1991.
- [MOUT 89] MOUTTHAM, A. y otros: "LAN management using expert systems". Editores : B. Meandzija y J. Westcott. Integrated Network Management, 1. Proceedings of the IFIP TC6/WG6.6 Symposium. Boston, MA, USA, 16-17, Mayo, 1989, págs : 491-502. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1989.
- [MULL 90] MULLER, N.J. y DAVISON, R.P. : LAN's to WAN's : Network Management in the 1990's. Artech House, Norwood, MA, USA. 1990.
- [NAJJ 90] NAJJAR, W. y GAUDIOT, H.L.: "Network resilience: a measure of network fault tolerance". IEEE Transactions on Computers. Vol. 39, N°2. Febrero, 1990, págs: 174-181.
- [NETH 86] NETHERLANDS ECONOMIC INSTITUTE (NL) : "Telecommunication and the Location of Producer Services in the Netherlands (TELOS)". FAST-Occasional Papers. N° 98. Commission of the European Communities. Brussels. Enero 1986.
- [NICH 82] NICHOLS, F.A., NICHOLS, J.C. y MUSSONS, K.R. : Data Communications for Microcomputers. McGraw-Hill. N.Y. USA. 1982.
- [NILL 71] NILLSON N.J.: Problem solving methods in artificial intelligence. McGraw-Hill. New York, 1971.

- [OSBE 90] OSBERG, B. y RICE, T. : "Status Calculation, An RDBMS Solution". IEEE Network Magazine. Julio, 1990, págs : 29-34.
- [PAUL 85] PAUL, M. y SIEGERT, H.J.: Distributed Systems: Methods and Tools for Specification. An Advanced Course. Springer Verlag. New York, 1985.
- [PAUL 91] PAULISCH, S. : "Configuration and performance management of LANs". Editores : I.N. Dallas, E.B. Spratt y J.P.Cabanel. Issues in LAN Management, II. Proceedings of the IFIP TC6/WG6.4a International Symposium. Canterbury, UK, 18-19, Septiembre, 1990, págs : 259-275. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1991.
- [PUJO 85] PUJOLLE, G., SERET, D., DROMARD, D. y HORLAIT, E. : Réseaux et Télématique. Ed. Eyrolles. Paris 1985.
- [RAMA 90] RAMARAO, K.V.S.: "Efficient fault-tolerant broadcasts". Journal Systems & Software. Vol. 11, N°2. Febrero, 1990, págs: 131-141.
- [REID 90] REID, P. : "Towards integrated LAN management". Telecommunications (International Edition) (USA). Vol. 24, N°12. Diciembre, 1990, págs : 59-63.
- [RODE 88] RODEN, M.S. : Digital Communication Systems Design. Prentice Hall. Englewood Cliffs. N.J. 1988.
- [RUDN 86] RUDNIANSKI, M. : Architecture de Réseaux: Le Modèle ISO. Editest. París. 1986.
- [SAGE 77] SAGE, A.P. y WHITE, C.W.: Optimum System Control. Prentice-Hall. New York, 1977. 2ª ed.

- [SAHI 88] SAHIN, V.: "Telecommunications management network (TMN) architecture and interworking designs". IEEE Transactions on Selected Areas in Communications, Vol. 6, N°5. Mayo, 1988, págs: 685-696.
- [SCHM 90] SCHMIEDEL, A. : "A Temporal Terminological Logic". Proceedings Eight National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-90). Vol. 2. 1990.
- [SCHW 87] SCHWARTZ, M. : Telecommunication Networks : Protocols, Modeling and Analysis. Addison Wesley. Wokingham England. 1987.
- [SEKK 91] SEKKAKI, A. y WESTPHALL, C.B. : "Heterogeneous LANs management". Editores : I.N. Dallas, E.B. Spratt y J.P.Cabanel. Issues in LAN Management, II. Proceedings of the IFIP TC6/WG6.4a International Symposium. Canterbury, UK, 18-19, Septiembre, 1990, págs : 35-46. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1991.
- [SHAH 89] SHAH, K. : "Managing networks of the 1990s". Data Communications. Vol. 18, N°16. Diciembre, 1989, págs : 95-106.
- [SHAN 90] SHANDLE, J. : "Computers and PBXs : Dialing a new destiny". Electronics. Julio, 1990, págs : 71-79.
- [SPEC 82] SPECTOR, A.: "Performing remote operations efficiently on a local computer network". Communications of the ACM. Vol. 24. Abril, 1982, págs: 246-259.
- [TANE 88] TANENBAUM, A.S. : Computers Networks. 2ª Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J. 1988.

- [TARO 91] TAROUCO, L. y DOTTI, F. : "MEFISTO-Mechanism Efficient to Foster the Implementation of Software Totally OSI". Editores : I.N. Dallas, E.B. Spratt y J.P.Cabanel. Issues in LAN Management, II. Proceedings of the IFIP TC6/WG6.4a International Symposium, Canterbury, UK, 18-19. Septiembre. 1990, págs : 221-227. North Holland Pub. Amsterdam, Netherlands. 1991.
- [TAYL 90] TAYLOR, J.M.: "Cooperative computing and control". IEEE Proceedings. Vol. 137, N°1. Enero, 1990, págs: 1-16.
- [TERP 90] TERPLAN, K. : "Integrated network management". Editores : A. Kershenbaum, M. Malek y M. Wall. Network Management and Control, Tarrytown, NY, USA, 19-21, Septiembre, 1989, págs : 31-57. Plenum Pub., New York, NY, USA, 1990.
- [TROW 90] TROWBRIDGE, P. : "Managing a growing PC LAN". Networks 90 - Network Management, Proceedings of the International Conference, Birmingham, UK, Junio, 1990, págs : 107-117. Blenheim Online Pub., London, UK. 1990.
- [TURN 86] TURNER, J.S.: "New directions in communications (or which way to the information age)". IEEE Communications Magazine. Vol. 24, N°10. Octubre, 1986, págs: 8-15.
- [VIOL 91] VIOLINO, B. : "Bringing order to the LANs (bank)". InformationWEEK. N°327. Julio, 1991, págs : 45-47.
- [WALD 72] WALDEN, D.C.: "A system for interprocess communication in a resource sharing computer network". Communications of the ACM. Vol. 15. Abril, 1972, págs: 221-230.

[WEIT 80] WEITZMAN, C. : Distributed Micro-Minicomputer Systems. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. N.J. 1980.

[WILL 90] WILLIAMS, D. : "Networking the corporate information environment". Networks 90 - Network Management. Proceedings of the International Conference, Birmingham. UK. Junio, 1990, págs : 161-170. Blenheim Online Pub., London, UK. 1990.

[WROB 90] WROBEL, L.A. : Disaster Recovery Planning for Telecommunications. Artech House. Norwood. MA. 1990.