



Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

**CONTROL A DISTANCIA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

Autor

**ALEX GRANADO MORALES**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, ELÉCTRICA, SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
PAMPLONA, MAR 2019**

Alex Granados Morales

**CONTROL A DISTANCIA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

Autor

**Alex Granados Morales**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Directora

**Blanca Judith Cristancho Pabón**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, ELÉCTRICA, SISTEMAS Y  
TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
PAMPLONA, MAR 2019  
Alex Granados Morales**

*Dedico este triunfo a mi madre por ser el motor que me motiva cada día a seguir siendo un ser humano capaz de construir paz, a mi padre por estar siempre a mi lado dándome el apoyo, a mis hermanos por brindarme la compañía necesaria, a mi esposa por motivarme a conocer un ser maravilloso como es DIOS, a mis hijos porque son el motivo para superarse cada día.*

*Dedicatoria*

## *AGRADECIMIENTOS*

*Primero que todo le agradezco a mi DIOS padre amado por darme la oportunidad de obtener este gran logro, a mi hermosa madre porque gracias a su entrega y sacrificio me proveía los medios para llegar a la meta, a mi padre por sus enseñanzas, a mi esposa porque gracias a sus consejos y reiteración de sacrificio pude retomar las sendas del buen camino de la mano de DIOS, a mis hermanos por su apoyo constante, a mi abuela porque siempre ha estado hay, a mi hijo Samuel porque se ha convertido en el motor de mi vida, a Valery por hacer parte de nuestras vidas.*

## RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal, elaborar un sistema electrónico de control a distancia que permita accionar y apagar motores eléctricos en tiempos definidos, motores que están directamente acoplados a las bombas sumergibles, para pozos profundos, integrando dispositivos electrónicos y eléctricos que conlleven a encender y apagar dichos motores, utilizando como elementos de comunicación dispositivos móviles, Los dispositivos móviles teléfonos se pueden utilizar en diversas aplicaciones debido a que por sus características y tecnología permiten realizar labores sin estar presentes en el sitio de trabajo, teniendo en cuenta que se pueden disminuir riesgos de accidentes y peligros que se pueden presentar en algún tipo de ocupaciones . En esta primera etapa del sistema utilizaremos los dispositivos móviles como herramientas de emisión y recepción de tonos, conectaremos un teléfono móvil con una línea activa que estará configurado de modo que se pueda contestar automáticamente, donde se puedan escuchar los tonos y que esté disponible siempre, a través de la salida de audio del teléfono se conecta directamente al circuito de un decodificador de tonos (DTMF). El decodificador de tonos tiene como función principal detectar los grupos validos al presionar un dígito y generar un código binario en la salida, para que se pueda leer desde un micro controlador. Para realizar la etapa de control del sistema se utiliza un micro controlador PIC 18 F4550.

Etapa de potencia. La corriente necesaria para lograr el funcionamiento de este tipo de motores en su gran porcentaje proviene de fuentes de corriente alterna trifásica que deben tener un gran flujo de corriente. Por lo que se usan este tipo de fuentes. Al utilizar circuitos trifásicos podemos recordar las ventajas al usar Fasores para encontrar la respuesta de estado estable de circuitos lineales a una entrada senoidal. Los circuitos que contienen capacitores o inductores se

representan con Ecuaciones Diferenciales en el dominio del tiempo. Estas ecuaciones pueden resolverse pero con mucha dificultad. Las impedancias y los Fasores se usan para representar el circuito en el dominio de la frecuencia. Los circuitos lineales se representan con ecuaciones algebraicas en el dominio de la frecuencia, estas ecuaciones algebraicas contienen números complejos pero son más fácil de resolver que las ecuaciones diferenciales, al resolver esta ecuación se obtiene el fasor que corresponde a el voltaje o la corriente de salida, sabemos que el voltaje o la corriente de salida de estado estable será senoidal y tendrá la misma frecuencia que la entrada, la magnitud y el ángulo de fase del fasor que corresponden al voltaje o a la corriente de salida dan la magnitud y el ángulo de fase del senoide de salida. [1] Para lograr la interfaz de conexión entre nuestro circuito de mando y estas fuentes trifásicas de alta potencia utilizaremos contactores.

Un Contactor es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que por medio de un electroimán se accionan varios contactos permitiendo abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Sus funciones son muy similares a las funciones de los relés. De hecho para cerrar o interrumpir la alimentación de las bobinas de los Contactores utilizaremos un relevador debido a que estas bobinas se pueden energizar con potencias menores. Los relevadores se utilizan en control convencional debido a que este tipo de control no necesita utilizar PLC o cualquier otro tipo de tarjeta electrónica solo se necesita relevadores. Los contactores son utilizados para activar potencias mayores entre las que están los motores monofásicos, motores trifásicos, resistencias industriales entre otras.

**ABSTRACT**

The objective of this work is to develop an electronic remote control system that allows the activation and shutdown of electric motors at defined times, motors that are directly coupled to submersible pumps, for deep wells, integrating electronic and electrical devices that involve To turn on and off these motors, using as communication elements mobile devices, Mobile phones can be used in various applications because of their characteristics and technology allow us to perform work without being present at the workplace, taking into account that You can reduce the risks of accidents and hazards that can arise in some type of occupations. In this first stage of the system we will use mobile devices as tools for transmitting and receiving tones, we will connect a mobile phone with an active line that will be configured so that it can be answered automatically, where the tones can be heard and always available, Through the audio output of the phone is connected directly to the circuit of a tone decoder (DTMF). The main function of the tone decoder is to detect the valid groups by pressing a digit and generate a binary code in the output so that it can be read from a micro controller. The control circuit will be done using a micro controller PIC 18 F4550.

Power stage. The current necessary to achieve the operation of this type of motors in their great percentage comes from three-phase alternating current sources that must have a large current flow. So these types of sources are used. When using three-phase circuits we can remember the advantages of using Phasors to find the steady state response of linear circuits to a sinusoidal input. The circuits containing capacitors or inductors are represented by Differential Equations in the time domain. These equations can be solved but with great difficulty. Impedances and Phasors are used to represent the circuit in the frequency domain. The linear circuits are represented by algebraic equations in the frequency domain, these algebraic equations contain complex numbers but are easier to solve than the

differential equations, solving this equation gives the Fasor corresponding to the voltage or the output current , We know that the voltage or steady-state output current will be sinusoidal and will have the same frequency as the input, magnitude and phasor phase angle corresponding to the voltage or the output current give the magnitude and phase angle Of the output sine. To achieve the interface connection between our control circuit and these three-phase high-power sources we will use contactors.

A contactor is an electromechanical device that functions as a switch controlled by an electrical circuit in which by means of an electromagnet several contacts are operated allowing to open or close other independent electric circuits. Their functions are very similar to the functions of the relays. In fact to close or interrupt the supply of the Contactor coils we will use a relay because these coils can be energized with smaller powers. Relays are used in conventional control because this type of control does not need to use PLC or any other type of electronic board only relays are needed. The contactors are used to activate higher powers among which are the single-phase motors, three-phase motors, industrial resistances among others.



## 1 Tabla de contenido

---

CAPÍTULO I: PRÓLOGO .....	17
INTRODUCCIÓN.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
JUSTIFICACIÓN.....	20
OBJETIVO GENERAL.....	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
ACOTACIONES.....	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2 MOTORES ELÉCTRICOS .....	23
2.1 Tipos de motores eléctricos .....	24
2.2 Partes externas de un motor eléctrico .....	25
2.3 Motores de corriente alterna .....	26
2.3.1 Motores monofásicos.....	28
2.4 Arranque directo de un motor trifásico .....	29
2.5 Automatismos industriales cableados.....	30
2.5.1 ¿Qué es un automatismo? .....	30
2.5.2 El contactor .....	31
2.5.3 Partes del contactor.....	31
2.5.4 Bobina.....	32
2.5.5 Circuito magnético .....	33
2.5.6 Contactos eléctricos .....	34
2.6 Funcionamiento del contactor .....	36

2.7	Contactores auxiliares o de mando .....	37
2.8	Simbología.....	37
2.9	Esquemas y circuitos básicos .....	38
2.9.1	Representación de esquemas de automatismos industriales.....	38
2.9.2	Esquemas de fuerza y mando.....	39
2.10	Conexión y protección del circuito de mando .....	41
2.11	Circuito de mando a tensiones reducidas.....	42
2.12	Señalización del estado de los contactores.....	44
2.13	Realimentación.....	44
2.14	El relé térmico.....	46
2.15	El relé térmico en los esquemas de automatismos .....	47
2.16	Microcontrolador PIC18F .....	49
2.17	Características de la familia PIC18F.....	49
2.18	Existen varios Compiladores de C para los microcontroladores PIC .....	50
2.19	Compilador CCS C.....	51
2.20	Estructura de un programa .....	51
2.21	Data sheet de la familia PIC18F2455/2550/4455/4550.....	52
2.22	Diagrama de pines .....	52
2.23	Descripción de pines.....	53
2.24	Decodificador de tonos EI MT8870D / MT8870D-1 .....	57
2.25	Características.....	58
2.26	Aplicaciones .....	58
2.27	Descripción de pines.....	59

2.28	Descripción funcional .....	61
2.29	Oscilador de Cristal .....	62
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		63
3	Diseño y aplicaciones.....	63
3.1	Identificar los elementos que forman parte del circuito eléctrico de arranque de un motor de C.A.....	63
3.2	Diseñar un circuito electrónico que permita realizar el control del sistema.....	65
3.2.1	Diagrama de bloques del sistema .....	66
3.2.2	Móvil usuario.....	69
3.2.3	Grabado de mensajes en el ISD2560 .....	69
3.2.4	Utilizando el compilador PCW .....	73
3.2.5	Diagramame de flujo principal.....	73
3.3	Diseñar un circuito de monitoreo que sea capaz de enviar señal de respuesta en el caso que el sistema no funcione en forma correcta .....	79
3.3.1	Retroalimentación con el móvil usuario.....	80
3.4	Desarrollar un prototipo para visualizar el comportamiento y la fiabilidad del sistema 82	
3.4.1	Diseño del circuito esquemático.....	82
3.4.2	Diseño de la etapa de potencia para amplificar la salida del pin del PIC18F4550 83	
3.4.3	Construcción del PCB.....	85
3.4.4	Construcción de la tarjeta del circuito .....	85
3.4.5	Cara inferior de la tarjeta impresa .....	86
3.4.6	Prototipo completo.....	86
3.5	Convalidar el prototipo con un motor de corriente alterna.....	90

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	92
4 RESULTADOS .....	92
4.1 ¿Cómo funciona el sistema? .....	93
4.2 Protección del circuito .....	96
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	97
5 CONCLUSIONES.....	97
5.1 Recomendaciones y trabajos Futuros .....	98
5.1.1 Detectores de presencia o proximidad.....	99
5.1.2 Medidores de distancia o posición .....	99
6 REFERENCIAS.....	100

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.Motor eléctrico con acoplamiento mecánico. ....	23
Fig. 2.Esquema de bloques para el arranque de un motor eléctrico.....	24
Fig. 3.Partes de un motor eléctrico. ....	25
Fig. 4.Partes externas de un motor eléctrico .....	26
Fig. 5. Motor monofásico .....	27
Fig. 8.Conexión de interruptor bipolar para arranque de motores monofásicos ....	28
Fig. 9.Arranque directo. ....	29
Fig. 16.Dos forma de arranque directo de un motor trifásico. ....	30
Fig. 19.Partes de un contactor. ....	32
Fig. 20.Bobina de un contactor. ....	33
Fig. 21.Circuito magnético de un contactor con la bobina. ....	34
Fig. 22.Tipos de contactos de un contactor .....	35
Fig. 23.Arranque de un motor trifásico mediante un contactor mandado por un interruptor mono polar.....	36
Fig. 24.Partes de un contactor o relé auxiliar.....	37
Fig. 25.Símbolos gráficos para representar los elementos de un contactor. ....	38
Fig. 26.Esquema para el arranque de un motor trifásico mediante un contactor controlado por un interruptor mono polar.....	39
Fig. 27.Esquema de fuerza y mando representación separada.....	40
Fig. 28.Representación realista del circuito. ....	41

Fig. 29. Ejemplo de dispositivos de protección contra cortocircuitos en el circuito de mando.....	42
Fig. 30. Símbolos del transformador de mando y la fuente de alimentación.....	43
Fig. 31. Mando a 24 V de corriente alterna. ....	43
Fig. 32. Mando a 24 V de corriente continua. ....	
Fig. 32. Conexión de lámpara de señalización en paralelo a la bobina de un contactor. ....	44
Fig. 33. Uso de la realimentación.....	45
Fig. 34. Arranque de un motor trifásico a través de un contactor, mediante pulsadores de marcha y paro.....	46
Fig. 35. Partes del relé térmico (SIEMENS AG).....	47
Fig. 36. Arranque de un motor trifásico con pulsadores de marcha y paro con protección por relé térmico. ....	48
Fig. 37. Diagrama de pines PIC18F4550.....	52
Fig. 38. Diagrama de bloques funcional.....	59
Fig. 39. Conexiones de pines. ....	59
Fig. 40. Conexión del oscilador.....	62
Fig. 41. Configuración de entrada de terminación única.....	62
Fig. 42. Diagrama de bloques del sistema de control de motores a distancia. ....	68
Fig. 44. Reproducción de mensajes de voz.....	70
Fig. 45. Grabado de mensajes en el ISD2560.....	73
Fig. 46. Primera parte del diagrama de flujo principal.....	76
Fig. 47. Parte final diagrama principal.....	77
Fig. 48. Entrada digital monitoreada permanentemente. ....	78

Fig. 49.Contacto normalmente abierto del relé térmico. ....	80
Fig. 50.Entrada digital monitoread. ....	81
Fig. 51.Esquemático del circuito final.....	83
Fig. 52.Fig. 50. Configuración de pines BC547      Fig. 53.Etapa de amplificación de la salida del PIC .....	84
Fig. 54.Circuitos de conmutación o cambio de estado.....	85
Fig. 56.Diseño del circuito en la tarjeta. ....	85
Fig. 57.Tarjeta impresa con los dispositivos fijos. ....	86
Fig. 58. Parte inferior y fajamiento de los dispositivos. ....	86
Fig. 59.Parte interna del prototipo final. ....	89
Fig. 60.Prototipo final. ....	89
Fig. 61.Especificaciones del motor. ....	90

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.Descripcion de pines del microcontrolador PIC18F4550 .....	53
Tabla 2.Descripcio de pines de un decodificador de tonos CM8870. ....	59
Tabla 3.Datos registrados de la duración de los mensajes de voz .....	71
Tabla 4.Características del motor con el que se convalida el sistema.....	90



## CAPÍTULO I: PRÓLOGO

---

### INTRODUCCIÓN

---

El concepto de control es extraordinariamente amplio, abarcando desde un simple interruptor que gobierna el encendido de una bombilla o el grifo que regula el paso de agua en una tubería. Hasta el más complejo proceso o el piloto automático de un avión. Podríamos definir el control como la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema llamado sistema de control. [2]

La telefonía móvil o telefonía celular es la comunicación inalámbrica a través de ondas de radio frecuencia, se utiliza un dispositivo denominado teléfono móvil o teléfono celular. En la mayor parte de América Latina se prefiere la denominación teléfono celular, aunque en otros países como Cuba son conocidas de las dos formas. En España es más común el término teléfono móvil. Para el desarrollo de un sistema de control a distancia se integran diversas características que permiten hacer de la telefonía móvil una herramienta muy útil, la movilidad es muy utilizada cuando se diseñan sistemas de automatismo donde se debe ejercer control de accionamiento y monitoreo de un motor de corriente alterna, teniendo en cuenta características tales como fuente de alimentación, arranque del motor, corriente nominal, potencia de trabajo, entre otras.

Las técnicas de procesamiento digital en lo que se refiere a codificación y decodificación de señales DTMF. Así como la implementación de dichos codificadores y decodificadores usando diferentes tipos de filtros. La

decodificación de tonos dentro de sus funciones, resulta ser muy útil en aplicaciones de actividades que requieren ser operadas a distancia. Se puede controlar un motor de corriente alterna.

En el año de 1890, el ingeniero de la AEG Dolivo Dobrowolsky invento el motor asíncrono trifásico, empleando un rotor en forma de jaula de ardilla y utilizando un devanado distribuido en el estator. En el año de 1893 Dobrowolsky había desarrollado también motores asíncronos con doble jaula de ardilla, que poseían mejores cualidades de arranque que el motor en cortocircuito convencional (sin embargo, fue el francés P. Boucherot quien más investigó con este tipo de rotor). A principios del siglo XX se impuso el sistema trifásico Europeo frente al bifásico Americano, por lo que las máquinas asíncronas empezaron a ser y aún son trifásicas.

La diferencia de las máquinas asíncronas con las demás tipos de máquinas se debe a que no existen corrientes corriente conducida a uno de los arrollamientos.

La corriente que circula por uno de los devanados (generalmente el situado en el rotor) se debe a la **f.e.m** inducida por la acción del flujo del flujo del otro, y por esta razón se denominan máquinas de inducción. También reciben el nombre de máquinas asíncronas debido a que la velocidad de giro del rotor no es la de sincronismo impuesto por la frecuencia de la red. La importancia de los motores asíncronos se debe a su construcción simple y robusta, sobre todo en el caso del rotor en forma de jaula. Que le permite trabajar en las circunstancias más adversas, brindando un excelente servicio con pequeño mantenimiento. Se puede asegurar que más del 80 por ciento de los motores eléctricos industriales emplean este tipo de máquinas, trabajando con una frecuencia de alimentación constante.

[3]

En este grupo selecto de máquinas están también los motores acoplados a las bombas que se utilizan para extraer agua de pozos subterráneos o pozos

profundos, la construcción de este tipo de motor por su diseño son comúnmente llamados motores de jaula de ardilla.

El desarrollo de la electrónica industrial, con accionamientos electrónicos como inversores u onduladores y ciclo convertidores, que permiten obtener una frecuencia variable a partir de la frecuencia constante de la red, y con la introducción del microprocesador en la electrónica de potencia, se han realizado grandes avances, y los motores asíncronos se imponen poco a poco en los sistemas de velocidad variable.

En la construcción de un sistema de accionamiento remoto aplicado a un motor de corriente alterna acoplado a una bomba sumergible, el uso de un microcontrolador PIC18F4550 se convierte en una herramienta muy importante, que permite integrar un circuito de control o mando con una etapa de fuerza o de potencia, convirtiéndose el microcontrolador en el dispositivo que ordena las acciones.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

Los sistemas de acueductos en varios municipios de la Costa Caribe en Colombia, se visualiza que los pozos de aguas subterráneas que suministran el agua para consumo y otras labores cotidianas se encuentran ubicados en zonas apartadas incluyendo zonas rurales, cabe recordar que en nuestra región los motores de las bombas que realizan el llenado de los tanques que suministran el agua a las zonas pobladas deben ser llenados en horas de la noche, hecho que genera un peligro en contra de la integridad de los operarios que deben realizar las acciones de encendido, llenado y posterior apagado de los motores. Esta situación es la razón por la cual hemos decidido realizar un trabajo que lleve a que estos motores acoplados a las bombas sumergibles puedan ser encendidos y apagados desde un sitio seguro evitando riesgos.

## JUSTIFICACIÓN

---

Deseamos implementar un sistema electrónico que permita controlar cualquier tipo de motor de corriente alterna a distancia con lo que lograríamos optimizar muchas actividades laborales, que por la complejidad y riesgo no permiten la presencia de los operarios, para lo que hemos dispuesto una etapa de comunicación utilizando la tecnología de telefonía móvil donde los tonos estandarizado de los dispositivos se convierten en la información clave a manejar. Estos tonos ya decodificados se reciben en un micro controlador para procesarlos y determinar tareas específicas, en nuestro caso controlaremos un motor de corriente alterna, como sabemos los motores son utilizados en muchas actividades industriales.

## OBJETIVO GENERAL

---

Integrar sistemas electrónicos y eléctricos para controlar motores a distancia

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

- Identificar los elementos que forman parte del circuito eléctrico de arranque de un motor de corriente alterna.
- Diseñar un circuito electrónico que permita realizar el control del sistema.
- Diseñar un circuito de monitoreo que sea capaz de enviar señal de respuesta en el caso que el sistema no funciones en forma correcta.
- Desarrollar un prototipo para visualizar el comportamiento y la fiabilidad del sistema.

## ACOTACIONES

---

Se diseña un prototipo que integra sistemas eléctricos y electrónicos con la intención de proporcionar una herramienta útil para un operario, que le permita realizar determinadas actividades en las que su presencia no sea estrictamente necesaria. Se construye un sistema de control en lazo cerrado que permite monitorear permanentemente magnitudes relacionadas con el buen funcionamiento del sistema, para lo que se tiene en cuenta algunas características.

