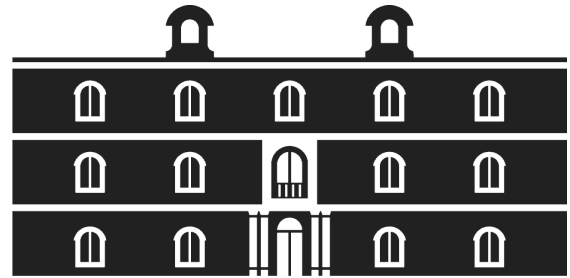


Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales

etsii UPCT

GESTIÓN ELECTRONICA DE UNA MÁQUINA LANZA PLATOS

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial
Intensificación: Electrónica Industrial
Alumno: Juan Marín Cascales
Director: Fulgencio Soto Valles

Cartagena, 15 de julio de 2013

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN1.

- 1.1. INTRODUCCIÓN.
- 1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.
- 1.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

CAPÍTULO 2

MÁQUINA LANZAPLATOS.

- 2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES DE TIRO AL PLATO.
- 2.2. TIPOS DE MÁQUINAS.

CAPÍTULO 3

ESPECIFICACIONES DE UNA MÁQUINA LANZAPLATOS.

- 3.1. DISEÑO DE SOFTWARE.
- 3.2. DISEÑO DE HARDWARE.
- 3.3. HERRAMIENTAS UTILIZADAS.

CAPÍTULO 4

SELECCIÓN DE COMPONENTES E IMPLEMENTACIÓN

- 4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL, MICROCONTROLADOR PIC 16F84A.
- 4.2. MÓDULO DE VISUALIZACIÓN, PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO.
- 4.3. MÓDULO DE ENTRADA, SELECCIÓN DE COMPONENTES.
- 4.4. MÓDULO DE SALIDA, SELECCIÓN DE COMPONENTES.
- 4.5. MÓDULO DE CODIFICACIÓN.
- 4.6. MÓDULO DE ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA.
- 4.7. SOLENOIDE.
- 4.8. DISEÑO Y METODOLOGÍA DE SOFTWARE.
- 4.9. RECURSOS DEL MICROCONTROLADOR CONSUMIDOS.
- 4.10. IMPLEMENTACION.

CAPÍTULO 5

FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS DE EQUIPOS.

- 5.1. FUNCIONAMIENTO Y USO.
- 5.2. INSTRUCCIONES DE INSTALCIÓN.
- 5.3. CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO.
- 5.4. PRUEBAS DE EQUIPO.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y FUTUROS PROYECTOS.

- 6.1. CONCLUSIONES.
- 6.2. FUTUROS TRABAJOS.

ANEXO I.

JUEGOS DE INSTRUCCIONES DEL MICROCONTROLADOR.

ANEXO II.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOLENOIDE DE ACCIONAMIENTO..

ANEXO III

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS INTEGRADOS UTILIZADOS

- CARACTERISTICAS GENERALES DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F84A.
- CARACTERISTICAS GENERALES DEL LM358.
- CARACTERISTICAS GENERALES DEL IC7413.
- CARACTERISTICAS GENERALES DEL ULN2803.
- CARACTERISTICAS GENERALES DEL CODIFICADOR Y DECODIFICADOR MC145026/027.
- CARACTERISTICAS GENERALES DEL LM 780XX.
- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PANTALLA LCD.
- CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MODULOS RX Y TX.

BIBLIOGRAFÍA.

Capítulo 1

Introducción.

1.1 Introducción histórica del tiro al plato.

La necesidad del hombre de alimentarse fue agudizando su puntería y buscando cada vez blancos más específicos. La cacería entonces podría señalarse como una de las principales ramas en donde nace este deporte.

Sus inicios como deporte, aunque no están muy claros, se remontan como tiro olímpico a los Juegos Olímpicos de Atenas 1896. En esa oportunidad se ocuparon diferentes modalidades o disciplinas como la pistola libre sobre 50 metros de distancia y pistola de velocidad a 25 metros. Según cuenta la historia, en los Juegos Olímpicos de Londres 1908 se incorporó las nuevas modalidades de arma larga, fusil, carabina y se dividieron las especialidades enteramente individuales.

Por su parte, la primera vez que se conoció en el mundo la disciplina del tiro al plato, en ingles “skeet”, fue en Estados Unidos en 1915, específicamente en Massachusetts. Los tiradores para cambiar la variedad de ángulos se colocaron desde 12 puntos distintos con lo que se fue gestando lo que es hoy en día. Esta nueva modalidad de tiro con escopeta fue conocida como "tiro alrededor del reloj". A mediados de 1920, la circunferencia se achicó y se añadió una segunda catapulta para proporcionar ángulos de tiro adicionales.

Actualmente en el tiro se incluyen 15 tipos de competencias. En todas, los competidores utilizan sus armas contra platos de arcilla lanzados por lanzaplatos a lo largo del campo. La ubicación de las estaciones de tiro y las platilleras varía según el tipo de competencia.

Entre las más conocidas están:

- Foso olímpico: se dispone de cinco estaciones de tiro y 15 máquinas lanzaplatos.

- Skeet: existen ocho lugares de tiro (ubicadas en forma de medialuna) con dos platilleras en cada costado (la "caseta alta" a la izquierda y la "caseta baja" a la derecha). En esta modalidad, un cronómetro libera los platos entre 0 y 3 segundos después de que el tirador de la orden. El competidor debe estar con el arma baja (sin encarar).
- Olímpicos: en los Juegos Olímpicos se utiliza el foso universal, doble trap y foso olímpico. En cada una de ellas el tirador debe eliminar 75 platos en eliminatorias, en semifinales son 50 platos y en la final son 25 platos todo esto a una distancia de 15 metros del plato.

Desde esos tiempos a la actualidad se ha sucedido un serie de adelantos y modificaciones severas en lo que ha sido el diseño, construcción y tecnología empleada en la maquinas para lanzar platos.

Se ha pasado de máquinas manuales a máquinas totalmente robotizadas, como se observa en la Figura 1.1, que solo necesitan ser cargadas de platos manualmente.

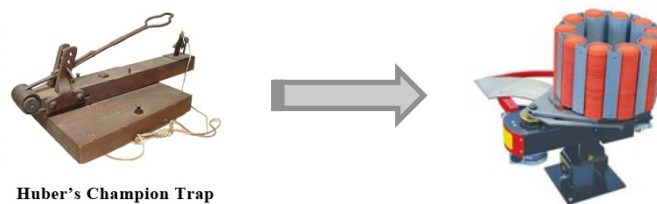


Figura 1.1. Evolución constructiva de las máquinas lanza platos.

1.2 Objetivos del proyecto.

En el proyecto aquí expuesto se desarrollará una aplicación electrónica de bajo consumo, que ha de ser capaz de gestionar una máquina de tirar platos simple, en función del puesto de tiro en el que este el tirador situado, disparando la máquina una vez se haya dado la voz de disparo y cambiando de puesto de tiro o volviendo a repetir plato, según se le indique al controlador, estando siempre indicado en un LCD la situación del tirador.

El proyecto será aplicable a cualquier maquina de lanzar platos que no posea gestión electrónica y se apoye en el suelo.

Para su alimentación se la equipará con una pequeña batería de 12 voltios.

El solenoide de disparo también estará alimentado por la misma batería siendo de consumo reducido debido al poco tiempo de uso de éste.

Esto hace que se pueda utilizar la máquina en cualquier zona donde se quiera realizar el campo de tiro. Actualmente es habitual encontrarse campos de tiro en los que se utilizan

generadores de gasolina para alimentar eléctricamente a los robots, con lo que supone un gasto adicional.

En resumen el diseño ha desarrollar ha de tener:

- Bajo consumo y elevada autonomía.
- Sencillez de manejo.
- Bajo coste.

1.3 Estructura del proyecto.

El proyecto se dividirá en los siguientes capítulos:

1. Introducción: Motivaciones y objetivos del proyecto fin de carrera.
2. Estado de la técnica.
3. Especificaciones de una maquina lanza platos simple: Descripción del software, descripción de los módulos de hardware que componen el diseño así como de las herramientas necesarias para su desarrollo.
4. Selección de componentes e implementación: Descripción y justificación de la elección de los componentes que componen cada módulo y del programa.
5. Funcionamiento y pruebas de equipos: Manual de uso, características técnicas probadas sobre el diseño, pruebas de funcionamientos realizadas.
6. Conclusiones y futuros proyectos: Grado de consecución de los objetivos y proyectos relacionados que se podrían realizar a partir del presente.

Capítulo 2

Máquinas lanzaplatos. Estado de la técnica.

2.1 Descripción más detallada de algunas modalidades.

En las modalidades de tiro al plato se compite por escuadras. Cada escuadra la forman 6 tiradores. Los cinco primeros se colocan en los puestos de tiro y el sexto pasa a situación de espera. El primer tirador pide el plato (la forma de hacerlo es libre, aunque se suele decir un simple ouh!), encarando o no el arma, dependiendo de cada modalidad y hace uno o dos disparos. Los demás tiradores repiten alternativamente esta actuación. Al final todos se desplazan un puesto a la derecha, el 5º tirador pasa al sexto puesto (de espera) y el que está en el sexto pasa a ser el primer tirador. La serie se completa cuando cada tirador ha disparado a 25 platos.

El objetivo final es la destrucción del plato, Figura 2.1, que es de arcilla y su medida es de 11 centímetros, el cual, en las distintas modalidades, se lanza de diferentes ángulos, direcciones y velocidades.



Figura 2.1. Forma básica de un plato para tiro.

Entre las modalidades de tiro al plato nos encontramos que las más destacadas son:

- **Foso Olímpico** En el Foso Olímpico se utilizan tres máquinas por cada puesto de tiro (una lanza a la izquierda, otra al centro y la otra a la derecha, pero no en este orden). Cada tirador habrá pasado cada puesto 5 veces y al final de la serie en cada puesto le habrán saltado dos platos a la izquierda, uno al centro y dos a la derecha (25 platos). La competición se suele realizar a 100 platos. Cada plato roto puntúa con 1 punto. La configuración de un foso olímpico es la que se muestra en la Figura 2.2.

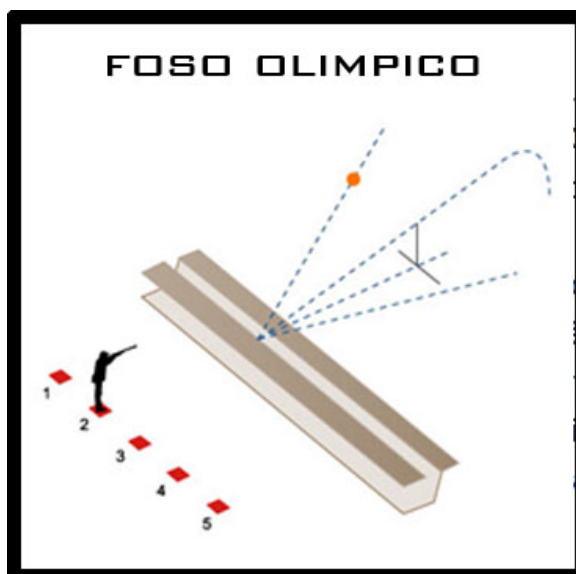


Figura 2.2. Foso olímpico.

- **Foso Universal.** Modalidad muy popular (no es olímpica). La realización es igual al Foso Olímpico excepto que en esta solo hay 5 máquinas, una por cada puesto, que lanzan en 5 direcciones diferentes, y que lanzan los platos independientemente del puesto donde este el tirador que va a realizar el tiro.

La configuración de un foso universal es la que se muestra en la Figura 2.3.

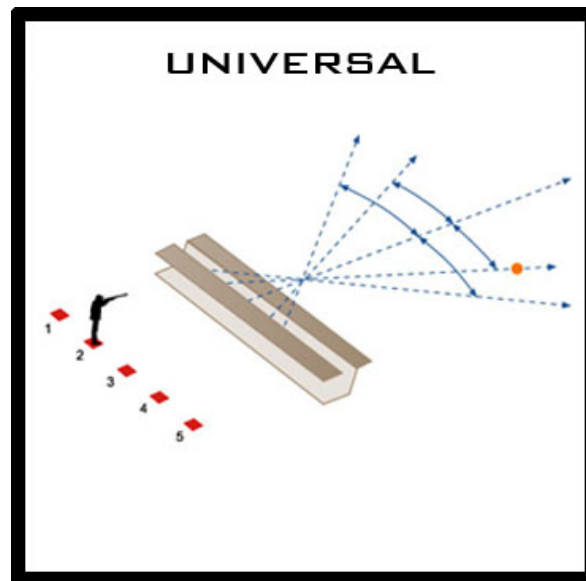


Figura 2.3. Foso Universal.

- **Doble Trap.** Tres máquinas en cada foso disparan 2 platos simultáneamente en diferentes trayectorias. Aquí se puntúa por dobles y obviamente cada tirador debe realizar 2 disparos (uno a cada plato). La configuración de un foso de doble trap es la que se muestra en la Figura 2.4.

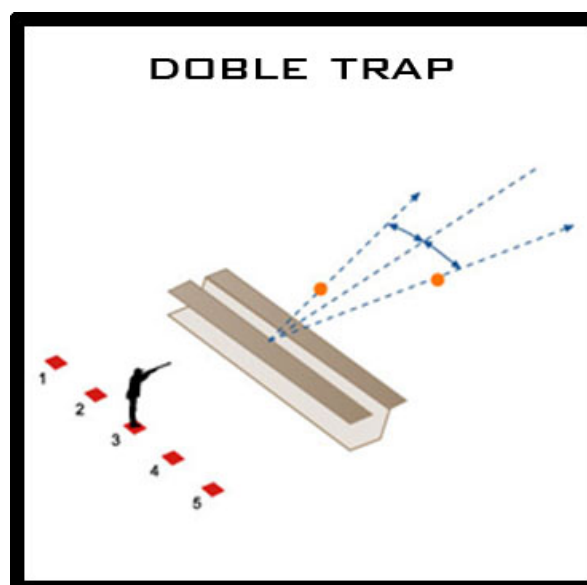


Figura 2.4. Foso Doble Trap.

- **Skeet.** En esta modalidad se usan 2 máquinas que lanzan los platos desde sendas torres. El tirador debe completar un recorrido de 8 puestos dispuestos en semicírculo. Los platos, en series de 25 platos cada una, se lanzan tanto individualmente como en doblote, y a diferencia del foso, en el skeet el tirador sólo puede disparar un cartucho a cada plato. Otras diferencias son que la petición

de plato se hace con la guardia baja, esto es sin encarar la escopeta, y el plato sale con cierto retardo a la voz.

La configuración de un foso skeet es la que se muestra en la Figura 2.5.

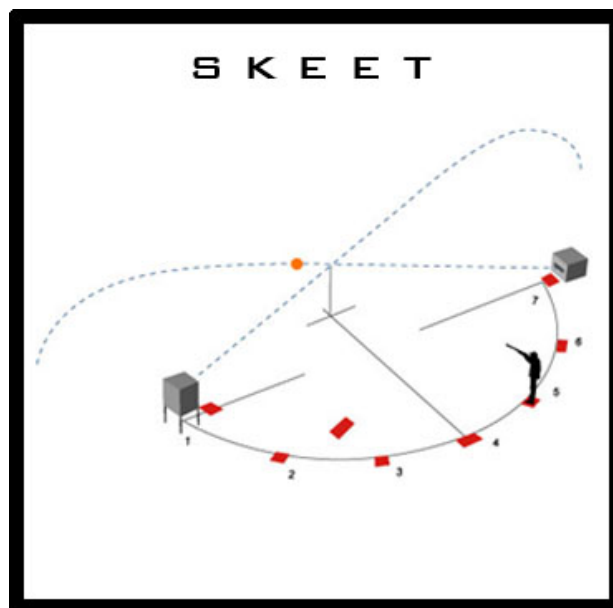


Figura 2.5. Foso Skeet.

2.2 Tipos de máquinas.

Una vez observado las configuraciones más populares de campos de tiro, pasamos a describir los tipos de máquinas que en ellos se usan.

Decir antes que todas usan el mismo sistema biela-manivela para el lanzamiento del plato.

- **Manuales.** En estas máquinas se carga manualmente tanto el resorte que transmite la energía al plato, como el plato en la posición correcta de la bandeja. La disposición del ángulo de lanzamiento se ajusta mediante el uso de una cremallera de posiciones almenada.

Estas máquinas son de gran aceptación para la realización de concursos en festejos patronales, etc., que están fuera de la competición y no hay gran afluencia de competidores.

En la Figura 2.6 se observa una máquina lanzaplatos totalmente manual.



Figura 2.6. Lanzaplatos manual.

- **Automáticas fijas.** En estas máquinas tanto la carga del resorte o del palto se hace automáticamente.

El resorte suele ser cargado por una moto reductora o un pistón neumático, mientras que el plato es dejado caer desde un tambor giratorio que es capaz de albergar hasta 500 platos.

Estas maquinas suelen ser utilizadas en campos de tiro de foso olímpico, ya que cada máquina se encarga de tirar el plato en una sola dirección.

En la Figura 2.7 se observa una máquina lanzaplatos automática fija.



Figura 2.7. Máquina lanzaplatos automática fija.

- **Automáticas móviles.** Al igual que en las maquinas automáticas fijas la carga del resorte y del plato se realiza automáticamente, pero además en esta versión la máquina es capaz de pivotar horizontal y verticalmente para seleccionar así la inclinación y dirección de lanzamiento del plato.

En la Figura 2.8 se observa una máquina lanzaplatos automática móvil.



Figura 2.8. Máquina lanzaplatos automática móvil.

Una vez mostrado los diferentes tipos de máquinas, solo nos queda señalar las diferentes formas de producir el disparo de la máquina. Estas son:

- Manualmente por parte del operario de la máquina.
- Manualmente a través de un pulsador que activa directamente el solenoide de disparo.
- A través de la captación del sonido emitido por el tirador a través de unos micrófonos.

Éste último es objeto de nuestro proyecto.

En la actualidad existen cajas de gestión de campos de tiro al plato, ver figura 2.9, que están formadas por un recolector de fichas para la activación de los puestos de tiro, las llamadas “tarjetas”, encargadas de gestionar los diferentes esquemas o configuraciones de lanzamiento de los platos y la parte electrónica que detecta el sonido, lo amplifica, gestiona el lanzamiento del plato y el movimiento de la máquina dependiendo del campo de tiro en el que nos encontremos. Por norma general suelen ser bastante caras, entorno a los 1000 euros, según características y accesorios.



Figura 2.9. Dos modelos diferentes de distribuidoras de campo de tiro.

No obstante a excepción de los campos de tiro de recorridos de caza que simulan la caza real en campos de tiro insertados en la naturaleza, los campos de tiro no están provistos de micrófonos inalámbricos como el que se expondrá en este proyecto.

Un modelo de flujo de señal típico de una máquina lanza platos entre sus periféricos suele ser como se observa en la figura 2.10.



Figura 2.10. Flujo de la señal en el conexionado de una máquina lanzaplatos .

Capítulo 3

Especificaciones de una máquina lanzaplatos.

3.1 Diseño de software.

El diseño contará con un programa de control que cumplirá las siguientes especificaciones:

- El programa gestionará la activación de un solenoide y la representación en una pantalla LCD de información básica para el desarrollo del ejercicio del tiro al plato, basándose donde se encuentre el tirador y la señal que éste de para la orden de activación del solenoide.
- La programación del código permitirá al usuario la disposición de la posición en los puesto de tiro (micrófonos) y la repetición de éste si fuera necesario.
- La pantalla principal mostrará el número de puesto desde el que se va a realizar el disparo de la máquina.

El proyecto se ha concebido bajo la premisa de la existencia de dos μC de la familia PIC16fxx que más tarde se seleccionaran, por lo que se han realizado un diagrama de flujo para cada PIC's.

A partir de estos puntos de partida se ha de desarrollar un programa. El primer paso será diseñar el diagrama de flujo del programa Figura 3.1, que concreta los pasos a seguir en la ejecución de acciones en el microcontrolador.

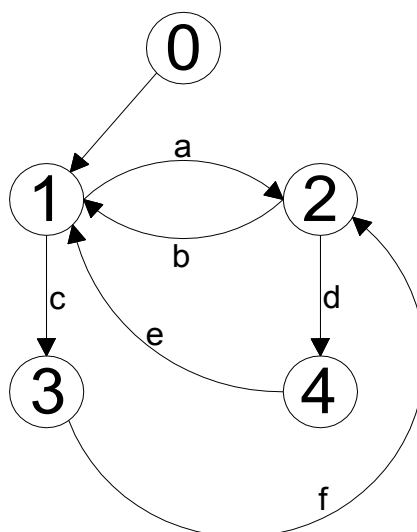


Figura 3.1. Diagrama de flujos del software general de gestión de la máquina.

Esta máquina de estados muestra el funcionamiento del programa, cada estado y transición se muestra descrito en la siguiente tabla:

0	Inicio programa, saludo inicial de bienvenida en el módulo LCD
1	Puesto I, a la espera de señal. Se indica en el módulo LCD el estado en Puesto I.
2	Puesto II, a la espera de señal. Se indica en el módulo LCD el estado en Puesto II.
3	Disparo de la máquina desde el Puesto I. Se indica en el módulo LCD que el plato ha sido disparado.
4	Disparo de la máquina desde el Puesto II. Se indica en el módulo LCD que el plato ha sido disparado.
A	Cambio del Puesto I al Puesto II a petición del usuario y cambio de puesto en el módulo LCD.
B	Cambio del Puesto II al Puesto I a petición del usuario y cambio de puesto en el módulo LCD.
C	Transición al disparo después de recibir la señal desde el Puesto I.
D	Transición al disparo después de recibir la señal desde el Puesto II.
E	Transición del Puesto II al puesto I tras ejecutar el disparo de la máquina.
F	Transición del Puesto I al puesto II tras ejecutar el disparo de la máquina.

Aquí se muestran las Figuras 3.2 y 3.3 de los flujogramas del Pic de control general y control del LCD.

