**Objetivo**

* Encender-Apagar lámparas mediante control remoto y monitorear el estado de dichas lámparas.
* Utilizar el microcontrolador QY4A para monitorear el estado de las lámparas, y estos estados mostrarlos en un display LCD (20x4, bus de datos 8bits).

**Introducción**

El trabajo tiene como fin controlar a distancia el encendido-apagado de las luces de un hogar, ya que en una casa se encuentran obstáculos para la señal (paredes, puertas, muebles, etc.) se utiliza módulos de radiofrecuencia (RF) tanto para el transmisor como para el receptor.

Con este proyecto se familiariza uno con la transmisión inalámbrica mediante RF, con el armado de antenas para dichos módulos, con la parte de potencia para controlar las lámparas (conectadas a la red 220VAC) y con la toma de los datos que entrega los integrados para llevarlos a la entrada del microcontrolador (QY4A) y así mostrar dichos datos en un display LCD.

**Módulos RF y los integrados utilizados con dichos módulos**

Para la transmisión-recepción de RF se utiliza los módulos TWS-418 y RWS-418 (418Mhz) muy pequeños y de bajo costo, y los IC HT12E-HT12D para la codificación-decodificación de la señal RF.

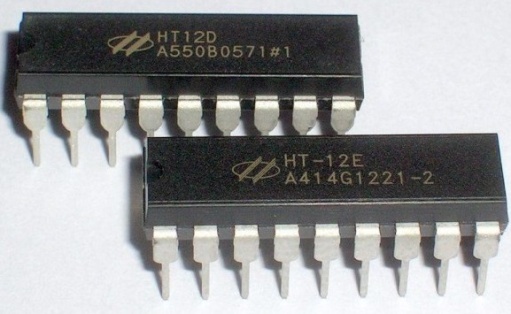
Transmisor y Receptor TWS-418 y RWS-418: El módulo transmisor viene ya ajustado en una frecuencia, que es 418Mhz. Está listo para su uso. Sólo se debe colocar una antena (de la longitud indicada), conectarle la alimentación y comenzar a enviarle datos. Para facilitar la transmisión de datos codificados, existe un codificador que es el Holtek HT12E, que también es de un precio relativamente bajo, comparado con un microcontrolador, por eso se lo utilizo.

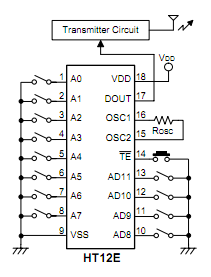
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pin Out | | 418MHz_ASK_RF_Transmitter_Module_PIN.jpg |
| 1 | GND |
| 2 | Datos Entrada |
| 3 | Vcc |
| 4 | Antena |

El motivo por el cual usar estos modulos de RF es por su mayor distancia entre Tx-Rx comparadados con la transmision por Infrarrojo, en este caso, según la hoja de dato del fabricante se logra un alcance de 20m, pero esto depende mucho de las condiciones del ambiente y la antena.

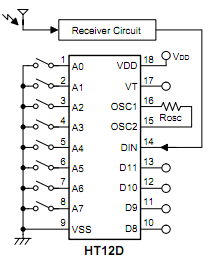
El transmisor listado se comunica con receptor de la misma frecuencia, que también vienen en un valor predeterminado 418 MHz (RWS-418). No requiere componentes externos para recibir la señal, simplemente una antena adecuada a dicha frecuencia. Para decodificar la señal que llega a este receptor se puede utilizar el decodificador Holtek HT12D.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pin Out | |  |
| 1 | GND |
| 2 | Datos Salida |
| 3 | Salida |
| 4 | Vcc |
| 5 | Vcc |
| 6 | GND |
| 7 | GND |
| 8 | Antena |

Integrados HT12E - HT12D: Este juego de integrados codifica y decodifica una palabra de 12 bits, compuesta por una dirección de 8 bits y una sección de datos de 4 bits. Con esta cantidad de bits se pueden comandar 256 dispositivos diferentes, enviándoles hasta 16 comandos distintos a cada uno.



