



“SISTEMA DE CENTRAL TELEFÓNICA”

---

# Proyecto Final

---

*Autores:*

Alan Eduardo Gamboa Del  
Ángel  
Maite Paulette Díaz Martínez

*Profesor:*

Dr. Carlos Hernandez Mejía

03 de Noviembre 2022

# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Planteamiento del Problema</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2. Marco Teórico</b>  | <b>5</b>  |
| 2.1. Señalización . . . . .  | 5         |
| 2.2. Multifrecuencia de Tonos Duales - DTMF( <i>Dual-Tone Multifrequency</i> ) . . . . . | 6         |
| 2.3. Teléfono . . . . .  | 7         |
| 2.4. Central Telefónica . . . . .  | 8         |
| <b>3. Propuesta de Solución</b>  | <b>9</b>  |
| 3.1. Diseño . . . . .  | 10        |
| 3.1.1. Componentes . . . . .   | 11        |
| <b>4. Implementación</b>   | <b>16</b> |
| 4.1. Resultados . . . . .  | 20        |
| <b>5. Conclusiones</b>   | <b>23</b> |
| <b>6. Bibliografía</b>   | <b>24</b> |

## Índice de figuras

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Tabla Multifrecuencia de Tonos Duales . . . . .       | 6  |
| 2.  | Teléfono . . . . .                                    | 7  |
| 3.  | Asignación del número a la línea telefónica . . . . . | 9  |
| 4.  | Esquemático . . . . .                                 | 10 |
| 5.  | Esquemático . . . . .                                 | 10 |
| 6.  | Módulo MT8870 . . . . .                               | 11 |
| 7.  | Módulo MT8870 . . . . .                               | 11 |
| 8.  | Diodo 1N4001 . . . . .                                | 12 |
| 9.  | Diodo 1N4001 . . . . .                                | 13 |
| 10. | Relevador RAS-0510 . . . . .                          | 14 |
| 11. | Relevador RAS-0510 . . . . .                          | 14 |
| 12. | Módulo Arduino . . . . .                              | 15 |
| 13. | Decodificador . . . . .                               | 16 |
| 14. | Circuito Preliminar . . . . .                         | 17 |
| 15. | Circuito Final . . . . .                              | 20 |
| 16. | Circuito Final . . . . .                              | 21 |
| 17. | Circuito Final . . . . .                              | 22 |

## Índice de tablas

## 1. Planteamiento del Problema

Se requiere diseñar e implementar una central telefónica que cuente con seis líneas telefónicas y que estas tengan una distancia máxima entre ellas de 10 m. Además deberán realizar algún tipo de señalización al momento de la marcación y llamada.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Señalización

La señalización se refiere al uso de señales para el control de las comunicaciones. Esta se encarga del intercambio de información y gestión de la red. Se utiliza el envío de una señal desde el extremo de transmisión de un circuito de telecomunicación para informar a un usuario en el extremo receptor que se va a enviar un mensaje.

Existen distintos tipos de señalización:

- **Señalización en Banda**

En la PSTN, es el intercambio de información de control de llamadas dentro del mismo canal que usa la llamada telefónica. Un ejemplo de esta señalización es la marcación por tonos la cual es usada en las líneas telefónicas de los suscriptores.

- **Señalización Fuera de Banda**

Este tipo de señalización requiere un canal dedicado separado. Esta señalización ha sido empleada desde el surgimiento del sistema de señalización n° 6 en el año 1970 y en su sucesor, el SS7, el cual, desde entonces, se convirtió en el estándar de señalización en la mayoría de las centrales telefónicas.

- **Señalización de Línea**

Se refiere a la transmisión de información sobre el estado de la línea o canal, como el teléfono colgado, descolgado, la corriente de timbre y el rellamado.

