

Central Telefónica Hogareña

Maggiolo Gustavo
gustavomaggiolo@frp.utn.edu.ar

Enrique Ricagno
enrique_ricagno@yahoo.com.ar

Facultad Regional Paraná
Universidad Tecnológica Nacional
Almafuerte 1033 – 3100. Entre Ríos. Argentina

Eje temático: aplicaciones en dispositivos hogareños

Palabras claves: Central, teléfono, circuito electrónico, conmutador.

RESUMEN

Este trabajo se desarrolló en el marco de la cátedra de telefonía de la carrera de Ingeniería en Electrónica en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Paraná y tiene como objeto aplicar los conocimientos adquiridos, durante el año académico, en un trabajo práctico y de esta manera regularizar la materia. En este caso se desarrolló una central telefónica, del tipo hogareña, de ocho canales internos y una salida externa con un microcontrolador de 8 bits de la empresa Microchip.

Las características más relevantes que posee esta central telefónica son la posibilidad de hacer sonar una música de espera cuando un interno quiere realizar una llamada y la central está ocupada con otro interno; sólo detecta teléfonos que disquen con tonos, los viejos teléfonos que trabajan con pulsos no son reconocidos por la central y permite la realización de llamadas entre internos.

Introducción

Las comunicaciones hoy en día son esenciales a la hora de realizar nuestras actividades cotidianas, si bien la forma de comunicación va cambiando de época a época, el fin buscado siempre es el mismo: el diálogo. Con la realización de este proyecto se pretende hacer frente a las necesidades de determinadas casas de familia o pequeñas empresas, donde el flujo de comunicaciones se puede resolver sin un sistema complejo.

Qué hace una central

Estos sistemas administran las comunicaciones entre los teléfonos conectados

a ella y la comunicación hacia otras centrales. Para tener una aproximación más detallada, la central debe: proveer energía a los teléfonos conectados a ella; detectar cuando se levanta un teléfono; darle la señal de tono, de encontrarse ocupada la central puede darle un tono de ocupado o, como es el caso de esta central, hacer escuchar una música de espera; de interpretar los números que ingresa el interlocutor; procesar esos números para determinar cuál es el destino de la llamada; realizar la conexión con el teléfono destino, que en este caso podrían ser dos tipos: otro teléfono interno o un teléfono externo; en el caso de una conexión con un in-

terno, debe observar si el teléfono está libre u ocupado, de estar libre deberá hacer sonar la campanilla del teléfono destino, si está ocupado le indicará al teléfono origen dicha condición. Este "diálogo" entre la central y el teléfono se denomina señalización.

Como conmuta la central

En las centrales telefónicas actuales existen dos tipos de conmutadores, los espaciales y los temporales e incluso la combinación de ambos. Los segundos son característicos de centrales que digitalizan la señal de audio y van conmutando las señales de cada teléfono, cambiando las muestras del audio directamente, perteneciente a un mismo instante de tiempo, entre un canal y otro. En este caso no se digitalizan las señales de audio y solamente se hace una conmutación espacial. Es decir, en este tipo de conmutadores, existe una conexión eléctrica entre un canal y el otro.



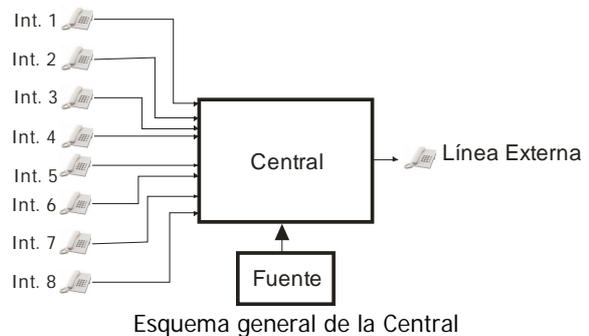
Los pasos seguidos por esta central para realizar una conexión entre dos teléfonos internos es: suponiendo que el interno número 1 llama al interno número 5, que es la situación que se observa en la imagen anterior; supondremos que el interno número 7 está libre. Para realizar la conexión entre ambos teléfonos se estableció que el que llama sale por su propia línea y el que recibe la llamada conmuta a la línea del que llama.

Para esta central se debe discar el número "07". La central con esta información, primero constatará el estado del

interno 7 y luego realizará la conmutación correspondiente.

Esquema general de la central

En la siguiente imagen se observa un esquema general de la central telefónica.

