
CONCEPTOS BASICOS SOBRE SISTEMAS DE COMPUTACION DISTRIBUIDOS

Eduardo F. Caicedo B.
Profesor Asistente
Departamento de Electricidad
Universidad del Valle
Cali - Colombia

1. RESUMEN

En este artículo se presentan una serie de conceptos alrededor de los sistemas de computación distribuidos, buscando obtener su caracterización, con el fin de establecer una base general para su estudio. Existen diversas definiciones de sistemas distribuidos y redes de computadores, algunas más generales y otras más estrictas. Realmente, el término "Sistema de Computación Distribuido" tiene una connotación bastante amplia, involucrando interconexión y comunicación, modelos físicos de transmisión, equipos e interfaces de comunicación de datos, características específicas de aplicaciones, etc. Estos aspectos son tratados en este artículo, entregándole al lector una visión general del área.

2. INTRODUCCION

El actual nivel de desarrollo y utilización de los sistemas distribuidos se debe principalmente a dos factores que se complementan:

- a) El rápido crecimiento y desarrollo de la tecnología de los circuitos integrados, o el "hardware" de los micro y minicomputadores, reduciendo el costo de los equipos y aumentando su capacidad de procesamiento.
- b) Las cada vez más sofisticadas necesidades de cómputo de los usuarios, encaminadas hacia la utilización de sistemas basados en varios

computadores separados e interconectados, con el fin de realizar trabajos en común, en lugar de utilizar sistemas basados en computadores centrales.

Para que los diferentes computadores puedan "cooperar", intercambiando información, es necesario que estén interconectados por un medio físico de comunicación. A saber, se distinguen dos formas dentro de la tecnología de la comunicación de realizar esta interconexión:

- a) Sistemas con base en líneas telefónicas de media y larga distancia. Esto posibilita la interconexión a nivel de ciudad, entre ciudades de un mismo país e internacionalmente.
- b) Interconexión de computadores en el ámbito de las distancias cortas, donde los diferentes elementos se distribuyen geográficamente a lo largo de un edificio, un campus, una fábrica o una misma ciudad. Los sistemas de interconexión usados son las redes locales de comunicación, sistemas de origen relativamente reciente, con un único usuario. Se utilizan para su interconexión diversas tecnologías, desde las más simples tales como el cable coaxial y la radio transmisión, hasta las más nuevas y complejas como la fibra óptica.

Finalmente, un factor importante que justifica la utilización de sistemas distribuidos, es la necesidad permanente de reducir costos. Una descentralización

del procesamiento contribuye a disminuirlos en tres aspectos:

- a) Un sistema operativo multiusuario le permite usar los recursos del sistema a diferentes usuarios en forma casi simultánea; de esta manera, la utilización de los recursos puede aproximarse al 100 por 100, y el costo por usuario teóricamente tiende a cero.
- b) Reduce los costos de transporte de información, pues el procesamiento de esta información, en su mayor parte, se realiza localmente; ya que los datos que se transmiten son apenas los estrictamente necesarios para una buena ejecución del trabajo.
- c) El uso de un conjunto de micros y/o minicomputadores interconectados, en sustitución de un sistema grande, que soporten en desempeño equivalente, conduce a un flujo de fondos más bajo, puesto que el costo de "Software" es inferior respecto a los sistemas grandes que exigen "Software" de soporte grande, complejo y de costoso mantenimiento.

Sin embargo, existen aplicaciones en donde se requiere gran capacidad de almacenamiento y alta velocidad de proceso, o en donde la seguridad de la información son factores decisivos; en estos casos no son recomendables los Sistemas de Computación Distribuidos y se prefiere un sistema centralizado.

3. MOTIVACION

A nivel directivo y técnico, nuestra comunidad se encuentra enfrentada ante el difícil compromiso de adquirir una red local o los servicios de una red nacional o internacional de datos. El cuestionamiento surge inmediatamente: ¿Es lo suficientemente adecuada la preparación para adquirir los equipos o el servicio?

