

RESUMEN

Este trabajo está destinado a ser usado en oficinas donde la tarea de lograr una comunicación telefónica segura es un problema, especialmente por la congestión y sobrecarga del sistema telefónico, a nivel nacional.

El sistema se basa en un microprocesador que permite realizar varias tareas:

- Grabar nombres, apellidos y números telefónicos de personas en una memoria de lectura/escritura, y su correspondiente copia mediante una grabadora de audio, en un cassette.
- Borrar la información grabada de cierta persona, - de tal manera que se pueda recuperar ese espacio de memoria.
- Buscar a la persona en el directorio, mediante el ingreso de sus iniciales.
- Marcar el número telefónico correspondiente, de tal forma que si encuentra ocupada la línea, insista hasta que se logre la comunicación o hasta que no desista.

La ventaja que presenta este sistema sobre los que se encuentran en el mercado, estriba en que se dispone de una memoria cuya capacidad de almacenamiento es de hasta 12K palabras de 8 bits, la cual nos puede facilitar el almacenamiento de un directorio aproximado de 600 personas. Además nos da libertad para desarrollar otras tareas, ya que el sensor que hemos construido le informa al microcomputador si la línea está ocupada, y si esto ocurre, corta la comunicación y reprograma la repetición de la llamada para lograr la comunicación.

INTRODUCCION

Realmente el utilizar un microcomputador en la construcción de cualquier sistema, requiere mucha dedicación pero simplifica la parte circuital. Así, este sistema es un microcomputador basado en un microprocesador 8085A<sup>4</sup>, y contiene además una interfase con la línea telefónica, otra interfase para comunicarse con el usuario, la cual consta básicamente de un teclado y un despliegue visual alfanumérico; y finalmente otra interfase para usarse con la grabadora de cassette.

Básicamente el estudio de este trabajo, se puede dividir en dos partes: la parte circuital y la parte de la elaboración de los programas para que el microcomputador pueda realizar cada una de las tareas específicas.

1.- DISEÑO CIRCUITAL DEL SISTEMA

1.1.- INTERFASE ENTRE EL SISTEMA Y LA LINEA TELEFONICA

Con esta interfase vamos a simular las tareas que realiza el aparato de teléfono, así que enumeremos los dispositivos que debemos construir:

- (1) Necesitamos un dispositivo que simule la acción de levantar el microteléfono (cerrar el circuito Aparato de abonado-Central Telefónica).
- (2) Debemos incorporar un dispositivo que sense los tonos que envía la Central.
- (3) Una vez que se ha obtenido línea, necesitamos - un dispositivo que marque el número telefónico deseado.
- (4) Para controlar el curso de la operación, debemos acoplar al sistema un amplificador de audio.
- (5) Necesitamos un dispositivo que haga saber al microcomputador que la comunicación se ha establecido y que su función ya ha concluido.

Antes de comenzar el análisis de los dispositivos a notemos ciertos aspectos básicos de Telefonía.

Cuando uno descuelga su microteléfono, la Central Telefónica debe enviar tono de marcar. Ver Fig. 1. A. Una vez que hemos marcado el número telefónico

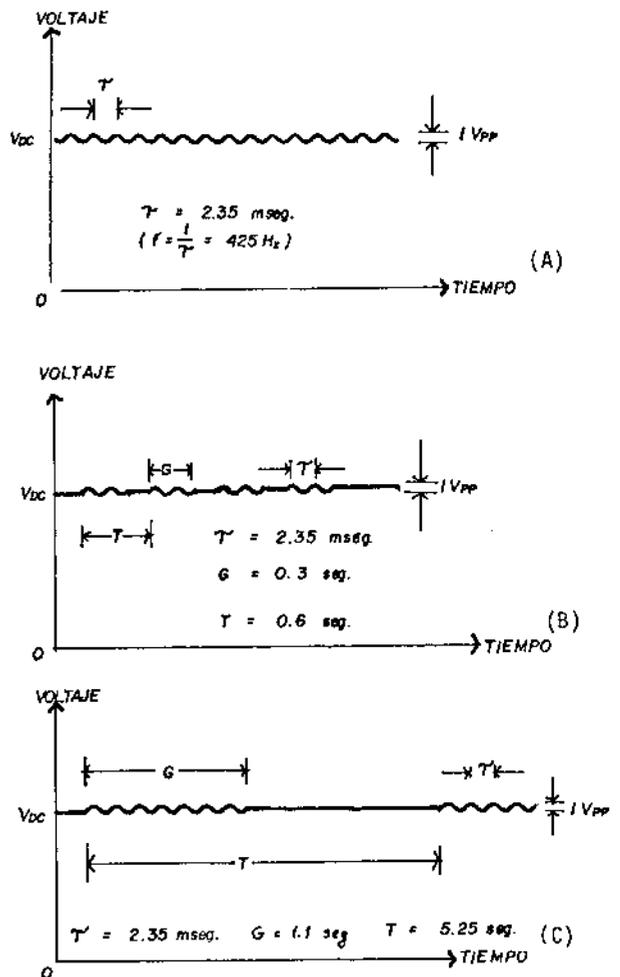


Fig. 1.- Tonos que genera la Central Telefónica.