- El prototipo es capaz de controlar y monitorear un motor de corriente alterna asociado a una bomba de movimiento de líquido.
- Se convalida el diseño final con un motor con las siguientes características. HP. 1/2 (KW. 0,3).
- Limitaciones económicas no permiten realizar un proceso de ejecución del sistema con plantas o motores industriales.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

---

### 2 MOTORES ELÉCTRICOS

---

La gran mayoría de los movimientos que realizan las maquinas en la industria, para tareas tan dispares como desplazar objetos, empaquetar, cerrar puertas, subir y bajar materiales ,agitar líquidos, mover líquidos, etc..., se realizan mediante motores eléctricos.



Fig. 1.Motor eléctrico con acoplamiento mecánico.

Generalmente el funcionamiento y arranque de los motores eléctricos suelen estar gestionado por sistemas de automatismo eléctrico. Este es el motivo por el que debes conocer previamente, cuales son los diferentes tipos de motores utilizados en la industria y como se conectan. El siguiente paso, que tendrás oportunidad de estudiar en las próximas unidades, será montar y poner a punto los diferentes

circuitos de automatismos que permiten realizar maniobras con algunos tipos de motores. [4]

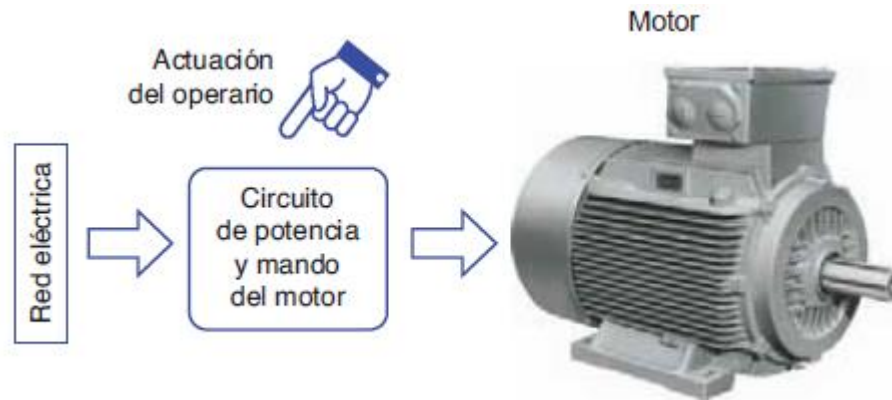


Fig. 2. Esquema de bloques para el arranque de un motor eléctrico.

## 2.1 Tipos de motores eléctricos

Atendiendo el tipo de corriente utilizado en la alimentación, se pueden establecer dos tipos de motores: corriente alterna y corriente continua. Debido a su fácil conexión, bajo mantenimiento y poco costo de fabricación, los más utilizados en la actualidad son los motores de corriente alterna, dejándose para aplicaciones más específicas los motores de corriente continua. Partes internas de un motor eléctrico.

Un motor, y en general cualquier máquina eléctrica rotativa, está constituida por dos partes bien diferenciadas: el rotor y el estator.

**El rotor.** Es la parte giratoria de la máquina eléctrica y se aloja en el interior del circuito magnético del estator. Desde el exterior lo único que se puede ver de él es su eje.



Dependiendo del tipo de maquina eléctrica, el rotor puede estar bobinado o no. El primer caso, la conexión eléctrica se realiza desde la caja de bornes, a través de escobillas, a un sistema de colector o anillos rozantes.

**El estator.** Es la parte fija de la máquina. Está formado por chapa magnética ranurada (o piezas polares), en la que se aloja el devanado. La conexión eléctrica se realiza desde el exterior a través de la caja de bornes. [4]

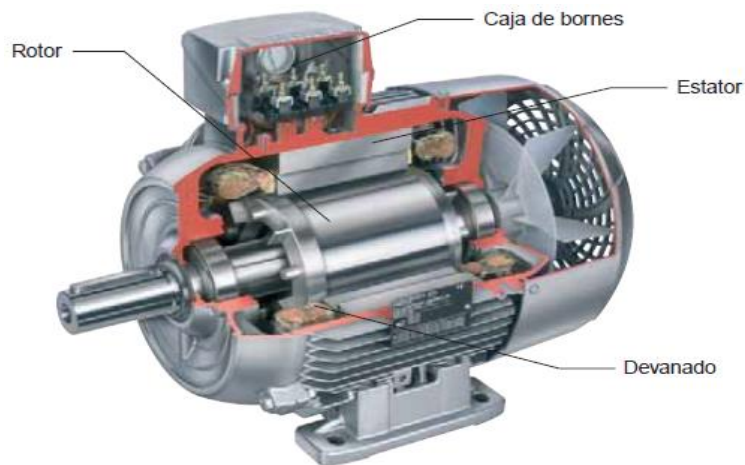


Fig. 3. Partes de un motor eléctrico.

## 2.2 Partes externas de un motor eléctrico

El exterior de un motor eléctrico, pueden identificarse las siguientes partes:

- **Caja de bornes:** permite la conexión del motor eléctrico al sistema de alimentación.
- **Placa de características:** es una placa de aluminio en la que se encuentran estampadas (por serigrafía o troquel) las características más significativas del motor.
- **Eje:** es el elemento por el que se transmite el movimiento giratorio del motor. Dispone de una chaveta para el acoplamiento al sistema que vaya a ser instalado.

- **Carcasa:** cubre todo el interior del motor, tanto el circuito eléctrico como el circuito magnético.
- **Tapa del ventilador:** cubre el sistema de ventilación del motor. Dispone de una rejilla para facilitar la salida del aire.
- **Base de fijación:** es la parte de la carcasa que permite la fijación del motor a la base donde va a ubicarse. Suele disponer de ranuras para la fijación y ajustes mediante tornillos.

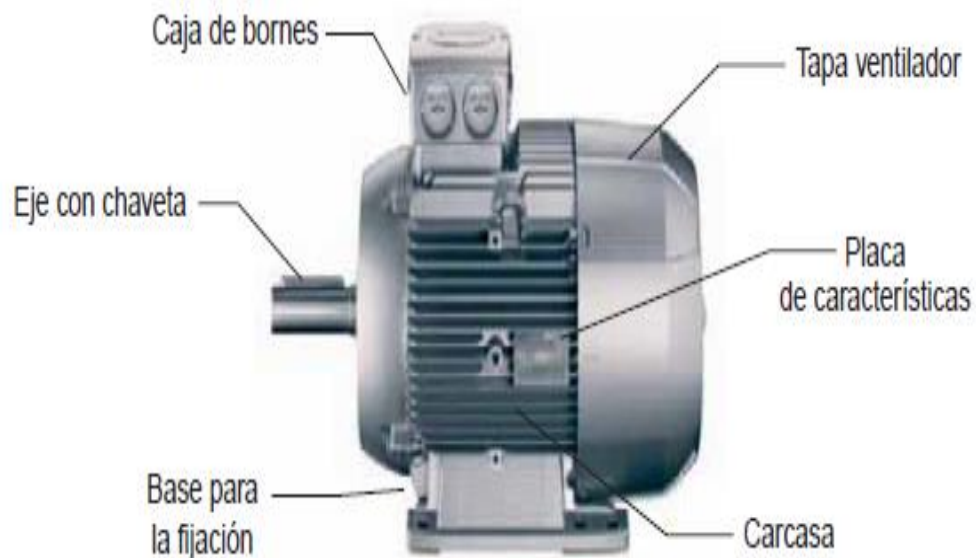


Fig. 4. Partes externas de un motor eléctrico

### 2.3 Motores de corriente alterna

En función del número de fases de la alimentación, los motores de corriente alterna pueden ser monofásicos o trifásicos. Los motores monofásicos se

energizan mediante fase y neutro y los trifásicos mediante tres fases. Los monofásicos se utilizan mayoritariamente en entornos domésticos y los trifásicos son utilizados en aplicaciones industriales.

Los símbolos que se utilizan usualmente para identificar estos motores son los siguientes.

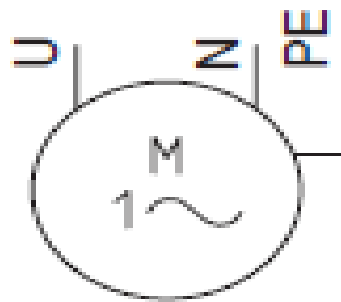


Fig. 5. Motor monofásico

Estos tipos de motores son denominados habitualmente motores de inducción o asincronos.

Entre los motores trifásicos, podemos destacar dos tipos en función del devanado del rotor: los de **jaula de ardilla (o cortocircuito)** y los de **rotor bobinado** (o de anillos rozantes). Los de **jaula de ardilla** se utilizan de forma mayoritaria en todo tipo de aplicaciones y los de **rotor bobinado** se utilizan en aquellos casos específicos donde se requiere un gran par motor.

### 2.3.1 Motores monofásicos

Los motores monofásicos disponen en su interior de dos devanados , uno de arranque y otro de trabajo. Lo habitual es que la caja de bornes de este tipo de motores, disponga solamente de dos bornes, que se conectan directamente entre la fase y el neutro de la red eléctrica. En este caso, el motor tiene un único sentido de giro que no se puede cambiar sin desmontar la maquina, ya que para ellos es necesario permutar la polaridad de uno de los dos devanados.

Estos suelen tener conectado en serie al devanado de arranque, un condensador (exterior) o un interruptor centrifugo (en el interior).el primer metodo el mas utilizado en la actualidad debido a su nulo mantenimiento.

Estos motores son de baja potencia y su arranque se puede hacer con interruptor bipolar como se muestra en la Fig.7

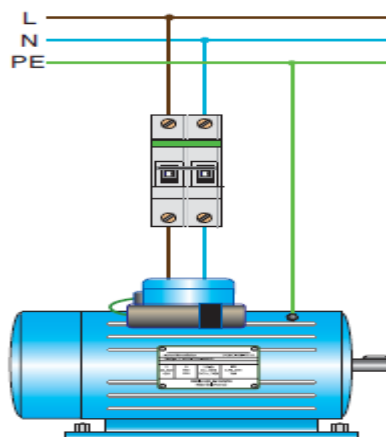


Fig. 6. Conexión de interruptor bipolar para arranque de motores monofásicos

En la Fig.9 puede observar dos formas de arranque directo de un motor monofásico. En el esquema de la izquierda, el motor se alimenta de la red eléctrica con un interruptor bipolar y la protección se realiza mediante fusibles. En el esquema de la derecha, tanto la conmutación de la alimentación eléctrica como la protección, se realiza mediante un interruptor magneto térmico bipolar. [4]

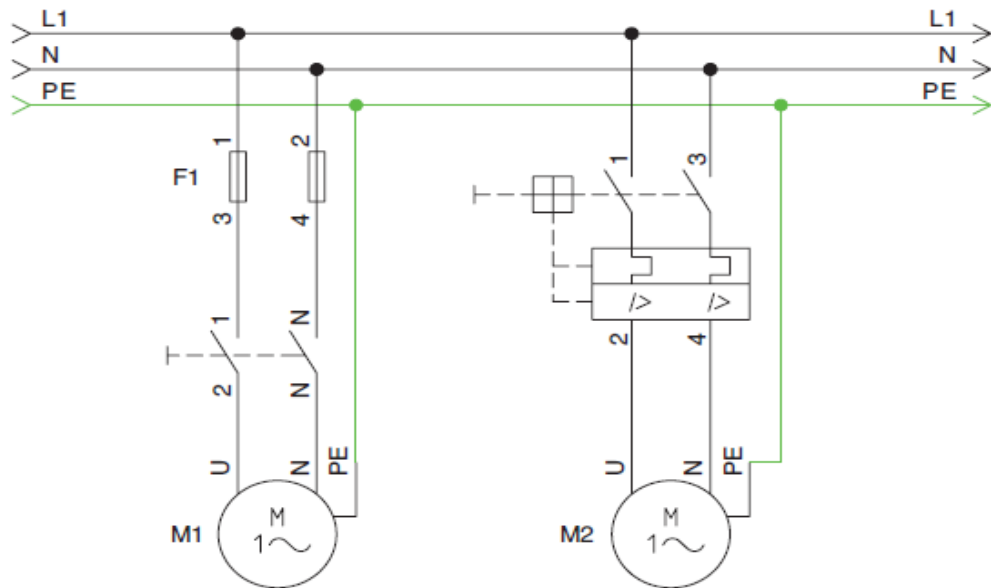


Fig. 7. Arranque directo.

## 2.4 Arranque directo de un motor trifásico

Los motores de baja potencia (menores de 0,75 kW), pueden arrancarse de forma directa mediante un interruptor tripolar, que permita la apertura o cierre de todas las fases a la vez.

En el esquema de la izquierda, el corte se hace con un interruptor trifásico de accionamiento manual y la protección contra sobrecargas y cortocircuitos, mediante fusibles. En el esquema de la derecha, el arranque y la protección se hace mediante un interruptor magneto térmico tripolar.

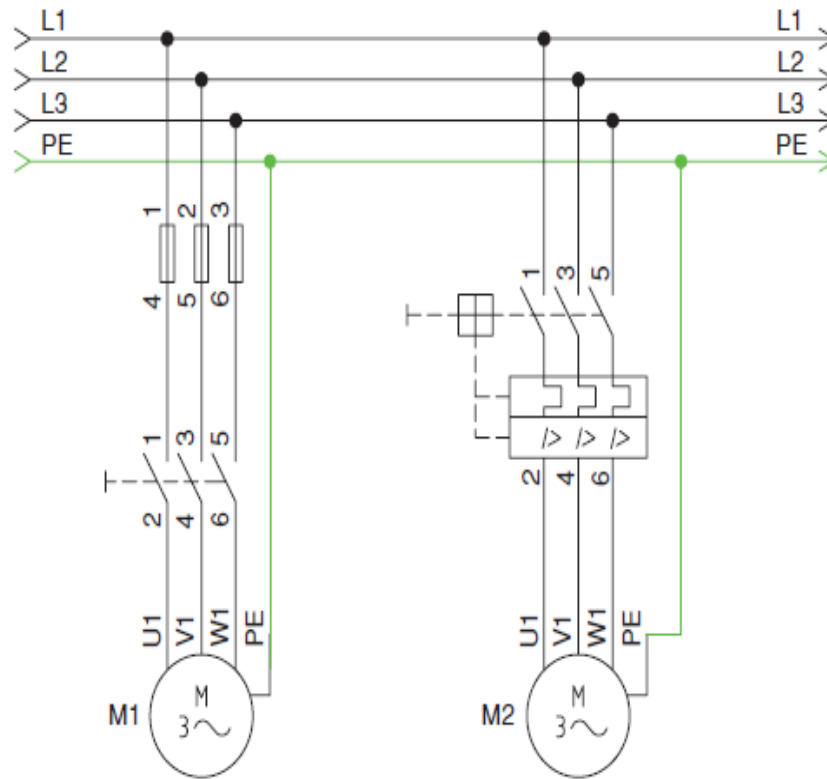


Fig. 8. Dos formas de arranque directo de un motor trifásico.

Existen varias técnicas para realizar el arranque estrella/triángulo. Cuanto mayor es la potencia del motor, mayor debe ser la precisión en la conmutación de estrella a triángulo y por tanto, también el grado de automatización del circuito. Sin embargo, para motores de pequeña potencia se pueden utilizar sistemas de conmutación manual, estando muy extendido, en cuadros eléctricos, el uso de los conmutadores de levas.

## 2.5 Automatismos industriales cableados

### 2.5.1 ¿Qué es un automatismo?

En electricidad, se denomina automatismo al circuito que es capaz de realizar secuencias lógicas sin la intervención del hombre.

Los automatismos se utilizan tanto en el sector industrial como en el doméstico, para operaciones tan dispares como arranque y control de maquinaria, gestión de energía, subida y bajada de persianas, riego automático, etc.

Dependiendo de la tecnología utilizada, los automatismos pueden ser cableados o programados. En la primera, el funcionamiento lo define la conexión lógica, mediante cables, entre los diferentes elementos del sistema. En la segunda, es un programa el que procesa en la memoria de un dispositivo electrónico, la información que transmiten los diversos elementos que se le conectan.

En esta unidad estudiarás los automatismos industriales cableados. En próximas unidades, tendrás oportunidad de iniciarte en los automatismos programados basados en PLC.

### **2.5.2 El contactor**

El contactor es un dispositivo electromagnético, que puede ser controlado a distancia para cerrar o abrir circuitos de potencia. Una de las principales aplicaciones del contactor se realiza en el control de los circuitos de alimentación de todo tipo de motores eléctricos, pero se utiliza para alimentar otros tipos de receptores, como sistemas de resistencias, líneas de luminarias, etc. En el mercado existen contactores con diferentes formas y tamaños, cuyo uso depende del tipo de circuito a controlar y la ubicación del mismo, pero debes saber que la conexión de todos los contactores es prácticamente la misma. [4]

### **2.5.3 Partes del contactor**

El contactor dispone de las siguientes partes: bobina, circuito magnético y contactos eléctricos.

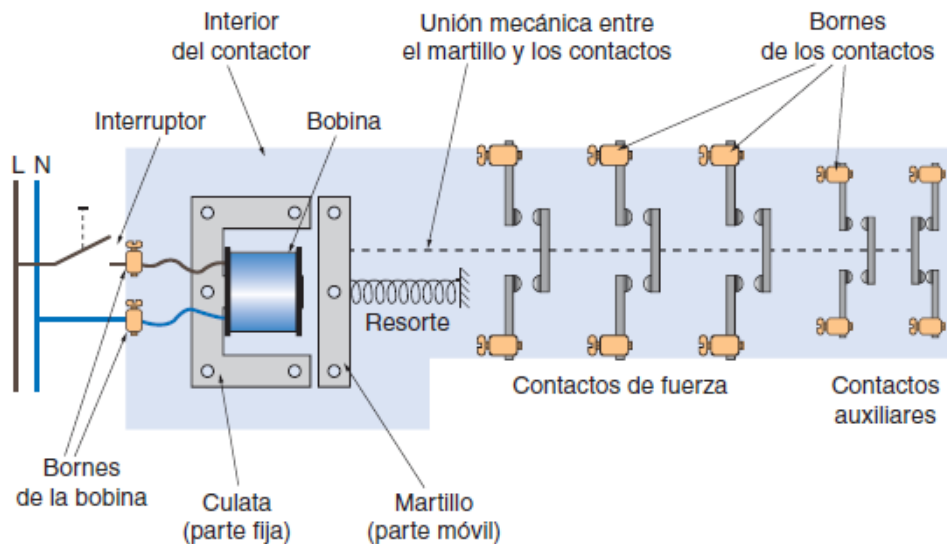


Fig. 9. Partes de un contactor.

### 2.5.4 Bobina

Es el órgano del contactor que puede ser controlado a distancia cuando se aplica tensión a sus bornes. Está formada por hilo esmaltado de pequeño diámetro y muchas espiras, bobinado sobre un pequeño carrete de material aislante. Los dos bornes de la bobina, están etiquetados como A1 y A2. Se fabrican bobinas para diferentes tensiones de trabajo (12V, 24V, 48V, 220V, etc.), tanto para corriente alterna como para corriente continua. Es importante que compruebes la tensión y el tipo de corriente de la bobina antes de conectarla a la red eléctrica, ya que de otra forma se destruirá de forma irremediable. [4]





Fig. 10. Bobina de un contactor.

### 2.5.5 Circuito magnético

Consta de dos partes, la **culata** y el **martillo**. La culata es la parte fija y en ella se aloja la bobina del contactor. El martillo es la parte móvil. Ambas partes se mantienen separadas en reposo debido a un dispositivo de resorte que tira de la parte móvil. Cuando la bobina se alimenta con la tensión adecuada, la culata se imanta atrayendo al martillo hacia ella. Habitualmente el circuito magnético no se ve desde el exterior, pero todos los contactores disponen de un elemento de indicación mecánica, que se hunde o cambia de posición, permitiendo conocer si está activado o no. [4]

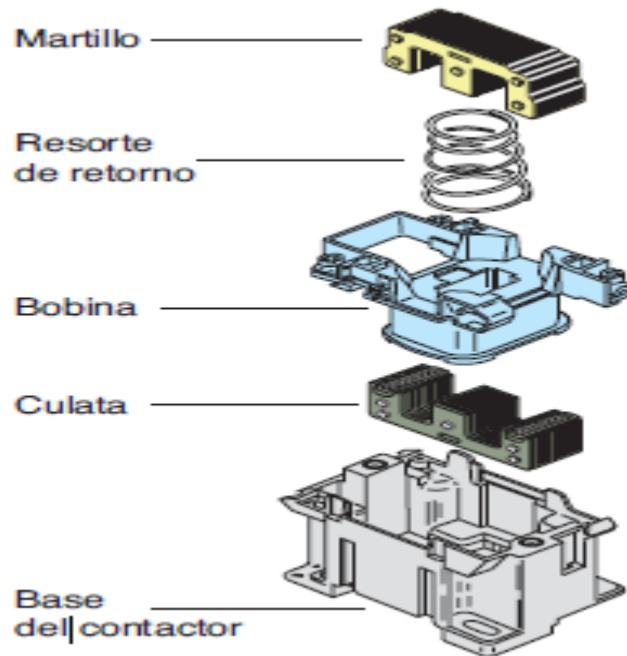


Fig. 11. Circuito magnético de un contactor con la bobina.

