

Control remoto universal a distancia DTMF por línea telefónica

Andrés Gerardo Fuentes Covarrubias, Fermín Pascual Estrada González,
Ricardo Fuentes Covarrubias

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica – Universidad de Colima
Km. 9 Carretera Colima-Coquimatlán; C.P. 28400 – Coquimatlán, Col., México
fuentesg@ucol.mx; ferminneg@venus.ucol.mx; fuentesr@ucol.mx

Resumen. Este trabajo presenta una versión personalizada de control remoto doméstico inteligente usando la línea telefónica como medio de transmisión para gobernar un máximo de cuatro aparatos eléctricos, basada en el intercambio tanto de señales DTMF (*Dual Tone Multiple Frequency*) como de frases verbales, aprovechando para este propósito los recursos tecnológicos disponibles y la base instalada de la telefonía actual.

Introducción

codificación por tonos dobles de frecuencia múltiple es la más difundida para el intercambio de información en la forma de cantidades binarias representadas con grupos de cuatro bits, relacionadas principalmente con las 16 teclas de los aparatos telefónicos de tonos ó digitales.

La señalización telefónica sigue siendo una forma confiable de transmisión de datos la cual ofrece las siguientes ventajas únicas:

Una red mundial ya instalada y de uso económico.

Terminales de usuario económicas y fáciles de usar (aparatos telefónicos).

Hardware accesible.

Planteamiento del proyecto

Las aplicaciones para este sistema de control pueden ser tanto domésticas (figura 1) como industriales, ya que solo es necesario contar con una línea telefónica para implementarlo y puede controlar cargas tanto de corriente directa como de corriente alterna, limitadas en este trabajo a un consumo máximo de corriente de 10 amperes para cada dispositivo, debido a que esta es la cantidad máxima de corriente que demanda una aplicación doméstica crítica.

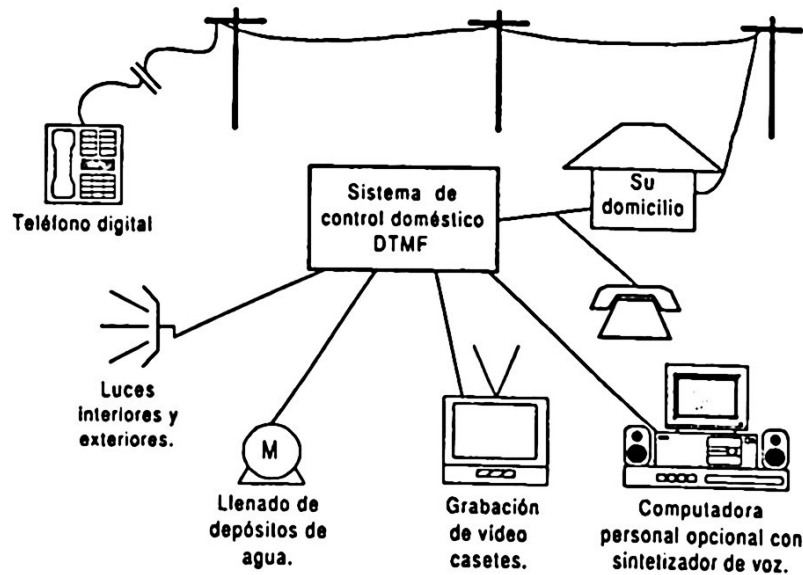


Fig. 1. Sistema de control remoto DTMF doméstico.

El sistema de control DTMF propuesto consta de 5 módulos principales mostrados en diagrama de bloques de la figura 2.

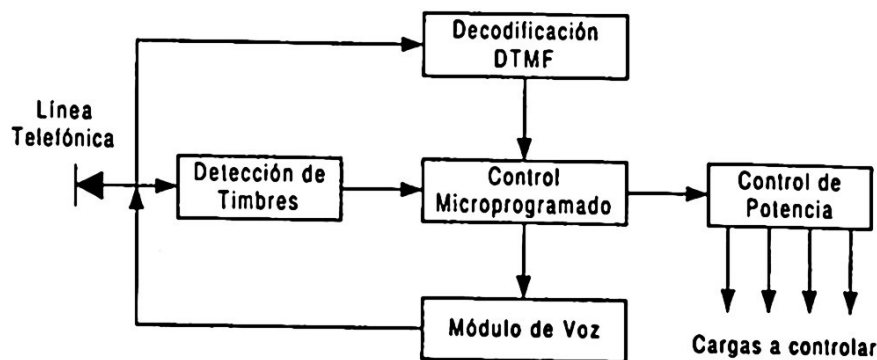


Fig. 2. Diagrama de bloques del control remoto DTMF doméstico.

Como se puede observar, cada uno de éstos tiene una tarea particular que desempeñar dentro del sistema, estas funciones son:

Detector de timbres: Es el encargado de traducir las señales de requerimiento de respuesta por parte del abonado remoto y convertirlas a pulsos de nivel TTL para que éstas a su vez puedan ser reconocidas por el módulo de control microprogramado.