La respuesta conduce hacia los siguientes planteamientos a ser tenidos en la cuenta en el momento de la decisión:

- Estudiar los requerimientos y evaluar los recursos.
- Definir con absoluta claridad las necesidades y prioridades.
- Capacitar a un grupo de operarios antes de emplear inmediatamente el recurso.
- Definir mecanismos de control en la operación.

- Actualizar la documentación de soporte.
- Garantizar el mantenimiento del equipo.

Estas premisas buscan evitar situaciones anómalas originadas por la ausencia de documentación, un conocimiento exacto del equipo o servicio adquirido, en la realización de tareas sin la correspondiente planeación y en un mantenimiento inadecuado.

En este artículo, sin adentrarse en los detalles técnicos, se pretende facilitar el acceso a los conceptos básicos sobre los sistemas de computación distribuidos, con el fin de entregar elementos de decisión sobre su configuración, confiabilidad y niveles de utilización.

4. REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DISTRIBUIDO

Un sistema de computación distribuido potencialmente presenta una serie de ventajas. Entre ellas se destacan la posibilidad de obtener un alto desempeño, alta confiabilidad, compartir efectivamente los recursos y alto crecimiento incremental. Estas ventajas son compromisos que deben cumplir los diseñadores o fabricantes de estos sistemas, y deben contemplarse al adquirir los equipos. En seguida se presentan sucintamente estos requerimientos.

4.1 Confiabilidad

Es un parámetro que permite establecer la capacidad de un sistema para tolerar **defectos** (físicos o algorítmicos que pueden generar errores), **errores** (datos o ítems de información que al ser procesados por algoritmos normales del sistema producen fallas), y **fallas** (eventos para los cuales se violan las especificaciones del sistema). Un sistema confiable debe ubicar, detectar y diagnosticar, recuperar, reparar y finalmente, debe reiniciar su funcionamiento normal.

Por tanto, la confiabilidad es de fundamental importancia para los sistemas distribuidos, sobretudo en las aspectos relacionadas con los subsistemas de interconexión, sistemas operativos y bancos de datos.

Un subsistema de interconexión debe proveer mecanismos de detección y recuperación de errores de transmisión, reglas para detección y retransmisión de mensajes perdidos, técnicas de control de flujo para evitar congestión en el sistema.

Los sistemas operativos distribuidos deben proveer

mecanismos para tratamiento de ejecución, monitoreo remoto de recursos computacionales y eliminar la concentración de funciones vitales en un único elemento, permitiendo una comunicación eficiente entre servidores.

Los bancos de datos distribuidos contemplan operaciones realizadas a través de transacciones. Con el fin de ofrecer una buena confiabilidad, el sistema debe estar en capacidad de terminar adecuadamente una transacción en caso de falla.

4.2 Disponibilidad

Este requerimiento define la probabilidad de que en cualquier instante, un sistema esté en un mismo nivel de funcionamiento. La disponibilidad es función de la confiabilidad, depende de la mutua inspección entre componentes, de los procedimientos de diagnóstico y de la recuperación de fallas. Para obtener un sistema con alta disponibilidad, debe sustituirse un elemento defectuoso por otro que pase a cumplir sus funciones.

4.3 Compartir los recursos

Este requerimiento define la disponibilidad para cualquier usuario, independiente de su localización

geográfica, de recursos como programas, datos, elementos de procesamiento y otros dispositivos físicos. Se requiere entonces, un control a nivel de sistema para ubicar óptima y dinámicamente los recursos.

4.4 Crecimiento Incremental

Un sistema distribuido debe adaptarse fácilmente a nuevos ambientes y permitir ser alterado sin interrumpir su funcionamiento. Cambio ambiental significa intercambio de componentes, expansión o reducción de la configuración, expansión del conjunto de servicios ofrecidos. De esta manera, se puede partir de una configuración inicial de bajo costo, y con expansiones graduales también de bajo costo, llegar a configuraciones con más componentes y funcionalmente más potentes.