Fig. 2.- Dispositivo Sensor de Tonos

la Central nos informa el resultado de la llamada, con uno de dos tonos: ocupado (Fig. 1.B), o espera (Fig. 1.C).

Estos tonos están formados básicamente por una onda de 1 V<sub>pp</sub> aproximadamente y de frecuencia 425 Hz, estando esta señal superpuesta sobre un voltaje DC generado por la misma Central.

### 1.1.1.- DISPOSITIVO SENSOR DE TONOS

Hemos basado la construcción de este dispositivo en la utilización del amplificador operacional Norton, debido a que está diseñado para operar con una sola alimentación (en nuestro sistema utilizaremos única mente +5 V).

Este dispositivo tiene por finalidad convertir los tonos de señalización recibidos, en señales a nivel lógico TTL, compatible con el microprocesador, para que éste sepa el resultado de la acción desarrollada y ejecute la tarea adecuada; mediante el acoplamiento de este dispositivo con el programa desarrollado, logramos eliminar señales indeseables contenidas en los tonos de señalización.

El sensor de tonos lo tenemos en la Fig. 2, donde vemos que para acoplarnos a la línea telefónica, y para aislar nuestro sistema de la línea y a su vez eliminar la componente DC, utilizamos 2 condensadores; ver la Fig. 3.A. El uso de ellos nos impone una frecuencia de corte inferior del amplificador diferencial, por lo que su selección es hecha de tal forma que no interfiera con la frecuencia de los tonos que deben ser sensados.

La primera etapa del sensor, es el amplificador diferencial y es el que nos permite eliminar el ruido que se induce en las líneas telefónicas (especialmente 60 Hz); lo hemos polarizado para que sature las semiondas positivas y amplifique las negativas, con una ganancia de 170 veces. El decir que las semiondas positivas se saturan, equivale a decir que el nivel DC de la señal que sale del amplificador, se coloque en +5 V. El motivo de tener una ganancia bastante elevada, se debe a que no siempre los tonos tienen la amplitud de 1 V<sub>pp</sub>; por ejemplo en centrales lejanas, ésta llega como mucho a ser 100-mV<sub>pp</sub>. La salida del amplificador tiene la forma observada en la Fig. 3.B.

La etapa siguiente es un comparador con histéresis, en modo inversor. De esta manera logramos que las semiondas negativas, además de ser invertidas, queden bien conformadas; de igual forma eliminamos todo pequeño ruido que haya logrado pasar por el amplificador diferencial. La forma de la señal que sale de esta etapa la vemos en la Fig. 3.C.

Luego tenemos un integrador, con el cual convertimos la onda proveniente del comparador con histéresis, en un tren de ondas rectangulares. Ver Fig. 3.D. En la realimentación de este integrador, hemos colocado además un reóstato para poder calibrar la sensibilidad de todo el dispositivo.

A continuación hemos colocado un aislador óptico mediante el cual conseguimos entrar en nivel lógico TTL. Antes de ingresar al microprocesador, debemos invertir la señal generada para que ésta quede en fase con el tono, para lo cual colocamos un inversor con histéresis.