Decodificador DTMF: Lleva a cabo la función de detectar los tonos dobles de frecuencia múltiple en la línea telefónica y reportar las cantidades binarias relacionadas con dichos tonos al módulo de control.

Módulo de voz: Este módulo tiene como función principal, la de proporcionar guía verbal al usuario sobre las acciones que tienen lugar en el sistema de control

remoto. Éste es controlado en su totalidad por el módulo de control microprogramado.

Control de potencia: Esta etapa del sistema tiene como finalidad controlar las cargas de manera aislada a todos los demás módulos para protegerlos de sobrevoltajes, cortocircuitos y transitorios en la línea de suministro de alto voltaje.

Control microprogramado: Es el cerebro del sistema ya que es aquí donde tiene lugar el procesamiento de las señales provenientes de los módulos de detección de timbres, decodificación DTMF y final de reproducción de mensaje, para convertir estos estímulos externos en acciones concretas tales como; descolgar / colgar la línea telefónica, activar / desactivar una carga, emitir una frase de guía.

Señalización en el intercambio de información

Intercambio de información en este sistema se da en dos sentidos; entre el usuario y sistema de control principal por medio de los tonos producidos por el teclado de un aparato telefónico digital (señales DTMF) el cual puede ser remoto o local y la guía verbal como respuesta del sistema para llevar a cabo las acciones, esto último permite al usuario interactuar con el sistema de manera natural.

Las respuestas del sistema se basan en frases completas para indicar al usuario la acción que ha elegido realizar, para confirmar que dicha acción ha sido efectuada o para indicar que la acción ha sido rechazada. Las respuestas e indicaciones verbales del sistema han sido previamente almacenadas en un circuito integrado que permite el acceso a cada una de las palabras y frases.

Los comandos DTMF tienen como finalidad provocar una acción de programación requiriendo información de parte del sistema de control principal. Estos comandos son los siguientes:

(Desactivar Dispositivo). Permite inactivar una de 4 cargas posibles.

(Activar Dispositivo). Comando que permite activar una de 4 cargas posibles.

(Consultar estado del sistema). Consultar el estado de dispositivos controlados por el sistema.

(Cambiar número de timbres). Para programar el nuevo número de timbres antes de descolgar para conectar el sistema de control principal a la línea telefónica.

(Cambiar clave de acceso). Permite programar una nueva clave de acceso.

(Salir del sistema). Comando para colgar la línea telefónica y quedar a la espera de una nueva sesión.

(Repetir opciones del sistema). Permite que el sistema repita para el usuario las opciones disponibles y su descripción.

(Omitir el menú principal). Comando que permite saltar el menú principal y pasar directamente a la consulta o programación.

2.2 Consulta y programación del sistema

El estado del sistema puede ser consultado por medio del comando 2 una vez que se haya iniciado la sesión de programación o consulta.

Al seleccionar este comando el sistema emitirá la frase "Consultar estado del sistema, Ingrese número de dispositivo" y se pondrá a la espera de un dato comprendido entre el 1 y el 4 para informar de inmediato por medio de la frase "Dispositivo activo / inactivo" si el dispositivo o carga en cuestión se encuentra activo o inactivo respectivamente, después de esto el sistema queda en espera del siguiente comando.

Cuando el usuario requiera consultar o programar el sistema de control remoto necesariamente tendrá que marcar el número del abonado donde se encuentra conectado este sistema. Una vez que el número de timbres programados es detectado y validado, el sistema descuelga y emite la frase "Ingrese la clave de acceso" quedando a la espera de una combinación de 4 dígitos los cuales serán comparados contra la clave con una cantidad igual de dígitos programada previamente, en caso de que no exista coincidencia entre estas dos combinaciones el sistema emitirá la frase "Clave de acceso no válida, intente de nuevo", una vez que la clave correcta haya sido ingresada el sistema emitirá de manera verbal el menú con las ocho opciones, después del cual quedará iniciada la sesión de programación y consulta.

La clave de acceso se encuentra conformada por cuatro dígitos (por defecto 0-0-0-0) y solo permite tres intentos para introducir el código correcto, después de los cuales el sistema colgará si ninguna combinación coincide con la programada, esto permite un nivel de seguridad de 11,880 combinaciones ya que en un teléfono estándar existen 12 teclas diferentes (indicadas en la tabla 1 junto a su correspondiente código binario).

Tecla	Código binario	Tecla	Código binario
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0010	9	1001
4	0100	0	1010
5	0101	*	1011
6	0110	#	1100

Tabla 1. Relación del teclado con su correspondiente código binario.

Para colgar el usuario deberá introducir el comando 5, después de esta acción el sistema emitirá la frase "Para salir del sistema presione el número uno, o cualquier otro para cancelar" quedando a la espera de la opción que tomará el usuario, si cualquier número diferente del uno es presionado el sistema emitirá la frase "salida del sistema cancelada", pero si por otra parte, la opción de salir es seleccionada el sistema colgará sin mas preámbulos.

