

# ENRUTADOR DE CANALES DE AUDIO CON CONTROL VIRTUAL EN TIEMPO REAL

**Ms.C. Antonio Gan Acosta\***

**Ing. Oscar José Cabrales Baena\*\***

*Universidad de Pamplona*

Grupo de Investigación: Automatización y Control A&C.

\*\*oscar\_cabrales@yahoo.com

\*antoniogan@hotmail.com

**Abstract:** Un Enrutador de Canales de Audio con Control Virtual en Tiempo Real es un práctico sistema de comunicación que permite la transmisión simultánea por un medio común de múltiples señales de audio entre diversas estaciones, con la facultad de controlar, supervisar o modificar virtualmente (mediante un computador) y en tiempo real la ruta o dirección de una fuente de sonido hacia uno o más terminales de destino.

**Keywords:** Multicanalización, Programación, Control, Microcontrolador, Comunicación.

## 1. INTRODUCCIÓN

Multicanalización es la transmisión de información (ya sea de voz o de datos), de más de una fuente a más de un destino, por el mismo medio de transmisión. El medio de transmisión puede ser, cables metálicos, un cable coaxial, un sistema de radio de microondas terrestre, un cable de fibra óptica, etc. Hay varias formas de lograr el proceso de multicanalización, aunque los dos métodos más comunes son la *multicanalización por división de frecuencia* (FDM) y *multicanalización por división de tiempo* (TDM). Los métodos tradicionales de multicanalización garantizan la transmisión simultánea de múltiples señales por un único medio, no

obstante, presentan una limitación que en muchas aplicaciones se convierte en un gran problema, a saber:

“La transmisión de cada canal siempre se realiza entre dos estaciones (fuente y destino) predeterminadas, lo que en muchas ocasiones restringe la versatilidad y eficiencia en un sistema de comunicación multicanalizado”. Para solucionar este problema y optimizar la eficiencia, versatilidad y aplicabilidad de un equipo de multicanalización de señales, se desarrollarán dos sistemas los cuales serán el objetivo de la presente investigación:

- *Circuito enrutador de múltiples canales TDM que permita*

- redireccionar indefinidamente uno o más canales de información.*
- *Software de control y monitoreo virtual en tiempo real implementado en un computador personal mediante el periférico del puerto serial que permita establecer cualquier enlace de comunicación entre dos o más estaciones por medio del enrutador.*

En la técnica de multicanalización por división de tiempo (TDM) las transmisiones de múltiples fuentes de información se envían por el mismo medio pero no al mismo tiempo. Podría decirse que enviar varios canales por una sola vía consiste en introducir muestras de otros canales en los espacios existentes entre dos muestras de un mismo canal.

## 2. FRECUENCIA DE MUESTREO

El proceso de muestreo de una señal es de gran utilidad en la transmisión de distintas señales a la vez. Muestrear una señal consiste en obtener una serie de muestras en unos instantes determinados. La periodicidad con que se toman esas muestras se denomina período de muestreo e influirá en la posterior reconstrucción de la señal. El muestreo ideal con impulsos de duración cero consistiría en la multiplicación punto a punto de la señal a muestrear y una serie de impulsos periódicos del período de muestreo (un tren de deltas de *Dirac*). Podría ocurrir que dos señales analógicas diferentes tuvieran las mismas muestras para un determinado período de muestreo.

Este problema ocasionaría que ambas señales fueran tratadas de igual manera en el receptor con el consiguiente error de transmisión. Para evitarlo debería incrementarse la frecuencia de la señal muestreadora con el fin de tomar mayor número de muestras. Cuanto mayor sea la frecuencia de muestreo, mayor será la toma de muestras que favorezcan la reconstrucción de la señal en el receptor.

Dado que la determinación de la frecuencia de muestreo es un aspecto muy importante, se han realizado estudios matemáticos al respecto, preconizando la siguiente afirmación: “La frecuencia de muestreo (Nyquist o Shannon) debe ser igual o mayor que dos veces el ancho de banda de la señal a muestrear; esta restricción se conoce con el nombre de Teorema de muestreo”.

De esta forma se logra obviar la mezcla de dos muestras, así como un solapamiento entre dos muestras consecutivas (Aliasing), permitiendo la recuperación de la señal original sin distorsiones. La recuperación de la señal original se lleva a cabo mediante un *filtro pasa bajo*, cuya frecuencia de corte ha de ser mayor que el ancho de banda de la señal a muestrear. Existen dos tipos de muestreo práctico: el *muestreo práctico natural*, en el que la muestra tomada sigue a la original y el *muestreo práctico instantáneo*, donde las muestras no siguen a la señal, sino que toman el valor de la señal en el punto medio del pulso de muestreo.

