

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **CONTROL COMPUTARIZADO CON VISUAL BASIC 6.0 DE UN MÓDULO DIDÁCTICO QUE EXPONE LA UTILIZACIÓN DE CUATRO PERIFÉRICOS DEL MICROCONTROLADOR PIC**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**FAUSTO ROBERTO SUNTASIG SORIA**

**fsrobert@yahoo.com.ar**

**DIRECTOR: ING. ALCÍVAR EDUARDO COSTALES GUADALUPE**

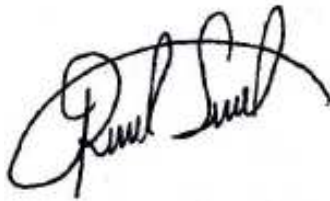
**eduardo.costales@epn.edu.ec**

**Quito, Octubre 2010**

## DECLARACIÓN

Yo, Fausto Roberto Suntasig Soria, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaro ceder mi derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



---

Fausto Roberto Suntasig Soria

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Fausto Roberto Suntasig Soria, bajo mi supervisión.



---

**ING. ALCÍVAR COSTALES**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres y a todos aquellos que ven lo que los demás no ven; a los que ven lo que todos han decidido no ver, por temor, conformidad o pereza... a todos aquellos que ven un mundo nuevo cada día.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DECLARACIÓN.....</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xii</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>xiii</b>

### CAPITULO I

#### SUSTENTO TEÓRICO

1.1	MICROCONTROLADORES PIC.....	1
1.1.1	ARQUITECTURA INTERNA.....	1
1.1.2	LA FAMILIA DE LOS PIC.....	2
1.1.2.1	Gama baja o básica: PIC16C5X con instrucciones de 12 bits.....	2
1.1.2.2	Gama media: PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits.....	2
1.1.2.3	Gama alta: PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits.....	3
1.1.2.4	Gama mejorada: PIC18C (F) XXX con instrucciones de 16 bits.....	4
1.1.2.5	Los enanos de 8 patitas.....	4
1.2	VISUAL BASIC 6.0.....	5
1.2.1	PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS (POO).....	5
1.2.1.1	Objetos.....	6
1.2.1.2	Mensajes.....	6
1.2.1.3	Métodos.....	6
1.2.1.4	Clases.....	7
1.2.2	MODULOS DE VISUAL BASIC.....	7
1.2.2.1	Modulo de fomulario.....	7
1.2.2.2	Modulo estándar.....	7
1.2.2.3	Modulo de clase.....	8
1.2.3	LAS VARIABLES.....	8
1.2.3.1	Ámbito de las variables.....	8

1.3	LA COMUNICACIÓN SERIAL.....	9
1.3.1	MODOS DE TRANSMICION DE DATOS.....	10
1.3.1.1	Simplex.....	10
1.3.1.2	Half-duplex.....	10
1.3.1.3	Full-duplex.....	10
1.3.1.4	Full/full-duplex.....	10
1.3.2	COMUNICACIÓN SERIAL RS232.....	11
1.3.3	COMUNICACIÓN SERIAL RS422/485.....	12
1.3.4	COMUNICACIÓN SERIAL SINCRONICA I2C.....	14
1.3.5	TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN ASINCRÓNICA DEL PIC.....	14
1.3.6	CONVERSOR TTL - RS232.....	15
1.4	MOTORES PASO A PASO.....	15
1.4.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	16
1.4.2	SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO BIPOLARES.....	17
1.4.3	SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES.....	17
1.4.3.1	Secuencia del tipo wave drive.....	17
1.4.3.2	Secuencia por paso completo (full step).....	18
1.4.3.3	Secuencia del tipo medio paso (half step).....	19
1.5	LOS MÓDULOS LCD.....	19
1.5.1	FUNCIÓN DE LOS PINES 1 Y 2.....	20
1.5.2	FUNCIÓN DEL PIN 3.....	20
1.5.3	FUNCIÓN DEL PIN 4.....	21
1.5.4	FUNCIÓN DEL PIN 5.....	21
1.5.5	FUNCIÓN DEL PIN 6.....	21
1.5.6	FUNCIÓN DE LOS PINES DESDE EL 7 HASTA EL 14.....	21
1.5.7	FUNCIÓN DE LOS PINES 15 Y 16.....	22
1.6	LOS LEDS.....	22
1.6.1	ENCAPSULADO DE LOS LEDS.....	22
1.6.2	FRECUENCIAS DE EMISIÓN.....	23
1.6.3	CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LOS LEDS.....	24
1.6.3.1	Dimensiones y color del diodo.....	24

1.6.3.2	Ángulo de vista.....	24
1.6.3.3	Luminosidad.....	25
1.6.3.4	Consumo.....	25
1.7	MEMORIA ISD25120P.....	26
1.7.1	CARACTERÍSTICAS DEL ISD 25120P.....	27
1.7.2	DESCRIPCIÓN DE PINES DEL ISD 25120P.....	27
1.7.2.1	Alimentación (VCCA, VCCD, VSSA, VSSD).....	28
1.7.2.2	Entrada de corte de corriente (PD - Power Down).....	28
1.7.2.3	Entrada para habilitar circuito (CE – Chip Enable).....	28
1.7.2.4	Entrada de reproducción / grabación (P/R – Playback / Record).....	28
1.7.2.5	Señal de fin de mensaje y de funcionamiento (EOM).....	28
1.7.2.6	Señal de desbordamiento (OVF).....	28
1.7.2.7	Entrada de micrófono (MIC).....	29
1.7.2.8	Entrada de referencia de micrófono (MIC REF).....	29
1.7.2.9	Entrada del control automático de ganancia (AGC).....	29
1.7.2.10	Salida analógica (ANA OUT).....	29
1.7.2.11	Entrada analógica (ANA IN).....	29
1.7.2.12	Salidas de altavoz (SP+ y SP-).....	30
1.7.2.13	Entradas de dirección y modo (AX / MX).....	30

## CAPITULO II

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN MODULO DIDÁCTICO

2.1	CRITERIO DE ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC.....	31
2.2	FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	33
2.2.1	ETAPA DE REGULACION DEL VOLTAJE.....	33
2.2.2	PROTECCIONES.....	35
2.2.3	CIRCUITO ESQUEMÁTICO FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	35
2.3	OSCILADOR (XT) Y RESET (MCRL).....	37
2.3.1	OSCILADOR XT.....	37
2.3.2	RESET (MCRL).....	37
2.3.3	CIRCUITO ESQUEMÁTICO OSCILADOR Y RESET (MCRL).....	38

2.4	INTERFAZ MICROCONTROLADOR - PC .....	40
2.4.1	CONECTORES DB9 (ESTÁNDAR ISO 2110).....	40
2.4.2	ESPECIFICACIONES FUNCIONALES (DADA POR LA RECOMENDACIÓN V.24 DE UIT-T PARA EL CONECTOR DB9).....	40
2.4.3	COMPUTADORES CON CONECTORES USB.....	41
2.4.4	COMUNICACION SERIAL USANDO EL HADWARE INTERNO DEL MICROCONTROLADOR PIC USART .....	42
2.4.5	CIRCUITO CONVERTIDOR DE NIVELES TTL/RS232 .....	42
2.4.6	CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - PC .. .....	43
2.5	INTERFAZ MICROCONTROLADOR - PANTALLA LCD .....	45
2.5.1	CONEXIÓN DE LOS PINES DEL LCD HACIA EL PIC .....	45
2.5.2	CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - PANTALLA LCD.....	46
2.6	INTERFAZ MICROCONTROLADOR - LEDS .....	48
2.6.1	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA LIMITADORA DE LOS LEDS .....	48
2.6.2	CONEXIÓN BUFFER 74LS244 CON EL MICROCONTROLADOR PIC .. .....	50
2.6.3	CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - LEDS.....	50
2.7	INTERFAZ MICROCONTROLADOR - MOTOR PASO A PASO.....	52
2.7.1	IDENTIFICANDO LAS BOBINAS DEL MOTOR.....	52
2.7.2	CÁLCULO INTEFACE DE ACOPLAMIENTO ENTRE ETAPA DE CONTROL Y ETAPA DE POTENCIA.....	53
2.7.3	CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - MOTOR PASO A PASO .....	56
2.8	INTERFAZ MICROCONTROLADOR- (PARLANTE/MICRÓFONO).....	58
2.8.1	MEMORIA ISD25120P.....	58
2.8.2	MICROCONTROLADOR ATTINY2313.....	59
2.8.3	LÍNEAS DE CONEXIÓN CON EL MICROCONTROLADOR ATTINY2313 .....	60
2.8.4	CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - (PARLANTE/MICRÓFONO).....	61



2.9	CIRCUITO ESQUEMÁTICO FINAL MODULO DIDÁCTICO .....	63
2.10	CONSTRUCCIÓN HARDWARE MODULO DIDÁCTICO.....	63
2.10.1	CIRCUITO RUTEADO VISTA FRONTAL.....	63
2.10.2	CIRCUITO RUTEADO VISTA POSTERIOR.....	63
2.10.3	CIRCUITO RUTEADO COMPLETO.....	64
2.10.4	TARJETA DEL CIRCUITO IMPRESO.....	65
2.10.5	CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA.....	67
2.10.6	MONTAJE FINAL EN LA CAJA.....	67

### **CAPITULO III**

#### **PROGRAMANDO EN EL MICROCONTROLADOR PIC**

3.1	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN .....	68
3.1.1	DIFERENCIA ENTRE EL LENGUAJE BASIC Y EL ENSAMBLADOR.....	68
3.1.2	PROGRAMANDO EN BASIC .....	69
3.2	PIC SIMULATOR IDE V6.65 .....	69
3.3	COMUNICACIÓN SERIAL.....	70
3.3.1	DISTRIBUCIÓN CARACTERES ASCII UTILIZADOS EN LA RECEPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE INSTRUCCIONES DEL MODULO DIDÁCTICO .....	70
3.4	ASPECTOS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DEL SOFTWARE DEL MICROCONTROLADOR PIC .....	72
3.5	DIAGRAMA MODULAR FUNCIONAMIENTO DEL MODULO DIDÁCTICO ... .....	73
3.6	DISEÑO DEL SOFTWARE PARA EL MICROCONTROLADOR PIC .....	74
3.6.1	PROGRAMACIÓN DEL SUBMENÚ MODULO LCD.....	77
3.6.2	PROGRAMACIÓN SUBMENÚ MODULO LUCES (LEDS).....	80
3.6.3	PROGRAMACIÓN DEL SUBMENÚ MODULO MOTOR PASO A PASO .. .....	84
3.6.4	PROGRAMACIÓN DEL SUBMENÚ MODULO SONIDO (PARLANTE/MICRÓFONO).....	89
3.6.4.1	Programación microcontrolador PIC 16F877A.....	89

3.6.4.2	Programación microcontrolador ATTINY2313.....	91
3.7	RESUMEN FUNCIONAMIENTO MICROCONTROLADORES DEL MODULO DIDÁCTICO.....	93
3.7.1	MICROCONTROLADOR PIC 16F877A.....	93
3.7.2	MICROCONTROLADOR ATTINY2313.....	93

## CAPITULO IV

### PROGRAMANDO EN VISUAL BASIC 6.0

4.1	CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO.....	94
4.2	COMUNICACIÓN SERIAL.....	95
4.3	INTERFAZ DE MÚLTIPLES DOCUMENTOS DE WINDOWS (MDI).....	97
4.4	INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO (MDI) MODULO DIDÁCTICO.....	97
4.4.1	COMPONENTES DE AYUDA EN LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO DIDÁCTICO.....	97
4.4.2	OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA (MDI) MODULO DIDÁCTICO.....	98
4.4.3	DIAGRAMAS DE FLUJO FUNCIONAMIENTO MODULO DIDÁCTICO.....	99
4.4.4	FORMAS DE CERRAR EL PROGRAMA MODULO DIDÁCTICO.....	103
4.4.5	IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA (MDI) MODULO DIDÁCTICO.....	103
4.5	INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO INICIO.....	105
4.5.1	OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO INICIO.....	105
4.5.2	DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO INICIO.....	105
4.5.3	IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO INICIO.....	105
4.6	INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO PÓRTICO.....	107
4.6.1	OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO PÓRTICO.....	107
4.6.2	DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO PÓRTICO.....	107
4.6.3	IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO PÓRTICO.....	110
4.7	INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO LCD.....	112
4.7.1	OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO LCD.....	112
4.7.2	DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO LCD.....	113

4.7.3	IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO LCD .....	118
4.8	INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO LUCES (LEDS).....	120
4.8.1	OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO LUCES .....	120
4.8.2	DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO LUCES (LEDS).....	121
4.8.3	IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO LUCES.....	124
4.9	INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO MOTOR PASO A PASO	126
4.9.1	OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO MOTOR A PASOS.....	126
4.9.2	DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO MOTOR PASO A PASO .....	127
4.9.3	IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO MOTOR PASO A PASO..	131
4.10	INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO SONIDO (PARLANTE / MICRÓFONO) .....	133
4.10.1	OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO SONIDO.....	133
4.10.2	DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO SONIDO .....	134
4.10.3	IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO SONIDO .....	136

## **CAPITULO V**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MODULO DIDÁCTICO**

5.1	CONEXIÓN PC - HARDWARE MODULO DIDÁCTICO .....	138
5.2	FUNCIONAMIENTO MODULO LCD .....	139
5.3	FUNCIONAMIENTO MODULO LUCES (LEDS).....	140
5.4	FUNCIONAMIENTO MODULO MOTOR PASO A PASO .....	141
5.5	FUNCIONAMIENTO MODULO SONIDO (PARLANTE/ MICRÓFONO)....	142
5.6	LIMITACIONES .....	143
5.7	APLICACIONES.....	144

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>145</b>
CONCLUSIONES.....	145
RECOMENDACIONES .....	147
BIBLIOGRAFÍA.....	148

**ANEXOS**

**ANEXO A: MANUAL TÉCNICO REGULADOR DE VOLTAJE AN78xxF.**

**ANEXO B: MANUAL TÉCNICO MICROCONTROLADOR PIC16F877A.**

**ANEXO C: MANUAL TÉCNICO CIRCUITO INTEGRADO MAX232.**

**ANEXO D: MANUAL TÉCNICO BUFFER 74LS244.**

**ANEXO E: MANUAL TÉCNICO TRANSISTOR DARLINGTON NPN TIP122.**

**ANEXO F: MANUAL TÉCNICO MEMORIA ISD25120P.**

**ANEXO G: CIRCUITO ESQUEMÁTICO COMPLETO MODULO DIDÁCTICO.**

**ANEXO H: MANUAL DEL USUARIO.**

## RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación está dirigido al diseño y construcción de un módulo didáctico que expone la utilización de cuatro periféricos del microcontrolador PIC mediante el control computarizado.

El control computarizado aprovecha la herramienta de software Visual Basic 6.0 para el diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI [Graphical User Interfacel]). Las instrucciones en forma de caracteres ASCCI, procedentes de la (GUI) se despliegan por el pórtico serial de comunicación (COM) desde el computador personal (PC), hacia un microcontrolador principal PIC 16F877A, el cual se encarga de activar y manejar cualquiera de los siguientes módulos (GUI secundarios):

1. Modulo Lcd. Maneja una pantalla de Cristal Líquido (LCD) 2x40.
2. Modulo Luces. Maneja 8 LEDS de 10mm color rojo de alto brillo.
3. Modulo Motor paso a paso. Maneja un motor paso a paso unipolar de 7.5 grados por paso (deg/step).
4. Modulo Sonido. Funciona como una grabadora de sonido y maneja los periféricos parlante / micrófono.

El funcionamiento de estos módulos es uno a la vez.

Al entrar en funcionamiento el modulo sonido, el microcontrolador auxiliar ATTINY2313, recibe las instrucciones provenientes desde el microcontrolador PIC 16F877A y activa los siguientes modos de funcionamiento en la memoria ISD 25120P:

- a) Reproducir
- b) Grabar
- c) Detener

Para la conversión de los valores entregados por el pórtico serial de la PC a valores TTL, utilizados por el microcontrolador PIC, se usa el circuito integrado MAX232.

Se emplea equilibradamente los recursos del microcontrolador PIC y la potencialidad de Visual Basic 6.0, de acuerdo a propósitos didácticos.

## PRESENTACIÓN

Este proyecto modulo didáctico fue elaborado con la finalidad de ser material de apoyo didáctico para los estudiantes de tecnología mediante el cual se incentiven en el aprendizaje y puedan incrementar sus conocimientos teórico-prácticos.

El desarrollo del tema ha sido estructurado en 5 capítulos de la siguiente manera: En el Capítulo I, se detalla los argumentos teóricos necesarios para el diseño del modulo didáctico.

En el Capítulo II, se realiza el diseño y construcción del hardware del modulo didáctico.

El Capítulo III, mediante diagramas de flujo se describe el diseño del software en el microcontrolador PIC 16F877A.

El Capítulo IV, mediante diagramas de flujo se describe el diseño del software (interfaces gráficas de usuario) en el programa Visual Basic 6.0.

Finalmente en el capítulo V, en tiempo real se realizan las pruebas de funcionamiento del software y el hardware del modulo didáctico; también se detallan las limitaciones y se enumeran las posibles aplicaciones didácticas del proyecto.

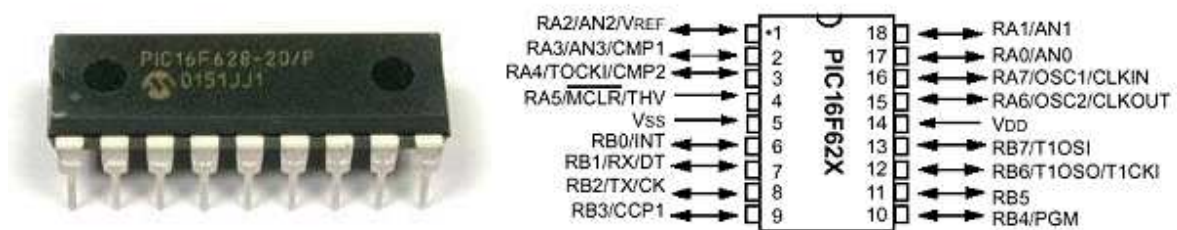
Para concluir se adjunta conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos, que fundamentan lo escrito en este trabajo.

# CAPITULO I

## SUSTENTO TEÓRICO

### 1.1 MICROCONTROLADORES PIC

Es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna. Esta última característica es la que le confiere la denominación de “controlador incrustado” (embedded controller).



**FIGURA 1 - 1 : Presentación del PIC16F62X y su diagrama de pines**

El microcontrolador es un computador dedicado. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar, y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada. Un microcontrolador es un computador completo, aunque de limitadas prestaciones, que está contenido en el chip de un circuito integrado y se destina a gobernar una sola tarea.

#### 1.1.1 ARQUITECTURA INTERNA

Un microcontrolador posee todos los componentes de un computador; pero con unas características fijas que no pueden alterarse.

Las partes principales de un microcontrolador son:

1. Procesador.
2. Memoria no volátil para contener el programa.
3. Memoria de lectura y escritura para guardar los datos.
4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos:
  - a) Comunicación paralelo.
  - b) Comunicación serie.
  - c) Diversas puertas de comunicación (bus I2C, USB, etc.).
5. Recursos auxiliares:
  - a) Circuito de reloj.
  - b) Temporizadores.
  - c) Perro Guardián (watchdog).
  - d) Conversores AD y DA.
  - e) Comparadores analógicos.
  - f) Protección ante fallos de la alimentación.
  - g) Estado de reposo o de bajo consumo.

### **1.1.2 LA FAMILIA DE LOS PIC**

Una de las labores más importantes en el diseño es la elección del modelo de microcontrolador que mejor satisfaga las necesidades del proyecto con el mínimo presupuesto.

#### **1.1.2.1 Gama baja o básica: PIC16C5X con instrucciones de 12 bits**

Se trata de una serie de PIC de recursos limitados, pero con una de las mejores relaciones coste/prestaciones. Sus versiones están encapsuladas con 18 y 28 patitas y pueden alimentarse a partir de una tensión de 2,5V, lo que les hace ideales en las aplicaciones que funcionan con pilas. Tiene un repertorio de 33 Instrucciones cuyo formato consta de 12 bits. No admiten ningún tipo de interrupción y la pila sólo dispone de dos niveles.

#### **1.1.2.2 Gama media: PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits**

Es la gama más variada y completa de los PIC. Abarca modelos con



encapsulado desde 18 patitas hasta 68, cubriendo variadas opciones que integran abundantes periféricos.

El repertorio de instrucciones es de 35 a 14 bits cada una y compatible con el de la gama baja. Sus distintos modelos contienen todos los recursos que se precisan en las aplicaciones de los microcontroladores de 8 bits. También dispone de interrupciones y una pila de 8 niveles que permite el anidamiento de subrutinas.

La gama media puede clasificarse en las siguientes subfamilias:

- a) Gama media estándar (PIC16C55X).
- b) Gama media con comparador analógico (PIC16C62X/64X/66X).
- c) Gama media con módulo de captura (CCP), modulación de anchura de impulsos (PWM) y puerta serie (PIC16C6X).
- d) Gama media con CAD de 8 bits (PIC16C7X).
- e) Gama media con CAD de precisión (PIC 14000).
- f) Gama media con memoria flash y EEPROM (PIC16F87X y PIC16X8X).
- g) Gama media con driver LCD (PIC16C92X).

Encuadrado en la gama media también se halla la versión PIC14C000, que soporta el diseño de controles inteligentes para cargadores de baterías, pilas pequeñas, fuentes de alimentación ininterrumpidas y cualquier sistema de adquisición y procesamiento de señales que requiera gestión de la energía de alimentación.

### **1.1.2.3 Gama alta: PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits**

Se alcanzan las 58 instrucciones de 16 bits en el repertorio y sus modelos disponen de un sistema de gestión de interrupciones sectorizadas muy potente. También incluyen variados controladores de periféricos, puertas de comunicación serie y paralelo con elementos externos y un multiplicador hardware de gran velocidad.

Quizás la característica más destacable de los componentes de esta gama es su arquitectura abierta, que consiste en la posibilidad de ampliación del microcontrolador con elementos externos. Para este fin las patitas sacan al exterior las líneas de los buses de datos, direcciones y control, a las que se conectan memorias o controladores de periféricos. Esta filosofía de construcción

del sistema es la que se empleaba en los microprocesadores y no suele ser una práctica habitual cuando se emplean microcontroladores.

#### **1.1.2.4 Gama mejorada: PIC18C (F) XXX con instrucciones de 16 bits**

En los inicios del tercer milenio de nuestra era Microchip presentó la gama mejorada de los microcontroladores PIC con la finalidad de soportar las aplicaciones avanzadas en las áreas de automoción, comunicaciones, ofimática y control industrial. Sus modelos destacaron por su alta velocidad (40Mhz) y su gran rendimiento (10MIPS a 10Mhz).

Entre las aportaciones más representativas de esta serie de modelos que crece cada año, destacan:

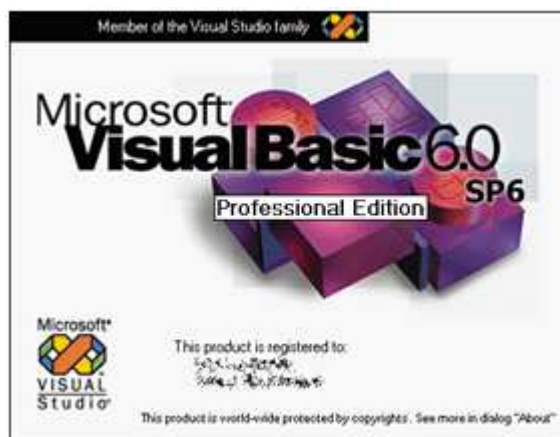
- a) Un espacio de direccionamiento para la memoria de programa que permite alcanzar los 2MB, y 4KB para la memoria de datos.
- b) Inclusión de la tecnología FLASH para la memoria de código.
- c) Potente juego de 77 instrucciones de 16 bits cada una. Permiten realizar una multiplicación 8X8 en un ciclo de instrucción, mover información entre las memorias y modificar el valor de un bit en un registro o en una línea de E/S.
- d) Orientación a la programación en lenguaje C con la incorporación de compiladores muy eficientes para este lenguaje.
- e) Nuevas herramientas para la emulación.

#### **1.1.2.5 Los enanos de 8 patitas**

Se trata de un grupo de PIC (PIC12C (F) XXX) que ha acaparado la atención del mercado. Su principal característica es su reducido tamaño, al disponer un encapsulado de 8 patitas. Se alimentan con un voltaje de corriente continua comprendido entre 2.5 V y 5.5 V, y consumen menos de 2 mA cuando trabajan a 5 V y 4 MHz El formato de sus instrucciones puede ser de 12 o 14 bits y su repertorio es de 33 o 35 instrucciones, según pertenezcan a la gama baja o media, respectivamente.

## 1.2 VISUAL BASIC 6.0

Es un producto con una interfaz grafica de usuario para crear aplicaciones para Windows basado en el lenguaje Basic y en la programación orientada a objetos.



**FIGURA 1 - 2 : Programa Microsoft Visual Basic 6.0**

La palabra “Visual” hace referencia al método que se utiliza para crear la interfaz grafica de usuario. En lugar de escribir numerosas líneas de código para implementar, se utiliza el ratón para arrastrar y colocar los objetos prefabricados al lugar deseado dentro del formulario.

La palabra “Basic” hace referencia al lenguaje BASIC (Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code), un lenguaje utilizado por más programadores en la historia de la informática. Visual Basic ha evolucionado a partir del lenguaje Basic original y ahora contiene centenares de instrucciones, funciones y palabras clave, muchas de las cuales están directamente relacionadas con la interfaz gráfica de Windows.

Es importante saber también, que la inversión realizada en el aprendizaje de Visual Basic ayuda a abarcar otras áreas, porque este lenguaje de programación no es exclusivo de la aplicación Visual Basic.

### 1.2.1 PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS (POO)

La programación orientada a objetos (POO) es una forma de programación que utiliza objetos, ligados mediante mensajes, para la solución de problemas. Puede considerarse como una extensión natural de la programación estructurada en un intento de potenciar los conceptos de modularidad y reutilización del código.

Los mecanismos básicos de la programación orientada a objetos son: objetos, mensajes, métodos y clases.

### **1.2.1.1 Objetos**

Un programa tradicional se compone de procedimientos y de datos. Un programa orientado a objetos se compone solamente de objetos. Un objeto es una encapsulación genérica de datos y de los procedimientos para manipularlos, dicho de otra forma, un objeto es una entidad que tiene unos atributos particulares, las propiedades, y unas formas de operar sobre ellos, los métodos. Por lo tanto, un objeto contiene por una parte, operaciones que definen su comportamiento, y por otra, variables manipuladas por estas operaciones que definen su estado.

Por ejemplo, una ventana del sistema operativo Windows es un objeto. El color de fondo de la ventana, el ancho, el alto, etc. Son propiedades. Las rutinas, lógicamente transparentes al usuario, que permiten maximizar la ventana, minimizarla, etc., son métodos.

### **1.2.1.2 Mensajes**

Cuando se ejecuta un programa orientado a objetos, los objetos están recibiendo, interpretando y respondiendo a mensajes de otros objetos. Esto marca una clara diferencia con respecto a los elementos de datos pasivos de los sistemas tradicionales. Por ejemplo, en Visual Basic un mensaje está asociado con un procedimiento, de tal forma que cuando un objeto recibe un mensaje la respuesta a ese mensaje es ejecutar el procedimiento asociado. Este procedimiento recibe el nombre de método.

Otro ejemplo; cuando un usuario quiere maximizar una ventana Windows, lo que hace simplemente es pulsar el botón de la misma que realiza esa acción. Eso, provoca que Windows envíe un mensaje a la ventana para indicar que tiene que maximizarse. Como respuesta a este mensaje se ejecutará el método programado para ese fin.

### **1.2.1.3 Métodos**

Un método se implementa en una clase de objetos y determina cómo tiene que

actuar el objeto cuando recibe un mensaje. En adición, las propiedades permitirán almacenar información para dicho objeto. Un método puede también enviar mensajes a otros objetos solicitando una acción o información.