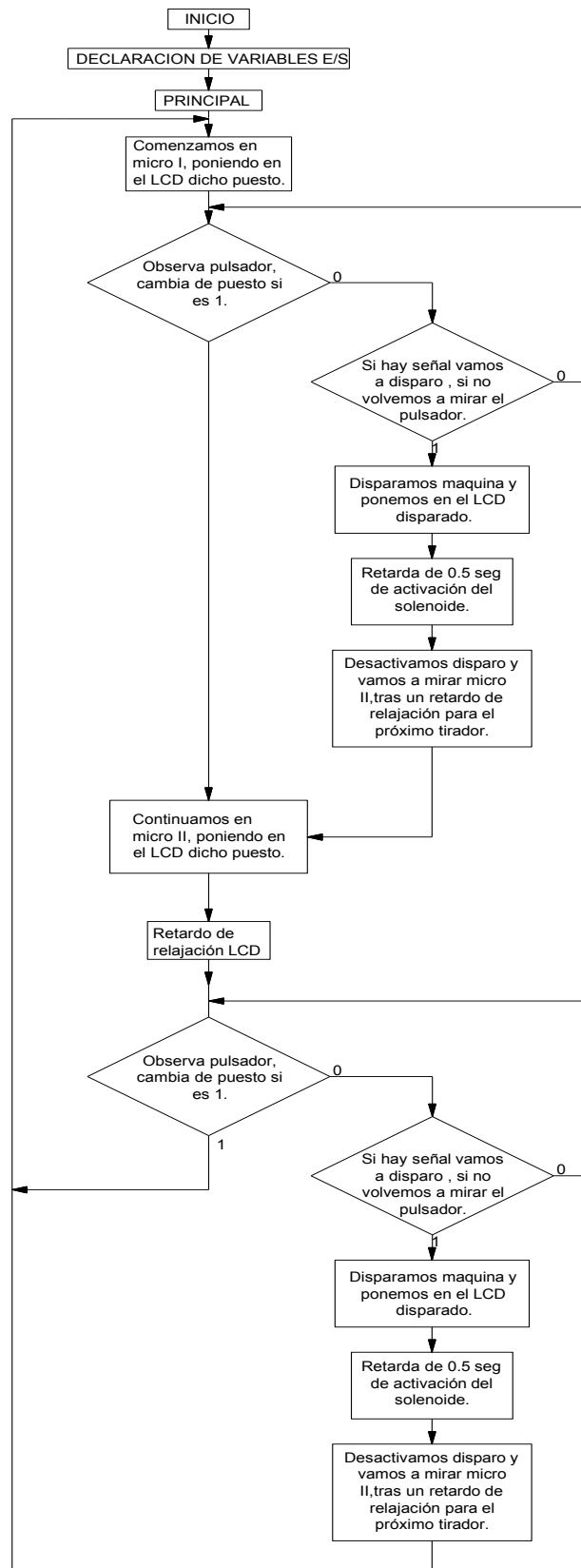
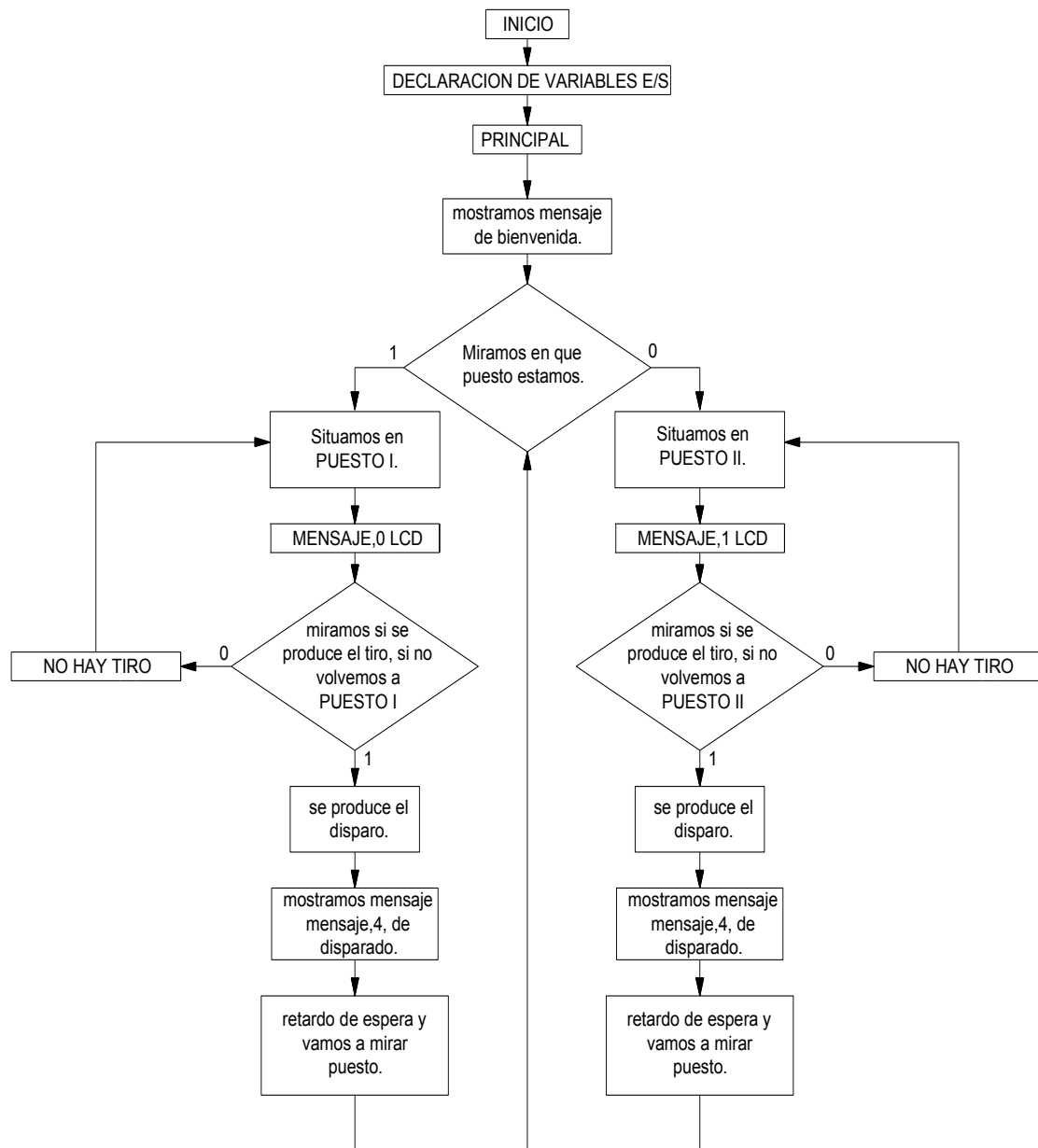


Figura 3.2. Flujograma pic gestión de máquina lanzaplatos.

**Figura 3.3.** Flujograma gestión LCD.

3.2 Diseño de hardware.

El diseño estará compuesto por cuatro módulos principales siendo estos módulo de control, módulo de visualización, módulo de entrada y salida, módulo de adaptación de tensiones de alimentación. Un primer diagrama de bloques muestra estos módulos en la Figura 3.4.

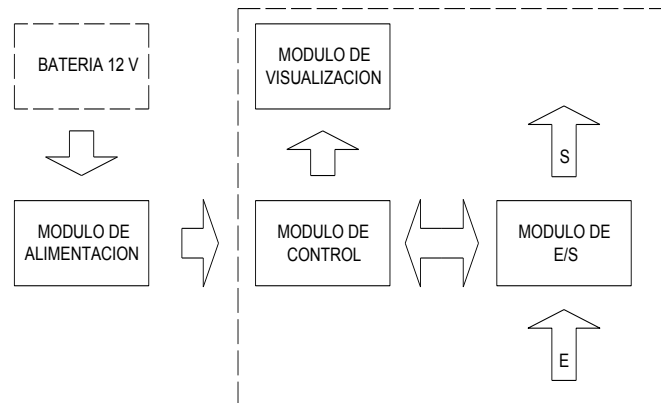


Figura 3.4. Diagrama de bloques del diseño.

3.2.1 Módulo de control.

El módulo de control será un microcontrolador (Pic 1), que realice la ejecución del software de control, estará comunicado con las entradas y salidas de la manera que se considere adecuado. Pic2 contará con una conexión de un módulo de visualización donde mostrará la información sobre el estado de la máquina y la posición del tirador. Cada modelo de microcontrolador tiene unos componentes diferentes pero en general hay una serie de partes comunes tal y como muestra la Figura 3.5 que representa el diagrama de bloques de microcontroladores PIC 16fXX.

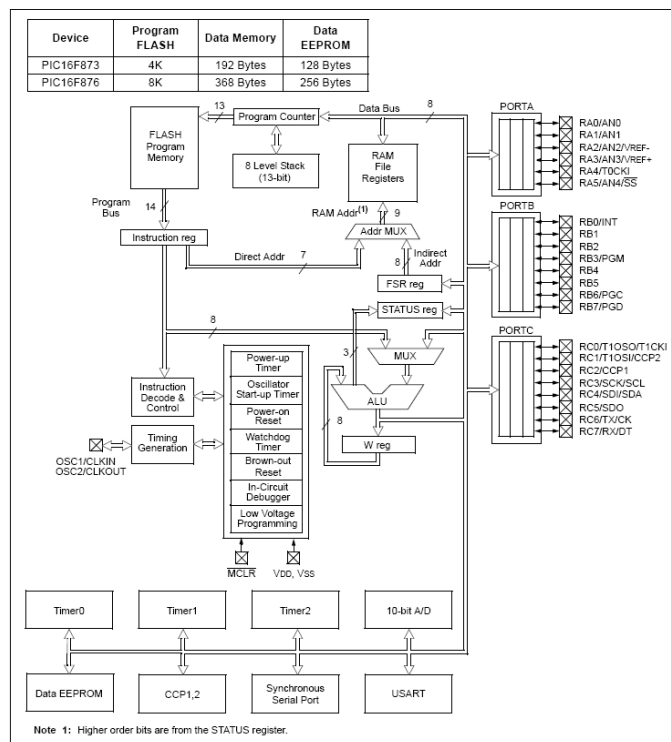


Figura 3.5. Diagrama de bloques de la familia PIC16F8X.

3.2.2 Módulo de alimentación.

Este módulo ha de realizar la alimentación de todo el sistema con la mayor precisión posible. Constará de una batería de 12 voltios cc y de reguladores de tensión que convierten el nivel de tensión a uno adecuado para el consumo de los integrados usados en el desarrollo del proyecto. Su diseño se hará siguiendo un criterio de rendimiento- polivalencia por el que ha de ser capaz de responder ante diferentes tensiones de carga manteniendo una carga constante así como de ser utilizado con diferentes tipos de batería. La Figura 3.6 muestra los bloques en que se divide este módulo.



Figura 3.6. Módulo de alimentación.

3.2.3 Módulo de entrada/salida.

El módulo de entrada para el PIC de control, estará compuesto a su vez por dos subsistemas. Por un lado las entradas, que serán pulsadores estándar, estos pulsadores han de realizar su función de entrada de datos sin producir rebotes, por otro lado los sensores de sonido, encargados de detectar la señal de disparo de la maquina y por ultimo el módulo de recepción RX encargado de recibir la señal enviada por el emisor TX.

El módulo de salida estará compuesto por un relé que activara sus contactos para el accionamiento de un solenoide, encargado de disparar la maquina.

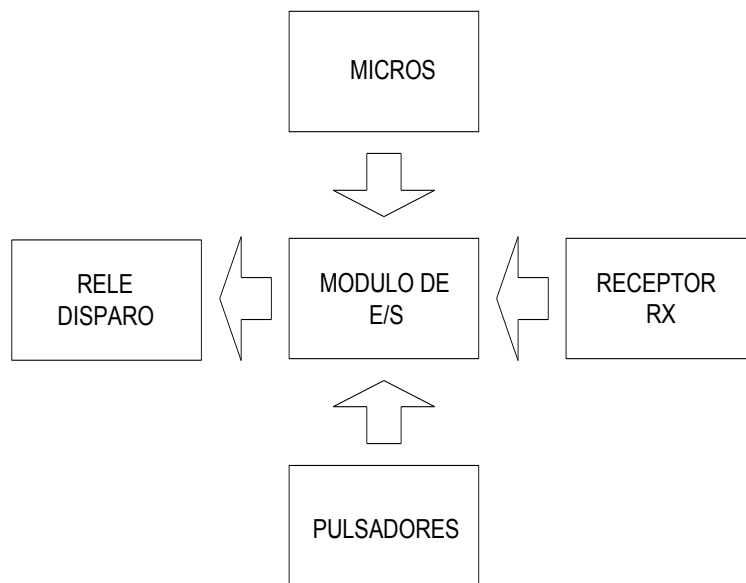


Figura 3.7. Módulo de entrada-salida PIC Control.

El módulo de entrada para el PIC del LCD, estará compuesto a su vez por dos subsistemas. Por un lado las entradas, que serán los pines del PIC de control que usan en común para la gestión del módulo LCD.

El módulo de salida estará compuesto por las salidas hacia el LCD para su manejo.

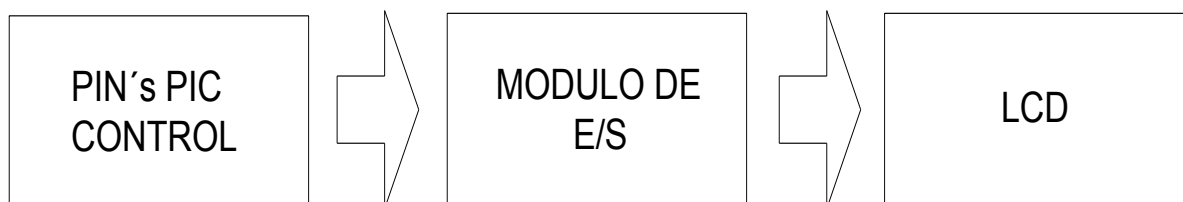


Figura 3.8. Módulo de entrada-salida PIC LCD.

3.2.1. Módulo de visualización.

Estará formado por un display LCD donde se puedan mostrar de manera clara todos los caracteres. El criterio de elección será en función de la necesidad de representación de información. El módulo de visualización estará formado por un microcontrolador que se comunicará con el módulo de control y con una pantalla LCD tal como muestra la figura 3.9.

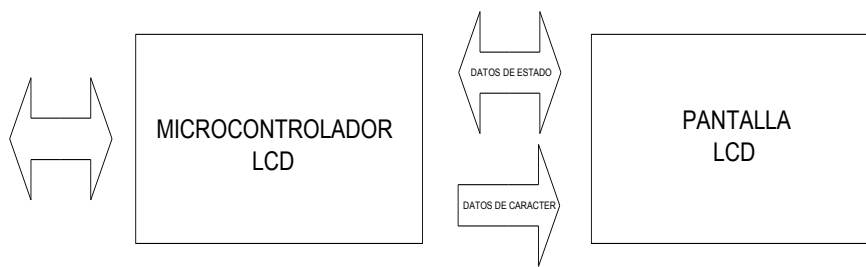


Figura 3.9. Módulo de visualización

3.3. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para el desarrollo del hardware se utilizará el programa de diseño PCBWizard y de simulación Livewire. El software se desarrollará mediante el programa MPLAB y se utilizará un programador de microcontroladores PIC y la placa protoboard donde se podrá comprobar la parte de funcionamiento del programa y de los distintos bloques de hardware que componen el proyecto.

3.3.1. PCBWizar y Livewire

El Livewire es una herramienta de simulación de circuitos eléctricos y electrónicos que en combinación con el PCBWizard son un paquete de herramientas que trabajan de forma independiente y que permiten portabilidad de ficheros entre si.

3.3.2. MPLAB.

El MPLAB es un entorno de desarrollo integrado que permite escribir y codificar los microcontroladores PIC de Microchip para ejecutarlos. El MPLAB incluye un editor de texto, funciones para el manejo de proyectos, un simulador interno y una variedad de herramientas que lo ayudarán a mantener y ejecutar su aplicación. También provee una

interface de usuario para todos los productos con lenguaje Microchip, programadores de dispositivos, sistemas emuladores y herramientas de tercer orden.

3.3.3. Programador USB Cana&KIT.

El programador USB Canakit (figura 3.10), es una herramienta de diseño de alta flexibilidad y de coste efectivo, que da apoyo a todos los PIC, incluyendo a las familias PIC12 XXX, PIC16XXX , PIC17XXX y PIC18XXX. La programación de los microcontroladores se realizará desde PICKIT2 v2.61, programa compatible con CanaKit(PICKIT).



Figura 3.10. kit Pickit plus

Para el proceso de desarrollo del proyecto nos apoyaremos en el uso de las placas protoboard, para así poder simular y comprobar el funcionamiento siguiendo el organigrama típico de estos procesos tal como muestra la figura 3.11. Esto permite depurar errores en el proceso.

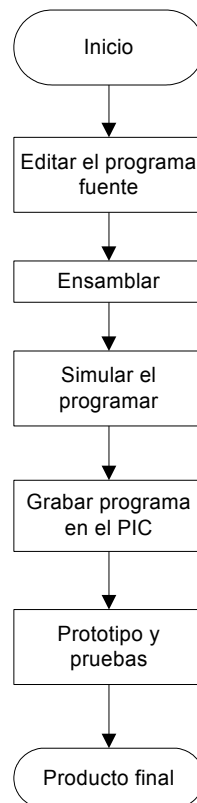


Figura 3.11. Organigrama de un proceso de desarrollo de producto basado en microcontroladores.

Capítulo 4

SELECCIÓN DE COMPONENTES E IMPLEMENTACIÓN.

Una vez determinados los bloques que componen el diseño se pasará a concretar los componentes seleccionados para cumplir con la función de cada módulo así como su conexionado con los otros módulos. El diseño final estará realizado en una sola placa donde se colocarán los módulos en los que se divide el diseño ocupando así el mínimo espacio posible.

4.1. Implementación del módulo de control, microcontrolador pic16f84a.

4.1.1. Introducción.

Los microcontroladores están conquistando el mundo. Están presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida, en general. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores de nuestro hogar. Pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI está siendo testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que fabricamos y usamos los humanos.

4.1.2. Controlador y microcontrolador.

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de un horno dispone de un sensor que mide constantemente su temperatura interna y, cuando traspasa los límites fijados, genera las señales adecuadas que accionan los actuadores que intentan llevar el valor de la temperatura dentro del rango estipulado.

Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física ha variado frecuentemente. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador. Realmente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.)
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Los productos que para su regulación incorpora un microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:
- Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- Aumento de la fiabilidad: al remplazar el microcontrolador a un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
- Reducción del tamaño en el producto acabado: La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- Mayor flexibilidad: las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna. En este caso el controlador recibe el nombre de controlador empotrado (embedded controller).

4.1.3. Diferencia entre microprocesador y microcontrolador.

El microprocesador es un circuito integrado que contiene la Unidad Central de Proceso (UCP), también llamada procesador, de un computador. La UCP está formada por la Unidad de Control, que interpreta las instrucciones, y el Bus de Datos, que las ejecuta.

A través de los pines de conexión el microprocesador sacan al exterior las líneas de sus buses de direcciones, datos y control, para permitir conectarle con la Memoria y los Módulos de E/S y configurar un computador implementado por varios circuitos integrados. Se dice que un microprocesador es un sistema abierto porque, al contrario que con el microcontrolador, su configuración es variable de acuerdo con la aplicación a la que se destine.

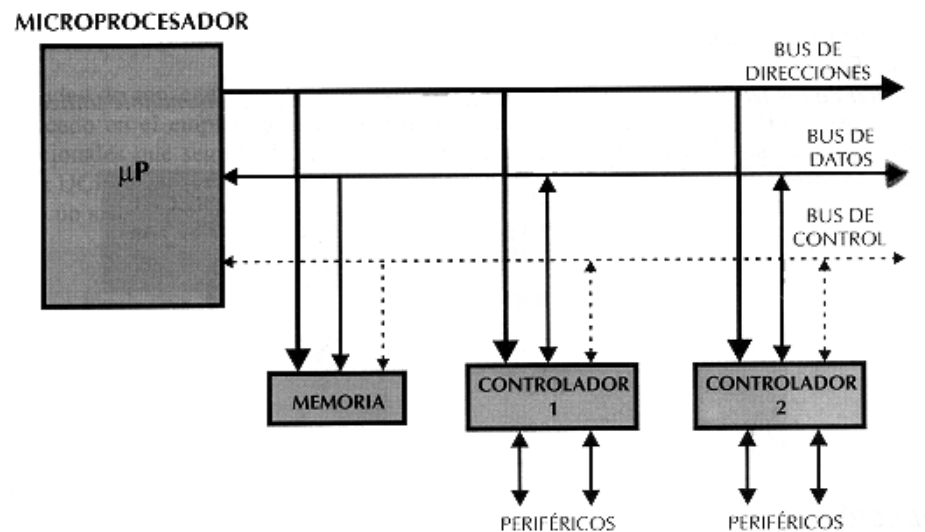


Figura 4.1 Estructura de un sistema abierto basado en un microprocesador. La disponibilidad de los buses en el exterior permite que se configure a la medida de la aplicación.

Al contrario de lo que se podría pensar, aun a pesar de esta adaptabilidad existen un gran variedad de microcontroladores en el mercado. La causa de esta abundancia de modelos es que si sólo se dispusiese de un modelo de microcontrolador, éste debería tener muy potenciados todos sus recursos para poderse adaptar a las exigencias de las diferentes aplicaciones. Esta potenciación supondría en muchos casos un despilfarro. En la práctica cada fabricante de

microcontroladores oferta un elevado número de modelos diferentes, desde los más sencillos hasta los más poderosos. Es posible seleccionar la capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S, la cantidad y potencia de los elementos auxiliares, la velocidad de funcionamiento, etc. Por todo ello, un aspecto muy destacado del diseño es la selección del microcontrolador a utilizar.

Aplicaciones y mercado de microcontroladores.

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo.

Algunos fabricantes de microcontroladores superan el millón de unidades de un modelo determinado producidas en una semana. Este dato puede dar una idea de la masiva utilización de estos componentes.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria, como pueden ser juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de nuestro coche, etc. Y otras aplicaciones con las que seguramente no estaremos tan familiarizados como instrumentación electrónica, control de sistemas en una nave espacial, etc. Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores podrían comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como, de hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC.

Es evidente que existe un amplio mercado para los microcontroladores ya que aunque en el mercado de la microinformática la mayor atención la acaparan los desarrollos de los microprocesadores, lo cierto es que se venden cientos de microcontroladores por cada uno de ellos.

Existe una gran diversidad de microcontroladores. Quizá la clasificación más importante sea entre microcontroladores de 4, 8, 16 ó 32 bits. Aunque las prestaciones de los microcontroladores de 16 y 32 bits son superiores a los de 4 y 8 bits, la realidad es que los microcontroladores de 8 bits dominan el mercado y los de 4 bits se resisten a desaparecer. La razón de esta tendencia es que los microcontroladores de 4 y 8 bits son

apropiados para la gran mayoría de las aplicaciones, lo que hace absurdo emplear micros más potentes y consecuentemente más caros. Uno de los sectores que más tira del mercado del microcontrolador es el mercado automovilístico. De hecho, algunas de las familias de microcontroladores actuales se desarrollaron pensando en este sector, siendo modificadas posteriormente para adaptarse a sistemas más genéricos. El mercado del automóvil es además uno de los más exigentes (los componentes electrónicos deben operar bajo condiciones extremas de vibraciones, choques, ruido, etc. y seguir siendo fiables). El fallo de cualquier componente en un automóvil puede ser el origen de un accidente.

En cuanto a las técnicas de fabricación, cabe decir que prácticamente la totalidad de los microcontroladores actuales se fabrican con tecnología CMOS 4 (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Esta tecnología supera a las técnicas anteriores por su bajo consumo y alta inmunidad al ruido.

La distribución de las ventas según su aplicación es la que se puede apreciar en la **figura 4.2**:

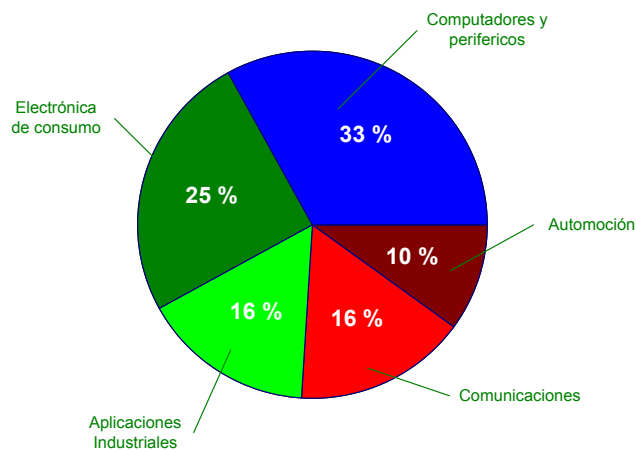


Figura 4.2 Distribución del mercado de microcontroladores.