Una vez realizados los cambios o consultas al sistema de control remoto y si el usuario desea colgar podrá emplear el comando 5, de no ser así el usuario podrá colgar sin teclear éste comando o si esto llegará a ocurrir por descuido, el sistema colgará de manera automática. Para prevenir que la línea quede descolgada y no permitir accesos posteriores, el sistema se encuentra provisto de un temporizador que

verifica la actividad DTMF, de no detectar dicha actividad contabiliza 30 segundos para después colgar la línea y regresar al modo de ahorro de energía.

2.3 Cambios en el sistema y control de las cargas

Algunos parámetros del sistema de control remoto por señalización DTMF pueden ser modificados para permitir al usuario la personalización de éste, los cambios posibles son:

- Control de los dispositivos o cargas.
- Clave de acceso.
- Número de timbres.

Las cargas pueden ser activadas o desactivadas, una a la vez empleando los comandos 1 o 0 respectivamente. Cuando el comando elegido haya sido introducido al sistema, éste responderá con la frase "Activar / Desactivar carga, ingrese número de dispositivo" después de esto quedará a la espera de un dato comprendido entre el 1 y el 4 para indicar en cual carga se llevará a cabo la modificación.

Una vez introducido el número correspondiente a la carga en cuestión el sistema emitirá la frase "Dispositivo activado / inactivado" para indicar que el cambio ha tenido lugar, o la frase "Dispositivo activado / desactivado previamente" para indicar que la carga se encuentra en el estado que se desea programar.

En el caso de que se introduzca un valor diferente del intervalo 1 a 4 el sistema emitirá la frase "Selección fuera de rango".

En cualquiera de los casos anteriores el sistema regresará al estado de espera de un nuevo comando.

La clave de acceso puede ser modificada con el comando 4. Una vez tecleado el comando, el sistema instruirá al usuario con la frase "Cambiar clave de acceso, ingrese nueva clave de acceso" después esperará el nuevo código de acceso de cuatro dígitos. Ya introducido el código tendrá que ser confirmado para verificar que no haya errores en la clave deseada por el usuario, es por esta razón que el sistema solicitará la confirmación por medio de la frase "Confirme clave de acceso", una vez que el par de códigos han sido introducidos se verifica la correspondencia y solo en caso de coincidencia se almacena la que será la nueva clave de acceso, de haber algún error en el par de claves introducidas el sistema responderá con la frase "La clave de acceso no actualizada" sin llevar a cabo ninguna modificación. Los dígitos permitidos para la clave son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, * y #.

El sistema tiene programado por defecto 3 timbres para descolgar la línea, el número de estos puede ser de 1 a 12 de acuerdo a las necesidades particulares del usuario.

El número de timbres puede ser reprogramado dentro de la sesión de programación y consulta con el comando 3 desde el teclado del teléfono remoto o local, cuando este comando sea validado, el sistema emitirá la frase "Ingrese el nuevo número de timbres" quedando a la espera de un solo dígito comprendido entre el 1 y el numeral (#). En la tabla 2.1 se encuentran indicadas las teclas y su correspondiente valor en binario, de manera que el 0 codifica al 10, el asterisco al 11 y el numeral al 12. Teniendo en cuenta esto se puede programar una cantidad máxima de 12 timbres.

Cuando el usuario seleccione el nuevo número de timbres, el sistema emitirá la frase "Número de timbres actualizado" dando por terminada esta acción y quedando a la espera de un nuevo comando.

2.4 Consulta y programación en sitio

El control remoto por señalización DTMF también puede ser consultado y programado desde el aparato telefónico del domicilio en que se encuentra instalado. Para tal efecto solo es necesario descolgar el auricular y activar el interruptor de presión en el sistema de control, el cual ha sido dispuesto para simular el timbre e indicar requerimiento para acceder al sistema por parte del usuario.

El interruptor deberá ser presionado tantas veces como número de timbres hayan sido programados en la última sesión, antes de que el sistema descuelgue, se ponga en comunicación con el usuario y le solicite la clave de acceso.

3 Codificación y decodificación DTMF

Una señal DTMF válida es la suma de dos tonos, uno de un grupo bajo y el otro de un grupo alto, con cada grupo conteniendo cuatro tonos individuales. Las frecuencias de los tonos fueron cuidadosamente seleccionadas de tal forma que sus armónicos no se encuentran relacionados y que los productos de su intermodulación produzcan un deterioro mínimo en la señalización. Este esquema permite 16 combinaciones únicas. Diez de estos códigos representan los números del cero al nueve, los seis restantes (*, #, A,B,C,D) son reservados para señalización especial. La mayoría de los teclados en los teléfonos contienen diez interruptores de presión numéricos mas el asterisco (*) y el símbolo de numeral (#). Los interruptores se encuentran organizados en una matriz, cada uno selecciona el tono del grupo bajo de su fila respectiva y el tono del grupo alto de su columna correspondiente.