- **Señalización de Registro**

La señalización de registro tiene que ver con la transmisión de información de direccionamiento, tales como los números telefónicos de origen y destino. En los primeros días de la telefonía, en las centrales telefónicas operadas por telefonistas, la información de direccionamiento se suministraba en forma hablada, mientras que en la primera mitad del siglo XX, esta información era provista por un teléfono con un disco de marcar, que divide la corriente de línea en pulsos, cuyo número transporta la dirección. Por último, a partir de la segunda mitad del siglo, la señalización de dirección es por marcación por tonos.

- **Señalización Asociada al Canal**

La señalización asociada a canal (CAS) emplea un canal de señalización que está dedicado a un canal portador específico.

- **Señalización por Canal Común**

La señalización de canal común (CCS) emplea un canal de señalización que transmite información de señalización relativa a múltiples canales portadores. Por tanto, estos canales portadores tienen su canal de señalización en común. Los mensajes de señalización deben llevar identificación del canal al que pertenecen.

## 2.2. Multifrecuencia de Tonos Duales - DTMF (*Dual-Tone Multifrequency*)

Es una tecnología de telecomunicaciones para transferir información entre dispositivos telefónicos centrales telefónicas y de conmutación mediante tonos de audio en banda enviados a través de frecuencias de voz. En pocas palabras, la señalización DTMF traduce los tonos audibles de presionar las teclas en los teclados de los teléfonos en información legible que las empresas de telecomunicaciones utilizan para procesar las llamadas telefónicas entrantes.

Como sugiere el nombre, la señalización multifrecuencia de dos tonos utiliza una combinación de ocho frecuencias de audio transmitidas en pares para representar dieciséis señales, representadas por los diez dígitos numéricos, las letras de la A a la D y los símbolos # y \*. Las claves A, B, C, D, terminaron cayendo de los teléfonos de escritorio de los consumidores y se utilizan principalmente en equipos de radio y controles de redes internas de las compañías telefónicas.

| Column → | 1209 Hz | 1336 Hz | 1477 Hz | 1633 Hz |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| Row ↓    |         |         |         |         |
| 697 Hz   | 1       | 2       | 3       | A       |
| 770 Hz   | 4       | 5       | 6       | B       |
| 852 Hz   | 7       | 8       | 9       | C       |
| 941 Hz   | *       | 0       | #       | D       |

Figura 1: Tabla Multifrecuencia de Tonos Duales

DTMF funciona asignando ocho frecuencias de audio diferentes a las filas y columnas del teclado. Cada fila de marcación está definida por una frecuencia de tono bajo y cada columna por una frecuencia de tono alto. Cuando se presiona una tecla correspondiente a un número o símbolo, el teléfono genera un tono que combina simultáneamente señales de alta y baja frecuencia. Este par de señales único se transmite luego a la central local y se decodifica para determinar qué número se marcó y cómo enrutar la llamada de manera apropiada. DTMF se puede transmitir a través de líneas telefónicas activas, Internet y una radio.

La función principal de la señalización multifrecuencia de dos tonos es identificar el número marcado y la información de proceso de los clientes.

## 2.3. Teléfono

El teléfono es un dispositivo de telecomunicación creado para transmitir señales acústicas a distancia por medio de señales eléctricas.



Figura 2: Teléfono

A continuación se listan las partes que componen un teléfono

- **Auricular**

Se trata de una bocina que tiene un pequeño imán de forma permanente al cual se conecta un diafragma. En esta parte la señal eléctrica es transformada en energía acústica, lo cual ofrece la voz al oído.

- **Bocina**

Se trata del micrófono que permite hablar durante la llamada. Contiene un carbón que transforma las vibraciones acústicas en cambios de resistencia, que generan alteraciones en la corriente eléctrica del lazo local.

- **Campana**

Esta se conecta directamente al trenzado local del lazo con dirección a la central telefónica. Es desde esta central donde se produce una señal cuando se recibe una llamada, lo cual hace que la campana suene.

- **Bobina Híbrida**

Se trata de un devanado que funciona como un transformador que recibe y transmite en solo un par de conductores.