La estructura más interna de un objeto esta oculta para otros usuarios y la única conexión que tiene con el exterior son los mensajes. Los datos que están dentro de un objeto solamente pueden ser manipulados por los métodos asociados al propio objeto.

La ejecución de un programa orientado a objetos realiza fundamentalmente tres cosas:

- a) Crea los objetos necesarios.
- b) Los mensajes enviados a unos y a otros objetos dan lugar a que se procese internamente la información.
- c) Finalmente, cuando los objetos no son necesarios, son borrados, liberándose la memoria ocupada por los mismos.

#### **1.2.1.4 Clases**

Una clase es un tipo de objetos definido por el usuario. Una clase equivale a la generalización de un tipo específico de objetos. Por ejemplo, si se piensa en un molde para hacer figuras; el molde es la clase y las figuras son los objetos.

### **1.2.2 MODULOS DE VISUAL BASIC**

El código de una aplicación Visual Basic se edita en módulos. Los módulos tienen incorporadas funciones automáticas de formato y comprobación de sintaxis. Hay tres tipos de módulos: de formulario, estándar y de clase.

#### **1.2.2.1 Modulo de formulario**

Es un fichero con extensiones “.frm” que puede contener descripciones del formulario y sus controles, así como los valores de sus propiedades, declaraciones de constantes, variables y procedimientos externos a nivel del formulario, así como procedimientos conducidos por eventos y procedimientos generales.

#### **1.2.2.2 Modulo estándar**

Es un fichero con extensión “.bas” que solo contiene declaraciones y definiciones de procedimientos, tipos y datos a los que tienen acceso otros módulos de la aplicación. Las declaraciones a nivel de módulo y las definiciones en un modulo estándar son publicas (Public) por omisión.

### 1.2.2.3 Modulo de clase

Es un fichero con extensión “.cls” que contiene la definición de una clase de objetos; esto es, la definición de cada una de sus propiedades y métodos.

## 1.2.3 LAS VARIABLES

Una variable es una ubicación de almacenamiento temporal con nombre que encuentra en memoria. Una variable es capaz de contener un cierto tipo de datos que puede modificarse durante la ejecución del programa. Un programa puede usar muchas variables, cada una con un nombre único que la identifica dentro de su propio nivel de alcance. En Visual Basic, los nombres de variables deben limitarse a 255 caracteres empezar con un carácter alfabético y no pueden contener un punto. Además, los nombres de las variables no pueden ser palabras reservadas de Visual Basic, como Sub o Function.

### 1.2.3.1 Ámbito de las variables

Se entiende por ámbito o alcance de una variable el espacio de la aplicación donde la variable es visible y por lo tanto se puede utilizar. La figura siguiente indica los lugares donde se puede declarar una variable:

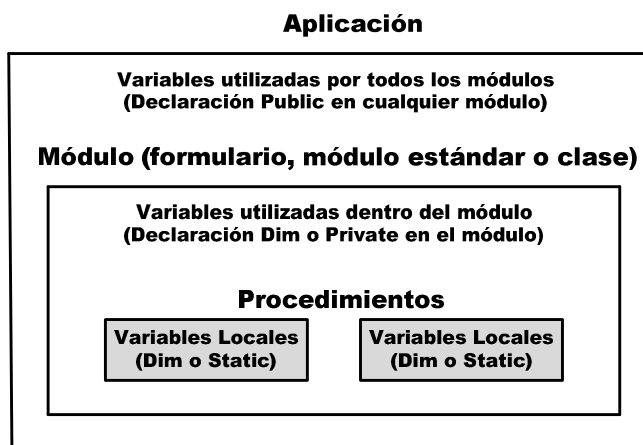


FIGURA 1 - 3 : Alcance de las variables

La tabla siguiente resume cómo debe declararse una variable en función del espacio donde deseamos que sea visible:

Variables	
Ambito	Declaración
Local	<b>Dim, Static o ReDim</b> (dentro de un procedimiento)
Módulo	<b>Dim o Private</b> (sección de declaraciones del módulo)
Global	<b>Public</b> (sección de declaraciones de un módulo)

**TABLA 1 - 1 : Declaración de variables**

A nivel del módulo, no hay diferencia entre **Dim** y **Private**, pero se aconseja utilizar **Private** en contraste con **Public**. En un procedimiento no tiene lugar esta observación, ya que no se puede utilizar ni **Private** ni **Public**.

Recuerde que un formulario (.frm) incluye controles más código y que un módulo (.bas) o una clase (.cls) incluyen sólo código.

### 1.3 LA COMUNICACIÓN SERIAL

Existen dos formas de realizar una comunicación binaria, la paralela y la serial. La comunicación paralela, tiene la ventaja de que la transferencia de datos es más rápida, pero el inconveniente es que necesitamos un cable por cada bit de dato, lo que encarece y dificulta el diseño de las placas, otro inconveniente es la capacitancia que genera los conductores por lo que la transmisión se vuelve defectuosa a partir de unos pocos metros.

La comunicación serial en cambio es mucho mas lenta debido a que transmite bit por bit pero tiene la ventaja de necesitar menor cantidad de hilos, y además se puede extender la comunicación a mayor distancia, por ejemplo; en la norma RS232 a 15 m., en la norma RS422/485 a 1200 m. y utilizando un MODEM, pues a cualquier parte del mundo.

Existen dos formas de realizar la comunicación serial: la sincrónica y la asincrónica, la diferencia entre estas dos formas de comunicación es que la comunicación sincrónica además de la línea para la transmisión de datos, necesita otra línea que contenga los pulsos de reloj, estos a su vez indican cuando un dato es valido. Por otra parte la comunicación serial asincrónica no necesita pulsos de reloj, en su lugar utiliza mecanismo como referencia tierra

(RS232) o voltajes diferenciales (RS422/485), en donde la duración de cada bit es determinada por la velocidad de transmisión de datos que se debe definir previamente entre ambos equipos.

### **1.3.1 MODOS DE TRANSMISION DE DATOS**

Los modos de transmisión de datos se dividen en cuatro tipos y estos son:

#### **1.3.1.1 Simplex**

Se dice a la transmisión que puede ocurrir en un solo sentido, sea sólo para recibir o sólo para transmitir. Una ubicación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos a la vez, un ejemplo claro es la radiodifusión, en donde la estación es el transmisor y los radios son los receptores.

#### **1.3.1.2 Half-duplex**

Se refiere a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos pero no al mismo tiempo, en donde una ubicación puede ser un transmisor y un receptor, pero no los dos al mismo tiempo, un ejemplo son los llamados radios WALKING TALKING, en donde un operador presiona el botón y habla, luego suelta el botón y el otro usuario presiona el botón para contestar.

#### **1.3.1.3 Full-duplex**

Se dice a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos y al mismo tiempo, también se los conoce con el nombre de líneas simultáneas de doble sentido, una ubicación puede transmitir y recibir simultáneamente, siempre y cuando la estación a la que está transmitiendo también sea la estación de la cual está recibiendo un ejemplo es la telefonía móvil.

#### **1.3.1.4 Full/full-duplex**

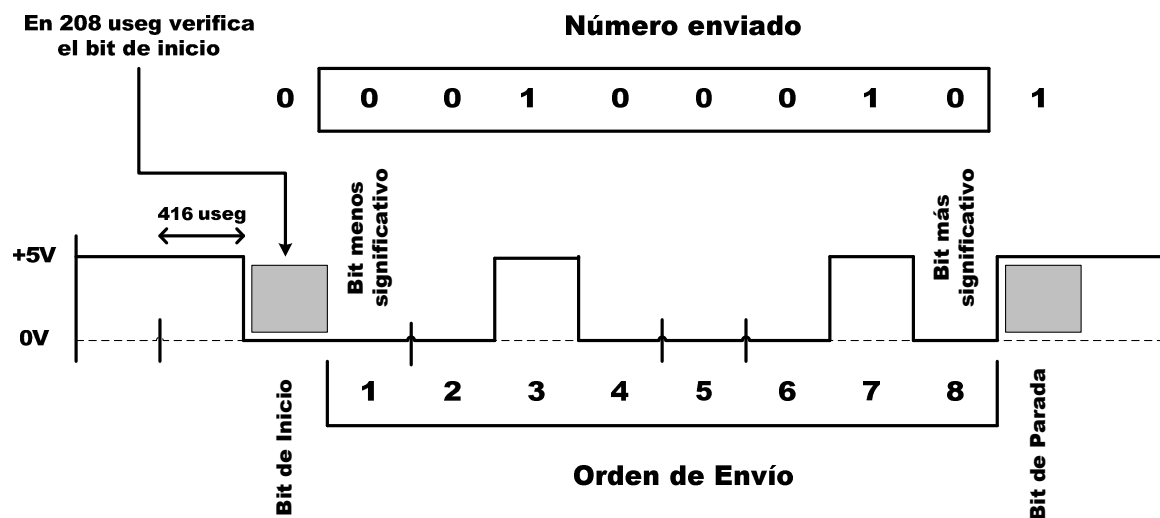
Con este modo de transmisión es posible transmitir y recibir simultáneamente, pero no necesariamente entre las dos ubicaciones, es decir una estación puede transmitir a una segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo. Esta transmisión se utiliza casi exclusivamente con circuitos de



comunicación de datos.

### 1.3.2 COMUNICACIÓN SERIAL RS232

La norma RS232 se incluye actualmente en los computadores, conocido como puerto serial y sirve para comunicarse con otras computadoras además del mouse, programadores, impresoras, etc. A continuación veremos un gráfico que muestra la forma de comunicación serial.



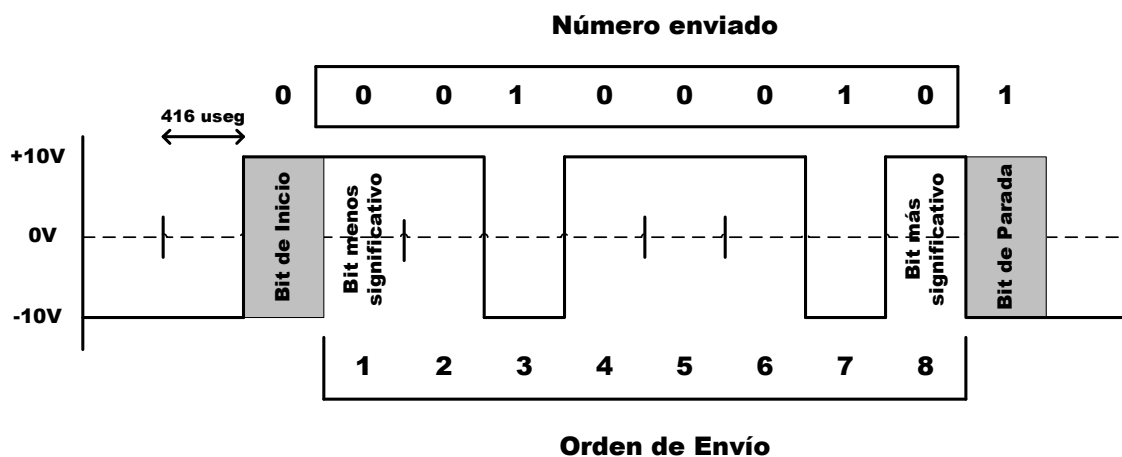
**FIGURA 1 - 4 : Estructura de un dato que se envía serialmente a 2400.8N1, (2400bits /seg., sin paridad, bits de dato y 1 bit de parada), correspondiente al número 68 carácter ASCII de "D" (%01000100), el tiempo de un bit es de 41us., por lo que el receptor revisa el bit de arranque después de 208 us., y luego cada 416 us.**

Como podemos ver la señal permanece en un nivel lógico alto mientras no realiza ninguna transferencia de datos. Para empezar a transmitir datos el transmisor coloca la línea en nivel bajo durante el tiempo de un bit (416 us para 2400bits/s), este se llama el bit de arranque, a continuación empieza a transmitir con el mismo intervalo de tiempo los bits de datos, que pueden ser de 7 u 8 bits, comenzando por los bits menos significativos y terminando por los más significativos. Al final de la transmisión de datos se envía el bit de paridad, si estuviera activa esta opción y por último los bits de parada, que pueden ser 1 o 2, después de esto la línea vuelve a un estado lógico alto, y el transmisor está listo para enviar el siguiente dato.

Como el receptor no está sincronizado con el transmisor desconoce el momento

en que empieza la transmisión, por lo que siempre debe estar en espera del cambio de estado o sea el bit de arranque, una vez que se da este bit, medio bit después vuelve a verificar si está en bajo, si no lo está no lo recibe ya que pudo ser ocasionado por un ruido en la línea, caso contrario si el estado sigue siendo bajo, empieza a recibir la transmisión hasta el bit de parada.

Para que la lectura de los datos sea correcta, ambos equipos deben estar configurados a la misma velocidad y demás parámetros y no exceder más allá de los 2 metros, pasado esta distancia los datos recibidos pueden no ser los correctos debido a la pérdida de voltaje en el cable, ruido, etc. Para distancias mayores existe el protocolo RS232, cuyos niveles de voltaje están establecidos de la siguiente manera: para señal 1 lógica (-5V a -15V) en el transmisor y (-3V a -25V) en el receptor, para señal 0 lógica (+5V a +15 V) en el transmisor y (+3V a +25V) en el receptor, es decir una lógica inversa.



**FIGURA 1 - 5 : Comunicación serial con la norma RS232, el dato enviado es el mismo que el de la figura anterior., con la diferencia que la lógica es inversa, 1 equivale a (-10) y 0 a (+10).**

### 1.3.3 COMUNICACIÓN SERIAL RS422/485

Para entender que es lo que vamos a hacer explicaremos en pocas palabras que es la interfaz serial RS422 y que es la interfaz serial RS485, estas se diseñaron para la conexión física entre computadores y terminales directamente. Estos estándares tienen grandes ventajas con respecto a la norma RS232 como por ejemplo, la distancia de comunicación de hasta 1200 m., la velocidad de transmisión de hasta 10 Mbits/seg. y el número de elementos a conectarse, para

la interfaz RS422 pueden conectarse un transmisor y hasta 10 receptores en un modo de transmisión Full-duplex, mientras que para la interfaz RS485 se pueden conectar simultáneamente hasta 32 transmisores/receptores en un sistema half-duplex, otra ventaja frente al sistema RS232 es que no requiere fuentes duales sino una fuente de alimentación de 5 voltios.

Ambas interfaces utilizan el método de medida diferencial, en la que utilizan dos líneas para la transmisión y dos para recepción, en cada par de conductores la segunda tiene un nivel de voltaje complementario al del primero, y el receptor responde a la diferencia de voltajes entre los dos conductores. Este tipo de líneas de transmisión se llaman balanceadas, y esto permite la eliminación de ruidos electrostáticos y electromagnéticos común en las dos líneas que se utilizan.

El CI. 75176 contiene un transmisor y un receptor y solo dos líneas diferenciales A y B de entrada/salida de datos, dos líneas adicionales RE y DE determinan la función que debe cumplir el integrado, permitiendo o inhibiendo la recepción o la transmisión de datos. Para este integrado el transmisor es habilitado por un 1 lógico y un 0 lógico habilita el receptor, estas dos líneas RE y DE son unidas a un puerto del PIC, en donde el microcontrolador determinará cuando transmitir y cuando recibir datos, en un sistema half-duplex.

El sistema RS422 establece una comunicación full-duplex para lo cual se requiere 2 líneas adicionales, esto se lo consigue agregando otro CI. 75176 exclusivamente para la transmisión por lo que RE y DE estarán conectados en nivel lógico alto, mientras el otro CI. 75176 se lo configura para recepción conectando los terminales control a un nivel 0 lógico, de esta manera quedan operando los 2 circuitos lineales 75176, con la ventaja de poder transmitir y recibir al mismo tiempo.

Como el microcontrolador PIC ejecuta línea por línea del programa, no es capaz de leer y recibir un dato a la vez, por lo tanto no se puede realizar una comunicación full-duplex, de esta manera no es aplicable una comunicación con la interfaz RS422, lo ideal es la interfaz RS485 ya que está diseñado para una transmisión half-duplex y de hecho este es el modo de transmisión que se utiliza en la mayoría de dispositivos comerciales basados en microcontroladores, un ejemplo de ello es la comunicación del teclado con la central de alarma, esta lo realiza mediante interfaz RS485 de 3 hilos (A ,B y masa) y un cuarto hilo alimenta

de 5V, al teclado. Una recomendación importante es que el cable a utilizarse debe ser del tipo par trenzado (Twisted-Pair), que consiste en dos conductores aislados retorcidos entre sí con lo cual se consigue una mayor inmunidad al ruido electromagnético, si el cable tiene adicionalmente una hoja conductora (blindaje) rodeándolo, se obtiene más inmunidad.

### **1.3.4 COMUNICACIÓN SERIAL SINCRONICA I2C**

Muchos de los dispositivos electrónicos que se encuentran comúnmente en una tarjeta electrónica, incluyen circuitos integrados con el bus PC, como por ejemplo las memorias 24CXX, los procesadores de señal, codificadores de video, sensores de temperatura, RTC (reloj en tiempo real), sensores ultrasónicos, etc.

El bus I2C (ínter Integrated Circuit), necesita solo 2 líneas para transmitir y recibir datos, estos son: para datos (SDA) y para la señal de reloj (SCL), esta forma de comunicación utiliza una sincronía con un tren de pulsos que viaja en la línea SCL, de tal manera que en los flancos negativos se revisan los datos RX o TX su velocidad de transmisión pueden ser de 100Kbits/seg., en el modo Standard, 400Kbits/seg., en el modo rápido y 3,4Mbits/seg., en alta velocidad. Cada dispositivo conectado al bus tiene un código de dirección seleccionable mediante software, por lo que existe una relación permanente Master/Slave. El Master es el dispositivo que inicia la transferencia en el bus y genera la señal de reloj (SCL), y el Slave es el dispositivo direccionado, sin embargo cada dispositivo reconocido por su código (dirección), puede operar como transmisor o receptor de datos, ya que la línea (SDA) es bidireccional.

### **1.3.5 TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN ASINCRÓNICA DEL PIC**

El universal sincrónico y asincrónico módulo de recepción y transmisión (USART), es uno de los dos módulos de entrada y salida serial, también conocido como interface de comunicación serial. El USART puede ser configurado como un sistema asincrónico full duplex y sincrónico half duplex que puede comunicarse con un dispositivo periférico como conversores A/D, D/A, circuitos integrados, memorias EEPROM y también con una computadora personal.

El USART puede ser configurado de los siguientes modos:

- a) Asincrónico (full duplex).

- b) Sincrónico – maestro (half duplex).
- c) Sincrónico – esclavo (half duplex).

### 1.3.6 CONVERTOR TTL - RS232

El MAX232 dispone internamente de 4 convertidores de niveles TTL al bus Standard RS232 y viceversa, para comunicación serie como los usados en los ordenadores y que ahora están en desuso, el Com1 y Com2.

El circuito integrado lleva internamente 2 convertidores de nivel de TTL a RS232 y otros 2 de RS232 a TTL con lo que en total podremos manejar 4 señales del puerto serie del PC, por lo general las mas usadas son; TX, RX, RTS, CTS, estas dos ultimas son las usadas para el protocolo handshaking pero no es imprescindible su uso. Para que el MAX232 funcione correctamente deberemos de poner unos condensadores externos, todo esto lo podemos ver en la siguiente figura en la que solo se han cableado las líneas TX y RX que son las más usualmente usadas para casi cualquier aplicación.

El circuito integrado MAX232 cambia los niveles TTL a los del estándar RS-232 cuando se hace una transmisión y cambia los niveles RS-232 a TTL cuando se tiene una recepción El circuito típico se muestra en la siguiente figura:

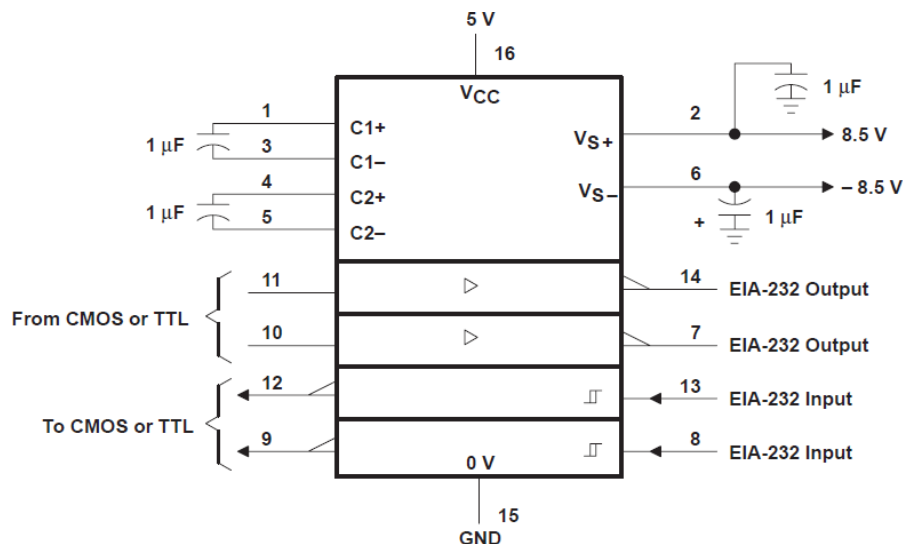


FIGURA 1 - 6 : Conexión típica circuito integrado MAX232

## 1.4 MOTORES PASO A PASO

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en

donde se requieren movimientos muy precisos.



**FIGURA 1 - 7 : Aspecto físico tipos de motores paso a paso**

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde  $90^\circ$  hasta pequeños movimientos de tan solo  $1.8^\circ$ ; es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso ( $90^\circ$ ) y 200 para el segundo caso ( $1.8^\circ$ ), para completar un giro completo de  $360^\circ$ .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas están energizadas, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

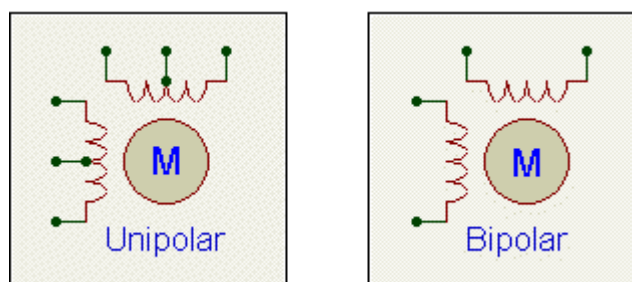
En este capítulo trataremos solamente los motores P-P del tipo de imán permanente, ya que estos son los más usados en robótica.

#### 1.4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator.

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

Existen dos tipos de motores paso a paso de imán permanente:



**FIGURA 1 - 8 : Tipos de motores paso a paso de imán permanente**

**Bipolar:** Estos tiene generalmente cuatro cables de salida. Necesitan ciertos trucos para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento.

**Unipolar:** Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexionado interno. Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar.

#### 1.4.2 SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO BIPOLARES

Como se dijo anteriormente, estos motores necesitan la inversión de la corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por la secuencia seguida.

A continuación se puede ver la tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Bipolares:

PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

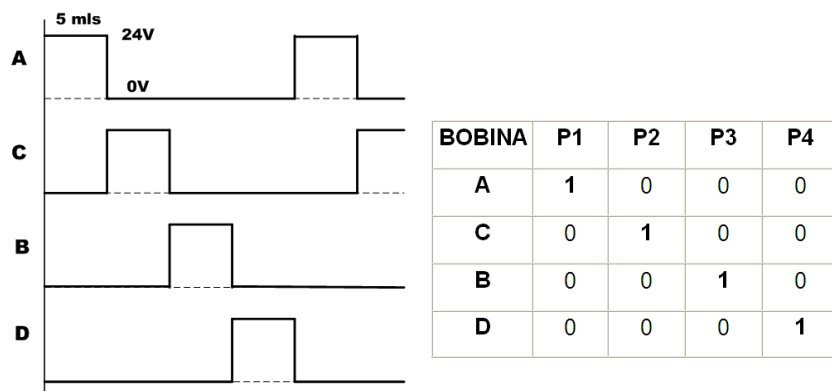
**TABLA 1 - 2 : Energizado de motores paso a paso bipolares**

#### 1.4.3 SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES

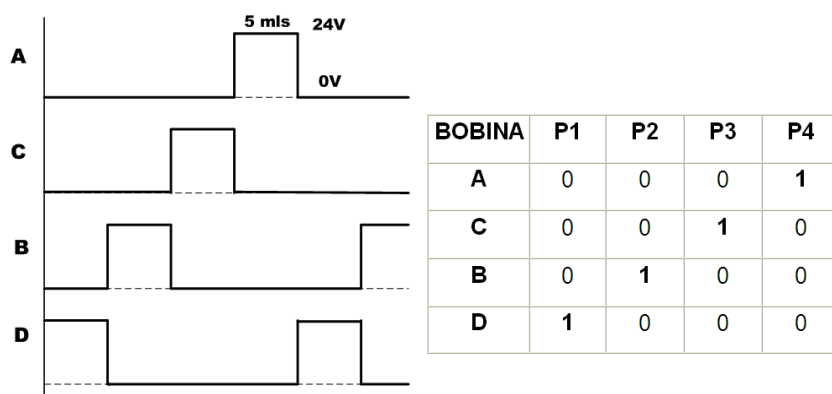
Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Todas las secuencias comienzan nuevamente por el paso 1 una vez alcanzado el paso final (4 u 8). Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

##### 1.4.3.1 Secuencia del tipo wave drive

En esta secuencia se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave. La contrapartida es que al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor.



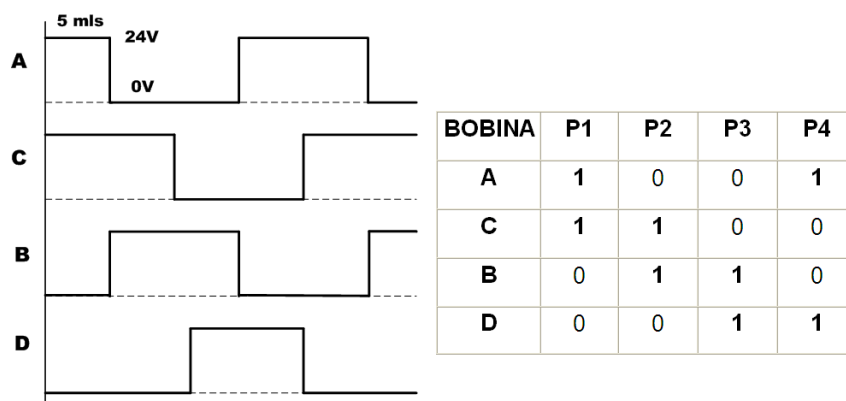
**TABLA 1 - 3 : Energizado de bobinas en secuencia por ola para giro antihorario**



**TABLA 1 - 4 : Energizado de bobinas en secuencia por ola para giro horario**

#### 1.4.3.2 Secuencia por paso completo (full step)

Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención, y consume el 40% más de corriente que el caso anterior.



**TABLA 1 - 5 : Energizado de bobinas para la secuencia de paso completo**



### 1.4.3.3 Secuencia del tipo medio paso (half step)

También conocida como secuencia a medio paso, este es una combinación de las 2 secuencias anteriores, se energiza 2 bobinas, luego 1 bobina, luego otra vez 2 bobinas y así alternadamente, como resultado el rotor avanza medio paso por cada pulso de excitación, la ventaja de esta secuencia es la disminución del avance angular, de  $7,5^\circ$  a  $3,75^\circ$ , por consiguiente para girar una vuelta completa se necesita el doble de pasos.

