

# MULTIPLEX TELEFÓNICO CON SISTEMA PCM

*Director: Ing. RAUL A. FUNES  
Laboratorio de la Facultad de Ingeniería.*

## RESUMEN

En este artículo se describe un sistema telefónico tipo PCM, en el cual se han utilizado las últimas tecnologías electrónicas, siendo realizado prácticamente en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza, por los alumnos de sexto año Jorge Luis Favier, Carmelo Juan Zanghi, Jorge Alberto Abraham, Rubén Edgardo Polimeni y Osvaldo Daniel Soler, bajo la dirección del Ingeniero Raúl A. Funes.

## I - INTRODUCCIÓN

Con el empleo de técnicas digitales se obtienen notables ventajas sobre los sistemas tradicionales, en especial en cuanto hace a inteligibilidad de la señal, a pesar del ruido que pudiere introducirse.

Por otro lado, el multiplexado en el tiempo, permite la acomodación de varios canales sobre una misma portadora, con un menor ancho de banda que otros métodos de transmisión de señales múltiples.

En virtud de esto, la tendencia actual está dirigida al desarrollo de dichas técnicas en un gran número de aplicaciones tales como telemetría, comunicación entre computadoras, telefonía, etc.

El tema que nos ocupa es el empleo del sistema PCM (Pulse Code Modulation) para el multiplexado en tiempo de 16 canales de información telefónicos.

El equipo desarrollado consta de un transmisor y un receptor. El transmisor está conformado por los siguientes bloques:

a) El modulador PCM, que realiza el multiplexado y los tres pasos básicos planteados por el sistema PCM: muestreo, cuantificación y codificación. Posee además un circuito compresor que disminuye el ruido producido por la cuantificación.

b) Un circuito de reloj y control, encargado de comandar el proceso de la señal de información.

c) Un circuito sumador que combina las señales de información y reloj de modo de enviar ambas al receptor.

El receptor consta de:

a) Un circuito separador de las señales de información y reloj.

b) El demodulador PCM que procesa la información digital recibida para recuperar la señal analógica original.

c) Un circuito de control que cumple igual función que en el transmisor y es accionado por la señal del reloj recibida.

## II - FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

### 11.1 - Transmisor

De los 16 canales que posee el equipo, 15 se emplean para el envío de información, y el restante, denominado "canal cero", se utiliza para enviar la señal de sincronismo.

Previo al muestreo de las señales, éstas deben ser adecuadas en amplitud y ancho de banda normalizado, lo cual se logra a través de filtros activos que limitan la máxima frecuencia de la información a 4 KHz, dado que ésta es la máxima utilizada en telefonía.

El paso siguiente consiste en muestrear las señales analógicas con una señal, cuya frecuencia es dada por el teorema de Shannon:

frecuencia de muestreo = 2xfrecuencia máxima de la información=8Khz

simultáneamente este proceso genera el multiplexado en tiempo de las 15 señales, empleando una llave analógica de 16 canales accionada por una señal de frecuencia igual a:

$F_{\text{multiplex}} = N^{\circ} \text{ canales} \times f_{\text{muestreo}} = 120 \text{ Khz}$

Un oscilador a cristal, que permite buena estabilidad en frecuencia, y una cadena divisora, generan las distintas señales necesarias. El circuito de control genera pulsos de comando para el accionamiento sincrónico de los bloques que procesan la señal.

La salida del multiplex ingresa a un circuito de muestra y retención, encargado de mantener constante el nivel de la muestra durante el período de conversión que es de  $1/128 \text{ Khz} = 7,8 \text{ micro seg}$ ).

La muestra retenida es convertida en una "palabra" digital de 8 bits a través de un conversor analógico-digital del tipo aproximaciones sucesivas, obteniéndose así la velocidad de conversión requerida.

La señal digitalizada, queda disponible en el registro del convertidor, el cual deberá ser accionado por una señal de frecuencia de

$8 \times 128 \text{ Khz} = 1024 \text{ Khz}$

Si se observa el diagrama en bloques del transmisor, puede apreciarse que se ha obviado en la explicación anterior el compresor. La razón es que el sistema puede funcionar sin dicho circuito pero así presenta la desventaja de tener un mayor "ruido de cuantificación".

Dicho compresor es un circuito combinacional que responde a la Ley A de cuantificación. Cabe aclarar que suelen emplearse dos para la cuantificación, la ley A y la ley u siendo únicamente la primera utilizada en la Argentina.

Los 8 bits de salida del conversor, se cargan en paralelo en un registro, el que, accionado por una frecuencia de 1024 Khz, produce el desplazamiento en serie de los mismos, obteniéndose en este punto la "palabra PCM".

Para lograr el sincronismo entre los canales del receptor y del transmisor, se envía por el canal cero una "palabra fija", denominada "palabra sincronismo".

Finalmente, para que el receptor sea accionado por igual frecuencia que la del transmisor, y que además posea una fase en concordancia con la de la información que recibe, se combinan en un circuito sumador la señal de reloj y la "palabra PCM", por lo tanto la señal de salida del transmisor lleva ambas informaciones.

## **B - Receptor**

El primer paso a cumplir en el receptor es la separación de las informaciones de reloj y de "palabra PCM". Esta función es cumplida por un circuito de lazo de enganche de fase (P.L.L.).

La señal PCM recibe un proceso inverso al realizado en el transmisor, de modo de regenerar las 15 señales analógicas.

Los 8 bits en serie, correspondientes a la "palabra PCM", se cargan en un registro de desplazamiento. El comparador digital chequea los bits desplazados por el registro hasta que detecta la palabra de sincronismo, y en ese instante emite la señal que posiciona el "canal cero" en correspondencia con el "canal cero" del multiplex, lográndose así el sincronismo entre canales señalados anteriormente.

Un expansor restituye los niveles originales de cada muestra codificada, y el conversor digital-analógico da el nivel analógico correspondiente.

Dado que el desplazamiento de bits es continuo, el conversor no discrimina cuáles son los 8 bits que corresponden a cada palabra, el circuito de muestra y retención se comanda por un pulso originado en el instante de inicio de cada canal, a fin de establecer el comienzo de cada bloque.

El circuito de multiplex ordena las muestras que corresponden a cada canal, terminando el proceso con la recuperación de las señales analógicas a través de filtros pasa-bajo.



