
Telemandos por vías "Audio"

VIAS DE COMUNICACION "ESTANDAR"

La mayoría de los sistemas de telemando utilizan equipos de transmisión, con o sin hilo, especialmente concebidos para este uso. Paralelamente, las actividades clásicas de comunicación utilizan las arterias de transmisión "estandarizadas": con una banda de paso de 300 a 3400 Hz, la palabra se reproduce con una buena inteligibilidad, pero también se pueden transmitir datos informáticos (modems, MINITEL), imágenes fijas (telecopia, belinograma), u... órdenes de telemando.

Sería una pena no poder utilizar nuestros montajes *codificador* y *decodificador* del capítulo 2 con las vías de transmisión "audio" corrientes, las cuales son, por ejemplo, las líneas telefónicas y las enlaces radio (transmisores-receptores "BC" y otros).

Por ello, hay que utilizar circuitos análogos a los que se encuentran en los *modems* informáticos, aunque nuestro módulo "codificador" de la figura 2.25 pueda proporcionar una señal "audio": conectemos un auricular a su salida, o escuchemos en un receptor apropiado la emisión de nuestro aparato de 27 MHz, y escucharemos un zumbido perfectamente audible. Observemos en el osciloscopio la señal del codificador y estaremos en presencia de crestas cuyo periodo no es inferior a 1.5 ms (es decir, una frecuencia de 666 Hz).

En efecto, el problema procede de que el decodificador exige señales *perfectamente idénticas* a las suministradas por el codificador: frentes redondeados o relación cíclica alterada bastan para impedir cualquier reconoci-

9

miento de la orden codificada. Este es el precio de la seguridad del telemando: una tolerancia mayor en la forma de las señales introducirá riesgos de puestas en marcha inoportunas.

Todos sabemos que una señal con frentes rígidos no se limita a la *frecuencia fundamental* medida en el osciloscopio; además, contiene toda una gama de *armónicos*, frecuencias múltiplo de la fundamental, que pueden alcanzar un margen muy elevado.

En transmisión por radio a corta distancia, nos hemos podido permitir trasmistir directamente la señal codificada, gracias a la buena calidad del receptor utilizado. No obstante, el transmisor radia frecuencias parásitas fuera del canal de transmisión fijado por el cuarzo, lo que no es tolerable más que para un potencia de transmisión extremadamente baja, y una utilización bastante ocasional. Esta forma de proceder no es admisible con un transmisor de gran potencia, y tampoco sobre una línea telefónica: normas muy estrictas imponen una severa limitación del espectro de frecuencia de las señales inyectadas en línea y, además, los equipos PTT actuales son incapaces de trasmistir frecuencias superiores a 3400 Hz en utilización normal (red telefónica conmutada).

Este problema es extremadamente corriente en teleinformática: incluso con velocidades de transmisión de datos tan bajas como 300 bits por segundo, nunca se excita una línea telefónica ordinaria en "*banda base*", es decir, con el mensaje digital no procesado. La cosa no es posible más que sobre líneas muy particulaes y muy cortas (líneas privadas y algunas líneas especializadas), las cuales no tienen interés para nosotros.

En transmisión por radio a larga distancia, incluso si el transmisor y el receptor tienen una banda de paso más grande de lo normal, cualquier tipo de perturbación es capaz de alterar la forma de la señal trasmistida, lo que nos lleva al mismo punto. Una forma elegante de resolver el problema consiste en utilizar una señal audio-sinusoidal denominada *subportadora*, que será *modulada en frecuencia* por el tren de bits a transmitir. Por poco que la frecuencia de esta subportadora sea netamente superior a la de las crestas a transmitir, la forma de la señal origen será perfectamente respetada, mientras que el ancho de banda utilizado permanezca pequeño.

Con circuitos de calidad en la parte de modulación, y sobre todo en la demodulación, los eventuales parásitos tendrán muy poca influencia sobre la integridad de la transmisión. Teniendo cierto cuidado en la elección de las frecuencias de las subportadoras, se llega incluso a ocupar varios canales de transmisión independientes, o de sentidos contrarios sobre una misma vía de comunicación audio (multiplexada en frecuencia). Un mismo codificador, que puede programarse para trasmistir varios códigos diferentes, sólo rinde cuentas de una única línea telefónica, o vía de radio que puede permitir proceder con telemandos muy complejos.