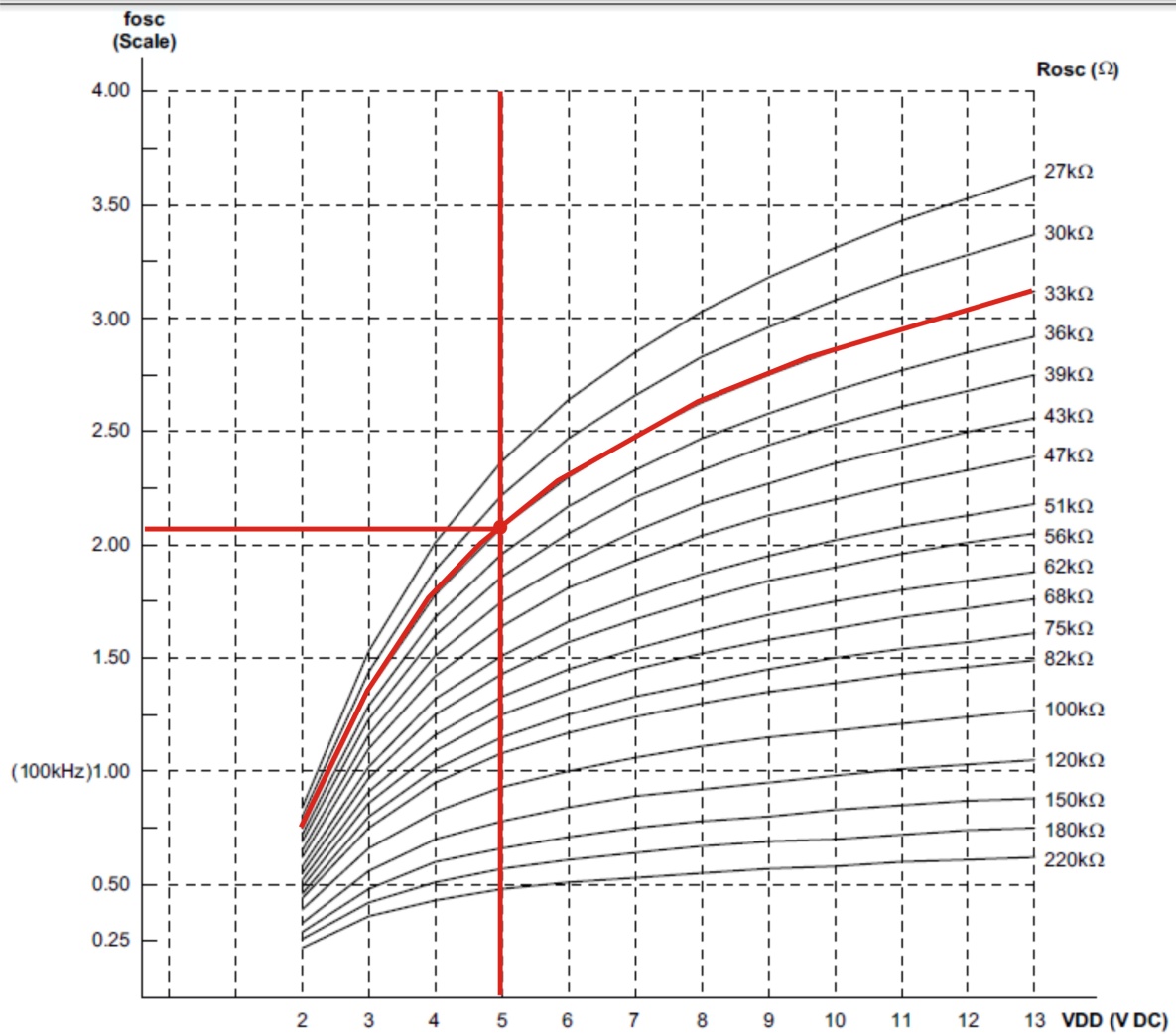
Transmision: Los pines 1 a 8 eligen la dirección (que tendría que ser igual en el transmisor y receptor para lograr comunicación), en este caso conectadas todas a masa, los pines 10 a 13 son los datos que se desean enviar, serian las llaves de encendido-apagado de cada lampara, el pin 14 controla el envío (al dejarla en estado bajo transmite, esta a 0 para poder transmitir constantemente), los pines 15 y 16 necesita ser conectada a una resistencia para generar la señal de clock interna, el pin 17 es la salida de datos, que debe ser conectada al módulo de transmisión.



Recepcion: Nuevamente, los pines 1 a 8 eligen la dirección (que tendría que ser igual en el transmisor y receptor para lograr comunicación), los pines 10 a 13 son los datos recibidos, el pin 14 deberá ser conectada a la salida del módulo de recepción de RF, los pines 15 y 16 necesitan ser conectadas a una resistencia para generar la señal de clock interna, el pin 17 dice si la recepción fue correcta o no, en este caso siempre va a estar encendido el LED indicando transmision, se apaga momentaneamente cuando recibe el dato.

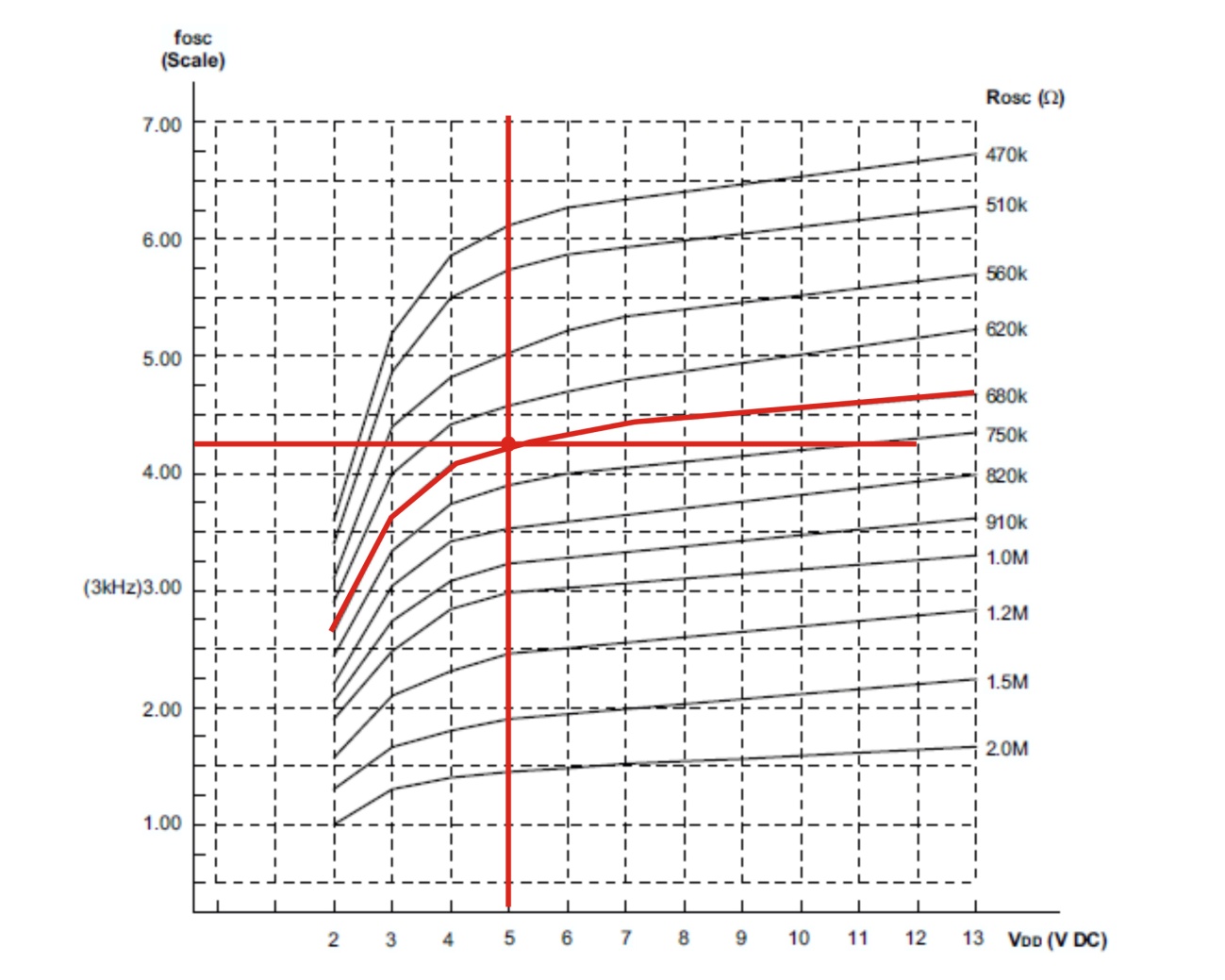
En ambos integrados entre los pines 15 y 16 deben tener una resistencia de un determinado valor para poder generar la señal de clock, según la hoja de datos, realizo los siguientes procedimientos para calcularlas:

1. Tomo la grafica del HT12D (decodificador) porque al estar conectado al display y al QY4A todos trabajan a 5V, entonces con este dato me voy a la grafica y eligo una resistencia comercial de 33KΩ.