5. CARACTERIZACION DE LOS SISTEMAS DISTRIBUIDOS

Entre los especialistas en el área no existe un criterio unido al definir los sistemas distribuidos. Una definición bastante general la presentan Liebowitz & Carson (1):

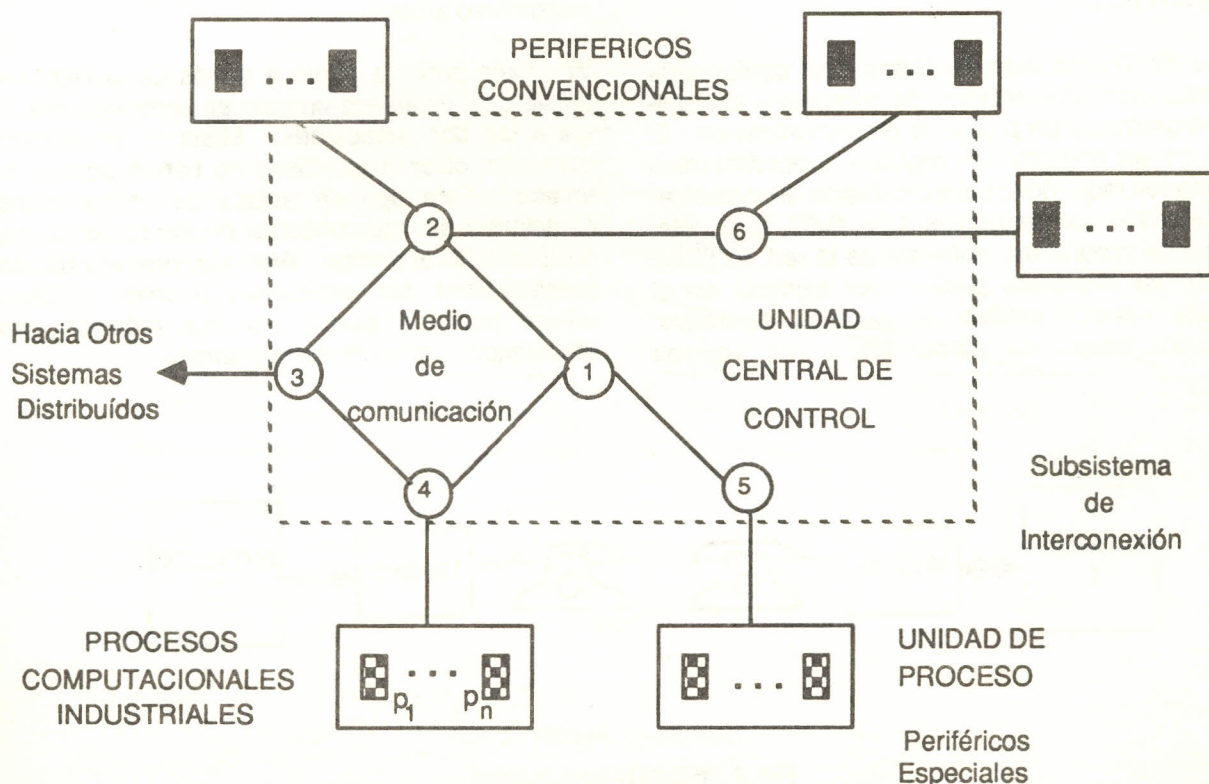


FIG. 1 CONFIGURACION DE UN SISTEMA DISTRIBUIDO

"Un sistema distribuido es un sistema de computación en el que las funciones computacionales son localizadas entre varios elementos físicos de computación. Estos pueden estar geográficamente próximos o separados unos de otros".