- **Circuitos de Marcación**

Es a través de esta parte del teléfono donde el usuario puede introducir el número de teléfono a donde desea llamar. Estos circuitos han cambiado a través de los años, por ejemplo: en



un principio contaba con un sistema de pulsos por discado y hoy día se usa un sistema de marcación por tonos o sistema de multi-frecuencia, donde se muestran botoneras que muestran los números a marcar.

- **Teclado DTMF** Se trata de cuatro teclas adicionales al sistema de marcación, el cual ofrece aplicaciones especiales.
- **Interruptor de Gancho** Se encarga de mantener el control del dispositivo que actúa a través del auricular del teléfono. Con este se abre o cierra los circuitos que hacen operar el teléfono, donde el auricular se mantiene en reposo cuando es colocado en este gancho.

## 2.4. Central Telefónica

Una central telefónica es el lugar (puede ser un edificio, un local, una caseta, o un contenedor) utilizado por una empresa operadora de telefonía donde se alberga el equipo de conmutación y las demás instalaciones necesarias para la operación de las llamadas telefónicas. Aquí se establecen conexiones entre los lazos de los abonados, bien directamente o bien mediante retransmisiones entre centrales, de la señal de voz.

Los elementos que componen a una central telefónica son:

- Equipo de Conmutación
- Equipo de Transmisión entre centrales(pueden utilizar cable coaxial o fibra óptica)
- Distribuidor General
- Equipos de alimentación eléctrica
- Baterías de apoyo y grupo electrógeno de emergencia
- Sótano o túnel

### 3. Propuesta de Solución

#### Central Telefónica

Se propone realizar una central telefónica haciendo uso de los relevadores, los cuales conmutan dependiendo el origen y destino de la llamada, se propone un único canal, el cual estará ocupado por los abonados en llamada.

#### Señalización

Para dar señalización hacia el abonado que se desea llamar, se utilizará un decodificador de tonos el cual leerá el dígito presionado y como salida entrega un número binario de 4 bits. El usuario presionará dos dígitos que indicarán el origen y el destino. La salida de 4 bits del decodificador se utilizará como entrada hacia el Arduino Uno, el cual tendrá como función relacionar el número marcado hacia la línea correspondiente, con el fin de realizar la conmutación. Se tendrán 6 salidas las cuales corresponderá a cada una de las 6 líneas del circuito. Para poder finalizar la llamada se presionará el dígito 0 en cualquiera de los abonados en llamada. Lo cual liberará el canal.

La siguiente tabla muestra la asignación del número a cada línea telefónica:

| Dígito | Número Binario | Línea            |
|--------|----------------|------------------|
| 1      | 0001           | 1                |
| 2      | 0010           | 2                |
| 3      | 0011           | 3                |
| 4      | 0100           | 4                |
| 5      | 0101           | 5                |
| 6      | 0110           | 6                |
| 0      | 1010           | Finaliza llamada |
| Otro   | XXXX           | -                |

Figura 3: Asignación del número a la línea telefónica

### 3.1. Diseño

Para el diseño del circuito se utilizó Smartdraw el cual es una herramienta en línea para realizar esquemas eléctricos. A continuación se presenta el diseño del circuito implementado.