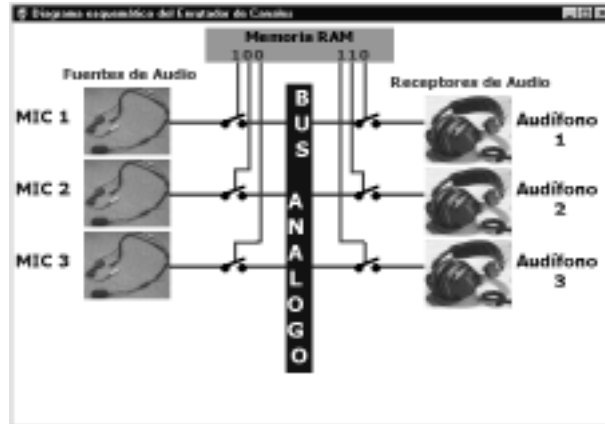


Fig. 1. Sistema TDM básico

### 3. ENRUTAMIENTO DE CANALES

Para entender el principio de funcionamiento de un sistema TDM, considere la Figura 1 en la cual se esquematiza el proceso necesario para transmitir diversas señales por un mismo canal, note la posición de los interruptores análogos los cuales determinan qué señal se estará enviando en determinado instante. Hasta este momento, el sistema se comporta como un multicanalizador por división de tiempo tradicional, no obstante, la dificultad radica en la necesidad de expansión de salidas o receptores. Por ejemplo, suponga que requiere transmitir la señal de audio emitida por el micrófono 1 (MIC 1) hacia el audífono 1. Para lograr tal proceso, se debe cerrar simultáneamente los interruptores de MIC 1 y audífono 1. Ahora bien, si se desea transmitir de MIC 1 hacia el audífono 2 y 3, aquí se presenta un relativo problema que trasciende o va más allá de la multicanalización; se debe cambiar la dirección (redireccionar) del canal MIC 1. Este

proceso se denomina “enrutamiento de canales”, pues, además de requerir enviar diversas señales por un mismo canal, necesito redireccionar constantemente la ruta o destino de la información.

La necesidad de enrutar los canales de transmisión se logró suplir mediante la implementación de un novedoso y económico sistema enrutador de múltiples canales controlado por memorias RAM. Considere la Figura 1 y note que el control de los interruptores análogos se realiza por los bit de datos de salida de la memoria RAM; esto implica que según la programación de la misma, es posible realizar cualquier combinación o direccionamiento de los canales multiplexados en la transmisión; esta es la filosofía del enrutador programable de canales. Por ejemplo, asumiendo que los interruptores análogos de la Figura 1 se cierran con '1' lógico y se abren con '0' lógico; para establecer comunicación entre MIC 1 y los audífonos 2 y 3, se debe

programar la memoria RAM con el dato '1 0 0 1 1 0'.

#### 4. PERIFÉRICOS DEL PC

Siempre que se requiera controlar o supervisar un evento externo al computador será necesario disponer de un dispositivo denominado periférico, el cual será la puerta de acceso e interface entre el PC y un circuito exterior. Un ejemplo de estos dispositivos suele denominarse tarjeta de adquisición de datos y se caracteriza por disponer de unos terminales físicos en la CPU del computador mediante los cuales se introducen o extraen datos del PC. Estas tarjetas suelen ser costosas, por ello se emplea un periférico de adquisición de datos que tienen todos los computadores personales: el puerto paralelo.

#### 5. DISEÑO DEL MULTICANALIZADOR Y ENRUTADOR DE 64 CANALES

El proceso de multicanalización por división de tiempo requiere el cálculo de una frecuencia de muestreo. En los párrafos anteriores se concluyó

que dicha frecuencia debe ser "igual o mayor que dos veces el ancho de banda de la señal a muestrear", entonces:

$$F_m = N \cdot (8000) = 64 (8000) = 512 \text{ KHz}$$

Donde N es el número de canales en la transmisión y 8000 es el doble de la frecuencia máxima de la voz para efectos prácticos con calidad telefónica; se observan los límites impuestos por el *teorema de muestreo*. El diagrama de bloques del sistema de multicanalizador y enrutador de 64 canales se ilustra en la Figura 2.

El número de canales en la transmisión está en función de la cantidad de memorias RAM y los bit de salida del contador de anillo implementados en el sistema. En el diagrama de bloques de la figura 2 se tiene un enrutador de sesenta y cuatro canales empleando ocho memorias RAM con ocho bit de dirección y ocho bit de datos. El contador de anillo conformado por registros de desplazamiento serie a paralelo tiene la función de muestrear ocho mil veces en un segundo cada fuente de