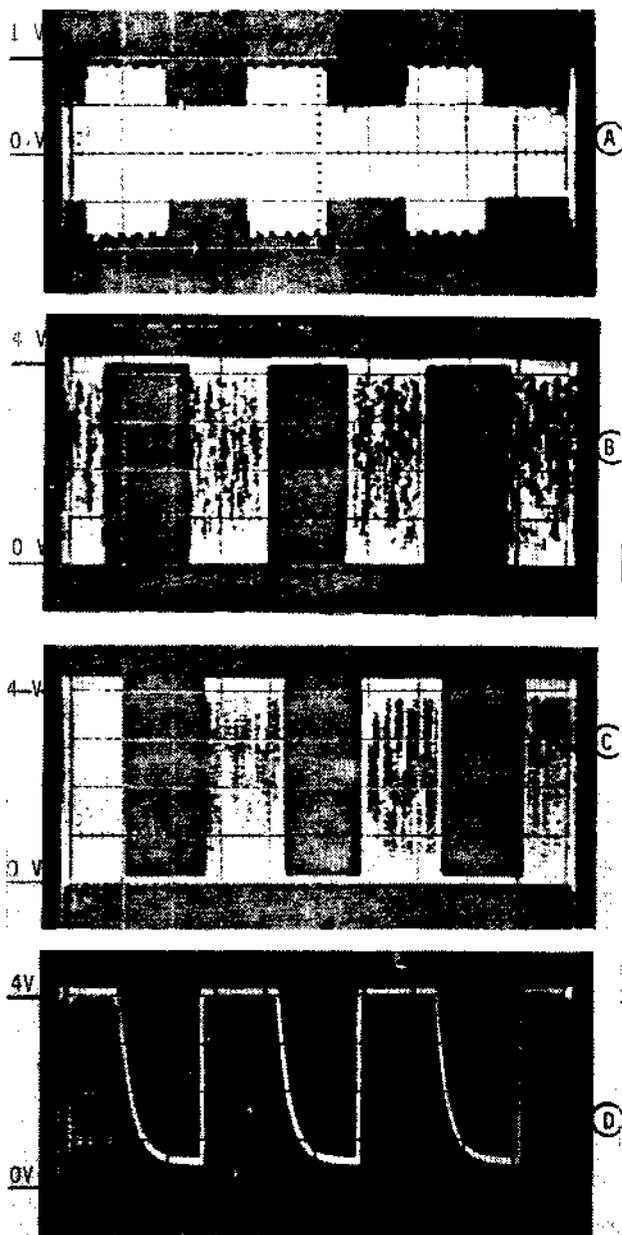


Fig. 3.- Señales que genera el Sensor de Tonos. Ejemplo para el tono de ocupado. Escala: 0,2 seg/div.

### 1.1.2.- AMPLIFICADOR DE AUDIO

Este dispositivo lo incluimos, para que el usuario controle la acción que se está desarrollando, de tal forma que cuando escuche una voz, sepa que la comunicación se ha establecido y que debe levantar el micrófono. El circuito consta básicamente de una etapa acopladora de impedancias, y de un amplificador de potencia.

### 1.1.3.- DISPOSITIVO SENSOR DE DESCOLGADO

Este es usado en el momento que levantamos el micrófono, para que el microcomputador sepa que su misión ha concluido y que debe desenergizar todos -

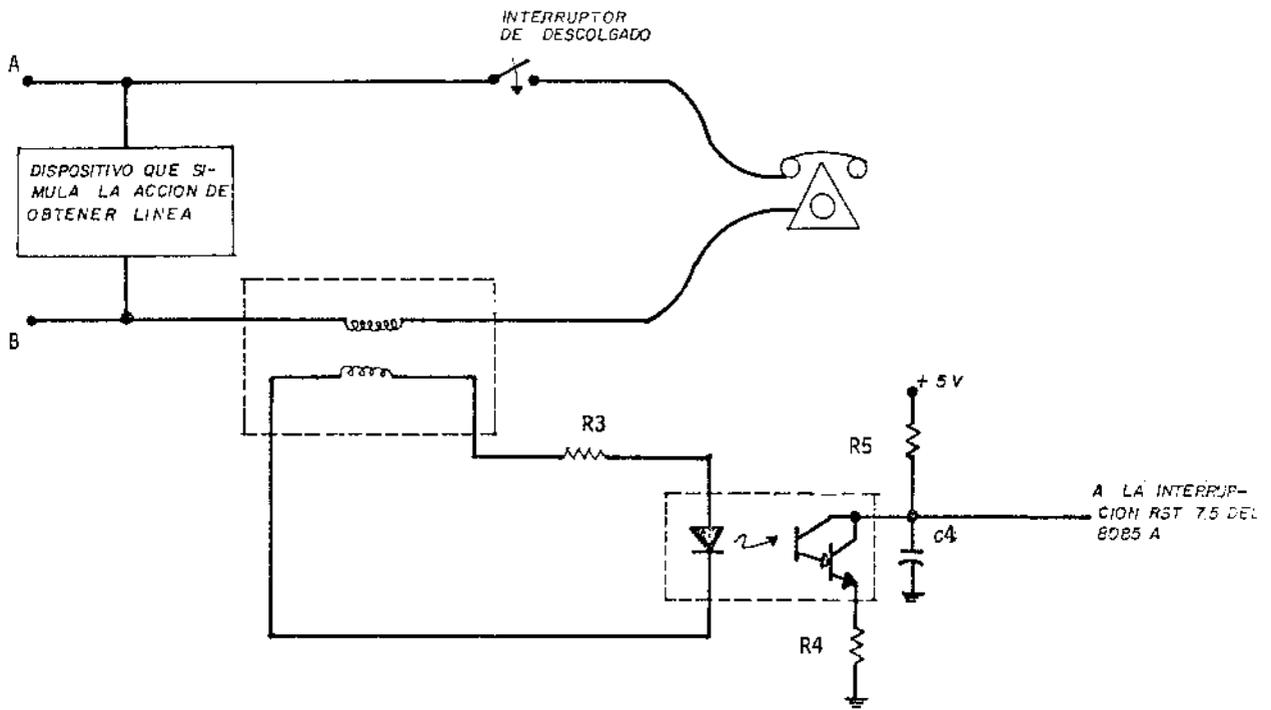


Fig. 4.- Dispositivo Sensor de Descolgado.

