

El Dial Telefónico

A la fecha, ha habido dos tipos de diales telefónicos en uso alrededor del mundo. El de pulsos o rotatorio, la forma más vieja de marcar y que está con nosotros desde los 1920 y el otro método de marcación, más moderno y muy querido por los Radioaficionados llamado de tonos, DTMF o tonos duales multi-frecuencia o como es conocido en Europa MF o multi-frecuencia.

El marcado mediante pulsos se cumple tradicionalmente con un dial telefónico rotatorio que es un disco de velocidad controlada y que posee una leva que abre y cierra un interruptor en serie con el teléfono y la línea telefónica. Realmente lo que hace es desconectar o "colgar" el teléfono a intervalos específicos. La norma utilizada en Chile es una desconexión por cada dígito, por lo que si uno marca un "1" el teléfono se "desconecta" una vez. Si uno marca un siete, se "desconectará" siete veces; si uno marca un cero habrá "colgado" entonces diez veces. Algunos países invierten el sistema de manera que un "1" cause diez "desconexiones" y un "0", una desconexión. Algunos agregan un dígito para que marcando un "5" cause seis desconexiones y un "0", once desconexiones. Hay algunos sistemas de teléfono que incluso marcando el "0" resulta en una desconexión y todos los otros números sean el dígito más uno, haciendo que un "5" sean seis desconexiones y un "9", diez desconexiones.

Aunque la mayoría de las centrales telefónicas están bastante contentas con velocidades de 6 a 15 pulsos por segundo (PPS), la mayoría de las compañías telefónicas utiliza de 8 a 10 pulsos por segundo. Las centrales telefónicas digitales modernas, libres de los problemas de inercia mecánica de los sistemas telefónicos más viejos, aceptan una velocidad de pulsos por segundo tan alta como 20.

Además de la cantidad de pulsos por segundo, los pulsos de marcado telefónico tienen una relación entre el tiempo de conexión y el de desconexión, expresada normalmente en porcentaje. La norma habitualmente en uso es de 60/40 por ciento; la mayoría de los países de Europa acepta una norma de 63/37 por ciento. Este es el pulso medido en el teléfono, no en la central telefónica donde es algo diferente después de haber viajado a través de una línea telefónica que posee resistencia distribuida, capacitancia e inductancia. En la práctica, la proporción entre el tiempo de conexión y el de desconexión no parece afectar el comportamiento del dial telefónico cuando está conectado a un lazo normal. Debemos tener presente que cada pulso es un proceso de conexión e interrupción a través de una impedancia compleja, por lo que el voltaje transiente de la interrupción alcanza a menudo los 300 Voltios. En lo posible, hay que tratar de no tocar nunca con los dedos la línea telefónica al marcar.

La mayoría de los teléfonos de marcación por pulso en uso producidos hoy utilizan un circuito integrado CMOS y un teclado. En lugar de empujar nuestro dedo en círculo, luego removerlo y esperar que el disco telefónico vuelva a su lugar antes de marcar el próximo dígito, uno pulsa los botones del teclado tan rápido como uno quiere. El circuito integrado almacena el número de teléfono y luego lo pulsa a la velocidad correcta, con la exacta relación de tiempo de conexión / desconexión, generando el pulso mediante un transistor switching

de alto-voltaje. Como el circuito integrado ya tiene almacenado el número de teléfono marcado para pulsarlo hacia afuera a la relación correcta, es una cuestión simple para los diseñadores telefónicos mantener la memoria "activa" y permitir al teléfono almacenar, recuperar y remarcar el último número inicialmente digitado. Esta característica permite remarcar tomando el auricular del teléfono y presionando simplemente un botón.

Como el discado mediante pulsos requiere de la conexión y desconexión rápida de la línea telefónica, uno puede marcar en un teléfono de pulsos que haya perdido su dial, golpeando rápidamente sobre el switch en que descansa el auricular. Esto requiere cierta práctica para realizarlo, pero es posible de hacerse. Una solución más sofisticada es poner un manipulador Morse en serie con la línea telefónica en posición normalmente cerrada y enviar las secuencias de puntos que correspondan a los dígitos que uno desea marcar.

El DTMF, la forma más moderna de marcar un teléfono, es rápida y menos propensa a error que el marcado telefónico mediante pulsos. Comparado a los pulsos, la mayor ventaja del DTMF es que sus señales en la banda de frecuencias audible pueden viajar mucho más allá que los pulsos, que sólo pueden viajar hasta la próxima central telefónica local. El marcado mediante DTMF permite enviar señales alrededor del mundo a través de las líneas telefónicas, por lo que pueden utilizarse para controlar contestadores telefónicos o computadores. El marcado mediante pulsos telefónicos es al DTMF como el teletipo FSK o AFSK es al teletipo por portadora interrumpida, en donde la marca y el espacio se envían por la presencia o ausencia de corriente continua o portadora de radiofrecuencia sin modulación. La mayoría de los Radioaficionados están familiarizados con el DTMF en su uso para controlar los repetidores y en los países autorizados para ello, para acceder a los phone patches.

