

RED EN ANILLO SOBRE PUERTO SERIE RS-232

A. BARBANCHO, A.V. MEDINA, G. SÁNCHEZ, J.I. ESCUDERO

*Departamento de Tecnología Electrónica. Facultad de Informática y Estadística.
Universidad de Sevilla. Avda. de la Reina Mercedes, s/n. 41012 Sevilla. España.*

Este documento describe una práctica de laboratorio de Arquitectura de Redes de Computadores I de cuarto curso de Ingeniero en Informática. La práctica consiste en la realización de una red local en anillo sobre puerto serie y su objetivo principal es el acercamiento de los alumnos a las redes en anillo en general. Mediante este hardware tan simple, se pretende mostrar al alumno, libre de detalles secundarios, los fundamentos de estas redes e incentivar su sentido crítico a la hora de comparar la red de la práctica con las estudiadas en teoría (Token Ring [1]).

1. Introducción

En la enseñanza de las disciplinas encuadradas dentro de las Redes de Computadores, con frecuencia se observa una tendencia a convertir éstas en meramente descriptivas, dado la cantidad de material a presentar. Además, puesto que la evolución de la tecnología en este campo es tan rápida, es difícil disponer de un conjunto de prácticas que permitan soportar el componente práctico adecuado. A ello hay que añadir los costes, a veces elevados, de los diversos elementos imprescindibles en un laboratorio de redes. También, y de forma local, es posible encontrar estas asignaturas en planes de estudio en los que no se imparten (o no son obligatorios) conocimientos básicos de Tecnología de Comunicaciones. Todo ello influye en el hecho de que los conceptos básicos no sean asimilados adecuadamente por los alumnos que se pierden en un mar de siglas, capas de protocolos, estándares, etc.

De ahí surge la necesidad de crear una práctica o conjunto de éstas que estimulen la comprensión de los fundamentos básicos de las comunicaciones, sin entrar en los aspectos más físicos; con el grado de profundidad adecuado de forma que se permita abarcar un proyecto más o menos real al completo, pero sin convertir la práctica en un trabajo de asignatura; de mostrar redes locales *Arquitectura Ethernet*, pero sin necesidad de realizar una fuerte inversión. Esto ha nos ha llevado a diseñar una red sencilla, que hemos denominado *Arquitectura en anillo sobre puerto serie*, para la que ha sido necesario describir sus protocolos de nivel físico (RS-232 [2]) y el subnivel de acceso al medio o subnivel MAC (*Medium Access Control*, control de acceso al medio).

2. Red en anillo sobre puerto serie

La red está formada por N estaciones unidas mediante conexiones punto a punto. Dada una

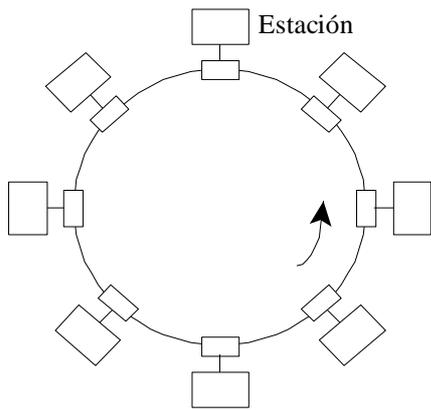


Figura 1: Arquitectura del anillo

estación i , ésta se conecta a las estaciones $i-1$ e $i+1$. El anillo se cierra conectando la estación $n-1$ a la 0 . La conexión entre dos estaciones se realiza siempre entre el puerto de transmisión de la estación i con el de recepción de la $i+1$.

Para que dos estaciones no adyacentes puedan comunicarse, hace falta que otras hagan de intermediarias. Para ello es necesario que cada estación pueda funcionar en dos modos distintos: dejar pasar (retransmitir) o capturar. El modo por defecto será dejar pasar (ver figura 1), cuando $\text{Control} = 0$. El módulo **Interfaz de anillo** (figura 2) puede tomar el control de la línea de transmisión en cualquier momento haciendo

$\text{Control} = 1$. En todo momento es posible **oír** lo que llega por la línea de recepción, independientemente de la línea de control de la salida.

La estación 0 es especial puesto que desempeña el papel de maestro. Todas las demás estaciones son esclavas. La comunicación siempre se realiza entre el maestro y uno o varios esclavos, y siempre bajo la iniciativa de aquél.