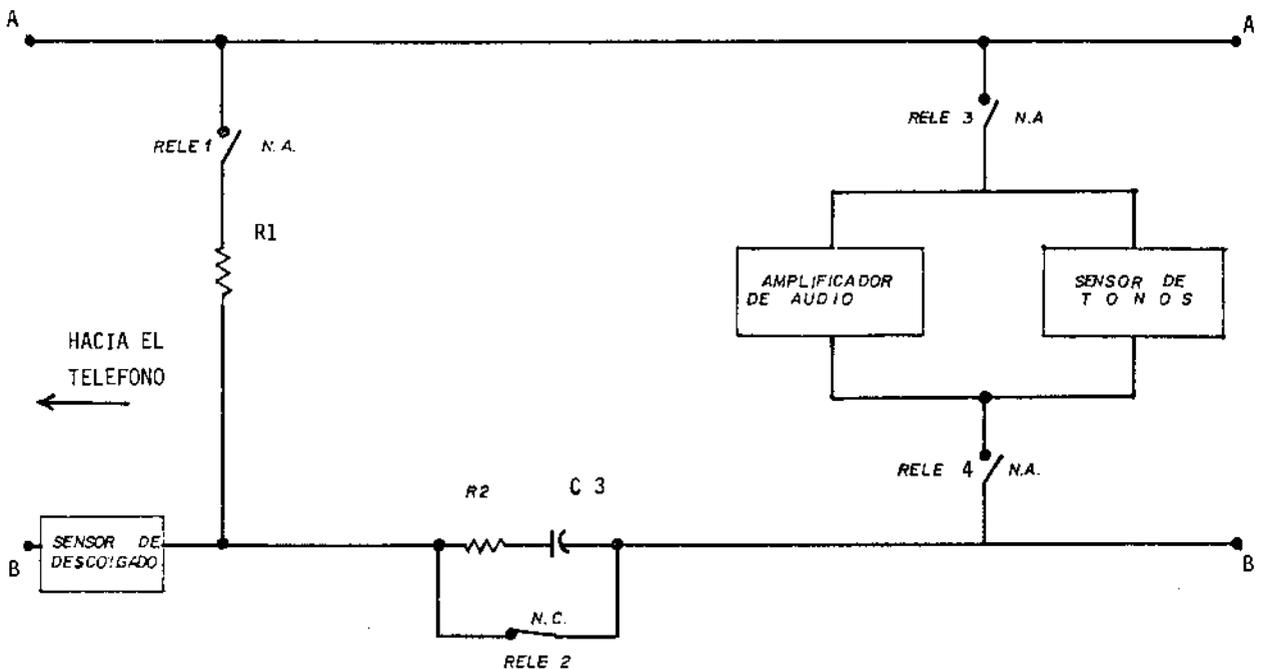


Fig. 5.- Dispositivo Simulador de la Acción del Teléfono.

los dispositivos activados.

En la Fig. 4, tenemos el circuito utilizado, donde observamos que nos valemos de un transformador de audio para aislar los dos sistemas y de un aislador óptico con el cual conseguimos generar la señal a nivel TTL. El circuito está polarizado para que únicamente en transientes pueda responder (o sea el descolgado del microteléfono), y no por las señales de voz, ni de los tonos de señalización.

#### 1.1.4.- DISPOSITIVO QUE SIMULA LA ACCION DEL TELEFONO

Este dispositivo simula mediante la utilización de relés de tecnología DIP, las funciones que realiza el aparato de teléfono. Ver Fig. 5.

El relé #1, NA, simula el levantar el microteléfono (cerrar el circuito Central-Abonado). Cuando éste es activado, pone una resistencia R1, de tal forma que simula la impedancia que presenta el aparato de abonado.

El relé #2, NC, simula el marcar el número telefónico (discar). Los relés 3 y 4, NA, permiten acoplar en el momento deseado tanto el sensor de tonos como el amplificador de audio a la línea telefónica.

## 1.2.- MICROCOMPUTADOR CONTROLADOR DEL SISTEMA

En la Fig. 6, tenemos un diagrama del sistema, el cual como ya dijimos, consta básicamente de un microprocesador 8085A, operado a 6,144 MHz. Tiene un circuito integrado con capacidad para 2K palabras - de memoria de solo lectura, que es el 8755A. Para la memoria de lectura/escritura, tenemos 2 tipos de circuito integrado: el 8155 y el 2114. La memoria del 8155 es de apenas 1/4 K palabras de 8 bits, mas la del 2114 es de 1K palabras de 4 bits.