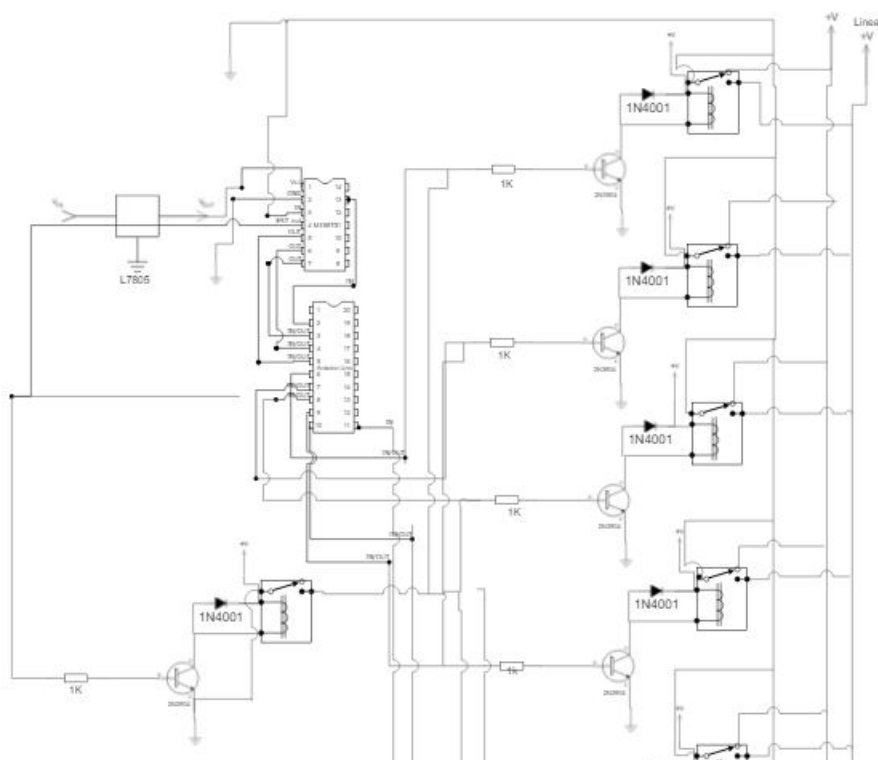


Figura 4: Esquemático

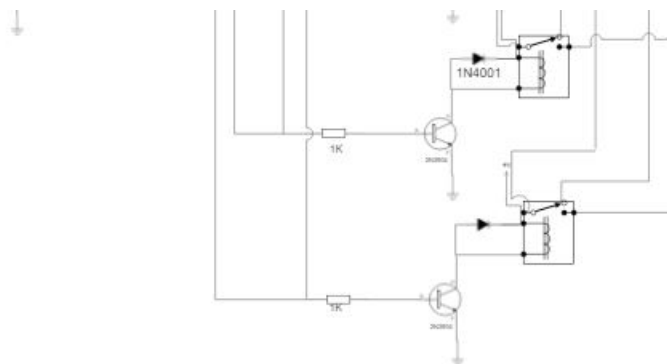


Figura 5: Esquemático

### 3.1.1. Componentes

#### ■ Módulo MT8870



Figura 6: Módulo MT8870

- **Descripción**

El módulo MT8870 decodifica las señales DTMF desde una fuente de audio y es adecuada para aplicaciones de monitoreo remoto, contestadores telefónicos y mucho más. El módulo MT8870 es un chip decodificador DTMF bajo dispositivo de potencia. Es un receptor DTMF completo que integra tanto el filtro divisor de banda y las funciones de decodificación digital. Este módulo es adecuado para las interfaces de módem, radios móviles y otras aplicaciones relacionadas con DTMF.

- **Características**

- Chip decodificador de frecuencias MT8870
- Interfaz de entrada de Audio
- Luces para indicación de estado de salida LED
- Tamaño de PCB: 26,5 x 24,5 mm

#### ■ 2N3904 Transistor BJT NPN



Figura 7: Módulo MT8870

- **Descripción** El 2N3904 es un dispositivo electrónico de estado solido de unión bipolar BJT por sus siglas en inglés (Bipolar Junction Transistor) que utiliza las propiedades del silicio para amplificar señales de voltaje o corriente. Este transistor es de tipo "NPN", formado por dos capas de material tipo "N", separadas por otra de tipo "P". El 2N3904 esta protegido por un encapsulado de plástico color negro conocido como TO-92 y cuenta con 3 pines que son base, colector y emisor, donde el emisor se encarga de emitir o inyectar electrones, la base permite transferir o pasar los electrones y el colector se encarga de coleccionar electrones.
- **Características**
  - Tensión VEBO Máxima Emisor-Base: 5 V
  - Corriente del Colector Ic: 200 mAdc

#### ▪ Diodo Rectificador 1N4001



Figura 8: Diodo 1N4001

- **Descripción**

El diodo 1N4001 es un componente electrónico semiconductor, regularmente están fabricados de silicio o germanio, su función principal es permitir la circulación de la corriente en un solo sentido en circuitos de propósito general y aplicaciones de baja potencia.