Lo que me da una frecuencia aproximadamente de 212,5Khz.

1. Con la ecuacion que esta en la hoja de dato obtengo la otra frecuencia, del HT12E
2. Luego con la grafica del HT12E y con la frecuencia de 4,25Khz y con una tension de 5V se obtiene una resistencia muy proxima a 680KΩ. Aclaracion: Con este valor calculado de frecuencia y tension, yo probe ultizar una pila de 12V y se obtuvieron los mismos resultados satifactorios que con 5V.



**Antenas**

Ambos modulos trabajan a una frecuencia de 418Mhz, entonces se tiene que calcular la longitud de onda (𝝀) a partir de esta frecuencia:

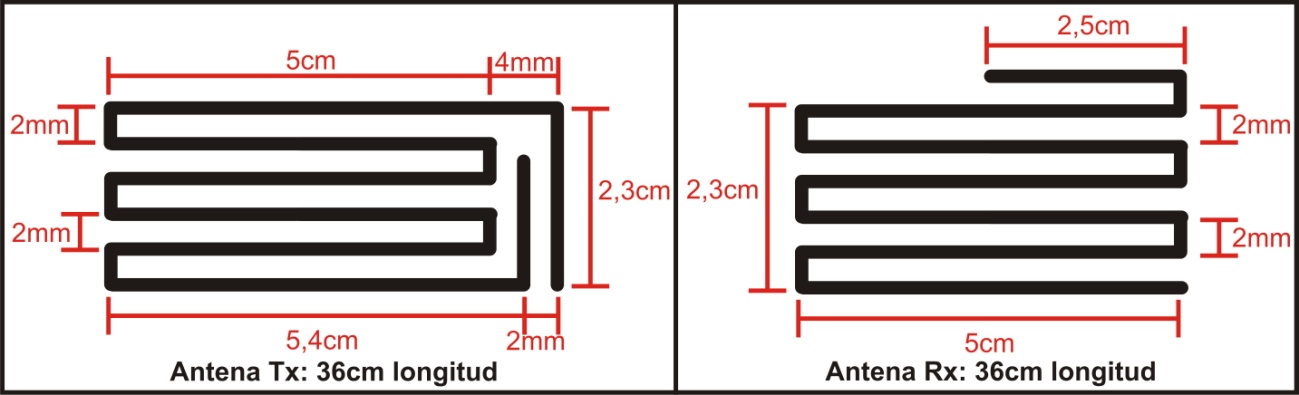
Teniendo la longitud de la onda, calculo la antena para ½ y un ¼ de onda:

* Para 𝝀/2: 36cm el tamaño de la antena
* Para 𝝀/4: 18cm el tamaño de la antena

Primeramente hice 2 pruebas, que consistia en usar como antenas cables de esos tamaños calculados, ambos valores daban una buena transmision, el inconveniente de usas cables de estas dimensiones eran que se caian y quedaban “anti-estetico” en la placa.

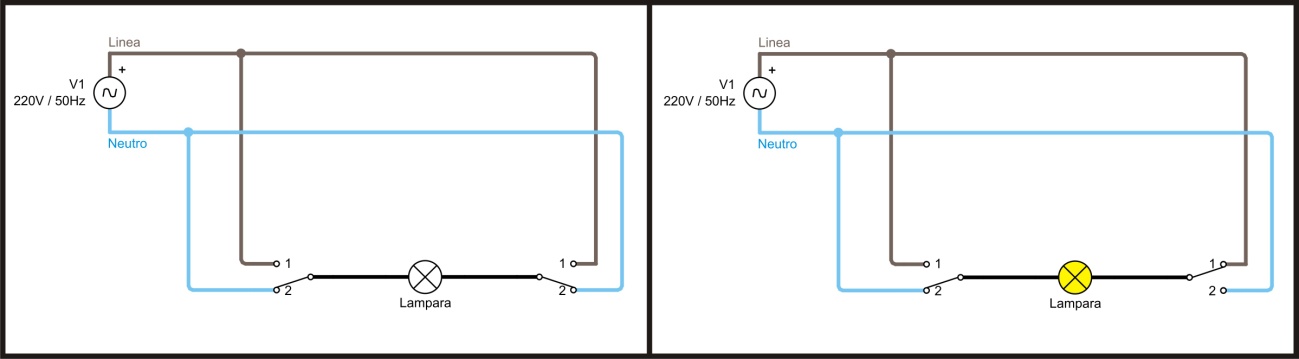
Luego de estas 2 antenas (cable) busque informacion para realizar las antenas en PCB, como las que tienen los controles remotos de alarmas de automoviles.

Se recomienda hacer antenas en pcb con distancias entre pistas de ancho de 1mm (o un poco superior) y separacion entre pistas de 2mm, tambien realice dos pruebas con antenas en PCB, para 𝝀/2 y para 𝝀/4, para la primera antena no tuve inconvenientes, para la segunda la transmision no se realizaba bien, o a veces dejaba de transmitir, entonces las antenas realizadas en PCB fueron de 𝝀/2 para el proyecto.