### 2.5.6 Contactos eléctricos

Están unidos mecánicamente a la parte móvil del circuito magnético. De esta forma, cuando el martillo se desplaza, también lo hacen los contactos, abriendo los que están cerrados y cerrando los que están abiertos.

En general, se pueden encontrar dos tipos de contactos en un contactor: los de fuerza y los de mando, también llamados auxiliares. Los de fuerza están preparados para un mayor poder de corte y se encargan de controlar las cargas de potencia (por ejemplo, un motor eléctrico, un conjunto de radiadores eléctricos, etc.). Los de mando se utilizan para tareas auxiliares y de control. Desde el exterior del contactor, unos contactos se identifican de otros, ya que los bornes de los de fuerza están etiquetados con números de una sola cifra (1 – 2, 3– 4, 5 – 6) y son normalmente abiertos. Los de mando tienen números de dos cifras (13 – 14, 21 - 22) y pueden ser abiertos o cerrados. [4]

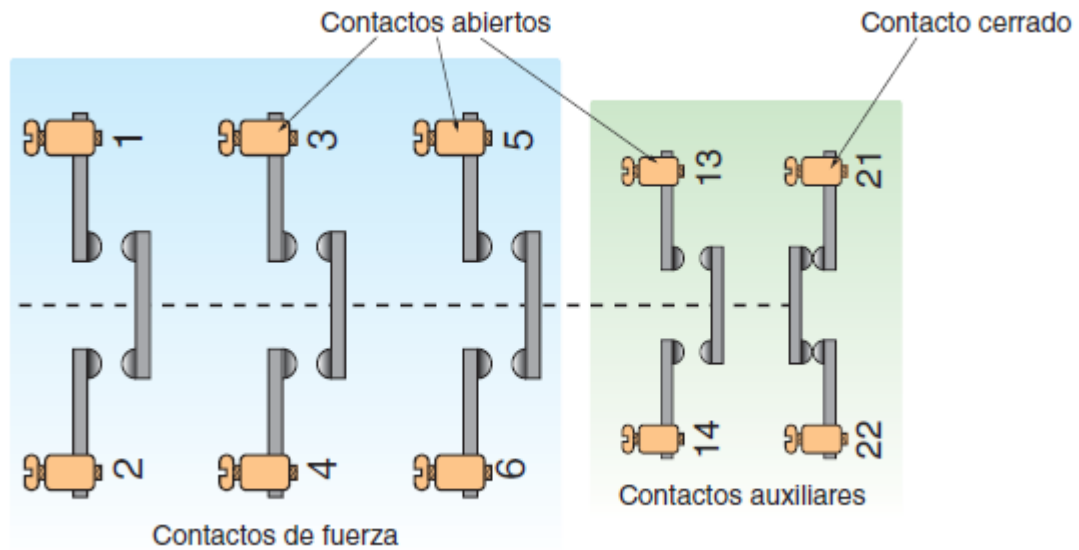


Fig. 12. Tipos de contactos de un contactor

De los auxiliares, los que terminan en 3 –4 son abiertos en reposo y los que terminan en 1 – 2 son cerrados. El número que va delante de ellos, es el número de orden (primero, segundo, tercero, etc.) que hace el contacto auxiliar en el contactor. A la mayoría de los contactores modernos se les pueden añadir contactos auxiliares mediante cámaras acoplables. Estas se fijan por un sistema de conexión rápida, al cuerpo principal.

Las cámaras pueden tener diferentes tipos de contactos, pero los más habituales son los contactos abiertos, cerrados y temporizados.

## 2.6 Funcionamiento del contactor

Si conectas una bobina a la red eléctrica a través de un interruptor, como se muestra en la figura 20, observarás que cuando el interruptor está abierto, el circuito magnético se encuentra inactivo y el martillo se mantiene separado de la culata por el resorte. En esta situación, los contactos eléctricos, tanto los de fuerza como los auxiliares, se encuentran en su posición de reposo. Es decir, abiertos los abiertos y cerrados los cerrados. Si se cierra el interruptor conectado al borne A1 de la bobina, la bobina se excita y el circuito magnético se cierra, moviendo con él todos los contactos del contactor. En esta situación los contactos abiertos se cierran y los cerrados se abren.

Si el interruptor vuelve a la posición de abierto, la bobina dejará de excitarse, abriéndose el circuito magnético mediante el resorte y por tanto, llevando a la posición de reposo los contactos del contactor. De esta forma, si un motor trifásico se alimenta a través de los contactos de fuerza de un contactor, se puede parar y poner en marcha con un simple interruptor mono polar de escaso poder de corte. [4]

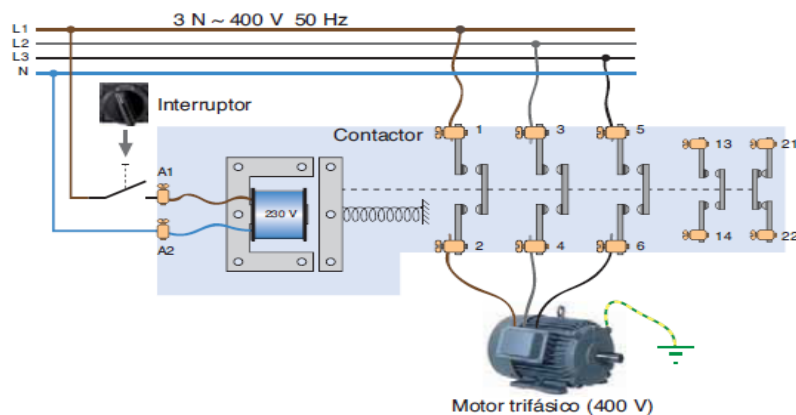


Fig. 13. Arranque de un motor trifásico mediante un contactor mandado por un interruptor mono polar.

## 2.7 Contactores auxiliares o de mando

Se denominan contactores auxiliares o de mando a aquellos que no disponen de contactos de potencia.

Pueden tener el mismo aspecto físico que los contactores de potencia, pero con la diferencia de estar dotados solamente con un conjunto de contactos auxiliares abiertos y/o cerrados.

Se utilizan en los circuitos de automatismos para operaciones de maniobra. Una forma sencilla de diferenciar un contactor auxiliar de uno de potencia, es observar que todos sus contactos están identificados con números dobles (13-14, 21,22, 31-32, etc.).

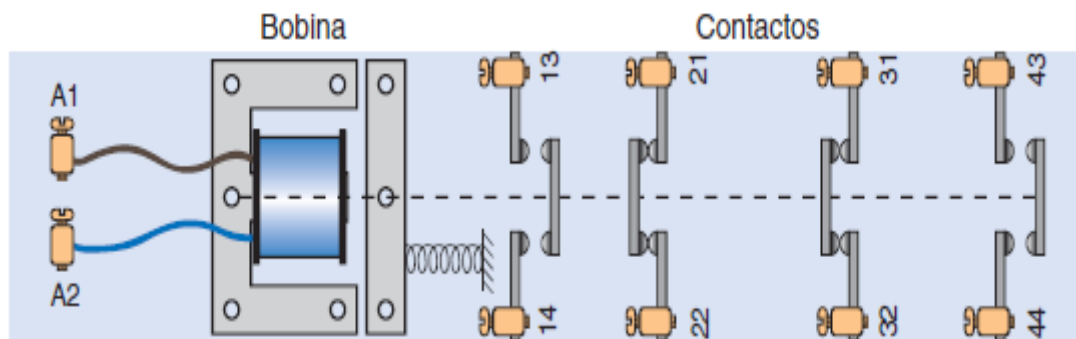


Fig. 14. Partes de un contactor o relé auxiliar.

## 2.8 Simbología

Los símbolos gráficos para representar los elementos de un contactor o relé industrial son los siguientes:

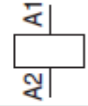
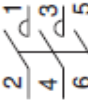


Elemento	Símbolo	Identificador
Bobina		K
Contactos fuerza		K
Contacto auxiliar normalmente abierto		K
Contacto auxiliar normalmente cerrado		K

Fig. 15. Símbolos gráficos para representar los elementos de un contactor.

## 2.9 Esquemas y circuitos básicos

### 2.9.1 Representación de esquemas de automatismos industriales

En unidades anteriores se han utilizado algunos esquemas básicos de automatismos industriales. En ellos, tanto la representación del circuito de potencia (por ejemplo, para arrancar un motor trifásico), como la de mando (para la alimentación de la bobina de un contactor mediante diferentes tipos de sensores), se han realizado sobre el mismo esquema.

A este tipo de representación se le denomina esquema de conjunto.

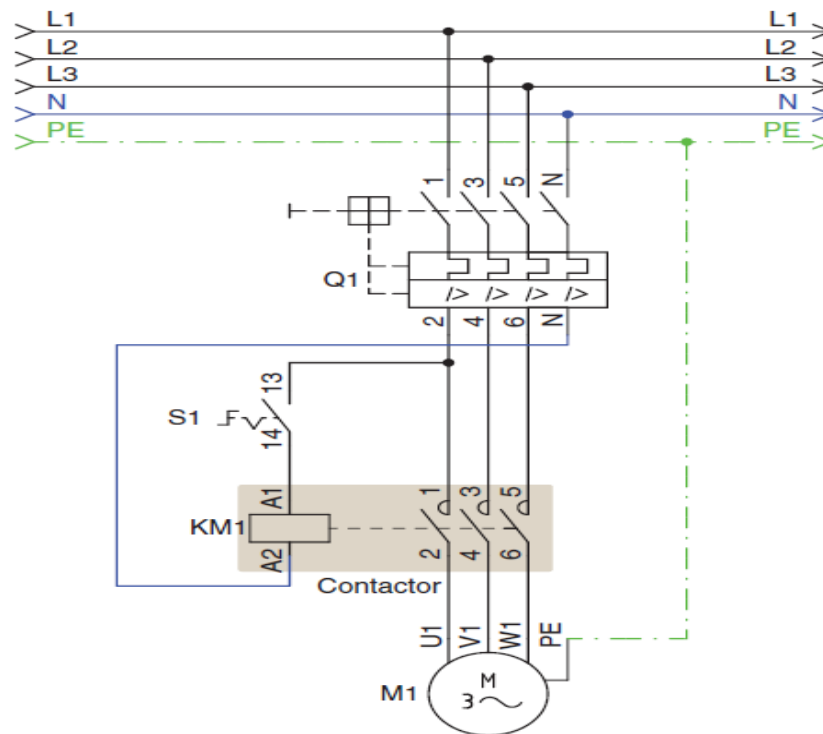


Fig. 16. Esquema para el arranque de un motor trifásico mediante un contactor controlado por un interruptor mono polar.

## 2.9.2 Esquemas de fuerza y mando

En la industria, los automatismos cableados pueden ser realmente complejos y por tanto, también sus esquemas. Si estos se realizaran por la representación conjunta, el técnico de montaje y de mantenimiento tendría verdaderas dificultades para entenderlos.

Por este motivo, se hace necesario separar gráficamente el circuito de potencia del circuito de control o de mando.

El **esquema de potencia o de fuerza** representa la parte del circuito que alimenta el receptor o receptores de potencia.

El **esquema de mando** representa, entre las dos fases de alimentación, la combinación lógica de los contactos de los sensores utilizados para gobernar las bobinas de los diferentes órganos de control, como contactores, temporizadores, relés auxiliares, etc.

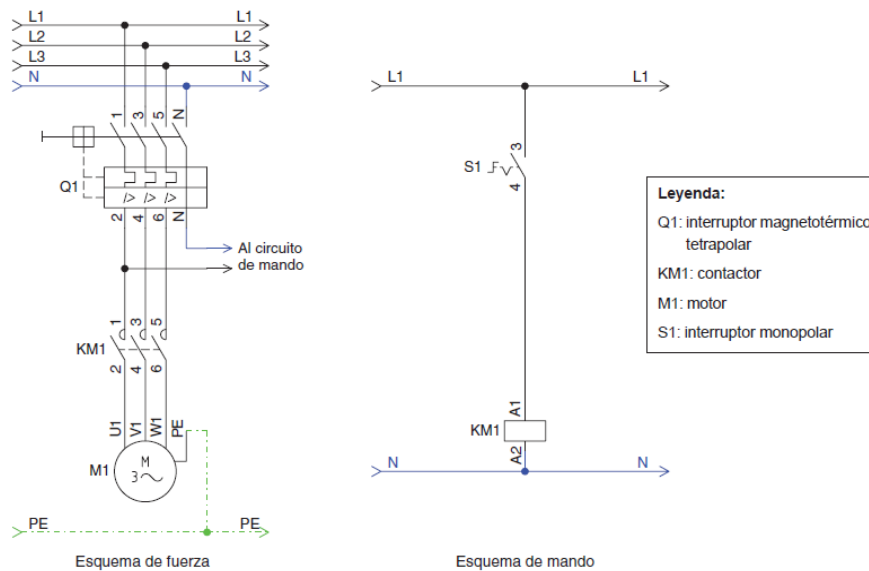


Fig. 17. Esquema de fuerza y mando representación separada.

En el esquema de fuerza los interruptores y protecciones de corte general se representan en la parte superior, próximos a las líneas de la red de alimentación. Los receptores o motores en la parte inferior. Y entre ambos los contactores de potencia.

En la práctica, el circuito de fuerza se realiza con cable de mayor sección que el de mando, ya que debe estar calculado para soportar el paso de corriente del receptor de potencia, en este caso el motor. Sin embargo, el cableado de mando se realiza con cable de menor sección (1,5 mm<sup>2</sup> de color rojo), ya que el consumo de las bobinas no es muy elevado. [4]



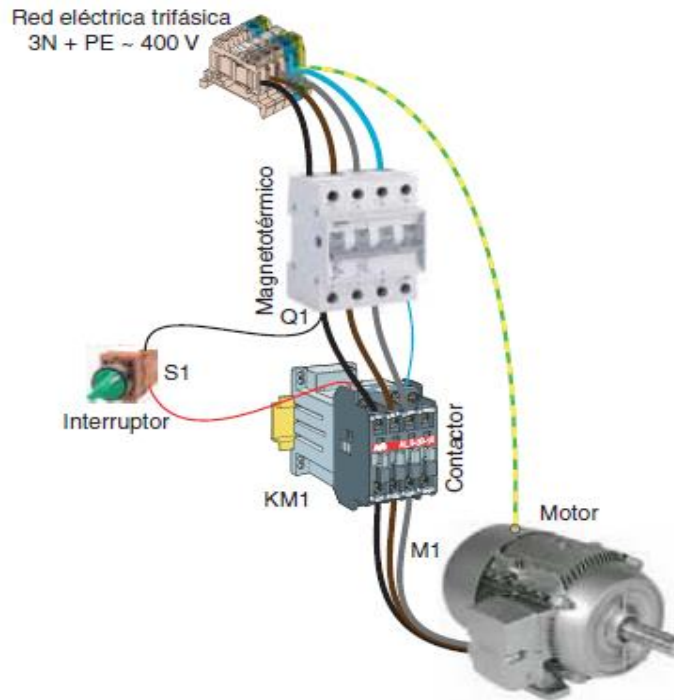


Fig. 18.Representación realista del circuito.

## 2.10 Conexión y protección del circuito de mando

El circuito de mando debe disponer de un elemento protección contra cortocircuitos. Este puede ser el mismo que se utiliza en el circuito de fuerza, según lo mostrado en el anterior circuito, o uno exclusivo para él.

Estas son algunas formas de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos el circuito de mando:

- Mediante un interruptor magneto térmico mono polar independiente (1).
- Mediante un fusible (2).

- Mediante un contacto auxiliar acoplado mecánicamente al interruptor magneto térmico de fuerza (3).

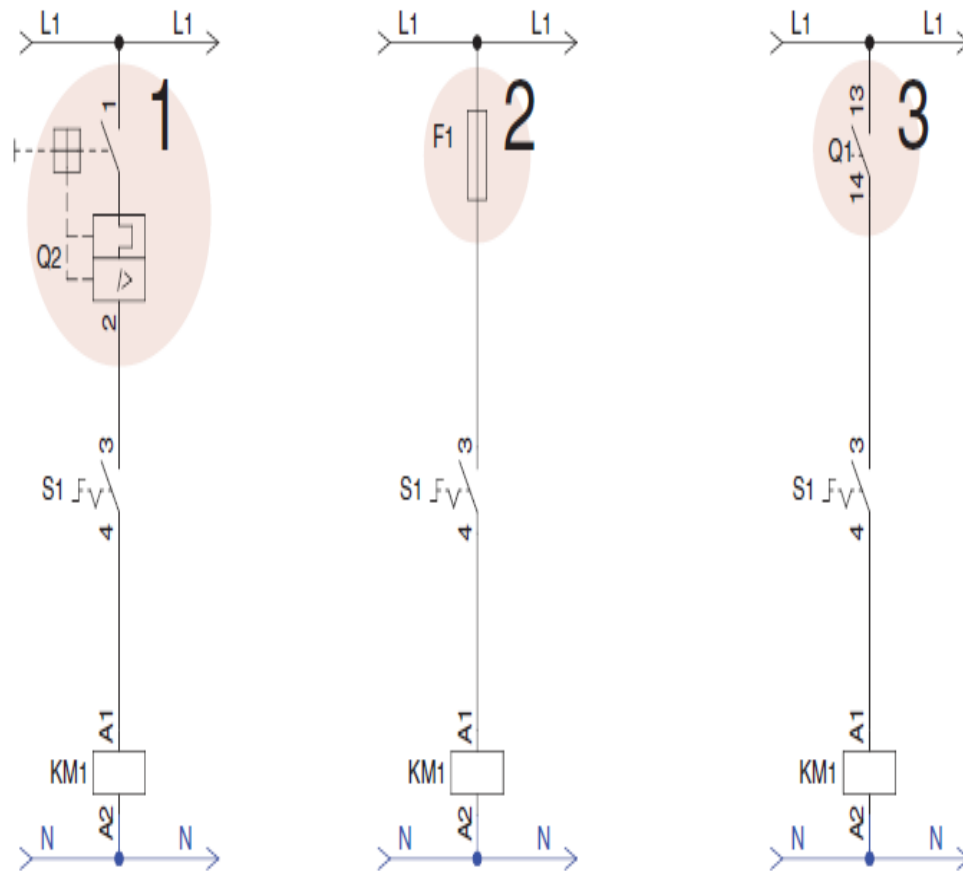


Fig. 19. Ejemplo de dispositivos de protección contra cortocircuitos en el circuito de mando.

## 2.11 Circuito de mando a tensiones reducidas

Existen contactores, que si bien pueden controlar la carga de potencia para tensiones de 230 o 400 V, sus bobinas están diseñadas, por seguridad, para trabajar a tensiones reducidas de 24 o 48 V, en corriente alterna o corriente continua. En estas ocasiones el circuito de mando debe estar conectado a un transformador reductor de tensión en el primer caso, y a una fuente de

alimentación en el segundo. Los símbolos del transformador de mando y la fuente de alimentación son los siguientes:

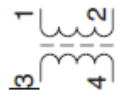

Elemento	Símbolo	Identificador
Transformador		T
Fuente de alimentación		G

Fig. 20. Símbolos del transformador de mando y la fuente de alimentación.

Los esquemas de mando para el arranque del motor trifásico con un interruptor mono polar son:

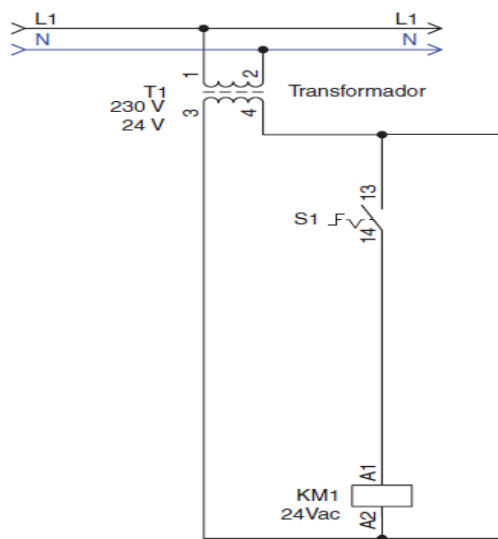


Fig. 21. Mando a 24 V de corriente alterna.