UN MODULADOR "FSK"

El montaje de la figura 9.1, es un generador de funciones que utiliza el clásico XR2206 de EXAR, cableado de forma que suministre una señal sinusoidal. La entrada del módulo, según que se encuentre al nivel lógico 1 o 0, trasmite una u otra de las frecuencias F1 o F0, ajustables independientemente mediante dos potenciómetros.

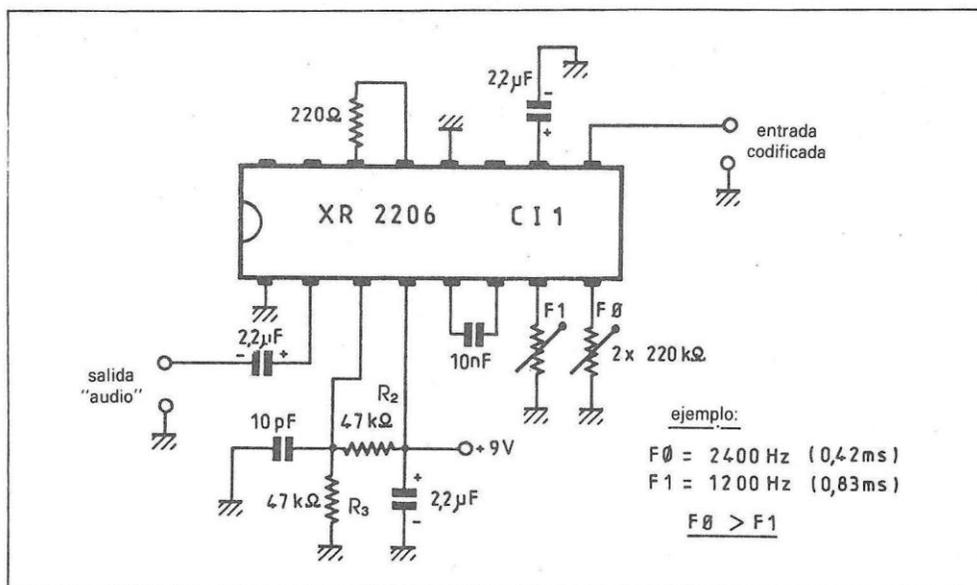


Fig. 9.1. Un modulador audio.

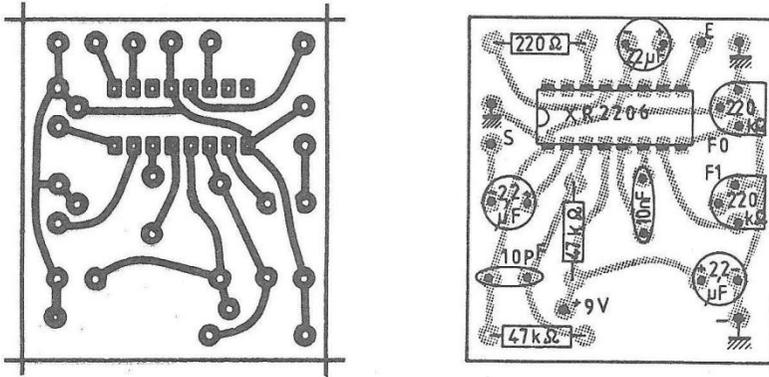
En el caso que nos interesa, es necesario que F0 sea superior a F1. Para una utilización normal, la elección exacta de estas frecuencias no es crítica: 1200 Hz para F1 y 2400 Hz para F0 da buenos resultados, pero esto no es más que un ejemplo. El nivel de señal de audio disponible a la salida del montaje (bajo una impedancia de 600 Ω es bastante fuerte. Según las necesidades de la aplicación en cuestión, se podrá ajustar jugando con R2 y R3, que deberán siempre permanecer iguales. La entrada del montaje podrá conectarse directamente a la salida del módulo codificador, estando todo alimentado por una misma fuente de 9 V.