**Llave conmutada y relees**

Las salidas del HT12D se conectan a una compuerta XOR para simular una llave conmutada. Se utilizan las llaves conmutadas en un hogar cuando se quiere apagar-encender una lámpara desde lugares distintos, es decir mediante distintos interruptores. En este caso decidí colocar estas llaves (XOR) pensando en una posible falla en los circuitos de RF, en caso de ser así, las lámparas se las podrían controlar manualmente. No se utilizo el microcontrolador debido a que el QY4A tiene todo sus pines ocupados. Pero en el caso de tener un micro con más pines, es factible hacerlo. En mi caso me salía más económico comprar la compuerta XOR que un microcontrolador con más pines, por eso tome la dedición de usar la compuerta.



Del esquema anterior se puede observar que si las llaves están ambas en la misma posición (1-1 o 2-2) la lámpara permanece apagada, en cambio si están en posiciones opuestas la lámpara se enciende, con estos datos se puede armar una tabla de estados:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Posición | | Lámpara |
| Llave 1 | Llave 2 |
| 1 | 1 | Apagada |
| 1 | 2 | Encendida |
| 2 | 1 | Encendida |
| 2 | 2 | Apagada |

Comparando esta tabla de estado con la tabla de la compuerta XOR, son idénticas, por eso se utilizo esta compuerta para simular la llave conmutada.

Para la parte del control de las lámparas, se utiliza el integrado ULN2803, que es un arreglo de 8 Darlington, conectados a las salidas de las compuertas XOR, se utiliza este integrado para aumentar la corriente que hay en la salida de la compuerta. 4 de estos Darlington se conectan a relés, los cuales se conectan a las lámparas y a 220VAC. De esta forma las lámparas trabajan con VAC, mientras que el resto del circuito con VDC.

Se utiliza el ULN2803 en vez del ULN2003 (7 Darlington), ya que los otros 4 Darlingtons sobrantes, se los conecta a la entrada del microcontrolador y así asegurar la corriente necesaria a la entrada del micro.

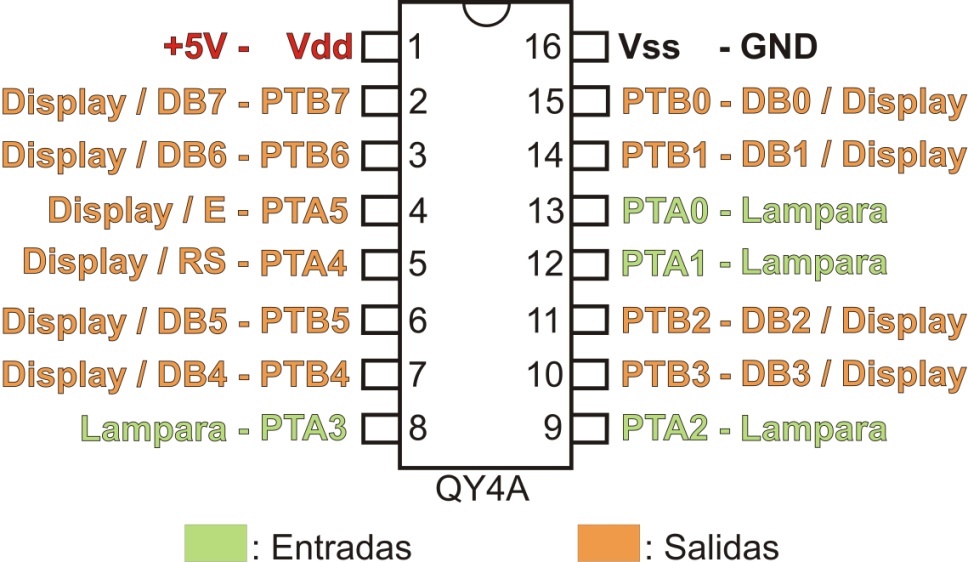
Las salidas del HT12D, entradas de la compuerta XOR, y salidas del ULN2803 se encuentran conectadas mediantes pull-up para asegurar una buena conmutación entre el estado ALTO y BAJO.

**Funciones de los pines del micro**

Cuatro pines de este están destinadas como entradas de información que proviene del ULN2803, estas indican los estados de cada lámpara, dependiendo de cuáles sean, se mostrara en un display LCD los estados.

Como la comunicación con el display es a través de un bus de 8bits, se tiene 8 pines como salidas, a su vez el display tiene pines de control RS (selección de registro) y E (habilita registro) entonces estos pines en el micro también son de salida, el pin RW (lectura/escritura) del display está conectado a GND, porque solo lo utilizo para escribir. En resumen, se tiene 10 pines de salida y 4 como entrada, como utilizo el micro QY4A, tengo todos los pines del puerto A y B ocupados.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Pines Display |
| GND | VCC | Vo (contraste) | RS | RW | E | DB0 | DB1 | DB2 | DB3 | DB4 | DB5 | DB6 | DB7 | resistencia a Vcc | GND |
|  |  |  | PTA4 | GND | PTA5 | PTB0 | PTB1 | PTB2 | PTB3 | PTB4 | PTB5 | PTB6 | PTB7 | PINES DEL MICRO SALIDA | | |
|  |  |  | 5 | 4 | 15 | 14 | 11 | 10 | 7 | 6 | 3 | 2 |
|  | | | | | | | | | | PTA0 | PTA1 | PTA2 | PTA3 | Pines DEL MICRO ENTRADA | | |
| 13 | 12 | 9 | 8 |



**Display LCD: Pines y funcionamiento**

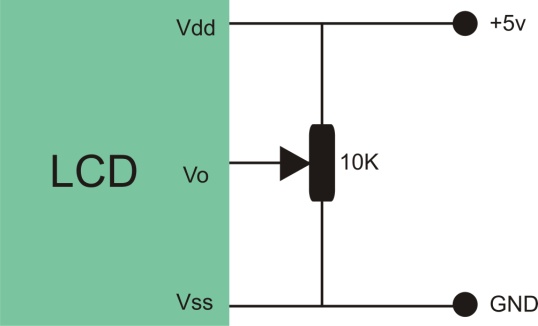
El fin de utilizar este display mostrando los estados seria para ubicarlos en el centro de un hogar e indicar por ejemplo que luz se encuentra encendida y si el usuario cree que no es necesario que este encendida, la apaga de forma remota y sin necesidad de ir hasta el lugar para ver si está o no encendida.

Entonces dependiendo si tiene un 0 o 1 en la entrada del micro, el display mostrara el resultado de eso.