El diodo 1N4001 se utiliza regularmente como rectificador de señales en fuentes de alimentación de CA a CD, multiplicadores y recortadores de voltaje, protección de circuitos y mucho más.
- **Características**
  - Tensión Máxima : 35 Volts
  - Corriente de rectificación: 1A
  - Capacitancia total: 15pF
  - Temperatura de operación -65° a 150°

## ■ Regulador de Voltaje L7805



Figura 9: Diodo 1N4001

- **Descripción**

Es un regulador de voltaje lineal positivo con voltaje de salida de 5V DC y corriente de salida máxima 1.5A. Tiene un encapsulado de TO-220 de tres pines. Sirve para suministrar voltaje constante de 5V a partir de un voltaje de entrada mayor que puede ser mínimo 7V y máximo 35V, recomendable ingresar voltaje de entrada 18V DC. Ideal para utilizarlo en proyectos y prácticas de electrónica. Puedes integrarlo en placas de pruebas como protoboards, placas PCBs, fenólicas así como tener el repuesto ideal si se ha dañado tu regulador de voltaje.

- **Características**

- Voltaje de Entrada: Min:7V, Máx:35V
- Voltaje de Salida Min: 4.8V, Máx: 5.2V
- Corriente de Salida Máx: 1.5A
- Número de pines: 3 Pines

## ■ Jumpers macho hembra



Figura 10: Relevador RAS-0510

Un jumper o saltador es un elemento que permite cerrar el circuito eléctrico del que forma parte dos conexiones. La función del cable macho-hembra es con frecuencia usado en el tablero protoboard haciendo posible la conexión de dos elementos, uno ingresado en dicho tablero y el extremo opuesto al sensor (normalmente). Se conoce como macho-hembra debido al fragmento que sobresale de un extremo del cable y la superficie creada para el ingreso de un pin.

- **Relevadores 5v10A RAS-0510**

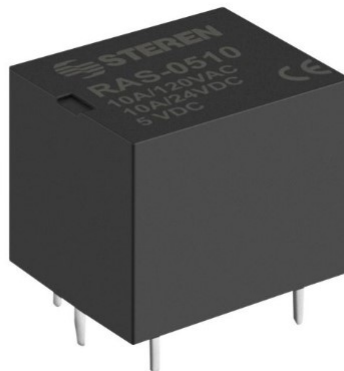


Figura 11: Relevador RAS-0510

- **Descripción**

Un relevador, también conocido como relé o relay, es un interruptor cuyo control corre por cuenta de un circuito eléctrico. a través de una bobina y un electroimán incide sobre diversos contactos para la apertura o el cierre de otros circuitos, que funcionan de manera independiente. Lo que hace la bobina es crear un campo magnético que lleva los contactos a establecer una conexión. El electroimán, por su parte, permite el cierre de los contactos. De esta forma, el relevador actúa como un interruptor que puede fomentar el paso de la corriente eléctrica o su interrupción.

- **Características**

- Voltaje de Bobina: 5VCD
- Corriente de Contacto: 10A
- Tensión de contacto VAC: 120VAC/ 10A
- Número de pines:5

- **Módulo Arduino**

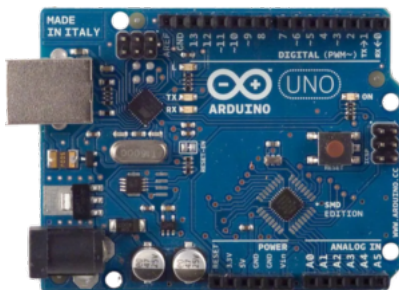


Figura 12: Módulo Arduino

- **Descripción**

Arduino es una plataforma de electrónica «open-source» o de código abierto cuyos principios son contar con software y hardware fáciles de usar. Básicamente lo que permite esta herramienta es la generación de infinidad de tipos de microordenadores de una sola placa, que luego pueden tener una amplia variedad de usos según la necesidad de la persona que lo cree. Es decir, una forma sencilla de realizar proyectos interactivos para cualquier persona.