También los modernos microcontroladores de 32 bits van afianzando sus posiciones en el mercado, siendo las áreas de más interés el procesamiento de imágenes, las comunicaciones, las aplicaciones militares, los procesos industriales y el control de los dispositivos de almacenamiento masivo de datos.

4.1.4. Criterios de selección.

A la hora de escoger el microcontrolador a emplear en un diseño concreto hay que tener en cuenta multitud de factores, como la documentación y herramientas de desarrollo disponibles y su precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.):

- Costes. Como es lógico, los fabricantes de microcontroladores compiten duramente para vender sus productos. Y no les va demasiado mal ya que venden 10 veces más microcontroladores que microprocesadores.

Para que hacerse una idea, para el fabricante que usa el microcontrolador en su producto una diferencia de precio en el microcontrolador de algunos céntimos es importante (el consumidor deberá pagar además el coste del empaquetado, el de los otros componentes, el diseño del hardware y el desarrollo del software). Si el fabricante desea reducir costes debe tener en cuenta las herramientas de apoyo con que va a contar: emuladores, simuladores, ensambladores, compiladores, etc. Es habitual que muchos de ellos siempre se decanten por microcontroladores pertenecientes a una única familia.

- Aplicación. Antes de seleccionar un microcontrolador es imprescindible analizar los requisitos de la aplicación:
 - Procesamiento de datos: puede ser necesario que el microcontrolador realice cálculos críticos en un tiempo limitado. En ese caso debemos asegurarnos de seleccionar un dispositivo suficientemente rápido para ello. Por otro lado, habrá que tener en cuenta la precisión de los datos a manejar: si no es suficiente con un microcontrolador de 8 bits, puede ser necesario acudir a microcontroladores de 16 ó 32 bits, o incluso a hardware de coma flotante. Una alternativa más barata y quizá suficiente es usar librerías para manejar los datos de alta precisión.

- Entrada Salida: para determinar las necesidades de Entrada/Salida del sistema es conveniente dibujar un diagrama de bloques del mismo, de tal forma que sea sencillo identificar la cantidad y tipo de señales a controlar. Una vez realizado este análisis puede ser necesario añadir periféricos hardware externos o cambiar a otro microcontrolador más adecuado a ese sistema.
- Consumo: algunos productos que incorporan microcontroladores están alimentados con baterías y su funcionamiento puede ser tan vital como activar una alarma antirrobo. Lo más conveniente en un caso como éste puede ser que el microcontrolador esté en estado de bajo consumo pero que despierte ante la activación de una señal (una interrupción) y ejecute el programa adecuado para procesarla.
- Memoria: para detectar las necesidades de memoria de nuestra aplicación debemos separarla en memoria volátil (RAM), memoria no volátil (ROM, EPROM, etc.) y memoria no volátil modificable (EEPROM). Este último tipo de memoria puede ser útil para incluir información específica de la aplicación como un número de serie o parámetros de calibración.

El tipo de memoria a emplear vendrá determinado por el volumen de ventas previsto del producto: de menor a mayor volumen será conveniente emplear EPROM, OTP y ROM. En cuanto a la cantidad de memoria necesaria puede ser imprescindible realizar una versión preliminar, aunque sea en pseudo-código, de la aplicación y a partir de ella hacer una estimación de cuánta memoria volátil y no volátil es necesaria y si es conveniente disponer de memoria no volátil modificable.

- Ancho de palabra: el criterio de diseño debe ser seleccionar el microcontrolador de menor ancho de palabra que satisfaga los requerimientos de la aplicación. Usar un microcontrolador de 4 bits supondrá una reducción en los costes importante, mientras que uno de 8 bits puede ser el más adecuado si el ancho de los datos es de un byte. Los microcontroladores de 16 y 32 bits, debido a su elevado coste, deben reservarse para aplicaciones que requieran sus altas prestaciones (Entrada/Salida potente o espacio de direccionamiento muy elevado).

- Diseño de la placa: la selección de un microcontrolador concreto condicionará el diseño de la placa de circuitos. Debe tenerse en cuenta que quizá usar un microcontrolador barato encarezca el resto de componentes del diseño ya que puede ser necesario componentes auxiliares cuya función se podría suplir un modelo mayor. Un ejemplo es la utilización de convertidores analógico-digital que algunas familias de microcontroladores ya incorporan.

Entre los microcontroladores más utilizados encontramos:

8048 (Intel). Es el padre de los microcontroladores actuales, el primero de todos. Su precio, disponibilidad y herramientas de desarrollo hacen que todavía sea muy popular.

8051 (Intel y otros). Es sin duda el microcontrolador más popular. Fácil de programar, pero potente. Está bien documentado y posee cientos de variantes e incontables herramientas de desarrollo.

80186, 80188 y 80386 EX (Intel). Versiones en microcontrolador de los populares microprocesadores 8086 y 8088. Su principal ventaja es que permiten aprovechar las herramientas de desarrollo para PC.

68HC11 (Motorola y Toshiba). Es un microcontrolador de 8 bits potente y popular con gran cantidad de variantes.

683xx (Motorola). Surgido a partir de la popular familia 68k, a la que se incorporan algunos periféricos. Son microcontroladores de altísimas prestaciones.

PIC (MicroChip). Familia de microcontroladores que gana popularidad día a día. Fueron los primeros microcontroladores RISC.

Es preciso resaltar en este punto que existen innumerables familias de microcontroladores, cada una de las cuales posee un gran número de variantes

Dentro de esta amplia gama de microcontroladores la elección es la de esta última familia, la de los PIC.

Las razones de su elección son:

- Sencillez de manejo: Tienen un juego de instrucciones reducido, 35 en la gama media.
 - Buena información, fácil de conseguir y económica.
 - Precio: Su coste es comparativamente inferior al de sus competidores.
-

- Poseen una elevada velocidad de funcionamiento. Buen promedio de parámetros: velocidad, consumo, tamaño, alimentación, código compacto, etc.
- Herramientas de desarrollo fáciles y baratas. Muchas herramientas software se pueden recoger libremente a través de Internet desde Microchip.
- Existe una gran variedad de herramientas hardware que permiten grabar, depurar, borrar y comprobar el comportamiento de los PIC.
- Diseño rápido.
- La gran variedad de modelos de PIC permite elegir el que mejor responde a los requerimientos de la aplicación.

Una de las razones del éxito de los PIC se basa en su utilización. Cuando se aprende a manejar uno de ellos, conociendo su arquitectura y su repertorio de instrucciones, es muy fácil emplear otro modelo.

Dentro de los PIC se disponen de cuatro gamas distribuidas como se aprecia en la **figura 4.3:**

Gama	PIC	Niveles de pila	Fuentes de interrupción	Juego de instrucciones
Mejorada	18CXX	32	4	77 de 16 bits
Alta	17CXX	16	4	58 de 16 bits
Media	12C6XX 16CXX 16F87X	8	1	35 de 14 bits
Baja	12C5XX 16C5X	2	-	33 de 12 bits

Figura 4.3 Gamas de microcontroladores PIC

La relación prestaciones precio de los PIC se podrían representar según el **figura 4.4**:

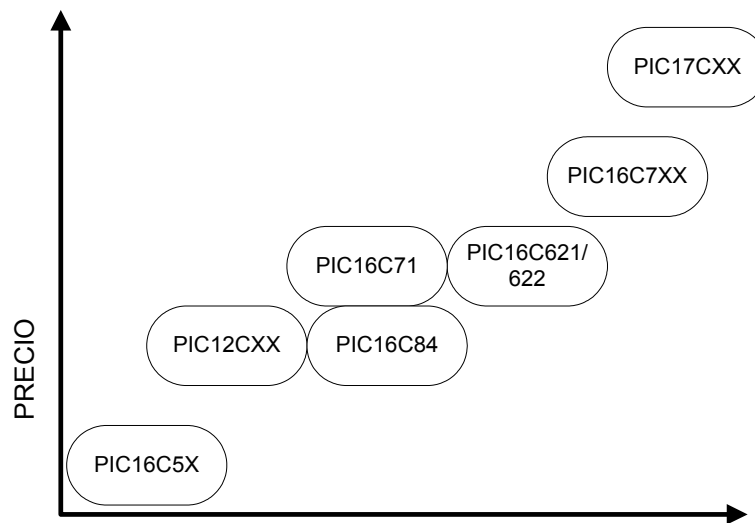


Figura 4.4 Relación precio prestaciones de las familias de microcontroladores PIC's

Una vez visto las características generales se procederá a concretar el modelo según las necesidades de la aplicación. Teniendo esto en cuenta descartaremos la gama alta ya que su aplicación sería excesiva, si bien la gama baja plantea problemas ya que la ausencia de interrupciones la descartan automáticamente además los niveles de la pila son solo dos lo que limita el uso de subrutinas y en el programa a desarrollar estas son imprescindibles.

Dentro de la gama media aplicamos los criterios de selección acordes con la aplicación a desarrollar, es importante saber que a efectos prácticos se separara el manejo de la máquina y el manejo de la pantalla LCD, a manejar un uso por microcontrolador, evitando así que una falta en la programación o colapso del programa por uso del LCD inutilice el uso de la máquina. También se podría hacer un montaje del microcontrolador del manejo de la maquina si la pantalla LCD para abaratar costes, aunque esto impediría el seguimiento del puesto y se haría un uso más intuitivo.

La otra necesidad es el tamaño de la memoria de programa ya que este no superara 7K el PIC a elegir ha de tener como mínimo esa capacidad de memoria.

Debido al uso de dos microcontroladores no tenemos problemas en el control de periféricos y líneas de entrada. La aplicación del microcontrolador de manejo de la máquina tiene un pulsador de entrada, dos entradas de señal, tres salidas, lo que hacen un numero de 6 líneas de control y el microcontrolador de manejo del LCD

utiliza ocho líneas para datos y tres para controlar la comunicación PIC-LCD eso hace un total de 11 líneas de E/S.

El más próximo a las necesidades del diseño es el PIC 16F84A.

Las tablas de características de la familia PIC se pueden consultar en los anexos.

Sus características son:

- Memoria de programa 1024 palabras de programa.
- Memoria de datos RAM 68 Bytes
- Memoria de datos EEPROM 64 Bytes
- Líneas E/S 12
- Encapsulados 18SP, 18SO

La distribución de los pines es la mostrada en la **figura 4.5**

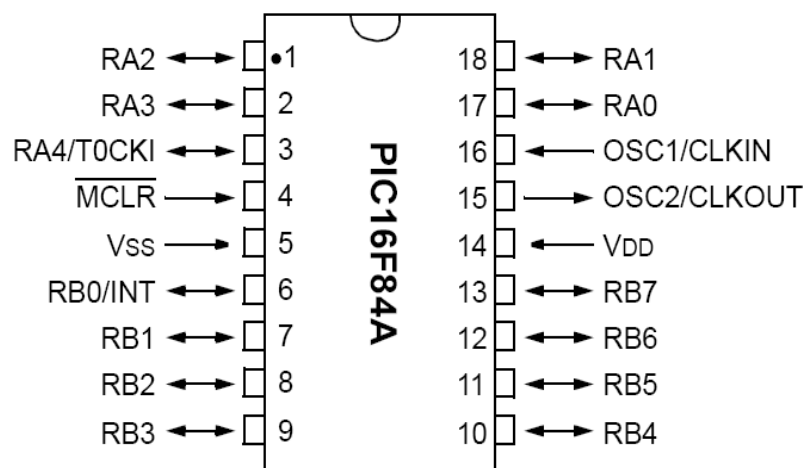


Figura 4.5 Diagrama de asignación y conexión de los pines en los PIC16f84A

4.1.5. Organización de la memoria ram.

El microcontrolador PIC16F84 puede direccionar 128 posiciones diferentes de memoria RAM, pero Microchip Technologies solamente ha implementado 80 posiciones o registros para este PIC.

Esta memoria está dividida en dos bancos, que a la vez están divididas en otros dos bloques:

- Banco 0. Este banco está formado por 80 bytes, situado desde la posición 00 hasta la 4Fh.

- La primera parte consta de 12 registros que serán utilizados por funciones especiales del microcontrolador. Comienza en la dirección 00h y termina en la 0Bh, es decir, de la 0 a la 11. Es la sección de registros especiales.

- La segunda parte consta de 68 registros de memoria RAM que serán utilizados para almacenar datos temporales requeridos por los programas. Comienza en la dirección 0Ch y termina en la posición 4Fh (de la 12 a la 79). Esta parte es la memoria de registros de propósito general.

- Banco 1. Este banco tiene las mismas dimensiones que el anterior, pero su uso es menor, ya que no tiene banco para registros de propósito general. Solamente tiene una sección de registros especiales que van de la posición 80h a la 8Bh (de la 128 a la 139).. Este tipo de memoria (RAM), se caracteriza por perder los datos almacenados cuando desconectamos el microcontrolador o la tensión baja por debajo de los límites mínimos. La memoria RAM así como algunos registros especiales son los mismos en los dos bancos del mapa de memoria del PIC. La longitud de los bytes en la memoria es de 8 bits.

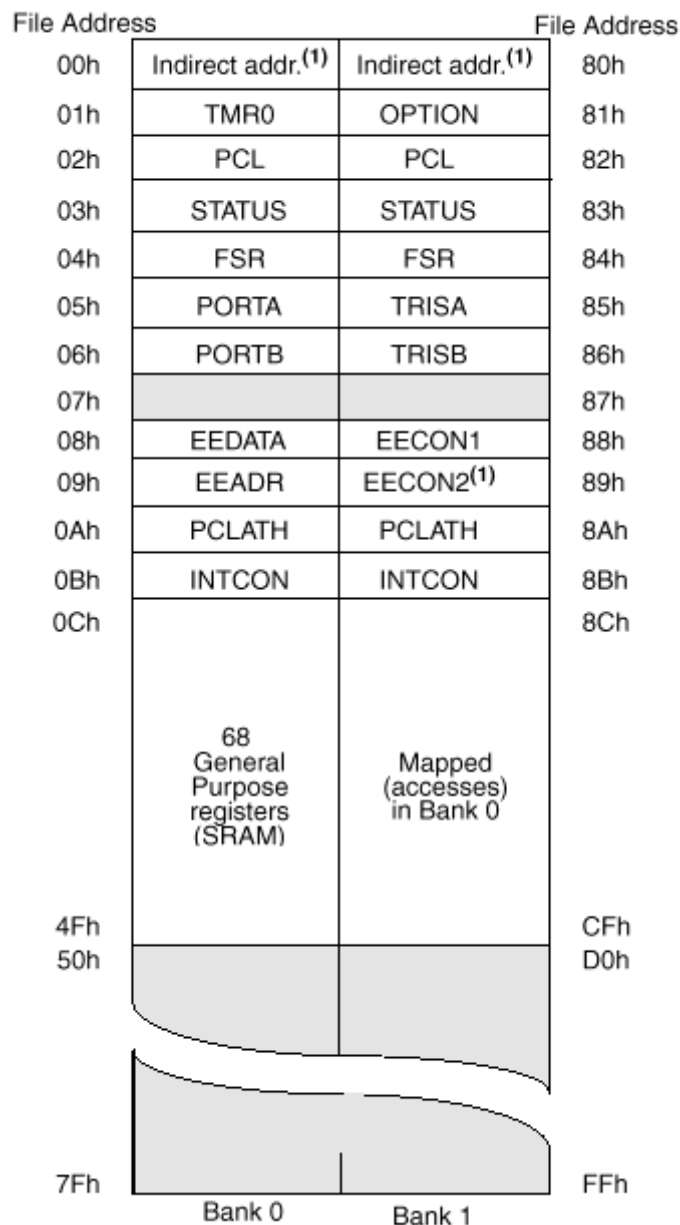


Figura 4.6. Mapa de registros del PIC 16f84A.

Para manipular adecuadamente los elementos internos de los PIC hay que conocer la misión de los bits de los Registros Específicos. En el software a implementar jugarán un papel importante los registros específicos de memoria de programa ya que para almacenar los datos y acceder a ellos posteriormente será necesario el acceso directo a memoria para evitar el manejo de excesivas variables. Los 13 bits contenidos en el PC, que direccionan la memoria de código, están guardados en dos registros específicos. El registro PCL guarda

los 8 bits de menos peso y se puede leer y escribir. Los bits <12:8> del PC se alojan en el registro PCH, que al no poder ser leído ni escrito, se accede a través del PCLATH.

Las instrucciones de salto CALL y GOTO sólo proporcionan 11 bits de la dirección a saltar esto limita el salto dentro de cada banco de 2 K. Cuando se desea salir del banco actual hay programar correctamente los bits PCLATH <4:3> que seleccionan al banco. Es labor del programador prestar atención a la necesidad de modificar el valor de dichos bits en las instrucciones CALL Y GOTO. Los registros específicos se tratarán más adelante al explicar la metodología de programación.

El uso de librerías para realizar las comunicaciones con la pantalla reserva las puertas A y B del microcontrolador de control del LCD a estas. La pantalla se encontrará conectada por un cable a la placa, el motivo de esta decisión es la de permitir un conexionado más cómodo entre periféricos dotando al diseño de flexibilidad y ahorro en cuanto al reparto de espacio, a su vez esto facilita la manipulación de componentes en caso de necesitar alguna operación de mantenimiento posterior al montaje.

Queda por determinar el uso de las puertas A/B del microcontrolador de gestión como puerto de E/S, en el programa previamente se han establecido como entradas los pines 8, 17, 18 y como salidas los pines 10 y 11, esto obedece más a un planteamiento de distribución al realizar el diseño que a necesidades físicas ya que cada uno de los pines puede ser configurado como entrada o salida. El criterio seguido ha sido el de agrupar de manera cómoda cada patilla, lo que permite agrupar las conexiones externas de modo que ocupen el mínimo espacio y que separe ambos grupos.

Esto solo habría afectado al diseño en la posición de las conexiones E/S ya que seguirían un orden distinto pero mantendrían la agrupación que mantiene la comodidad en el conexionado.

El módulo de control se completa con un cristal oscilador que actúa como frecuencia de reloj en el microcontrolador. La frecuencia de este cristal será determinante para los tiempos de ejecución de las instrucciones, así como para el cálculo de los retardos.

4.2. Módulo de visualización, pantalla de cristal líquido (LCD).

Como componente del módulo de visualización se utilizará una pantalla LCD. Dentro de estas encontramos que la mayoría incorporan el microcontrolador necesario para su control permitiendo que el módulo de visualización se resume en un solo componente que engloba a ambos, reduciendo coste, espacio y complejidad en el diseño.

4.2.1. Reseña histórica.

Todo empezó en 1888, cuando el botánico Friedrich Reinitzer estudiaba el colesterol en las plantas. Al estudiar el comportamiento de fusión del benzoato de colesterol descubrió que este parecía tener dos puntos de fusión; al calentarse la sustancia, esta primero pasaba a un líquido turbio para luego (al calentarse más) pasar a un líquido transparente.

Sin embargo, fue el cristalógrafo alemán F. Lehmann en 1889 el que acuñó el término cristal líquido al descubrir que el líquido turbio intermedio entre la fase cristalina y el líquido transparente poseía propiedades ópticas y una estructura molecular similar a la de un cristal sólido.

Inadvertidamente, entre ambos habían descubierto un nuevo estado de la materia, las mesofases, que es un paso intermedio entre dos fases, en este caso entre la cristalina y la líquida.

Estudios posteriores permitieron a Friedel establecer una clasificación de los cristales líquidos en 1922, distinguiendo tres tipos: neumáticos, esmécticos y colestéricos. A pesar de ser ampliamente estudiados durante el primer tercio del siglo XX, los cristales líquidos cayeron en el olvido, relegándose a una mera curiosidad de laboratorio. La primera descripción de un panel de cristal líquido fue formulada por Heilmeyer en 1968. Se basaba en el fenómeno de dispersión dinámica, por el cual la aplicación de una corriente eléctrica a un cristal líquido nemático (ver apartado 4.2.2) causaba la división del material en dominios de ejes aleatorios. Al ser estos dominios ópticamente asimétricos, dispersan la luz, volviéndose opacos. Esto presentaba un potencial para la creación de paneles electrónicos, aunque quedaba por solventar el problema que presentaba el alto voltaje de saturación en relación al voltaje umbral para el cambio, punto que hacía impracticable el direccionamiento x-y en matrices muy grandes.

En 1971, Schadt y Helfrich describieron un nuevo tipo de panel de cristal líquido, los Twisted Nematic (o Nematico retorcido). La descripción de dicha tecnología se explica en

siguientes apartados, pero basta decir que este tipo de panel es todavía el dominante en las aplicaciones tecnológicas de hoy en día y permite la creación de paneles con direccionamiento de celdas x-y.

Sin embargo, esta primera implementación de los paneles TN (Twisted Nematics) adolecía de un problema de contraste para matrices de más de diez filas, problema por el cual la relación entre el voltaje de selección y el voltaje de no selección causa que a mayor número de filas aparezcan celdas “parcialmente seleccionadas”, reduciendo la resolución. Este problema recibió un tratamiento general por Alt y Pleshko en 1974, que describieron la relación del voltaje de selección de un punto de una matriz en relación al número de filas multiplexadas. De esta manera, se obtuvo una relación directa entre el número de filas multiplexadas y el contraste del panel. Se realizaron grandes esfuerzos de investigación durante las décadas de los 70 y 80 para crear paneles de muchas filas que permitieran un contraste suficiente. En 1983 Y. Ishii, S. Kozaki, F. Funada, M. Matsumura y T. Wada consiguieron contrastes con una relación mayor a 10:1 (relación entre voltaje de selección y no selección). En 1984, cuando se creía que no se podía avanzar más con los paneles TN, la investigación recibió un fuerte impulso con la aparición de los paneles de Supertwisted Birefringent Effect (Efecto Súper retorcido Birrefringente o SBE). En estos paneles se consigue una relación entre transmisión y voltaje que lo convierte en un biestable, ofreciendo paneles de más de cien filas con un gran contraste. Desgraciadamente, la fabricación de dichos paneles es cara y complicada. El concepto de SBE se usó posteriormente en los paneles Supertwisted Nematic (Nemático Súper retorcido o STN). Estos paneles de fabricación más barata, ofrecen paneles con una buena relación T-V (transmisión-voltaje) si bien el contraste decae rápidamente en función del ángulo de visión.

4.2.2. Definición de cristal líquido.

Son sustancias que presentan características duales de un cristal y de un líquido. En un cristal las moléculas ocupan unas posiciones fijas en la estructura global y no se mueven respecto a las adyacentes, justo lo contrario que en un líquido.

Las moléculas de un cristal líquido tienen una forma alargada y cilíndrica y la posición relativa entre ellas depende de diversos factores como son la temperatura y el campo eléctrico a la que están sometidos.