La memoria del 8155, va a ser usada para almacenar todos los parámetros y banderas que tendremos para el desarrollo de las tareas, mientras que en la memoria del 2114, grabaremos la información de cada persona. Estos circuitos integrados 2114, los organizamos en bancos de 1K palabras de 8 bits, para poder operar con el microprocesador 8085A, pudiendo ampliar estos bancos hasta tener un total de 12K palabras de 8 bits.

Con este objeto hemos incluido en el diseño, un circuito reforzador de las corrientes de la barra de datos, siendo éste el 74LS245.

Para la generación de las barras externas tanto de datos como de direcciones, hemos usado el circuito integrado 74LS373.

El circuito integrado 74LS138, tiene la función de decodificador de direcciones y lo usamos para habilitar los diferentes circuitos integrados del sistema.

### 1.2.1.- EL MICROPROCESADOR 8085A

Este circuito integrado trabaja con 8 bits, y tiene 4 niveles de interrupción de reconocimiento propio, y 2 puertas para entrada y salida de datos en serie las cuales las usamos con la interfase de cassette. Este genera los 8 bits menos significativos de la barra de direcciones multiplexada con los 8 bits de la barra de datos.

Los 4 niveles de interrupción los usamos en el sistema, teniendo cada uno de ellos un orden de prioridades. La interrupción de mayor jerarquía es TRAP, la cual la usaremos para casos en que ocurre algún evento no deseado; ésta es comandada desde el teclado por una tecla especial. La interrupción siguiente en el orden de jerarquía, es RST 7.5, la cual es activada por el sensor de descolgado. Luego tenemos RST 6.5, la cual va a ser activada cada vez que presionemos una tecla para ingresar cualquier dato a la memoria. RST 5.5 es usada por el temporizador del sistema.

### 1.2.2.- EL CIRCUITO INTEGRADO 8755A

Este es compatible con el 8085A, ya que internamente demultiplexa la barra de direcciones. Como ya dijimos contiene memoria de solo lectura de 2K palabras, y 2 puertas programables por bit, de 8 bits - cada una.

Utilizando 4 bits de una puerta controlamos todos los relés. O sea dedicamos un bit para cada bobina de relé. Otro bit lo dedicaremos para que reciba la salida del sensor de tonos. Un sexto bit, usaremos para comandar un diodo LED, el cual sirve como indicador cuando el sistema está insistiendo en una llamada.

### 1.2.3.- EL CIRCUITO INTEGRADO 8155

Este también es compatible con el 8085A, y tiene capacidad para 256 palabras de memoria de lectura/escritura; contiene además un temporizador y 3 puertas, siendo 2 de ellas de 8 bits cada una y la otra de 6 bits.

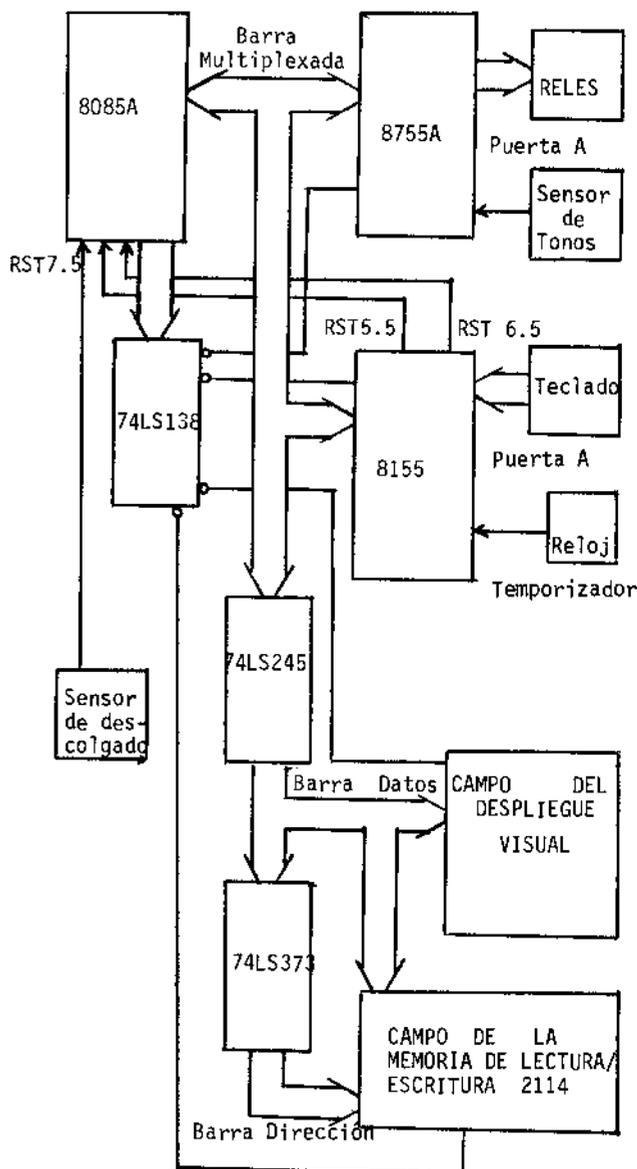


Fig. 6.- Sistema Microcomputador.