Existen definiciones más rigurosas y estrictas, sin embargo, desde el punto de vista de este artículo es suficiente el considerar un sistema de cómputo distribuido como aquel que presenta un conjunto de características de distribución en términos lógicos y físicos. Con el fin de ampliar esta definición, en la figura 1 se muestran varios nodos procesadores conectados a través de interfaces de comunicación y medios físicos de transmisión que constituyen un sistema de interconexión. Cada uno de los nodos ejecuta procesos computacionales que se comunican por intercambio de mensajes a través del sistema de interconexión. Los nodos pueden atender periféricos convencionales como otros computadores o bases de datos, acceder a otros sistemas distribuidos o supervisar el control de procesos industriales incluyendo periféricos especiales como transductores de diferentes magnitudes físicas y elementos de medida y registro.

6. INTRODUCCION A LA ARQUITECTURA DE REDES DE TRANSMISION DE DATOS

Una Red de Transmisión de Datos está conformada fundamentalmente por equipos de cómputo y comunicación, programas y un protocolo de comunicación. El protocolo es un conjunto de reglas y procedimientos estandarizados requeridos para establecer la comunicación, por ejemplo, los protocolos X.25, BSC, X.32, etc. El conjunto de programas, software de la red, se ubica físicamente en diferentes puntos, por ejemplo, en el computador central existen el sistema operativo, compiladores, bases de datos, etc. Los equipos

constituyen la arquitectura de la red, que debe garantizar facilidades de operación, mantenimiento y crecimiento del sistema.

Los diferentes elementos de un sistema distribuido, por estar geográficamente separados, necesitan de un medio físico para transportar e intercambiar información entre sí. Entre los medios de comunicación más comunes tenemos: el teléfono, el cable coaxial, la fibra óptica y el satélite. Estos medios físicos a su vez se configuran de diversas formas. A continuación se presentan brevemente algunas de las redes de transmisión más utilizadas:

6.1 Redes Punto a Punto

La red punto a punto es un canal o enlace que se establece entre dos estaciones. Las estaciones pueden ser un computador y un terminal o posiblemente dos computadores. El enlace punto a punto se establece por conexión de una línea privada o por la red telefónica pública. (Figura 2).

Si el enlace se establece a través de una línea privada, éste es permanente y sólo puede ser utilizado por las dos máquinas permanentemente interconectadas. Esta configuración se utiliza cuando es necesario que cada uno de los sistemas de cómputo tenga acceso instantáneo al otro.

El enlace punto a punto a través de la red telefónica pública, se establece cuando se completa una llamada entre las dos estaciones. Mientras se mantenga la conexión, otros dispositivos no tienen acceso a dicho enlace. Este tipo de enlace se utiliza cuando las estaciones se interconectan periódicamente, pero no durante todo el tiempo. Además, una vez finalizada la interconexión, las estaciones pueden establecer un enlace punto a punto con una estación diferente, efectuando simplemente otra llamada.

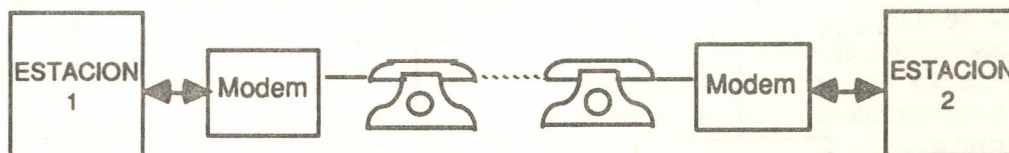


FIG. 2 RED PUNTO A PUNTO

6.2 Redes Multipunto

Una red multipunto establece un enlace simultáneamente entre más de dos estaciones. Se podría decir que es una "conferencia" entre computadores o entre un computador central y varias terminales.