- **Características**

- Velocidad de reloj: 16 MHz.
- Voltaje de trabajo: 5V.
- Voltaje de entrada: 7,5 a 12 voltios.
- Pinout: 14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos.



## 4. Implementación

Pruebas del decodificador Módulo MT8870:



Figura 13: Decodificador

Pruebas de conmutación a través de relevadores:

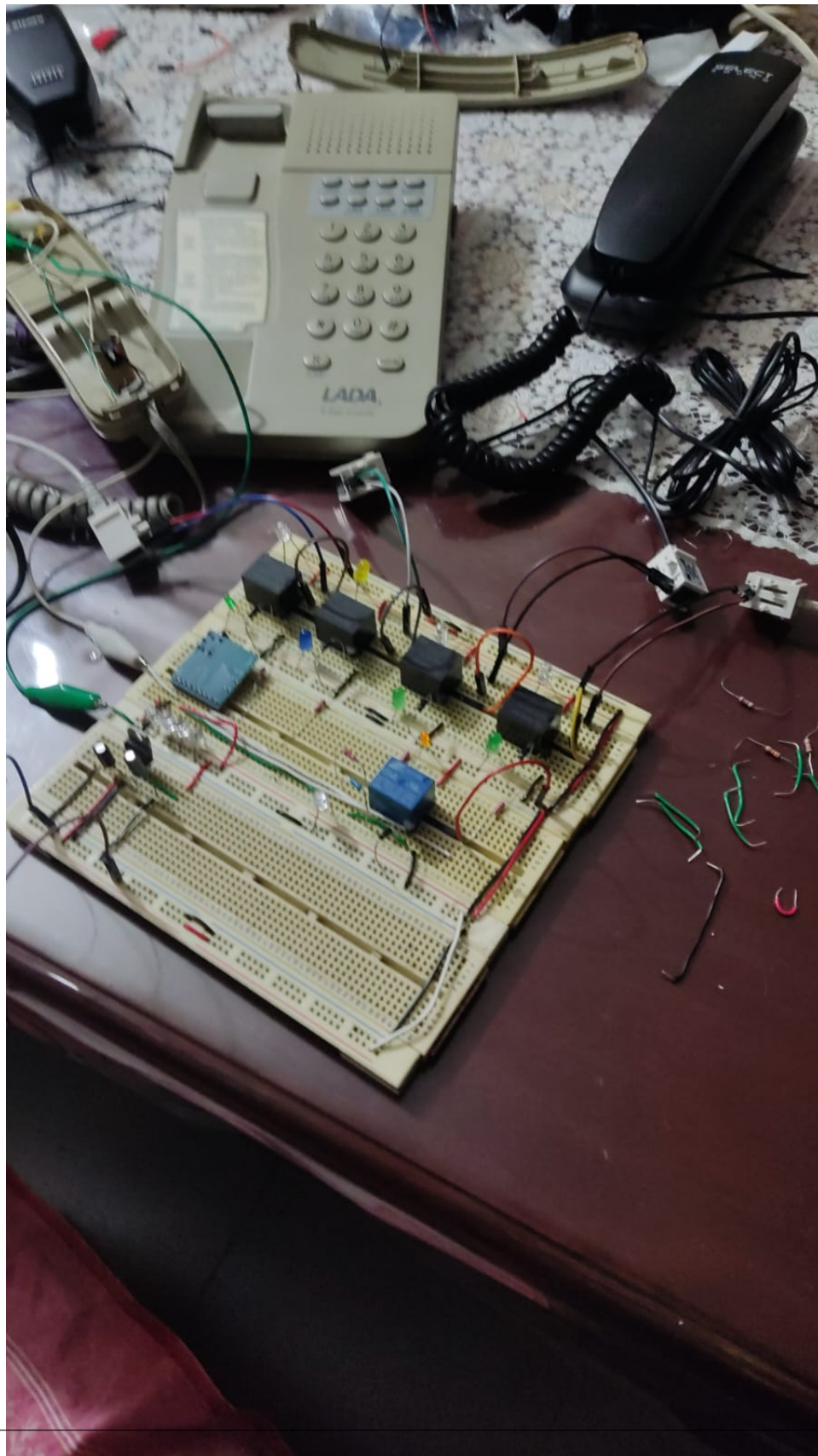


Figura 14: Circuito Preliminar

Código en IDE Arduino:

```
/* Central telefonica
Alumnos:
Díaz Martiínez Maite Paulette
Gamboa Del Angel Alan Eduardo
-----*/

//Definir variables de entrada
int E1;
int E2;
int E3;
int E4;

int i = 0;

void setup() {
  // Definir pines de entradas y salidas
  //Serial.begin(9600);
  pinMode(2,INPUT);
  pinMode(3,INPUT);
  pinMode(4,INPUT);
  pinMode(5,INPUT);

  pinMode(6,OUTPUT);
  pinMode(7,OUTPUT);
  pinMode(8,OUTPUT);
  pinMode(9,OUTPUT);
  pinMode(10,OUTPUT);
  pinMode(11,OUTPUT);
}

void loop() {

  E1 = digitalRead(2);
  E2 = digitalRead(3);
  E3 = digitalRead(4);
```

```
E4 = digitalRead(5);