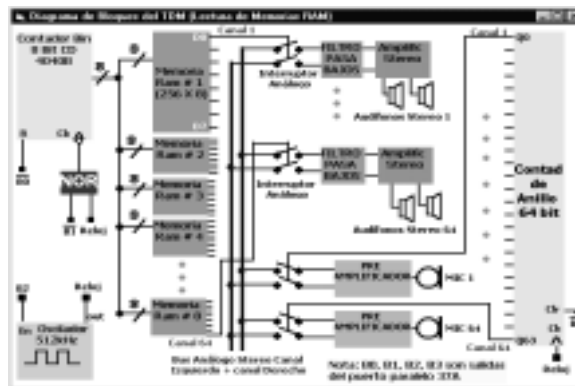


Fig. 2. Circuito del Enrutador Sistemizado

información (micrófonos, audio de CD, multimedia, etc). La lectura de las memorias RAM es realizada por los primeros 8 bit del contador binario CD4040B, los bit de salida de cada memoria controlarán los interruptores análogos que permiten o restringen el paso de una señal al filtro pasa bajos y amplificador de cada audífono o terminal receptor. Dado que un software o programa de computación compilado en Visual Basic determinará los enlaces del enrutador, se observan los terminales B0, B1, B2, B3 del puerto 37A, los cuales controlan al oscilador de 512KHz, al contador de anillo de 64 bit y al contador binario que direcciona las memorias.

## 6. PROGRAMACION DE LAS MEMORIAS RAM

Esa labor es realizada por un software desarrollado en Visual Basic, el cual realiza una interface física con al exterior mediante el puerto paralelo de comunicaciones (puerto de la impresora). La salida paralela del

puerto con dirección **378** dispone de 8 bit, los cuales se conectarán al bus de datos de las 8 memorias RAM. Puesto que los datos para cada memoria son distintos, se debe acceder una por una, proceso que se lleva a cabo por medio del registro de desplazamiento serie paralelo **74LS164** que se encarga de controlar los buffer triestados **74LS244** que aíslan o conectan el bus de datos de las memorias con las salidas del puerto paralelo del computador (Véase Figura 3).

Los circuitos integrados que conforman el sistema enrutador de canales deben cumplir con ciertos parámetros en sus niveles máximos de frecuencia de trabajo. Por ejemplo, en la lectura de las memorias RAM se deben garantizar frecuencias mayores a la frecuencia de muestreo de 512KHz. Los circuitos integrados TTL y CMOS funcionan con frecuencias máximas en el orden de los megahertz, razón por la cual no son objeto de preocupación en la realización de este diseño.

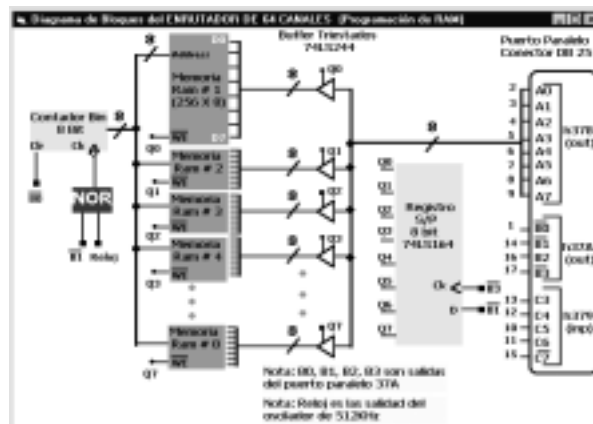


Fig. 3. Circuito Programador de Memorias RAM del Enrutador Sistematizado

## 7. CONCLUSIONES

En la implementación de un sistema de comunicación deben considerarse una serie de aspectos que determinan cuál es la mejor técnica para transmitir una determinada información.

El enrutador sistematizado de canales de audio con control virtual en tiempo real permite un versátil control en todos los procesos de

intercomunicación en un área específica. Posee diversas ventajas frente a los métodos tradicionales de canalización de audio, tales como facilidad de expansión, multicanalización a uno o varios destinos de recepción, interfaz con un software de control virtual en tiempo real, velocidad de ejecución de los comandos de intercomunicación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRUCE McKINNEY. Programación Avanzada con Microsoft Visual Basic 5.0 España: McGrawHill, 1997, 732p.
2. MANUAL DE AYUDAS MSDN Library Visual Studio 6.0 CD1, Documentación de Visual Basic 6.0.
3. MANUAL DE AYUDAS MSDN Library Visual Studio 6.0 CD2
4. MALONEY Timothy J. Electrónica Industrial Moderna. Tercera edición, Prentice Hall, Méjico. 1997
5. ANGULO José Maria. Microcontroladores PIC 16f87X Diseño Práctico de Aplicaciones. Mc GrawHill, España. Segunda Edición 2000.
6. CAMPOS Manuel Fernando. Implementación de un Sistema de Desarrollo Utilizando los Microcontroladores PIC Microchip Technology. Universidad de Guadalajara, México 1998.
7. MILLMAN, Jacob. Microelectrónica Circuitos y Sistemas Analógicos y Digitales, Editorial Hispano Europea. España tercera Edición 1986.
8. National Analog and Interface Products Databook 2001