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2 ABC	3 DEF	A
770 Hz	4 GHI	5 JKL	6 MNO	B
852 Hz	7 PRS	8 TUV	9 WXYZ	C
941 Hz	*	0 oper	#	D

Tabla 2. Relación del teclado con su correspondiente código binario.

3.1 Codificación DTMF

esquema de marcado DTMF fue diseñado por los laboratorios BELL e introducido los Estados Unidos a mediados de los años 60 como una alternativa para a la marcación por pulsos o rotatoria. Ofreciendo incremento en la velocidad de marcado, mejorando la fiabilidad y la conveniencia de señalización de punto a punto.

Existen varias especificaciones que han sido resultado de el estándar original las cuales parten de los estándares de AT&T, CEPT, NTT, CCITT y la ITU, etc. Las variaciones de un estándar a otro son típicamente tolerancias en las desviaciones de frecuencia, niveles de energía, diferencia de atenuación entre dos tonos e inmunidad al habla.

Los estándares CCITT se encuentran localizados en las recomendaciones Q.23 y Q.24 en la sección 4.3 del libro rojo de la CCITT, volumen VI, fascículo VI.1.

En conclusión, DTMF es el sistema de señales usado en los teléfonos para el marcado por tonos, estos son el resultado de la suma algebraica en tiempo real de dos senoides de diferentes frecuencias, la relación de teclas con su correspondiente par de frecuencias se muestra en la tabla.

El sistema de señales DTMF son generadas por un codificador, y son la suma algebraica en tiempo real de dos tonos; uno de baja frecuencia y otro de alta, el tono alto normalmente es de + 1.5 % (2db) con respecto del tono bajo (como se muestra en la figura 1) para compensar perdidas de señal en las largas líneas de conexión con la central telefónica.

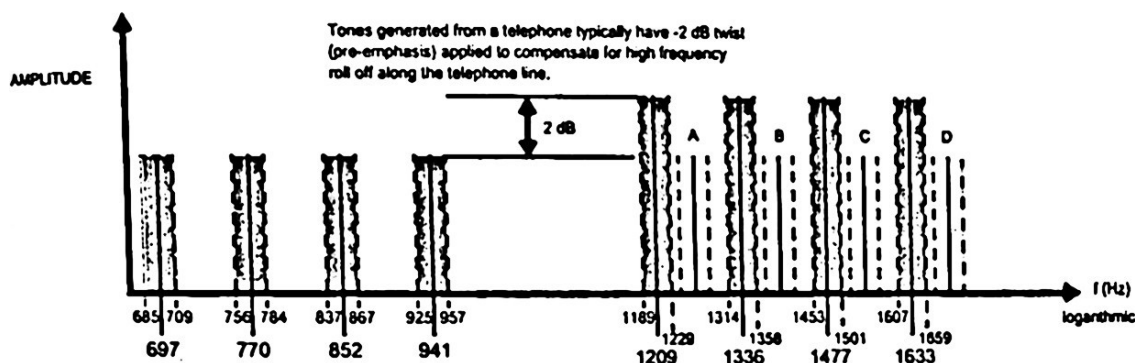


Fig. 3. Espectro de las señales DTMF.

3.2 Descodificación DTMF

La división de frecuencias en los grupos alto y bajo simplifica el diseño de receptores DTMF como se muestra en la figura 4. Este diseño particular incluye una aproximación estándar. Cuando se encuentra conectado a una línea telefónica, receptor de radio o cualquier otra fuente de señal DTMF, el receptor filtra el ruido del tono, separa la señal en los componentes de grupos de alta y baja frecuencia para luego medir el cruce por cero promediando los periodos para producir la decodificación de un dígito.

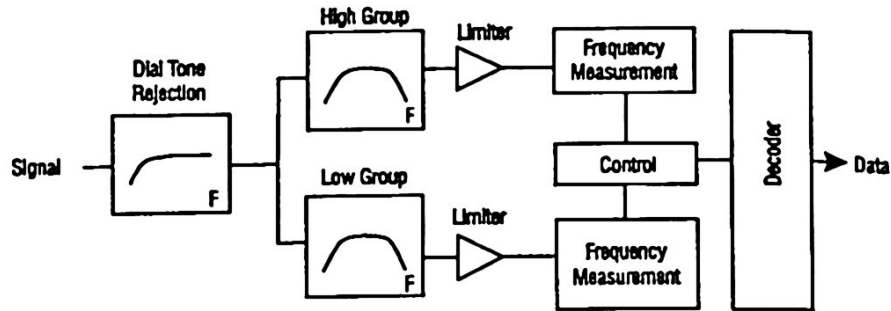


Fig. 4. Arquitectura típica de un receptor DTMF.