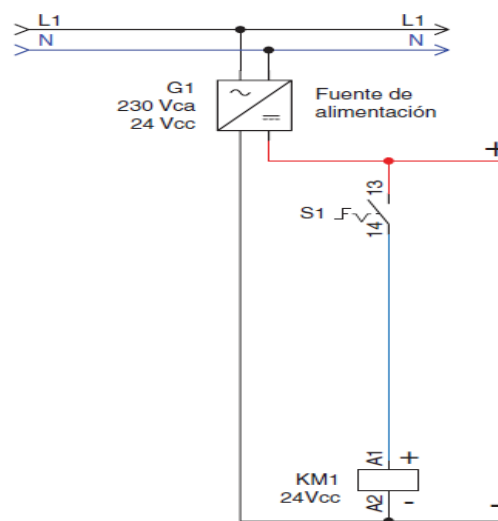


Fig. 32. Mando a 24 V de corriente continua.

## 2.12 Señalización del estado de los contactores

En muchas ocasiones es necesario señalar el estado de un contactor. Esto permite al operario detectar, de un simple vistazo si una máquina, está en funcionamiento o no.

Este tipo de señalización se puede realizar de varias maneras, pero la más sencilla se hace mediante pilotos, ubicados en las puertas de los cuadros eléctricos, o balizas luminosas.

Las lámparas de señalización se conectan en paralelo con las bobinas de los contactores o relés de los que se desea saber su estado de funcionamiento. [4]

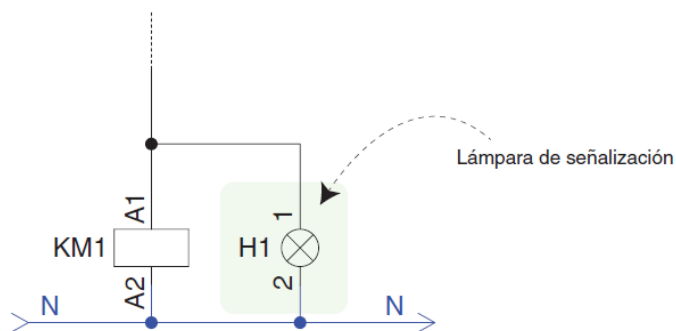


Fig. 22. Conexión de lámpara de señalización en paralelo a la bobina de un contactor.

## 2.13 Realimentación

El circuito visto hasta ahora, basado en el mando con interruptor mono polar, para el arranque de motores, tiene un gran inconveniente de seguridad. Si estando la máquina funcionando, se produce un corte de la alimentación de la red eléctrica, cuando esta se repone nuevamente, el motor arrancará de inmediato sin ningún control para operario y si el motor está instalado en una máquina peligrosa (por

ejemplo, una sierra eléctrica), este arranque inesperado puede ser sumamente peligroso.

Por este motivo, lo habitual para el arranque de motores es utilizar botoneras con pulsadores de marcha y paro. Si en el circuito de mando anterior, sustituyes el interruptor por un pulsador (S2), apreciarás que el motor solamente está en marcha cuando se mantiene la acción sobre él. Para que el motor siga funcionando una vez cesada la acción sobre el pulsador, es necesario poner un contacto del propio contactor en paralelo con el pulsador, esta conexión es lo que se denomina realimentación. En esta situación, solamente se puede desactivar el circuito si se corta la alimentación de la bobina. Por tanto, para realizar esto, se debe colocar un pulsador normalmente cerrado (S1) en serie al conjunto en paralelo. Así, cada vez que se acciona este pulsador de parada, se interrumpe la alimentación de la bobina, el contacto de realimentación se abre y de esta manera se desconecta el contactor parando el motor. [4]

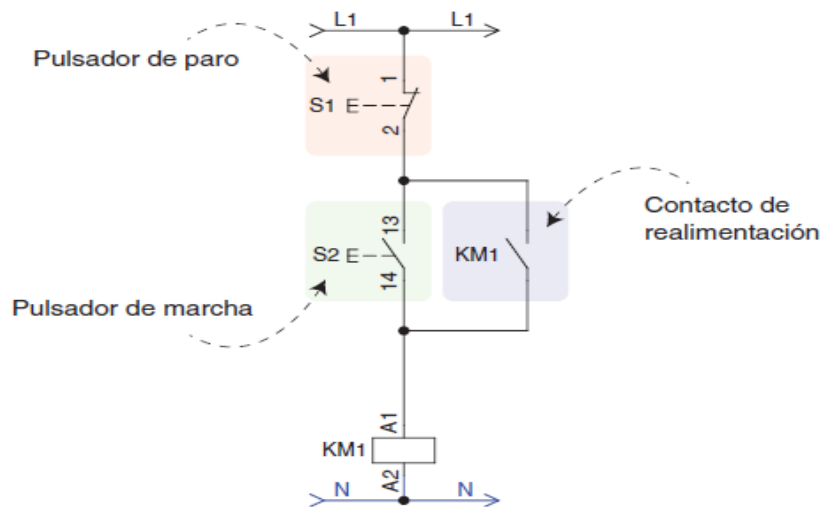


Fig. 23. Uso de la realimentación.

Así, utilizando el esquema de fuerza y el de mando anterior, el cableado del circuito para el arranque de un motor trifásico mediante pulsadores de marcha y paro es el siguiente:

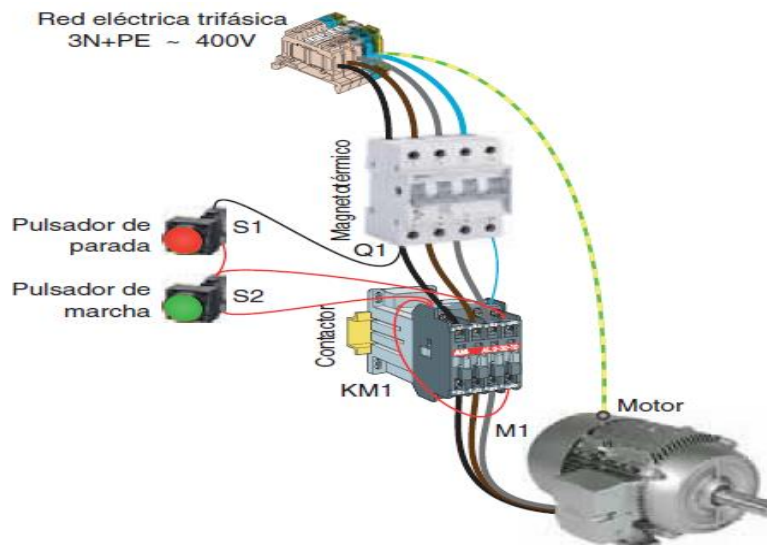


Fig. 24. Arranque de un motor trifásico a través de un contactor, mediante pulsadores de marcha y paro.

## 2.14 El relé térmico

El relé térmico es un dispositivo de protección utilizado en circuitos de automatismos, destinados al arranque de motores. Con él se protege el motor contra sobrecargas y fallos debidos a la falta de una fase. Por tanto, siempre que se realice un circuito para el arranque de un motor, es necesario utilizar un relé térmico. El relé térmico se conecta al circuito de fuerza, mediante seis bornes destinados a tal fin, y al circuito de mando, mediante un conjunto de contactos auxiliares. La parte de fuerza del relé térmico es la encargada de detectar la sobrecarga. Los contactos auxiliares se utilizan para la desconexión del circuito de mando del contactor que gestiona el motor y para señalar el disparo.

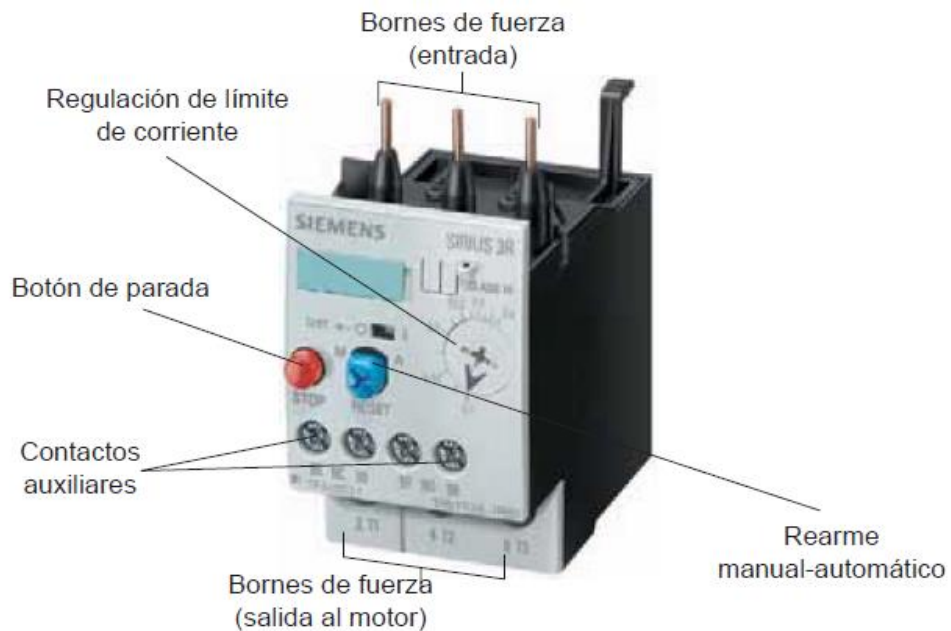


Fig. 25. Partes del relé térmico (SIEMENS AG).

### 2.15 El relé térmico en los esquemas de automatismos

La protección con el relé térmico, se representa en el esquema de fuerza entre el contactor y el motor. En el esquema de mando se representa lo más próximo a la fase representada en la parte superior y debajo del dispositivo de protección, si es que existe.

El contacto cerrado se pone en serie con el circuito que alimenta la bobina del contactor. El contacto abierto se conecta a un dispositivo de señalización (por ejemplo, una lámpara).

Si el relé térmico detecta sobrecarga o falta de una fase en el circuito de fuerza, el dispositivo de protección se dispara. En esta situación, el contacto auxiliar cerrado del relé térmico se abre, desconectando el circuito de alimentación de la bobina. Si esto ocurre, el contactor KM1 abre sus contactos en el circuito de fuerza y el motor se detiene. En el mismo suceso, el contacto abierto del relé térmico se cierra,

alimentando la lámpara de señalización (H2), que se enciende indicando que el relé térmico se ha disparado. [4]

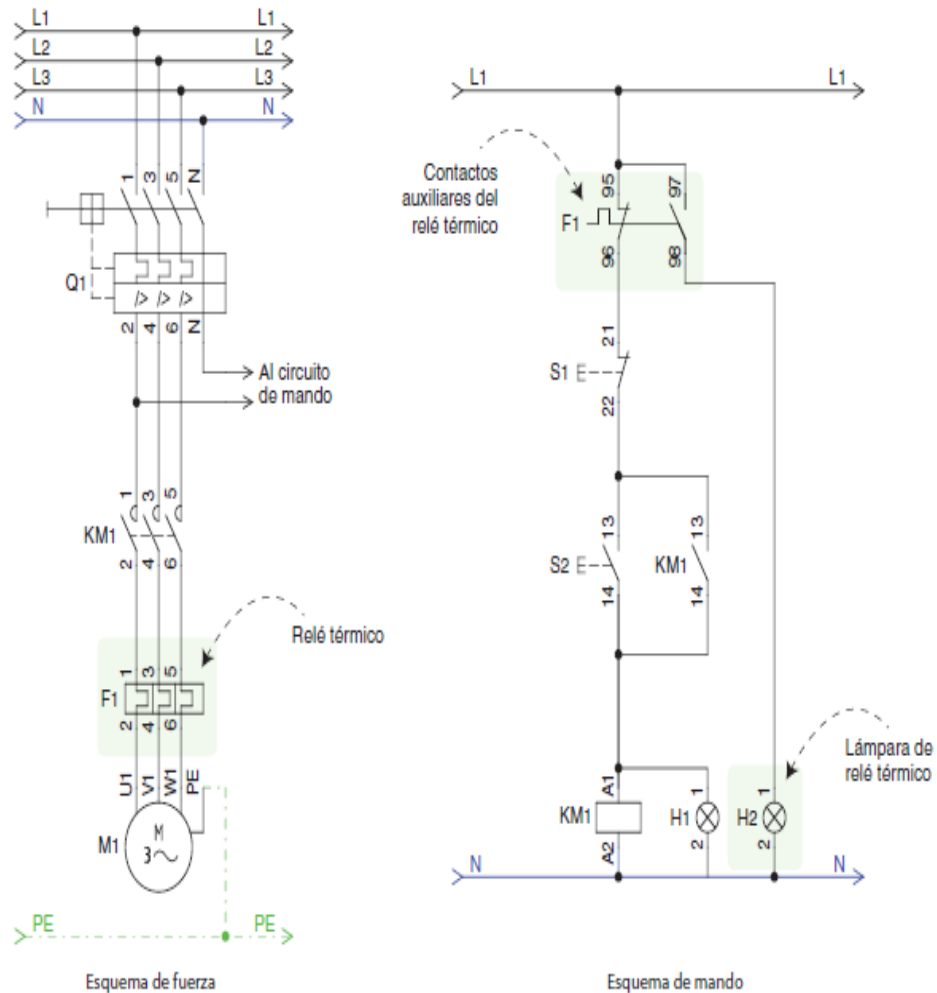


Fig. 26. Arranque de un motor trifásico con pulsadores de marcha y paro con protección por relé térmico.



## 2.16 Microcontrolador PIC18F

Los PIC18F son los sucesores de la familia PIC16F. Incorporan una gran cantidad de cambios que han transformado al PIC en el mejor microcontrolador de 8 bits.

En 1999 Microchip lanzó al mercado una nueva familia de microcontroladores, bautizada como **PIC18**. Incorporaba una renovación dentro del núcleo del microcontrolador que tendía a facilitarle al desarrollador el trabajo de programación.

PIC18 se pensó para ser programado en lenguajes de alto nivel como C, por lo cual Microchip dotó a su nueva familia de las siguientes mejoras dentro del núcleo: memoria de programa de hasta **1 MWord** (1 millón de instrucciones), acceso lineal a la memoria de programa, memoria de datos de hasta 4 KB y acceso a memoria de datos lineal o por bancos. Además, cuenta con un set de instrucciones ampliado a 75 en modo estándar y a 83 en modo extendido (en los modelos que lo incorporan), entre otras características.

## 2.17 Características de la familia PIC18F

Estas microcomputadoras son fabricadas por la firma Microchip y se ofrecen con una amplia gama de funcionalidades, destacándose por su sencillez y bajo consumo.

Los microcontroladores **PIC18F** pertenecen a la familia de rango medio avanzado de los micros de 8 bits de Microchip. Poseen un repertorio de 75 instrucciones en modo estándar, más 8 instrucciones especiales que solo trabajan cuando el microcontrolador opera en modo extendido (con memoria de programa interna y externa). El procesador sigue siendo de filosofía **RISC** (set de instrucciones reducido), buses de arquitectura **Harvard**, construido en pastilla de tecnología **CMOS**, frecuencia de operación de hasta **40 MHz**, hasta **32 KWord** de memoria

**Flash** de programa, conversores A/D integrados y manejo de interrupciones. Son ideales para aprender las bases de la programación de estos dispositivos.

Su nuevo set de instrucciones, que ampliaba la capacidad de las **35** de la familia PIC16, le permitía al programador de lenguaje assembler una mayor comodidad al realizar el código. Pero uno de los detalles más importantes es que PIC18 se pensó para ser programado en lenguajes de alto nivel, como C, y fue por eso que Microchip desarrolló el hardware a la vez que lo hacía con el compilador, para amoldarlo a las características de este último, al cual denominó C18. Así, PIC 18 se transformó en el primer microcontrolador diseñado para ser programado en lenguaje C.

## **2.18 Existen varios Compiladores de C para los microcontroladores PIC**

Uno de los motivos más importantes para escoger un lenguaje de alto nivel en vez del ensamblador, es cuando la complejidad del programa aumenta considerablemente. En ese caso, se prefiere utilizar un lenguaje que se acerque al humano, porque es más fácil de programar, produce código más legible y libera al programador de lidiar con los detalles del hardware, ya que el compilador se ocupa de toda esa tarea.

Dentro de todos los lenguajes posibles, se encuentra uno que es muy utilizado por los profesionales: **C**. Esto se debe a que, normalmente, es más fácil escribir código C en vez de ensamblador, y dentro de los lenguajes de alto nivel, C es el de más bajo nivel, lo que hace que sea soportado por distintos compiladores para microcontroladores con diversas arquitecturas. [6]

## 2.19 Compilador CCS C

El Compilador C de CCS ha sido desarrollado específicamente para PIC, obteniendo la máxima optimización del compilador con estos dispositivos. Dispone de una amplia librería de funciones predefinidas, comandos de preprocesador y ejemplos. Además, suministra los controladores (drivers) para diversos dispositivos con LCD, convertidores AD, relojes en tiempo real, EEPROM serie,

Un compilador convierte el lenguaje de alto nivel a instrucciones en código máquina; un *cross-compiler* es un compilador que funciona en un procesador (normalmente en un PC) diferente al procesador objeto. El compilador CCS C es un *cross-compiler*. Los programas son editados y compilados a instrucciones máquinas en el entorno de trabajo del PC, el código máquina puede ser cargado del PC al sistema PIC mediante el ICD2 (o mediante cualquier programador) y puede ser depurado (puntos de ruptura, paso a paso, etc.) desde el entorno de trabajo del PC.

## 2.20 Estructura de un programa

Para escribir un programa en C con el CCS C se deben tener en cuenta una serie de elementos básicos de su estructura.

- **Directivas de preprocesado:** controlan la conversión del programa a código máquina por parte del compilador.
- **Programa o funciones:** conjunto de instrucciones. Puede haber uno o varias; en cualquier caso siempre debe haber uno definido como principal mediante la inclusión de la llamada `main()`.
- **Instrucciones:** indica cómo debe comportarse el PIC en todo momento.
- **Comentarios:** Permiten describir lo que significa cada línea del programa.

El CCS C es C estándar y, además de las directivas estándar (#include, etc), suministra unas directivas específicas para PIC (#device, etc); además incluye funciones específicas (bit\_set). Se suministra con un editor que permite controlar la sintaxis del programa. [7]

## 2.21 Data sheet de la familia PIC18F2455/2550/4455/4550

### 2.22 Diagrama de pines

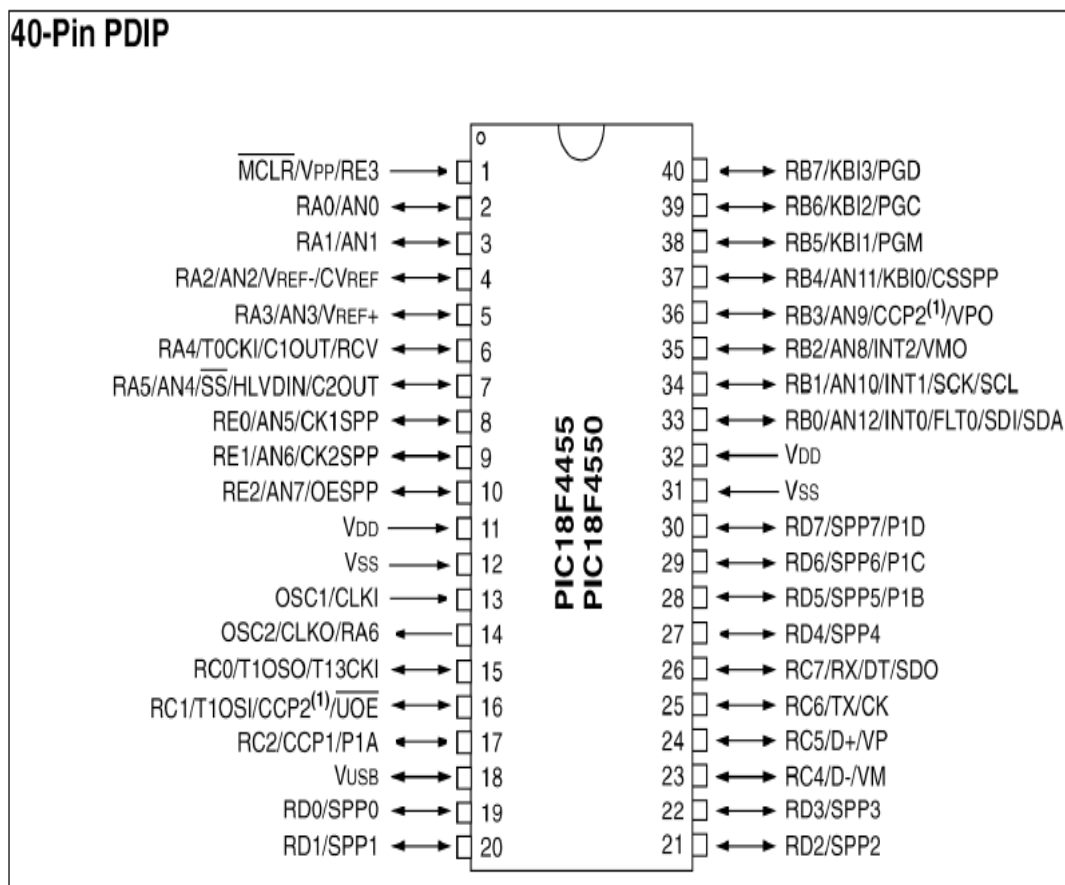


Fig. 27. Diagrama de pines PIC18F4550.