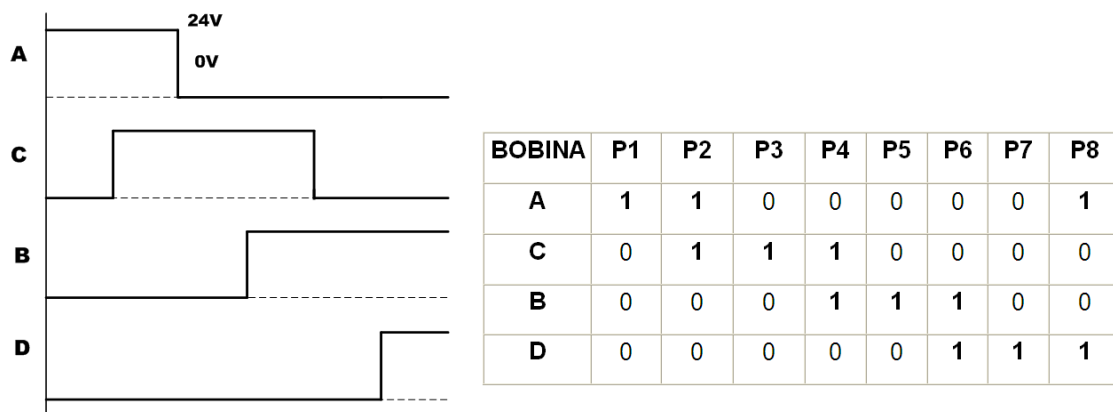


TABLA 1 - 6 : Energizado de bobinas para la secuencia de medio paso

## LOS MÓDULOS LCD

(Display de Cristal Líquido), son utilizados para mostrar mensajes que indican al operario el estado de la maquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc.

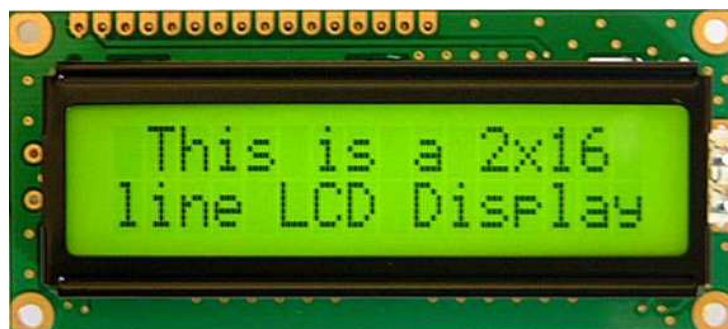


FIGURA 1 - 9 : Fotografía de un LCD 2x16 con controlador Hitachi 44780

El LCD permite la comunicación entre las máquinas y los humanos, este puede mostrar cualquier carácter ASCII, y consumen mucho menos que los displays de 7 segmentos, existen de varias presentaciones por ejemplo de 2 líneas por 8

caracteres, 2x16, 2x20, 4x20, 4x40, etc. sin backlight (14 pines) o con backlight (16 pines, iluminado de pantalla), el LCD más popular es el 2x16, 2 líneas de 16 caracteres cada una.

Los LCD se puede conectar con el PIC con un bus de 4 u 8 bits, la diferencia está en el tiempo que se demora, pues la comunicación a 4 bits, primero envía los 4 bits más altos y luego los 4 bits más bajos, mientras que la de 8 bits envía todo al mismo tiempo, esto no es un inconveniente si consideramos que el LCD trabaja en microsegundos. Pero la gran ventaja de hacer conexión a 4 bits, son los pocos cables que se deben conectar.

# PIN LCD	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	VSS	Tierra de alimentación GND
2	VDD	Alimentación de +5V CC.
3	VEE	Ajuste del contraste del cristal liquido (0 a +5V).
4	RS	Selección del registro control/datos: RS=0 reg.control RS=1 reg. Datos.
5	R/W	Lectura/escritura en LCD: R/W=0 escritura (Write) R/W=1 lectura (Read).
6	E	Habilitación: E=0 modulo desconectado E=1 modulo conectado.
7	D0	Bit menos significativo (bus de datos bidireccional).
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	Bit más significativo (bus de datos bidireccional).
15	A	Alimentación del backlight +3,5 V o +5V CC. (Según especificación técnica).
16	K	Tierra GND del backlight.

**TABLA 1 - 7 : Función de cada pin del LCD**

### 1.5.1 FUNCIÓN DE LOS PINES 1 Y 2

Están destinados para conectarle los 5 Voltios que requiere el modulo para su funcionamiento.

### 1.5.2 FUNCIÓN DEL PIN 3

Es utilizado para ajustar el contraste de la pantalla; es decir colocar los caracteres

más oscuros o más claros para poderse observar mejor.

### **1.5.3 FUNCIÓN DEL PIN 4**

Denominado "RS" trabaja paralelamente al Bus de datos del modulo LCD (Bus de datos son los Pines del (7 al 14). Este bus es utilizado de dos maneras, ya que se puede colocar un dato que representa una instrucción o se puede colocar un dato que tan solo representa un símbolo o un carácter alfa numérico; pero para que el modulo LCD pueda entender la diferencia entre un dato o una instrucción se utiliza el Pin Numero 4 para tal fin.

Si el Pin numero 4 = 0 le dirá al modulo LCD que esta presente en el bus de datos una instrucción, por el contrario, si el Pin numero 4 = 1 le dirá al modulo LCD que está presente un símbolo o un carácter alfa numérico.

### **1.5.4 FUNCIÓN DEL PIN 5**

Denominado "R/W" trabaja paralelamente al Bus de datos del modulo LCD (Bus de datos son los Pines del 7 al 14). También es utilizado de dos maneras, ya que se puede decirle al modulo LCD que escriba en pantalla el dato que esta presente en el Bus; por otro lado también se puede leer que dato esta presente en el Bus.

Si el Pin numero 5 = 0 el modulo LCD escribe en pantalla el dato que esta presente el Bus; pero si el Pin numero 5 = 1 significa que se necesita leer el dato que esta presente el bus del modulo LCD.

### **1.5.5 FUNCIÓN DEL PIN 6**

Denominado "E" que significa habilitación del modulo LCD tiene una finalidad básica: conectar y desconectar el modulo. Esta desconexión no estará referida al voltaje que le suministra la corriente al modulo; la desconexión significa tan solo que se hará caso omiso a todo lo que este presente en el bus de datos de dicho modulo LCD.

### **1.5.6 FUNCIÓN DE LOS PINES DESDE EL 7 HASTA EL 14**

Representan 8 líneas que se utilizan para colocar el dato que representa una instrucción para el modulo LCD o un carácter alfa numérico. El Bus de datos es

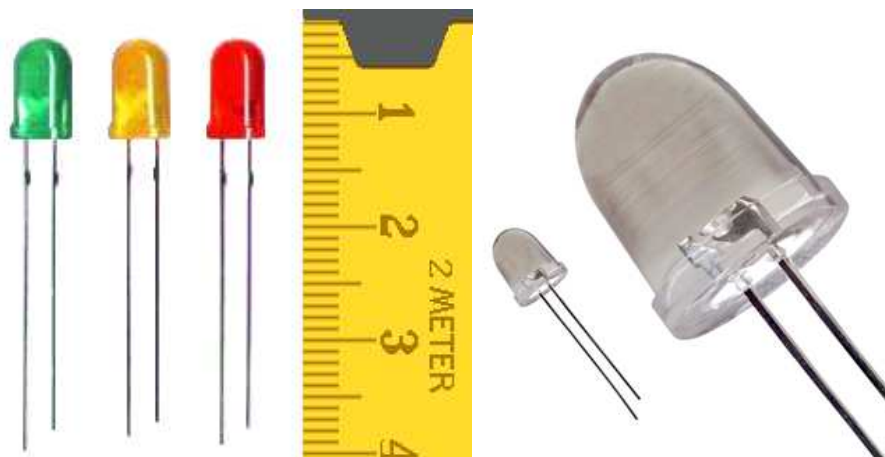
de 8 Bits de longitud y el Bit menos significativo esta representado en el Pin numero 7, el Pin mas significativo esta representado en el Pin numero 14

### 1.5.7 FUNCIÓN DE LOS PINES 15 Y 16

Están destinados para suministrar la corriente al Back Light. Es importante conocer que no todos los módulos LCD disponen del Back Light aunque tenga los pines de conexión en el circuito impreso.

## LOS LEDS

Los Leds básicamente son lámparas de estado sólido, o sea sin filamento ni gas inerte que lo rodee, ni cápsula de vidrio que lo recubra. El led es un semiconductor unido a dos terminales cátodo y ánodo (negativo y positivo respectivamente) recubierto por una resina epoxi transparente.

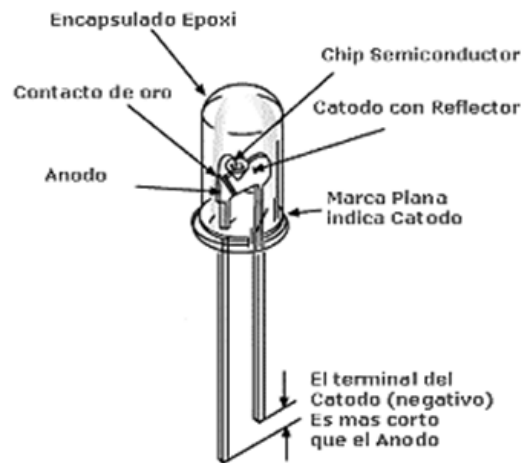


**FIGURA 1 - 10 : Aspecto físico leds de diferentes tamaños**

Cuando una corriente circula por el led se produce un efecto llamado electroluminiscencia o sea el led emite luz monocromática en frecuencias que van desde el infrarrojo pasando por todo el espectro de luz visible y llega hasta el ultravioleta.

### 1.6.1 ENCAPSULADO DE LOS LEDS

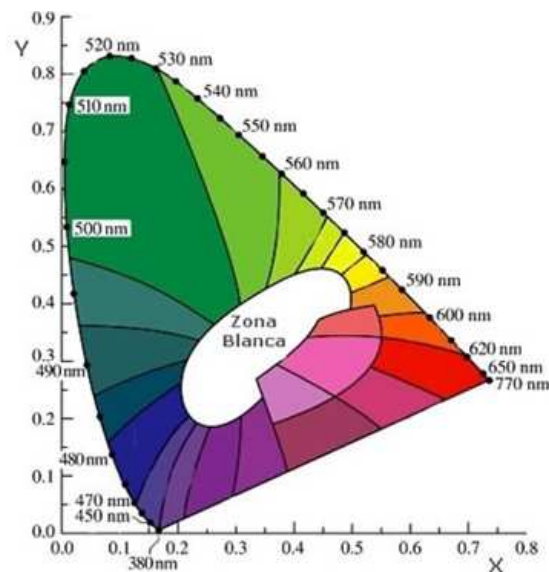
Existen numerosos encapsulados disponibles para los leds y su cantidad se incrementa de año en año a medida que las aplicaciones de los leds se hacen mas especificas.



**FIGURA 1 - 11 : Encapsulado de los leds**

### 1.6.2 FRECUENCIAS DE EMISIÓN

Para tener una idea aproximada de la relación entre la frecuencia expresada en nanómetros y su correspondencia con un color determinado es que a continuación se presenta un grafico simplificado del triangulo de Maxwell o Diagrama de Cromaticidad CIE.



**FIGURA 1 - 12 : Diagrama de cromaticidad**

Cada color se puede expresar por sus coordenadas X e Y. Los colores puros o saturados se encuentran en el exterior del triángulo y a medida que nos acercamos a su centro el color tiende al blanco. El centro de la zona blanca es el blanco puro y suele expresarse por medio de la temperatura de color, en grados

Kelvin, de un cuerpo negro. Simplificando podemos decir que un cuerpo negro al calentarse empieza a emitir ondas infrarrojas, al subir la temperatura empieza a tomar un color rojizo, esto es en los 770 nm, al seguir elevándose la temperatura, el color se torna anaranjado, amarillento y finalmente blanco, describiendo una parábola desde el extremo inferior derecho hacia el centro del triángulo. Por lo tanto cada color por donde pasa dicha parábola puede ser representado por una temperatura equivalente. El centro del triángulo (blanco puro) se corresponde con una temperatura de 6500 K. El tono de los leds blanco viene expresado precisamente en grados kelvin. Una temperatura superior significa un color de emisión blanco – azulado.

### 1.6.3 CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LOS LEDS

#### 1.6.3.1 Dimensiones y color del diodo

Actualmente los Leds tienen diferentes tamaños, formas y colores.

Se encuentra Leds redondos, cuadrados, rectangulares, triangulares y con diversas formas. Los colores básicos son rojo, verde y azul, aunque se puede encontrar también naranjas, amarillos incluso hay Leds de luz blanca.

Las dimensiones en los Leds redondos son 3mm, 5mm, 10mm y los gigantes de 20 mm.

#### 1.6.3.2 Ángulo de vista

Esta característica es importante, pues de ella depende el modo de observación del Led, es decir, el empleo práctico de aparato realizado.

Cuando el Led es puntual la emisión de luz sigue la ley de Lambert, permite tener un ángulo de vista relativamente grande y el punto luminoso se ve bajo todos los ángulos.

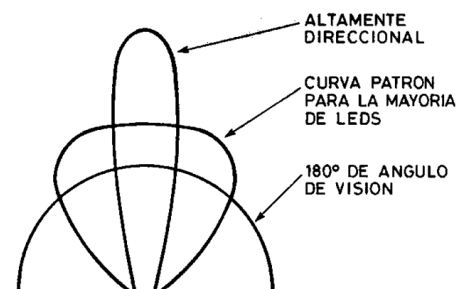
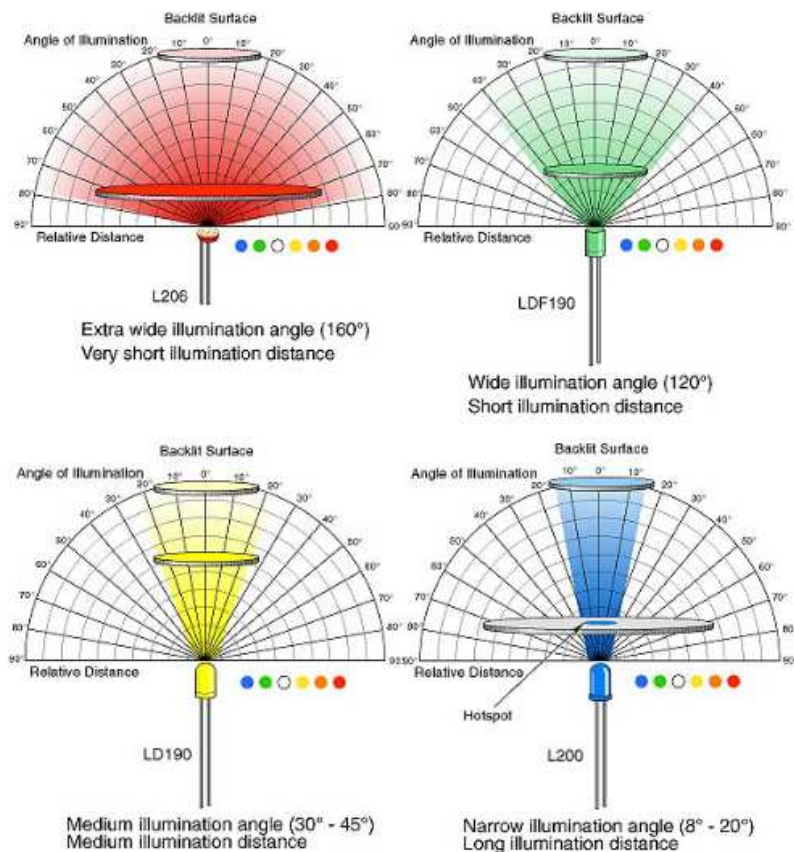


FIGURA 1 - 13 : Emisión de luz según la Ley de Lambert



**FIGURA 1 - 14 : Superficies de iluminación usando diferentes colores de Leds**

### 1.6.3.3 Luminosidad

La intensidad luminosa en el eje y el brillo están intensamente relacionados. Tanto si el Led es puntual o difusor, el brillo es proporcional a la superficie de emisión. Si el Led es puntual, el punto será más brillante, al ser una superficie demasiado pequeña. En uno difusor la intensidad en el eje es superior al modelo puntual.

### 1.6.3.4 Consumo

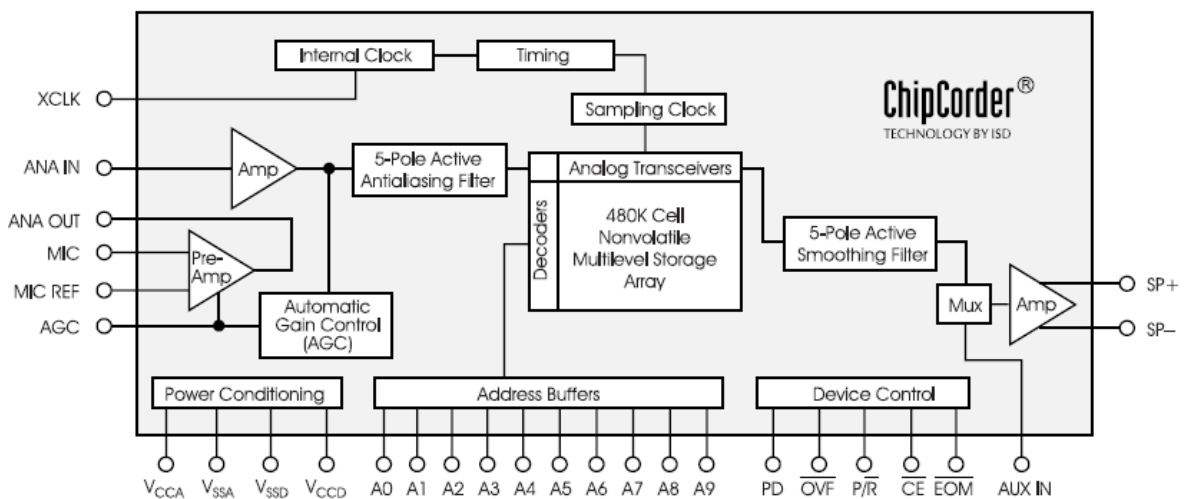
El consumo depende mucho del tipo de Led que se elija.

Color	Caída de tensión ( VLED ) V	Intensidad máxima ( ILED ) mA	Intensidad media ( ILED ) mA
Rojo	1.6	20	5 – 10
Verde	2.4	20	5 – 10
Amarillo	2.4	20	5 – 10
Naranja	1.7	20	5 – 10

**TABLA 1 - 8 : Caída de tensión e intensidad**

## 1.7 MEMORIA ISD25120P

Dispositivos ISD (Information Storage Devices). El ISD25120P proporciona servicios de grabación y reproducción de mensajes vocales con una duración de 120 segundos, integrados en un solo circuito integrado. El dispositivo de clase CMOS integra todos los elementos necesarios para la digitalización y posterior reproducción de las señales, para lo cual incorpora el oscilador, preamplificador para micrófono, control automático de ganancia (AGC), filtro "antialiasing", filtro de reconstrucción, amplificador de audio y una memoria no volátil con una estructura multi-nivel que permite la grabación de varios mensajes (Ver figura 1-15).



**FIGURA 1 - 15 : Diagrama de Bloques del ISD25120P**

Una de las ventajas del ISD 25120P reside en la utilización de una memoria EEPROM capaz de conservar el mensaje durante 100 años sin necesidad de alimentación y permitiendo que pueda ser regrabado en el orden de 100.000 veces. Merece la pena detenerse en este punto por lo peculiar de esta memoria.

El chip de ISD almacena en esta memoria el dato en formato analógico directamente, por lo que se ahorra en el proceso dos conversiones, la A/D al grabar y la D/A al reproducir.

Cabe reseñar que el dispositivo puede funcionar de dos formas, en **Modo de Dirección** y en **Modo de Función**. En el primer modo la dirección proporcionada por las entradas de dirección marcará el inicio de la grabación o reproducción de los mensajes, mientras que en el segundo modo se han integrado 7 funciones



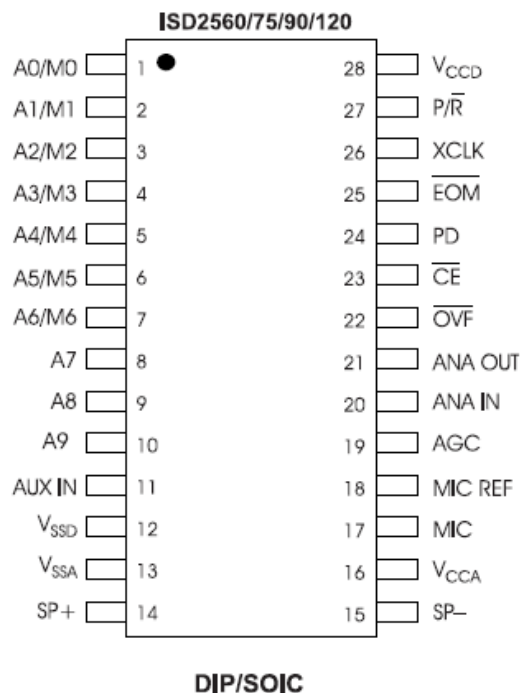
(M0 - M6) que permiten la utilización del dispositivo de una forma sencilla.

### 1.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL ISD 25120P

- Fácil uso del chip en la grabación y reproducción de voz.
- Alta calidad, reproducción natural de voz o audio.
- Manejo manual o a través de un microcontrolador, reproducción activada por flanco o por nivel.
- Duración de 120 segundos en un solo chip.
- Previsto para conexiones en cascada para largas duraciones de tiempo.
- Power – Down automático (Corriente en standby típico de 1µA).
- Almacenamiento del mensaje en potencia cero.
- Completamente direccionable para almacenar mensajes múltiples.
- Reloj oscilador interno.
- Fuente de alimentación de 5 VDC.
- Tipo de empaquetamiento: SIOC, DIP, TSOP.

### 1.7.2 DESCRIPCIÓN DE PINES DEL ISD 25120P

A continuación se describe los pines de mayor importancia.



**FIGURA 1 - 16 : Asignación de Pines del ISD25120P**

### **1.7.2.1 Alimentación (VCCA, VCCD, VSSA, VSSD)**

La tensión de alimentación es de 5 voltios. Para reducir al mínimo el ruido, las partes digital y analógica de los circuitos disponen de entradas de alimentación independientes.

### **1.7.2.2 Entrada de corte de corriente (PD - Power Down)**

Cuando la señal PD se pone a nivel alto el circuito entra en el modo de muy bajo consumo. Cuando se produce la condición de desbordamiento de la memoria, PD se utiliza para llevar el direccionamiento al inicio de la zona de grabación o reproducción.

### **1.7.2.3 Entrada para habilitar circuito (CE – Chip Enable)**

La entrada CE debe ponerse a nivel bajo para habilitar la operación del circuito. Las direcciones de entrada y la señal de grabación/ reproducción (P/R) son capturadas durante el flanco de bajada de la señal.

### **1.7.2.4 Entrada de reproducción / grabación (P/R – Playback / Record)**

La entrada P/R permite seleccionar entre el modo de reproducción (nivel alto) y el de grabación (nivel bajo). Durante un ciclo de grabación la dirección de comienzo se proporciona a través de las correspondientes entradas y se detiene cuando se pone a nivel alto cualquiera de las señales PD o CE, o cuando se produce un desbordamiento. Cada vez que se termina un ciclo de grabación mediante las señales PD o CE, se pone una marca de fin de mensaje (EOM) en la dirección de memoria donde se finalizó. Durante un ciclo de reproducción se proporciona la dirección de comienzo y la grabación se reproduce de manera continua hasta que se encuentra una marca de fin de mensaje (EOM).

### **1.7.2.5 Señal de fin de mensaje y de funcionamiento (EOM)**

La salida EOM genera un pulso a nivel bajo al final de cada mensaje.

### **1.7.2.6 Señal de desbordamiento (OVF)**

Se genera un pulso a nivel bajo cuando se agota el espacio de memoria. La salida

OVF sigue a la entrada CE hasta que se reinicia el puntero de memoria con la señal PD. Esta salida puede utilizarse para la conexión de varios dispositivos en cascada.

#### **1.7.2.7 Entrada de micrófono (MIC)**

La entrada va conectada a un preamplificador integrado junto con un control automático de ganancia (AGC) que regula la ganancia de éste desde  $-15$  hasta  $24$  dB. La conexión de un micrófono externo deberá hacerse a través de un condensador serie de desacoplo que, junto con la resistencia interna de  $10\text{ K}\Omega$  de la entrada, determina la frecuencia de corte inferior.

#### **1.7.2.8 Entrada de referencia de micrófono (MIC REF)**

Es la entrada no inversora del preamplificador para la conexión del micrófono y proporciona una cancelación de ruido gracias a su elevado grado de rechazo al modo común.

#### **1.7.2.9 Entrada del control automático de ganancia (AGC)**

El control automático de ganancia permite cubrir un amplio margen de niveles de entrada procedentes del micrófono, que van desde un pequeño susurro hasta sonidos muy altos. El tiempo de activación viene determinado por la constante de tiempo que conforma un condensador externo conectado entre AGC y VSSA y la resistencia interna de  $5\text{ K}\Omega$ . El tiempo de desactivación viene determinado por la constante de tiempo asociada al condensador externo anterior junto con una resistencia externa conectada en paralelo con él. Los valores de  $4.7\mu\text{F}$  y  $470\text{ K}\Omega$  para el condensador y la resistencia respectivamente dan en la mayoría de los casos un resultado satisfactorio.

#### **1.7.2.10 Salida analógica (ANA OUT)**

La salida del conjunto preamplificador – control automático de ganancia se conduce a través de este pin.

#### **1.7.2.11 Entrada analógica (ANA IN)**

A través de esta entrada se conduce la señal al chip para su grabación. La señal de entrada debe desacoplarse con un condensador externo de  $0.1\mu\text{F}$  en serie con una resistencia de  $5.1\text{K}\Omega$ , incluso si procede de la salida ANA OUT (caso de un micrófono), debiendo tenerse en cuenta que este condensador junto con la resistencia interna de  $3\text{K}\Omega$  de la entrada conforma un filtro paso bajo que pudiera recortar la señal.

#### **1.7.2.12 Salidas de altavoz (SP+ y SP-)**

Salida diferencial para altavoces capaz de proporcionar 50 mW sobre un altavoz con impedancia de  $16\Omega$  si la señal procede de AUX IN o 12.2 mW si procede de la memoria. Cuando se usan varios dispositivos no se deben conectar en paralelo las salidas de altavoz, ya que podría dañar los dispositivos. Nunca se deben poner a masa las salidas de altavoz.

#### **1.7.2.13 Entradas de dirección y modo (AX / MX)**

Las entradas de dirección y modo tienen dos funciones dependiendo de cómo se conecten los dos bits más significativos (A8 y A9). Si cualquiera de estos dos bits o ambos se conectan a masa, las entradas desde A0 a A8 se interpretan como bits de dirección. Cuando ambos bits A8 y A9 se conectan a nivel alto, las entradas desde M0 a M6 se interpretan como bits indicativos de cada modo de función. De los siete modos posibles sólo seis están operativos.

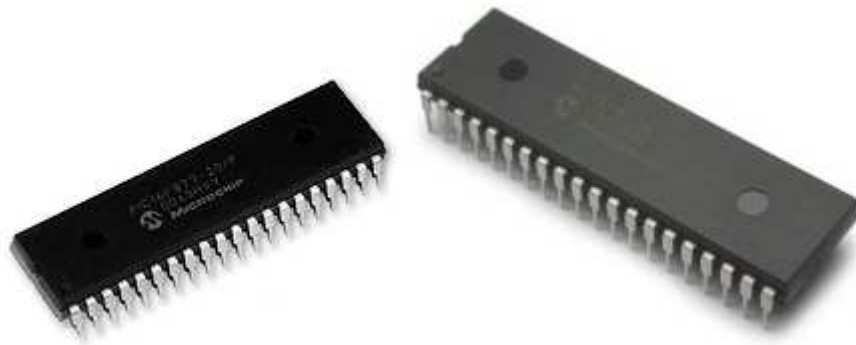
Es posible combinar varios modos a la vez. La especificaciones técnicas del ISD 25120P, detalla plenamente los modos de función.

## CAPITULO II

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN MODULO DIDÁCTICO

#### 2.1 CRITERIO DE ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC

Para el desarrollo del proyecto modulo didáctico se ha elegido una familia de microcontroladores los **PIC** de **MICROCHIP TECHNOLOGY Inc.** Y dentro de dicha familia seleccione un modelo en concreto el **PIC 16F877A**.