No obstante, será necesario ralentizar aproximadamente en un factor de 3 el reloj del codificador (y evidentemente el del decodificador), para obtener la mejor fiabilidad de transmisión sin acrobacias de ajuste. Para ello, basta

9

con triplicar el valor de la resistencia o del condensador de la red RC. Una selección típica de valores es 2200 pF y 33 kΩ. El tiempo de respuesta a una orden de telexando se alargará ligeramente: alrededor de un segundo, lo que generalmente es muy aceptable. En caso de transmisión de mala calidad, esta demora puede aumentar a causa del procedimiento de verificación aplicado por el decodificador. Por tanto, por si acaso, se prolongará un poco la transmisión de la orden.

El circuito de la figura 9.2 reúne todos los componentes del montaje según el positional de la figura 9.3. Se obtiene así un módulo que, asociado al codificador, no ocupa demasiado espacio, por lo que permite su incorporación a muchos equipos. Añadiendo un módulo amplificador de potencia muy sencillo y un pequeño altavoz, es fácil construir un *aparato de acoplamiento acústico*, que puede ser utilizado en asociación con cualquier teléfono, o transmisor de radio sin ninguna conexión.



Figs. 9.2 y 9.3. Realización práctica del modulador "audio".

NOMENCLATURA DEL MODULADOR AUDIO (Fig. 9.3)

Resistencias

(5% 1/4 W salvo que se diga lo contrario)
 220 Ω
 2 × 47 kΩ
 2 pot. ajustables 220 kΩ

Condensadores

10 pF
 10 nF
 3 × 2.2 μF 10 V

Semiconductores

XR2206 EXAR

Varios

alimentación 9 V

UN DEMODULADOR "FSK"

El esquema de la figura 9.4 utiliza un XR2211 de EXAR, cuyos componentes periféricos se han elegido teniendo en cuenta las características del modulador que se acaba de describir. Sólo un ajuste es accesible al usuario: el potenciómetro R8, que sirve para sintonizar el demodulador a la frecuencia portadora del modulador. En el caso ideal, este ajuste debe hacerse con el osciloscopio (mejor forma posible de las señales de salida), pero también se puede operar "a tientas", buscando obtener la reacción más rápida posible del decodificador asociado. La salida del demodulador puede excitar directamente la entrada EA del decodificador, y si acaso la entrada EC. Si se desea utilizar EB, hay que invertir F0 y F1 en el modulador. Este módulo acepta una larga gama de niveles de entrada, y posee una protección mediante diodos (D1 y D2) contra un nivel excesivo. Para las pruebas, puede conectarse directamente a la salida audio del modulador sin ninguna precaución especial.

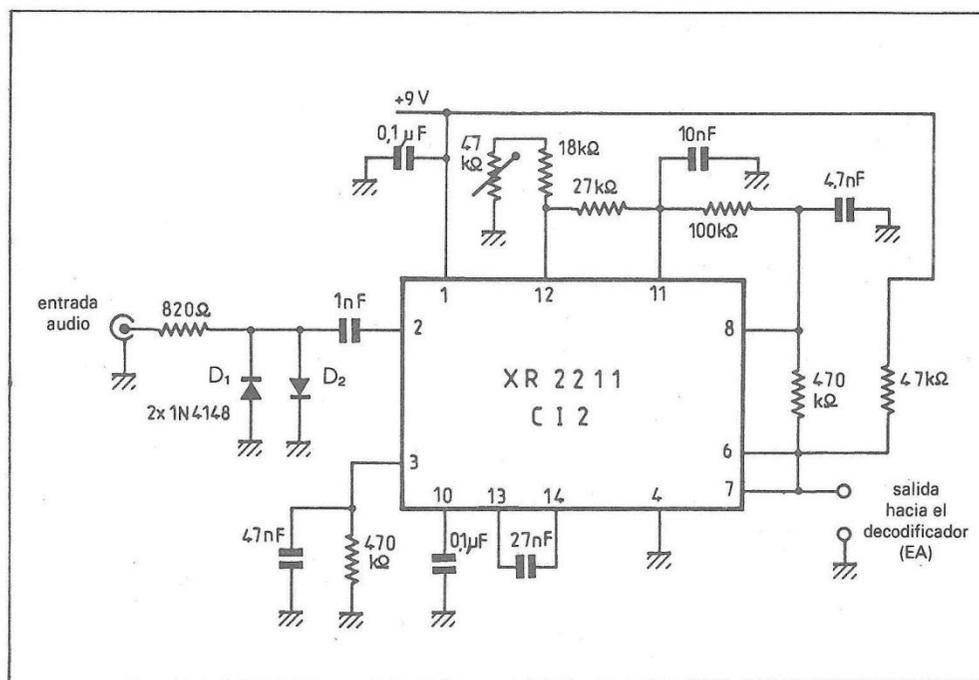
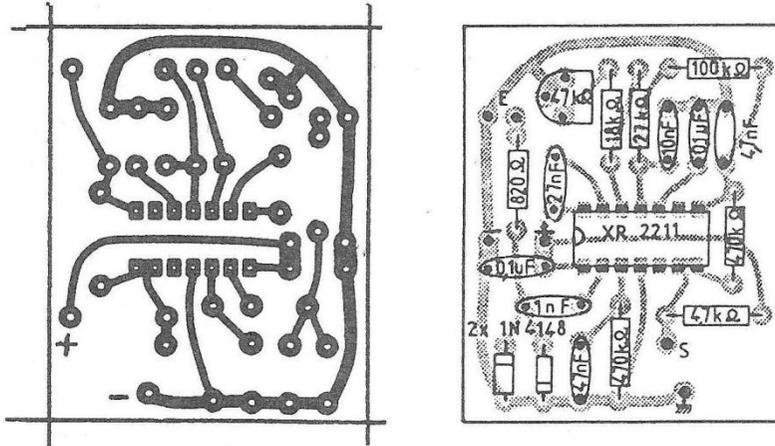