En este tipo de enlace, la Unidad Central de Proceso (CPU) llama a lugares distantes para recoger información sobre adquisición o registro de datos. Para el

sistema de la **figura 3**, conformado por cuatro dispositivos residentes en el mismo lugar, la CPU hace la llamada y recoge los datos de modo individual. Las redes multipunto requieren de un multiplexor o concentrador para reunir y controlar las múltiples líneas. Un ejemplo sería un sistema bancario donde los diferentes cajeros manuales o automáticos, ubicados en la oficina principal, requieren consultar periódicamente el estado de la cuenta del cliente, almacenado en la CPU.

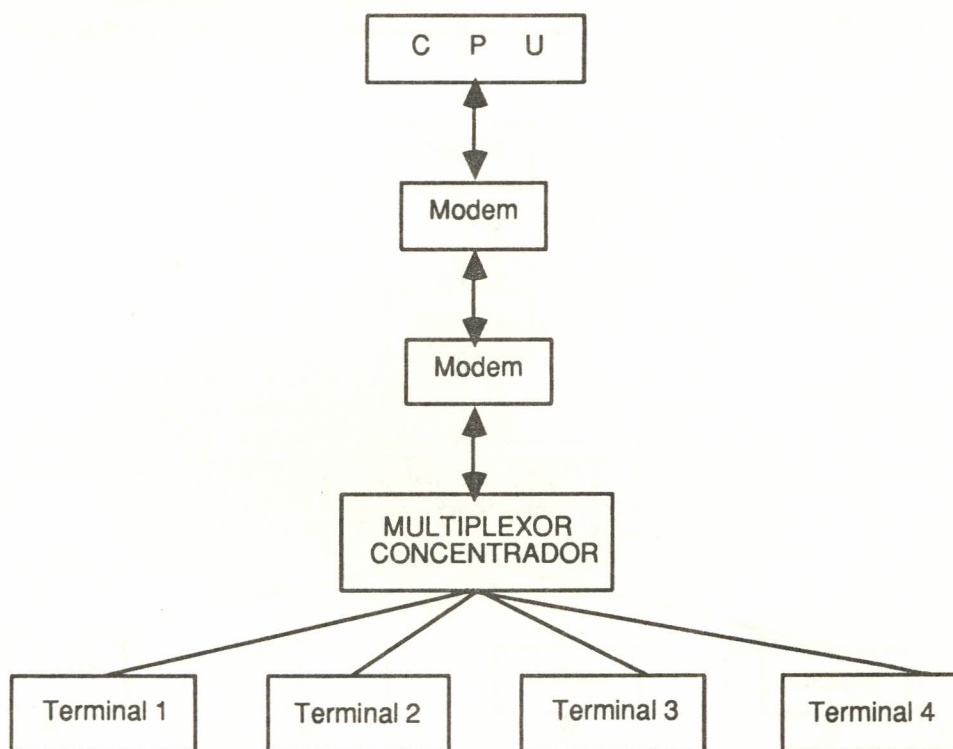


FIG. 3 RED MULTIPUNTO

6.3 Redes Multiderivación

Desde el punto de vista del sistema de comunicación, los enlaces multipunto y multiderivación, prácticamente cumplen con la misma función. Sin embargo, técnicamente existen algunas diferencias entre las dos configuraciones.

La diferencia entre la red multipunto y la red multiderivación estriba en la situación física del multiplexor o concentrador de datos respecto de la línea telefónica y en el número de modems requerido. En la **figura 4** se muestra como se efectúa la conexión entre el modem central y los múltiples modems remotos

necesarios. A diferencia del enlace multipunto donde los terminales remotos se encuentran en el mismo lugar, la configuración multiderivación, permite la comunicación entre terminales remotos que no se encuentran en el mismo lugar.

Retomando el ejemplo del sistema bancario de la red multipunto, para el caso de una configuración multiderivación la cobertura se ampliaría hacia terminales de consulta ubicados ya no sólo en la oficina principal, sino que también cubriría los ubicados en las sucursales. Sin embargo, la red que permite mayor flexibilidad es la red punto a punto-multiderivación que se presenta a continuación.