El teclado está conectado a una de las puertas de 8 bits; cada vez que se presiona una tecla, se genera el dato correspondiente en código ASCII, y al mismo tiempo un pulso indicador de que existe un dato en la puerta de salida del teclado. Este pulso es recibido por el bit 0 de la puerta de 6 bits, el cual al ser detectado, hace que se origine una señal de interrupción mediante RST 6.5.

El temporizador que es programable mediante el uso de los programas, lo activamos utilizando un reloj externo. Cada vez que llegue a la cuenta final, genera una señal de interrupción, la cual se conecta a RST 5.5.

### 1.3.- INTERFASE ENTRE EL USUARIO Y EL SISTEMA

Esta interfase consta básicamente de un teclado y un despliegue visual alfanumérico. Ambos están diseñados para operar en código ASCII.

### 1.4.- INTERFASE ENTRE EL SISTEMA Y LA GRABADORA DE CASSETTE

Utilizando las puertas de entrada y salida de datos en serie, que posee el microprocesador 8085A, podemos conectar al sistema la interfase para cassette.

Esta interfase está diseñada para operar con el microprocesador 8085A y la obtuvimos del manual INTEL, ya que su utilización es directa. Mediante dos teclas especiales que tenemos en el teclado, podemos comandar ya sea para grabar de la memoria del sistema hacia el cassette, o viceversa.

El uso de esta interfase lo hemos incluido para los casos en que la energía eléctrica que alimenta al sistema se corte; así podemos proteger la información almacenada en memoria.

## 2.- PROGRAMA REQUERIDO PARA REALIZAR LAS TAREAS ESPECÍFICAS

### 2.1.- CONSIDERACIONES NECESARIAS

Antes de analizar la forma como se realiza cada tarea, establezcamos ciertas consideraciones.

La memoria de solo lectura del circuito integrado - 8755A, comienza desde la dirección 0000 y ocupa hasta 07FF, debido a que su capacidad es de 2K palabras. A continuación tenemos la memoria de lectura/escritura del 8155, la cual la usaremos exclusivamente para almacenar la pila, las banderas, contadores y registros que servirán de ayuda en la ejecución de cada tarea, ya que su capacidad está limitada a 256 palabras solamente.

A continuación tenemos todo el campo de la memoria de lectura/escritura en base del circuito integrado 2114, dedicado este campo a almacenar la información referente para cada persona. Este campo abarca desde la dirección 1000, hasta 3FFF, siendo todos los bancos de 1K palabras, direccionados por el decodificador de direcciones.

### 2.2.- ELABORACION DE LOS PROGRAMAS DESTINADOS A REALIZAR CADA UNA DE LAS TAREAS

Cada sección será una subrutina independiente aunque todas dependerán de un programa principal.

#### 2.2.1.- PROGRAMA PRINCIPAL

Mediante el programa principal, inicializamos las puertas del teclado, y el puntero de pila, colocamos el puntero de datos en la primera dirección de la memoria destinada a almacenar la información de las personas y habilitamos únicamente la interrupción del teclado. Una vez que ejecuta todas estas tareas, el sistema queda en espera de una interrupción del teclado para poder comenzar una tarea.

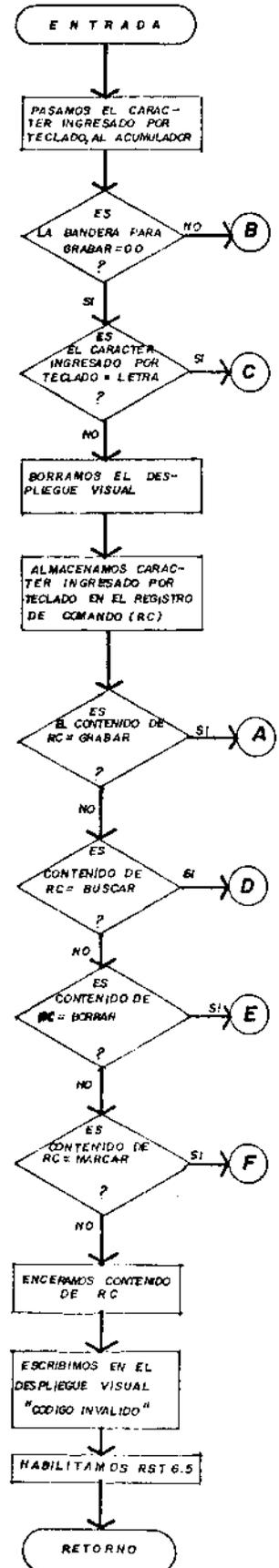
#### 2.2.2.- INTERRUPTCION DEL TECLADO

El diagrama de flujo pertinente lo tenemos en la Fig. 7, donde podemos observar que el algoritmo elaborado nos permite discriminar el tipo de tecla presionada.