El display LCD que utilizo es de 20 carácter por 4 líneas, conectado en modo de 8bits, el controlador interno que tiene es Hitachi 44780 (más común). En la siguiente tabla se explica la función de cada pin para esta clase de display LCD:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Pin | Símbolo | Función | |
| 1 | Vss | Tierra (0V) | |
| 2 | Vdd | Alimentación +5V | |
| 3 | Vo | Contraste | |
| 4 | RS | Selector de Dato/Instrucción | |
| 5 | R/W | Selector de Lectura/Escritura | 1:Lectura |
| 0: Escritura |
| 6 | E | Habilitación del módulo | |
| 7 | DB0 | Bus de datos | |
| 8 | DB1 |
| 9 | DB2 |
| 10 | DB3 |
| 11 | DB4 |
| 12 | DB5 |
| 13 | DB6 |
| 14 | DB7 |
| 15 | LED (+) | Ánodo del Led de luz de fondo | |
| 16 | LED (-) | Cátodo del Led de luz de fondo | |

Los 3 primeros pines son de alimentación, es fácil definir el contraste mediante la siguiente conexión:



Pines del 7 al 14: bus de datos, por donde mandaremos la información al LCD.

Pin 6: Enable habilita (1) o deshabilita (0) el módulo. Encendiéndolo y apagándolo le indicamos al LCD que vamos a realizar una operación sobre él y éste pasa a leer el resto de los pines para recibir la orden.

Pin 5: R/W indica si se va a hacer una operación de escritura (0) o lectura (1). Como solo voy a escribir, este pin está conectado a tierra.

El pin 4: RS selecciona el registro del LCD que vamos a usar, el LCD tiene dos registros de 8 bits, un registro de instrucciones (0) y otro de datos (1), seleccionando el de instrucciones indicamos al LCD que lo que hay en el bus de datos (pines desde 7 a 14) es una instrucción, y seleccionando el registro de datos indicamos al LCD que lo que tenemos en el bus de datos es un carácter cuyo destino es la DDRAM o la CGRAM que son las dos zonas de memoria del LCD.

La DDRAM (Data Display RAM) es una zona de memoria donde se almacenan los caracteres que se van a representar en la pantalla, su capacidad es de 80 caracteres, 20 por línea. Cada vez que se escribe un dato en ésta se apunta a la siguiente posición.

Las posiciones de los caracteres en la memoria cuando se usan 4 líneas de pantalla no son consecutivas, de la línea 1 pasa a la línea 3, cosa que tendremos que tener en cuenta si queremos escribir caracteres de manera secuencial.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Posición en memoria de cada carácter en la pantalla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 0A | 0B | 0C | 0D | 0E | 0F | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 4A | 4B | 4C | 4D | 4E | 4F | 50 | 51 | 52 | 53 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 1A | 1B | 1C | 1D | 1E | 1F | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 5A | 5B | 5C | 5D | 5E | 5F | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 |

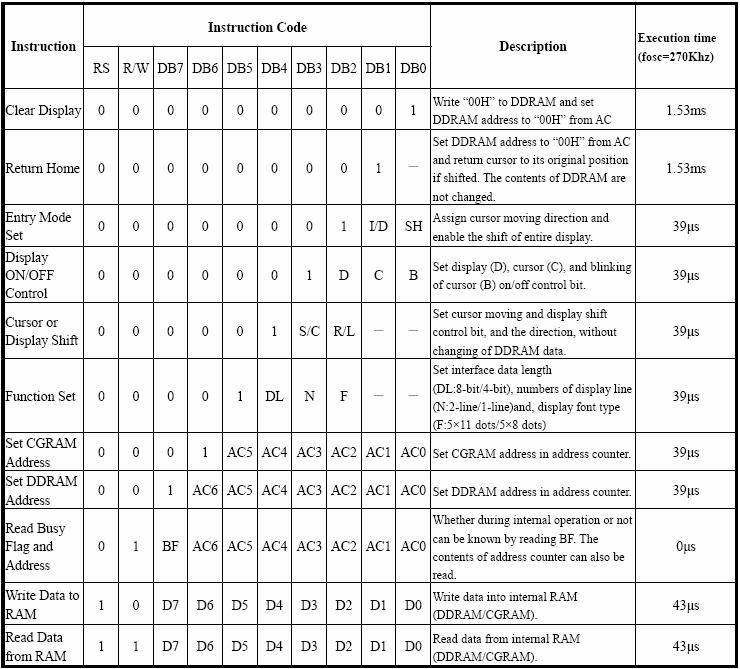
En la CGRAM podemos dibujar nuestros propios caracteres, se pueden almacenar hasta 4 de 5x10 puntos y hasta 8 de 5x8 puntos.

La CGROM genera los caracteres disponibles para representar en la pantalla a partir de un código de 8 bits.

Cuando tengamos un 1 en el bit RS, los 8 bits del bus de datos representarán uno de los caracteres siguientes.



Con un 0 en RS tendremos que mandar uno de los siguientes comandos por los 8 bits del bus de datos.



**Clear Display:** Borra el módulo LCD y coloca el cursor en la primera posición (dirección 00).

**Return Home:** Coloca el cursor en la posición de inicio (dirección 00) y hace que el display comience a desplazarse desde la posición original. El contenido de la memoria RAM de datos de visualización (DD RAM) permanece invariable.

**Entry Mode Set:** Establece la dirección de movimiento del cursor y especifica si la visualización se va desplazando a la siguiente posición de la pantalla o no. Estas operaciones se ejecutan durante la lectura o escritura de la DDRAM o CGRAM. Para visualizar normalmente poner el bit S=0.

**Display ON/OFF Control:** Activa o desactiva al display (D), el mensaje aparece (se hace visible) cuando D = 1 y desaparece (invisible) cuando D = 0. El cursor aparece (es visible) cuando C = 1 y desaparece (invisible) cuando C = 0. Los datos contenidos en pantalla no se ven afectados por operaciones en este bit. Cuando B = 1 y C = 1 el cursor aparece alternando con el texto en ese segmento con la matriz con todos sus pixeles encendidos en intervalos regulares de 0,4 segundos. Cuando B = 1 y C = 0, obtenemos la activación de un cubo negro (todos los pixeles de la matriz activos) con intervalos regulares de 0,4 segundos. En resumen con B = 0 el cursor no parpadea y con B = 1 parpadea.