Fig. 9.4. Un demodulador "audio".

9

El demodulador se cablea sobre un circuito impreso conforme al trazado de la figura 9.5, y según el plano de cableado de la figura 9.6. Aquí todavía, el conjunto demodulador-decodificador es compacto pero, evidentemente, hay que añadirle los circuitos de recepción propiamente dichos (receptor de radio, interfaz de línea telefónica, etc.), así como una alimentación que permita, si es necesario, una espera permanente.



Figs. 9.5 y 9.6. Realización práctica del demodulador "audio".

NOMENCLATURA DEL DEMODULADOR AUDIO (Fig. 9.6)

Resistencias

(5% 1/4 W salvo que se diga lo contrario)

820
4.7 k Ω
18 k Ω
27 k Ω
100 k Ω
2 x 470 k Ω
pot. ajustable 47 k Ω

Semiconductores

XR2211 EXAR
2 x 1N4148

Condensadores

1 nF
4.7 nF
27 nF
47 nF
2 x 0.1 μ F
10 nF

Varios

alimentación 9 V

La utilización de estos módulos permite aliar la gran seguridad de la codificación empleada, a la disponibilidad inmediata de todo tipo de vías de comunicación audio. Por teléfono, se podrán controlar todo tipo de instalaciones mediante una sencilla llamada de un contestador especial: este procedimiento de codificación es más seguro que el sistema "DTMF", cualquiera puede acceder a un teclado capaz de generar estas frecuencias codificadas. Por radio, se puede pensar en la utilización de sistemas de llamada a personas, o de llamadas selectivas por radioteléfono BC u otros. En lo que concierne a los telemandos para hablar propiamente, se fiará del hecho de que toda emisión a larga distancia puede ser captada, registrada y después retransmitida, por cualquier "pirata"; por tanto, es deseable una "sobrecodificación" como, por ejemplo, la transmisión de la misma orden sucesivamente por dos canales diferentes con un desfase dado.

Un poco al margen del telemando en el sentido propio del término, puede ser interesante registrar sobre casete o banda magnética la señal codificada y modulada. De esta forma, se puede programar fácilmente la puesta en marcha de todo tipo de dispositivos en sincronismo con una pista sonora. Esto puede ser muy útil para proyecciones de montajes de diapositivas, o animaciones diversas. Aunque un control simultáneo no es necesario, nada limita el número de decodificadores diferentes que pueden controlarse individualmente.

Y si la simultaneidad es indispensable, no olvidemos que varias portadoras audio pueden registrarse juntas. Tenemos confianza en la imaginación de nuestros lectores para que aun encuentren muchas otras aplicaciones a este conjunto de telemando universal...