if((E1 == 1)&& (E2 == 0)&& (E3 == 0)&& (E4 == 0)){ //line 1
    digitalWrite(6,HIGH);
}
else if((E1 == 0)&& (E2 == 1)&& (E3 == 0)&& (E4 == 0)){ //line 2
    digitalWrite(7,HIGH);
}
else if((E1 == 1)&& (E2 == 1)&& (E3 == 0)&& (E4 == 0)){ //line 3
    digitalWrite(8,HIGH);
}
else if((E1 == 0)&& (E2 == 0)&& (E3 == 1)&& (E4 == 0)){ //line 4
    digitalWrite(9,HIGH);
}
else if((E1 == 1)&& (E2 == 0)&& (E3 == 1)&& (E4 == 0)){ //line 5
    digitalWrite(10,HIGH);
}
else if((E1 == 0)&& (E2 == 1)&& (E3 == 1)&& (E4 == 0)){// line 6
    digitalWrite(11,HIGH);
}
else if((E1 == 0)&& (E2 == 1)&& (E3 == 0) && (E4 == 1)){ //Finaliza la llamada con digit
    digitalWrite(6,LOW);
    digitalWrite(7,LOW);
    digitalWrite(8,LOW);
    digitalWrite(9,LOW);
    digitalWrite(10,LOW);
    digitalWrite(11,LOW);
}
else {
    delay(100);
}

delay(100);
}
```



## 4.1. Resultados

Los resultados se muestran en las siguientes figuras, se puede observar el circuito junto con los aparatos telefónicos conectados en conjunto.