El dato proveniente del teclado, lo pasamos al acumulador del microprocesador. Mediante la bandera para grabar (BG), activada por la tecla GRABE, cualquier dato ingresado, pasará directamente a la subrutina Grabar. Si BG no está activada, se investiga si el dato ingresado es letra, para que pase directamente a la subrutina Buscar; en caso de que no lo sea, entra a la sección de discriminación del tipo de comando. Si no es comando alguno, se lo reconoce como código inválido.

#### 2.2.3.- SUBROUTINA GRABAR

Para comenzar a grabar en memoria, debemos primeramente presionar la tecla GRABE, para activar BG, y actualizar el tope de datos. A continuación ingresamos la información Nombre, Apellido y Número Telefónico, de cada persona siguiendo ese orden.



- A: inicialización de la Subrutina GRABAR
- B: Subrutina GRABAR
- C: inicialización de la Subrutina BUSCAR
- D: Subrutina BUSCAR
- E: Subrutina BORRAR
- F: Subrutina MARCAR

Fig. 7.- Interrupción del Teclado.

Para separar cada una de las secciones que conforma la información de cada persona, utilizamos la tecla ESPACIO. Podemos grabar datos de personas en serie separándolos con la tecla COMA (,), y una vez que culminemos la grabación, presionamos la tecla FIN.

Podemos agregar que el despliegue visual lo usamos para controlar la grabación, ya que todo carácter que ingresemos en la grabación, pasa directamente a la memoria del sistema y al despliegue visual. Si cometemos algún error en la grabación, podemos corregirlo presionando una tecla destinada para la corrección.

#### 2.2.4.- SUBROUTINA BUSCAR

Esta subrutina nos permite localizar a una persona del directorio telefónico, ingresando por teclado, únicamente sus iniciales del nombre y apellido, seguidas de la tecla BUSQUE.

El algoritmo empleado, permite localizar a la primera persona que tenga esas iniciales, y que esté grabada en el directorio, y si no corresponde a la persona que buscamos, presionamos nuevamente la tecla BUSQUE, hasta que efectivamente observemos el nombre y apellido de la persona buscada, en el despliegue visual. En caso de que no se encuentre grabado en memoria, se leerá un mensaje en el despliegue visual, el cual dice "No está Grabado".

#### 2.2.5.- SUBROUTINA BORRAR

Esta subrutina nos permite borrar de la memoria los datos de una persona. Para ejecutar esta subrutina debemos primeramente ubicar a la persona en memoria mediante la subrutina Buscar.

Una vez que tenemos la información de la persona en el despliegue visual, presionamos la tecla BORRE, y toda la información referente a dicha persona se borra, tanto de la memoria como del despliegue visual con la particularidad de que ese espacio de memoria se recupera, y queda listo para ser utilizado en una nueva grabación.

De acuerdo a lo dicho, vemos que no importa la longitud de la información de cada persona, ya que la forma como borramos, es desplazando la información de las personas subsiguientes a la que ha sido borrada del directorio, para que pasen a ocupar el espacio de memoria dejado por la información inmediata superior.

#### 2.2.6.- SUBROUTINA MARCAR

Antes de ejecutar esta subrutina, debemos primeramente ubicar a la persona en la memoria, mediante la subrutina Buscar, para tener su información en el despliegue visual. Esta subrutina agrupa 3 funciones especiales que son: Obtener línea, Marcar el número telefónico correspondiente y Sensar los tonos que nos envía la Central. Todo esto lo realizamos presionando la tecla MARQUE.

En caso de que se encuentre ocupada la línea, o si la llamada no se concreta, el algoritmo desarrollado hace que la secuencia de las 3 funciones especiales quede programada y las repite al cabo de un retardo de tiempo prefijado. Hemos creído conveniente el fijar el retardo de tiempo para repetir una llamada telefónica, en 30 segundos.

Para realizar la primera función, o sea obtener línea, energizamos tanto el relé #1, con el cual cerramos el circuito Central-Abonado, y los relés 3 y 4 para acoplar el sensor y el amplificador. Podemos obtener una de tres posibilidades, de las señales a recibir: Tono de marcar, Tono de ocupado o que la Central no nos envíe respuesta. Para evitar el último caso, hemos desarrollado un algoritmo que

espera 30 segundos, y en caso de que la Central no nos envíe tono alguno, corta la llamada.