La detección DTMF se puede ver complicada por la presencia de ruido de línea de 50/60 Hz , tonos de varias frecuencias, ruido aleatorio y otras fuentes de interferencia. Tratar con estos problemas mientras permanece inmune a la simulación de tonos por voz presenta el mas grande reto para los diseñadores de receptores DTMF.

3.3 Sistema de recepción para las especificación 1151 de British Telecom

El circuito mostrado en la figura 3.4 ilustra el uso de un dispositivo MT8870 en un sistema de recepción típico. Las especificaciones de British Telecom definen las señales de entrada menores de -34 dBm como niveles no operativos. Esta condición puede ser evitada seleccionando valores adecuados de R_1 y R_2 para proporcionar una atenuación de 3 dB, de tal forma que la señal entrada de -34 dBm corresponderá a -37 dBm en la terminal de programación de ganancia (GS). En el diagrama se muestran los valores de los componentes de R_3 y C_2 para los requerimiento de tiempo de guarda cuando la tolerancia total de los componentes es del 6%.

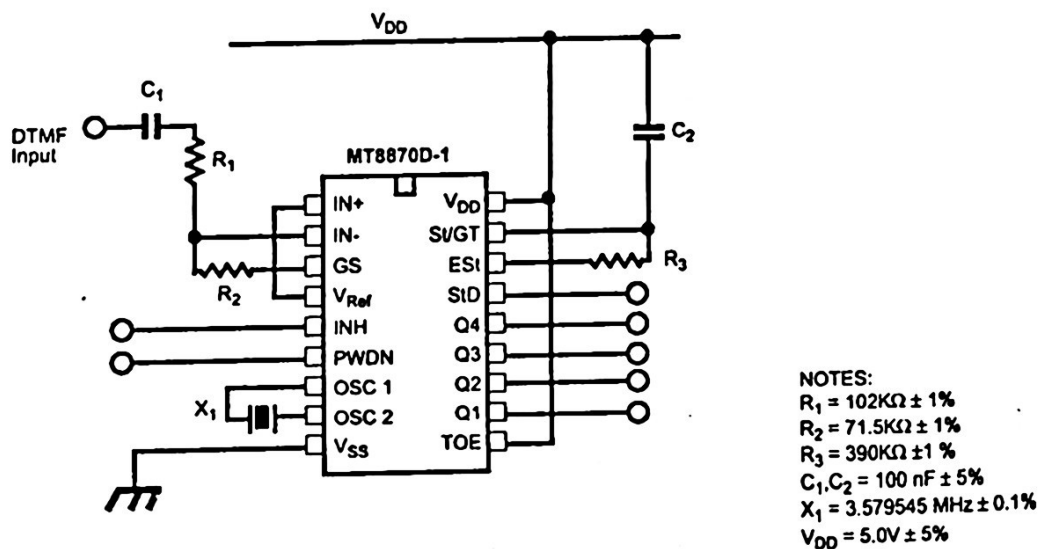


Fig. 5. Configuración de entrada de ganancia unitaria para las especificaciones BT o CEPT.

4 Integración del sistema

El sistema de control se encuentra conformado físicamente por los cinco módulos principales indicados en la figura 1. Cada uno de estos se compone a su vez de submódulos operativos que tienen funciones tan importantes como: Acondicionamiento de señales, aislamiento físico de la línea telefónica con el sistema de control digital principal, descolgado / colgado de la línea y control de bajo voltaje de los módulos de potencia solo por mencionar algunos.

4.1 Interfaz con la línea telefónica

El microcontrolador requiere de señalización que le indiquen cuando ocurre un timbre (señal de requerimiento de respuesta por parte del abonado llamado), dicha señalización necesariamente debe primero, ser aislada eléctricamente y acondicionada para después ser entregada a una terminal de entrada del microcontrolador programada previamente como entrada y sensible a cambios de estado (habilitada para provocar interrupciones por cambio de estado de la señal de entrada) esto con la finalidad de poder contabilizar dichos timbres. Esta etapa es la de detección de timbrado.

El sistema de control se encuentra permanentemente conectado a la línea telefónica, esta condición hace necesaria una etapa crucial para la prevención de daños accidentales debidos principalmente a fenómenos meteorológicos, ya que estos son la causa de la mayor parte de los estragos en los sistemas que emplean la infraestructura telefónica instalada, esta etapa es la de protección por sobrecarga.

Una etapa de colgado / descolgado de la línea telefónica es necesaria debido a que la mayor parte del tiempo el sistema de control se encuentra sin conexión directa con la línea en cuestión, para esto, el sistema debe tener forma de conectarse a esta (descolgar) y desconectarse (colgar) cuando la consulta de estado o programación haya sido terminada.

4.1.1 Señales eléctricas en la línea telefónica

Este módulo es el responsable de acondicionar la señal de timbre presente en la línea telefónica, su función es la de mantener un nivel lógico TTL alto cuando esta señal se encuentra presente en la línea, los cambios de estado generados por este módulo indican que se requiere de respuesta a una petición remota de atención por parte del sistema de control local, estos pulsos se generan de forma tal que puedan ser reconocidos por el sistema de microcontrol dedicado y efectuar el descolgado automático.