Es misión de los esclavos el almacenar localmente 64 campos numerados del 0 al 63 y que son de tipo carácter. Estos campos podrán ser accedidos, tanto en lectura como escritura por el maestro y por el usuario de la estación esclava.

El nivel físico de esta red se basa en el estándar RS-232: niveles de tensión y conectores. Sin embargo, no se usan todas las señales previstas en el estándar y las que se usan no lo hacen en el mismo sentido. Así, sólo se emplean las líneas TXD (transmitir dato) y RXD (recibir dato). Los conectores usados son los DB9 macho o DB25 macho, según el que se encuentre instalado en el PC.

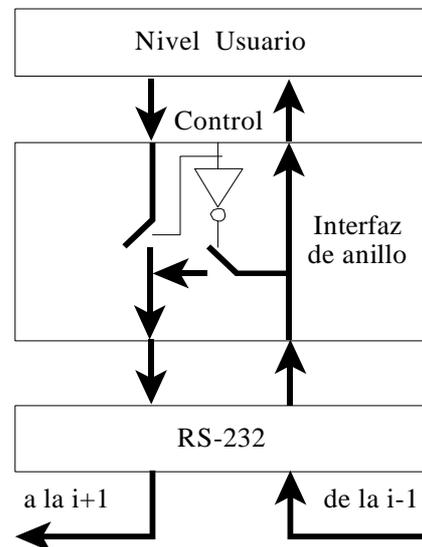


Figura 2: Interfaz de anillo

El módulo **Interfaz de anillo** mostrado en la figura 2 forma parte del subnivel de acceso al medio y se ha implementado por *software*. Por defecto, $\text{Control} = 0$, por lo que se deja pasar toda la información. Cada estación tiene una dirección de subnivel de acceso al medio que consistirá en una palabra de 6 bits configurable por el usuario. En un mismo anillo no debe haber dos estaciones con la misma dirección (no garantizado por el protocolo). La trama tiene el siguiente formato (todos los campos son de un *byte*, excepto el Datos, que puede ser de 1 o más *bytes*):

DEL	STX	Esclavo	Datos	Checksum	DLE	ETX
-----	-----	---------	-------	----------	-----	-----

La dirección del esclavo se codifica como sigue: el bit 7 siempre vale 1, el bit 6 indica si la trama es de lectura (0) o escritura (1) y los 6 bits restantes se usan para almacenar la dirección del

esclavo en binario natural. La dirección 128 está reservada para escrituras *broadcast*.

Puesto que los códigos DLE, STX y ETX pueden aparecer en el campo de datos y en el *checksum*, es necesario realizar *byte stuffing* [3]. Este mecanismo consiste en duplicar los DLE que pudieran aparecer en dichos campos durante la transmisión y eliminarlos en la recepción. Este mecanismo debe ser transparente para los niveles superiores. Por ejemplo, si se desea transmitir la siguiente trama la 17 2 129 2 17 2 80 17 3, debería transmitirse 17 2 129 2 17 **17** 2 80 17 3, donde el 17 en negrita se ha repetido para evitar la confusión con un inicio de trama.

El checksum se calculará como la operación XOR de todos los bytes de la trama, excepto los de cabecera y pie, es decir, excluyendo los DLE STX inicial y DLE ETX final. El *checksum* será proporcionado por el maestro en todos los accesos, aunque el esclavo es responsable de actualizarlo en caso de accesos de lectura. En caso de error, se ignorará la trama.

El campo Datos se codificará como sigue: en las escrituras como un par de bytes, esto es, una dirección de campo entre 0 y 63, y carácter ASCII a escribir en él. En las lecturas, el campo Dato estará formado sólo por la dirección de campo a la salida de la trama del maestro. El esclavo insertará el carácter que hay en dicha dirección en la trama y actualizará el *checksum*.

Cuando se reciba un comienzo de trama, la estación debe retransmitirlo. Una vez que se reciba la dirección destino, se puede decidir si la trama va dirigida a esa estación en cuestión o no. Si la trama va dirigida a otra estación, el esclavo se limitará a retransmitir lo que llegue por la línea de recepción sin mayor procesamiento y esperará hasta el principio de la siguiente trama. En este sentido es necesario tener en cuenta cómo detectar el final de trama y principio de la siguiente considerando que puede haber caracteres duplicados por el mecanismo de *byte stuffing*.