Dentro de los cristales líquidos encontramos tres tipos:

- Nemáticos. La fase nemática se caracteriza por mostrar un orden en la orientación de sus moléculas y un desorden en la posición de los centros de masas de las mismas. De esta manera, el movimiento de las mismas esta limitado a la rotación alrededor del eje común, movimiento lateral o deslizamiento paralelo al citado eje como muestra la figura 4.8



Figura 4.8 Disposición molecular en fase nemática

Debido al ordenamiento de sus moléculas, respecto a los centros de masa, un cristal líquido nemático se comporta como un líquido, moviéndose las mismas de forma caótica. Aún así, sus moléculas mantienen sus ejes paralelos al director. Influyen particularmente en este orden la temperatura y densidad, ya que al altas temperaturas se pierde la orientación con el director (como ya se ha descrito al inicio de este apartado) y a una elevada densidad, al estar la moléculas muy juntas, se producen efectos de unión que dan origen a estructuras microscópicas en forma de hilo que flotan en la superficie del líquido. De ahí el nombre de nemático, que significa hilo en griego.

- Esméticos. Al igual que la fase nemática, la fase esmética presenta ordenación en sus moléculas, pero esta es mucho mayor. Se ordenan en capas planas y paralelas entre sí, a la manera de “pisos” tal como muestra la figura 4.9

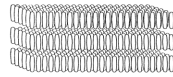


Figura 4.9 Disposición molecular en fase Esméctica.

Como en el caso anterior, una molécula puede girar en torno al eje común pero no puede salir de la capa en la que está. En cada plano se puede dar un grado de alineamiento entre los centros de masas de manera que en caso más ordenado aparece una disposición como la mostrada en la figura 4.9 y en el caso más caótico se diría que es nemático por capas. El material sigue presentando un aspecto líquido ya que las capas deslizan unas sobre otras.

Esta ordenación es la que se da en las pompas de jabón, de ahí el nombre esméctico, que en griego quiere decir *jabón*.

- Colestéricos. Los cristales líquidos colestéricos presentan ordenación por capas al igual que en caso anterior aunque con una diferencia fundamental: los ejes moleculares se orientan paralelamente al plano de la capa. De esta manera, cada capa presenta una orientación longitudinal de sus moléculas. Debido a la estructura molecular, existe una diferencia de ángulo entre las orientaciones longitudinales de las capas, de manera que eje de orientación describe una trayectoria helicoidal al pasar de un plano a otro como muestra la figura 4.10

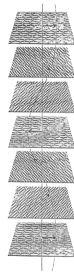


Figura 4.10 Disposición molecular en fase Colestérica.

4.2.3. Funcionamiento, composición y tipos.

La aplicación de un campo eléctrico a estas sustancias (ver figura 4.11) provoca que la posición de sus moléculas cambie de una posición indeterminada a otra perfectamente uniforme. El cristal líquido será opaco o transparente en función de cómo estén organizadas las moléculas, que depende a su vez del campo eléctrico presente.

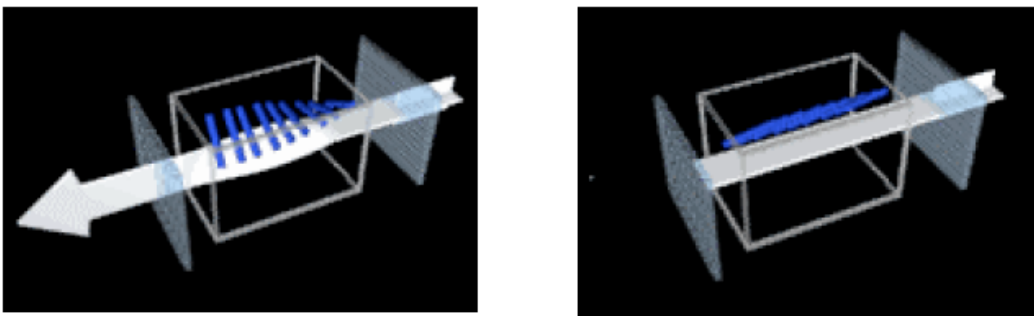


Figura 4.11 Comportamiento de los cristales frente a un campo eléctrico.

Los componentes habituales de una pantalla de cristal líquido son los mostrados en la **figura 4.12**

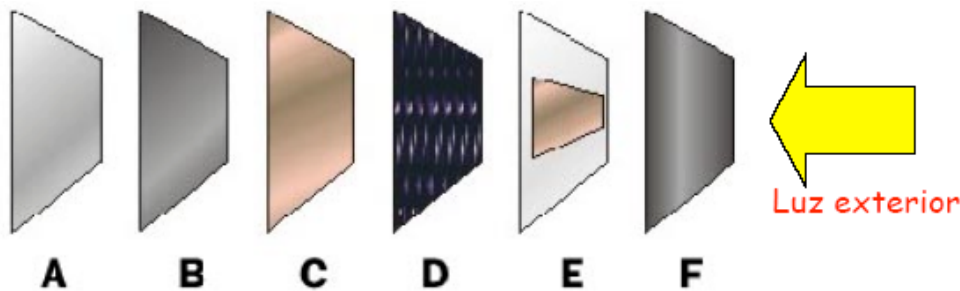


Figura 4.12 Componentes de una pantalla de cristal líquido.

En dicha figura los componentes mostrados se corresponden con:

- A. Un espejo.
- B. Un filtro polarizador vertical.
- C. Una capa de vidrio con un electrodo transparente común (óxido de estaño).
- D. Sucesivas capas de cristal líquido.
- E. Una capa de vidrio con un electrodo transparentes y con las forma que se quiera representar.
- F. Un filtro polarizador horizontal.

El modelo eléctrico equivalente de un LCD es el de un condensador real, el dieléctrico sería el cristal líquido y los electrodos serían, por un lado el común o posterior y el otro el que se corresponde con cada segmento, punto, etc. que sea posible representar. La tensión entre los electrodos ha de ser alterna puesto que una tensión continua aunque también permitiría la visualización, provocaría una electrolisis de los electrodos y su posterior destrucción.

La tensión de excitación entre electrodos se genera mediante circuitos electrónicos y un oscilador de frecuencias comprendidas entre varias decenas y cientos de Hertzios ya que frecuencias menores harían visibles efectos de parpadeo y mayores frecuencias elevarían en exceso el consumo del circuito.

Los LCD se pueden clasificar en tres tipos según la iluminación:

- **Reflectivos:** Es el más sencillo de los métodos de iluminación y el más usado en los paneles más simples, como pueden ser los de calculadoras o relojes. Consiste en la colocación de un espejo o superficie reflectante, de esta manera la luz que nos permite ver el panel es producto de la reflexión de la luz ambiente en el fondo del LCD. Tiene la ventaja de no necesitar una fuente de tensión y por tanto no influye en el consumo del aparato. Como desventaja, depende fuertemente de la luz ambiental y del ángulo de incidencia de la misma.
- **Transmisivos:** La iluminación transmisiva es la usada en los paneles LCD modernos tales como los monitores TFT o las pantallas de los ordenadores portátiles. Consiste en colocar una fuente de luz blanca (un halógeno por norma general) en la parte posterior del LCD. Proporciona un buen contraste y definición independientemente de la luz ambiente. La fuente de luz ha de ser muy homogénea, si no, pueden aparecer sombras que desvirtúen la imagen y el color.
- **Transreflectivos:** El método Transreflectivo es una combinación de los dos anteriores. Incorpora una capa reflectiva pero también una fuente de luz que puede estar tanto detrás del reflector (teniendo este un cierto grado de transparencia) como bordeando la capa de cristal líquido (y aprovechando así el reflector). Ejemplos de este uso son las pantallas iluminadas de los teléfonos móviles o de ciertas consolas portátiles (como la GameBoy advance SP).

Según la tecnología utilizada para su fabricación podemos hablar de tecnologías:

- **De plano común:** pocos electrodos posteriores para aplicaciones simples: relojes, calculadoras
- **De matriz pasiva:** para generar imágenes en una configuración matricial de electrodos en la parte frontal y en la posterior, la intersección de cada horizontal y vertical forma los puntos, elementos de imagen o píxeles. (256x256 líneas genera 65536 píxeles). Modo multiplexado y con circuitos integrados especializados

- De matriz activa (TFT): en la cara interna posterior existe una matriz de transistores de película fina (Thin Film Transistor) y condensadores. La tensión de cada condensador controla el nivel de contraste.

Según la tecnología de fabricación utilizada el control de los elementos variara de una forma u otra.

4.2.4. Tecnologías actuales.

Las últimas tecnologías LCD que se han popularizado rápidamente son las pantallas a color aunque lejos de las necesidades en la aplicación a desarrollar se describen brevemente como indicador de nivel del desarrollo de la tecnología LCD:

- Utilizan tecnología de matriz activa.
- Cada píxel se divide en 3 sub-píxeles, cada uno con un filtro óptico diferente.
- Cada sub-píxel tiene su propio transistor/condensador que puede generar 256 niveles de contraste por lo que la combinación de colores posibles sería de $256 \times 256 \times 256 = 16.7$ millones de colores.

Esta composición se puede apreciar de un modo más claro en la **figura 4.13**

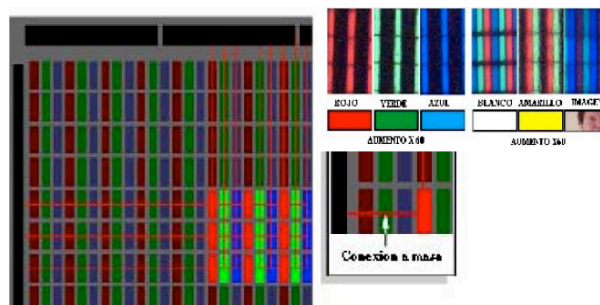


Figura 4.13 Distribución de píxeles en una pantalla LDC color.

Como nueva tecnología en el campo de los cristales líquidos cabe citar la tecnología OLED (Organic Light Emitting Diode), desarrollada por los laboratorios Kodak es la siguiente frontera en las tecnologías de representación. Esta tecnología se basa en los estudios de C.W. Tang y S.A. Van Slyke de compuestos orgánicos que actúan como diodos electros luminiscentes, de manera que en aplicación de un campo eléctrico, estos compuestos emiten luz.

A diferencia de la tecnología LCD, que es “pasiva” en cuanto a luz se refiere (necesita de fuentes externas de luz), la tecnología OLED es “activa”, esto es, cada elemento de la misma es emisor de luz. Esto presenta una serie de ventajas tales como un contraste y color difícilmente igualados incluso por tecnologías CRT como un bajo consumo, la capacidad de incorporarlos a polímetros blandos (obteniendo así paneles enrollables, por ejemplo) como de conseguir transparencias (imprescindible para los sistemas emergentes de “visualización enriquecida”, por los cuales se “añade” información a lo que esta observando el usuario).

4.2.5. Utilización de una pantalla LCD en una aplicación basada en microcontroladores.

Este es el tipo de aplicación a desarrollar por lo que este tipo de pantallas será el utilizado.

Hay dos posibilidades de control:

- a) Control de electrodos: La mayor parte de los recursos del MCU se utilizan en generar las formas de onda necesarias para la representación (AN563 de Microchip) permite creación de gráficos.
- b) Usar LCD con driver específico (HD44780 de Hitachi) lo que permite al MCU realizar otras tareas y detenerse cada cierto tiempo para actualizar la pantalla y realizar la comunicación MCU-Driver, tal y como se muestra en la figura 4.14 .

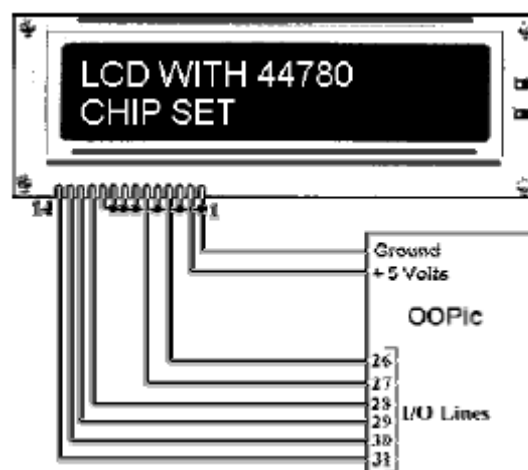


Figura 4.14 Microcontrolador comunicándose con un LCD

Dado que la aplicación a desarrollar solo necesita caracteres alfanuméricos y que el microcontrolador estará ocupado en otras funciones la opción más adecuada para el diseño es esta última, encontrándose en el mercado un gran número de marcas con las mismas características de control lo que facilita su programación.

Las características principales del 44780 son:

- Driver para LCD de matriz de puntos para representación de caracteres y símbolos en formato 5x8 ó 5x10.
- Dispone de 240 patrones de caracteres almacenados en ROM, de los cuales 208 son de tamaño 5x8 y 32 5x10.
- Memoria RAM de pantalla (DDRAM) de 80 posiciones x 8 bits/posición.
- Contenido en 8 bits (DDRAM): código del carácter para un generador de caracteres ROM con 240 caracteres posibles 8 posiciones (dobles) para caracteres definibles por el usuario en una memoria CGRAM (caracteres gráficos).
- Visibles 1 ó 2 líneas de 16 caracteres/línea.

El diagrama de bloques que le corresponde es el mostrado en la **figura 4.15**

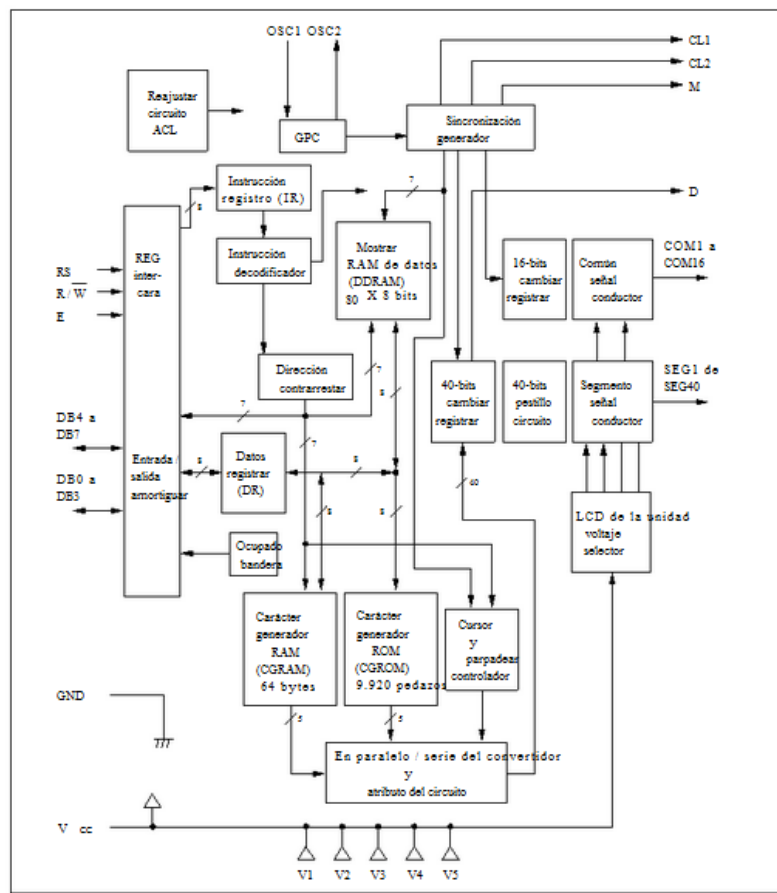


Figura 4.15 Diagrama de bloques de un controlador 44780U

El controlador tiene dos registros de 8 bits, uno de instrucciones (IR) y otro de datos (DR). El IR almacena los códigos de instrucción, direcciones de la RAM de pantalla (DDRAM) y de la RAM del generador de caracteres (CGRAM). El IR sólo puede modificarse desde el MPU.

El DR almacena temporalmente los datos que se han de escribir en la DDRAM o en la CGRAM y datos que han de leerse de la DDRAM y la CGRAM, así como almacena los datos que se han leído de alguna de estas memorias. Los datos que se escriben en el DR desde la MPU son automáticamente escritos en la DDRAM o CGRAM por medio de una operación interna que activa la señal de ocupado (busy flag: BF), impidiendo la aceptación de cualquier instrucción que venga. El estado de este “flag” se puede leer en el pin DB7 poniendo el selector de registros (RS) a cero y R/W a uno.

La transferencia de datos con la MPU se completa cuando esta lee el DR. Después de la lectura, se accede a los datos de la DDRAM o CGRAM en la siguiente dirección y se envían al DR para la próxima lectura por parte de la MPU. Por medio de la señal de selección de registro (RS), se pueden seleccionar los IR o DR.

El Address Counter (AC) es el encargado de asignar direcciones tanto para la DDRAM como para la CGRAM. Al escribir una dirección en el IR, se envía al AC. La selección de la memoria (DDRAM o CGRAM) se determina al mismo tiempo en función de la instrucción. Después de cada escritura/lectura en/de la DDRAM o CGRAM, se incrementa/decrementa en 1 el AC. El contenido del AC se puede leer en los pines RB0 a RB6 poniendo RS = 0 y R/W = 1.

La memoria de pantalla (DDRAM) almacena los caracteres a mostrar codificados con 8 bits, de manera que puede almacenar hasta 80 caracteres. El AC direcciona las posiciones de la DDRAM en hexadecimal, de manera que la primera posición corresponde a la dirección 00 y la última corresponde a la 4F. Con esta memoria se pueden mostrar datos en pantallas de una o dos líneas.

Cuando se usan pantallas de una línea, las posiciones de pantalla se corresponden con las de memoria de manera que en la primera posición de pantalla se mostrará el carácter almacenado en la posición 00, la segunda corresponderá a la posición 01 y así sucesivamente como se muestra en la figura 4.16.

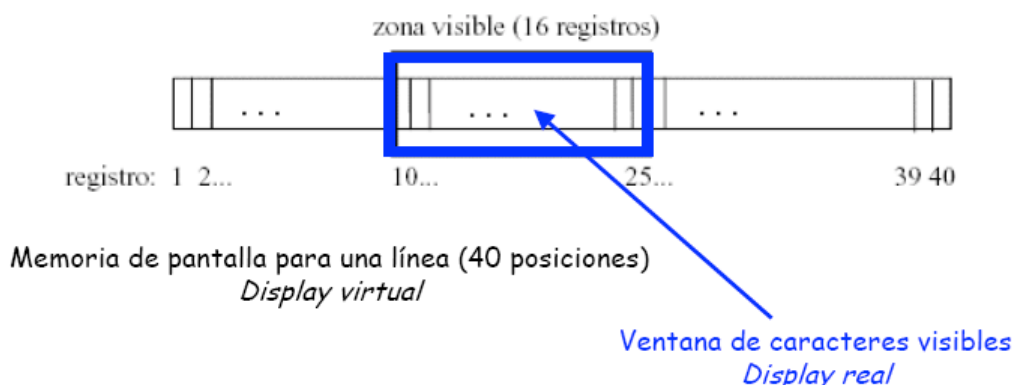


Figura 4.16 Disposición de caracteres en la memoria de pantallas de una línea.

En pantallas de dos líneas se respeta la correspondencia para la primera línea, pero la dirección de memoria que corresponde al inicio de la segunda línea no es consecutiva con la dirección correspondiente al final de la primera tal y como se aprecia en la figura 4.17.

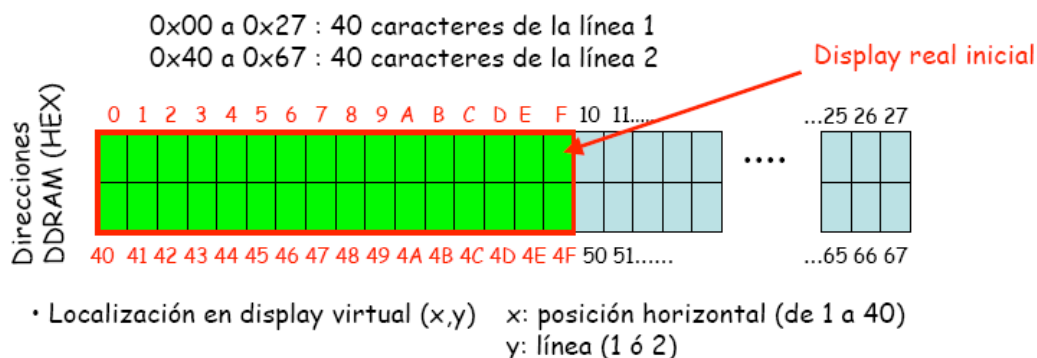


Figura 4.17 Disposición de caracteres en la memoria de pantallas de dos líneas.

La memoria de generación de caracteres (CGRAM) permite modificar patrones de caracteres por programa. Para caracteres de 5x8 puntos se pueden generar hasta ocho patrones. Para caracteres de 5x10, hasta cuatro. Este componente proporciona una gran flexibilidad al uso del LCD al poder programar caracteres a medida de las necesidades del dispositivo.

El circuito de generación de tiempo (Timing Generator) proporciona los ciclos de reloj necesarios para el funcionamiento del resto de componentes tales como la DDRAM, CGRAM, IR, etc. Las operaciones de lectura de RAM de pantalla y de acceso desde la MPU son controladas por un pulso de reloj diferente para evitar interferencias.

El controlador del LCD es el encargado de proporcionar las señales para la activación/desactivación de los píxeles de la pantalla. Dispone de 16 señales comunes y 40 señales de segmentos. El controlador de parpadeo de cursos/carácter se encarga de hacer parpadear el cursor o carácter situado en la última posición de memoria direccionada por el AC.

Las conexiones físicas entre LCD y microcontrolador se observan en la **figura 4.18** donde puede verse cada uno de los pines antes mencionados.

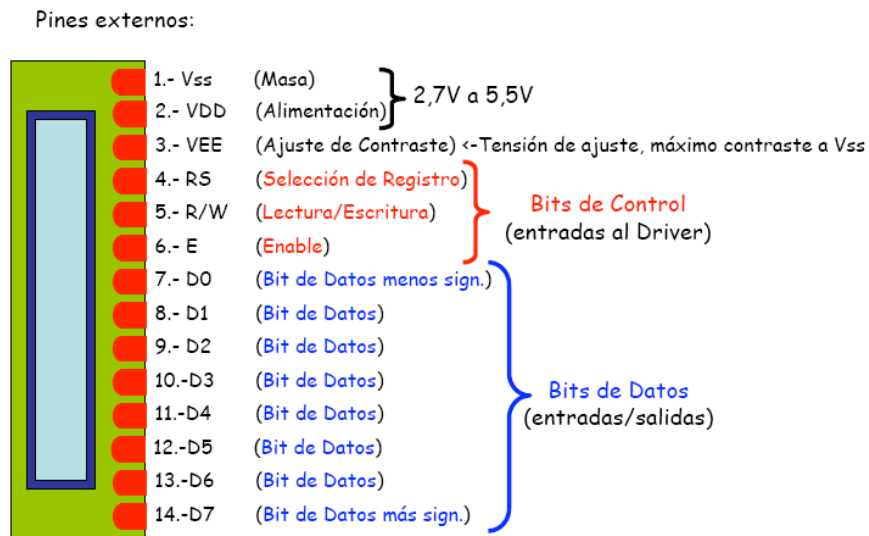


Figura 4.18 Pines externos en un LCD

Las opciones posibles de control son dos:

- Control mediante los tres bits de control y los ocho de datos
- Control multiplexado con cuatro líneas de datos. La ventaja sobre el anterior es que permite ahorrar pines de conexión (7 frente a 11), pero el software del MCU es un poco más complejo, ocupa más memoria y se precisa más tiempo para hacer la transferencia completa.