**FIGURA 2 - 1 : Microcontrolador PIC 16F877A**

A continuación daré una breve descripción de lo que posee este microcontrolador:

1. Memoria de programa FLASH de 8192 Words.
2. Memoria de datos EEPROM de 256 bytes.
3. Memoria RAM de 368 bytes.
4. Contiene el universal sincrónico y asincrónico modulo de transmisión y recepción (USART).
5. Rango de voltaje de operación: (2,0 V a 5,5 V).
6. Soporta 100,000 ciclos de borrado y escritura en la memoria de programa.
7. 8 conversores Análogo – Digital A/D.
8. 33 líneas de entrada y salida:
  - a) Puerto A trabaja a 6 bits.
  - b) Puerto B trabaja a 8 bits.

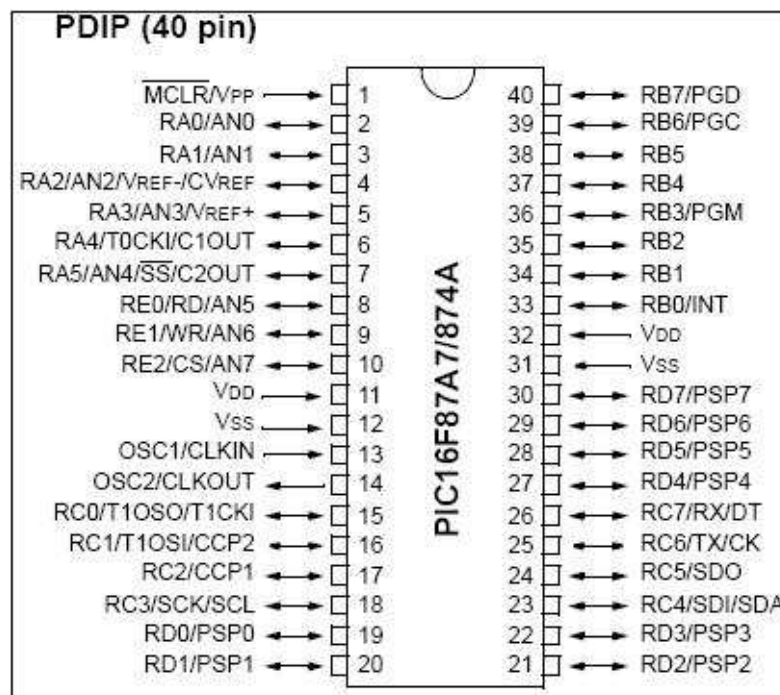
- c) Puerto C trabaja a 8 bits.
- d) Puerto D trabaja a 8 bits.
- e) Puerto E trabaja a 3 bits.

### Desventajas:

1. Necesita un oscilador externo.
2. Necesita de una resistencia Pull - Up conectado al Master Clear (MCLR).

Las razones que he considerado a la hora de seleccionar este tipo de microcontrolador son:

1. Mayor número de puertos para trabajar como salidas y entradas.
2. Contiene un módulo de entrada y salida serial USART (interface de comunicación serial).
3. Posee conversores análogo - digital A/D.
4. Capacidad de almacenamiento de datos.
5. Facilidad de adquisición en el mercado local exigiendo bajo presupuesto.
6. Política comercial de total información y documentación
7. Las herramientas de desarrollo son asequibles.



**FIGURA 2 - 2 : Distribución de pines del microcontrolador PIC 16F877A**

## 2.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

El modulo didáctico dispone de una fuente de voltaje externa que tiene los siguientes datos de placa:

<b>UNIV POWER: SWITCHING POWER ADAPTOR</b>	
<b>MODEL NO:SA-072AOF</b>	
<b>Input Voltage</b>	100 ~ 250 VAC
<b>Input Frequency</b>	47 ~ 63 Hz
<b>Input Current</b>	0.4 A (rms)
<b>Output Voltage</b>	7.5 VDC
<b>Output Current</b>	2 Amps
<b>Operation Temperature</b>	0 C ~ 40 C
<b>Storage Temperature</b>	-10 C ~ +85 C
<b>Line Regulation</b>	+1% MAXIMUM
<b>Hold-up Time</b>	10 msec at 115Vac

**TABLA 2 - 1 : Datos de placa fuente de voltaje externa**

La fuente de voltaje externa es una fuente switching tolera voltajes de entrada que varían desde: 100 a 250VAC; y provee un voltaje de salida de 7.5VDC, con una corriente máxima de salida de 2A.

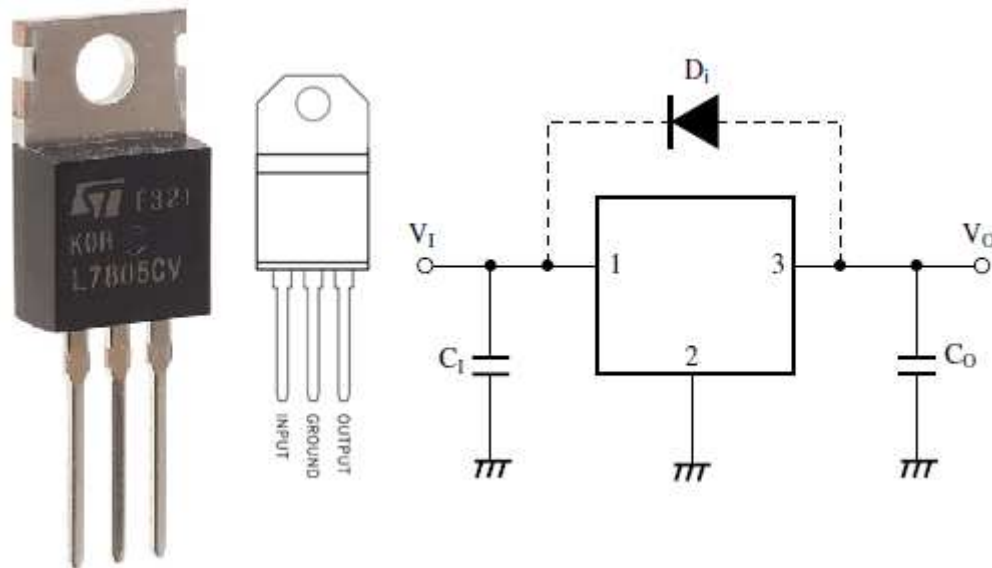


**FIGURA 2 - 3 : Fuente de voltaje externa y sus respectivos plugs (AC) y (DC)**

### 2.2.1 ETAPA DE REGULACION DEL VOLTAJE

La etapa de regulación del voltaje es la encargada de proporcionar el voltaje adecuado para los distintos integrados del modulo. Esta etapa aprovecha la fuente de voltaje externa o fuente switching.

Esta etapa se encarga de convertir el voltaje positivo 7.5 V, proveniente de la fuente de voltaje externa, en voltaje positivo fijo de + 5 V mediante el regulador L7805; este regulador requiere un voltaje de entrada mínimo de 7.3 V.



**FIGURA 2 - 4 : Diagrama del regulador L7805 con la función de cada uno de sus pines**

En el diseño utilizo el circuito de protección que el fabricante de la marca: PANASONIC AN78xxF (**VER ANEXO A**), recomienda al conectar un circuito básico de regulación de voltaje.

**C<sub>i</sub>**: Cuando la línea de entrada es larga, se debe conectar un capacitor cerámico con valores desde (0.1uF a 0,47 uF), cerca del pin de entrada.

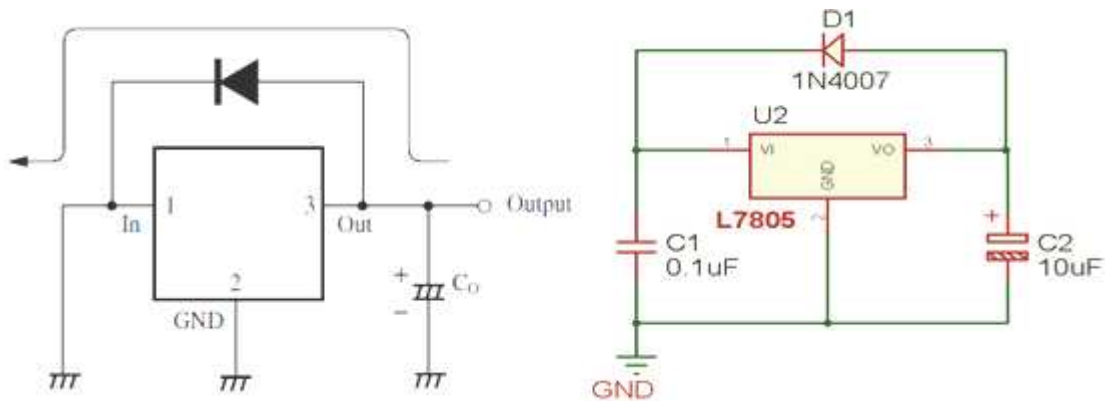
Se ha escogido conectar un capacitor cerámico de: **C<sub>1</sub>=0.1uF**.

**C<sub>o</sub>**: Protege de algún repentino cambio de corriente de carga y mejora la respuesta transitoria del voltaje salida, se debe conectar un capacitor electrolítico con valores desde (10uF a 100uF).

Se ha escogido conectar un capacitor electrolítico de: **C<sub>2</sub>=10uF**.

**D<sub>i</sub>**: En el capacitor de salida C<sub>o</sub>, se almacena un voltaje residual y después de apagar la fuente de poder es probable que fluya una corriente desde el pin de salida y dañe el C<sub>i</sub>, entonces es necesario conectar un diodo como muestra la figura 2- 5. Para contrarrestar este efecto se ha escogido conectar un diodo **D<sub>1</sub>=1N4007**.





**FIGURA 2 - 5 : Protecciones para un circuito de regulación de voltaje**

A la salida del regulador el diseño incluye su respectivo led indicador de encendido del hardware del modulo didáctico.

### 2.2.2 PROTECCIONES

Proteger el hardware del modulo didáctico es indispensable. La fuente de voltaje externa puede entregar una corriente máxima de 2A, para evitar daños, se utiliza un fusible para que no sobrepasen corrientes mayores a 1A.



**FIGURA 2 - 6 : Fusible y portafusible**

El circuito integrado L7805 requiere un disipador para un funcionamiento normal y prolongado.

Se utiliza un capacitor (**C3=0.1uF**) conectado en paralelo al microcontrolador PIC entre: VCC (pin11) y GND (pin 12); este evita un mal funcionamiento que podría ocurrirle, en especial cuando se utiliza un parlante.

### 2.2.3 CIRCUITO ESQUEMÁTICO FUENTE DE ALIMENTACIÓN

En la **FIGURA 2-7**, se observa el circuito esquemático fuente de alimentación.

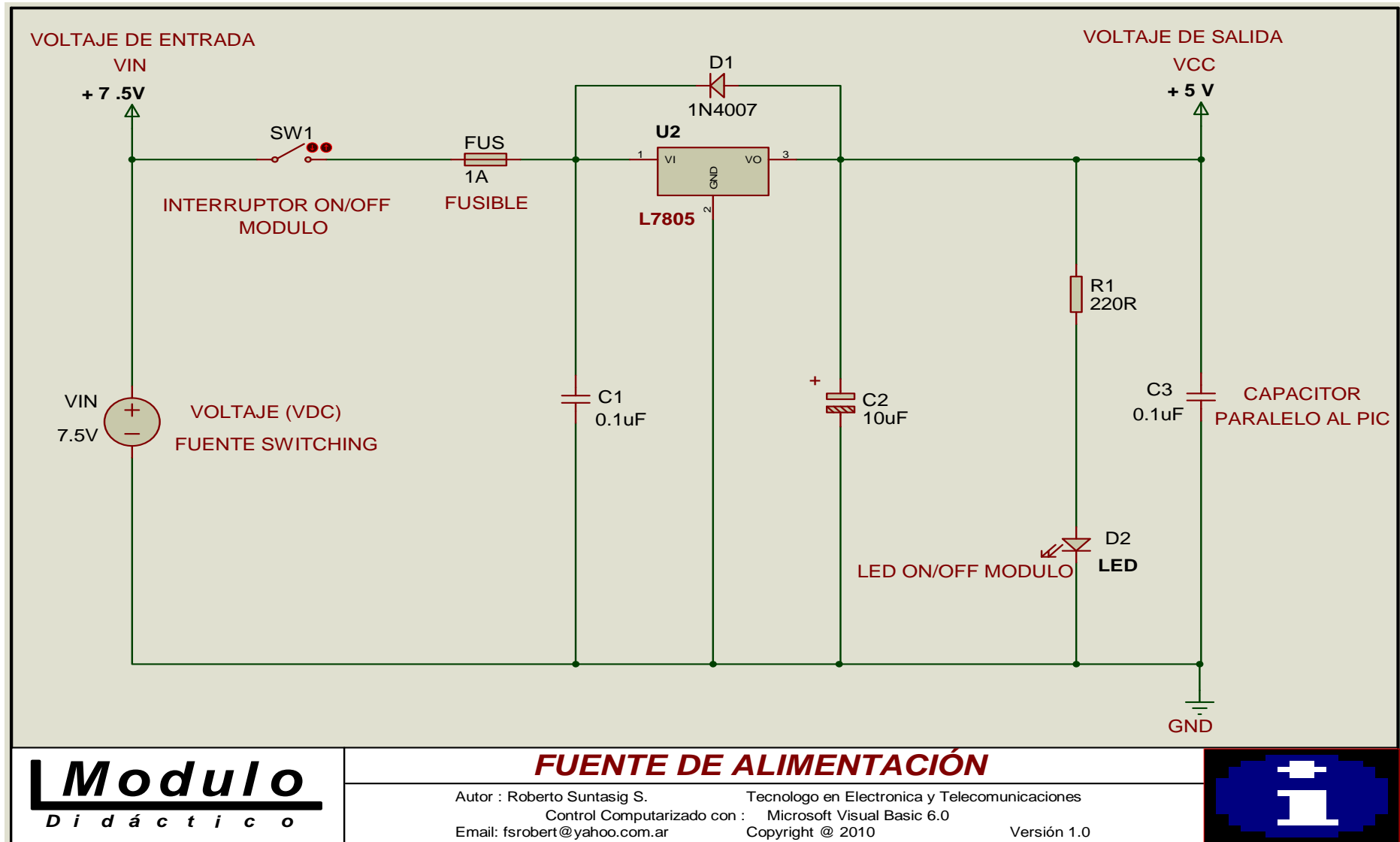


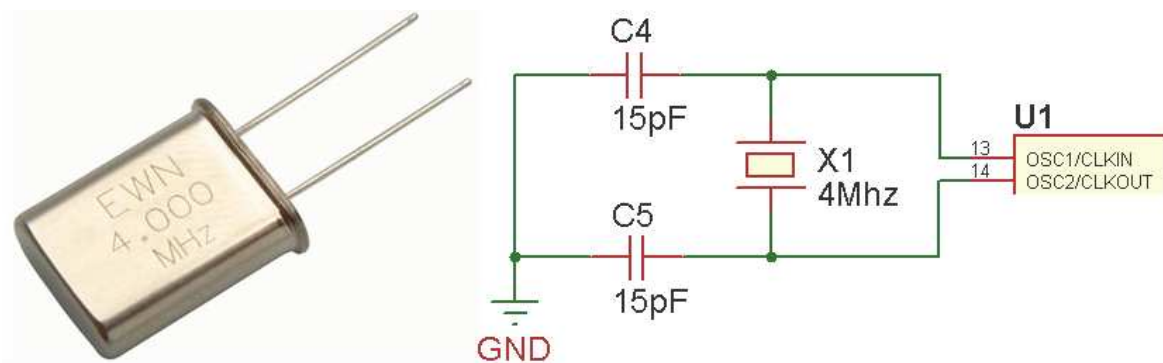
FIGURA 2 - 7 : CIRCUITO ESQUEMÁTICO FUENTE DE ALIMENTACIÓN

## 2.3 OSCILADOR (XT) Y RESET (MCRL)

### 2.3.1 OSCILADOR XT

El modulo didáctico trabaja con comunicación serial por lo tanto el microcontrolador PIC necesita precisión; entonces se utiliza un cristal oscilador externo de **4MHZ**, en modo **oscilador XT**, esto debido a que los cristales son muy precisos en cuanto a la frecuencia que entregan, un oscilador interno RC no tiene muy buena precisión.

En la conexión del oscilador se colocan en paralelo dos capacitores de 15pF, valor que recomienda el fabricante cuando se utiliza un cristal de 4MHz, (**VER ANEXO B**).



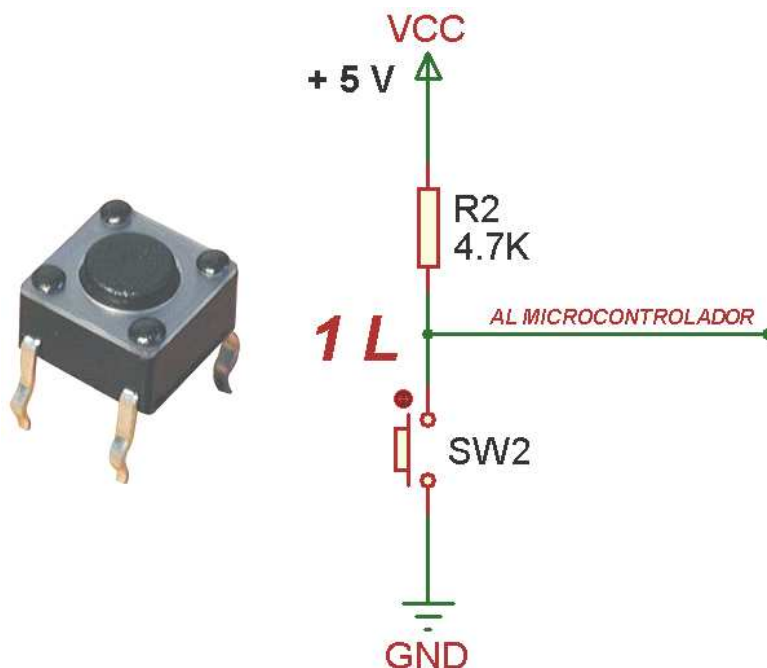
**FIGURA 2 - 8 : Diagrama de conexión de un cristal externo**

### 2.3.2 RESET (MCRL)

El pin MCLR en el PIC16F877A y el pin RESET en el ATTINY2313 son activados en bajo (0L) y activados externamente. Esto me permite en todo momento, resetear al modulo didáctico (reinicializar los programas del PIC y el ATTINY2313 en el momento que se lo requiera).

Al utilizar un RESET externo se deberá conectar una resistencia de pull-up de valor 4.7KΩ. La resistencia permite bajar la corriente de entrada para que los microcontroladores funcionen correctamente, evita que no sobrepase el nivel de corriente, debido a que el microcontrolador PIC puede soportar una corriente máxima de entrada de 25mA (**VER ANEXO B**).

El reset requiere un diagrama de conexión del pulsador en 1 lógico (1L)

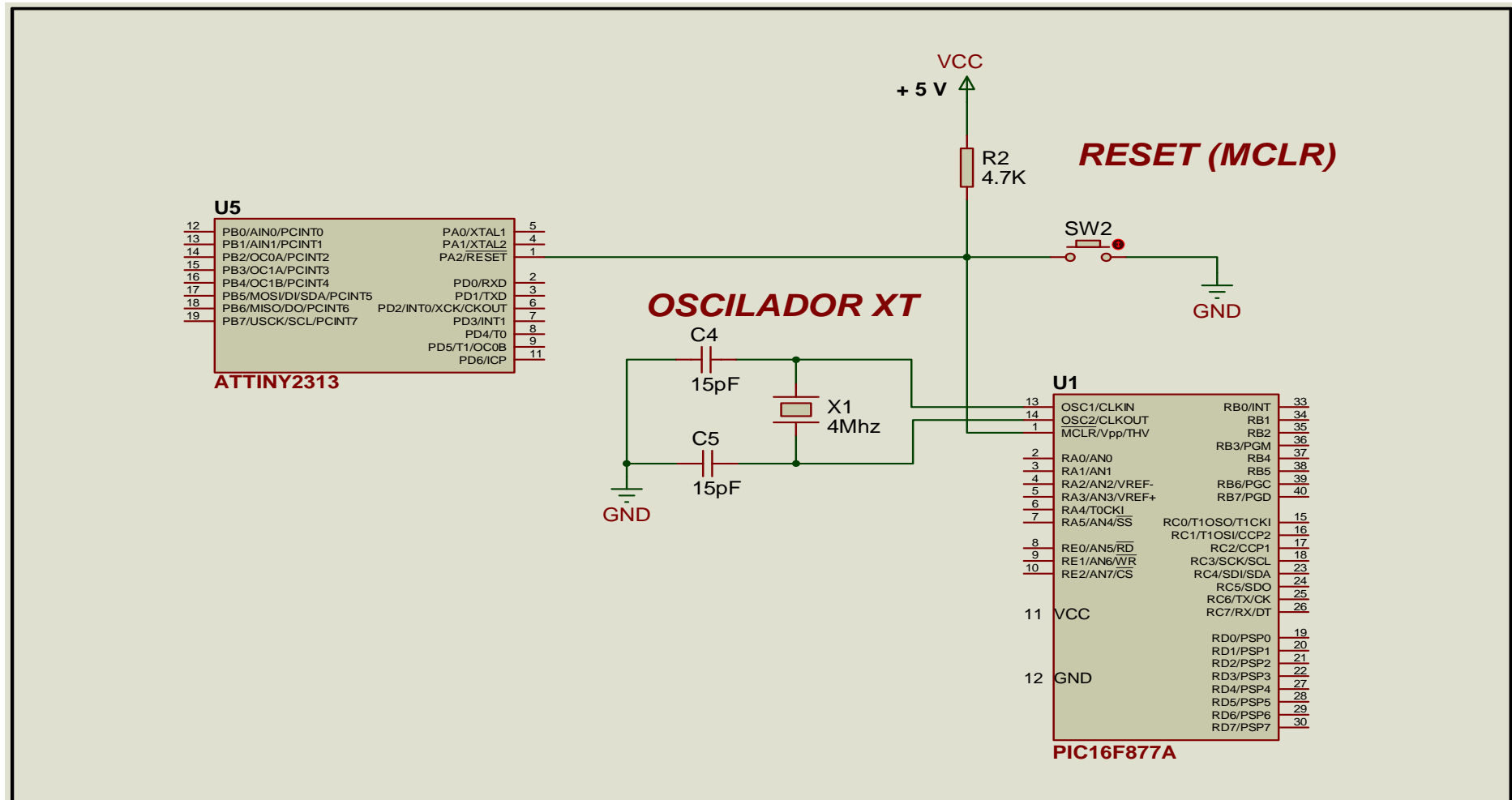


**FIGURA 2 - 9 : Diagrama de conexión en 1 lógico (1L)**

Se conoce como 1L porque Vcc (5V) se encuentra conectado a través de una resistencia al microcontrolador, y el pulsador genera (0L), cuando este sea presionado, el voltaje se desvía a tierra y en este caso el microcontrolador detecta un cambio de estado de (1L) a (0L).

### **2.3.3 CIRCUITO ESQUEMÁTICO OSCILADOR XT Y RESET (MCRL)**

En la **FIGURA 2-10**, se observa el circuito esquemático oscilador XT y reset (MCRL).



**Modulo**  
D i d á c t i c o

**OSCILADOR XT Y RESET ( MCLR )**

Autor : Roberto Suntasig S.

Tecnologo en Electronica y Telecomunicaciones

Control Computarizado con : Microsoft Visual Basic 6.0

Email: fsrobert@yahoo.com.ar

Copyright © 2010

Versión 1.0



**FIGURA 2 - 10 : CIRCUITO ESQUEMÁTICO OSCILADOR XT Y RESET (MCLR)**

## 2.4 INTERFAZ MICROCONTROLADOR - PC

El modulo didáctico contiene un software (interfaz gráfica de usuario diseñado en Visual Basic 6.0), utilizada para la comunicación desde el computador al hardware del modulo didáctico (microcontrolador PIC), utilizando el interfaz<sup>1</sup> RS-232, dado por el estándar RS-232C. La conexión a establecer es half-duplex bidireccional<sup>2</sup> asíncrona.

Los puertos serie, también son llamados puertos de comunicación (COM).

El puerto serie RS-232C, presente en todos los computadores actuales, consiste de un conector tipo DB-9 de 9 pines. La velocidad de transmisión empleada es 9600 baudios (bits por segundo), es posible tener cables de hasta 15 metros.

### 2.4.1 CONECTORES DB9 (ESTÁNDAR ISO<sup>3</sup> 2110)

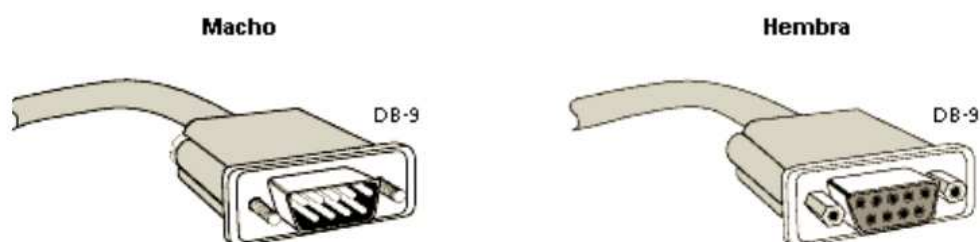


FIGURA 2 - 11 : Conectores DB9 macho y hembra

### 2.4.2 ESPECIFICACIONES FUNCIONALES (DADA POR LA RECOMENDACIÓN V.24 DE UIT-T<sup>4</sup> PARA EL CONECTOR DB9)



FIGURA 2 - 12 : Distribución de pines conector DB9 macho

<sup>1</sup> Las interfaces son puntos en los cuales un Equipo Terminal de datos (DTE) se conecta con otro llamado Equipo de Control de Datos (DCE).

<sup>2</sup> La comunicación bidireccional permite a cada dispositivo recibir datos, así como también transmitirlos.

<sup>3</sup> ISO: Organización Internacional de Estándares

<sup>4</sup> UIT-T: Unión Internacional de Telecomunicaciones, sección Telecomunicaciones

Cada pin puede ser de entrada o de salida, cada uno de ellos tienen una función específica:

DB9 CONECTOR DE 9 PINES		
PIN	NOMBRE	ABREVIATURA
1	Carrier Detect (Detección de Portadora)	DCD
2	Receive Data (Datos Recibidos)	RD
3	Transmit Data (Datos Transmitidos)	TD
4	Data Terminal Ready (Terminal Preparado)	DTR
5	Signal Ground (Señal de Tierra)	SG
6	Data Set Ready (Enlace de datos listo)	DSR
7	Request To Send (Solicitud de Envío)	RTS
8	Clear To Send (Libre para enviar)	CTS
9	Ring Indicator (Indicador de Llamada)	RI

**TABLA 2 - 2 : Función pines conector DB9**

El módulo didáctico utiliza solamente tres pines:

**PIN 2. Receive Data (Receptor).** La computadora recibe la información enviada por el hardware del módulo didáctico.

**PIN 3. Transmit Data (Transmisor).** La computadora envía información al hardware del módulo didáctico.

**PIN 5. Signal Ground (Tierra).** Este pin es puesto a tierra.

### 2.4.3 COMPUTADORES CON CONECTORES USB

Existen computadores que solo contienen conectores USB (Universal Serial Bus [Bus serie universal]), en cuyo caso se requiere la conexión de un convertidor USB a RS-232, el cual lo podemos encontrar en el mercado local exigiendo bajo presupuesto, el convertidor se utiliza para conectar la PC al hardware del módulo didáctico.