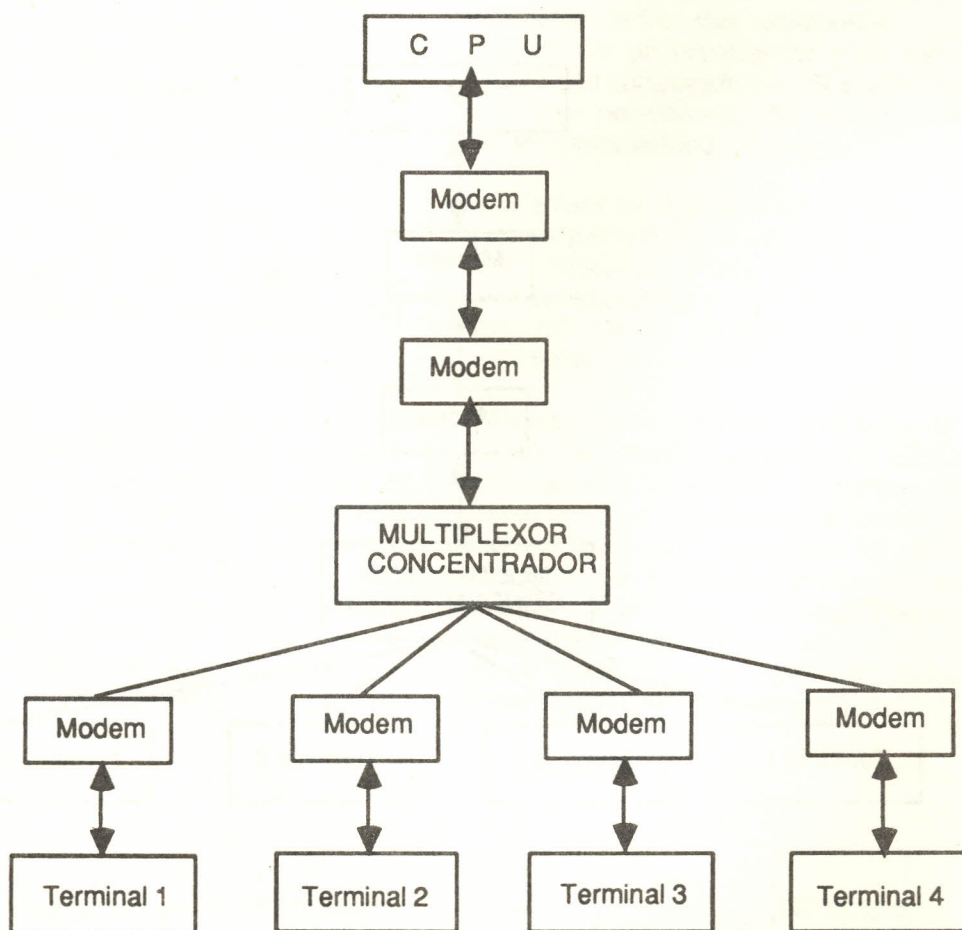


FIG. 4. RED MULTIDERIVACION

6.4 Red Punto a Punto - Multiderivación

Esta última configuración, figura 5, es ampliamente utilizada y es básicamente una combinación de las redes multipunto y multiderivación. En este caso, existen terminales múltiples en dos o más lugares distintos.

Como se había mencionado antes, desde el punto de vista del sistema global de comunicación no existe diferencia entre las diferentes configuraciones descritas. El objetivo común de las distintas técnicas consiste en adaptar terminales múltiples a una sola línea de comunicación con la Unidad Central de Proceso.