4.1.2. Detección y acondicionamiento del timbre.

Este proceso requiere primeramente de una etapa de reducción de corriente proporcionada por dos resistencias de $100K\Omega$ a $\frac{1}{4}$ de watt, seguido de un sistema de separación de las componentes de corriente directa y alterna presentes en el proceso de timbre, mismo que se lleva a cabo con una capacitor que permite el paso de

uficiente energía producida por el voltaje pulsante proveniente de la línea para ser posteriormente rectificada y proveer un nivel de voltaje de operación seguro para los componentes de estado sólido que traducirán la actividad de esta señal alterna. [3].

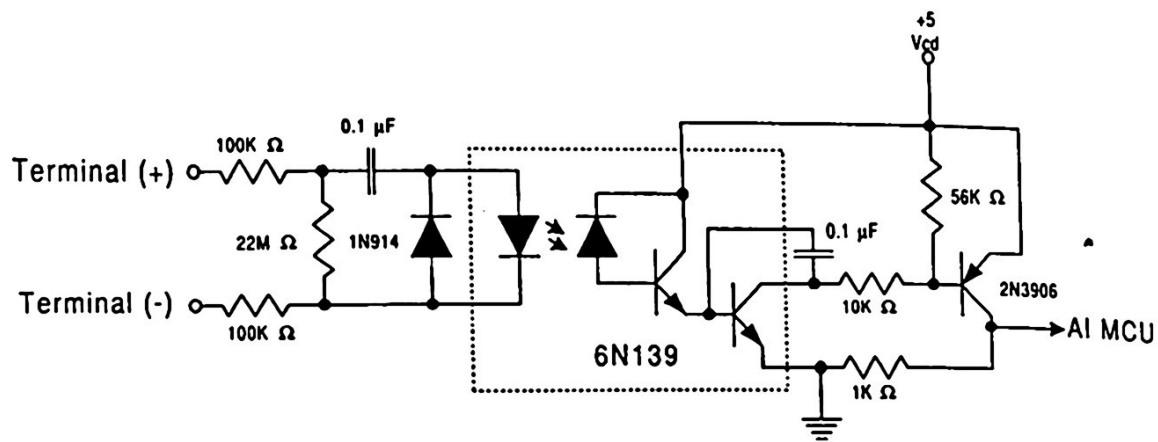


Fig. 6. Diagrama del sistema de detección y acondicionamiento de timbre.

1.3 Protección por sobrecarga

La amplitud máxima de las señales requeridas en la comunicación vía telefónica no sobrepasa los 140 voltios en condiciones normales, de tal manera que toda señal en la línea que exceda ese nivel deberá ser considerado como sobrecarga en la misma.

El uso de un varistor puede solucionar este requerimiento en gran medida ya que estos dispositivos reducen su resistencia conforme el voltaje de ruptura en sus terminales se incrementa, operan en paralelo con la línea de entrada y su resistencia va de unos cientos de Kilo ohmios hasta varios Mega ohmios dependiendo del voltaje de bloqueo para el que estén diseñados, una buena elección es el MOV150 que opera un bloqueo de 150 voltios el cual dará protección al circuito de detección durante una descarga sostenida no mayor a 2 segundos.

4.1.4. Colgado / descolgado de la línea.

Esta función se encuentra bajo el control de una de las líneas de E/S del microcontrolador principal y está a cargo de un relevador de circuito doble, con un voltaje de conmutación de 12V de corriente directa, el cual opera de acuerdo al diagrama de la figura 7. El objetivo principal de esta etapa es seleccionar uno de dos circuitos posibles:

1. Circuito de detección de timbrado con aislamiento óptico.
2. Circuito de entrada / salida de señales del sistema de control principal, aislada de forma inductiva.

En su estado de reposo el relevador se encuentra conectado al primer circuito, debido a que, es en este estado en el que se encuentra la mayor parte del tiempo. De esta manera, no requiere de polarización permanente por parte del microcontrolador.

Quando el sistema es requerido por un usuario remoto o local tendrán que ocurrir el número de timbres especificado en la última programación del sistema, para que éste descuelgue. La acción de descolgado es llevada a cabo por la línea de control del microcontrolador principal programada como salida y polarizando con una corriente de 2.55mA el transistor T1 y éste a su vez activando el relevador.