**FIGURA 2 - 13 : Cable convertidor de USB a RS-232**

## 2.4.4 COMUNICACION SERIAL USANDO EL HADWARE INTERNO DEL MICROCONTROLADOR PIC USART

EL microcontrolador PIC 16F877A tiene el hardware interno USART (UNIVERSAL SYNCHRONOUS ASYNCHRONOUS RECEIVER TRANSMITTER), usado para la comunicación serial, donde:

- Los datos son recibidos en el pin (26 - RC7/RX/DT)
- Los datos son enviados por el pin (25 - RC6/TX/CK)

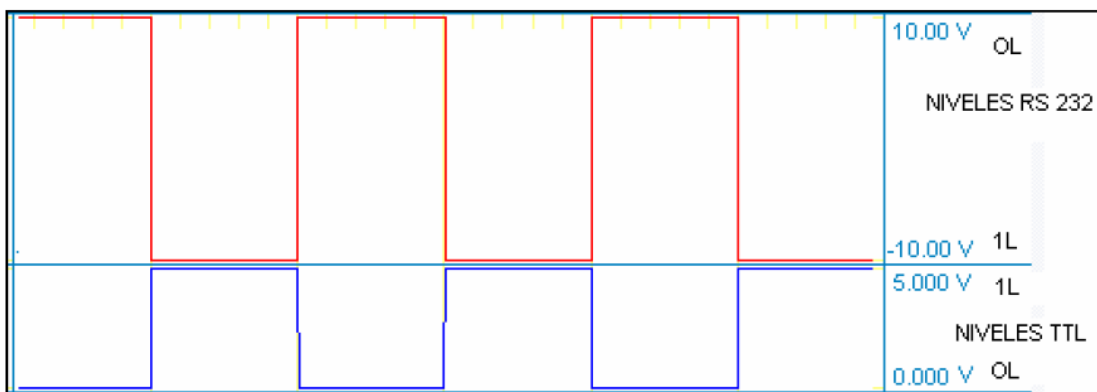
## 2.4.5 CIRCUITO CONVERTIDOR DE NIVELES TTL/RS232

El puerto serial de la PC maneja valores del estándar RS-232C.

**Niveles RS - 232.** Los puertos RS232 identifican los voltajes negativos entre -3 [V] y -12 [V] como 1 lógico (nivel lógico alto) y los positivos entre +3 [V] y +12 [V] como 0 lógico (nivel lógico bajo).

Un microcontrolador PIC trabaja con valores de voltaje TTL.

**Niveles TTL.** Para representar los ceros y los unos los niveles TTL usan 0 [V] (nivel lógico bajo) y 5 [V] (nivel lógico alto).



**FIGURA 2 - 14 : Niveles RS-232 con su equivalente en niveles TTL**

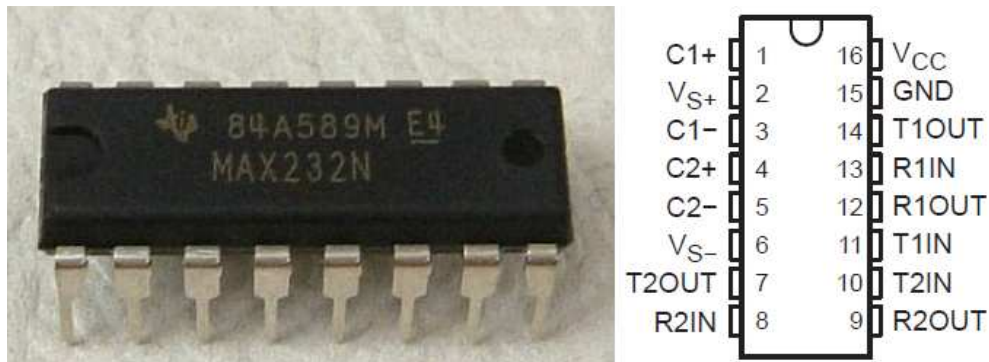
Entonces se hace necesaria la utilización de una interface que convierta los valores RS-232 a TTL y viceversa.

Para lograr el cambio de niveles RS-232 a TTL se usa el integrado MAX 232 porque es la manera más sencilla para solucionar las diferencias de niveles lógicos y de voltaje entre estas dos formas de transmisión serial.



Para el funcionamiento del circuito integrado MAX232 requiere nada más que una fuente de alimentación de voltaje de 5V y la utilización de cuatro condensadores externos cuya capacitancia recomendada por los fabricantes es de 1 uF, (**VER ANEXO C**), para generar el voltaje RS-232 internamente.

El chip contiene dos drivers TTL a RS-232 y dos RS-232 a TTL.



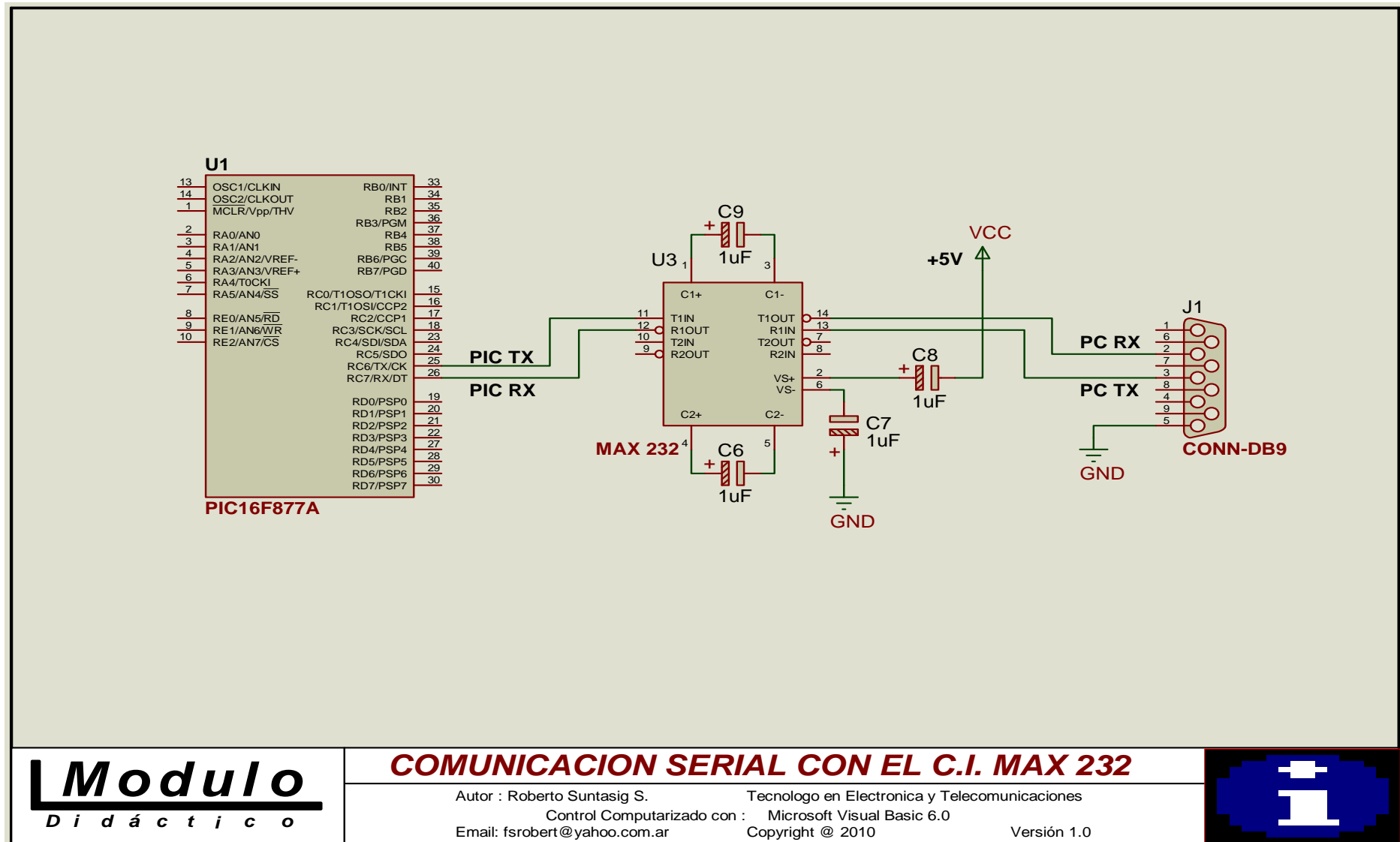
**FIGURA 2 - 15 : Distribución de pines del C.I. MAX 232**

Para la transmisión de datos desde la PC al microcontrolador PIC, se usa el driver RS232/TTL en el MAX232 el pin 13, se conecta al pin de transmisión de datos del conector DB9 en la PC (pin 3) y el pin 12 se conecta al pin de recepción de datos del microcontrolador PIC (pin 26).

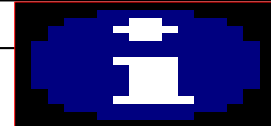
Para la transmisión de datos desde el microcontrolador PIC a la PC, se usa el driver TTL/RS232 en el MAX232 el pin 11, se conecta al pin de transmisión de datos del microcontrolador PIC (pin 25) y el pin 14 se conecta al pin de recepción de datos del conector DB9 en la PC (pin 2).

#### **2.4.6 CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR – PC**

En la **FIGURA 2-16**, se observa el circuito esquemático de la Interfaz Microcontrolador – PC.



**FIGURA 2 - 16 : CIRCUITO ESQUEMÁTICO COMUNICACIÓN SERIAL CON EL C. I. MAX 232**



## 2.5 INTERFAZ MICROCONTROLADOR - PANTALLA LCD

LCD (Liquid Crystal Display), pantalla de Cristal Líquido, permite visualizar cualquier carácter ASCII, es utilizada para desplegar información procedente del interfaz grafica de usuario del computador.

Se ha escogido al modulo Lcd alfanumérico 2 x 40 marca Samsung UC-40207-SLHT6-J, de 14 pines, sin luz de fondo o backlight, permite visualizar datos de hasta 40 caracteres por 2 líneas, es decir permite visualizar un máximo de 80 caracteres.



FIGURA 2 - 17 : LCD 2x40 marca Samsung UC-40207-SLHT6-J

### 2.5.1 CONEXIÓN DE LOS PINES DEL LCD HACIA EL PIC

A continuación se presenta una tabla correspondiente a las funciones que realiza cada uno de los pines del lcd y los pines de conexión con el microcontrolador PIC.

# PINES LCD	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	# PINES PIC	SIMBOLO
1	VSS	Tierra del sistema GND	12	VSS
2	VDD	Alimentación VCC = 5V	11	VDD
3	VEE	Ajuste del contraste	2	RA0/AN0
4	RS	Registro de control/Datos	23	RC4/SDI/SDA
5	R/W	Lectura/Escritura	12	VSS
6	E	Habilitacion modulo lcd	24	RC5/SDO
7	D0	Bit menos significativo	33	RBO/INT
8	D1		34	RB1
9	D2		35	RB2
10	D3		36	RB3/PGM
11	D4		37	RB4
12	D5		38	RB5
13	D6		39	RB6/PGC
14	D7	Bit mas significativo	40	RB7/PGD

TABLA 2 - 3 : Pines de conexión entre el LCD y el PIC

Como se puede apreciar en la tabla. Los bits que permiten controlar al Lcd, son 8 del p rtico B, lo cual representa una gran velocidad en visualización de datos. Pero una pequeña desventaja es que se debe conectar varios cables al sistema, y ocupar todo el p rtico B para la transmisión de los datos.

Obsérvese que el bit R/W se encuentra conectado a tierra ( $R/W = GND$ ), esto porque se utiliza al lcd en modo de escritura únicamente.

Se utiliza un potenc metro de 10 K $\Omega$  para el ajuste del contraste de la pantalla de cristal líquido.

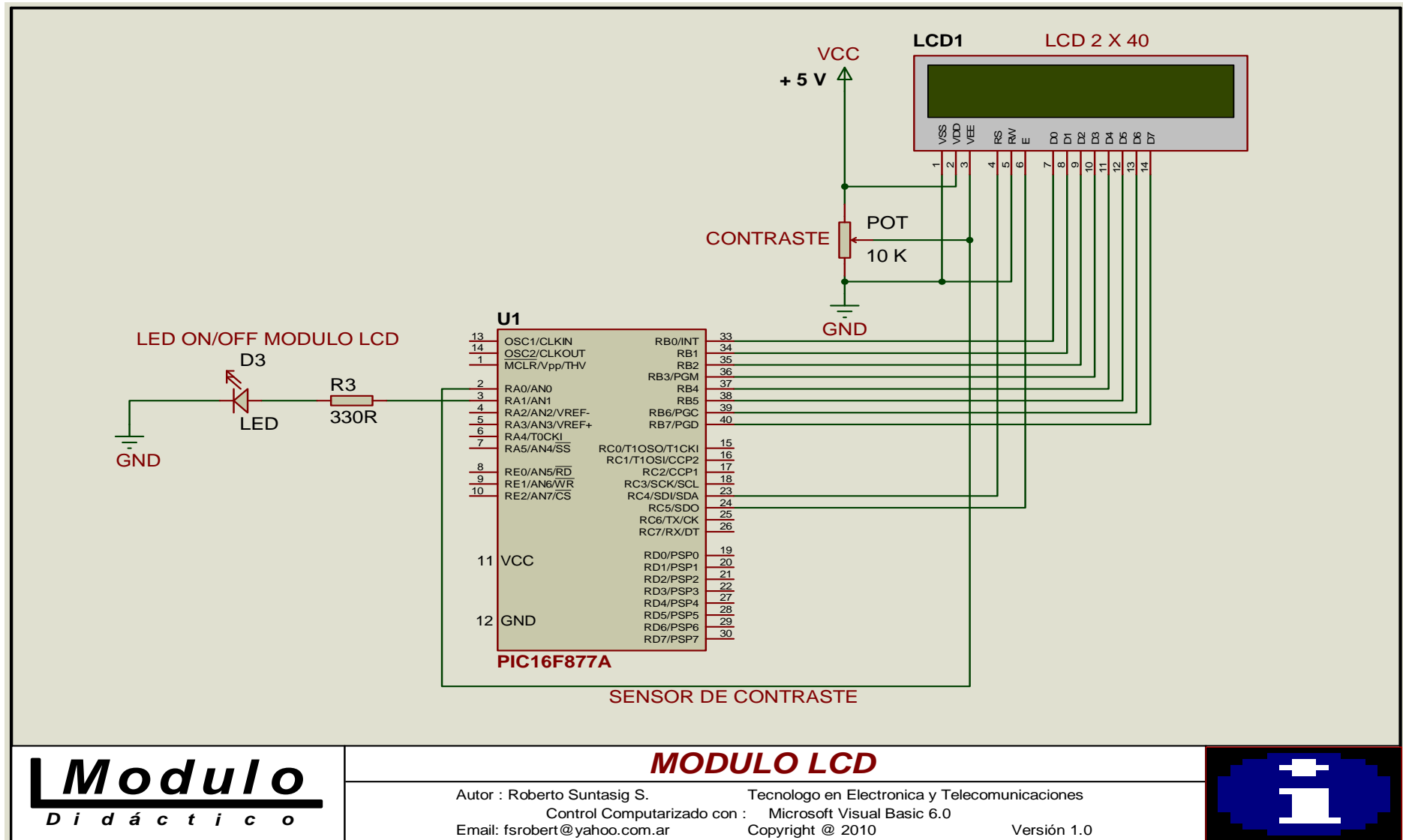
Para evitar problemas en la visualización de los datos que puedan ocurrir por un mal ajuste en el contraste, se utiliza 1 conversor A/D como sensor de contraste, de los 8 que dispone el PIC16F877A.

Constantemente es medido el canal 0 del p rtico A (pin 2), el cual va conectado al Lcd (VEE) (pin 3) y al pin intermedio del potenc metro siendo capaz de detectar el nivel de voltaje que ingresa al pin en un rango entre 0V a 5V y mostrarlo en la interfaz gráfica de usuario del modulo lcd si este no se encuentra en una valor adecuado de voltaje y por ende el contraste no sea lo suficientemente claro.

El diseño incluye su respectivo led indicador de encendido del modulo lcd, esta conectado en el microcontrolador PIC al p rtico A.1 (pin 3 [RA1/AN1]).

### **2.5.2 CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - PANTALLA LCD**

En la **FIGURA 2-18**, se observa el circuito esquemático de la Interfaz Microcontrolador – Pantalla Lcd.



**Modulo**  
D i d á c t i c o

**MODULO LCD**

Autor : Roberto Suntasig S.

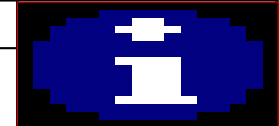
Tecnologo en Electronica y Telecomunicaciones

Control Computarizado con : Microsoft Visual Basic 6.0

Email: fsrobert@yahoo.com.ar

Copyright @ 2010

Versión 1.0



**FIGURA 2 - 18 : CIRCUITO ESQUEMÁTICO MODLUO LCD**

## 2.6 INTERFAZ MICROCONTROLADOR - LEDS

El PIC 16F877A puede entregar por cada uno de sus pines una corriente máxima de 25mA (**VER ANEXO B**), esto quiere decir que puede encender un led con una resistencia de 330Ω.

Para el funcionamiento normalmente de un led se habla de 20mA como máximo, aunque puede soportar picos de muchos más miliamperios. Sin embargo para una utilización continua<sup>5</sup>, se recomienda utilizar un valor de 15mA para alargar la vida del LED; es un buen compromiso LUZ / VIDA.

### 2.6.1 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA LIMITADORA DE LOS LEDS

El cálculo de la resistencia limitadora de corriente para el encendido normal de los Leds se lo realiza con la formula derivada de la ley de ohm.

$$R = \frac{V}{I}$$

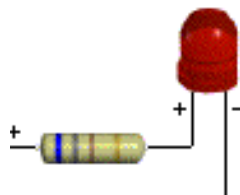
**Donde:**

**V** = Voltaje que sale de un pin del PIC, si es alimentado con 5V = 5V

**I** = Corriente que requiere el led para un encendido normal = 15mA.

$$R = \frac{5V}{0,015A} = 333.33\Omega$$

**Valor normalizado:** R = 330Ω



**FIGURA 2 - 19 : Conexión resistencia limitadora – led**

Este criterio de diseño he decidido aplicar a los LEDS de 3mm de alto brillo (alta luminosidad), los mismos que serán indicadores de encendido de los cuatro

---

<sup>5</sup> iluminación durante largos periodos de tiempo y cuidar su tiempo de vida útil

módulos (color azul); indicador de encendido de todo el modulo didáctico (color rojo), también se utiliza en la visualización del encendido de la secuencia de paso completo en el modulo motor a pasos (color azul y verde) y en el modulo sonido se utiliza en la visualización del estado de reproducción (PLAY), grabación (REC) Y STOP (color verde, rojo y naranja)



**FIGURA 2 - 20 : Leds 3mm alto brillo**

En el diseño del modulo luces he decidido utilizar 8 LEDS de 10mm de color rojo de alto brillo, los mismos que tienen una caída de voltaje<sup>6</sup> entre sus terminales de 2V.



**FIGURA 2 - 21 : Leds 10mm alto brillo**

Por tratarse de un modulo didáctico priorice la intensidad de luz antes que el tiempo de vida útil<sup>7</sup>, además considere que los Leds rojos tienen un mayor ángulo

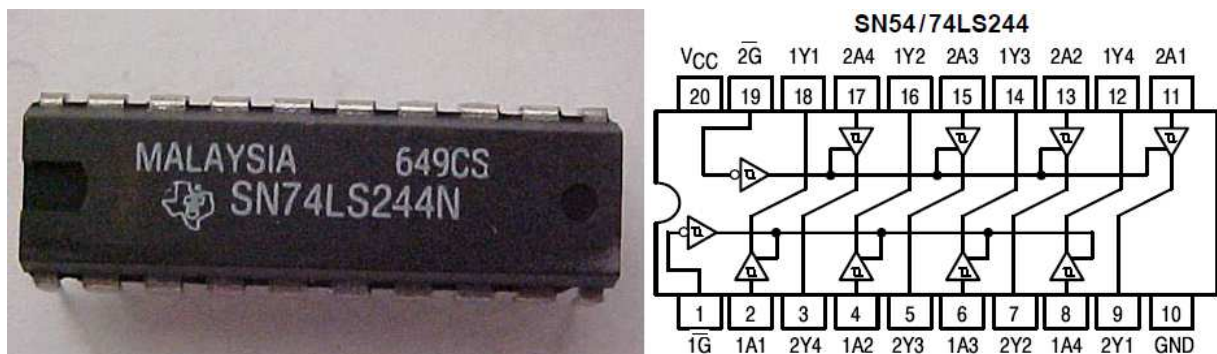
---

<sup>6</sup> Mayor caída de voltaje cuanto mas elevada sea la frecuencia de emisión; esta caída de voltaje depende del color y además depende de la naturaleza del led (normal o alta luminosidad).

<sup>7</sup> En condiciones óptimas de disipación de calor se puede hacer circular una corriente mayor pero la vida útil del LED se reducirá al 50% del normal: 200.000 a 100.000 horas.

de iluminación, una adecuada distancia de iluminación y son menos delicados a las sobrecorrientes. Asigne directamente los 24mA, (**VER ANEXO D**), que me proporcionan las 8 salidas del circuito integrado buffer 74LS244 a los Leds, para que haya una independencia de la capacidad de corriente que me pueda entregar el microcontrolador PIC, debido a que todas las líneas I/O están ocupadas y tienen conectado algún periférico del modulo didáctico.

### 2.6.2 CONEXIÓN BUFFER 74LS244 CON EL MICROCONTROLADOR PIC



**FIGURA 2 - 22 : Distribución de pines del BUFFER 74LS244**

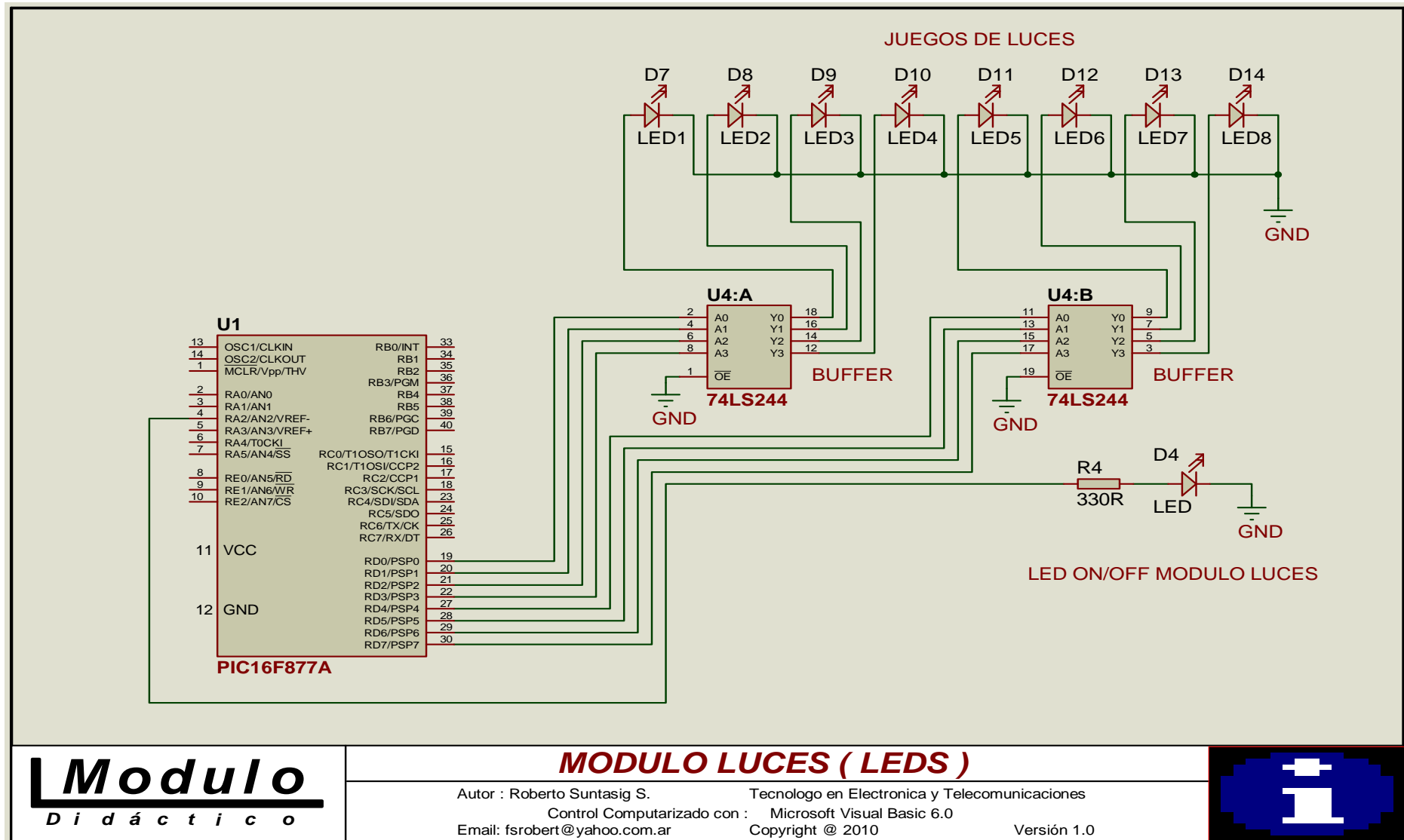
Para la conexión con el microcontrolador PIC utilizo todos los 8 bits del pòrtico D conectadas con las 8 ocho entradas “A” del buffer y las salidas 8 salidas “Y” del buffer conectados directamente a los 8 LEDS; las entradas “1G” y “2G” se encargan de habilitar al buffer (**VER ANEXO D**), estas se activan en bajo con cero lógico (0L); es decir deben conectarse a GND.

El diseño incluye su respectivo led indicador de encendido del modulo Luces (Leds), está conectado en el microcontrolador PIC al pòrtico A.2 (pin 4 [RA2/AN2/VREF-]).

### 2.6.3 CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR – LEDS

En la **FIGURA 2-23**, se observa el circuito esquemático de la Interfaz Microcontrolador – Leds.

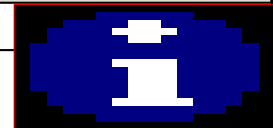




**Modulo**  
Didáctico

**MODULO LUCES (LEDS)**

Autor : Roberto Suntasig S.      Tecnologo en Electronica y Telecomunicaciones  
Control Computarizado con :    Microsoft Visual Basic 6.0  
Email: fsrobert@yahoo.com.ar    Copyright @ 2010      Versión 1.0



**FIGURA 2 - 23 : CIRCUITO ESQUEMÁTICO MODULOS LUCES (LEDS)**

## 2.7 INTERFAZ MICROCONTROLADOR - MOTOR PASO A PASO

El modulo didáctico dispone de un motor unipolar 6 hilos cuyos datos de placa son:

MOTOR UNIPOLAR 6 HILOS	
STEPPING MOTOR	BROTHER: BP48572506
VOLT	11V
COIL	33 $\Omega$
DEG/STEP	7.5 $\Phi$

TABLA 2 - 4 : Datos de placa del motor unipolar 6 hilos

Como podemos ver es un motor paso a paso de 7,5 grados de movimiento con una alimentación requerida de 11V, y cuyas bobinas tienen una resistencia de 33 $\Omega$  cada una.



FIGURA 2 - 24 : Motor paso a paso unipolar 6 hilos

### 2.7.1 IDENTIFICANDO LAS BOBINAS DEL MOTOR

Para identificar las bobinas se utiliza la siguiente tabla:

MOTOR UNIPOLAR 6 HILOS	
COLOR	BOBINA
AMARILLO	A
NARANJA	B
NEGRO	C
CAFÉ	D
2 ROJOS	COMUNES

TABLA 2 - 5 : Colores para identificar las bobinas de un motor unipolar 6 hilos

Para el caso que no coincidan con esta gama de colores, se debe medir la resistencia entre un cable y otro cable, los que marquen  $33\Omega$  son bobinas común y un terminal y si marca  $66\Omega$  son los terminales A y B o C y D, una vez ubicado cuales son los comunes, estos pueden ser unidos en un solo cable.

Si los cables o un solo cable están colocados incorrectamente, el motor no gira y en su lugar permanece temblando.