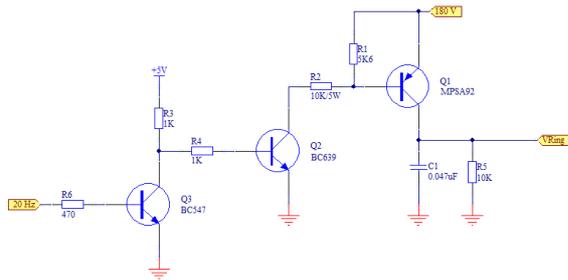


Si bien con este diagrama tenemos una idea general de la central, describiremos cada bloque, los más importantes, y daremos una breve descripción del programa.

El núcleo de la central telefónica es el microcontrolador de Microchip PIC16F877, éste es el encargado de realizar todas las acciones de tomas de decisiones como de conmutación.

La fuente de alimentación

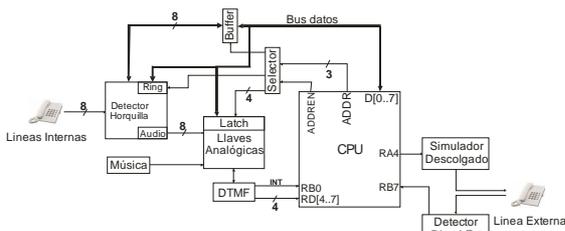
Como primer circuito veremos la fuente de alimentación. Este componente es de fundamental importancia en una central telefónica, ya que debe entregar la alimentación a cada teléfono conectado a ella. Para la alimentación de los teléfonos, que es de +24V, se armó una fuente con un regulador LM7824, dado que el número máximo de teléfonos a energizar son ocho, y para las tensiones de +5V y de +12V se utilizó una fuente de computadora, dada su facilidad de disponibilidad. En el siguiente gráfico se puede observar el circuito de la fuente que genera la tensión para que en los teléfonos suene la campanilla. Esta tensión debe ser alterna de 90 Vrms.



Generador de la tensión de Ring

La señal de 20Hz se obtuvo con un oscilador implementado a partir de un LM555. Los 180V se obtuvieron desde con un transformador, un puente rectificador y un filtro.

Dentro del bloque de la central hay varias partes, que se pueden diferenciar en la siguiente imagen, y que describiremos a continuación.



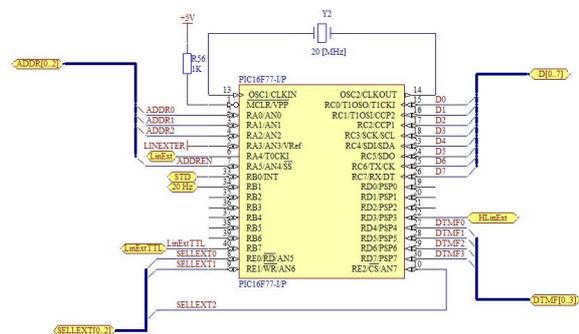
Esquema central (detalles)

En la imagen anterior se pretendía hacer lo más detallado posible, pero como se observo que empezaba a quedar cada vez más complejo el grafico, se opto por dejarlo como se observa; se debe tener en cuenta que falta: la llave analógica de la línea externa, los circuitos osciladores que generan la señal de tono, ocupado y llamando.

El Microcontrolador

Como ya se menciona, el núcleo de la central telefónica es el microcontrolador de Microchip PIC16F877 [1], se decidió utilizar este microcontrolador, en primer lugar por su facilidad de conseguirlo en el mercado local, y también dadas sus características en cuanto a cantidad de puertos, que nos permitieron controlar

todas las funcionalidades de la central; otro módulo que se utilizo dentro del microcontrolador fue el Timer 0 para temporizar la asignación del DTMF. Se utilizo la interrupción por cambio del puerto B, en particular en pin RB7, para indicar que la línea externa estaba llamando. En el caso de esta central, siempre que la línea externa llame suena el teléfono interno número uno. Otra interrupción que se utilizo fue la RB0, indicando que el DTMF detecto un número.

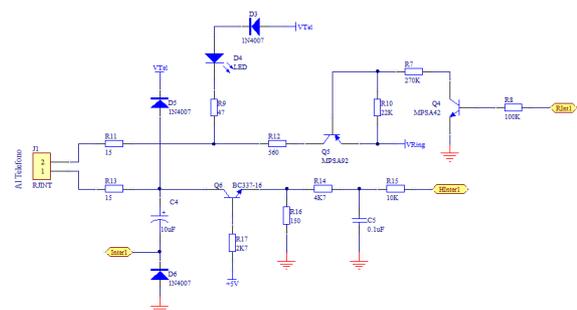


Microcontrolador PIC16F877

Dentro de las características más importantes de este microcontrolador podemos mencionar que posee 8K words de memoria de programa FLASH, 368 Byte de RAM, 5 puertos de I/O, interrupción externa con flanco seleccionable, 4 puertos de interrupción al cambio.