**Cursor or Display Shift:** Desplaza el cursor con respecto al mensaje hacia la derecha o izquierda sin la necesidad de escribir o leer datos del display. Esta función se emplea normalmente para modificar sólo algunos datos en pantalla evitándonos la necesidad de limpiarla (borrarla) y escribir nuevamente todo su contenido.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S/C | R/L | Efecto |
| 0 | 0 | Desplaza el cursor hacia la izquierda (disminuye el contador de direcciones en una unidad). |
| 0 | 1 | Desplaza el cursor hacia la derecha(aumenta el contador de direcciones en una unidad) |
| 1 | 0 | Desplaza el cursor, junto con el mensaje, hacia la izquierda. |
| 1 | 1 | Desplaza el cursor, junto con el mensaje, hacia la derecha. |

**Function Set:** Establece el tamaño del bus de datos (DL), número de líneas del display (N) y tipo de carácter (F).

DL: Establece el número de bits de interconexión. Los datos son transportados en 8 bits (DB7 - DB0) cuando DL = 1, y en 4 bits (DB7 - DB4) cuando DL = 0. Cuando los datos viajan en 4 bits, es preciso efectuar dos operaciones en vez de una. En una primera instancia viajan los bits más significativos y, en una última, viajan los menos significativos.

N: Establece el número de líneas de la pantalla, N= 1 pantalla de 4 líneas, N= 0 pantalla de 2 líneas.

F: Establece el tipo de matriz, F=1 Caracteres 5x10 puntos, 0 caracteres 5x8 puntos.

**Set CGRAM ADDRESS:** El módulo LCD además de tener definidos todo el conjunto de caracteres ASCII, permite al usuario definir 4 u 8 caracteres gráficos. La composición de estos caracteres se va guardando en una memoria llamada CGRAM con capacidad para 64 bytes. Cada carácter gráfico definido por el usuario se compone de 16 u 8 bytes que se almacenan en sucesivas posiciones de la CGRAM.

**Set DDRAM ADDRESS:** Los caracteres o datos que se van visualizando, se van almacenando en una memoria llamada DD RAM para de aquí pasar a la pantalla.

**Read BUSY FLAG and ADDRESS:** Permite la lectura del bit 7 que funciona como busy flag ó bandera de ocupado. Cuando BF = 1 el sistema está ocupado en alguna operación interna y no acepta ninguna instrucción hasta que BF = 0, o sea que se desocupe. Cualquier instrucción enviada por error no será leída, por lo que será nula.

**WRITE DATA TO RAM:** Mediante este comando se escribe en la memoria DDRAM los datos que se quieren presentar en pantalla y que serán los diferentes códigos ASCII de los caracteres a visualizar.

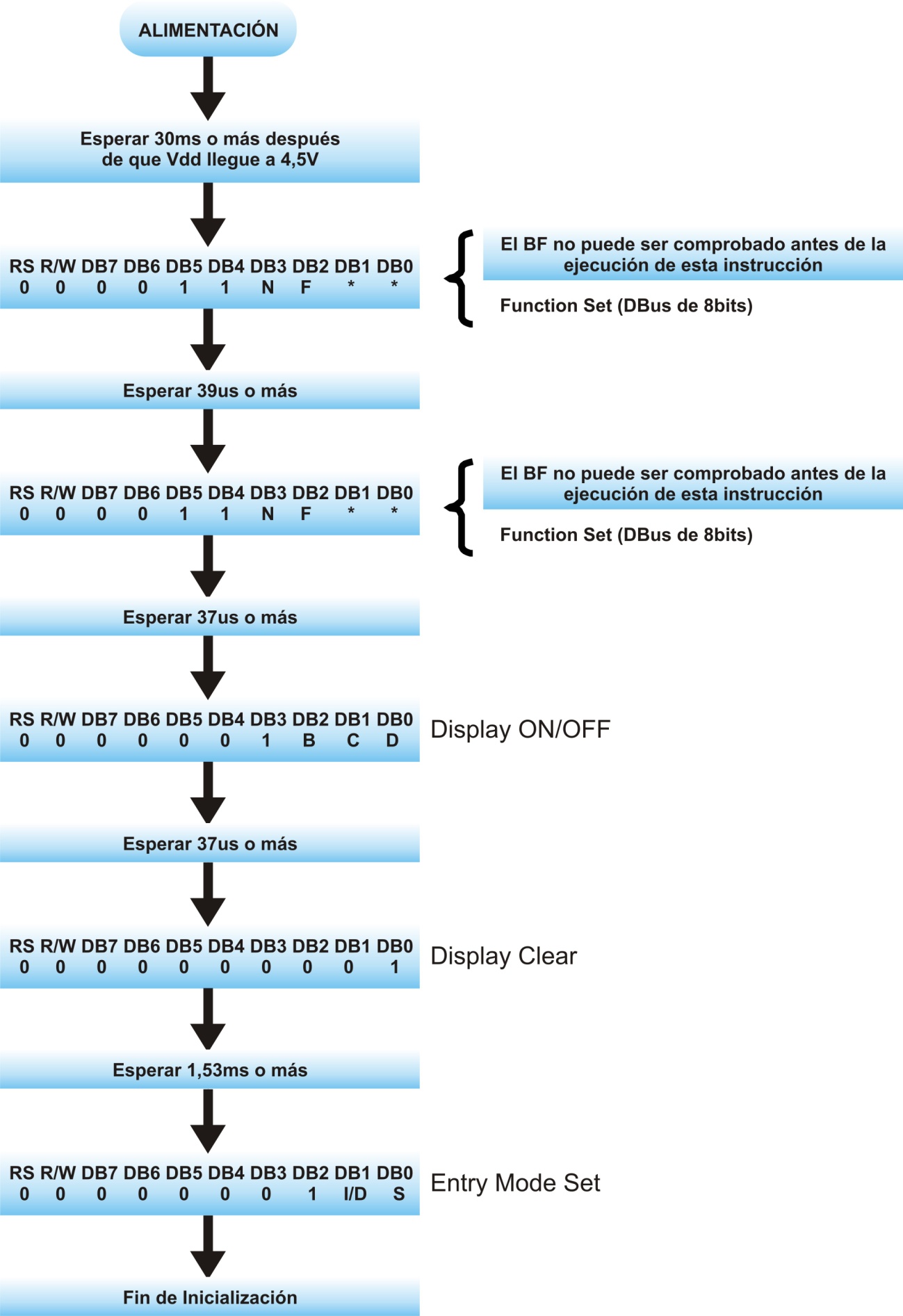
Igualmente se escribe en la memoria CGRAM los diferentes bytes que permiten confeccionar caracteres gráficos a gusto del usuario.