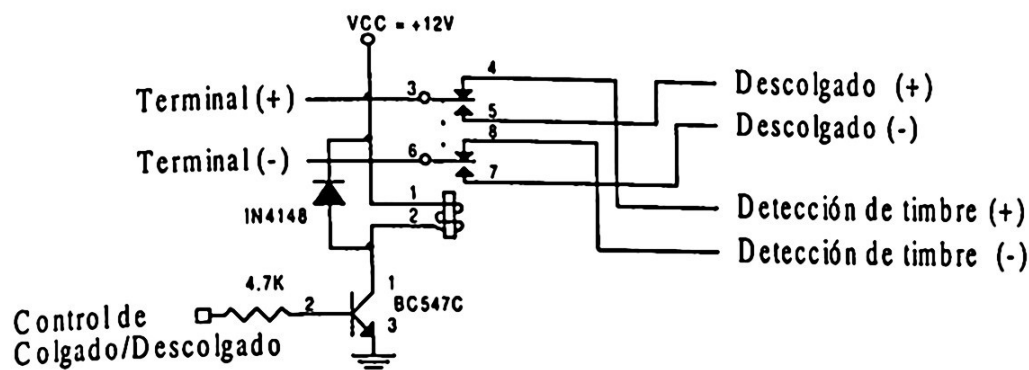


Fig. 7. Sistema de Colgado / Descolgado de la línea telefónica.

4.1.5 Aislamiento eléctrico del sistema digital

Para que el sistema de control pueda manipular y traducir las señales provenientes de la línea telefónica requiere de un sistema de aislamiento eléctrico para evitar el contacto directo con ésta, ya que como se ha dicho; la diferencia de potencial, polaridad y sobrecargas pueden causar daños al sistema digital.

Para esta función en particular se emplea un transformador MTLM 1200E de 600Ω de impedancia en primario y secundario como se indica en la figura 8.

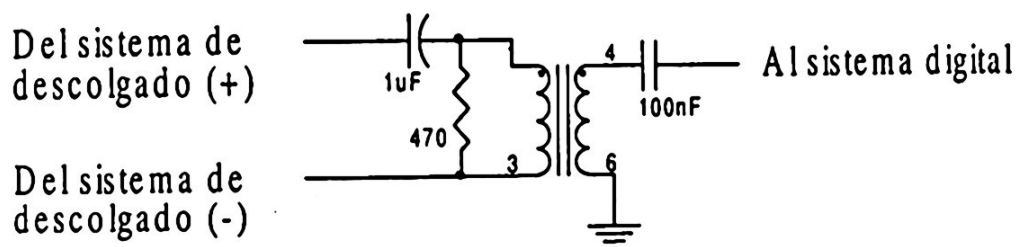


Fig. 8. Sistema de aislamiento eléctrico de la línea telefónica.

4.1.6 Decodificación DTMF

4.1.6 Decodificación DTMF
Los ingenieros de Laboratorios Bell eligieron pares de frecuencias específicas (tabla 2) para evitar armónicos y otros problemas que pudieran presentarse cuando estos tonos son enviados o recibidos, además de la dificultad que presentan para ser imitados por la voz humana y puedan accidentalmente activar el decodificador del otro lado de la línea.

En este caso particular la decodificación se encuentra a cargo de un circuito integrado MT8870CE fabricado por MITEL, el cual reconoce los tonos dobles generados por el teclado de un teléfono en modalidad digital, estos tonos son decodificados y después convertidos a cantidades binarias de 4 bits que corresponden

a un valor numérico determinado. Estos valores binarios funcionan como comandos o datos de acuerdo al orden con que son ingresados al sistema de control.

Este decodificador de señales DTMF se encuentra provisto además de las características ya mencionadas, de una terminal que indica si una señal DTMF válida ha sido recibida, decodificada y su correspondiente código binario capturado en el registro de salida, esta terminal es llamada StD y permite llevar a cabo una interacción en tiempo real con el sistema de control empleándola para provocar una interrupción de manera tal que el controlador atiende esta acción prioritaria ejecutando la rutina de atención a interrupción, misma que se limita a leer el código binario presente en el registro de salida del decodificador DTMF, para que posteriormente el programa principal le de el tratamiento de comando o dato según sea el caso y efectuar la acción correspondiente dentro del sistema de control remoto.

4.1.7 Microcontrol dedicado

El control del sistema puede ser implementado de diferentes maneras; una opción podría ser el control ejecutado por una computadora personal, la cual cuenta con recursos hardware y software que la hacen fácil de emplear para esta tarea, pero con la desventaja significativa de que el costo del equipo y de operación es elevado considerando que un equipo de cómputo promedio consume aproximadamente 350 Watts y que sería necesario mantenerlo en operación permanentemente, además de que las dimensiones y peso no permiten el cambio de ubicación fácilmente.

Para salvar estas desventajas, el controlador principal del sistema en este caso es implementado con un microcontrolador PIC16F84 fabricado por Microchip® y programado para este propósito particular, el cual se encuentra a cargo de realizar las acciones de respuesta correspondientes a cada uno de los comandos ó impulsos de entrada generados por los módulos de acondicionamiento de señal anteriores y controlar el encendido ó apagado de cada uno de los cuatro dispositivos a gobernar.