## 2.7.2 CÁLCULO INTEFACE DE ACOPLAMIENTO ENTRE ETAPA DE CONTROL Y ETAPA DE POTENCIA

**Etapa de potencia.-** De acuerdo a los datos de placa el voltaje de alimentación (voltaje nominal) del motor unipolar de 6 hilos es de 11 V y la corriente de funcionamiento típica de un motor paso a paso está entre:

$$300\text{mA} < I < 1\text{A}$$

El diseño se lo realiza considerando que circule una corriente máxima de 1 A.

**Etapa de control.-** El voltaje a la salida de los pódicos del microcontrolador PIC es TTL (0 – 5V), con una corriente máxima de 25 mA.

Es necesario diseñar una interface de acoplamiento entre la etapa de control (microcontrolador PIC) y la etapa de potencia (motor paso a paso).

Se realiza a base de transistores Darlington TIP122 (NPN), trabajando en la región de corte y saturación, el cual permite manejar un motor de hasta 100VDC a 5 Amperios (**VER ANEXO E**).

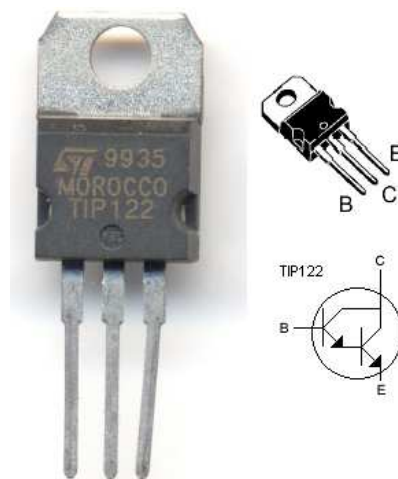
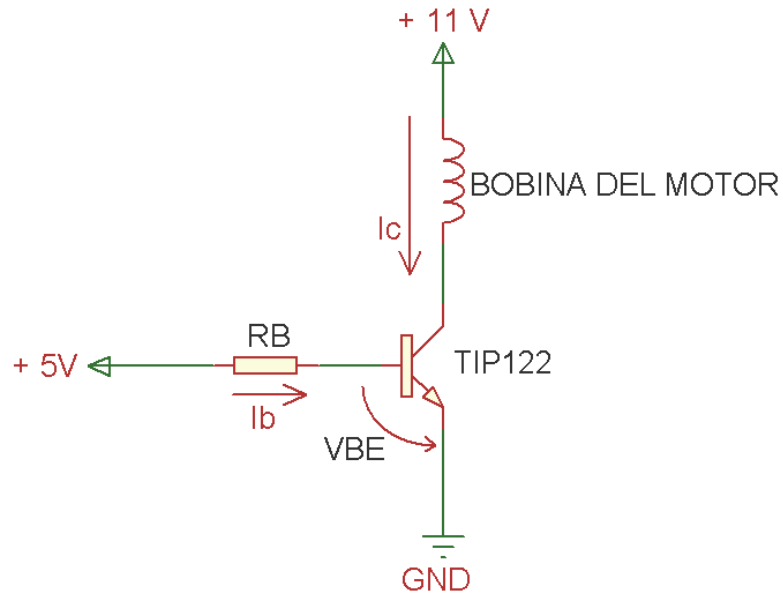


FIGURA 2 - 25 : Distribución de pines transistor darlington TIP122

Estos transistores presentan una ganancia mayor al de un transistor normal, por lo que necesita una corriente menor en la base para que entre en estado de saturación.

Se coloca una resistencia entre el microcontrolador PIC y la base del transistor darlington, tal como indica en la figura con el fin de limitar la corriente que ingresa a la base. El valor de la resistencia se determina a continuación:



**FIGURA 2 - 26 : Conexión TIP122 con la resistencia de base y la bobina del motor**

**Datos:**

$$h_{FE} = 1000 \text{ min}$$

$$I_C = 1 \text{ A}$$

$$V_{BE} = 0,6 \text{ V}$$

**Cálculo corriente de base:**

$$I_b = \frac{I_C}{h_{FE}}$$

$$I_b = \frac{1 \text{ A}}{1000}$$

$$I_b = 1 \text{ mA}$$

**Cálculo resistencia de base:**

$$5 \text{ V} = RB * I_b + V_{BE}$$

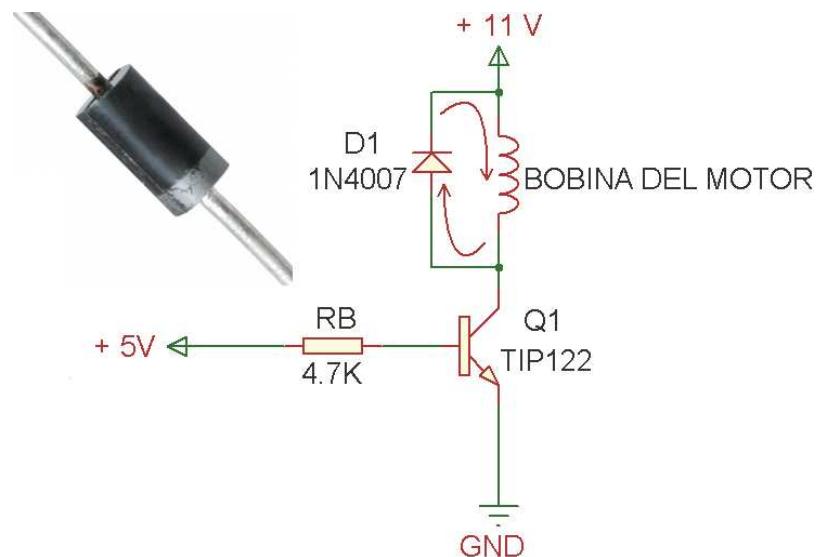
$$RB = \frac{5 \text{ V} - V_{BE}}{I_b}$$

$$RB = \frac{5V - 0,6V}{1mA}$$

$$RB = 4,4 K\Omega$$

**Valor normalizado:**  $RB = 4,7 K\Omega$

En el momento en que se deja de alimentar a las bobinas del motor paso a paso, estas generan una corriente inductiva remanente (efecto inductivo) que puede ocasionar algún daño al microcontrolador PIC. Por lo cual se colocan diodos de protección del colector de cada transistor al voltaje positivo, conectado al cable común del motor paso a paso.



**FIGURA 2 - 27 : Diagrama de conexión del diodo de protección**

Debido a que se necesita la utilización de otra fuente de voltaje externa de 11V, exclusivamente para alimentar al motor paso a paso.

He decidido considerar que en este proyecto modulo didáctico, el motor paso a paso gira en vacío es decir sin carga, entonces no es un inconveniente si no se utiliza el voltaje nominal del motor y haya una disminución en el torque, por lo tanto, se aprovecha la fuente de voltaje externa que ya se dispone y se alimenta al motor paso a paso con un voltaje de 7,5V.

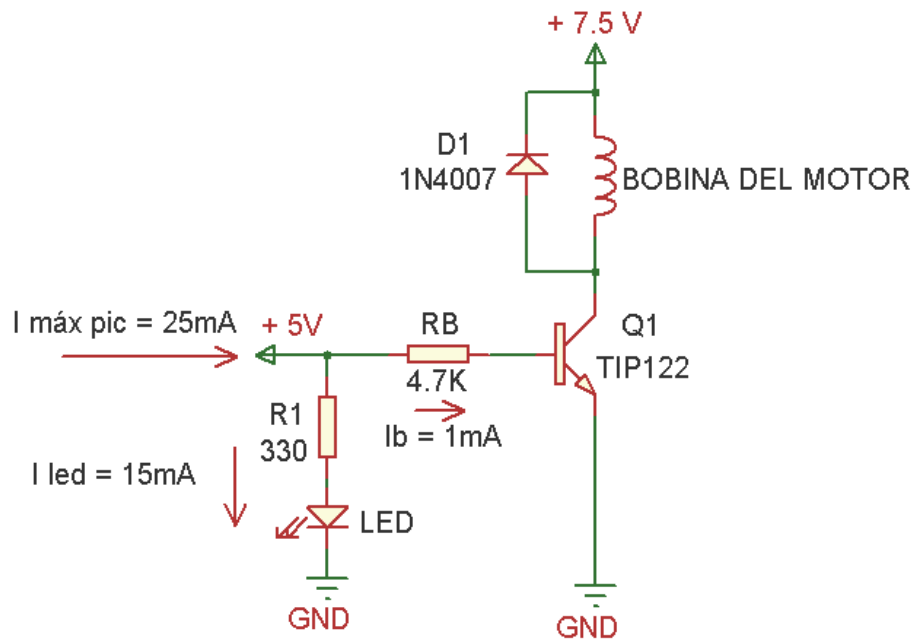
Para la conexión de las 4 bobinas (A, B, C y D) del motor paso a paso, se utiliza en el microcontrolador PIC 4 bits del pòrtico C (RC0, RC1, RC2, RC3 y RC4).

El motor paso a paso es manejado con la secuencia de paso completo e incluye 4 LEDs indicadores del encendido de esta secuencia, se utilizan las mismas 4

salidas del PIC que conectan a las 4 bobinas.

En cuestiones de corriente no hay problema ya que el PIC puede entregar en su salida máximo 25mA, y lo que se necesita es:

- La corriente para un funcionamiento normal del led es 15mA.
- Y la corriente de base para el funcionamiento del transistor darlington es 1mA.



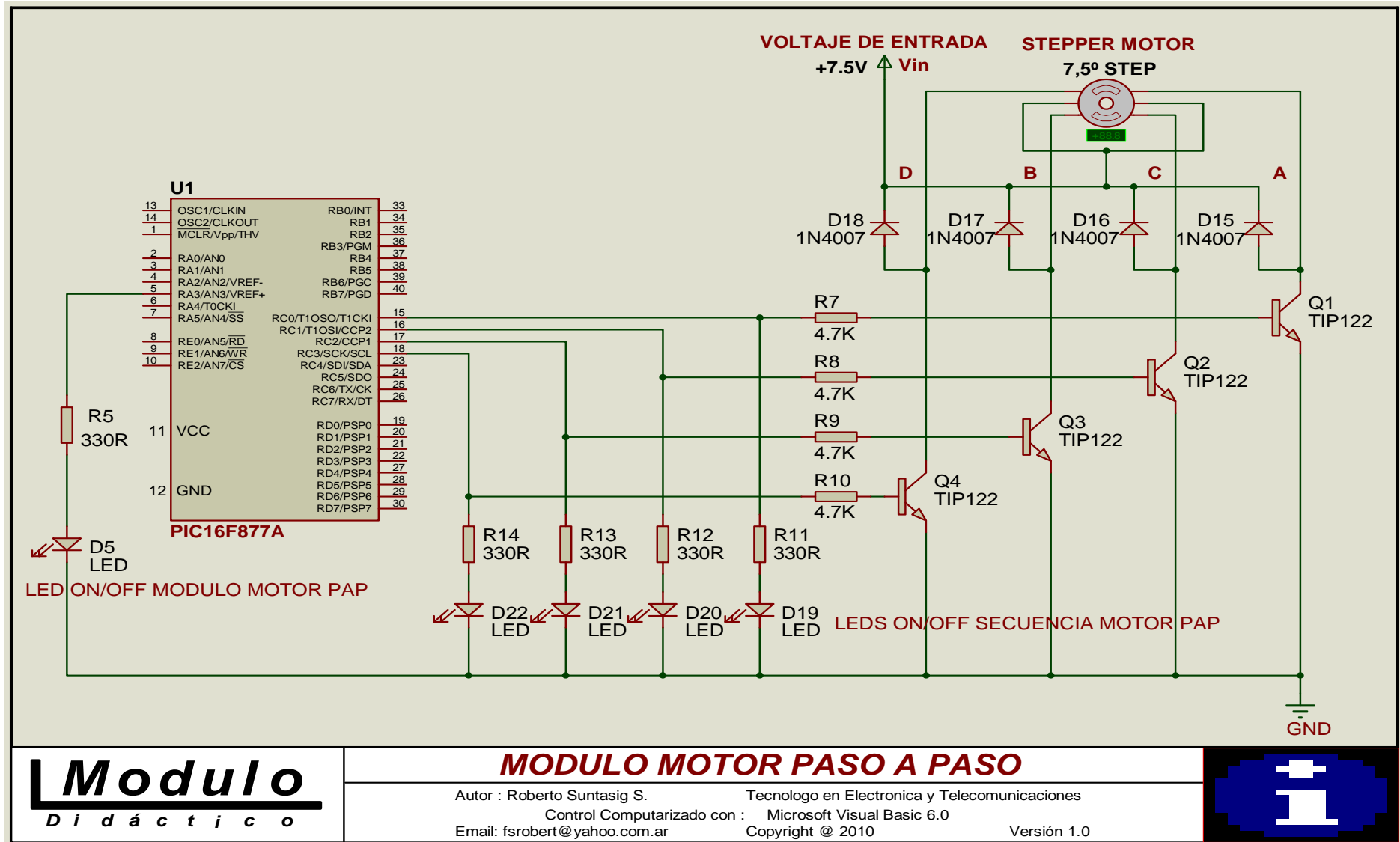
**FIGURA 2 - 28 : Diagrama de conexión led indicador secuencia de paso completo**

Diseños que involucren que el motor trabaje con carga se recomienda aislar la etapa de control de la etapa de potencia utilizando optoacopladores de aislamiento, porque la excitación eléctrica de cualquier motor genera unos picos de sobretensión que deben ser tratados convenientemente para que no perjudiquen los componentes electrónicos de la etapa de control.

El diseño incluye su respectivo led indicador de encendido del modulo motor paso a paso, esta conectado en el microcontrolador PIC al pòrtico A.3 (pin 5 [RA3/AN3/VREF+]).

### 2.7.3 CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - MOTOR PASO A PASO

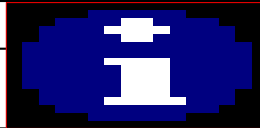
En la **FIGURA 2-29**, se observa el circuito esquemático de la Interfaz Microcontrolador – Motor paso a paso.



**Modulo**  
Didáctico

**MODULO MOTOR PASO A PASO**

Autor : Roberto Suntasig S.      Tecnólogo en Electronica y Telecomunicaciones  
 Control Computarizado con : Microsoft Visual Basic 6.0  
 Email: fsrobert@yahoo.com.ar      Copyright @ 2010      Versión 1.0



**FIGURA 2 - 29 : CIRCUITO ESQUEMÁTICO MODULO MOTOR PASO A PASO**

## 2.8 INTERFAZ MICROCONTROLADOR - (PARLANTE / MICRÓFONO)

El modulo sonido (parlante / micrófono), funciona como una grabadora de sonido. Proporciona servicios de grabación y reproducción de mensajes vocales con una duración de 120 segundos, para lo cual utilizo el circuito integrado ISD 25120P.

### 2.8.1 MEMORIA ISD25120P

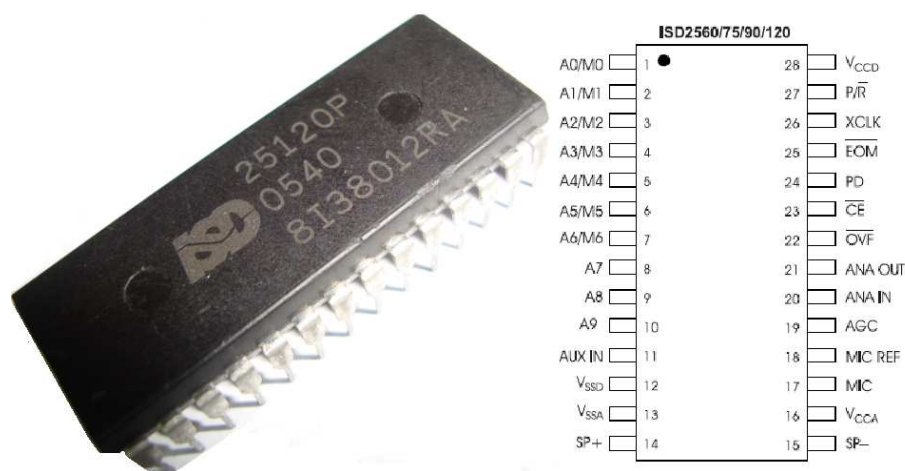


FIGURA 2 - 30 : Distribución de pines memoria ISD25120P

Una de las ventajas del ISD 25120P reside en la utilización de una memoria EEPROM capaz de conservar el mensaje durante 100 años sin necesidad de alimentación y permitiendo que pueda ser regrabado en el orden de 100.000 veces.

El chip de ISD almacena en esta memoria el dato en formato analógico directamente, por lo que se ahorra en el proceso dos conversiones, la A/D al grabar y la D/A al reproducir.

El dispositivo ISD 25120P dispone de 10 líneas de entrada (A0-A9). Las cuales pueden actuar como líneas de dirección, siempre y cuando las líneas A8 y A9 estén en nivel bajo. Además se tiene direcciones válidas de memoria desde la localidad 00H hasta la 257H.

Las características más relevantes del ISD 25120P que se consideró, para la utilización en el modulo didáctico.

1. Fácil uso del chip en la grabación y reproducción de voz.



2. Alta calidad, reproducción natural de voz o audio.
3. Manejo manual o a través de un microcontrolador, reproducción activada por flanco o por nivel.
4. Duración de 120 segundos en un solo chip.
5. Power – Down automático (Corriente en standby típico de 1µA).
6. Almacenamiento del mensaje en potencia cero.
7. Reloj oscilador interno.
8. Fuente de alimentación de 5 VDC.

Los pines más importantes que van a ser utilizados en el diseño de la grabadora de sonido

1. Entrada de corte de corriente (**PD** - POWER DOWN).
2. Entrada para habilitar circuito (**CE** – CHIP ENABLE).
3. Entrada de reproducción/grabación (**P/R** – PLAYBACK/RECORD)

Básicamente la utilización de estas entradas es en modo push-button (pulsar un botón); de forma digital nivel alto (1L - 5V) y nivel bajo (0L - 0V).

La entrada P/R permite seleccionar entre el modo de reproducción (nivel alto) y el modo de grabación (nivel bajo).

Durante un ciclo de grabación la dirección de comienzo se proporciona a través de las correspondientes líneas de entrada (A0-A9).

Se detiene cuando se pone a nivel alto cualquiera de las señales PD o CE, o cuando se produce un desbordamiento (memoria llena).

Considerando que el dispositivo ISD 25120P dispone de 10 líneas de entrada (A0-A9). Las cuales pueden actuar como líneas de dirección, es decir permite grabar diferentes mensajes en diferentes espacios de direcciones en el integrado.

He decidido utilizar el microcontrolador ATTINY2313 para que se encargue exclusivamente del manejo de la memoria ISD 25120P.

### **2.8.2 MICROCONTROLADOR ATTINY2313**

Breve descripción de lo que posee este microcontrolador:

1. Memoria de programa FLASH de 2KB.
2. Memoria de datos EEPROM de 128 bytes.
3. Memoria RAM de 128 bytes.
4. Rango de voltaje de operación: (2,7 V a 5,5 V).

5. 8 conversores Análogo – Digital (ADC).
6. 2 timers.
7. 4 canales PWM.
8. 18 líneas de entrada y salida.
  - a) Puerto A trabaja a 3 bits.
  - b) Puerto B trabaja a 8 bits.
  - c) Puerto D trabaja a 7 bits.



**FIGURA 2 - 31 : Distribución de pines microcontrolador ATTINY2313**

### 2.8.3 LÍNEAS DE CONEXIÓN CON EL MICROCONTROLADOR ATTINY2313

Las líneas de entrada del pórtico D (PD3, PD4, PD5) son conectadas a las líneas de salida del pórtico E (RE0, RE1, RE2) en el microcontrolador PIC. Para enviar instrucciones desde el PIC hacia el ATTINY2313.

Las líneas de salida del pórtico B (PB2, PB3, PB4, PB5, PB6, PB7) se conectan a las líneas A4, A5, A6, A7, A8, A9 en la memoria ISD 25120P. Para inicializar en el espacio de otras direcciones de memoria.

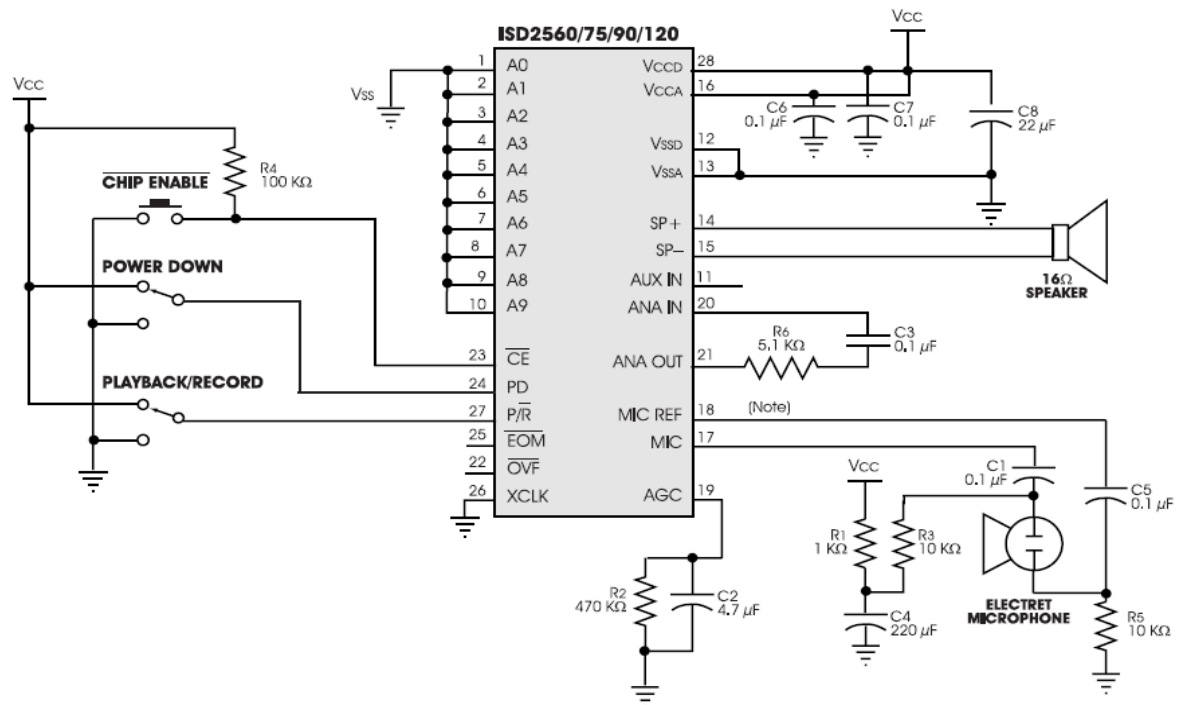
Las líneas A0, A1, A2, A3 de la memoria ISD 25120P están en un nivel bajo, por lo que se conectan a tierra.

Las líneas de salida del pórtico D (PD0, PD1, PD2), se conectan a las líneas CE, PD, PR en la memoria ISD 25120P. El microcontrolador ATTINY2313 maneja estas líneas para efectuar el proceso de grabación/reproducción de mensajes de voz.

Las líneas de salida del pórtico B (PB0, PB1) y la línea de salida del pórtico D (PD5) se conectan a LEDS indicadores del estado de reproducción (PLAY), grabación (REC) Y STOP.

Para el diseño del circuito grabador/reproductor de mensajes de voz, se ha tomado como referencia el circuito propuesto en las hojas de datos de la memoria

ISD 25120P (**VER ANEXO F**), en donde se muestra las debidas conexiones y los dispositivos electrónicos necesarios para el funcionamiento adecuado de la memoria.



**FIGURA 2 - 32 : Circuito esquemático ISD25120, ejemplo de aplicación**

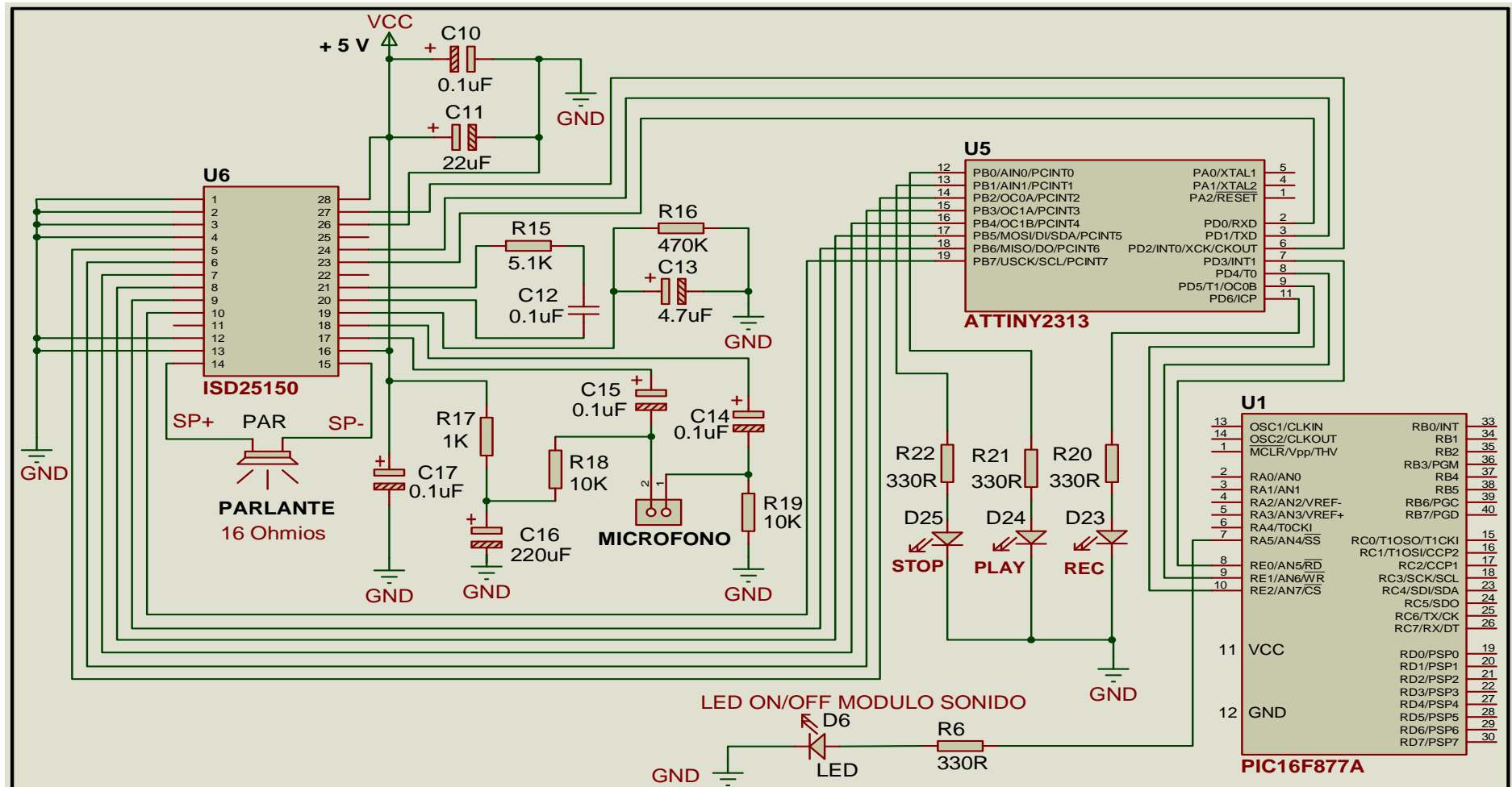
Al circuito anterior se le han hecho los cambios respectivos para la implementación en el hardware del modulo didáctico (conexiones con el microcontrolador PIC y el microcontrolador ATTINY2313); se recomienda el uso de un parlante de 16  $\Omega$ .

El diseño incluye su respectivo led indicador de encendido del modulo sonido, esta conectado en el microcontrolador PIC al pÓrtico A.5 (pin 7 [RA5/AN5/SS]).

El pÓrtico A.4 del microcontrolador PIC (pin 6 [RA4/AN5/SS]), no ha sido utilizado porque al ser de colector abierto, su lógica es inversa y requiere un diagrama especial para la conexión de un LED.

#### **2.8.4 CIRCUITO ESQUEMÁTICO INTERFAZ MICROCONTROLADOR - (PARLANTE/MICRÓFONO)**

En la **FIGURA 2-33**, se observa el circuito esquemático de la Interfaz Microcontrolador – (Parlante/Micrófono).