Si la trama iba dirigida a esa estación en modo de escritura, también se retransmitirá la trama, permitiendo que las demás estaciones la conozcan. En cambio, si la trama era de lectura, se devolverá la dirección de esclavo, la dirección de campo, el dato leído del campo, el *checksum* y el pie de trama (DLE ETX). Es decir, se insertará el dato leído al final del campo Datos.

Para facilitar la labor de desarrollo, se proporciona la librería correspondiente al módulo anillo que consta de servicios de inicialización y finalización, así como de cambio de modo y de escritura.

3. Metodología

La práctica se desarrolla en un laboratorio de 8 puestos. Cada puesto es ocupado por un grupo de prácticas, compuesto por dos alumnos. Antes de acceder al laboratorio, se exige la presentación de un estudio teórico en el se incluya la solución a los siguientes puntos:

- 1) Análisis crítico: se deben indicar los posibles problemas que pueda presentar la red objeto de estudio, tanto en funcionamiento normal, como en caso de fallo de alguno de los elementos (cableado, estación, etc.), así como proponer vías de solución si las hubiera. Se indicarán, asimismo, los posibles mecanismos y herramientas de diagnóstico y búsqueda de fallos que se pudieran producir en la red. Indicar, de forma analítica el tiempo de retraso,

en función de la velocidad en bps (bits por segundo) y la configuración de trama serie (número de bits de stop, paridad, longitud de la palabra) que sufre una trama que pasa por k estaciones tanto si la trama es de lectura como de escritura

- 2) Cableado: se deben proponer al menos dos alternativas de cableado de la red, indicando las posibles ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.
- 3) Programación: Se debe presentar un programa que desempeñe el papel de esclavo en la red; la dirección del esclavo debe ser configurable en todo momento, así como el puerto de comunicaciones, y parámetros de configuración del puerto serie. Asimismo, se deberá permitir que tanto el operador como la estación maestra puedan consultar y alterar el contenido de los campos del esclavo.

Además, antes de que se cumpla una semana desde la fecha de la realización de la práctica, se entregará un estudio práctico en el que se especificará:

- 1) Conexión: Comprobar el conexionado de la red y compararlo con el teórico.
- 2) Programación: Crear un proyecto en Turbo C y compilar el programa.
- 3) Prueba: Se probará el programa con la dirección de red que proporcionará el profesor a cada grupo de prácticas. Asimismo, se introducirán en los campos la información que se proporcionará durante el desarrollo de la práctica. Se documentarán los errores detectados durante la fase de depuración y la forma de solucionarlo.

4. Resultados

Las notas obtenidas fueron excelentes, siendo la media de 7'4 puntos. Esta nota forma parte de la puntuación final de la asignatura, suponiendo el 10% de la nota final (junto con las otras prácticas) y siendo el 90% restante para el examen escrito final.

Se invitó a los alumnos (de manera informal) a que mostraran su opinión sobre la práctica. La mayoría reconocen que les ha ayudado a afianzar sus conocimientos teóricos y a mejorar la comprensión de la programación de problemas reales. Se ha notado una buena acogida de la inclusión de la nota de prácticas en la calificación final ya que notan cómo se valora su trabajo. De hecho, la principal objeción resulta ser el escaso peso de las prácticas en la nota final.

5. Conclusiones

El desarrollo de prácticas de laboratorio en las que el alumno debe trabajar con una red no estándar (simplificada), en la que debe actuar a distintos niveles (físico, MAC) facilita la comprensión de los conceptos abstractos vistos en teoría. Además se estimula al alumno a que compare la solución propuesta con las comerciales que ha estudiado, fomentando su sentido crítico. Las calificaciones y las opiniones de los alumnos subrayan el éxito de la iniciativa.

Referencias

- [1] W. Stallings. *Comunicaciones y redes de ordenadores*. Prentice-Hall 1997.
- [2] J. Campbell. *Comunicaciones serie*. Anaya Multimedia, 1989.
- [3] F. Halsall. *Comunicación de datos, redes de computares y sistemas abiertos*. 1998