7. CONCLUSION

Este artículo presenta una serie de conceptos y factores, que colectivamente buscan crear conciencia alrededor de los sistemas distribuidos, pensando que estos nuevos sistemas son necesarios en sustitución de los tradicionales.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) LLEBOWITZ, B.H. *Tutorial on Distributed Processing, IEEE (1978)*. Edited by Liebowitz B.H. & Corson J.H.
- (2) MARTIN, James. *Computer Networks and Distributed Processing: Software, Techniques and Architecture*. Prentice - Hall, Inc., England, 1981
- (3) MENASCE, D., SCHWABE, D. *Redes de Computadores. Aspectos Técnicos e Operacionais*. Editora Campus Ltda. Rio de Janeiro. 2 ed. (1986).
- (4) WAKERLY, John F. *Microcomputer Architecture and Programming*. John Wiley & Sons. New York, (1984).

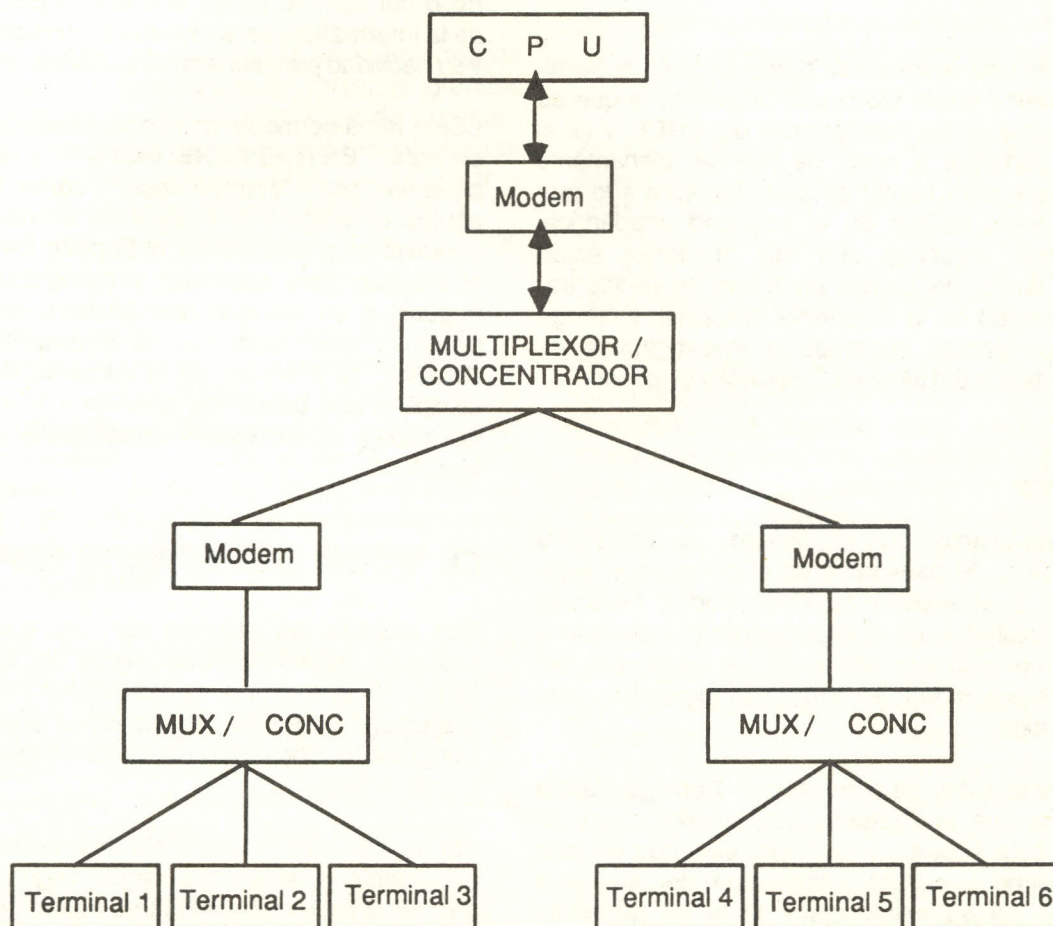


FIG. 5 RED PUNTO A PUNTO-MULTIDERIVACION