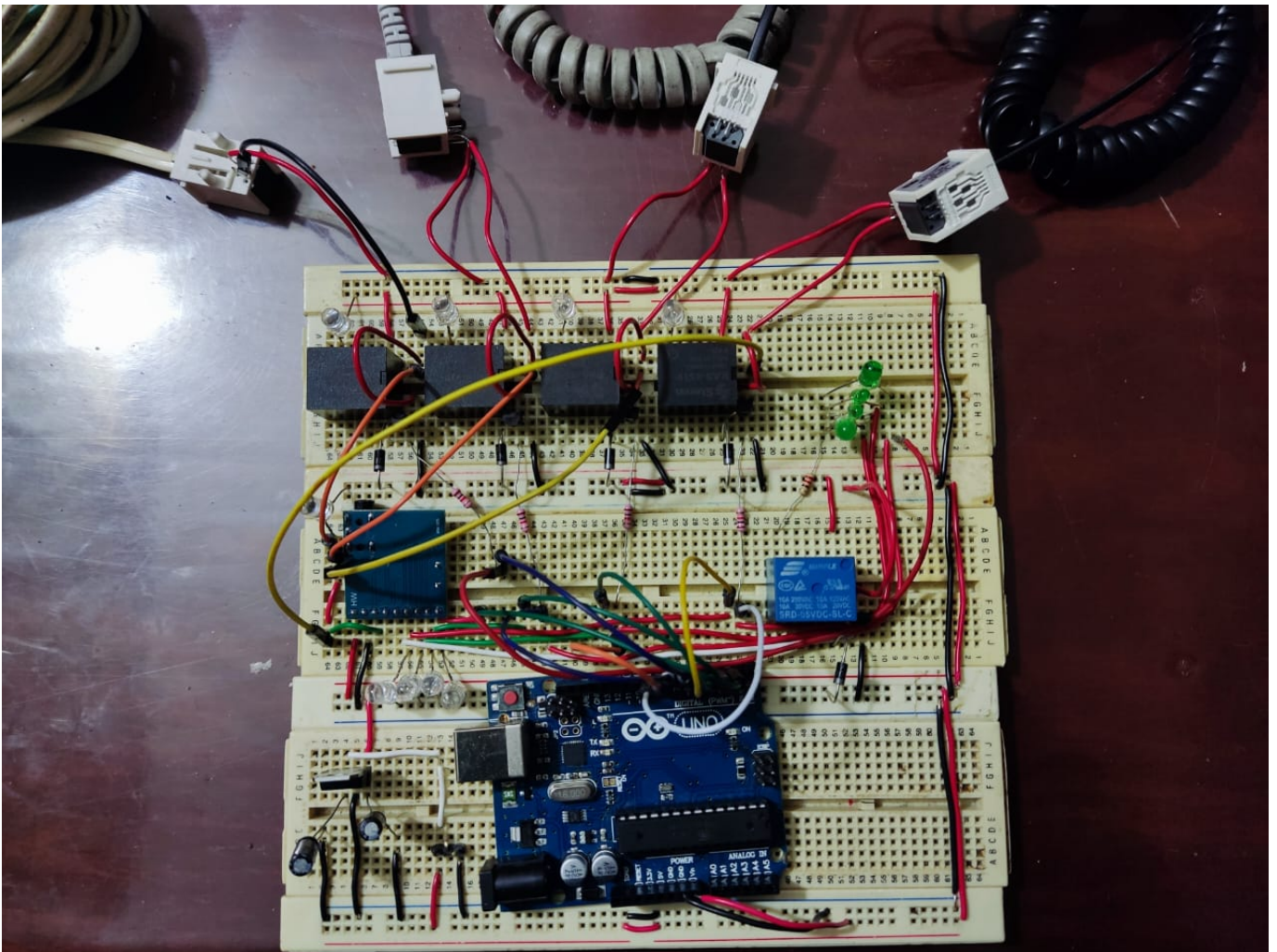


Figura 15: Circuito Final



Figura 16: Circuito Final





Figura 17: Circuito Final

## 5. Conclusiones

En conclusión no se pudo llegar al resultado esperado, sin embargo se logró identificar las partes que conforman los aparatos telefónicos, y los elementos esenciales dentro de la central telefónica incluyendo la parte de la marcación y señalización. Así mismo se conoció más a fondo y se puso en práctica la marcación por tonos y la conmutación para lograr una comunicación entre abonados.



## 6. Bibliografía

### Referencias

- [1] Leo Schenker, *Pushbutton Calling with a Two-Group Voice Frequency Code*, Bell System Technical Journal, Julio 2014
- [2] García Algarra Javier, *De Gran Vía al Distrito C. El patrimonio Arquitectónico de Telefónica*, Tesis doctoral, Dpto. Historia del Arte, UNED, 2012.
- [3] Joskowicz José, *Conceptos Básicos de Telefonía*, Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, 2014