Dentro del proyecto a desarrollar el modo elegido para realizar la comunicación se realiza mediante control estándar ya que no se presentan problemas de falta de pines y el reservar memoria así como reducir tiempos de comunicación entre LCD y MCU resulta más importante.

El sistema contará con una pantalla LCD, el tamaño elegido se ha echo en función a los datos a representar, es de 2X16 caracteres, la pantalla será del tipo refractivo siendo innecesario la iluminación externa, la comunicación con el MCU se realizara usando todos los pines, la gestión de tiempos y datos se realizara mediante el software disponible para la pantalla que se añadirá como librería de funciones al programa principal del MCU.

4.3. Módulo de entrada, selección de componentes.

Si agrupamos las entradas y salidas a periféricos y de comunicación entre PIC's en un solo módulo de entrada y salida, tendremos que el módulo de entrada estará compuesto por los pulsadores de control, los sensores de sonido, el receptor inalámbrico de señal y pines de entrada en el PIC del LCD en comunicación directa con el PIC de control.

Y como módulo de salida tendremos la salida de activación relé de disparo mediante UNL2803 y los pin's de salida hacia el pic de control del LCD y los propios pin's de salida hacia el LCD.

4.3.1. Selección de pulsadores (módulo de entrada).

La función de los pulsadores es la de facilitar el manejo del equipo, para minimizar el espacio ocupado los circuitos antirrebotes se suprimen solucionando mediante software el problema.

Al realizar el control mediante el software el retardo inducido por el circuito de retardo correspondiente, se sustituye mediante el programa, eliminando componentes y ganando espacio físico en la placa.

Las características principales a tener en cuenta en el pulsador a seleccionar son el tamaño y el recorrido. El tamaño dado que no ha de ocupar un espacio excesivo pero ha de ser lo suficientemente grande como para pulsarse con comodidad. El recorrido del pulsador influye en el rebote y el control, si el recorrido es demasiado largo el usuario puede no saber en que punto ha terminado de pulsar, permanecer mas de una pulsación de manera no intencionada o bien no pulsar el suficiente tiempo como para que se produzca una lectura. El pulsador elegido tiene un recorrido de 0,5mm, esto hace que el usuario perciba claramente cada pulsación realizada, posibilitando el manejo sencillo del sistema.

4.3.2. Módulo de captación del sonido y adaptación de la señal a nivel TTL.

Micrófono Electret.

El encargado de recoger la señal sonora para traducirla en una señal eléctrica es el micrófono electret, figura 4.19.



Figura 4.19. Micrófono electret.

Este micrófono es una variante del micrófono de condensador que utiliza un electrodo (fluorocarbonato o policarbonato de flúor) lámina de plástico que al estar polarizado no necesita alimentación. Que las placas estén polarizadas significa que están cargadas permanentemente desde su fabricación (se polarizan una sola vez y pueden durar muchos años).

La carga electrostática se induce en la placa móvil (diafragma) durante el proceso de fabricación, cuando la misma se somete a una temperatura de 220° C, al tiempo que se le aplicaban 4.000 voltios.

La existencia de esta carga electrostática hace que para alimentar las placas ya no sean necesarias pilas para su funcionamiento, sin embargo, sí que se requiere esta alimentación para proporcionar energía al preamplificador.

Como el diafragma pesa menos (tiene menor masa), la respuesta en frecuencia del micrófono electret está más cerca de la respuesta que proporciona un micrófono de bobina móvil, que de la que ofrece un micro de condensador convencional. Lo habitual es utilizar una pila de 1.5 V, aunque se puede usar la alimentación phantom, no es conveniente, pues si se sobrealimenta constantemente al micro, se acortará su vida útil.

En cuanto a su direccionalidad, pueden ser omnidireccionales o direccionales.

Los micrófonos electret son robustos, por lo que soportan la manipulación, y además tienen como gran ventaja su reducido tamaño, por lo que el micro electret se usa en las siguientes aplicaciones:

- Como micro de solapa. La mayoría de micrófonos de solapa usados en televisión son del tipo electret. Más aún, cuando su fabricación en masa, permite que su coste sea económico.
- Como micro de las pequeñas grabadoras portátiles que usan los profesionales en exteriores (para obtener declaraciones para radio, etc.).
- Como micrófonos para ser pegados a instrumentos específicos, de percusión, metales, pianos acústicos, cuerdas, etc.
- Como micrófonos de los teléfonos móviles.

Los micrófonos electret tienen una respuesta en frecuencia bastante buena (50 a 15.000 Hz), aunque lejana de la de los micrófonos de condensador, que son mucho más sensibles en la zona de agudos). Además, es una respuesta poco plana.

El principal inconveniente que presentan los micrófonos electret es que son muy sensibles a los cambios de humedad y temperatura, lo que junto con el polvo, deterioran su rendimiento con el uso. Cuando un micrófono electret empieza a producir zumbidos (ruidos) inexplicables, es una indicación de que debe ser sustituido, ya que ha terminado su vida activa.

El micrófono recoge el sonido transformándolo en una señal tan débil que debe ser amplificada para su posterior manejo.

Para la amplificación de la señal se utilizara el integrado LM358 que es un amplificador operacional que consta de dos amplificadores operacionales independientes, de alta ganancia, y frecuencia interna compensada. Diseñado específicamente para operar con una sola fuente de alimentación en una amplia gama de voltajes. Aunque también es posible utilizarlo con una fuente de alimentación doble.

Las zonas de aplicación incluyen amplificadores, bloques de ganancia de corriente continua y circuitos convencionales con amplificador operacional (amplificadores inversores, sumadores, integradores... etc.). Los cuales son más fáciles de implementar gracias a la utilización de una fuente de alimentación simple. Por ejemplo, la serie LM358 puede funcionar directamente con una tensión de 5V de alimentación, en sistemas digitales y proporcionar la interfaz electrónica necesaria sin una fuente de alimentación adicional de $\pm 15V$.

Características particulares

- Trabajando en la zona lineal, el rango de tensión de entrada en modo común incluye masa. Y la tensión de salida también puede aproximarse a masa, incluso cuando se trabaja con alimentación simple.
- La ganancia de frecuencia unitaria está compensada con la temperatura.
- La intensidad de polarización de entrada está también compensada con la temperatura.

Ventajas

- Se elimina la necesidad de fuentes de alimentación dobles.
- Dos amplificadores operacionales en un solo componente.
- Permite entradas cercanas a GND (masa) y la tensión de salida también llega GND.
- Bajo consumo de energía, apropiado para funcionar a baterías.

En esta ocasión la configuración del Lm 358 será la de amplificador inversor, puesto que no afecta al comportamiento del sistema que la onda de sonido desfase 180 °.

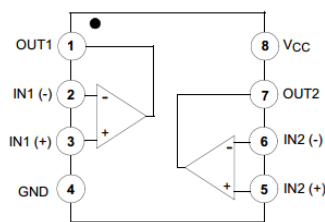


Figura 4.20. Diagrama de bloques internos del LM358.

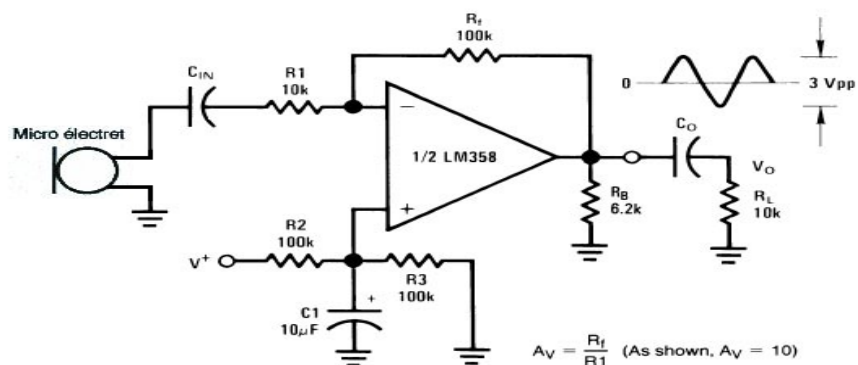


Figura 4.21. Conexión del micrófono con LM358 configuración amplificador no inversor.

Debido a que seguimos obteniendo una señal analógica tras la amplificación, se hace necesario transformar dicha señal analógica a niveles TTL, para poder introducir la señal obtenida por el micrófono una vez ya transformada en el PIC.

Para esta conversión utilizaremos el integrado 74LS13, compuesto por dos puertas lógicas tipo NAND.

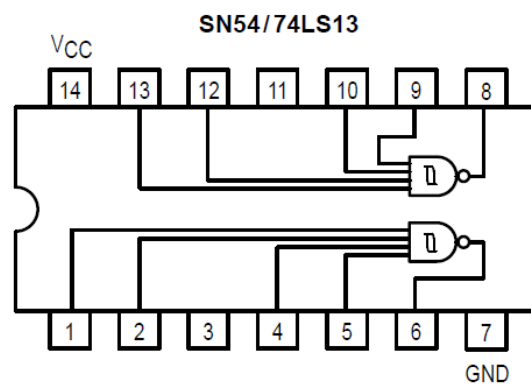


Figura 4.22. Diagrama de bloques internos de IC74LS13.

Estas puertas lógicas nos permiten estabilizar una tensión de salida a niveles TTL a partir de tensiones variables entre 0.95 y 1.8 voltios, como se muestra en la figura 4.22.

Esto nos permite conformar una señal analógica en una digital para poder ser manejada con el PIC16f84, y con cualquier IC con tensiones lógicas tipo TTL.

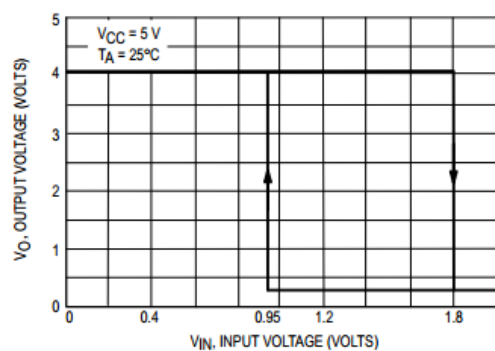


Figura 4.23. Tensión de salida frente a tensión de entrada.

4.3.3. Módulo de recepción y transmisión inalámbrica.

Para la transmisión de datos por medio inalámbrico se hará uso de un módulo, el cual se muestra en la figura 4.24. , compuesta por un receptor y emisor de radio frecuencia tipo ASK, los cuales están sintonizados a una frecuencia de trabajo de 433 MHz.



Figura 4.24. Módulos Rx y Tx. Modelo WLS107B4B.

El módulo RT transmite la señal a través de la onda portadora de radiofrecuencia y el módulo RX captura esta señal.

Debido a que son sensibles al ruido y las interferencias, se hace necesaria la introducción de una codificación de los datos para poder ser transmitidos con fiabilidad.

Esta codificación se realizara como mas adelante se explica, mediante la pareja de codificador y decodificador (MC45026 y MC145027), de la casa MOTOROLA.

Sus especificaciones básicas son:

- Frecuencia: 433Mhz.
- Modulación: ASK.
- Salida de Datos del receptor: Alto - 1/2 Vcc, Baja - 0.7v.
- Voltaje de entrada del transmisor de: 3-12V (tensión alta, más energía se transmite).

La configuración apropiada para una buena transmisión de datos se muestra en la figura 4.24.



Figura 4.25. Estados para una buena transmisión.

MODULACION ASK.

Modulación por Desplazamiento de Amplitud. Es una modulación de amplitud donde la señal moduladora (datos) es digital. Los dos valores binarios (0 y 1) se representan con dos amplitudes diferentes y es usual que una de las dos amplitudes sea cero; es decir, uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro dígito se representa mediante la ausencia de la señal portadora, en este caso la frecuencia y la fase se mantiene constante.

La modulación en ASK no es otra cosa que una variante de la modulación en AM que se adapta perfectamente a las condiciones de los sistemas digitales, además de que les permite trabajar sobre una sola frecuencia de transmisión en vez de tener que lidiar con pulsos cuadrados que contienen componentes en todas las frecuencias del espectro.

Su recuperación también resulta ser más sencilla, dado que sólo depende de sincronizar la frecuencia de las señales sinusoidales que sirven de portadoras y regeneradoras dependiendo si se hallan en el codificador o el decodificador.

El ASK por sí sólo, a pesar de todas estas consideraciones, no es uno de los métodos más utilizados debido a que para cada frecuencia es necesario realizar un circuito independiente, además de que sólo puede transmitirse un solo bit al mismo tiempo en una determinada frecuencia. Otro de los inconvenientes es que los múltiplos de una frecuencia fundamental son inutilizables y que este tipo de sistemas son susceptibles al ruido.

La forma más simple y común de codificación en ASK, es la del funcionamiento como un interruptor que apaga/enciende la portadora, de tal forma que la presencia de portadora indica un 1 binario y su ausencia un 0, como se observa en la figura 4.26. Este tipo de modulación por desplazamiento on-off es el utilizado para la transmisión de código Morse por radiofrecuencia, siendo conocido el método como operación en onda continua

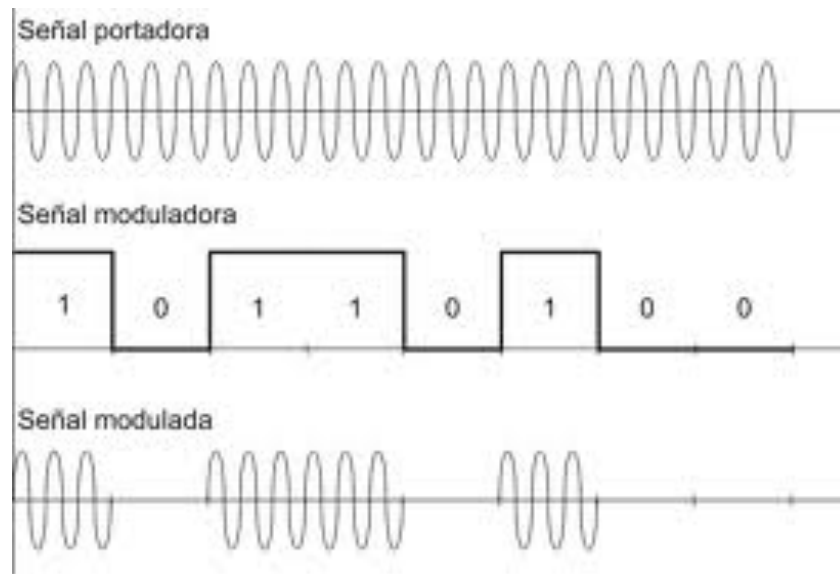


Figura 4.26. Modulación ASK.

Otros procedimientos más sofisticados de codificación operan sobre la base de utilizar distintos niveles de amplitud, de forma que cada nivel representa un grupo de datos determinado. Por ejemplo, un esquema de codificación que utilice cuatro niveles puede representar dos bits con cada cambio de amplitud; uno con ocho niveles puede representar tres bits y así sucesivamente. Esta forma de operación requiere una alta relación señal/ruido en el medio de transmisión para una correcta recuperación de la información en recepción, por cuanto gran parte de la señal es transmitida a baja potencia.

4.4. Módulos de salidas, selección de componentes.

Las salidas del sistema se encargan de la activación del relé que activa el solenoide. Este tipo de solenoide solo consume energía al ser activado. Al ser esta activación mediante un corto pulso el consumo es realmente escaso. La apertura se define mediante la aplicación de tensión, siendo el cierre del solenoide automático mediante fuerza de resorte. El módulo de salida ha de proporcionar un pulso, su activación es mediante el microcontrolador pero la tensión de activación del solenoide ha de proceder de la batería ya que el circuito no proporciona ni la tensión ni la intensidad suficientes. Un primer examen de las necesidades lleva a pensar en transistores que amplifiquen la señal de salida del microprocesador para activar el solenoide según sea necesario, este circuito necesitaría transistores y diodos. El encapsulado y cantidad de estos componentes ocupa excesivas dimensiones para el espacio disponible. La mejor opción es buscar un componente capaz de manejar cargas mayores a partir de señales tipo TTL, tras una búsqueda se han encontrado el ULN2803. Este componente es un array tipo Darlington con ocho canales para tensión de hasta 30 V e intensidad hasta 500mA por salida. Su control es compatible con lógica TTL, su uso principal es el control de cargas inductivas como relés, solenoides y motores eléctricos. Dado que la función a desempeñar en el circuito es la activación del relé y que sus reducidas dimensiones se adaptan perfectamente al espacio disponible se concluye que su función es la adecuada para el circuito. La figura 4.27 muestra el driver con su encapsulado mas común.

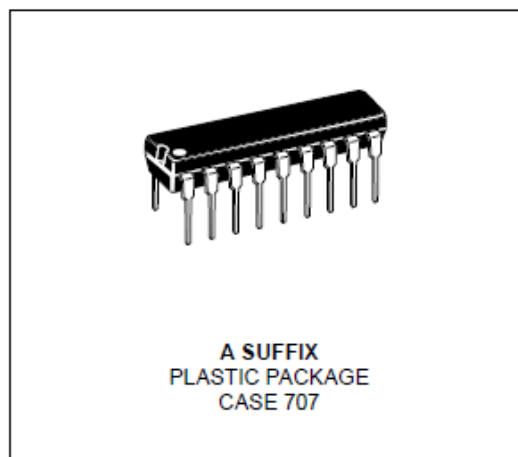


Figura 4.27. ULN2803.

La distribución de los pines en el encapsulado es la mostrada por la **figura 4.28**.

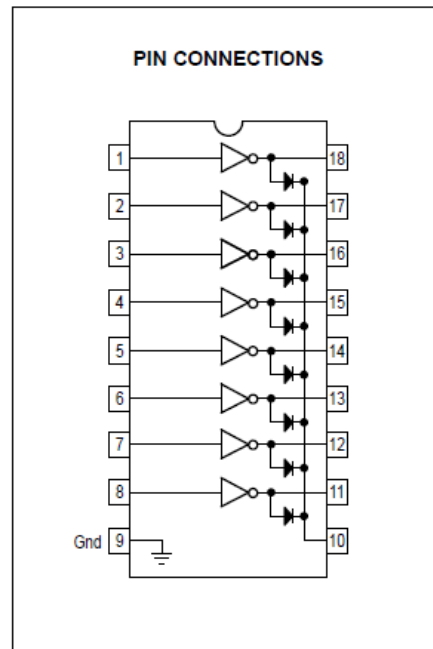


Figura 4.28. Distribución de los pines en un L298N

Las características más relevantes de este driver son:

- Corriente de salida máxima de 500 mA por patilla.
- Corriente de pico máxima de 600 mA por patilla.
- Tensión máxima de salida 50 V.
- Tensión de alimentación 30 V.
- Tensiones lógicas de 5 V TTL.

El esquema interno por salida del componente puede verse en la **figura 4.29**.

ULN2803AP / AFW

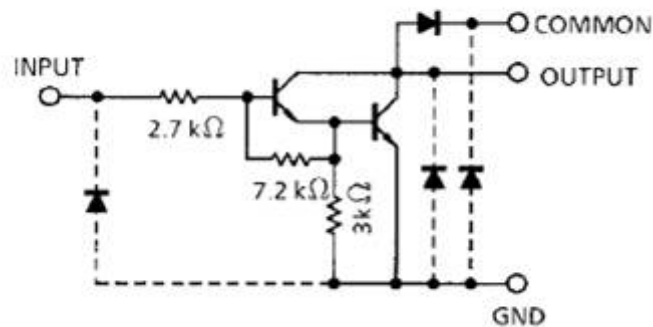


Figura 4.29. Esquema interno por salida de un ULN2803.

El funcionamiento del array es muy sencillo, figura 4.30, el circuito consta de conexión a masa Gnd, se alimenta a través del pin 10 con tensiones no superiores a 50 V y comunes a las cargas a alimentar, mediante los pines de entrada se introduce la señal de activación para cada una de sus salidas a colector abierto, las cuales cierran el circuito y permiten la circulación de corriente hacia Gnd, quedando así cerrado el circuito de alimentación de la carga. En el diseño no existe necesidad de limitar la corriente por lo que estos pines se conectarán directamente a masa y a la carga (relé).

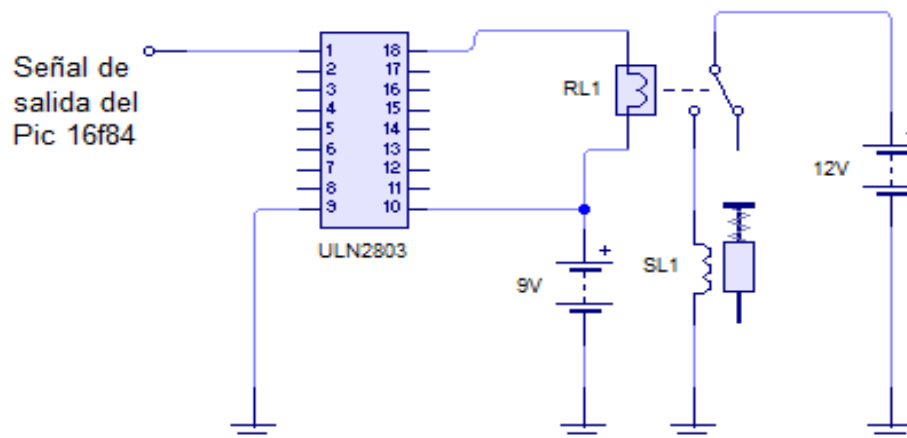


Figura 4.30. Conexión del ULN280 con salida a relé.

4.5. Módulos de codificación.

Para evitar la contaminación en la transmisión de datos, de radio frecuencias y las interferencias con otros posibles módulos en una ampliación del numero de micrófonos inalámbricos, se hace necesario el uso de un módulo de codificación, en este caso compuestos por la pareja MC145026 y MC145027, figura 4.31.

Estos integrados están diseñados para ser usados como parejas de codificador y decodificador para aplicaciones de control remoto y transmisión de datos.

El MC145026 codifica nueve líneas de información y envía de forma serial estos datos tras la recepción de habilitación de transmisión TE (Transmit Enable). La líneas de datos pueden ser trinarias (alto, bajo o abierto) ó binarias (alto ó bajo).

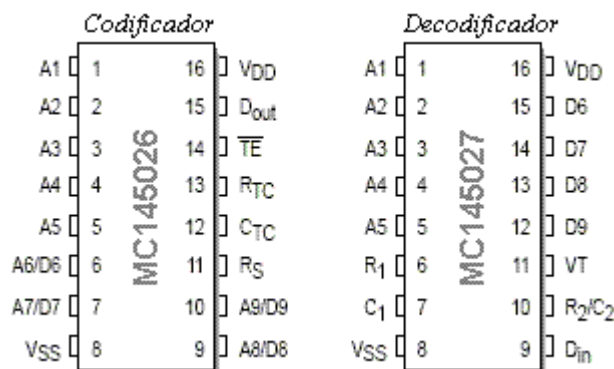


Figura 4.31. Distribución de los pines en los integrados MC145026/27.

Las líneas de datos son transmitidas dos veces para cada secuencia de codificación para aumentar la seguridad en la transmisión.