Detector de horquilla

En la siguiente figura vemos el circuito al cual esta conectado cada uno de los teléfonos.

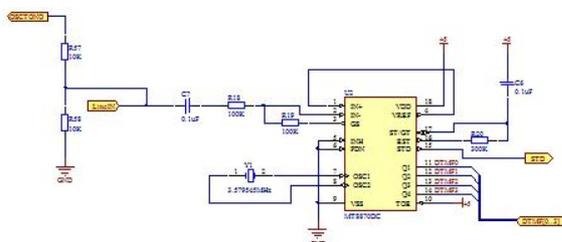


Detector de horquilla levantada

Este circuito, provisto por otro grupo de trabajo de la universidad, es muy importante, ya que nos permite realizar todas las acciones sobre el teléfono, que son: hacer sonar la campanilla, que se reduce a activar la señal "RInt1" con un uno lógico; tomar la señal de audio del teléfono, que es la salida "Inter1"; detectar cuando se levanta la horquilla, que es la señal "HInter1". El LED D4 es una señal visual de que se levanto la horquilla del teléfono, en este caso sería el interno uno.

Circuito DTMF

Este circuito se implemento a partir del integrado CM8870 [2], que es justamente un detector de tonos DTMF. El circuito implementado es el que da la propia hoja de datos como circuito típico de aplicación. El oscilador que figura en el circuito debe ser ese sino no funciona correctamente el integrado. En esta central sólo se tiene un circuito DTMF, por lo que si más de un teléfono requiera este circuito, se asigna éste al primero que lo requiera a los siguientes pasan a una cola de espera de hasta 8 elementos. A medida que se va desocupando el circuito DTMF se va asignando a los restantes de la cola. El teléfono que esta esperando que se desocupe el detector se le asigna una música de espera, indicando que la central esta ocupada.



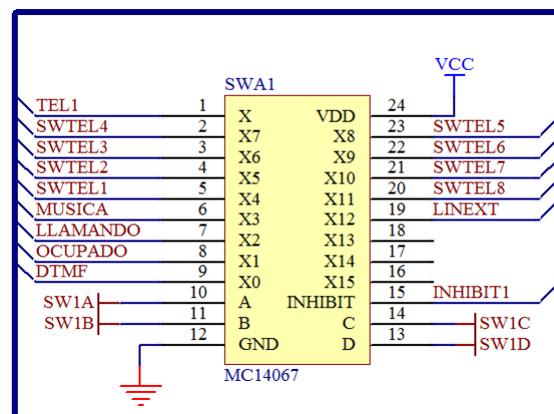
Circuito DTMF

En la imagen anterior se observa como se "suma" la señal de tono a la del DTMF.

Las llaves analógicas

Estas son las encargadas de realizar la operación de conmutación espacial dentro de la central. Es este elemento el que permite darle a la central más posibilidades, o menos, en cuanto a lo que se refiere en comunicaciones, como ser, llamadas en conferencia, varias llamadas en conferencias, llamadas en espera, etc.

En la imagen siguiente se puede observar la llave analógica del primer interno de la central.



Circuito de las llaves analógicas

La frecuencia del Tono

Para establecer la frecuencia del tono, como así también las frecuencias de las señales de ocupado, llamando y la señal de Ring [3], se consideraron los valores que se utilizan en EEUU para la señalización entre la central y el teléfono; los cuales se pueden ver en la siguiente tabla.

USE	FRECUENCIAS (Hz)				POWER (per tone, at exchange)	CADENCE
	350	440	480	620		
Dial	✓	✓			-13dBm0	Continuous
Busy			✓	✓	-24dBm0	0.5sec on, 0.5sec off
Re-Order			✓	✓	-24dBm0	0.2sec on, 0.3sec off ¹ or 0.3sec on, 0.2sec off
Ringing		✓	✓		-19dBm0	2sec on, 4sec off
Call Waiting		✓			-13dBm0	0.3sec on, every 10sec

Frecuencia de los tonos de señalización en EEUU

Los valores de frecuencia que se tomaron en la central fueron los que se muestran en la siguiente tabla. Estos osciladores se implementaron con los integrados LM555 [4].