**Modulo**  
 Didáctico

**MODULO SONIDO ( PARLANTE- MICRÓFONO)**

Autor : Roberto Suntasig S.

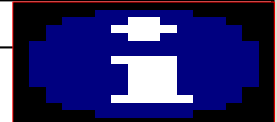
Tecnologo en Electronica y Telecomunicaciones

Control Computarizado con : Microsoft Visual Basic 6.0

Email: fsrobert@yahoo.com.ar

Copyright @ 2010

Versión 1.0



**FIGURA 2 - 33 : CIRCUITO ESQUEMÁTICO MODULO SONIDO (PARLANTE / MICRÓFONO)**

## 2.9 CIRCUITO ESQUEMÁTICO FINAL MODULO DIDÁCTICO

El circuito esquemático completo y final se observa en el **ANEXO G**.

## 2.10 CONSTRUCCIÓN HARDWARE MODULO DIDÁCTICO

Mediante el programa computacional PROTEOUS 7.6, se realiza el respectivo circuito esquemático, circuito ruteado y circuito impreso.

### 2.10.1 CIRCUITO RUTEADO VISTA FRONTAL

Corresponde a la nomenclatura, texto, numeración, posición de los elementos electrónicos y los puentes de conexión: TOP SILK, BOTTOM SILK y TOP COPPER.

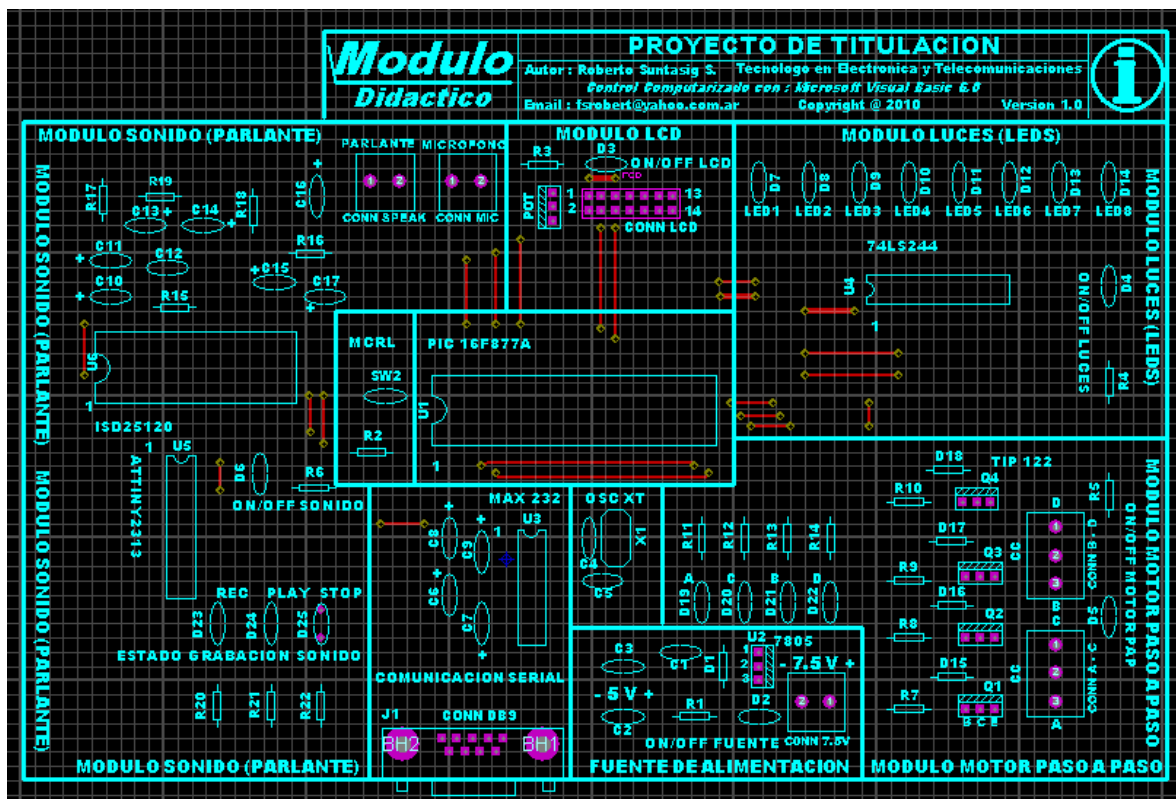


FIGURA 2 - 34 : Vista frontal del ruteado

### 2.10.2 CIRCUITO RUTEADO VISTA POSTERIOR

Corresponde a las pistas de cobre en la placa de baquelita: BOTTOM COPPER

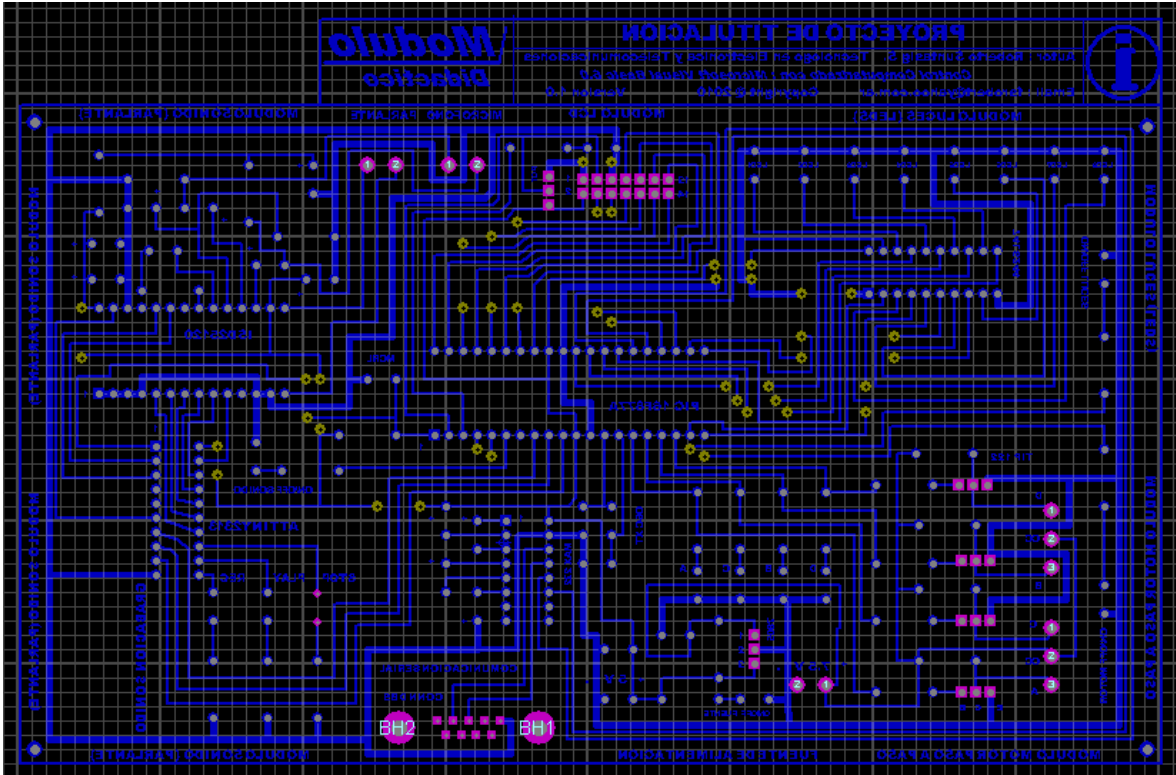


FIGURA 2 - 35 : Vista posterior del ruteado

2.10.3 CIRCUITO RUTEADO COMPLETO

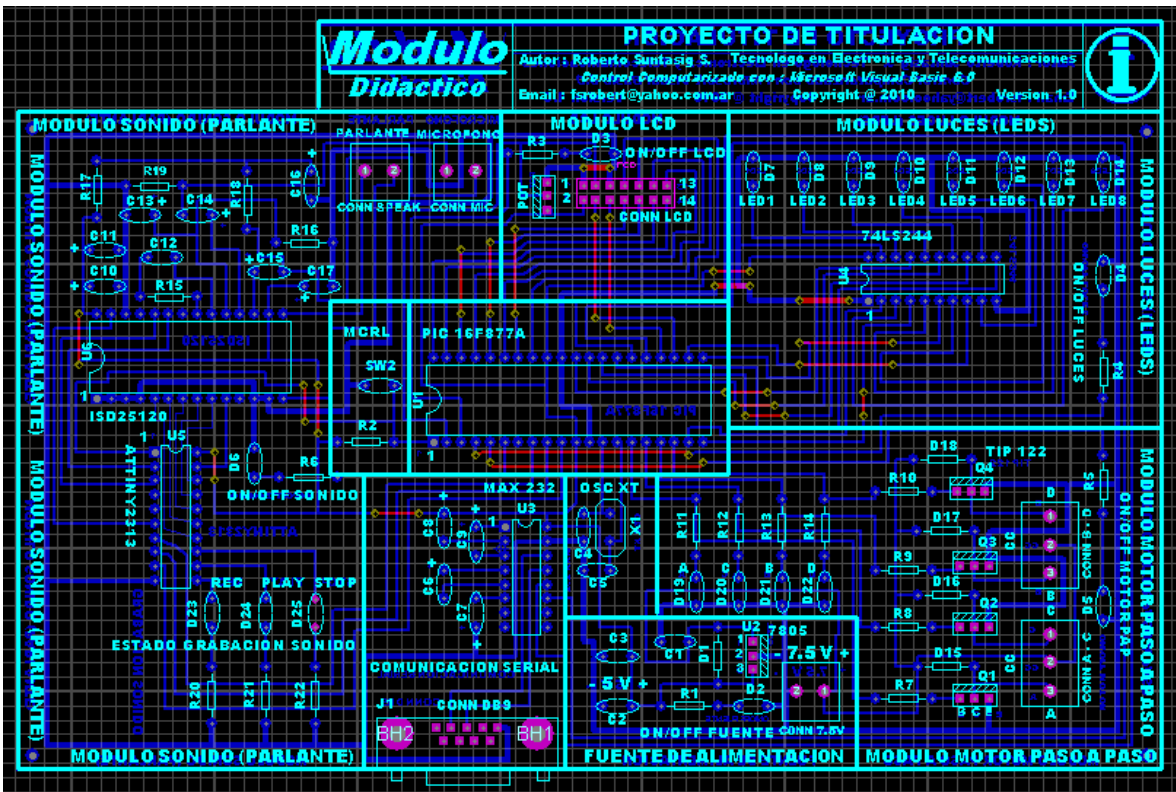
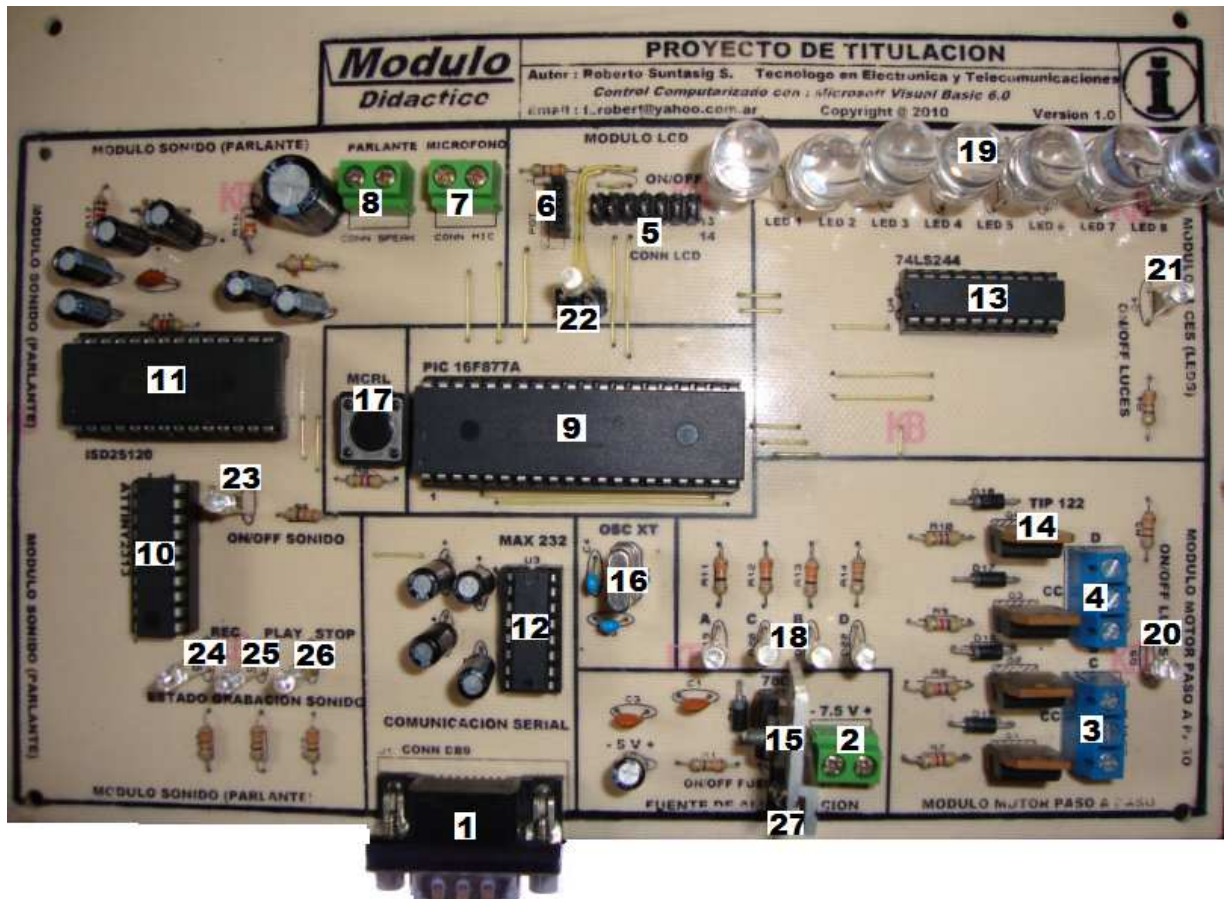


FIGURA 2 - 36 : Vista del ruteado completo

## 2.10.4 TARJETA DEL CIRCUITO IMPRESO

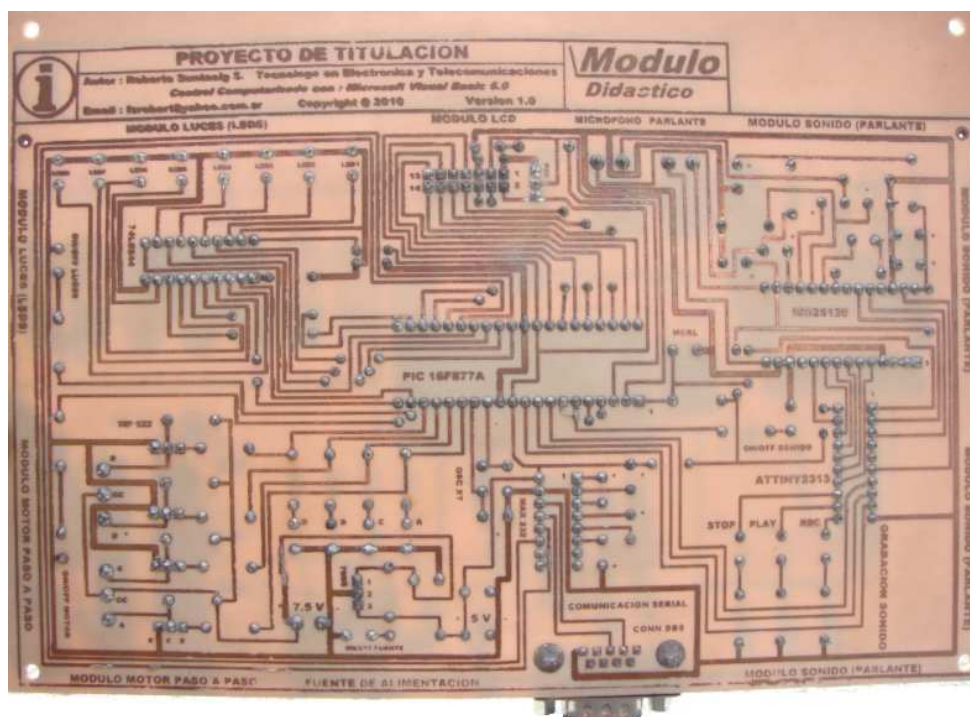
A continuación describo la ubicación de cada uno de los dispositivos electrónicos dentro de la placa impresa.



**FIGURA 2 - 37 : Ubicación espacial de cada uno de los componentes**

1. Conector DB9 para comunicación entre la PC y el hardware del modulo didáctico.
2. Conector de la fuente de voltaje externa 7.5 V.
3. Conector de las bobinas A-C y común CC del motor paso a paso.
4. Conector de las bobinas B-D y común CC del motor paso a paso.
5. Conector de la pantalla de cristal líquido (LCD) 2x40.
6. Conector potenciómetro de contraste del LCD.
7. Conector del micrófono modulo sonido.
8. Conector del parlante modulo sonido.
9. Microcontrolador PIC16F877A.

10. Microcontrolador ATTINY2313.
11. Memoria ISD25120.
12. Integrado MAX 232.
13. Buffer 74LS244.
14. Transistor darlington NPN TIP122.
15. Regulador de voltaje positivo L7805 con disipador.
16. Cristal oscilador externo de 4Mhz.
17. Pulsador de reset.
18. Leds 3mm verde/azul, indicadores de encendido secuencia paso completo.
19. Leds 10mm rojos, indicadores de encendido juego de luces.
20. Led 3mm azul, indicador de encendido modulo motor pap.
21. Led 3mm azul, indicador de encendido modulo luces (leds).
22. Led 3mm azul, indicador de encendido modulo Lcd.
23. Led 3mm azul, indicador de encendido modulo sonido (parlante/micrófono).
24. Led 3mm rojo, indicador de encendido estado de grabación REC.
25. Led 3mm verde, indicador de encendido estado de reproducción PLAY.
26. Led 3mm amarillo, indicador de encendido estado STOP.
27. Led 3mm rojo, indicador de encendido hardware modulo didáctico.



**FIGURA 2 - 38 : Placa de circuito impreso pistas de cobre**



### 2.10.5 CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA

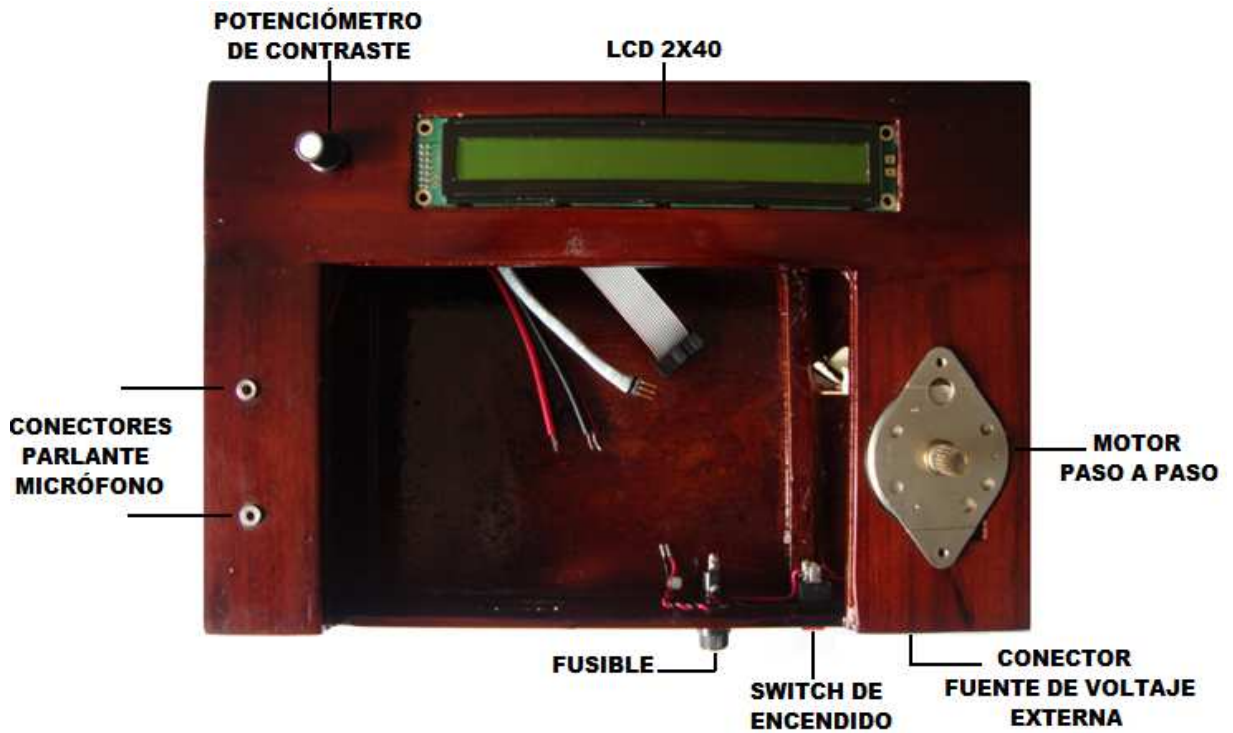


FIGURA 2 - 39 : Caja que contiene al hardware del modulo didáctico

### 2.10.6 MONTAJE FINAL EN LA CAJA

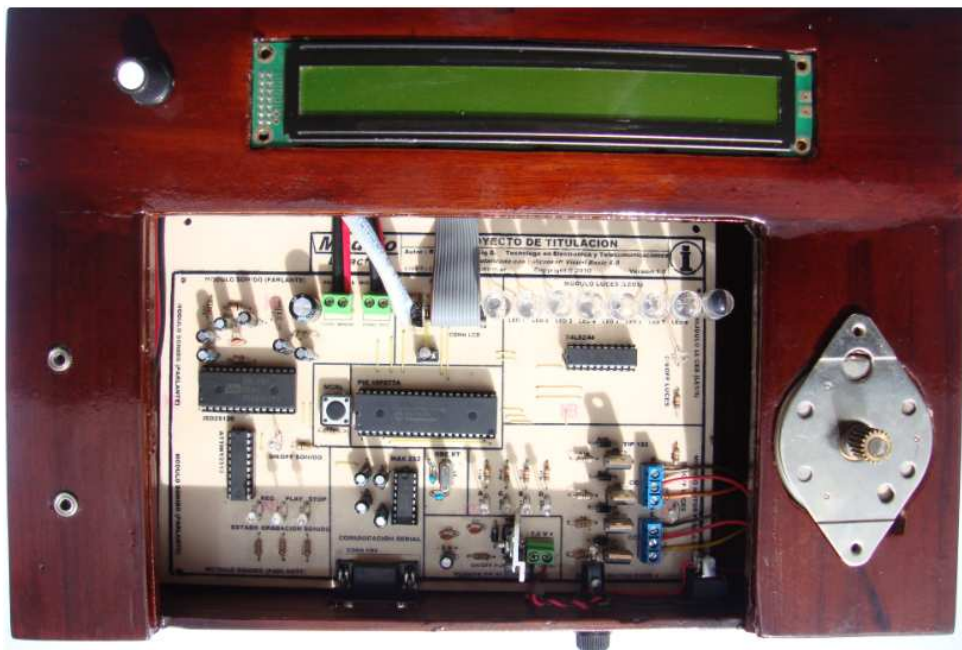


FIGURA 2 - 40 : Montaje de la tarjeta de circuito impreso en la caja

## CAPITULO III

### PROGRAMANDO EN EL MICROCONTROLADOR PIC

#### 3.1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

La palabra “Basic” hace referencia al lenguaje BASIC (Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code), un lenguaje de alto nivel más cercano a los humanos.

##### 3.1.1 DIFERENCIA ENTRE EL LENGUAJE BASIC Y EL ENSAMBLADOR

Para poder entender la diferencia entre los dos lenguajes de programación, debemos entender qué es un lenguaje de alto nivel y qué es un lenguaje de bajo nivel, a través del siguiente cuadro podemos ver los niveles de programación.

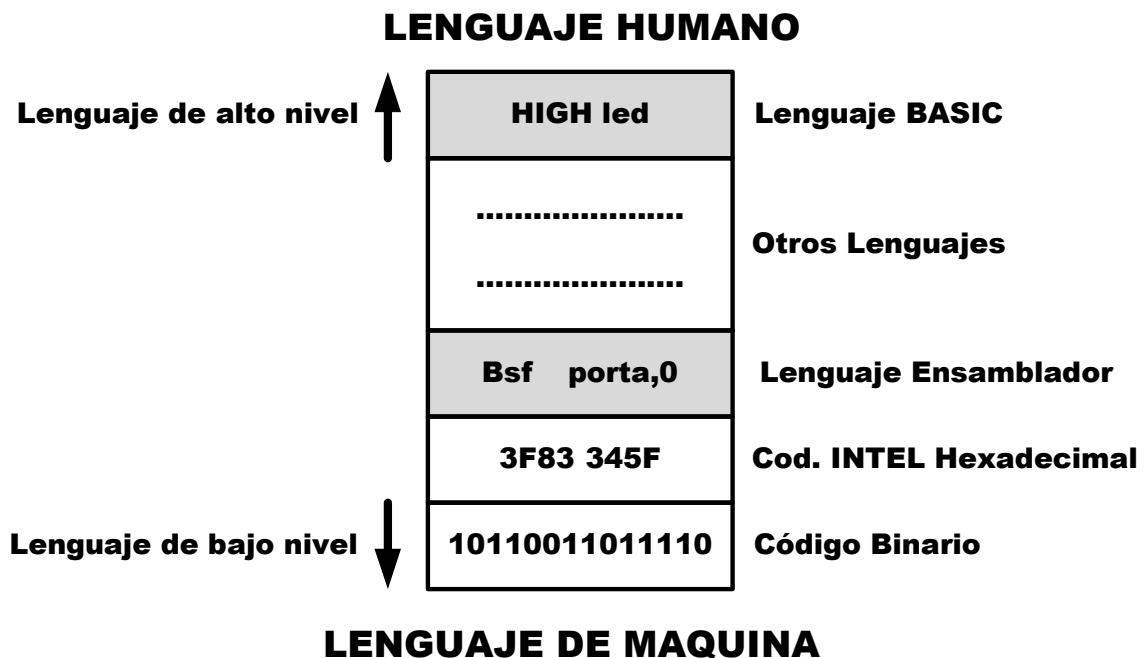


FIGURA 3 - 1 : Niveles de programación

En los niveles de programación, el lenguaje que más se acerca a los humanos es el lenguaje de alto nivel, mientras que el lenguaje más próximo al tipo de datos que entiende el microcontrolador es un lenguaje de bajo nivel.

La utilización de los lenguajes mas cercanos a la máquina (de bajo nivel) representan un considerable ahorro de código en la elaboración de los programas, lo que es muy importante dada la limitación de la capacidad de la memoria de instrucciones. Los programas bien realizados en lenguaje ensamblador optimizan el tamaño de la memoria que ocupan y su ejecución es muy rápida.

### 3.1.2 PROGRAMANDO EN BASIC

Para el desarrollo del proyecto modulo didáctico he considerado trabajar con el PIC 16F877A, con una memoria de programa FLASH de 8192 Words, suficiente para no tener problemas en cuestiones de memoria y el diseño del programa realizarlo con lenguaje **BASIC (de alto nivel)**, debido a que el propósito es didáctico, se utiliza lenguaje que más entendemos los humanos.

## 3.2 PIC SIMULATOR IDE V6.65

He decidido que el programa con el que voy ha trabajar, en la programación del microcontrolador PIC es: “**PIC SIMULATOR IDE V6.65**”, dispone de “BASIC compiler” el cual será el editor de texto y además será el compilador encargado de generar los archivos .HEX; archivos necesarios para poder grabar en el microcontrolador PIC.