[8]

## 2.23 Descripción de pines

Tabla 1.Descripcion de pines del microcontrolador PIC18F4550

Pin No.	Nombre	Descripción	Función alternativa
1	MCLR/VPP/RE3	Master clear	Vpp: programming voltage input RE3: I/O pin of PORTE, PIN 3
2	RA0/AN0	PortA I/O Pins 1-6	AN0: Analog input 0
3	RA1/AN1		AN1: Analog input 1
4	RA2/AN2/VREF-/CVREF		AN2: Analog input 2
			VREF-: A/D reference voltage (low) input. CVREF: Analog comparator reference output.
5	RA3/AN3/VREF+		AN3: Analog input3 VREF+: A/D reference voltage (high) input
6	RA4/T0CKI/C1OUT/RCV		T0CKI: Timer0 external clock input. C1OUT: Comparator 1 output
			RCV:External USB transceiver RCV input.
7	RA5/AN4/SS/HLVDIN/C2OUT	AN4: Analog input 4 SS: SPI slave select input HLVDIN: High/Low-Voltage Detect input. C2OUT: Comparator 2 output.	

**CONTROL A DISTANCIA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

8	RE0/AN5/CK1SPP	PortE I/O Pins 1-3	AN5: Analog input 5 CK1SPP: SPP clock 1 output.
9	RE1/AN6/CK2SPP		AN6: Analog input 6 CK2SPP: SPP clock 2 output
10	RE2/AN7/OESPP		AN6: Analog input 7 OESPP : SPP Enabled output
11	V <sub>DD</sub>	Positive supply	
12	V <sub>SS</sub>	Ground	
13	OSC1/CLKI	Oscillator pin 1	CLKI: External clock source input
14	OSC2/CLKO/RA6	PortE I/O Pin 7	CLKO: External clock source output
			OSC2: Oscillator pin 2
15	RC0/T1OSO/T13CKI	PortC I/O Pins 1-3	T1OSO :Timer1 oscillator output T13CKI: Timer1/Timer3 external clock input.
16	RC1/T1OSI/CCP2/UOE		T1OSI: Timer1 oscillator output CCP2:Capture 2 input/Compare 2 output/PWM2 output UOE: External USB transceiver OE output
17	RC2/CCP1/P1A		CCP1: Capture 1 input/Compare 1 output/PWM1 output. P1A :Enhanced CCP1 PWM output, channel A.
18	VUSB	Internal USB 3.3V voltage regulator output, positive supply for the USB transceiver.	
19	RD0/SPP0		
20	RD1/SPP1		

**CONTROL A DISTANCIA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

---

21	RD2/SPP2	PortD I/O Pins 1-4	SPP0-SPP4
22	RD3/SPP3		Streaming Parallel Port data
23	RC3/D-/VM	PortC I/O Pins 4-5	D-: USB differential minus line (input/output)  VM: External USB transceiver VM input.
24	RC4/D+/VP		D+: USB differential plus line (input/output).  VP: External USB transceiver VP input.
25	RC6/TX/CK	PortC I/O Pins 7-8	TX: EUSART asynchronous transmit.  CK: EUSART synchronous clock (see RX/DT).
26	RC7/RX/DT/SDO		RX: EUSART asynchronous receive.  DT: EUSART synchronous data (see TX/CK).  SDO: SPI data out.
27	RD4/SPP4	PortD I/O Pins 5-8	SPP4: Streaming Parallel Port data
28	RD5/SPP5/P1B		SPP5: Streaming Parallel Port data  P1B: Enhanced CCP1 PWM output, channel B
29	RD6/SPP6/P1C		SPP6: Streaming Parallel Port data  P1C: Enhanced CCP1 PWM output, channel C
30	RD7/SPP7/P1D		SPP7: Streaming Parallel Port data  P1D: Enhanced CCP1 PWM

**CONTROL A DISTANCIA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

---

			output, channel D
31	V <sub>SS</sub>	Ground	
32	V <sub>DD</sub>	Positive supply	
33	RB0/AN12/INT0/FLT0/SDI/SDA	PortB I/O Pins 1-8	AN12: Analog input 12.  INT0: External interrupt 0.  FLT0: Enhanced PWM Fault input (ECCP1 module).  SDI: SPI data in.  SDA: I <sup>2</sup> C data I/O.
34	RB1/AN10/INT1/SCK/SCL		AN10: Analog input 10.  INT1: External interrupt 1.  SCK: Synchronous serial clock input/output for SPI mode.  SCL: Synchronous serial clock input/output for I2C mode.
35	RB2/AN8/INT2/VMO		AN8: Analog input 8.  INT2: External interrupt 2.  VMO: External USB transceiver VMO output.
36	RB3/AN9/CCP2/VPO		AN9: Analog input 9.  CCP2: Capture 2 input/Compare 2 output/PWM2 output.  VPO: External USB transceiver VPO output.



37	RB4/AN11/KBI0/CSSPP		AN11: Analog input 11.  KBI0: Interrupt-on-change pin.  CSSPP: SPP chip select control output.
38	RB5/KBI1/PGM		KBI1: Interrupt-on-change pin.  PGM: Low-Voltage ICSP Programming enable pin.
39	RB6/KBI2/PGC		KBI2: Interrupt-on-change pin.  PGC: Low-Voltage ICSP Programming enable pin.
40	RB7/KBI3/PGD		KBI3: Interrupt-on-change pin.  PGD: In-Circuit Debugger and ICSP programming data pin.

[9]

## 2.24 Decodificador de tonos EI MT8870D / MT8870D-1

El MT8870D / MT8870D-1 es un receptor DTMF completo que integra las funciones de filtro de división de banda y decodificador digital. La sección de filtro utiliza técnicas de condensador conmutado para alta y baja.

Filtros de grupo; el decodificador utiliza técnicas de conteo digital para detectar y decodificar los 16 pares de tonos DTMF en un código de 4 bits. El recuento de componentes externos se minimiza mediante la provisión en chip de un amplificador de entrada diferencial, un oscilador de reloj y una interfaz de bus de tres estados enganchada.

## 2.25 Características

- Receptor DTMF completo
- Bajo consumo de energía
- Amplificador de ajuste de ganancia interno
- Tiempo de guarda ajustable
- Calidad de la oficina central
- Modo de apagado
- Modo de inhibición
- Compatible con versiones anteriores  
MT8870C / MT8870C-1

## 2.26 Aplicaciones

- Sistema receptor para British Telecom (BT) o CEPT Spec (MT8870D-1)
- Sistemas de paginación
- Sistemas de repetición / radio móvil
- Sistemas de tarjetas de crédito
- Control remoto
- Computadoras personales
- Contestador automático

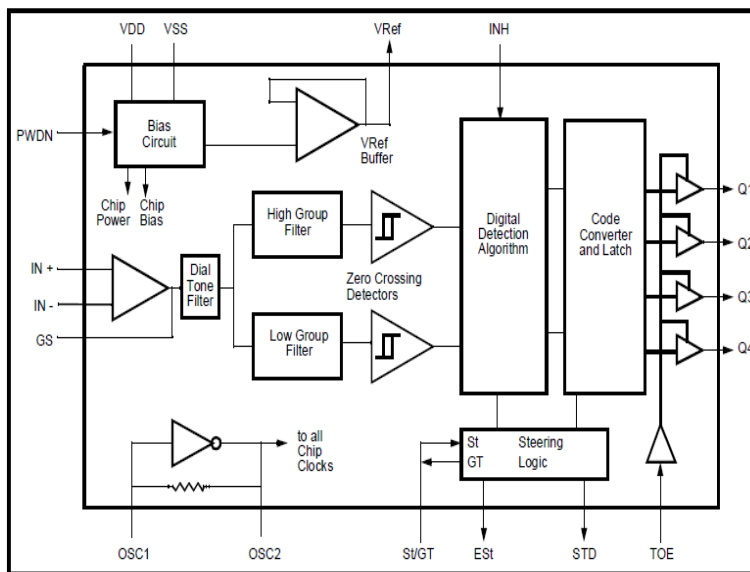


Fig. 28. Diagrama de bloques funcional.

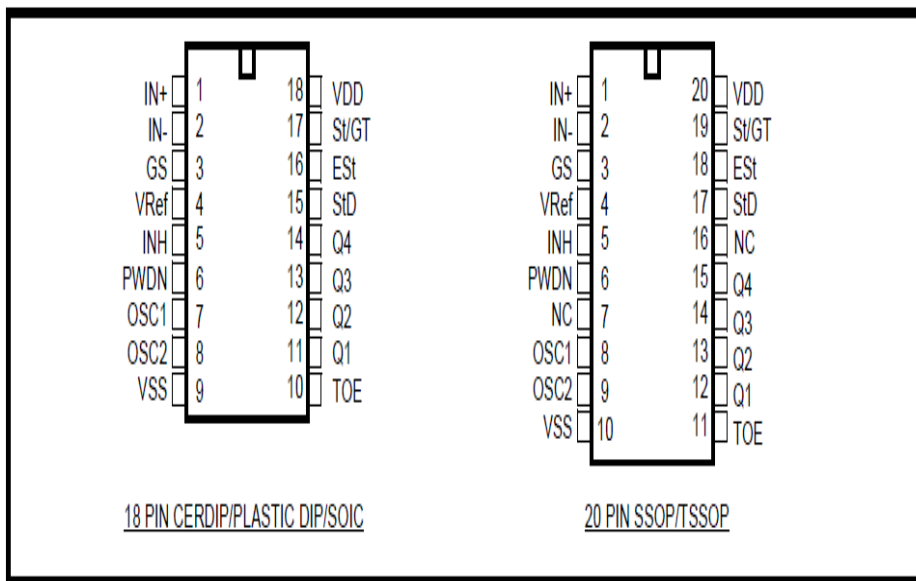


Fig. 29. Conexiones de pines.

## 2.27 Descripción de pines

Tabla 2. Descripción de pines de un decodificador de tonos CM8870.

Pin #		Description
18	20	
1	1	Amplificador operacional no inversor (entrada).
2	2	Invirtiendo Op-Amp (Entrada)
3	3	<b>Selección de ganancia.</b> Da acceso a la salida del amplificador diferencial de extremo frontal para la conexión de la resistencia de realimentación.
4	4	<b>Voltaje de referencia</b> (salida). Nominalmente, VDD / 2 se utiliza para desviar las entradas en la mitad del riel (ver Fig. 6 y Fig. 10).
5	5	<b>Inhibir (entrada).</b> La lógica alta inhibe la detección de tonos que representan los caracteres A, B, C y D. Esta entrada de pin se presiona internamente.
6	6	<b>Apagado (entrada).</b> Alto activo. Apaga el dispositivo e inhibe el oscilador. Esta entrada de pin se tira hacia abajo internamente.
7	8	<b>Reloj (entrada).</b>
8	9	<b>Reloj (Salida).</b> Un cristal de 3.579545 MHz conectado entre los pines OSC1 y OSC2 Completa el circuito del oscilador interno.
9	10	<b>Tierra</b> (Entrada). 0V típico.
10	11	<b>Salida de tres estados habilitada</b> (entrada). La lógica alta habilita las salidas Q1-Q4. Este pin se tira internamente.
11-14	12-15	<b>Datos de tres estados</b> (salida). Cuando TOE lo habilite, proporcione el código correspondiente al último par de tonos válido recibido (consulte la Tabla 1). Cuando TOE tiene una lógica baja, las salidas de datos son de alta impedancia.

15	17		<b>Dirección retrasada</b> (salida). Presenta un nivel lógico alto cuando se registra un par de tonos recibido y se actualiza el latch de salida; vuelve a la lógica baja cuando la tensión en St / GT cae por debajo de VTSt.
16	18		<b>Dirección Temprana</b> (Salida). Presenta una lógica alta cuando el algoritmo digital ha detectado un par de tonos válido (condición de señal). Cualquier pérdida momentánea de la condición de la señal hará que el ESt vuelva a un nivel lógico bajo.
17	19		<b>Dirección de entrada / Tiempo de guarda</b> (Salida) Bidireccional. Un voltaje mayor que VTSt detectado en St hace que el dispositivo registre el par de tonos detectado y actualice el bloqueo de salida. Un voltaje menor que VTSt libera el dispositivo para aceptar un nuevo par de tonos. La salida de GT actúa para restablecer la constante de tiempo de dirección externa; su estado es una función de ESt y la tensión en St.
18	20		<b>Fuente de alimentación positiva</b> (entrada). + 5V típico.
	7,16		Sin conexión

## 2.28 Descripción funcional

El receptor monolítico DTMF MT8870D / MT8870D-1 ofrece tamaño pequeño, bajo consumo de energía y alto rendimiento. Su arquitectura consiste en una sección de filtro de división de banda, que separa los tonos de grupo alto y bajo, seguida de una sección de conteo digital que verifica la frecuencia y la duración de los tonos recibidos antes de pasar el código correspondiente al bus de salida.

## 2.29 Oscilador de Cristal

El circuito del reloj interno se completa con la adición de un cristal externo de 3.579545 MHz y normalmente se conecta como se muestra en la Figura 10 (Configuración de entrada de terminación única). Sin embargo, es posible configurar varios dispositivos MT8870D / MT8870D-1 que emplean solo un único cristal oscilador. La salida del oscilador del primer dispositivo en la cadena se acopla a través de un condensador de 30 pF a la entrada del oscilador (OSC1) del siguiente dispositivo. Los dispositivos subsiguientes están conectados de una manera similar. Consulte la Figura 7 para más detalles. Los problemas asociados con la carga desequilibrada no son una preocupación con la disposición mostrada, es decir, no se requieren condensadores de equilibrio de precisión. [10]

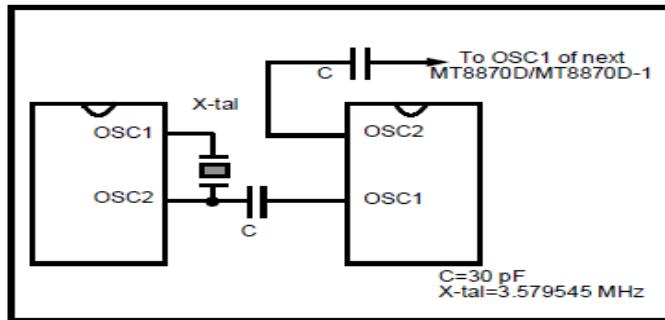


Fig. 30. Conexión del oscilador

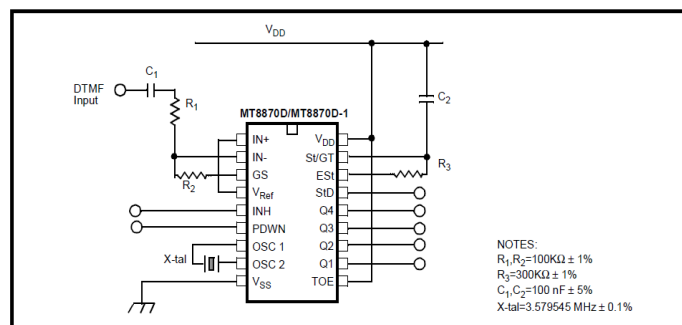


Fig. 31. Configuración de entrada de terminación única

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

---

### 3 Diseño y aplicaciones

---

Se diseñó un sistema que logra integrar circuitos de mandos o de control que permiten controlar circuitos de potencia. Está dirigido principalmente para resolver un problema y para lograr optimizar procesos donde existe la necesidad explícita de operar un motor de corriente alterna acoplado a bombas sumergibles y que por la complejidad de los horarios de operación se hace muy útil disponer de una herramienta que pueda brindarle al operador una opción de encender y apagar este tipo de motores en forma remota.

Para desarrollar este prototipo fue necesario cumplir con los objetivos planteados por cuanto que se explica a continuación todo el proceso que se tuvo en cuenta para la construcción del sistema que permite controlar un motor de corriente alterna a distancia remota.

#### 3.1 Identificar los elementos que forman parte del circuito eléctrico de arranque de un motor de C.A.

Se tiene en cuenta para la selección de los elementos de arranque de un motor de corriente alterna características tales como:

- Tipo de motor
- Tensión nominal de diseño
- Corriente nominal
- Corriente de vacío
- Corriente de arranque
- Corriente a rotor bloqueado

Teniendo en cuenta esta característica se continúa con la selección para armar el tablero de arranque de un motor de corriente alterna que como se mencionó anteriormente se diseña un arranque en tensión plena y se seleccionaron los siguientes elementos.

- Caja o gabinete de ensamblaje.
- Contactor con alimentación en su bobina de 110 V.
- Relé térmico para la protección del circuito
- Selector manual
- Circuito de protección

El selector manual se reemplaza por la conmutación que se logra hacer con el uso de un relé, aprovechando los estados normalmente abierto y normalmente cerrado y es precisamente el estado normalmente abierto el contacto que utilizo para energizar la bobina del contactor, sin antes ponerla en serie con el contacto normalmente cerrado del relé térmico, esta conexión permite que al ocasionarse una falla en el fluido eléctrico, ya sea por sobre carga de tensión, altos niveles de corriente o simplemente porque el rotor este bloqueado, el contacto auxiliar normalmente cerrado del relé térmico se abre cuando detecta una de estas fallas provocando que la bobina se desenergice y desactiva el contactor dejando el motor sin alimentación.

**Motor tipo bomba de agua:** para lograr el funcionamiento del sistema se conecta al circuito de fuerza del sistema un motor tipo bomba de agua con la capacidad de extraer agua de un pozo profundo

**El contactor :** En el sistema se usa un contactor que permite que la fuente de alimentación que suministra la corriente del motor actúe con total independencia de la fuente de alimentación del resto del sistema , evitando que en el momento del arranque del motor se produzcan perturbaciones en la redes eléctrica y provoque alteraciones en el sistema electrónico , existen contactores que su



circuito de mando puede ser accionado con voltaje de 12, 24, 120, 240 VCA , en el caso específico las terminales A1 y A2 de la bobina son activadas con un voltaje de 120 voltios, permitiendo que se cierren los polos en el circuito de potencia del contactor.

**Relé térmico:** en sistemas de automatismo que involucran motores, es necesario instalar en serie con el contactor un elemento de protección. En este sistema, el relé térmico cumple con dos funciones muy importante, en primer lugar cumple funciones de protección del motor en el evento que se presenten alteraciones en la fluctuación de la fuente que alimenta el circuito de fuerza del sistema o en función que se presente alguna falla en el motor, es el encargado de proteger el motor en el evento que se produzca una caída de tensión en una fase o por una sobre corriente producida por un corto circuito. este relé se puede ajustar dependiendo de la potencia que maneje el motor , cuenta con un ajustador manual que nos permite bajar y subir el nivel de corriente de protección en el caso de este sistema por ser un motor que maneja una potencia de 375 W, se regula a la mínima corriente del selector que son 3 amperios.

Este dispositivo de protección utilizado mayormente para proteger motores de corriente alterna, cuenta con dos contactos auxiliares, uno normalmente cerrado (NC), otro normalmente abierto (NO), la realimentación del sistema se logra utilizando el contacto normalmente abierto, que su función principal es cerrarse en el momento que el circuito de protección presente una falla en su función.

### **3.2 Diseñar un circuito electrónico que permita realizar el control del sistema**

Para lograr ejercer un control a distancia remota de un motor de corriente alterna en especial un motor que se acopla a una bomba de agua y lograr encender, apagar y retroalimentar su funcionamiento normalmente a través de un circuito, estos motores en sus características son motores que tienen similitud por su

construcción interna a un motor de jaula de ardilla. Este sistema permite retroalimentar el estado del motor, Cuando el motor se encuentre en marcha se puede recibir una señal del estado del motor(marcha o paro), por cuanto que el sistema cuenta con un circuito de control y mando que permite la realimentación con el móvil usuario, en la circunstancia que ocurra una falla funcional el fluido eléctrico o una falla en el motor, el móvil control conectado al sistema es capaz de enviar un mensaje de texto al móvil usuario en el evento que el sistema sufra fluctuaciones o corto circuito en la fuente de potencia , este circuito de realimentación permita informar al móvil usuario sobre la falla que este presentando el sistema, para lograr un buen desarrollo a estas tareas se define una ruta de trabajo.