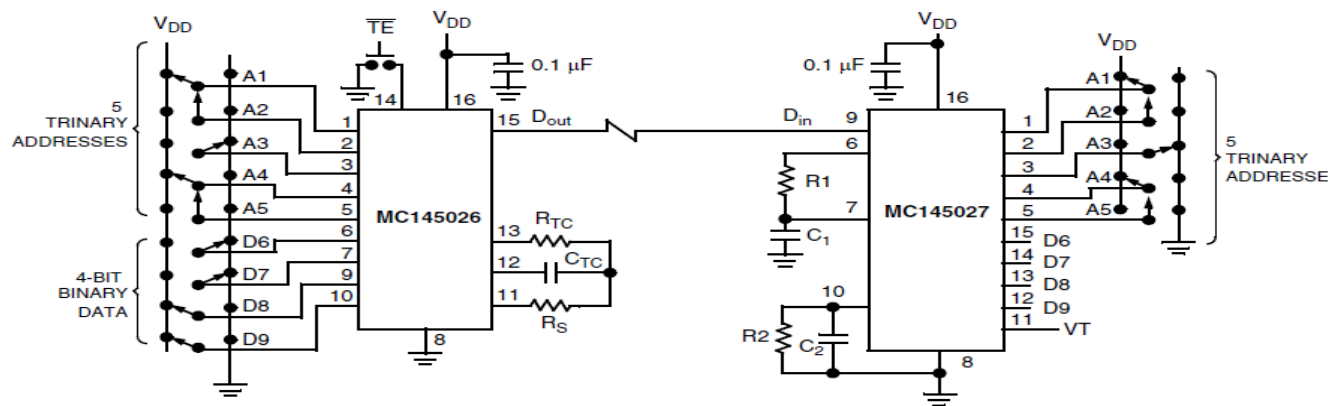


Figura 4.32. Conexión de los integrados MC145026/27.

Quien emite es el codificador MC145026 y quien recibe los datos es el MC145027. El integrado MC145026 puede combinar hasta 19.683 direcciones en el modo trinario (0, 1 y abierto), usando los pines (A1, A2, A3, A4, A5, D6, D7, D8 y D9), y 512 direcciones en modo binario (0 y 1). Si fueran usados solamente los pines A1, A2, A3, A4 y A5, es posible combinar hasta 243 direcciones en el modo trinario y 32 direcciones en el modo binario. De esta forma los pines D6, D7, D8 y D9 pueden ser utilizados para transmisión de datos, siendo posible combinar 16 valores diferentes y enviarlos al decodificador MC145027.

Para el cálculo de los componentes periféricos de los integrados MC145026/27 se han utilizado las ecuaciones y tablas proporcionadas por el fabricante en el datasheet de la figura 4.23.

$$f_{osc} = \frac{1}{2.3 R_{TC} C_{TC}'}$$

$$R_1 C_1 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$$

$$R_2 C_2 = 77 R_{TC} C_{TC}$$

$$C_{TC}' = C_{TC} + C_{layout} + 12 \text{ pF}$$

$$100 \text{ pF} \leq C_{TC} \leq 15 \text{ } \mu\text{F}$$

$$R_{TC} \geq 10 \text{ k}\Omega; R_S \approx 2 R_{TC}$$

$$R_1 \geq 10 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 \geq 400 \text{ pF}$$

$$R_2 \geq 100 \text{ k}\Omega$$

$$C_2 \geq 700 \text{ pF}$$

($C_{TC}' = C_{TC} + 20 \text{ pF}$)

f_{osc} (kHz)	R_{TC}	C_{TC}'	R_S	R_1	C_1	R_2	C_2
362	10 k	120 pF	20 k	10 k	470 pF	100 k	910 pF
181	10 k	240 pF	20 k	10 k	910 pF	100 k	1800 pF
88.7	10 k	490 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.6	10 k	1020 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2020 pF	20 k	10 k	8200 pF	100 k	0.015 μF
8.53	10 k	5100 pF	20 k	10 k	0.02 μF	200 k	0.02 μF
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 μF	200 k	0.1 μF

Figura 4.33. Tablas y ecuaciones para el caculo de la F.osc. De los integrados MC145026/27.

En nuestro caso en particular los valores seleccionados son los elegidos para la frecuencia de oscilación de 1.71Khz ya que la velocidad no es un requisito prioritario.

Valores de los componentes periféricos:

- Un valor de Rtc de 50 K.
- Un valor de R1 de 50 K.
- Un valor de R2 de 200 K.
- Un valor de Rs de 100 K.
- Un valor de C1 de 20 nF.
- Un valor de C2 de 100 nF.
- Un valor de Ctc de 5.1 nF

Descripción de los pines de los Mc145026/27.

Codificador MC145026.

A1 - A5, A6/D6 - A9/D9

Dirección, dirección / datos en las entradas (pines 1 a 7, 9 y 10). Estas entradas de dirección y datos se codifican y se envían en serie desde el codificador a través del pin Dout.

RS, CTC, RTC

(Patillas 11, 12 y 13). Estas patillas son parte de la sección de oscilador del codificador. Si una fuente de señal externa se utiliza en lugar del oscilador interno, debe ser conectada a la entrada RS y el RTC y los pasadores de CTC debe dejarse abierta.

TE

Habilitación de transmisión (Pin 14). Esto activa a nivel bajo de habilitación de transmisión de entrada inicia la transmisión cuando se conecta a masa. Un informe interno de pull-up dispositivo mantiene esta entrada normalmente alta. La corriente de polarización ascendente se especifica en la tabla de características eléctricas.

Dout

Los datos de salida (Pin 15). Esta es la salida del codificador que presenta de forma serial la palabra de datos codificada.

VSS

Masa (pin 8).

VDD

Fuente de alimentación positiva (Pin 16).

Decodificador MC145027.

A1 - A5, A1 - A9

Entradas de dirección (patillas 1 - 5), estas son las entradas de dirección locales. Los estados de estos pines deben coincidir con las entradas de codificador adecuado para el pin VT vaya a nivel alto. La dirección local puede ser codificado como datos trinarios o binarios.

D6 - D9

Salidas de datos (pines 15, 14, 13, 12), estas salidas presentan la información binaria que se encuentra en las entradas del codificador a través A6/D6 A9/D9.

R1, C1

Resistencia 1, un condensador 1 (pines 6 y 7), en estas patillas se conectan una resistencia y un condensador que se utilizan para determinar si un impulso se ha recibido. La constante de tiempo $R1 \times C1$ se debe establecer en 1,72 periodos de reloj del codificador: $R1 * C1 = 3,95 * RTC * CTC$

R2/C2

Resistencia 2/Capacitor 2 (Pin 10), en estas patillas se conectan una resistencia y un condensador que se utilizan para detectar el final de una palabra recibida y el final de una transmisión.

V

Transmisión valida (Pin 11), esta patilla se pone a nivel alto cuando después de la segunda secuencia de codificación, se cumplan los siguientes requisitos:

1. Las direcciones recibidas de ambas palabras coinciden con la dirección del decodificador local.

2. Los bits recibidos en ambas secuencias coincidan.

VT se mantiene alto hasta que una falta de coincidencia se recibe o no la señal de entrada no es recibida por cuatro periodos de datos.

VSS

Masa (pin 8).

VDD

Fuente de alimentación positiva (Pin 16).

Para realizar la verdadera transmisión remota sin unión de cables de la patilla 15 del codificador a la patilla 9 del decodificador se hace necesaria la implementación de los módulos SEE-433Mhz.

El módulo Tx transmite los bits modulados a través de la portadora de Radio Frecuencia. El módulo Rx captura los datos y los mantiene en el decodificador MC145027 que hace una comparación en los bits de la dirección recibida con los bits de la dirección de su propia configuración, si las direcciones son iguales, los bits de datos quedan disponibles en los pines (D6,D7,D8 y D9) y el pin VT es llevado a nivel alto (1). El pin VT sólo permanece activo por un instante informando que un dato fue reconocido y está disponible.

Los pines de los datos retienen la última información, eso es posible porque estos pines están conectados a un latch (un tipo de memoria volátil elemental). Esos datos permanecen en el latch hasta que un nuevo dato sea enviado y aceptado, o la alimentación de la fuente sea interrumpida.

El Circuito integrado codificador MC145026 puede trabajar en un nivel de tensión de 2,5 a 18V. Los decodificadores MC145027 y MC145028 trabajan entre 4,5 a 18V.

La tensión de trabajo de los módulos Rx puede oscilar de 4,5 a 5.5V.

El módulo transmisor Tx trabaja entre 2,0 a 14,0V.

4.6. Módulo de alimentación del sistema.

4.6.1. Batería.

La batería ha de ser capaz de alimentar el diseño, no solo ha de proporcionar una alimentación constante sino que además tendrá que proporcionar los picos de intensidad necesarios para la activación del solenoide. Primero se ha de seleccionar el tipo de batería, para ello se han de tener en cuenta las ventajas y desventajas que presentan los distintos tipos.

Las principales clases de baterías son:

- Ni-Cd Este tipo de batería presenta como ventaja una tensión muy estable, un bajo tiempo de recarga, robustez, larga vida cíclica, bajo coste y la capacidad de dar durante cortos intervalos de tiempo elevadas intensidades. Su principal desventaja es que en ciclos de carga-descarga parciales la pila pierde su punto cero, es decir se reduce cada vez más su capacidad, tiene un elevado nivel de auto descarga y el cadmio es un material muy contaminante.
- Ni-Mh Respecto a la anterior mejora la relación entre la energía almacenada y el espacio ocupado, su vida útil es mayor y no tiene pérdida de punto cero, además al eliminar el cadmio no tiene materiales contaminantes. Como desventajas el coste es mayor al igual que la auto descarga, no soporta bien las temperaturas elevadas y tolera mal las cargas continuadas.
- Li-ion Presentan la mayor densidad de energía y la mejor retención de la carga pero sin embargo su coste es el más elevado, el Litio presenta cierto grado de inestabilidad que repercute tanto en la vida cíclica como en la estabilidad de la tensión suministrada, el tiempo de carga es elevado.
- Pb-ácido Tienen el coste más bajo, buena retención de carga, la tensión es muy estable y la velocidad de carga puede ser muy rápida, su defecto es su peso y volumen bastante elevados y su mala respuesta en trabajos cíclicos.

De acuerdo con la aplicación la batería no estará aportando tensión durante largos periodos, el ciclo de carga-descarga es parcial lo que hace inadecuado el Ni-Cd. La batería de ácido es la mejor opción, más barata que las otras no presentan problema en ciclos de carga-descarga parciales, la retención de carga es buena y a pesar de presentar un mayor peso y volumen el espacio disponible es suficiente.

Dentro de los valores comerciales de baterías de plomo encontramos 6, 9, 12 y 24, el circuito funcionará con todos ellos y el solenoide solo funcionará correctamente con el valor de 12 V.

La batería de plomo seleccionada es de 12V y 20 Ah, su tensión de carga puede variar desde 13,4V a 15V su peso es de 1,5 Kg y sus dimensiones de 150x75x65.

4.6.2. Regulador de tensión.

Una vez seleccionado el tipo de regulador, es necesario determinar las características. La tensión que se aporta al circuito es limitada por un LM7805 y un LM7809 (ver datasheet en los anexos), que mantienen la tensión de alimentación a 5V y 9 V, estos admiten una tensión de entrada máxima de 35 V, así pues cualquier batería de entre 5 y 35 V permite el funcionamiento del sistema. La alimentación del solenoide se realiza a través del relé el cual soporta una tensión máxima de 250 V.

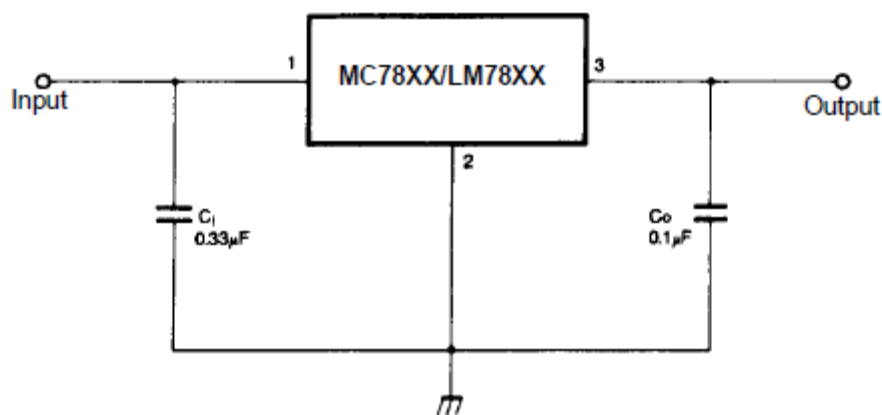


Figura 4.24 Conexión típica de la familia LM78XX.

4.7. Solenoide.

El tipo de solenoide a seleccionar para la activación del sistema de disparo de la máquina lanzaplatos, a de cumplir con unos requerimientos mecánicos mínimos que garantice el desbloqueo de las partes móviles del mecanismo de disparo para que se produzca la liberación del brazo lanzadera. El equipo proporciona pulsos de 500ms con polaridad positiva de 9V, el circuito de activación (RELE) soporta un máximo de 10 A de intensidad y 250 V, cualquier solenoide que pueda trabajar en esas condiciones puede ser conectado al equipo. Se ha de prestar especial atención a la intensidad aplicada, fácil de conocer, bastara con medir la resistencia del solenoide antes de conectar y calcular la intensidad a partir de la tensión de alimentación ($I=V/R$), si puede ser soportada por el RELE es apto para su uso.

El solenoide para el sistema de disparo que se ha seleccionado es de la marca “BLP”, de tensión de funcionamiento entre 12 V, presenta una potencia de 10 W y la intensidad es de 0.85 A, que está por debajo del máximo admisible. Este solenoide produce un esfuerzo de tracción máximo en estas condiciones de 1.5 Kgf, suficientes para el sistema de disparo de nuestro prototipo.

4.8. Diseño y metodología del software.

El control del hardware del diseño se realiza mediante el programa cuyo diagrama de flujo se muestra en el capítulo 3. En este apartado se pretende mostrar los recursos utilizados así como la metodología seguida en la programación.

Para realizar la programación se realiza un diseño tipo up-down, se parte de las necesidades generales del programa y una vez diseñado se continúa con cada una de las partes necesarias para que el programa principal funcione.

4.8.1. Instrucciones del microcontrolador.

El PIC cuenta con un juego reducido de 35 instrucciones en ensamblador para la gama media que permiten desarrollar cualquier programa de manera cómoda y a un nivel bajo de programación que consume pocos recursos, si bien en aplicaciones muy complejas esto se puede sustituir por un lenguaje de alto nivel como C++ o Basic. Las instrucciones básicas del PIC y sus características se muestran en el anexo correspondiente

4.8.2. Subrutinas.

Algunas veces el mismo grupo de instrucciones es ejecutado en diferentes partes de un programa. Según el procedimiento planteado hasta el presente, cada vez que dicho tramos de programa es requerido deberá insertarse dentro del programa principal tantas veces como sea necesario.

Sin embargo, aunque esta parezca la forma más directa de atacar el problema, la mayoría de las veces es la más ineficiente, ya que requiere mayor extensión de los programas y, en consecuencia, mayor utilización de la memoria ROM de programa del microcontrolador.

La solución más efectiva en términos de ahorro de memoria, se obtiene si el grupo de instrucciones que se repite aparece una sola vez en el programa, pero con capacidad de ser ejecutado desde todos los puntos en que aquel ser pide.

La estructura de programación que implementa esta solución es la SUBRRUTINA.

Una subrutina es un conjunto de instrucciones al que se tiene acceso desde cualquier parte del programa principal. Es decir, una subrutina es un subprograma que se ejecuta cada vez que el programa principal lo necesita.

Como una subrutina conceptualmente queda fuera del flujo secuencial del programa principal, son necesarios ciertos mecanismos para poder llegar a ella y una vez que se han ejecutado las instrucciones que la componen, debe ser posible regresar al punto donde se quedo la ejecución del programa.

La acción de pasar del programa principal a la subrutina se denomina, “llamada a la subrutina” y se realiza con la instrucción “call”, que se debe intercalar en el programa principal.

La acción de volver al programa principal después de llevar a cabo las tares determinadas por las subrutina se llama, “retorno de la subrutina”, y se realiza con la instrucción “return”, con la que debe finalizar siempre las subrutinas.

La principal ventaja de las subrutinas es que la extensión de los programas se hace mucho mas corta, tal como se aprecia en la figura. No obstante las subrutinas presenta una desventaja que se puede detectar comparándolo con el flujo de ejecución del programa sin subrutinas, se observa que el uso de subrutinas provoca una ejecución más lenta debido a que se tienen que ejecutar dos instrucciones extras call y return cada vez que se realiza una llamada y el obligado retorno de subrutina.

4.8.3. Librería de subrutina.

Es frecuente necesitar más de una subrutina en los programas. También es habitual que algunas subrutinas se utilicen en varios programas, en estos casos es conveniente disponer de bibliotecas de subrutinas denominadas librerías.

En cada programa se cargan las subrutinas que se necesiten. El ensamblador MPASM dispone de una directiva denominada INCLUDE que realiza esta función de “pegado” del fichero de referencia en el programa principal. Dicho fichero se inserta en el código durante el proceso de ensamblado.

El formato de la directiva INCLUDE es:

```
INCLUDE<include_file>
```

El fichero especificado como <include_file>, es leído como un fichero fuente. El efecto es el mismo que si el texto entero del <include_file> hubiera sido escrito dentro del fichero origen en la localización donde esta directiva se encuentre. Es muy importante tener en cuenta que este fichero <include:file>, no debe finalizar con la directiva END, la cual debe ir situada en el programa principal.

4.8.4. Librerías declaradas.

A continuación se exponen las librerías que han sido creadas e introducidas en la carpeta correspondiente dentro del programa MPLAB v8.8, para su utilización.

- RETARDOS.INC
- LCD_4BIT.INC
- LCD_MENS.INC

El contenido de las librerías se encuentra en el anexo correspondiente.

4.8.5. Subrutina, uso en el LCD.

Para la ejecución del programa principal que gestiona la pantalla LCD, se ha seguido el flujograma de este, mostrado en el capítulo 3. El modo de programación es de sucesos secuenciales, la velocidad del microprocesador es de 4 Mhz y al interactuar con tiempos elevados es posible que se realice una comprobación secuencial de todos los eventos tal y como se muestran en el diagrama de flujos.

A continuación se muestra el código de programa para el manejo del LCD.

Declaramos el microcontrolador elegido y las configuración de grabación, para un reloj externo de cristal, watch dog desactivado y PWRTE (power up timer), retardo de estabilización de tensiones en el pic activado.

```

List    P=16F84A
#include<P16F84A.INC>
__config _XT_OSC&_WDT_OFF&_PWRTE_ON
        CBLOCK    0x0C
        ENDC
PORTA equ 0x05
PORTB equ 0x06
        ORG    0x00
        goto  Inicio
        org    0x05

```

Iniciamos programa configurando las puertas de salida y entrada.

```

Inicio
        bsf    STATUS,5    ;PUERTO B como salidas.
        clrf   PORTB
        movlw b'00011000' ;PUERTO A como entradas, excepto
RA0,RA1,RA2 que son salidas.
        Movwf PORTA
        bcf    STATUS,5

```

Hacemos las llamadas a las subrutinas de manejo del LCD, y cargamos mensajes de bienvenida.

```

call    LCD_INIALIZA    ;inicializamos el LCD.
call    LCD_BORRA      ;borramos pantalla LCD.

```

```

línea.          call    LCD_LINEA1          ;nos situamos en la primera
                movlw  Mensaje2          ;cargamos mensaje2.
primera línea. call    LCD_Mensaje          ;mostramos mensaje2 en la
                call    LCD_LINEA2          ;nos situamos en la segunda
línea.          movlw  Mensaje3          ;cargamos mensaje3.
segunda línea. call    LCD_Mensaje          ;mostramos mensaje3 en la

```

Aplicamos retardo de 3 segundos para mantener el mensaje mostrado.

```

retardo de 500ms. call  Retardo_500ms      ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms. call  Retardo_500ms      ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms. call  Retardo_500ms      ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms. call  Retardo_500ms      ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms. call  Retardo_500ms      ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms. call  Retardo_500ms      ;llamamos a la subrutina

```

Comenzamos con el programa principal.

```

Principal
                call    LCD_BORRA          ;borra pantalla de LCD.
puesto u otro. btfscc PORTA,4          ;examinamos RA4 para ir a un
                goto    PUESTO1          ;ir a puesto 1
                goto    PUESTO2          ;ir a puesto 2

```

Una vez situados en PUESTO1, el programa mira a ver si se efectúa la voz de disparo y lo muestra por pantalla.

```

PUESTO1
    movlw Mensaje0           ;cargamos mensaje0 en w.
    call  LCD_Mensaje       ;muestra mensaje0 " puesto1 ".
    btfsc PORTA,3          ;examina RB3 para ver si se
efectúa el tiro.
    goto  HAY_TIRO         ;si es uno elige esta.
    goto  NO_HAY_TIRO      ;si es cero elige esta.
NO_HAY_TIRO
    goto  PUESTO1         ;volvemos al bucle Puesto1.

```

Una vez detectada la voz de disparo, "HAY TIRO", se muestra en pantalla "DISPARADO", lo que indica que el plato ha sido lanzado por la maquina.

```

HAY_TIRO
LCD.
    call  LCD_LINEA2       ;nos situamos en la línea 2 del
    movlw Mensaje4         ;cargamos w con el mensaje4.
    call  LCD_Mensaje       ;mostramos el mensaje4
durante 2 segundos.
    call  Retardo_500ms    ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms.
    call  Retardo_500ms    ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms.
    call  Retardo_500ms    ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms.
    call  Retardo_500ms    ;llamamos a la subrutina
retardo de 500ms.

```


Volvemos a Principal Para volver a mirar RA4 y seleccionar que puesto mostramos por pantalla, como se vera mas adelante no necesariamente se cambia de puesto de tiro, puesto que en la programación del pic principal se puede repetir plato a petición del tirador o por que se ha roto el plato en la salida de la maquina.

goto Principal

La programación del puesto numero 2 es exactamente igual que para la del puesto 1, a variación de los mensajes mostrados por pantalla.

PUESTO2

```

movlw Mensaje1                ;cargamos w con mensaje1
    call LCD_Mensaje           ;mostramos mensaje por LCD.
    btfsc PORTA,3             ;examina RB3.
    goto HAY_TIRO2            ;si es uno elige esta.
    goto NO_HAY_TIRO2         ;si es cero elige esta.

```

NO_HAY_TIRO2

```

goto PUESTO2                   ;volvemos al bucle PUESTO 2

```

HAY_TIRO2

```

    call LCD_LINEA2           ;nos situamos en la segunda
    línea de LCD.
    movlw Mensaje4            ;cargamos w com mensaje4.
    call LCD_Mensaje          ;mostramos mensaje en LCD.
    call Retardo_500ms        ;llamada a la subrutina
retardo de 500ms.
    call Retardo_500ms        ;llamada a la subrutina
retardo de 500ms.
    call Retardo_500ms        ;llamada a la subrutina
retardo de 500ms.
    call Retardo_500ms        ;llamada a la subrutina
retardo de 500ms.
    goto Principal            ;volvemos a principal.

```

En esta sección es donde se declaran los diferentes mensajes a cargar en w para su posterior llamada a pantalla. Los mensajes deben localizarse dentro de una zona encabezada por la etiqueta "Mensajes" y que posea la siguiente estructura.