Este microcontrolador fue seleccionado de entre una gran variedad de dispositivos y marcas debido a sus características principales: fácil implementación, disponibilidad y costo accesible.

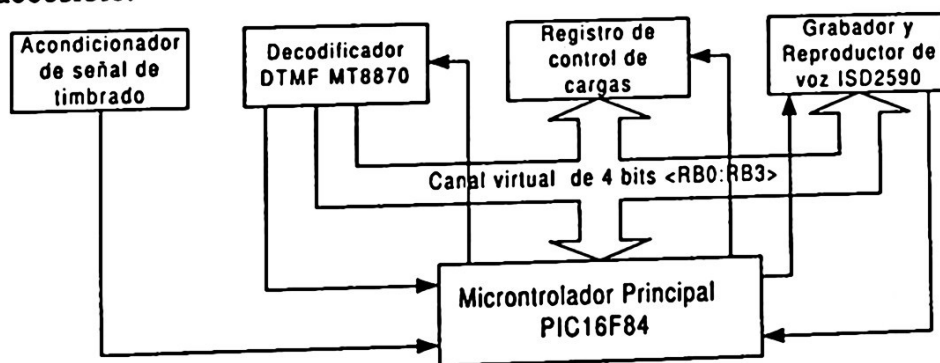


Fig. 9. Diagrama de bloques del control microprogramado.

La disposición funcional de los elementos que integran el sistema de control remoto, depende directamente de las prestaciones con que cuenta el microcontrolador que es el elemento de control principal, como se indica en el la figura 9. En este diagrama de bloques también se muestra la distribución de terminales y la función de cada una de ellas dentro del proceso de comunicación con los demás circuitos integrados. Debido al bajo número de terminales del controlador, se aprovecharon

algunos de los recursos de comunicación similares entre los circuitos integrados, como el caso de la transferencia de datos en paralelo que permite la implementación de un canal virtual de 4 bits.

4.1.9 Control de potencia

Este módulo es la interfaz entre el sistema de control digital principal y las cargas a controlar, el cual es implementado con relevadores que soportan una carga máxima de 0 amperes cada uno.

Es importante que esta etapa permanezca aislada por completo del sistema digital para prevenir descargas accidentales sobre este último, para este propósito se dispone de un relevador por cada carga, el cual tiene la función de separar eléctricamente los dos módulos. El sistema de control digital provee una línea de control independiente para cada uno de los cuatro relevadores (como se muestra en la figura 10) que serán accionados de acuerdo a la programación del usuario.

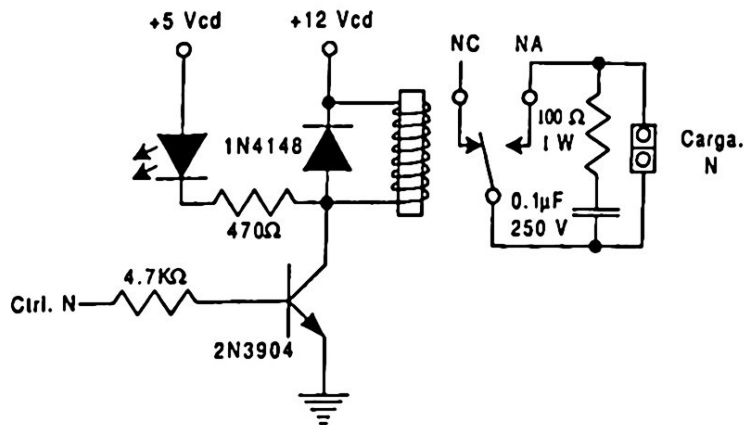


Fig. 10. Control de potencia individual.

Conclusiones

Durante el proceso de investigación y documentación del presente proyecto se encontró que las aplicaciones de la transmisión de tonos dobles de frecuencia múltiple DTMF tienen un número de aplicaciones cada vez mayor debido a la creciente demanda de servicios que requieren de confiabilidad en el intercambio de información una gran variedad de formatos. El número creciente de fabricantes de circuitos integrados especializados provee a los fabricantes y diseñadores de sistemas electrónicos que requieren procesar información en forma de tonos dobles de una amplia gama de opciones, estos circuitos integrados la mayoría de ellos de fácil configuración y costos accesibles que llevan a cabo la tarea de decodificar, generar y transmitir los tonos DTMF también se encuentran dotados de las interfaces más populares para microcontroladores como son: paralelas con tercer estado, SPI y Microwire® solo por mencionar algunos.

Además, es importante tener en consideración que varias de las propiedades observables en los diferentes circuitos integrados que conforman el sistema de control remoto tienen efectos sobre el desempeño de éste.

Referencias

- [1] Deosthali, Amey. "Dual tone multiple frequency (DTMF) detection on microcontrollers", Shlumberger Technology Corporation, February, 1999.
- [2] Teltone. "Aplications for DTMF and pulse telephone dialing, including remote access and control", www.teltone.com
- [3] www.homeautomator.com