### **3.2.1 Diagrama de bloques del sistema**

El control principal del sistema de control a distancia de motores de corriente alterna se efectúa utilizando como elemento principal un PIC18F4550 , aprovechando una amplia gama de funciones, estos microcontroladores poseen una lista de 75 instrucciones en su modo estándar , y 8 más especiales, estas características asociadas a otras funciones son las que permiten que este dispositivo sea muy útil cuando se quiere ejercer control sobre algunas señales de entradas .Estos dispositivos conectados con un decodificados de tonos DTMF y un ISD2560 ,se logra construir un sistema integrados a unas funciones específicas.

El DTMF específicamente en MT8870 recibe una señal de tipo analógica que es un tono que viene del teclado de un teléfono celular, estos tonos son recibidos de des el teléfono hacia una entrada analógica del decodificador, que su función principal es transformar un par de señal analógicas y convertirlas en 4 bits proporcionan una salida (out), en los pines  $Q_1, \dots, Q_4$ , estos 4 bits son ingresados al PIC18F4550 por el puerto C,(  $C_0, C_1, C_2$  y  $C_4$  ). Cada vez que se presiona una tecla el DTMF realiza esta función y en forma simultanea el pin StD del decodificador envía un pulso que es recibido en el microcontrolador y genera una

interrupción en  $RB_0$  que indica que, enciende un led indicador que confirma que está llegando un tono, este circuito decodificador permite introducir claves, activar y desactivar salidas en el PIC.

El ISD2560 es un circuito integrado grabador y reproductor de voz , en el sistema de control a distancia presta su función como guía , lo primero que se hace es grabar los mensajes de audio que servirían para guiar al operador cuando el sistema pasara al estado activo, en el proceso de grabado y reproducción de los mensajes el pin PR del ISD 2560 desempeña un papel muy importante ,por cuanto que cuando se procede a grabar los mensajes este pin debe estar en tierra y en simultaneo se presiona el pulsador (START/PAUSE) ,conectado al (pin CE), y en este momento se graban los mensajes. una vez termina el proceso de grabación de un mensaje, se presiona en pulsador (STOP/RESET), que está conectado al (pin PD), luego que los mensajes fueron grabados el pin PR se deja conectado a  $V_{CC}$ , y la parte de grabación del micrófono queda inactiva , porque ya los mensajes fueron grabados y el pin PD y queda conectado a tierra a través de una resistencia de  $100k\Omega$  y el pin CE queda conectado a  $V_{CC}$  a través de una resistencia de  $100k\Omega$  .Luego los pulsadores (START/PAUSA) y (STOP/RESET) se eliminan porque ellos solo se utilizan para grabado y reproducción manual , y estos pines pasan a ser comandados desde el PIC18F4550 a través de las entradas( $RA_4$  y  $RA_5$ ) ,CE pasa a ser controlados por  $RA_4$  y PD pasa a ser controlado por  $RA_5$  .en resumidas (START) queda conectado  $RA_4$  y (STOP) queda conectado a  $RA_5$  , pero no quedan conectados en forma directa antes .

El pin CE se conecta antes de llegar a  $RA_4$ , al colector de un transistor BC 547, el emisor se conecta a tierra y la base se conecta  $RA_4$ .

Para el pin PD se conecta antes de llegar a  $RA_5$  al emisor de un transistor BC 557, el colector se conecta a  $V_{CC}$  y la base se conecta  $RA_5$ .

De esta manera quedan conectados los pines de control (START y STOP) ,con el PIC18F4550

El conjunto de pines desde(  $A_1, \dots, A_8$ ), se conectan al PIC18F4550 a través del puerto D, para ser controlados, el bits menos significativo  $A_0$  y el bits más significativo  $A_9$ , se conectan a tierra, porque no se tienen en cuenta.

En la salida SP+ y SP- , que son las salidas de los parlantes para escuchar los mensajes grabados, se envían los mensajes al móvil control por la entrada del micrófono (Mic), para que puedan escucharse en el móvil usuario .

Si quiero reproducir un mensaje, el PIC18F4550 le ordena al ISD2560, a través del puerto (D), le envía la dirección en la que empieza a reproducir y con el pin de control RA<sub>4</sub> (START) , se ordena la reproducción, se llama una pausa por el tiempo que demora el mensaje y se ejecuta la acción (STOP).

Esto es lo que se ejecuta cada vez que se reproduce un mensaje.

En síntesis se observa en el siguiente diagrama de bloques.

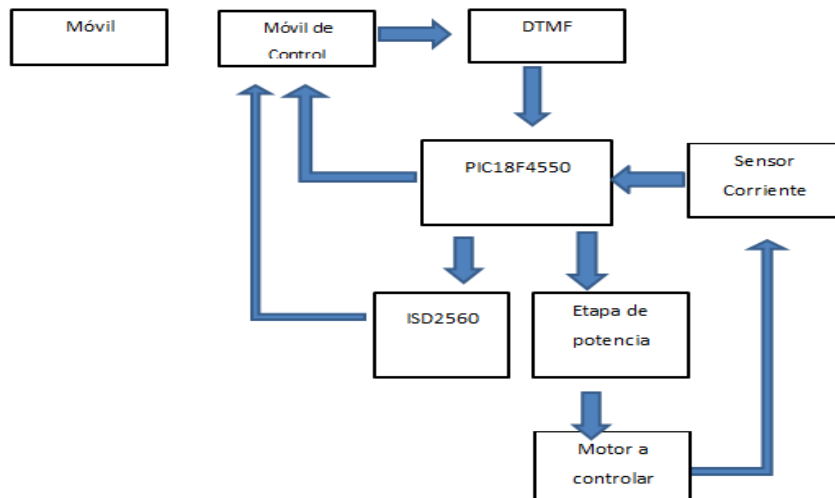


Fig. 32. Diagrama de bloques del sistema de control de motores a distancia.

### **3.2.2 Móvil usuario**

Aprovechando la versatilidad y la gran utilidad que tiene el uso de las tecnologías móviles se hace necesario utilizar un teléfono móvil que permite la comunicación entre el sistema y el usuario

A través de un circuito decodificador de tonos DTMF, específicamente el MT8870 se pudo identificar la diferencia que existe en cada uno de los tonos que se generan al pulsar las teclas de los teléfonos móvil y como ya hemos visto, cada tono está formado por un conjunto de dos frecuencias que se decodifican y generan una salida digital de 4 bits por los pines ( $Q_1, \dots, Q_4$ ) para enviar luego una información en binario a los puertos del PIC18F4550. Esta información en binario es controlada para ejercer funciones tales como, introducir calves, activar y desactivar salidas.

### **3.2.3 Grabado de mensajes en el ISD2560**

Fue necesario conocer con mucha precisión la duración de cada uno de los mensajes que guiarían al usuario en el desarrollo del sistema por lo que se acude a un programa de edición de mensajes de audio.

En el proceso de grabación de estos mensajes, se almacenan, primero en un PC en donde se busca la mejor calidad y luego se descargan a la memoria del ISD2560. En este editor se comprobó la duración en segundo de cada uno de los mensajes como se muestra en la figura 44.

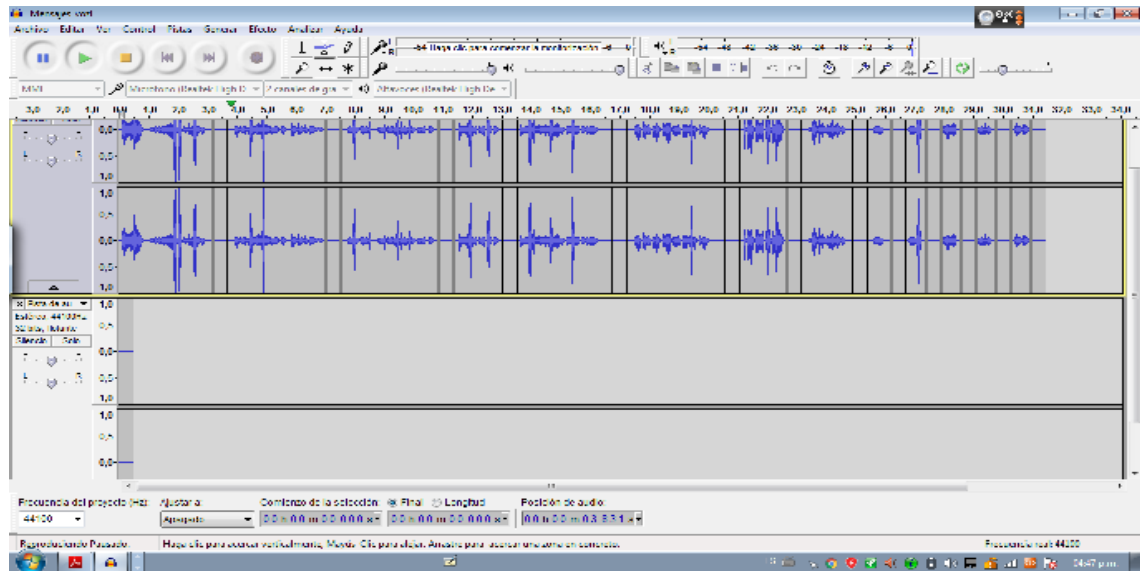


Fig. 33.Reproducción de mensajes de voz

La duración de cada mensaje, se divide el tiempo entre 0.1, para determinar cuántos incrementos se deben hacer en la dirección del ISD 2560 por cuanto que al iniciar el circuito del ISD, este debe reproducir el mensaje indicando inicio a el circuito del ISD, arrancara en el mensaje específico. Al convertir este dato a binario puede observarse que el ISD maneja 10 bits, se hizo el análisis que el bits más significativo siempre estaba en cero, lo que permite no tenerlo en cuenta, pero aún quedaban 9 bits para lo que fue necesario despreciar el bits menos significativo, situación que no afecta porque por ser un bits menos significativo solo podía afectar 0,1 segundos menos o 0,1 segundos más, esto no afecta debido a que entre cada mensaje hay un espacio de más de un segundo. Luego de esto me quedaron ya los 8 bits que son los que se manejan dentro del PIC 18F455.

Para determinar los incrementos y saber exactamente la ubicación de los mensajes se consignaron los tiempos como se muestra en la tabla 3.

**CONTROL A DISTANCIA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

---

**Tabla 3. Datos registrados de la duración de los mensajes de voz**

	N. Mensaje	Duración	Inicio - mensaje	Dato - recortado	Dato Binario(A9-A0)	Dato Binario (A8-A1)	Retardo inicial	Mensaje
0	Mensaje 0	0	0	0	00000000 0	00000000		Bienvenido
1	Mensaje 1	4,1	41	21	000010100 0	00010100		Contraseña incorrecta intente de nuevo
2	Mensaje 2	8	80	40	000101000 0	00101000		Lo sentimos
3	Mensaje 3	12	120	60	000111100 0	00111100		Ingreso con éxito
4	Mensaje 4	14,2	142	71	001000110 1	01000110		Salida a controlar
5	Mensaje 5	17,4	174	87	001010110 1	01010110	1010111	1 o 0
6	Mensaje 6	21,3	213	107	001101010 1	01101010		Operación exitosa

**CONTROL A DISTANCIA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA**

---

7	Mensaje 7	24	240	120	001111000 0	01111000		Selecciono la salida
8	Mensaje 8	26,3	263	132	010000011 1	10000011		Uno
9	Mensaje 9	27,2	272	136	010001000 0	10001000		Dos
10	Mensaje 10	28,2	282	141	010001101 0	10001101	1000111 1	Tres
11	Mensaje 11	29,4	294	147	010010010 1	10010010		
12	Mensaje 12	30,5	305	152,5	010011000 1	10011000		

Se realiza el grabado en forma manual y se transfieren los mensajes desde el PC, como se puede observar el la figura 45



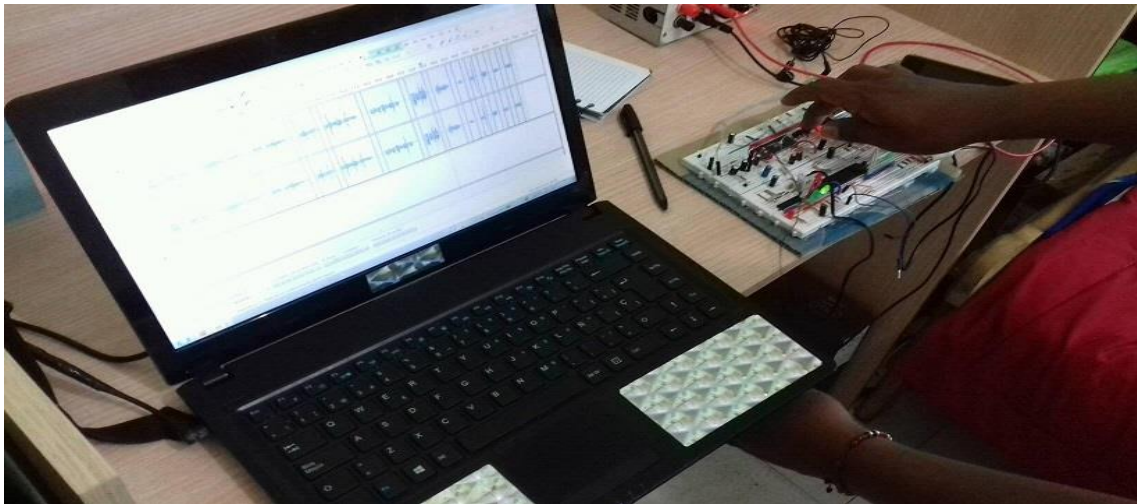


Fig. 34. Grabado de mensajes en el ISD2560

### 3.2.4 Utilizando el compilador PCW

En este proyecto se diseña un código utilizando el compilador PCW para micro controladores PIC, el cual permite programar fácilmente los micro controladores en lenguaje C, editar el código utilizando este compilador permite que el código no sea tan extenso, caso contrario resultaría trabajar en otro lenguaje ensamblador, el código sería muy complejo.

Se diseña un diagrama de flujo que permite comprender un poco la funcionalidad del código.

### 3.2.5 Diagrama de flujo principal.

El diagrama muestra el comportamiento del código

El código inicia y pasa de un estado de reposo a un estado activo en el momento que el DTMF reconoce en su circuito de decodificación el tono de la tecla #, al momento que se produce el descuelgue la llamada, en las funciones generales encontramos.

Led indicador 1

- parpadear1.

Esta función lo que hace simplemente es prender y apagar un led indicando que ha llegado una información y está ubicado en el Pin E<sub>0</sub>,

Led indicador 2.

- parpadear 2.

Es un led indicador que se enciende 100 ms y está ubicado en (E1).

- CaptureDTMF; esta función guarda en la variable (dtmf), la información que se decodifico del DTMF. Los 4 bits que salen en los pines (Q<sub>1</sub>,.....Q<sub>4</sub>), esta función pregunta por los 4 bits.(C<sub>0</sub>,C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub>,C<sub>4</sub>). Que son los 4 bits que vienen del decodificador.

Funciones para mensajes del ISD2560

- Función Play; su función es poner en alto el Pin A<sub>4</sub> , espera 5 ms y luego lo pone en bajo, esto es un pulso que se envía por el Pin A<sub>4</sub> y lo envía al ISD. Permanece en bajo
- Función Stop; su función es un pulso en bajo que se pone en el Pin A<sub>5</sub> y luego espera 20 ms y lo manda a alto Permanece en alto.

Estas funciones son para controlar el ISD 2560.

Se define la constante

- OUTPUT\_D; carga la dirección que se le envía al ISD en el puerto (D),hace una pausa dependiendo de la duración del mensaje que se reproduce,

después llama STOP y por ultimo limpia el puerto D. esto se repite con cada mensaje.

- Función tono500; es un tono de 500 HZ que está grabado en el ISD2560, este tono es el que se envía al móvil control por la entrada del (MIC), para que luego el móvil control envíe un mensaje de texto al móvil usuario.

Interrupciones externas por RB<sub>0</sub>.

Es el pulso que se genera por el Pin STD del DTMF cada vez que se reconoce un tono en el decodificador, es una interrupción por RB<sub>0</sub>.

Función principal.

- Main; se definen las variables.
- While(TRUE); es el bucle donde se define todo lo que hace el programa en forma continua,
- Case 0 a Case 3 ; verifica la contraseña de 4 dígitos completos
- Case 4; se selecciona la salida que se desea controlar, salida 1, salida 2 o salida 3.
- Case 5; pregunta si desea activar o desactivar.
- Case 6; operación éxito, espera 2 seg, colgar.

Pone axu1 =0 y vuelve a (case 0), y queda monitoreando la interrupción A<sub>0</sub> y el teléfono debe estar colgado.

En el diagrama de flujo se trata de explicar la funcionalidad del control que se ejecuta en el código.

Diagrama de flujo principal

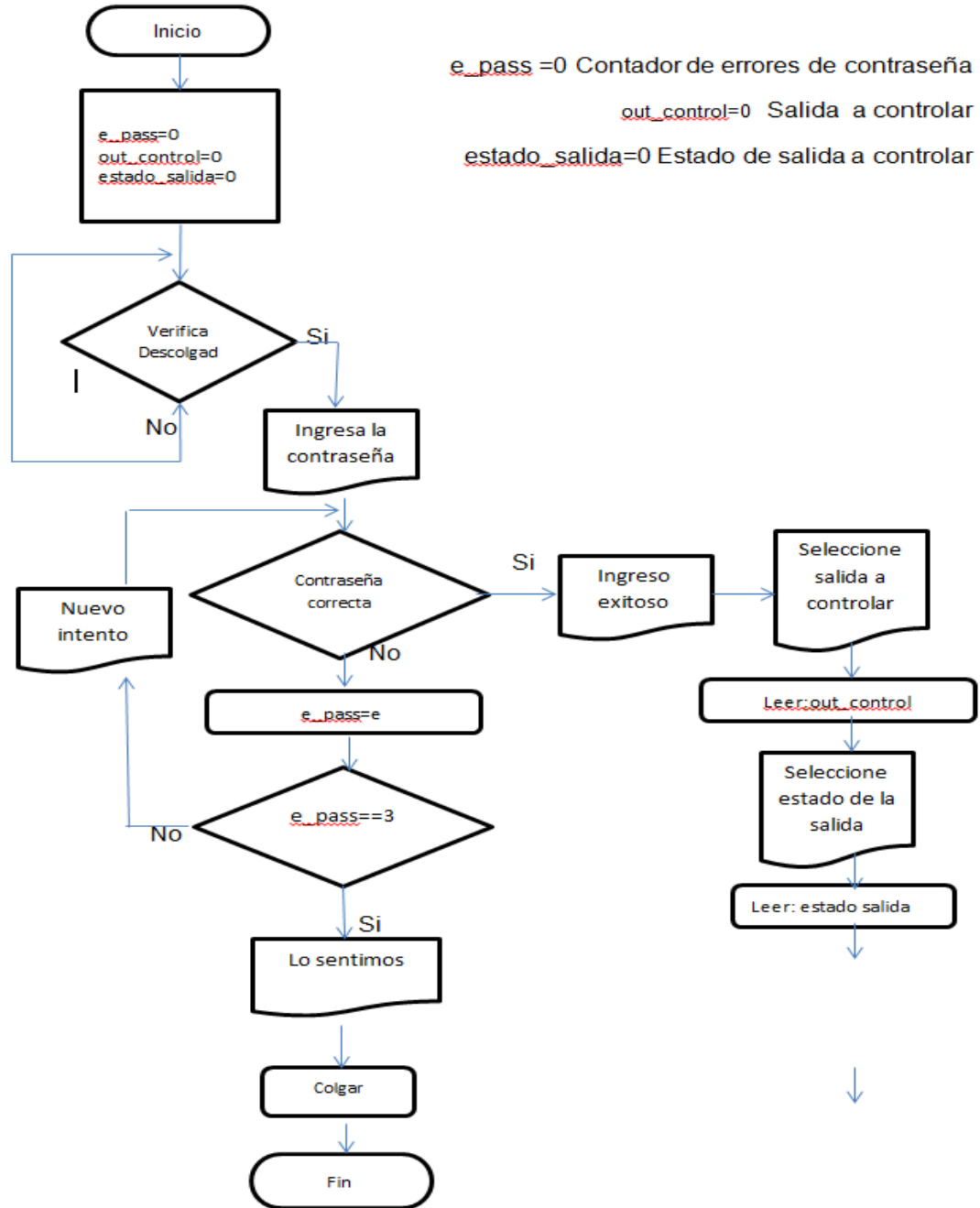


Fig. 35. Primera parte del diagrama de flujo principal.