Mensajes

addwf PCL,F ;Etiqueta obligatoria.

Mensaje0

;posición inicial del mensaje.

DT" PUESTO I ",0x00 ;mensaje terminado en 0x00.

Mensaje1

DT" PUESTO II ",0x00

Mensaje2

*DT"*CAMPO DE TIROS*",0x00*

Mensaje3

*DT" **AL PLATO** ",0x00*

Mensaje4

DT" DISPARADO ",0x00

Fin Mensajes

Estas son las librerías que anteriormente se crearon y ahora son llamadas para que el programa las incluya.

INCLUDE<LCD_4BIT.INC>

INCLUDE<LCD_MENS.INC>

INCLUDE<RETARDOS.INC>

Fin de programa.

end

4.8.5. Subrutina, uso en el programa principal.

Para la ejecución del programa principal que gestiona la máquina lanza paltos, se ha seguido el flujograma de éste, mostrado en el capítulo 3. El modo de programación es de sucesos secuenciales, la velocidad del microprocesador es de 4 Mhz y al interactuar con tiempos elevados es posible que se realice una comprobación secuencial de todos los eventos tal y como se muestran en el diagrama de flujos.

A continuación se muestra el código de programa para el manejo de la máquina.

Declaramos el microcontrolador elegido y las configuración de grabación, para un reloj externo de cristal, watch dog desactivado y PWRTE (power up timer), retardo de estabilización de tensiones en el pic activado.

List p=16f84A

```
#INCLUDE<P16F84A.INC>
__config _XT_OSC&_WDT_OFF&_PWRTE_ON
    CBLOCK    0x0C
    ENDC

PORTA    equ 0x05
PORTB    equ 0x06

    ORG    0x00
    goto  Inicio
    org    0x05
```

Iniciamos programa configurando las puertas de salida y entrada.

Inicio

```
    bsf    STATUS,5
    movlw b'00000100'
    movwf PORTB                ;Puerto b como salidas.
```

```

movlw b'00011111'
movwf PORTA           ;Puerto a como entradas.
bcf  STATUS,5

```

Comenzamos con el programa principal. En esta sección observamos el micrófono numero 1 y vemos si se recibe o no señal al tiempo que mandamos información al pic de control del LCD para que actué en consecuencia.

PRINCIPAL

```

MICRO1           ;micro numero 1
                bcf  PORTB,6
                bsf  PORTB,5           ;ponemos a nivel alto RB5,
para que el pic 2, escriba
                ;"Puesto 1".
                call Retardo_200ms     ;este retardo se da para que el
                LCD estabilice         ;tensiones.

```

Aquí se introduce el bucle para ver si hay que repetir plato en el puesto anterior, aunque se empiece la programación en el puesto numero 1 se puede cambiar al puesto número 2 a petición del tirador. Este paso se puede realizar tantas veces se quiera, del puesto número 1 al puesto numero 2 y viceversa.

Examinamos RA0 para ver si hay señal de lanzamiento del palto, sino volvemos al bucle y comenzamos de nuevo.

X

```

btfsc PORTB,2           ;mirar si hay que repetir plato.

```

```

mirar.          goto  MICRO2          ;Si RA2 esta activo volvemos a
                btfsc  PORTA,0      ;examinamos RA0, si es 0 salta.
                goto  DISPARO      ;si RA0 es 1 vamos a disparo.
                goto  X            ;si RA0 es 0 volvemos a mirar.

```

Si se detecta la señal de disparo se pone RB0 a nivel alto y se activa el relé de disparo de la maquina y se manda la información al pic del LCD para que informe de la acción.

DISPARO

```

                bsf    PORTB,0      ;Ponemos a nivel alto RB0
                                   ;para activar el relé de
                                   ;disparo.
                bsf    PORTB,6      ;poner disparo en LCD.
                call   Retardo_500ms ;Tiempo de activación del relé.
                bcf    PORTB,0      ;Ponemos RB0 a nivel bajo
para desactivar el relé, el
                                   ; plato ya esta en el aire.
                call   Retardo_2s   ;retardo de espera.
                call   Retardo_2s   ;retardo de espera.
                call   Retardo_1s   ;retardo de espera.

```

Nos vamos a mirar el micro número 2. La programación para el micrófono número2 es idéntica a la del micrófono número 1.

```

                goto  MICRO2          ;vamos a mirar micro2.

MICRO2          ;micro numero 2

                bcf    PORTB,5      ;ponemos a 0 RB1 para que
escriba "puesto numero
                                   ;II.

```

```

        bcf    PORTB,6           ;poner disparo en LCD.
        call  Retardo_200ms    ;retardo de espera.

Y
        btfsc PORTB,2         ;mirar si hay que repetir plato.

        goto  MICRO1         ;si hay que repetir nos vamos a
micro 1.
        btfsc PORTA,1         ;examinamos RA1.
        goto  DISPARO2       ;RA1 esta a nivel alto vamos a
DISPARO2.
        goto  Y              ;RA1 esta a nivel bajo
volvemos a MIRAR2

DISPARO2
        bsf    PORTB,0         ;Ponemos a nivel alto RB0
        para activar el relé de
        ;disparo.
        bsf    PORTB,6         ;poner disparo en LCD.
        call  Retardo_500ms    ;Tiempo de activación del relé.
        bcf    PORTB,0         ;Ponemos RB0 a nivel bajo
para desactivar el relé, el
        ;plato ya esta en el aire.

        call  Retardo_2s       ;retardo de espera.
        call  Retardo_2s       ;retardo de espera.
        call  Retardo_1s       ;retardo de espera.

        goto  MICRO1         ;Volvemos a mirar el micro1.

```

Esta la librería que anteriormente se creo y ahora es llamada para que el programa la incluya.

```
INCLUDE<RETARDOS.INC>
```

Fin de programa.

```
end
```

4.9. Recursos consumidos del microcontrolador.

Hacemos distinción entre el pic que gestiona el control de la maquina lanzaplatos y el pic que controla el LCD.

Pic LCD.

En las puertas A, de A0 hasta A2 para control de LCD, las puertas B (de la 0 a la 7) para datos de LCD.

El software es un programa de 120 líneas, mas 175 líneas de la librería LCD_4BIT.INC, mas 63 líneas de la librería LCD_MENS.INC, mas 200 líneas de la librería RETARDOS.INC, el archivo hexadecimal, que es el que finalmente se carga en el PIC, tiene un tamaño de 2000 bytes, unos 2K, la memoria de programa disponible es de 8k, se ha ocupado alrededor del 25% de la memoria de programa disponible.

Pic control de la maquina lanzaplatos.

En las puertas A, de A0 hasta A1 para adquisición de señal de los micrófonos, las puertasRB0 para la activación del relé , RB2 entrada de pulsador de repetición de puesto , RB5 y RB6 para el control del pic del LCD.

El software es un programa de 73 líneas, mas 200 líneas de la librería RETARDOS.INC, el archivo hexadecimal, que es el que finalmente se carga en el PIC, tiene un tamaño de 1000 bytes, 1K, la memoria de programa disponible es de 8k, se ha ocupado alrededor del 12.5% de la memoria de programa disponible.

4.10. Implementación.

Una vez seleccionados los componentes y estudiado sus configuraciones, llega el momento de implementar todo ello para la realización física del proyecto.

Utilizando las imágenes de las placas generadas mediante los programas Livewire y PCBWizard y diferenciando los módulos por los que están compuestas, se pasara a explicar el funcionamiento de cada uno de ellos.

En la figura 4.25, observamos entre líneas rojas la región que contiene el módulo de entrada del sonido, amplificación y estabilización a niveles TTL, para que se pueda adquirir la señal por parte del Pic 16f84.

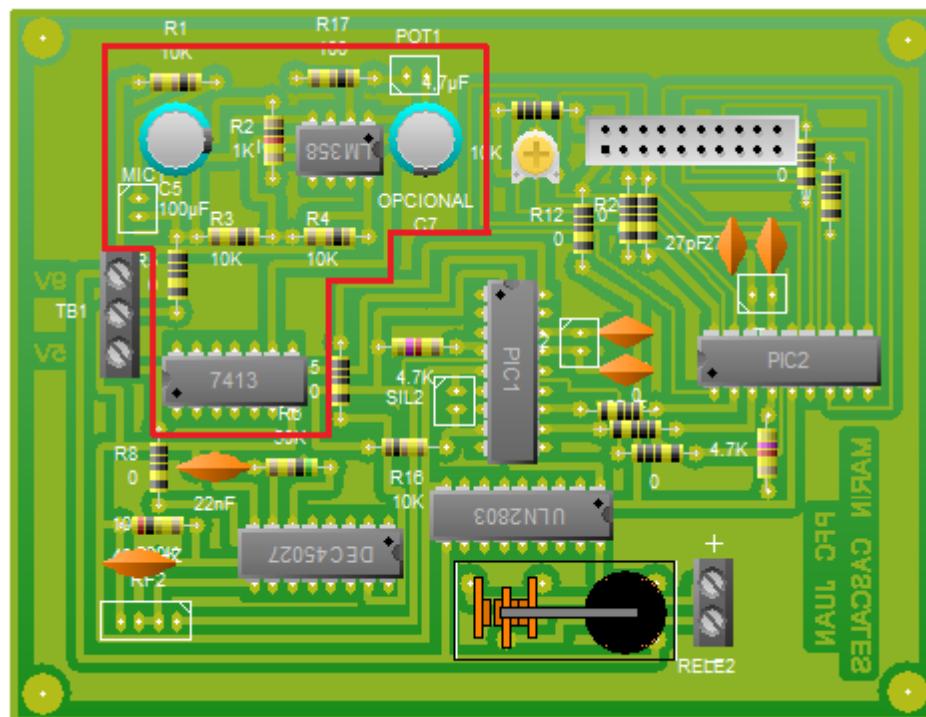


Figura 4.25. Diferenciación del módulo de entrada de sonido, amplificación y estabilización.

Este módulo contiene el micrófono de entrada del sonido, la etapa amplificadora formada por un LM358 y una puerta lógica, 74LS13.

El esquema de conexionado es el que se muestra en la figura 4.26.

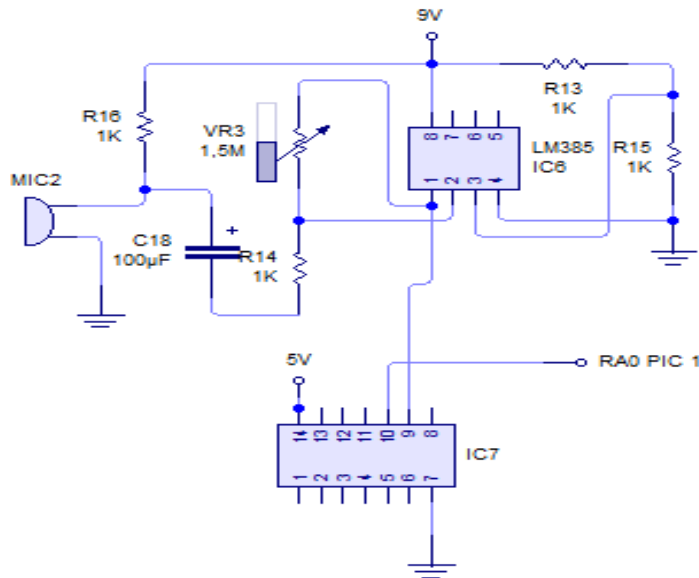


Figura 4.26. Esquema de conexión módulo de entrada de sonido.

Una vez recibida la señal de sonido mediante el micrófono electret, es amplificada por el amplificador operacional LM358, el cual se encuentra en configuración de amplificador no inversor. Una vez amplificada la señal, la introducimos por el pin número 9 de la puerta lógica 74LS13, que es de tipo NAND, en este caso se invierte el estado de la salida en función de la entrada, lo que no afecta al funcionamiento, puesto que esta circunstancia se puede corregir con la programación del microcontrolador.

Ahora se obtiene por el pin número 10 de la puerta lógica una señal tipo TTL que puede leer el microcontrolador.

En la figura 4.27, observamos entre líneas rojas la región que contiene el módulo de recepción y decodificación.

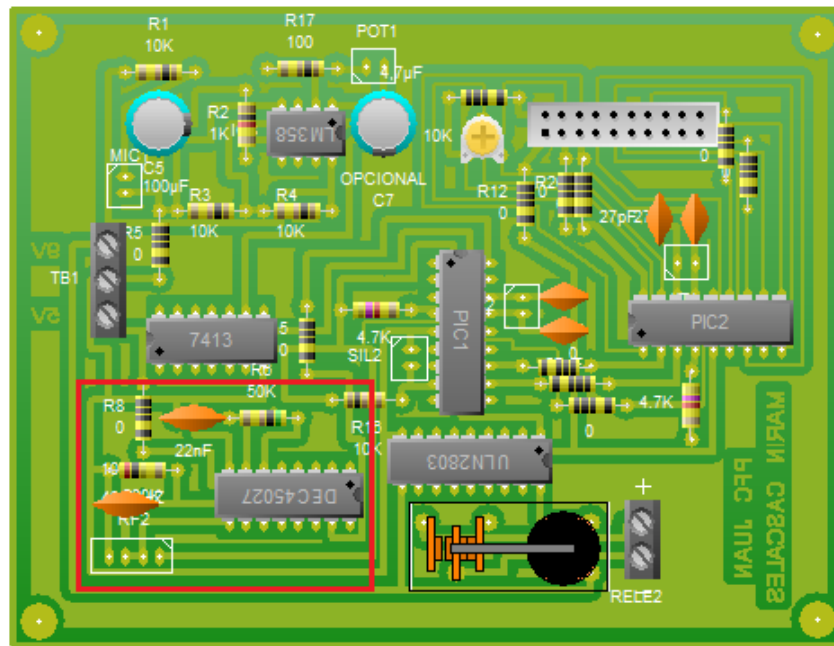


Figura 4.27. Diferenciación del módulo de recepción RF y decodificación.

Este módulo contiene el zócalo CN5, donde se inserta el módulo receptor inalámbrico, SEE-RF433Mhz y el decodificador MC145027.

El esquema de conexionado es el que se muestra en la figura 4.28.

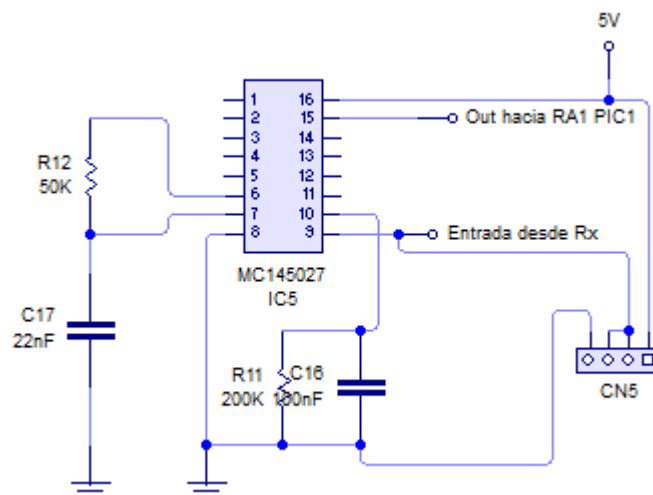


Figura 4.28. Esquema de conexión módulo de decodificación y receptor RF.

Este módulo es el encargado de recibir la señal vía inalámbrica y transmitirla al decodificador a través del pin numero 9, que tras la decodificación se envía al PIC 1 de control a través del pin numero 15.

Debido a que el decodificador MC145027 trabaja a una tensión de 5 voltios, no necesita adaptar la señal para utilizarla por los microprocesadores.

Como se indico en el apartado 4.5, el valor de los componentes fue seleccionado para una frecuencia de transmisión de 1.71 KHz, frecuencia mínima posible seleccionada, debido a que la velocidad no es un requisito prioritario.

En la figura 4.29, observamos entre líneas rojas la región que contiene el módulo de control principal.

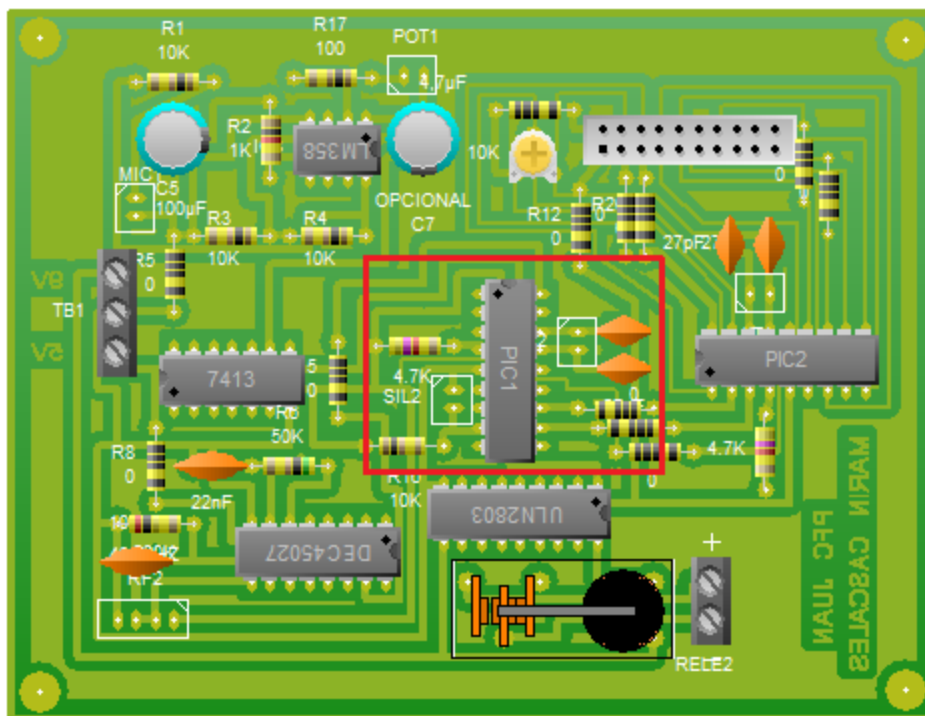


Figura 4.29. Diferenciación del módulo de control general.

Este módulo contiene el microprocesador PIC 16f84 encargado de la gestión de los demás módulos periféricos.

El esquema de conexionado es el que se muestra en la figura 4.30.

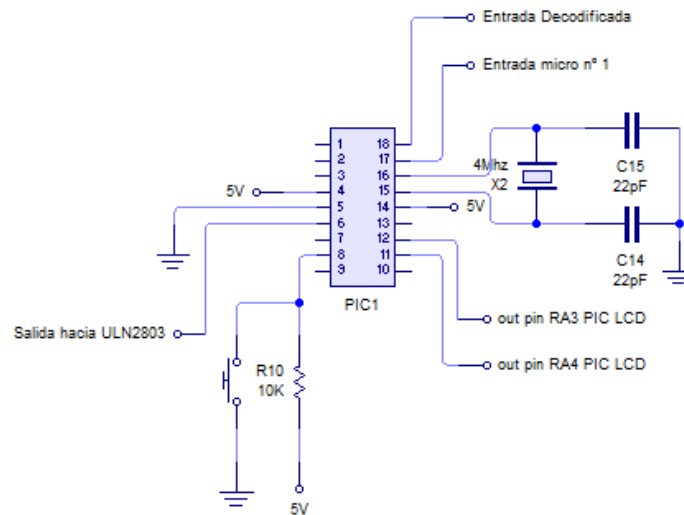


Figura 4.30. Esquema de conexión módulo de control general.

El pin 17 (RA0), es utilizado para introducir la señal procedente del micrófono fijo, por lo que esta señal proviene de la puerta lógica 47LS13.

El pin 18 (RA1), es utilizado para introducir la señal del micrófono inalámbrico, por lo que la señal proviene del decodificador MC145027.

Ambas señales están adaptadas a niveles TTL.

Los pines 11 y 12 (RB5 y RB6), son pines de salida hacia el PIC que controla el LCD, a través de estos pines se envía la información para que el pic de control del LCD indique en éste, los mensajes programados.

Al realizarse la comunicación entre Pic's no es necesario ningún tipo de adaptación de señales.

Al pin numero 8 (RB2), se ha conectado un pulsador a masa para indicar al PIC información de si se debe cambiar de puesto de tiro ,o seguir mirando el micrófono del puesto donde se sitúa el tirador o se debe repetir plato.

La resistencia de 10K hace que no se cortocircuite el circuito al accionar el pulsador.

El pin 6 (RB0), es utilizado como salida para activar un relé a través del ULN2803, como mas adelante observaremos.

En la figura 4.31, observamos entre líneas rojas la región que contiene el módulo de activación del relé.

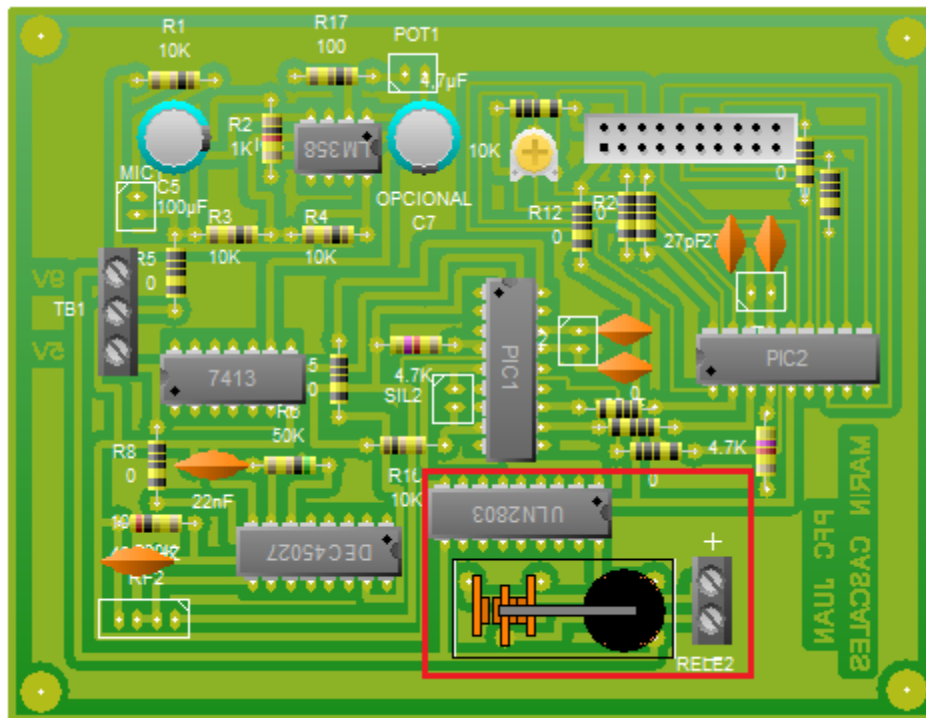


Figura 4.31. Diferenciación del módulo de salida a relé.

Este módulo contiene el array ULN2803, encargado de activar el relé utilizando una señal adaptada desde niveles TTL y el relé propiamente mencionado.

El esquema de conexionado es el que se muestra en la figura 4.32.