Parámetro	Tono	Ring	Llamando	Ocupado
Frecuencia Hz	410	19.89	0,218	1
Ra	1,2K	5,6K	330K	1,5M
Rb	15K	33K	1M	1,5M
C	120nF	1uF	4,7uF	470nF
T _{ALTO}	1,26ms	27,04ms	1,17seg	0,5seg
T _{BAJO}	1,17ms	23,23ms	3,40seg	0,5seg

Los valores son aproximados, dado que los cálculos teóricos en los osciladores LM555 difieren de los valores reales que se utilizaron, ajustando siempre a los valores que mejor se escuchaba o que nos parecía mejor, para la función que hacía.

Programa del PIC16F877

La programación del microcontrolador se realizó en C. En la imagen siguiente se observa el bucle principal del programa.

```

ESTADOANT = TOMARPTOB();
/*BUCLE PRINCIPAL PARA LA REVISACION DE LOS TELEFONOS*/
do
{
    ESTADOLIN = TOMARPTOB();
    if (ESTADOLIN != ESTADOANT) //SI HAY ALGUN CAMBIO EN EL ESTADO DE LOS TELEFONOS
    {
        INTER = 1;
        for (FONO=0; FONO<8; FONO++)
        {
            if (bit_test (ESTADOANT,FONO)!=bit_test (ESTADOLIN, FONO))
            {
                COLGO = bit_test (ESTADOLIN, FONO);
                ACTUALFONO (ENTER);
            }
            rotate_left (&INTER,1);
        }
        ESTADOANT = ESTADOLIN;
    }
    //MIRO SI HAY ALGO EN LA COLA DE ESPERA
    ACTUACOLA();
}while(TRUE);

```

Imagen del programa

Como se puede notar, el programa fue armado de forma tal que el microcontrolador este constantemente "mirando" que teléfono cambio de estado. Si hay algún cambio del estado de los teléfonos, reconoce cual es y actúa en consecuencia.

En las variables de los estados actuales (ESTADOLIN) y del estado anterior (ESTADOANT) un bit en alto significa

que en ese teléfono se levanto la horquilla.

El programa de la central ocupó un total de 19% de la memoria RAM y un 32% de la memoria ROM. Esto nos da una idea de que se pueden agregar funcionalidades a la central, dado que hay espacio en la memoria del microcontrolador.

Imágenes de la central



Imagen de la central



Imagen de la central

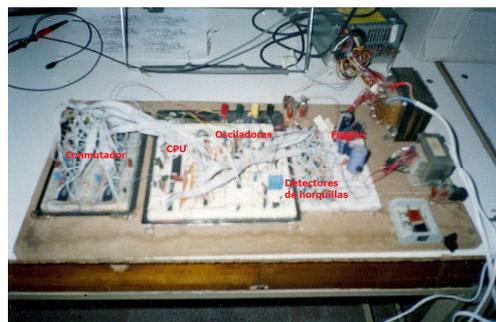


Imagen con las partes de la central

Consideraciones finales

En este trabajo se lograron los objetivos, que fue construir una central de ocho internos y una línea externa. En la presentación del trabajo, que se realizó en la clase de la materia Telefonía, el

docente realizo varias pruebas y los demás alumnos también pudieron probar distintas alternativas. Lo que no se pudo probar fue la línea externa, dado que en la facultad hay una central interna propia, y no teníamos acceso a una línea telefónica directa desde la central de la empresa proveedora del servicio telefónico.

Otro punto que se puede mejorar es el uso del circuito de detección de horquilla levantada, dado que después de la presentación se detecto que con ese circuito se podían hacer más cosas sobre el teléfono, como ser, generar la señal de tono, lo cual reduciría los circuitos de los osciladores, los cuales no se utilizarían, ya que directamente el microcontrolador puede generar la señal de tono, ocupado y llamando; e incluso puede generar los 20 Hz de la

señal de ring, dado que el microcontrolador debe saber en que momento se aplica esta señal, porque la lectura de las horquillas levantadas se debe hacer un tiempo después, muy corto, después de que la señal pasó de bajo a alto.

Referencias

- [1] Link del fabricante: www.microchip.com
- [2] Link del fabricante: www.datasheetcatalog.org/datasheet/calmicro/CM8870.pdf
- [3] <http://www.itu.int/ITU-T/index-es.html>
- [4] Link del fabricante: <http://www.national.com/ds/LM/LM555.pdf>