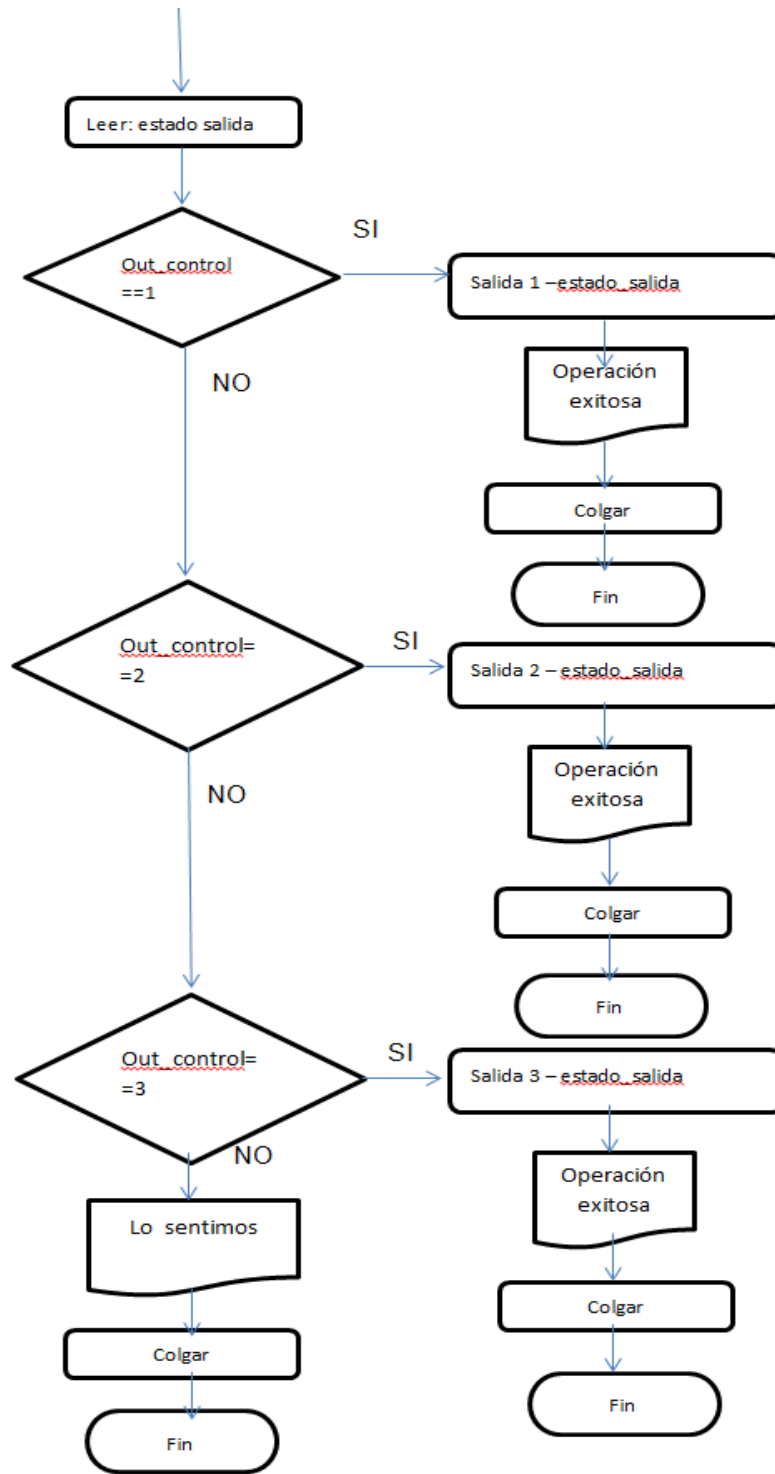


Fig. 36. Parte final diagrama principal.

**Se genera cuando hay sobre corriente en el motor**

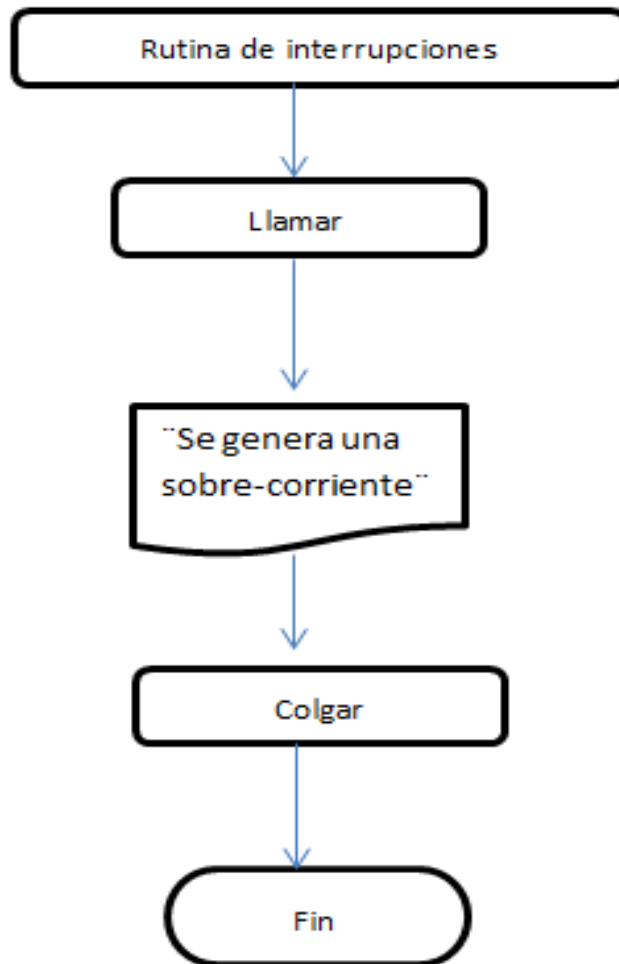


Fig. 37. Entrada digital monitoreada permanentemente.

### **3.3 Diseñar un circuito de monitoreo que sea capaz de enviar señal de respuesta en el caso que el sistema no funcione en forma correcta**

Para lograr confiabilidad en un sistema de automatismo que debe ser operado vía radio frecuencia, es de vital importancia lograr una inter relación entre el sistema a controlar y el operador usuario, es por eso que se debe diseñar un sistema que permita monitorear el estado y la funcionalidad del motor.

Para identificar una falla de funcionamiento del motor producido por una falta de tensión en una de las fases que alimentan el circuito de fuerza del motor o para identificar sobre corrientes producidas por corto circuitos se construye un circuito

De realimentación o monitoreo con la capacidad de informar al móvil usuario de la falla que se presente.

En primer lugar se graba una frecuencia (un tono de 500 HZ), en ISD 2560, este tono se convierte en la señal que activa una entrada en micro controlador en el evento que el circuito de fuerza falle.

La forma utilizada para que el circuito de realimentación se active es a través del relé térmico o circuito de protección del motor, que en su naturaleza y construcción posee dos contactos auxiliares que son utilizados para dar aviso en caso de fallas funcionales, se utiliza el contacto normalmente abierto del térmico, cabe anotar que este se cierra en el momento que hay caída de tensión o existe algún corto circuito en el motor.

El contacto normalmente abierto (NO) en su función normal se cierra cuando existe una falla en la alimentación del circuito de fuerza .esta función del térmico se utiliza para poner en cero una entrada del PIC, estos dispositivos de protección cuentan con estos contactos ubicados en la parte superior como se alcanza a observar en la figura 49.



Fig. 38. Contacto normalmente abierto del relé térmico.

Estos dos contactos auxiliares, uno normalmente cerrado (NC) y el otro normalmente abierto (NO), son utilizados como pulsadores que permiten introducir una magnitud que es permanentemente vigilada dentro del sistema electrónico, obteniendo respuesta retroalimentada desde el circuito de fuerza.

### 3.3.1 Retroalimentación con el móvil usuario

El control en lazo cerrado permite obtener respuesta de la planta obteniendo confiabilidad en el funcionamiento.

El pin N° 2 RA0/AN0 del microcontrolador PIC18F4550 se configura como una entrada digital y se conecta inicialmente a Vcc con una resistencia (R), esta entrada es monitoreada permanentemente por el código. Esta misma entrada digital también se conecta a GND interrumpido por el contacto normalmente abierto (NO) del térmico, en la figura 50 se marca el pin que funciona como una entrada digital y que es monitoreado en todo momento.



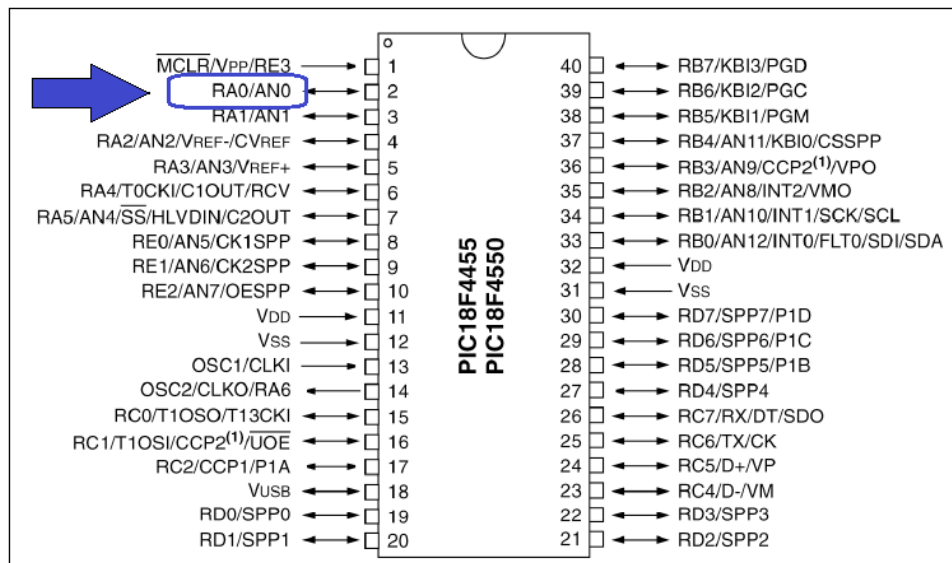


Fig. 39. Entrada digital monitoread.

Cuando el relé térmico se dispara, el contacto normalmente cerrado (NC) del térmico se abre e interrumpe el circuito de control de la bobina des energizando el circuito de fuerza del motor, permitiendo que el motor quede apagado completamente.

El contacto normalmente abierto (NO) se cierra y pone un cero en la entrada RA0/AN0, el código monitorea permanentemente esta entrada y al detectar la entrada en cero, el código apaga las salidas RB1, RB2, RB3, estas tres salidas son amplificadas para controlar encendido y apagado del motor, simultáneamente el código ordena al ISD2560 reproducir un tono que se graba previamente, este tono se retroalimenta con el móvil control, el sistema envía señal al usuario dando aviso que ocurre una falla en el sistema.

De esta forma se logra la retroalimentación entre el sistema y el operador usuario, en síntesis la salida RA0/AN0 es monitoreada permanentemente vigilando el normal funcionamiento del circuito de potencia del sistema.

### **3.4 Desarrollar un prototipo para visualizar el comportamiento y la fiabilidad del sistema**

El desarrollo y concreción de este objetivo es necesario seguir un conjunto secuencial de acciones que se describen a continuación.

#### **3.4.1 Diseño del circuito esquemático**

La validación del proyecto requiere construir un prototipo que permita visualizar el comportamiento del sistema, evaluar su confiabilidad para prestar un servicio y resolver un problema, se diseña la representación gráfica de los componentes electrónicos utilizando el editor de diagramas esquemáticos de EAGLE, en él se realizan las conexiones necesarias teniendo en cuenta sus condiciones eléctricas como se muestra en la figura 51.

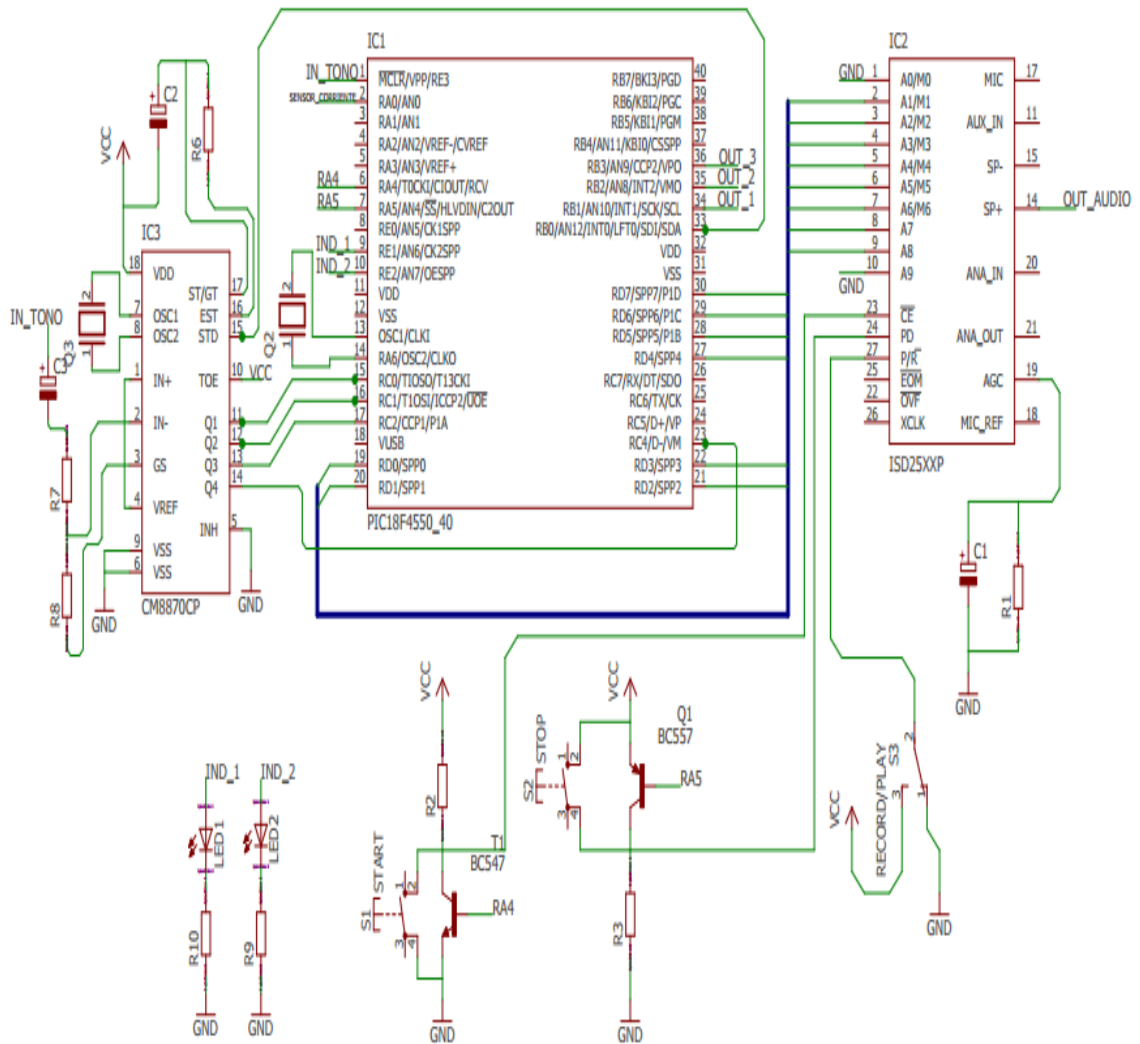


Fig. 40. Esquemático del circuito final.

### 3.4.2 Diseño de la etapa de potencia para amplificar la salida del pin del PIC18F4550

Utilizando las características eléctricas y la funcionalidad de un transistor BC 547C como dispositivo de interrupción se logra energizar la bobina de un relé, conectando entre sus dos terminales un diodo rectificador 1N4007 para proteger el

micro de altas corrientes de retorno que se puedan presentar, en las figuras 52 y se observa la configuración de pines del dispositivo y en la figura 53 evidenciamos la conexión para este dispositivo.

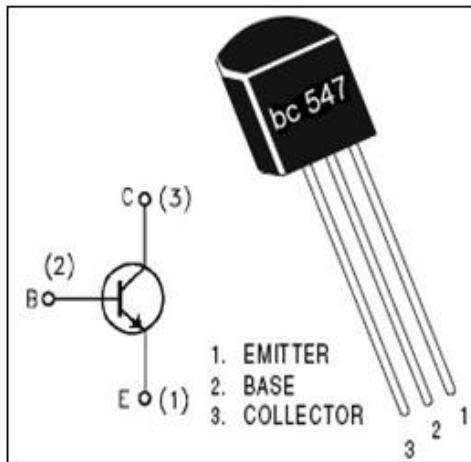


Fig. 41. Configuración de pines BC547

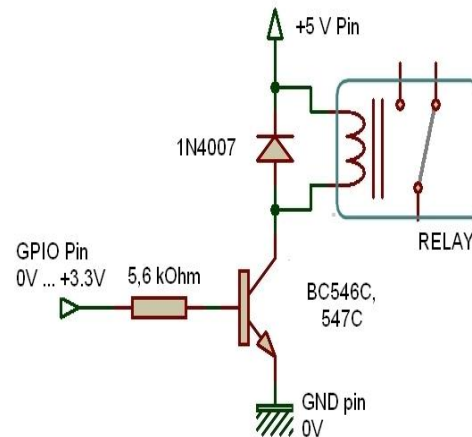


Fig. 42. Etapa de amplificación de la salida del PIC

[11]

En este sistemas se construyen tres circuitos que amplifican y protegen igual número de salidas programadas en el microcontrolador PIC18F4550.

El relé conectado a una fuente de alimentación de 5 Vcc permite hacer el cambio de estado, pasando de un contacto normalmente abierto (NO) a cerrarse cuando en la base del transistor se identifica una corriente ( $I_B$ ), cuando el valor de esta corriente es diferente de cero el circuito se cierra y permite hacer la conmutación. En la figura 54 se observa el tipo de relé utilizado y conectado al circuito de alimentación.



Fig. 43. Circuitos de conmutación o cambio de estado.

### 3.4.3 Construcción del PCB.

Se diseña un circuito en una tarjeta de dos capas, que permite mejor presentación y reducir el tamaño del circuito impreso como se puede apreciar en la figura 56.

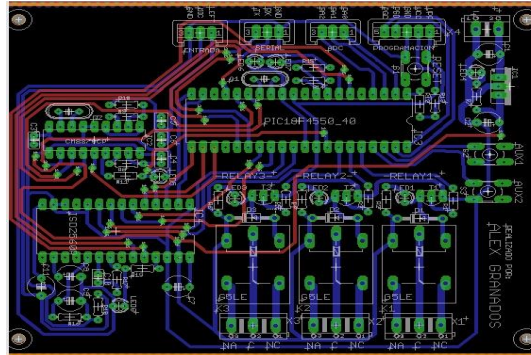


Fig. 44. Diseño del circuito en la tarjeta.

### 3.4.4 Construcción de la tarjeta del circuito

Se realiza el montaje de los dispositivos electrónicos teniendo en cuenta la conexión entre si y realizando el ajuste necesario utilizando técnicas que permitan fijar los componentes, en la figura 57 se observan los dispositivos fijos.



Fig. 45. Tarjeta impresa con los dispositivos fijos.

### 3.4.5 Cara inferior de la tarjeta impresa

Se fijan los dispositivos utilizando soldadura apropiada para proporcionar una excelente continuidad, en la figura 58 se evidencian los dispositivos adheridos a la tarjeta con soldadura fija.

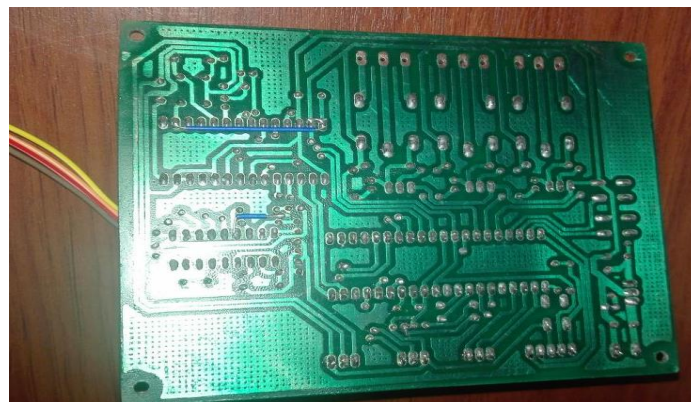


Fig. 46. Parte inferior y fijamiento de los dispositivos.

### 3.4.6 Prototipo completo.

Se instalan todos los componentes en una caja de paso con características especiales para este tipo de dispositivos, integrando dispositivos electrónicos y eléctricos, la figura 59 muestra la posición de cada elemento.

La fuente de alimentación  $12 V_{CC}$  del circuito electrónico encargado de ejercer el control del sistema de control a distancia de un motor de corriente alterna es una celda o batería sellada. Para las que el Código Eléctrico en la sección 480 define.