**READ DATA FROM RAM:** Mediante este comando se lee de la memoria DDRAM los datos que haya almacenados y que serán los códigos ASCII de los caracteres almacenados.

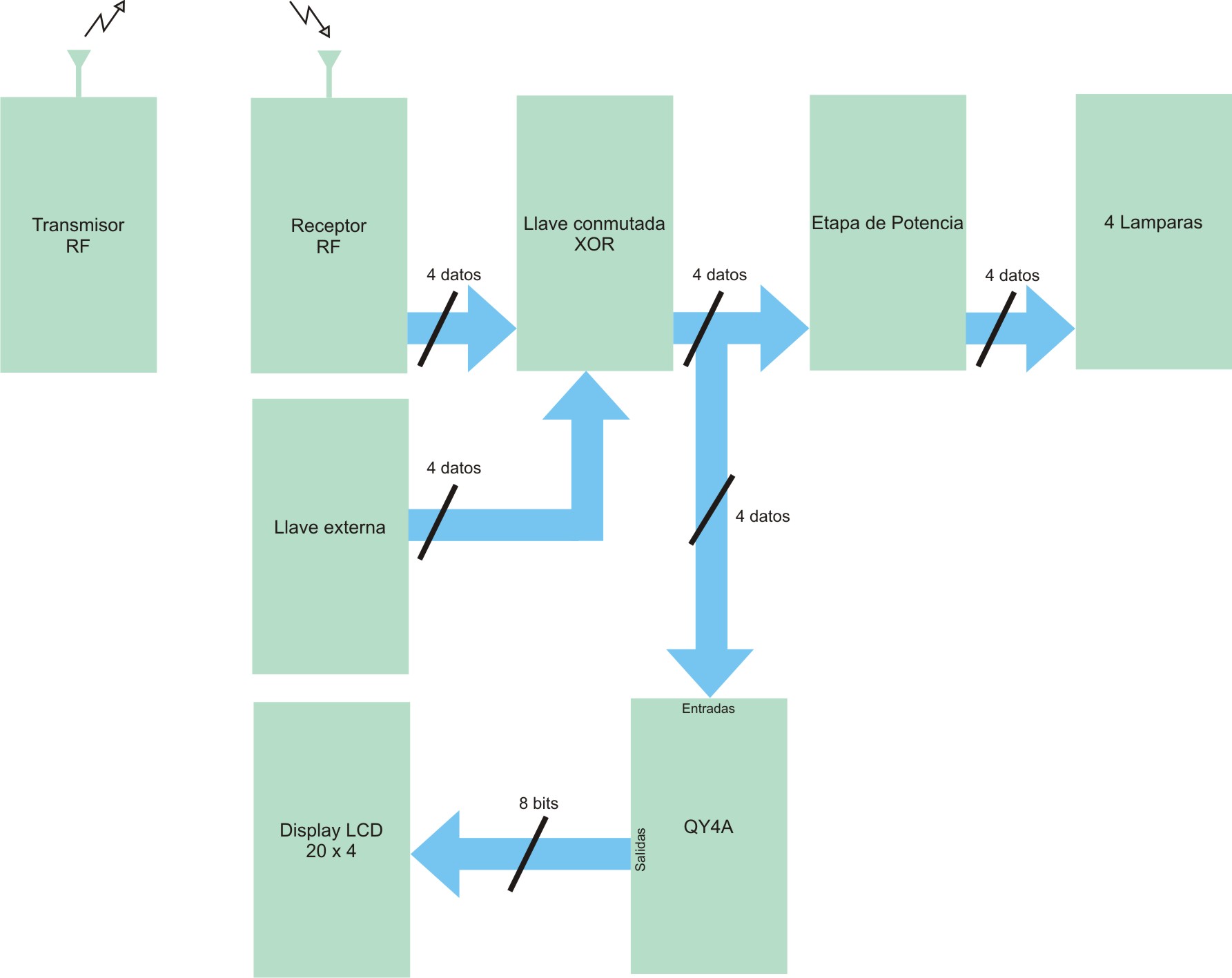
Igualmente se lee de la memoria CGRAM los diferentes bytes con los que se ha confeccionado un determinado carácter gráfico.

**Inicialización del LCD**

Cada vez que se conecta la alimentación al módulo debe ser ejecutado un procedimiento para iniciar el LCD, el cual consiste en enviar al módulo un grupo inicial de instrucciones para configurar el modo de operación. El procedimiento a seguir teniendo un bus de 8 bits es el siguiente:



**Breve explicación del circuito general y el LCD**

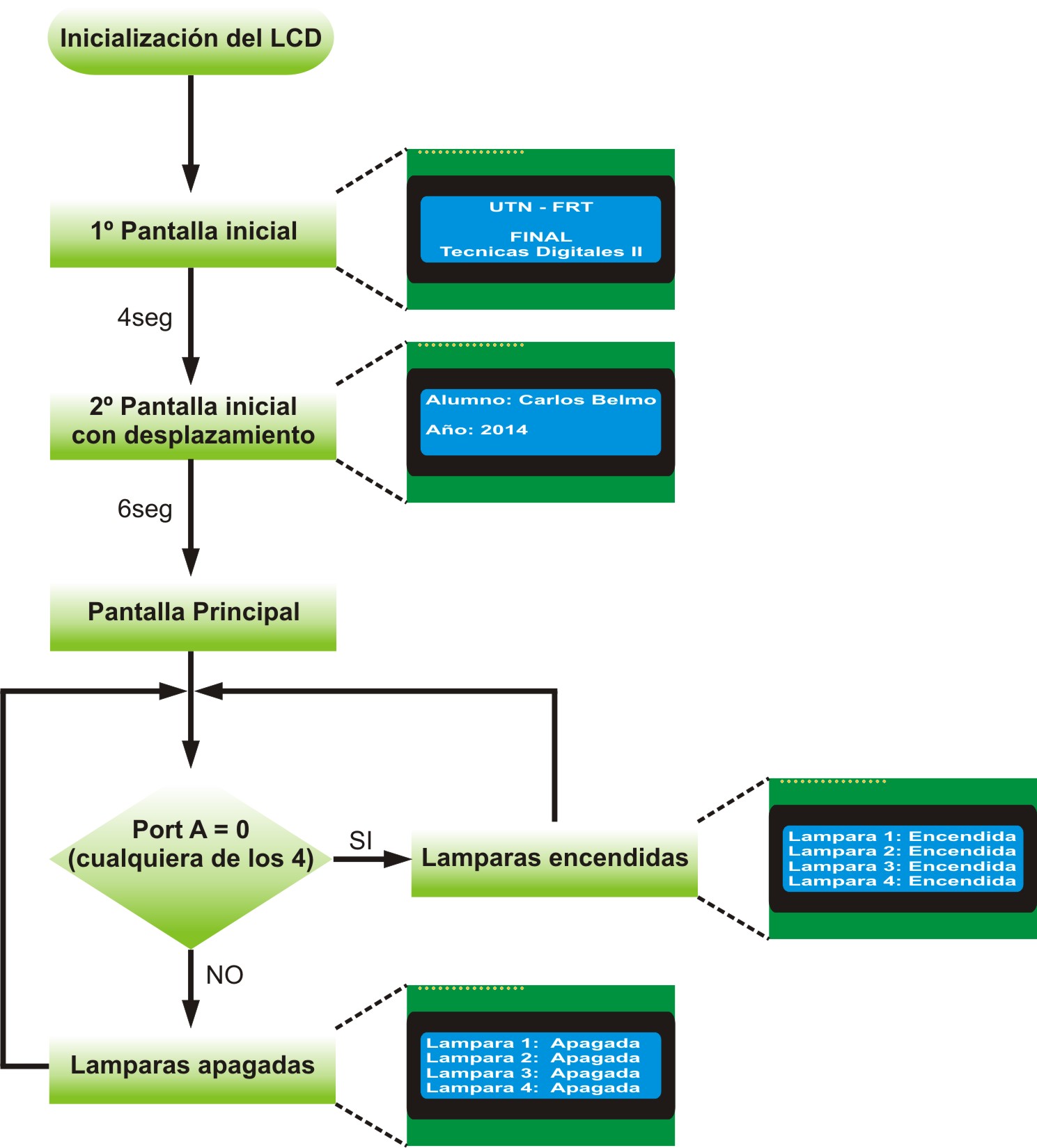


Si se activa cualquier llave del transmisor (o de las llaves externas) esto se compara en la llave conmutada, es decir si el transmisor envía un 1(nivel alto) y la llave externa envía un 0(nivel bajo) a la salida de la XOR tenemos un 1(nivel alto), este nivel va hacia los Darlington, teniendo un nivel bajo a la salida de estos, como 4 están conectados a relees y estos a su vez a 5V, el relee se activa, cerrando el circuito y encendiendo las lámparas. En los otros 4 Darlington también va a haber estados bajos (siempre que haya estado altos en XOR), y estos se conectan a la entrada del micro, este detalle es importante para tener en cuenta cuando se haga el programa que tome información de las entradas, el micro entenderá que cuando haya un 0 en sus entradas, las lámparas están ENCENDIDAS. Al final de la carpeta se adjunta el circuito completo del proyecto, para entender mejor su funcionamiento.

El display LCD contara con 3 pantallas, 2 iniciales y 1 principal.

En las iniciales se mostrara: UTN-FRT y el nombre de la materia (Técnicas Digitales II), en la otra pantalla mi nombre (Carlos Belmonte) con un desplazamiento de derecha a izquierda y el año (2014).

En la pantalla principal: Cada lámpara (en este caso 4) y sus respectivos estados (Encendida-Apagada).



**Programación**

La programación del micro QY4A para controlar el LCD la realice en assembler y con el programa WinIde Development Environment.

A continuación explico las partes más importante del programa y al final adjunto todo el programa, el cual está grabado en el micro. También se adjuntan al final las partes importantes del datasheet del micro QY4A.

**Mapa de memoria:** Lo primero que se hace es configurar las direcciones de memoria y de vectores que tiene el micro.

|  |  |
| --- | --- |
| RAM\_START  RAM\_END  FLASH\_START  FLASH\_END  VECTORS | EQU $0080 ;Dirección de Inicio de la RAM  EQU $00FF ;Dirección de Final de la RAM, 128Bytes de RAM para QY4A  EQU $EE00 ;Dirección de Inicio de la FLASH  EQU $FDFF ;Dirección de Final de la FLASH, 4KBytes de RAM para QY4A  EQU $FFDE ;Vectores de interrupción |

**Definir nombres a los pines de entrada/salida:** Ciertos pines del puerto A fueron definidos con etiquetas “EQU” para su reconocimiento más rápido en el programa.

|  |  |
| --- | --- |
| E  RS  IN\_1  IN\_2  IN\_3  IN\_4 | EQU 5 ;PTA5 como salida, conectado al display  EQU 4 ;PTA4 como salida, conectado al display  EQU 0 ;PTA0 como entrada, estado de la lámpara  EQU 1 ;PTA1 como entrada, estado de la lámpara  EQU 2 ;PTA2 como entrada, estado de la lámpara  EQU 3 ;PTA3 como entrada, estado de la lámpara |

**Variables RAM y archivo include:** Defino todas las variables RAM que utilizo, en este caso defino 2 auxiliares, pero no las utilizo. El archivo INCLUDE tiene todas las definiciones para el micro QY4A.

|  |
| --- |
| $BASE 10T ;Base decimal por Default  $include 'QTQY\_Registers.inc' ;Definiciones de Registros p/QY4A  \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*VARIABLES DE RAM\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*  ORG RAM\_START  aux1 ds 1  aux2 ds 1 |