Si obtenemos algún tono, esperamos 3 segundos y procedemos a discriminar el tono obtenido. Si el tono es de marcar (Fig. 1.A), el sensor generará una señal de nivel alto continua; si sensa tono de ocupado, generará una señal alternada de tal forma que al cabo de 3 segundos, habrá contado 6 cambios de nivel, aproximadamente.

La segunda función es la de marcar el número telefónico, acción que se realiza energizando el relé #2 tantas veces de acuerdo con cada dígito del número telefónico que se marca.

La tercera función es la de discriminar el tono recibido, después de haber marcado el número telefónico. Nuevamente podemos obtener una de tres posibilidades: Tono de espera, Tono de ocupado o que la Central no nos envíe respuesta alguna.

Para evitar la tercera posibilidad, repetimos el algoritmo anotado en la primera función, o sea la espera de los 30 segundos. Si sensamos algún tono repetimos el mismo proceso, o sea contar los cambios de nivel, pero sin ponerle un tope de tiempo, sino tope al contador; hemos fijado el tope en 16. Esto corresponde a 8 períodos, lo que para el tono de ocupado se traduce en una espera de 5 segundos aproximadamente, mientras que para el tono de espera, se da en 40 segundos.

Si la comunicación que está siendo controlada mediante el amplificador de audio, es exitosa, procedemos a descolgar el microteléfono para conversar, lo cual es detectado por el sensor de descolgado, y le envía la señal al microprocesador de que la operación ya ha concluido y que debe desenergizar todos los dispositivos activados.

En caso de que no se logre concretar la llamada, el sistema corta la llamada y deja programada la repetición de la misma en un tiempo de 30 segundos. El sistema insiste en la repetición de la llamada por 2 veces, y si al cabo de la tercera vez, no se concreta la llamada, el sistema actúa como si su operación hubiese concluido. Es importante destacar de que podemos insistir mas veces, presionando nuevamente la tecla MARQUE.

#### 2.2.7.- SUBROUTINA PARA TRABAJAR CON LA INTERFASE DE CASSETTE

Podemos tener dos tipos de operación: Grabar de la memoria del sistema hacia el cassette, o del cassette a la memoria del sistema.

Lo que perseguimos básicamente con esta subrutina, es comandar la interfase de cassette, para tener almacenados tanto los valores de los parámetros, como la información de las personas, en un cassette. Su utilización está regida exclusivamente para casos de falla de alimentación de energía, ya que las memorias de lectura/escritura es volátil.

Para grabar hacia el cassette, presionamos la tecla TAPE, mientras que para el proceso inverso, lo hacemos con la tecla ~~TAPE~~, estando ambas en el teclado utilizado.

#### CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo, pudimos darnos cuenta de que el sistema telefónico nacional es deficiente, tanto en momentos de congestión, como en su lentitud para el tiempo de respuesta de la Central.

Respecto del trabajo, podemos recomendarlo para ser utilizado en una oficina donde es una pérdida de

## REFERENCIAS

- (1) LARSEN, TITUS, y TITUS. 8085A COOKBOOK. H. Sams. 1980.
- (2) LINEAR HANDBOOK. NATIONAL SEMICONDUCTOR. 1980.
- (3) MCS 80/85 FAMILY USER'S MANUAL. INTEL. 1981.

tiempo valioso el tratar de comunicarse con una persona. Mas aún, su costo es bajo con relación a la gran ventaja que brinda. Así, podemos justificar su desarrollo.

El sistema desarrollado se encuentra actualmente en la Escuela Politécnica del Litoral, y se lo está ensamblando en forma definitiva para su instalación en la Dirección del Departamento de Ingeniería Eléctrica.



DEL POZO, JUAN F. Nació en Esmeraldas, el mes de Mayo de 1944. Realizó estudios superiores en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, donde obtuvo el grado de Ingeniero en Electricidad en el año de 1968. En Alemania Occidental realizó estudios de Post-Grado en la Escuela Técnica Superior de Aachen en el período comprendido entre 1969 y 1971. Obtuvo el Masterado en Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Missouri en Rolla, EE.UU. en 1978. Actualmente es Profesor Principal del Departamento de Ingeniería Eléctrica en la ESPOL.



YAPUR, MIGUEL. Nació en Guayaquil, en Septiembre 1º de 1957. Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, donde obtuvo el título de Ingeniero en Electricidad en la especialidad Electrónica, en 1983. Ha trabajado por más de un año en la aplicación de los microprocesadores en Telefonía. Es Miembro del IEEE.