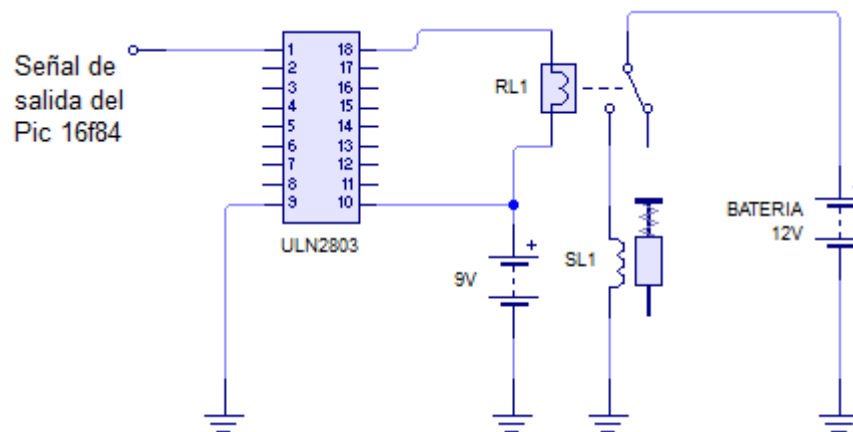


Figura 4.32. Esquema de conexión módulo de salida a relé.

En el esquema se observa que por el pin 1 del integrado ULN2803, introducimos la señal procedente del Pic de control, llevando el pin número 18 a masa y cerrando el circuito de la bobina del relé.

Debido al que la resistencia del bobinado del relé es de 150 ohmios ya la tensión de alimentación es de 9 voltios la intensidad que ha de circular cuando se cierre masa por el pin 18 no será mayor de 0.06, por lo que no es necesario limitar con resistencias adicionales el circuito.

Debido a que cuando se desconecta la alimentación de una bobina se inducen picos de tensión que podrían dañar los transistores internos de ULN2803, se debería colocar un diodo rectificador, cosa que no es necesaria debido a que este integrado ya introduce en su configuración interna dicho diodo de protección.

Este módulo se podría haber implementado con un mini relé de 5 voltios y no hubiera sido necesario implementar el integrado ULN2803 y el relé de mayor tamaño, pero hubiera quedado muy limitada la corriente de circulación por la carga con la imposibilidad de ampliar este circuito para manejar más de una máquina a la vez, lo cual sería necesario si se estuviera practicando la modalidad de tiro de doble trap.

En la figura 4.33, observamos entre líneas rojas la región que contiene el módulo de manejo del LCD.

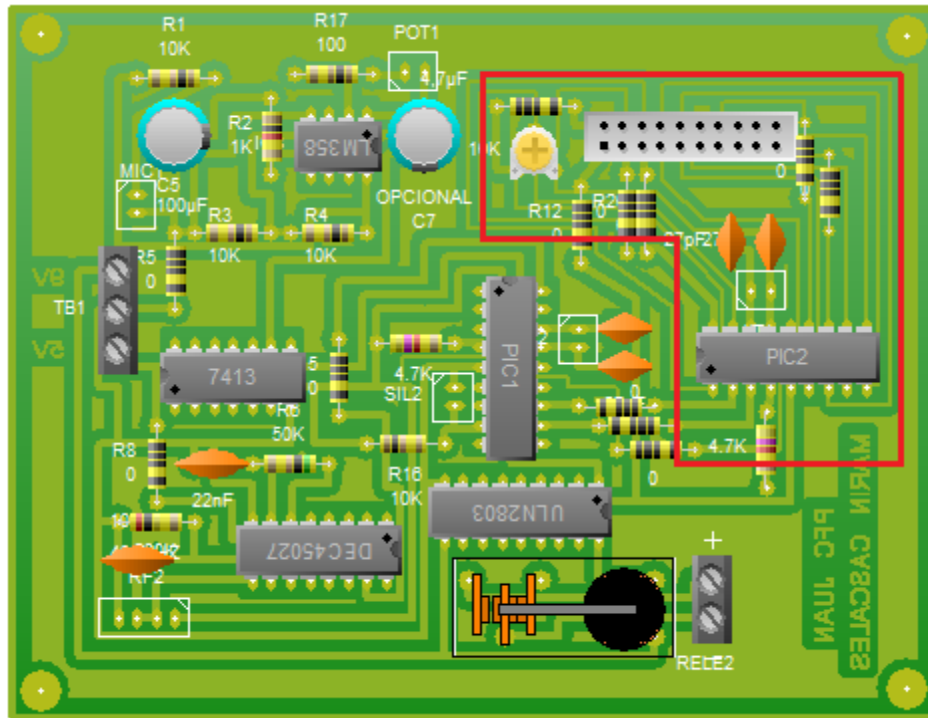


Figura 4.33. Diferenciación del módulo del LCD.

Este módulo contiene el Pic encargado de la gestión del módulo LCD, y el propio LCD.

El esquema de conexionado es el que se muestra en la figura 4.34.

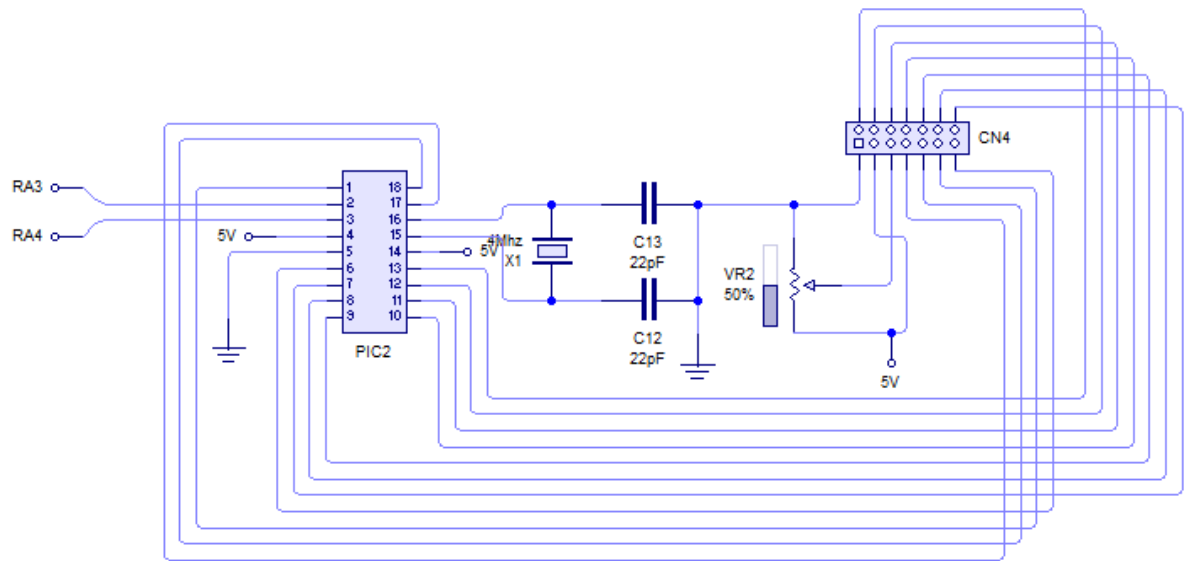


Figura 4.34. Esquema de conexión módulo LCD.

En el esquema se observa que por el pin 2 (RA3), y pin 3(RA4), se introducen las señales procedentes del Pic de control, las cuales le indican al pic de control del LCD la información que de be mostrar por pantalla en función de los estados de éstos.

Los pines 17,18 y 1 se utilizan para controlar la selección de registro, la escritura/lectura y permiso (enable), respectivamente.

Los pines 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, son utilizados para él envío de datos.

En la figura no se observa el módulo LCD en si, sino la regleta de conexión mediante cable plano de 16 hilos, esto es debido a que el LCD no va montado sobre la placa impresa, sino sobre la tapa de la caja que contendrá el proyecto.

Debido a que la placa del micrófono inalámbrico posee sus propios módulos internos para su correcto funcionamiento, se pasara a explicar el montaje en dos submódulos uno el de adquisición del sonido y otro para la transmisión y codificación.

En la figura 4.35, observamos entre líneas rojas la región que contiene el submódulo de captación, amplificación y acondicionado de la señal.

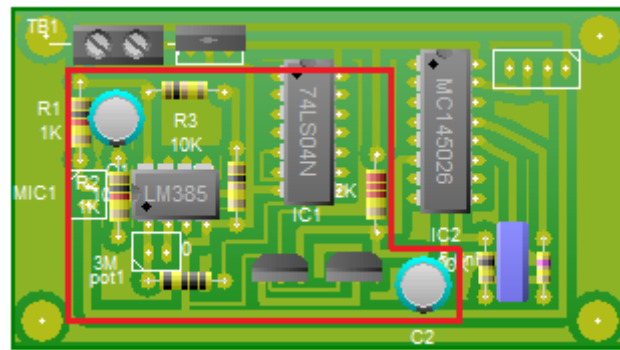


Figura 4.35. Diferenciación del módulo inalámbrico, captación.

Este submódulo contiene básicamente los mismos componentes y las mismas conexiones que el módulo de entrada de la figura 4.1, a diferencia de que se usa una etapa amplificadora junto con un condensador en paralelo para la estabilización y filtrado de la señal proveniente de la puerta lógica, esta configuración evita problemas en la codificación por parte del integrado MC145026.

El esquema de conexionado es el que se muestra en la figura 4.37.

En la figura 4.36, observamos entre líneas rojas la región que contiene el submódulo de codificación y transmisión inalámbrica.

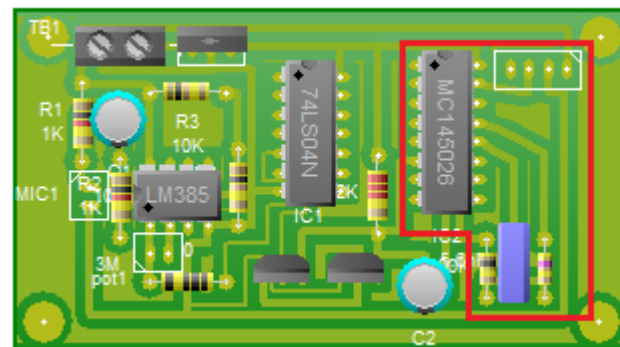


Figura 4.36. Diferenciación del módulo inalámbrico, codificación y transmisión.

Una vez estabilizada la señal, es codificada por el integrado MC145026 y transmitida por el submódulo emisor del SEE-RF433Mhz. Este submódulo se inserta en el zócalo incluido en la placa para este propósito.

La frecuencia de trabajo seleccionada para el codificador es la misma que la seleccionada para el decodificador, 1.71Khz.

Esta placa está formada por reguladores de tensión que reducen la tensión de batería de 12 voltios a tensiones de 9 y 5 voltios, para la alimentación de los diferentes componentes del proyecto.

Los reguladores son el LM7805 y el LM7809, los cuales son capaces de proporcionar 1.5 amperios cada uno y soportar tensiones de entrada de 35 voltios, condiciones muy superiores a las condiciones de trabajo normal en este proyecto.

El esquema de conexionado del módulo de alimentación es el que se muestra en la figura 4.39.

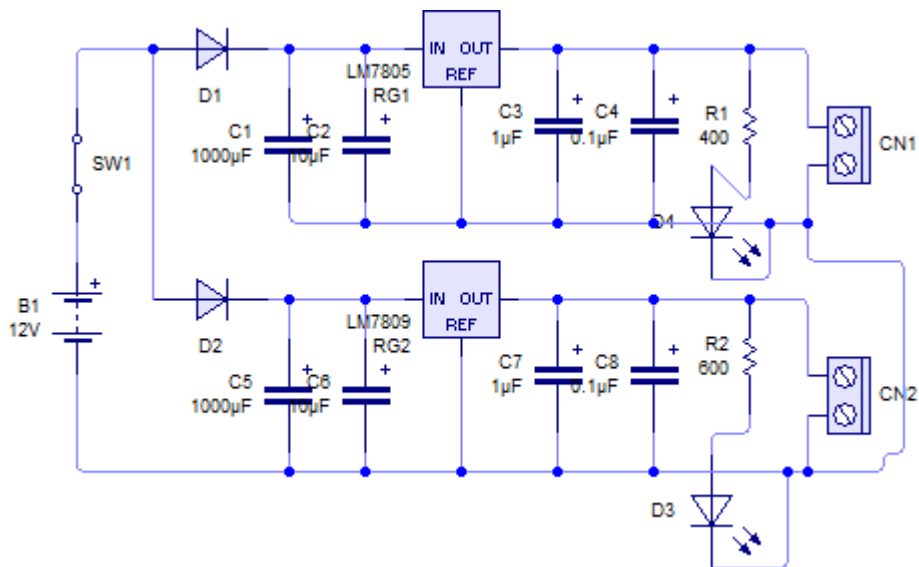


Figura 4.39. Esquema placa alimentación general.

Capítulo 5

Funcionamiento y pruebas del equipo

5.1 Funcionamiento y uso.

El equipo cuenta con un pulsador, un interruptor, un potenciómetro y una pantalla LCD que proporciona información sobre el estado de la programación, tal y como se aprecia en la figura 5.1.



Figura 5.1 imagen del equipo.

Se indica la función de cada pulsador en la caja. El pulsador azul (visible en **figura 5.1**) corresponde a la función de cambio de puesto ó repetir plato, junto a él se encuentran el interruptor de encendido y apagado, el potenciómetro de ganancia de sonido. La **figura 5.2** muestra el interfaz de usuario.

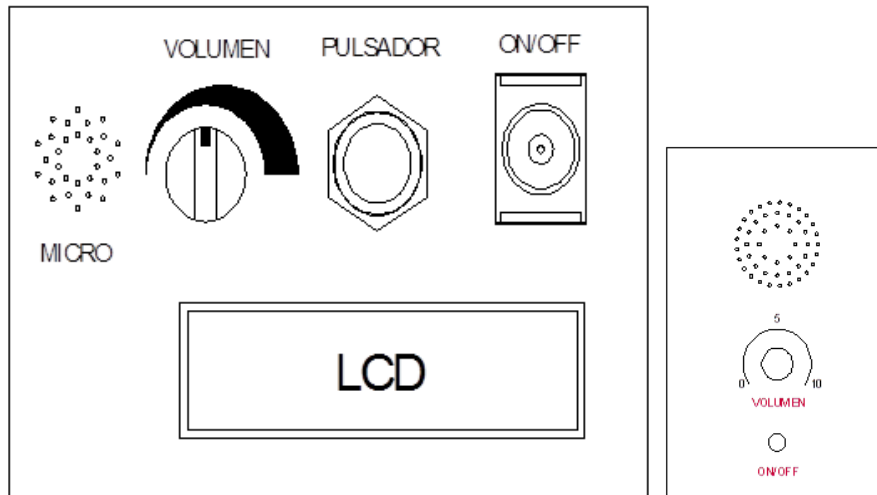


Figura 5.2 dibujo del interfaz de usuario.

La pantalla presenta en reposo la pantalla de estado, una línea superior donde se muestra el puesto que se esta mirando y en la línea inferior se observa el estado del plato, si esta esperando o ha sido lanzado tal y como se ve en la **figura 5.3**.



Figura 5.3 pantalla en modo reposo y en espera.

Tras dar la voz de disparo, la pantalla cambia del estado de espera al estado de disparado, indicando así que se ha recibido el orden de disparo por parte del tirador y el plato a sido lanzado por la maquina, ver **figura 5.4**.



Figura 5.4 pantalla en modo reposo y disparado.

La rotación a través de los puestos se realiza mediante el único pulsador situado en la caja junto con el equipo. Las rotaciones se muestran según la **figura 5.5**.

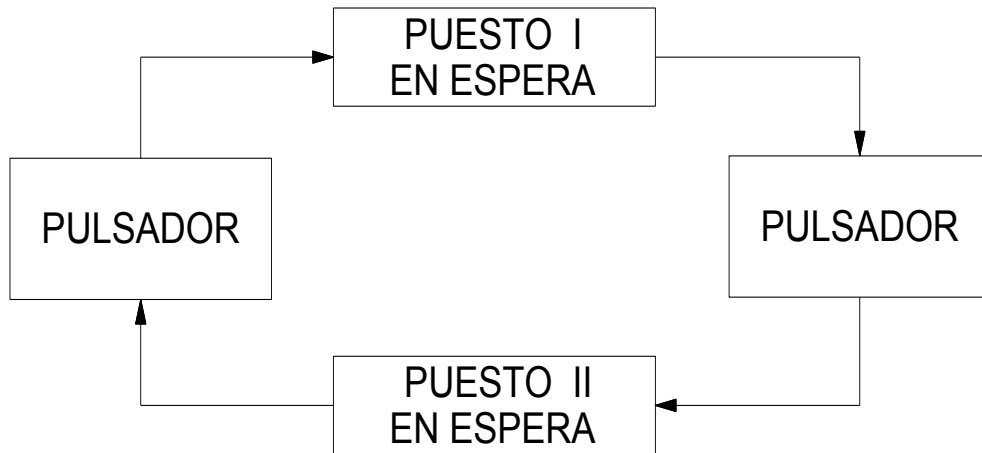


Figura 5.5, rotación de un micrófono a otro.

5.2 Instrucciones de instalación.

- El equipo ha de ser instalado sobre un pie ó mesa de trabajo.
- No se debe invertir la polarización a la hora de conectar el equipo a la batería.
- Conectar todos los periféricos antes de alimentar el equipo.
- La distancia máxima de del micrófono inalámbrico a la caja de control será como máximo de 50 metros.
- Poner potenciómetros de ganancia a mínimo nivel a la hora de conexión del equipo, para evitar así disparos intempestivos del relé.

5.3 Características de funcionamiento.

Alimentación del circuito: 12V

Alimentación del relé: 12V

Batería 12v 15 Ah.

Intensidad de circuito: 50 mA + 0.85 A del solenoide.

Intensidad de consumo del relé: 60 mA

Autonomía máxima estimada: varios días para uso un uso continuo.

5.4 Pruebas de equipo.

5.4.1 Pruebas de software.

El software pudo ser probado sobre una placa protoboard, montando todos los componentes a excepción de los relés y solenoides, que fueron sustituidos por diodos Led. Inicialmente se comprobó el funcionamiento del programa de control del pic general y posteriormente se comprobó el funcionamiento del pic de control del LCD..

5.4.2 Pruebas de circuito de activación del relé.

Los integrados ULN2803 fueron probados previamente en una placa protoboard simulando las entradas digitales que proporcionaba un pic16f84, comprobando la no necesidad de limitar la intensidad de circulación a través del ULN2803, al cerrar el circuito.

5.4.3 Pruebas de circuito de captación y transmisión de sonido.

Los circuito de captación y transmisión se montaron previamente sobre una placa protoboard donde se comprobó tras una serie de ajustes el buen funcionamiento tanto en la captación, como en la transmisión codificada.

5.4.4 Pruebas de campo.

Sometido a pruebas de campo, el equipo mostró su capacidad de comunicación entre puestos a larga distancia salvando obstáculos que impedían el contacto visual del micrófono y el puesto principal. El funcionamiento fue el esperado sin incidencias.

Capítulo 6

Conclusiones y futuros trabajos.

6.1 Conclusiones.

Se han alcanzado plenamente los objetivos perseguidos. La gestión de una máquina lanza platos de bajo coste es posible, siendo la capacidad del sistema variable en función de la máquina y el solenoide de disparo elegido.

La aplicación permite transformar máquinas de disparo manual en máquinas de disparo automático.

El funcionamiento de un emisor y receptor See-RF433 MHz. ha sido probado y ha mostrado un rendimiento adecuado a la aplicación.

6.2 Futuros trabajos.

A continuación se exponen futuros trabajos basados en la modificación del diseño expuesto que pueden servir como futuros proyectos fin de carrera.

6.2.1 Diseño del conexionado de múltiples micrófonos inalámbricos.

La principal modificación a introducir sería incluir en el módulo de entrada tres micrófonos inalámbricos que permita la colocación de los cinco puestos reglamentarios, sin la

incomodidad de disponer en el terreno del cableado necesario. El circuito del diseño se tendría que modificar para permitir la conexión y los consumos de energía cambiarían.

6.2.2 Diseño de adaptación de sensores de presencia en los micrófonos para alternar libremente posiciones de tiro.

Añadir al diseño actual un sensor de infrarrojos o sonar de bajo coste, para la detección del tirador y así reconocer la controladora a que micrófono le da la prioridad activándolo a la espera de ser activado por voz, a mismo tiempo que ensordece el resto de micros para así evitar el lanzamiento inesperado desde otros puestos de tiro.

6.2.3 Diseño de captación de comandos de voz mediante HM2007.

Añadir al diseño actual un integrado capaz de memorizar y reconocer comandos de voz, para la manipulación de la máquina lanzaplatos. El I.C. elegido podría ser el HM2007, capaz de memorizar gran cantidad de comandos debido a una posible ampliación de la memoria de almacenamiento.

6.2.4 Diseño de adaptación de varias máquinas en un mismo campo de tiro.

Tomando como base el diseño anterior, habría que modificar la programación y añadir un nuevo micrófono para la captación de los disparos producidos en el campo de tiro próximo, anulando los micrófonos propios cuando se detecte el disparo externo para evitar disparos inesperados de la máquina.

6.2.5 Diseño de los movimientos de una máquina robot.

Diseñar un sistema de bancada motorizada, capaz de cambiar de posición la máquina para el lanzamiento en diferentes trayectorias de los platos, siguiendo un patrón introducido mediante programación ó mediante tarjetas de memoria intercambiables.

6.2.6 Sistema de carga automática del brazo lanzadera.

La carga se puede realizar mediante aire comprimido, moto reductores ó hidráulica, que fuerzan el resorte hasta la posición de anclado, este sistema se puede automatizar mediante el uso de sensores y finales de carrera independientemente de que el tirador se situé en un puesto u otro, siendo el proceso totalmente automático tras el lanzamiento de un plato.

6.2.7 Sistema de carga automática de platos a la lanzadera.

Se basa en un sistema que en combinación con el sistema de carga automática, gestiona en su totalidad la carga del plato en la máquina.

El sistema estaría integrado con el software de carga del brazo y ambos actuarían independientemente del resto del software.

El efecto de este sistema operando junto a los trabajos futuros expuestos en este proyecto permitiría una instalación plenamente autónoma, la cual solo debería ser atendida cuando el tambor de carga de platos estuviese vacío ó en caso de rotura.

BIBLIOGRAFÍA

- Textos:
 - MICROCONTROLADOR PIC16F84: DESARROLLO DE PREYECTOS.
POR: ENRIQUE PALACIOS, FERNANDO ROMIRO, LUCAS J. LÓPEZ.
EDITORIAL ALFA-OMEGA, RA-MA.

- Recursos Online:
 - Web: Leopoldo García-Colín Scherer y Rosalío Rodríguez Zepeda, Cristales Líquidos.
<http://www.ffyb.uba.ar/Farmacotecnia%20I/CRISTALES%20LIQUIDOS.htm>


 - Web: Plasma.com, Learn about LCD TV and TFT LCD Displays.
http://www.plasma.com/classroom/what_is_tft_lcd.htm

- Web: Hitachi, HD44780U (LCD-II) (Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver), ADE-207-272(Z).

<http://scutter.ece.uvic.ca/lab/ceng355/project/hd44780u.pdf> - 199

- Web: Microchip.

<http://www.microchip.com>

- Web: TodoPic,  Todo en microcontroladores PIC.

<http://www.todopic.com.ar/foros/index.php?PHPSESSID=9947lg8i661ub2bpobr2s68b11&board=1.0>.

- Otros proyectos finales de carrera:

PFC_2005/2006.

Oscar García López: "CONTROLADOR DE RIEGO AUTONOMO BASADO EN UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO".