**480-1. Alcance.** Las disposiciones de esta Sección se aplican a todas las instalaciones estacionarlas con baterías de acumuladores

**480-2. Definiciones.**

**Batería de acumuladores.** Batería formada por una o más celdas recargables de tipo plomo - ácido, níquel - cadmio o de otro tipo electroquímico recargable.

**Celda o batería sellada.** Una celda o batería sellada es la que no tiene previsión para la adición de agua o electrolito, ni previsión externa para medir la densidad del electrolito. Se permite que las celdas individuales tengan un dispositivo de ventilación como se describe en el Artículo 480-9.D).

**480-5. Aislamiento de las baterías de no más de 250 V.** Esta Sección se aplica a las baterías de acumuladores que tengan sus celdas conectadas de manera que puedan funcionar a una tensión nominal no superior a 250 V.

**a) Baterías ventiladas de plomo - ácido.** No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas y baterías de varios compartimientos con cubiertas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor.

**b) Baterías ventiladas de tipo alcalino.** No es necesario otro soporte aislante de las celdas con cubiertas selladas sobre los vasos de material no conductor y resistente al calor. Las celdas en vasos de material conductor deben ir instaladas en bandejas de material no conductor en grupos de no más de 20 celdas (24 V nominales) conectados en serie en una bandeja

**c) Vasos de goma.** No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas en vasos de goma o compuestos, siempre que la tensión nominal total de todas las celdas en serie no supere los 150 V. Cuando la tensión total supere los 150 V, las baterías se deben dividir en grupos de 150 V o menos y cada grupo debe tener sus celdas instaladas en bandejas o bastidores.

**d) Celdas o baterías selladas.** No es necesario que lleven otro soporte aislante las celdas y las baterías selladas de varios compartimientos hechos de material no conductor y resistente al calor. Las baterías con recipiente de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión entre el recipiente y tierra.

**480-8. Locales para baterías.** Los locales para baterías deben cumplir los requisitos de los siguientes apartados a) y b):

**a) Ventilación.** Debe haber ventilación y difusión de los gases provenientes de las baterías suficientes para evitar la acumulación de una mezcla explosiva.

**b) Partes energizadas.** Las partes energizadas deben estar resguardadas de acuerdo con el Artículo 110-17.

**480-9. Medios de ventilación.**

**a) En las celdas.** Las celdas con salida de ventilación deben ir equipadas con un supresor de llama para evite la destrucción de la celda debida a la ignición de los gases que haya dentro de la misma por una chispa o llama externa bajo condiciones normales de funcionamiento.

**b) Celdas Selladas.** Las baterías / celdas selladas deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión que evite el aumento de ésta por acumulación excesiva de los gases o deben estar diseñadas de modo que eviten la diseminación de los trozos de la celda en el caso de que se produzca su explosión.



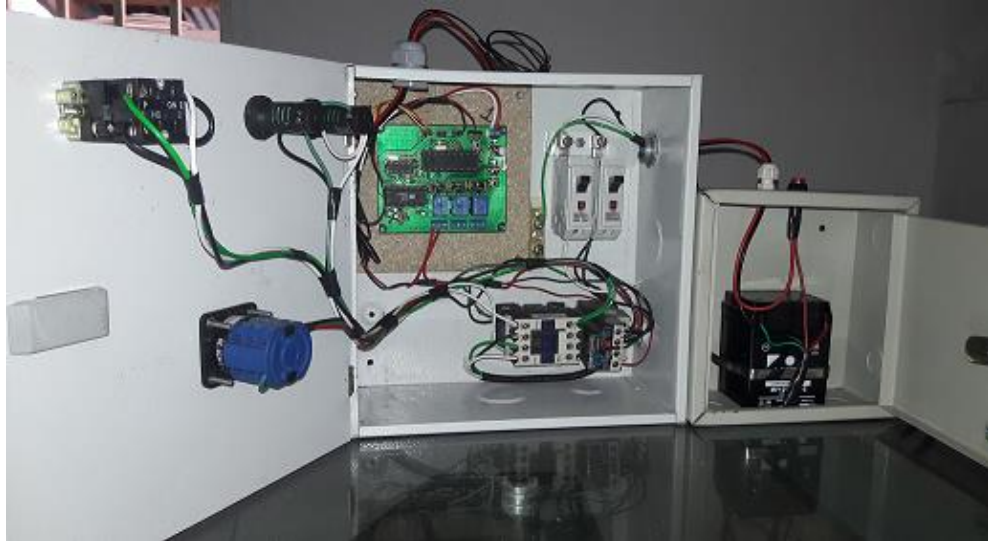


Fig. 47. Parte interna del prototipo final.

La figura 60 muestra un prototipo completo con características específicas que permiten controlar en forma remota un motor de corriente alterna.



Fig. 48. Prototipo final.

### 3.5 Convalidar el prototipo con un motor de corriente alterna.

En este sistema de automatización que controla una respuesta manipulando unas magnitudes de entrada, estas magnitudes permiten que el sistema tenga un mejor comportamiento, mayor confiabilidad, también permite preservar la vida humana en aquellas actividades donde las condiciones de trabajo representan un peligro para el operador, se convalida este sistema con un motor de corriente alterna acoplado a una bomba de agua con las características que se definen en la tabla 5

Tabla 4. Características del motor con el que se convalido el sistema.

Pump UNI-60		Nº	
Q : 5-35 L/min		H: 30-3 M	
H. max: 35 M		Q. max: 38 L / min	
1- Mot	V. 110	Hz. 60	r.p.m 3.450
KW. 0,37	HP. 1/2	In. 3,5 A	430 W. max
C. 14 uF	VL .450 V.	I.CI.B	I.P 44

En la tabla se muestran las especificaciones de un motor de una bomba de agua con la que se realizaron las pruebas para determinar la confiabilidad del circuito.

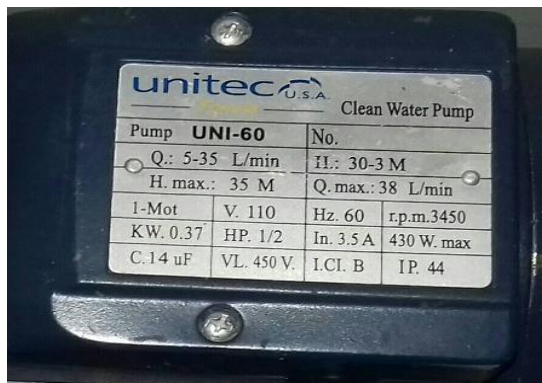


Fig. 49. Especificaciones del motor.

Con este sistema se logra extraer agua de un pozo profundo, realizando pruebas con el sistema de control a distancia, logrando encender, apagar y monitorear el estado del motor desde un sitio diferente a la ubicación del motor.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS

---

### 4 RESULTADOS

---

Según se ha indicado en la introducción, el objetivo de un sistema de control es el de gobernar la respuesta de una planta, sin que el operador intervenga directamente sobre sus elementos de salida. Dicho operador manipula únicamente las magnitudes denominadas de consigna y el sistema de control se encarga de gobernar dicha salida a través de los accionamientos. [2]

Basado en este concepto se puede argumentar que se construye un sistema de control, en el cual se definen dos etapas, una primera etapa que permite gobernar las salidas de un microcontrolador PIC18F4550 conectado con un dispositivo decodificador de tonos MT8870 y otro dispositivo reproductor de mensajes de audio ISD2560, La compatibilidad de estos dos dispositivos con el microcontrolador permiten que se pueda crear un sistema donde se operan magnitudes de baja potencia y se puedan organizar tareas específicas en respuesta a situaciones que se presenten en la ejecución del sistema de control.

Una segunda etapa es la etapa de potencia o a lo que comúnmente en control industrial se denomina planta, en este proyecto se controla un motor de jaula de ardilla, este tipo de motor son usualmente acoplado a los sistemas de bombeo de agua.

En un sistemas de control el relé permite activar un circuito de maniobra aplicándole una tensión muy baja, de igual forma des energiza todo un bloque cuando se encuentra desactivado. En un sistema de control a distancia de un motor de corriente alterna el relé funciona como un interruptor automático

activando la bobina de mando de un circuito de potencia, cerrando los polos de un contactor, teniendo en cuenta que todo es un sistema de secuencias.

Los automatismo en motores eléctricos han evolucionado considerablemente y se pueden realizar de varias forma, entre las que están, la forma convencional, que es la forma cableada, donde todas las acciones son realizados en forma manual, esta forma presenta ciertas limitaciones entre las que están que él ,operario debe estar presente para realizar los cambios en cada proceso teniendo menos resultados en eficiencia.

En este trabajo se logra dar un toque de automatismo programado a distancia. Logrando el accionamiento de un motor, utilizando las virtudes que brindan las telefonías móviles, con la que se activa un contactor que por ser un elemento cuyas operaciones de conexión y desconexión se pueden realizar de forma automática nos basamos en su funcionamiento aprovechando la acción ejercida por el campo magnético creado por un electroimán que atrae los contactos en el momento de someter la bobina a tención y abriendo lo en forma automática en el momento que se desconecta la bobina, esta función cierra los polos del contactor y energiza en forma automática el circuito de potencia. De esta manera se enciende y apaga el motor acoplado a una bomba de succión de agua.

#### **4.1 ¿Cómo funciona el sistema?**

El control principal del, sistema de control a distancia de motores de corriente alterna se efectúa utilizando como elemento principal un PIC18F4550 , aprovechando una amplia gama de funciones, estos microcontroladores poseen una lista de 75 instrucciones en su modo estándar , y 8 más especiales, estas características asociadas a otras funciones son las que permiten que este dispositivo sea muy útil cuando se quiere ejercer control sobre algunas señales de entradas .Estos dispositivos conectados con un decodificados de tonos DTMF y un ISD2560 ,se logra construir un sistema integrados a unas funciones específicas.

El DTMF su función principal es la de convertir una señal analógica proveniente del teclado de un móvil control, la conexión se hace por las salidas de auricular del móvil, el MT8870 recibe una señal de tipo analógica y la transforma en una señal digital de 4 bits, que son enviadas a una salida (out), en los pines ( $Q_1, \dots, Q_4$ ), estos 4 bits son ingresados al PIC18F4550 por el puerto C, ( $C_0, C_1, C_2$  y  $C_4$ ). Cada vez que se presiona una tecla el DTMF realiza esta función y en forma simultanea el pin StD del decodificador envía un pulso que es recibido en el microcontrolador y genera una interrupción en  $RB_0$  que indica que ha llegado una señal, enciende un led indicador, este circuito decodificador permite introducir claves, activar y desactivar salidas en el PIC.

Cuando al decodificador llega la primera señal, el microcontrolador ordena al ISD2560 reproducir el mensaje de bienvenida y le da inicio a la ejecución del código.

El ISD2560 es un circuito integrado grabador y reproductor de voz , en el sistema de control a distancia presta su función como guía , lo primero que se hace es grabar los mensajes de audio que servirían para guiar al operador cuando el sistema pasara al estado activo, en el proceso de grabado y reproducción de los mensajes el pin PR del ISD 2560 desempeña un papel muy importante ,por cuanto que cuando se procede a grabar los mensajes este pin debe estar en tierra y en simultaneo se presiona el pulsador (START/PAUSE) ,conectado al (pin CE), y en este momento se graban los mensajes. una vez termina el proceso de grabación de un mensaje, se presiona en pulsador (STOP/RESET), que está conectado al (pin PD), luego que los mensajes fueron grabados el pin PR se deja conectado a  $V_{CC}$ , y la parte de grabación del micrófono queda inactiva , porque ya los mensajes fueron grabados y el pin PD y queda conectado a tierra a través de una resistencia de  $100k\Omega$  y el pin CE queda conectado a  $V_{CC}$  a través de una resistencia de  $100k\Omega$  .Luego los pulsadores (START/PAUSA) y (STOP/RESET) se eliminan porque ellos solo se utilizan para grabado y reproducción manual , y

estos pines pasan a ser comandados desde el PIC18F4550 a través de las entradas(RA<sub>4</sub> y RA<sub>5</sub>) ,CE pasa a ser controlados por RA<sub>4</sub> y PD pasa a ser controlado por RA<sub>5</sub>. en resumidas (START) queda conectado RA<sub>4</sub> y (STOP) queda conectado a RA<sub>5</sub>, pero no quedan conectados en forma directa antes .

El pin CE se conecta antes de llegar a RA<sub>4</sub>, al colector de un transistor BC 547, el emisor se conecta a tierra y la base se conecta RA<sub>4</sub>.

Para el pin PD se conecta antes de llegar a RA<sub>5</sub> al emisor de un transistor BC 557, el colector se conecta a V<sub>CC</sub> y la base se conecta RA<sub>5</sub>.

De esta manera quedan conectados los pines de control (START y STOP) ,con el PIC18F4550

El conjunto de pines desde( A<sub>1</sub>,.....A<sub>8</sub>), se conectan al PIC18F4550 a través del puerto D, para ser controlados, el bits menos significativo A<sub>0</sub> y el bits más significativo A<sub>9</sub>, se conectan a tierra, porque no se tienen en cuenta.

En la salida SP+ y SP- , que son las salidas de los parlantes para escuchar los mensajes grabados, se envían los mensajes al móvil control por la entrada del micrófono (Mic), para que puedan escucharse en el móvil usuario .

Si quiero reproducir un mensaje, el PIC18F4550 le ordena al ISD2560, a través del puerto (D), le envía la dirección en la que empieza a reproducir y con el pin de control RA<sub>4</sub> (START) , se ordena la reproducción, se llama una pausa por el tiempo que demora el mensaje y se ejecuta la acción (STOP).

Esto es lo que se ejecuta cada vez que se reproduce un mensaje.

## 4.2 Protección del circuito

El relé térmico es el elemento utilizado en sistemas de control para proteger los motores eléctricos contra sobrecarga en desequilibrio o falta de fase. El uso de estos relés permite realizar la protección de forma más eficaz y económica, por eso se hace uso de los relés térmicos.

Los relés térmicos de sobre intensidad son los más utilizados y protegen a los motores eléctricos contra las sobre cargas prolongadas, cuando el relé térmico reconoce una sobre carga o una caída de tensión en una de las fases, actúa sobre el elemento de disparo que usualmente son contactos auxiliares que en los mejores casos siempre es normalmente cerrado (NC).

El contacto normalmente cerrado (NO) se acopla en serie con la bobina del contactor, en el caso de abrirse por calentamiento, automáticamente el contactor principal abre sus polos y desconecta el motor.

El contacto normalmente abierto (NO) en el sistema de control a distancia de un motor de corriente alterna es usado como circuito de retroalimentación, es a través de este contacto que el sistema de control puede enviar señal en respuesta a una falla funcional del sistema de la planta, en este caso un motor de corriente alterna. Recordamos que la función de este contacto es cerrarse cuando detecta una sobre carga en el circuito del motor. El cierre automático del contacto, permite cambiar el estado de una entrada digital en el PIC18F4550 que es monitoreada permanentemente, el código cuando reconoce este cambio de estado envía señal para desactivar las salidas controladas y simultáneamente se envía un mensaje de alerta al teléfono usuario, utilizando el canal de micrófono del dispositivo móvil.



## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

---

### 5 CONCLUSIONES

---

Se construye un sistema de control con las características apropiadas para operar una planta (motor), con todas las ventajas que representa la movilidad de las tecnologías móviles, teniendo presente que un sistema que no requiere la presencia del operario puede disminuir el riesgo de accidentes

El control a distancia aprovecha los cambios de algunas magnitudes, como puede ser la presión, el nivel, la temperatura, iluminación, conversión de datos, etc. Estas pequeñas magnitudes asociadas mediante el mecanismo adecuado e integrando sistemas electrónicos y eléctricos, brinda la opción de actuar, y manejar los elementos de mandos de un contactor que permiten energizar las distintas maquinas eléctricas de la industria.

Se ejerce control sobre una señal analógica de entrada ,que logra convertirse en un código binario, las cuales entran al microcontrolador y aplicando un conjunto de funciones, se realizan actividades tales como ,introducir claves de acceso al sistema a controlar, activar y desactivar salidas , con las que se realizan tareas de control ,tomando como referente un microcontrolador de la familia PIC ,efectuando tareas de automatismo que facilitan encender un motor de corriente alterna por un medio no guiado, cumpliendo con las características del arranque directo de un motor de corriente alterna.

Implementando un circuito de retroalimentación entre la planta y el operador , que brinde confianza en la ejecución de la función y se logra retornar una señal, utilizando el pin de conexión del micrófono de un móvil, que por medio de una

frecuencia de 500 HZ, un tono guardado en el ISD2560 , es ejecutada desde el microcontrolador por una entrada digital ( $A_0$ ), que al ponerse a tierra, el tono se reproduce y es enviado al móvil control ,y este a su vez envía una señal de respuesta, que indica que existe una falla funcional en el sistema de fuerza del motor. Cuando este evento se presente el operador no podrá intentar encender el sistema de arranque vía remoto, debe dirigirse hasta el sitio y evaluar la falla, el prototipo está diseñado para ser operado en forma manual, solo es seleccionar el modo y cambiarlo de estado.

### **5.1 Recomendaciones y trabajos Futuros**

Los términos «sensor» y «transductor» se suelen aceptar como sinónimos, aunque, si hubiera que hacer alguna distinción, el término transductor es quizás más amplio, incluyendo una parte sensible o «captador» propiamente dicho y algún tipo de circuito de acondicionamiento de la señal detectada. Si nos centramos en el estudio de los transductores cuya salida es una señal eléctrica, podemos dar la siguiente definición:

*«Un transductor es un dispositivo capaz de convertir el valor de una magnitud física en una señal eléctrica codificada, ya sea en forma analógica o digital».*

No todos los transductores tienen por qué dar una salida en forma de señal eléctrica. Como ejemplo puede valer el caso de un termómetro basado en la diferencia de dilatación de una lámina bimetálica, donde la temperatura se convierte directamente en un desplazamiento de una aguja indicadora. [2]

Basados en estos conceptos se pueden aplicar algunos transductores que ayudarían a mejorar la funcionalidad, seguridad y confiabilidad, de un sistema de control comandado a distancia remota, toda vez que los elementos que tengan la capacidad de transformar y enviar información, permiten ser más concluyentes y

tener control sobre magnitudes analógicas o digitales, por lo que se recomienda tener en cuenta la aplicación de elementos tales como:

#### **5.1.1 Detectores de presencia o proximidad**

Se trata de sensores de posición toda o nada que entregan una señal binaria que informa de la existencia o no de un objeto ante el detector. El más elemental de estos sensores es quizás el conocido interruptor final de carrera por contacto mecánico.

#### **5.1.2 Medidores de distancia o posición**

Entregan una señal analógica o digital que permite determinar la posición lineal o angular respecto a un punto o eje de referencia.

Este proyecto puede ser utilizado en diferentes campos siempre y cuando se quiera controlar un elemento, que por condiciones climatológicas, horarios de ejecución, zonas de alto riesgo de accidentalidad, o simplemente por la complejidad de una tarea en donde el operador no pueda estar en el sitio de operación, pueda seleccionar este proyecto como una herramienta útil para su funcionamiento.

## 6 REFERENCIAS

---

- [1] J. R.C.Dorf, Circuitos Electricos, Quinta ed., Mexico D.F.: Alfaomega, 2003.
- [2] J. J.L.Romeral, Automatas Programables, Barcelona: Boixareu.
- [3] J.F.Mora, Maquinas Electricas, Quinta ed., Madrid: Mc Graw Hill, 2003.
- [4] M. J.C.Martin.Castilla, Automatismos Industriales, Madrid: Editex S.A., 2009.
- [5] S.J.Chapman, Maquinas Electricas, Tercera ed., Mexico D.F.: Mc Graw Hill, 2012.
- [6] D.Benchimol, «Microcontroladores,» *User*, 2011.
- [7] E.Garcia.Breijo, Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC, Primera ed., Mexico D.F.: Alfaomega.
- [8] «[www.guillehg.com/electronica/datos/datasheet es.pdf](http://www.guillehg.com/electronica/datos/datasheet_es.pdf),» [En línea]. [Último acceso: 05 11 2018].
- [9] «[www.engineersgarage.com/electronic-components/pic18f4550-microcontroller](http://www.engineersgarage.com/electronic-components/pic18f4550-microcontroller),» [En línea]. [Último acceso: 05 11 2018].
- [10] «[www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com),» [En línea]. [Último acceso: 05 11 2018].
- [11] «<http://www.pesadillo.com/pesadillo>,» [En línea]. [Último acceso: 06 11 2018].
- [12] S.J.Chapman, Maquinas Electricas, Tercera ed., Mexico D.F.: Mc Graw Hill, 2012.