Los Laboratorios Bell desarrollaron el DTMF para tener un sistema de marcado telefónico que pudiera viajar a través de los enlaces de microondas y trabajar rápidamente con los computadores que controlan las centrales telefónicas. Cada dígito transmitido consiste en dos tonos de audio que se generan separadamente y que luego son mezclados. Las cuatro columnas verticales del teclado telefónico se conocen como el grupo de tonos altos y las cuatro filas horizontales como el grupo de tonos bajos; el dígito 8 está compuesto de 1336 Hz y 852 Hz. Un teclado telefónico completo tiene 16 dígitos, a diferencia de diez en un disco de pulsos. Además de los números 0 a 9, un teclado DTMF tiene * (asterisco), # (gato), A, B, C, y D. Aunque las letras normalmente no se encuentran en los teléfonos, el circuito integrado contenido en ellos es capaz de generarlos.

Aunque muchos usuarios del teléfono nunca han usado la tecla "asterisco" ni la tecla "gato" (después de todo, no se usan ordinariamente para marcar un número telefónico), ellas se usan más que nada para fines de control, contestadores telefónicos, banca telefónica o para controlar repetidoras.

Cuando recién aparecieron los teclados DTMF, éstos tenían complicadas levas e interruptores para seleccionar los dígitos y usaban un oscilador a transistores con un circuito LC para generar los tonos. Los teclados modernos utilizan un interruptor de matriz y un circuito integrado CMOS que sintetiza los tonos a

partir de un cristal de 3,57MHz. Este oscilador sólo funciona durante el marcado por lo que no produce normalmente QRM.

Los teclados DTMF normales producirán un tono mientras se tenga apretada la tecla. No importa cuánto tiempo uno la presione, el tono será decodificado como el dígito apropiado. La duración más corta que se puede emitir y descifrar un tono es aproximadamente 100 milisegundos. Es bastante difícil marcar a mano a semejante velocidad, pero los marcadores automáticos sí pueden hacerlo. Un número telefónico de larga distancia compuesto de doce dígitos de largo puede marcarse por un marcador telefónico automático en un poco más de un segundo, casi tanto como requiere un marcador por pulsos para enviar un solo dígito 0.

Es bastante curioso que una calculadora y un teléfono con teclado DTMF tengan los esquemas precisamente opuestos para la disposición de sus teclados, que a la vez, tienen muchos componentes idénticos. Las razones detrás de las diferencias no son con toda seguridad conocidas, pero existen algunas teorías.

La primera teoría tiene que ver con la circuitería del teléfono y el hardware de reconocimiento de tonos. Cuando el teléfono con teclado DTMF estaba diseñándose en los años cincuenta del siglo pasado, la calculadora y los diseñadores de las máquinas sumadoras ya habían establecido un esquema que tenía el 7, el 8 y el 9 en la fila superior. Los profesionales en ingreso de datos o digitadores de aquella época y otros que usaban las calculadoras regularmente, eran bastante adeptos a navegar estos teclados pequeños. Ellos podrían digitar los números sumamente rápido lo que sería muy bueno para la entrada de datos pero no tan bueno para marcar un teléfono con teclado DTMF. La tecnología de reconocimiento de tonos no podría operar eficazmente a las velocidades a que estos especialistas podrían marcar los números. Los diseñadores del teléfono calcularon que si ellos invertían la disposición de los números, las velocidades de marcado disminuirían y el reconocimiento de los tonos podría realizarse más confiablemente. Esta teoría tiene pocas pruebas para probarla, pero sí tiene sentido.

Una segunda teoría se refiere a un estudio hecho por los Laboratorios Bell en 1960. Este estudio involucró la comprobación de varios esquemas de teclados diferentes para encontrar el que fuera más fácil de dominar. Después de probar varios esquemas, incluyendo uno que usó dos filas con cinco números cada uno y otro que usó un posicionamiento en círculo, se determinó que la matriz de tres-por-tres que tenía 1, 2 y 3 en la fila superior, era el más fácil de usar para las personas.

Otra teoría se basa en el esquema de un teléfono con disco rotatorio. En un disco rotatorio, el 1 está en el extremo superior derecho y el cero está debajo. Cuando se diseñó el nuevo teclado DTMF, poner el 1 en el extremo superior derecho no tuvo mucho sentido ya que en la escritura occidental se lee de izquierda a derecha. Pero poner el 1 en el extremo superior izquierdo y los números subsecuentes a la derecha, sí tenía sentido. Usando esa fórmula, las filas resultantes quedaron a continuación, con el cero ocupando su propia fila al final.

Todos estas teorías intentan explicar por qué los teclados de los teléfonos y los

de las calculadoras son exactamente contrarios, todavía nadie ha podido confirmar cuál teoría puede considerarse con precisión como la razón definitiva. Es práctica común en nuestros días usar el esquema del teclado telefónico al diseñar nuevos productos que utilizan un teclado, como han sido por ejemplo los Cajeros Automáticos.