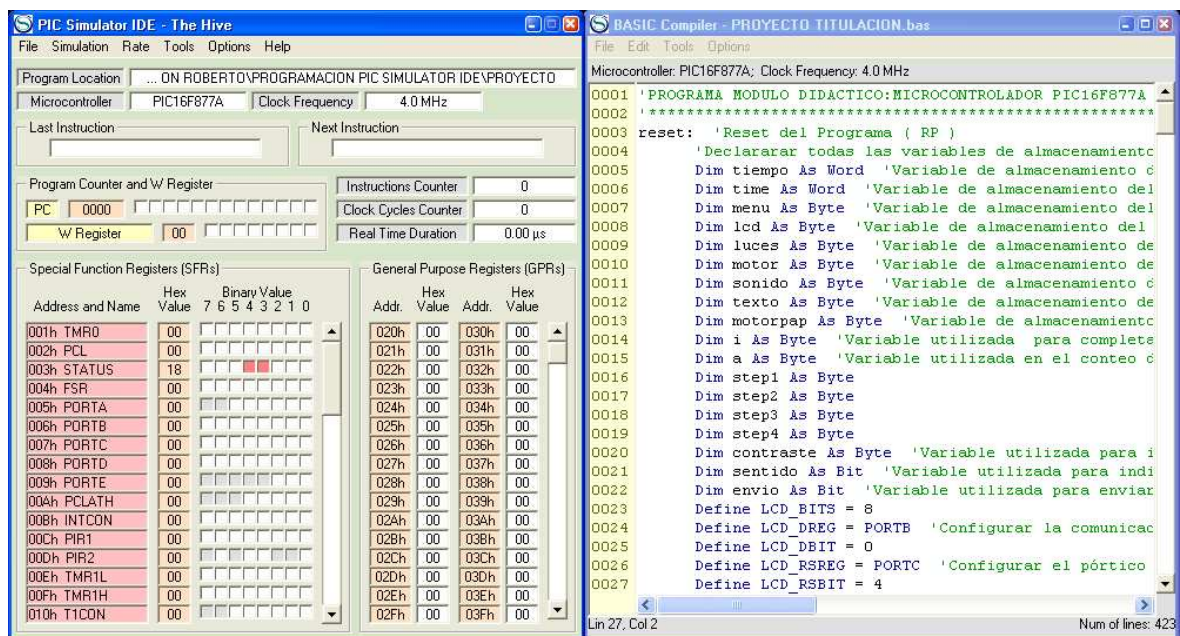


FIGURA 3 - 2 : Programa “PIC SIMULATOR IDE V6.65”

PIC SIMULATOR IDE dispone de un amplio número de instrucciones BASIC de alto nivel, así como herramientas de simulación.

Con respecto a la programación se requiere cierto equilibrio y compatibilidad, debido a las características de programación con la que trabaja Visual Basic 6.0 y las que trabaja el microcontrolador PIC, principalmente en la transmisión y recepción de datos; se utiliza las instrucciones “**HSEROUT**” y “**HSERIN**” pero sin duda a este equilibrio ayuda la instrucción “**HSERGET**”, la misma que no detiene las instrucciones del programa hasta recibir en el pósito serial un carácter ASCII enviado como instrucción desde el computador, si no que permite continuar con las siguientes instrucciones del programa y si hay un carácter esperando en el buffer del receptor este es cargado y almacenado en una variable hasta cuando el programa busque y ejecute esa instrucción.

### **3.3 COMUNICACIÓN SERIAL**

La conexión a establecer con un computador personal (PC) es: comunicación serial **half-duplex bidireccional asíncrona**.

No se puede realizar una comunicación full-duplex, porque el microcontrolador PIC ejecuta línea por línea el programa y no es capaz de transmitir y recibir un dato simultáneamente, mientras que en una comunicación half-duplex el microcontrolador determina cuando transmitir y cuando recibir datos.

La velocidad de transmisión se establece a:

1. Velocidad de transmisión: 9600 baudios (bits por segundo).
2. Bits de datos: 8 bits
3. Paridad: Ninguna
4. Bits de Parada: 1bit

La interfaz gráfica de usuario del módulo didáctico envía instrucciones en forma de **caracteres ASCII**, desde la PC hacia el microcontrolador PIC 16F877A. Por lo tanto se requiere una distribución adecuada de los caracteres ASCII que se utilizan en la recepción y transmisión de instrucciones del modulo didáctico.

#### **3.3.1 DISTRIBUCIÓN CARACTERES ASCII UTILIZADOS EN LA RECEPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE INSTRUCCIONES DEL MODULO DIDÁCTICO**

RECEPCIÓN DE INSTRUCCIONES		
ASCII	MODULO	FUNCION
^		Resetea el programa del microcontrolador PIC.
ç		Posiciona en el menú general del programa.
W	Lcd	Posiciona en el submenú modulo lcd.
A	Lcd	Posiciona en las líneas de edición del lcd.
B	Lcd	Borra el texto presente en el lcd.
C	Lcd	Movimiento del texto hacia la izquierda.
D	Lcd	Movimiento del texto hacia la derecha.
E	Lcd	Detiene el movimiento del texto.
F	Lcd	Movimiento del texto con rapidez lenta.
G	Lcd	Movimiento del texto con rapidez media.
H	Lcd	Movimiento del texto con rapidez rápida.
Ç	Lcd	Indica fin de la transmisión del texto.
X	Luces	Posiciona en el submenú modulo luces.
I	Luces	Activa el juego de luces 1.
J	Luces	Activa el juego de luces 2.
K	Luces	Activa el juego de luces 3.
L	Luces	Activa el juego de luces 4.
M	Luces	Activa con un tiempo = 0.10 segundos.
N	Luces	Activa con un tiempo = 0.25 segundos.
N	Luces	Activa con un tiempo = 0.50 segundos.
O	Luces	Activa con un tiempo = 0.75 segundos.
P	Luces	Activa con un tiempo = 1 segundo.
Q	Luces	Activa con un tiempo = 1.5 segundos.
R	Luces	Activa con un tiempo = 2 segundos.
S	Luces	Activa la función detener leds.
Y	Motor pap	Posiciona en el submenú modulo motor pap.
T	Motor pap	Activa el sentido de giro horario.
U	Motor pap	Activa el sentido de giro antihorario.
a	Motor pap	El motor paso a paso gira 15° ó - 15°
b	Motor pap	El motor paso a paso gira 30° ó - 30°
c	Motor pap	El motor paso a paso gira 45° ó - 45°
d	Motor pap	El motor paso a paso gira 60° ó - 60°
e	Motor pap	El motor paso a paso gira 75° ó - 75°
f	Motor pap	El motor paso a paso gira 90° ó - 90°
g	Motor pap	El motor paso a paso gira 105° ó - 105°
h	Motor pap	El motor paso a paso gira 120° ó - 120°
i	Motor pap	El motor paso a paso gira 135° ó - 135°
j	Motor pap	El motor paso a paso gira 150° ó - 150°
k	Motor pap	El motor paso a paso gira 165° ó - 165°
l	Motor pap	El motor paso a paso gira 180° ó - 180°

<b>m</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 195° ó - 195°
<b>n</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 210° ó - 210°
<b>ñ</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 225° ó - 225°
<b>o</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 240° ó - 240°
<b>p</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 255° ó - 255°
<b>q</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 270° ó - 270°
<b>r</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 285° ó - 285°
<b>s</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 300° ó - 300°
<b>t</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 315° ó - 315°
<b>u</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 330° ó - 330°
<b>v</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 345° ó - 345°
<b>w</b>	Motor pap	El motor paso a paso gira 360° ó - 360°
<b>Z</b>	Sonido	Posiciona en el submenú modulo sonido.
<b>x</b>	Sonido	Permite la reproducción del sonido.
<b>y</b>	Sonido	Permite detener la grabadora de sonido.
<b>z</b>	Sonido	Permite la grabación del sonido.

**TABLA 3 - 1 : Recepción de instrucciones en el microcontrolador PIC**

TRANSMISIÓN DE INSTRUCCIONES		
ASCII	MODULO	FUNCIÓN
<b>A</b>		Indica que existe comunicación entre el PIC y la PC.
<b>B</b>	Lcd	Indica que el contraste en el lcd no es lo suficientemente claro.
<b>C</b>	Motor pap	Indica que el motor PAP ha culminado con el ángulo de giro.

**TABLA 3 - 2 : Transmisión de instrucciones desde el microcontrolador PIC**

### 3.4 ASPECTOS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DEL SOFTWARE DEL MICROCONTROLADOR PIC

1. La programación debe ser diseñada, de tal forma que, puedan interactuar constante y repetitivamente con cada uno de los módulos.
2. La programación debe ser capaz de recibir instrucciones en forma de **caracteres ASCII**, enviados en cualquier momento desde la interfaz gráfica de usuario del módulo didáctico en la PC.
3. Debe mantener una adecuada compatibilidad entre la programación del microcontrolador PIC y la programación de Visual Basic 6.0.
4. Se debe definir la misma velocidad de transmisión de datos, entre la programación del microcontrolador PIC y la programación de Visual Basic 6.0.
5. Debe indicar en todo momento la existencia de comunicación entre el

microcontrolador PIC y la PC.

6. La programación debe prever que la interfaz gráfica de usuario del módulo didáctico, puede ser cerrado en cualquier momento, por tal motivo el programa del microcontrolador PIC, debe ser capaz de resetearse.

### 3.5 DIAGRAMA MODULAR FUNCIONAMIENTO DEL MODULO DIDÁCTICO

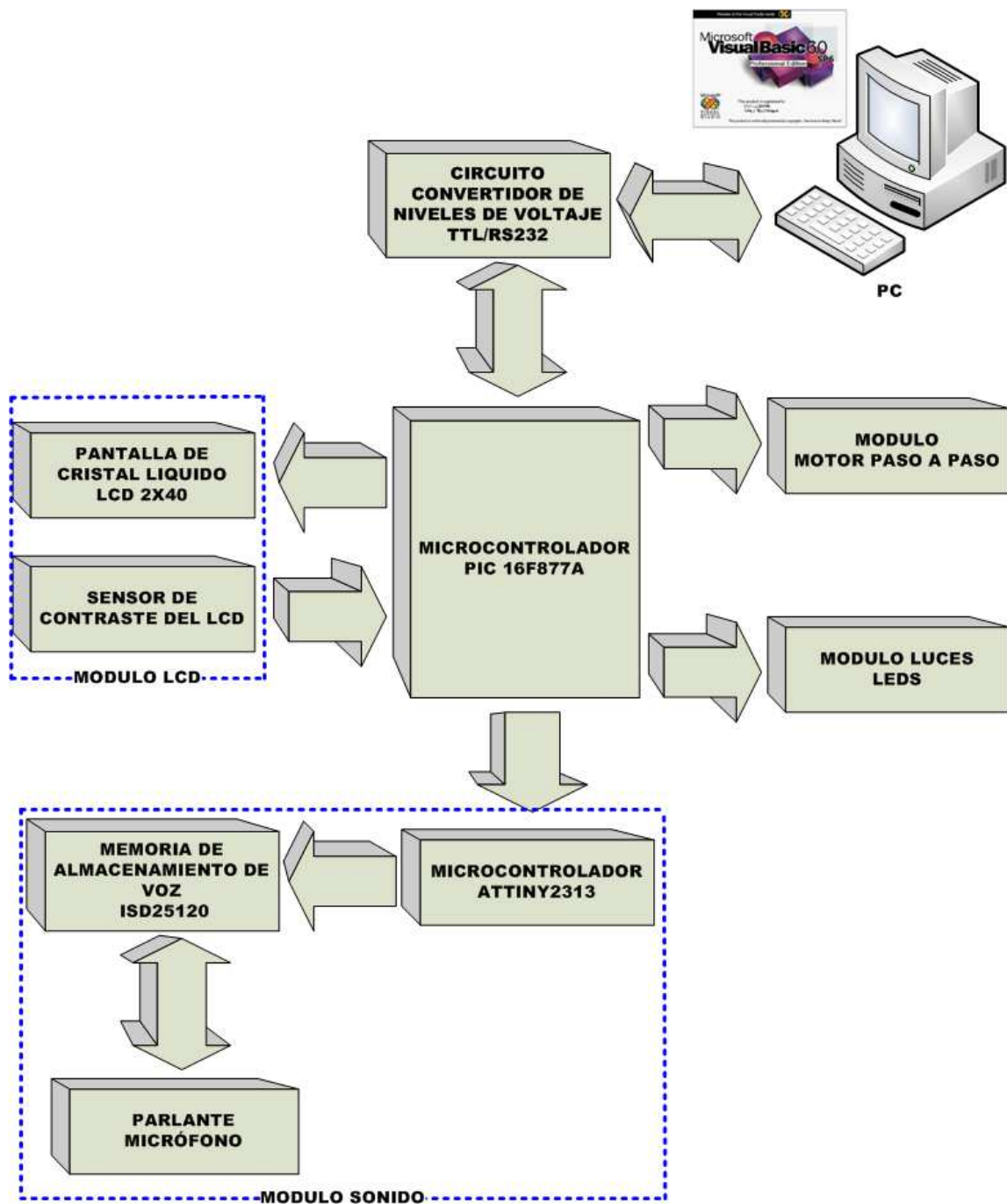


FIGURA 3 - 3 : Diagrama Modular del funcionamiento Modulo Didáctico

### 3.6 DISEÑO DEL SOFTWARE PARA EL MICROCONTROLADOR PIC

Al recibir el carácter “^”. Se ubica al inicio de la programación del microcontrolador PIC; significa que el usuario ha cerrado la interfaz gráfica de usuario y el programa se resetea.

Por cuestiones de orden la programación se maneja desde un menú general o principal hacia submenús secundarios.

Al recibir el carácter “ç”. El programa se posiciona en el menú general del programa.

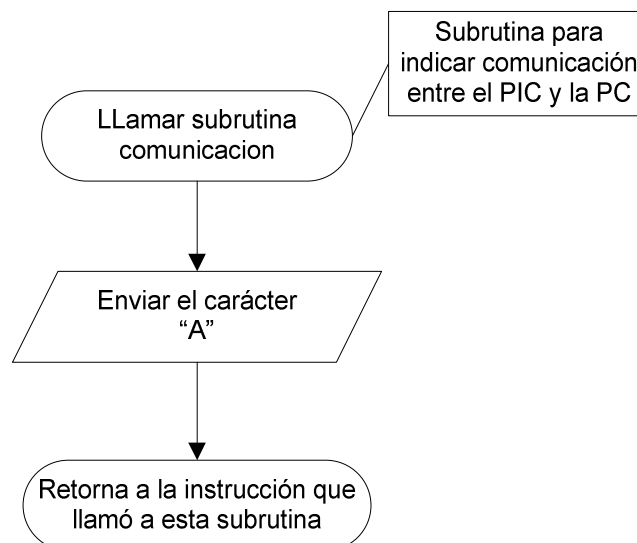
Dentro del menú general del programa se direcciona a cualquiera de los submenús diseñados para el manejo del: modulo Lcd, modulo luces, modulo motor paso a paso y Modulo Sonido.

La comunicación con el Lcd se estable:

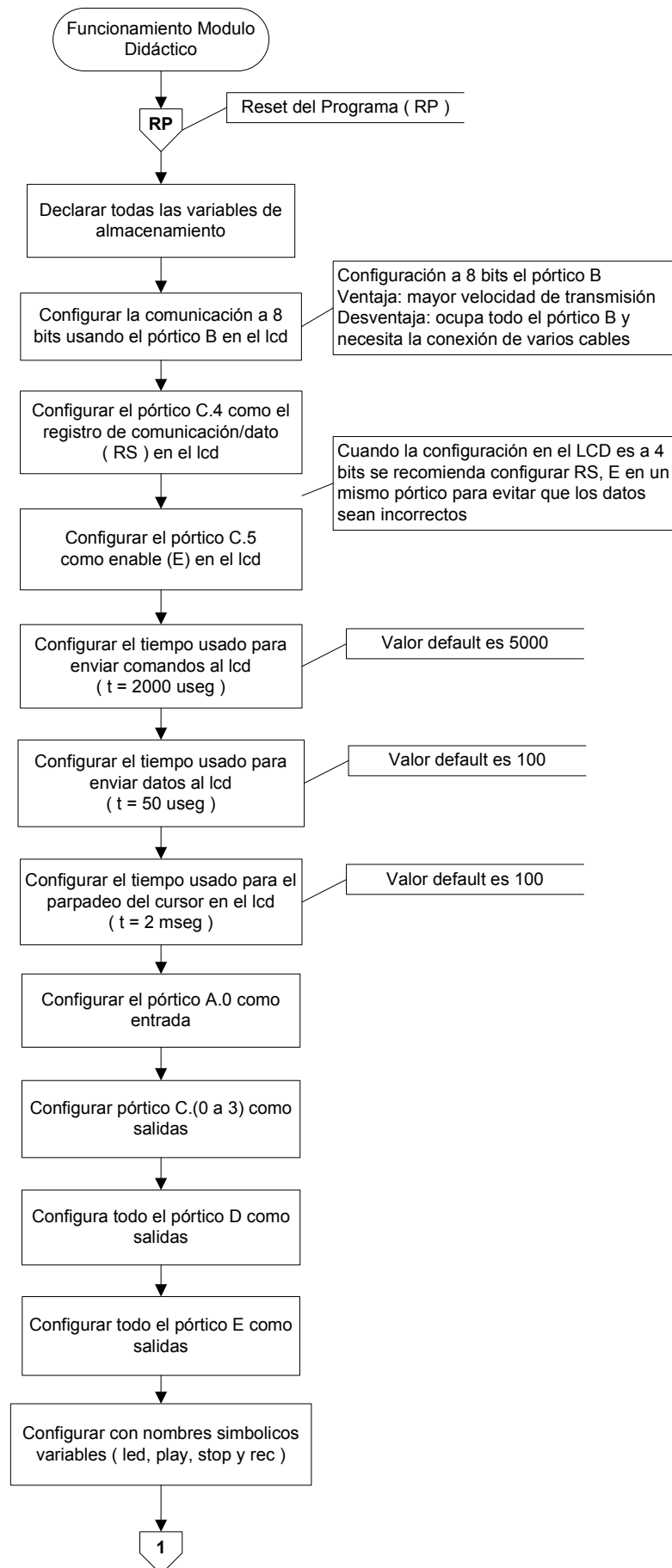
1. Configuración: 8 bits el pòrtico B
2. Ventaja: Mayor velocidad de transmisión
3. Desventaja: Ocupa todo el pòrtico B y necesita la conexión de varios cables

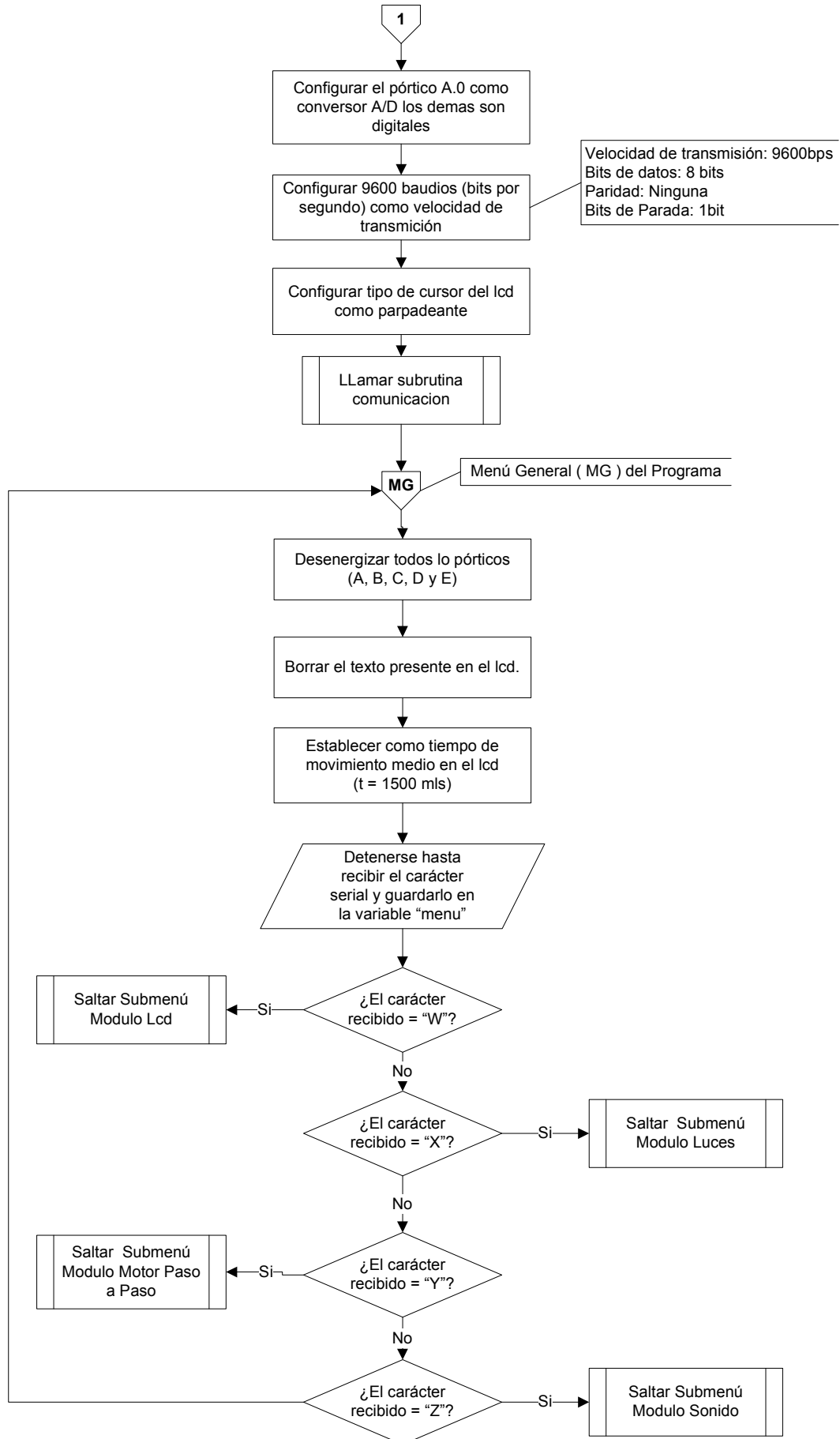
**Subrutina Comunicación.** Utilizado para indicar en todo momento la existencia de comunicación entre el microcontrolador PIC y la PC; mediante la instrucción HSEROUT se envía el carácter ASCII “A” hacia la PC.

Se llama a la subrutina comunicación al inicio de cada submenú y al final de cada subrutina.







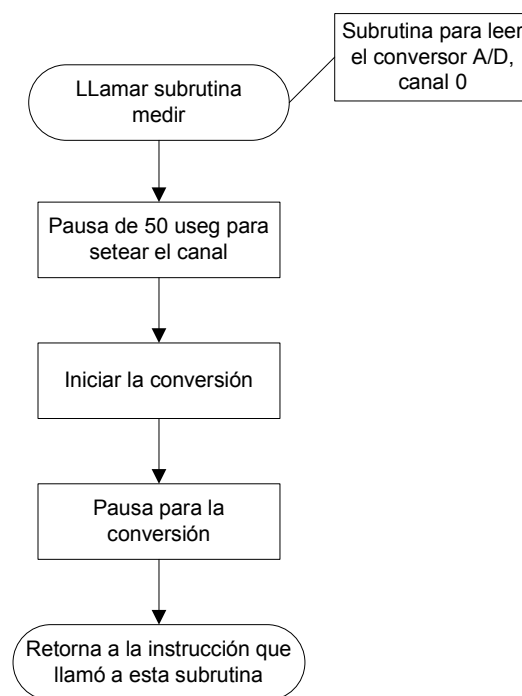


### 3.6.1 PROGRAMACIÓN DEL SUBMENÚ MODULO LCD

**Subrutina medir.** Esta subrutina es capaz de detectar el nivel de voltaje que se encuentra en el pin de contraste del Lcd, mediante un conversor A/D de 8 bits, lee el canal 0 y si el contraste no es lo suficientemente claro se envía el carácter ASCII “B” hacia la PC, utiliza voltajes de referencia negativo  $V_{ref-} = 0V$  y positivo  $V_{ref+} = 5V$ , los mismos que utiliza el PIC para su alimentación.

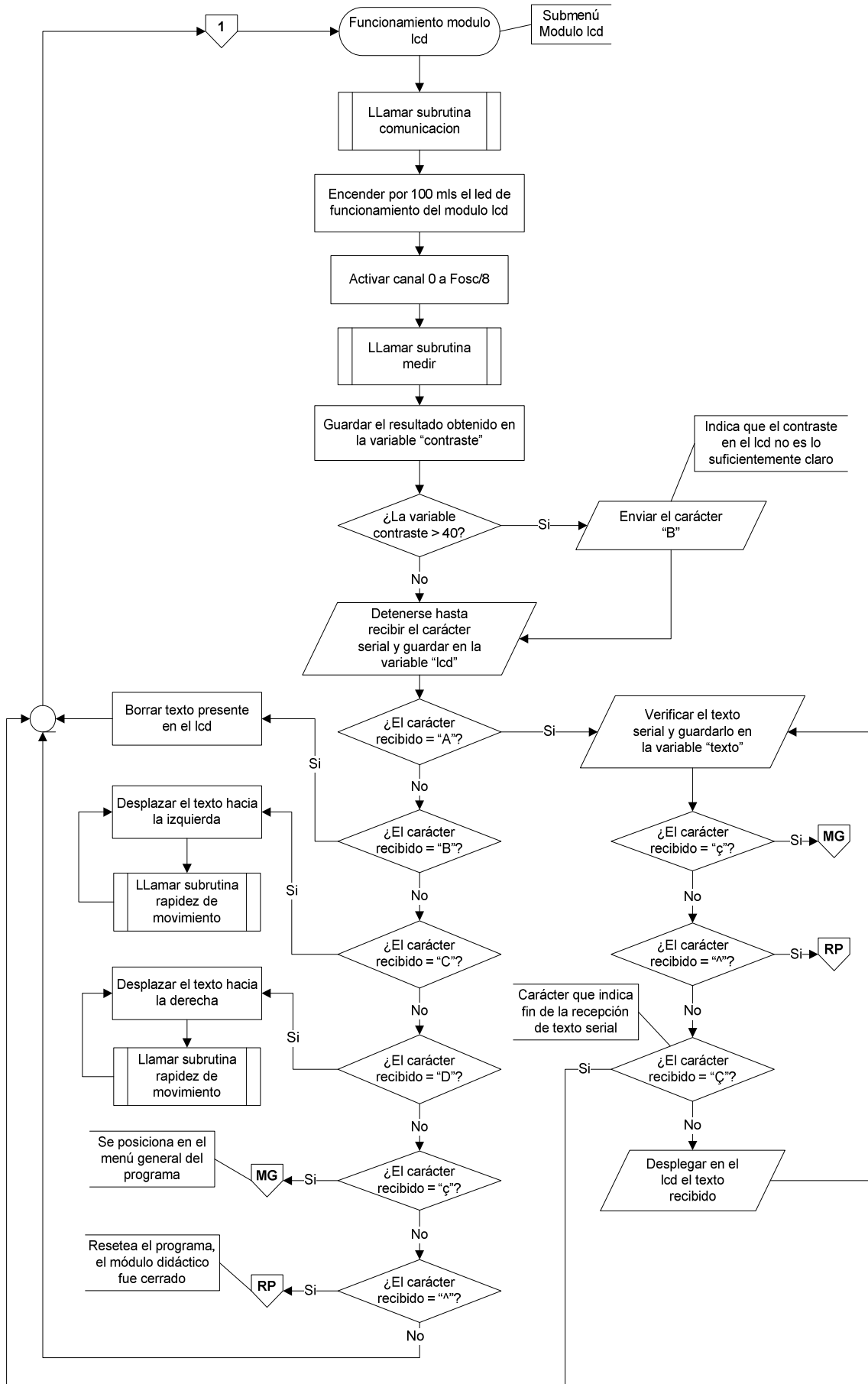
Los 5V son divididos en 255 segmentos, cada segmento equivale a 19,6 mV.

Si la variable contraste almacena valores mayores a 40 (0,784V) significa que el contraste no es lo suficientemente claro en el LCD.

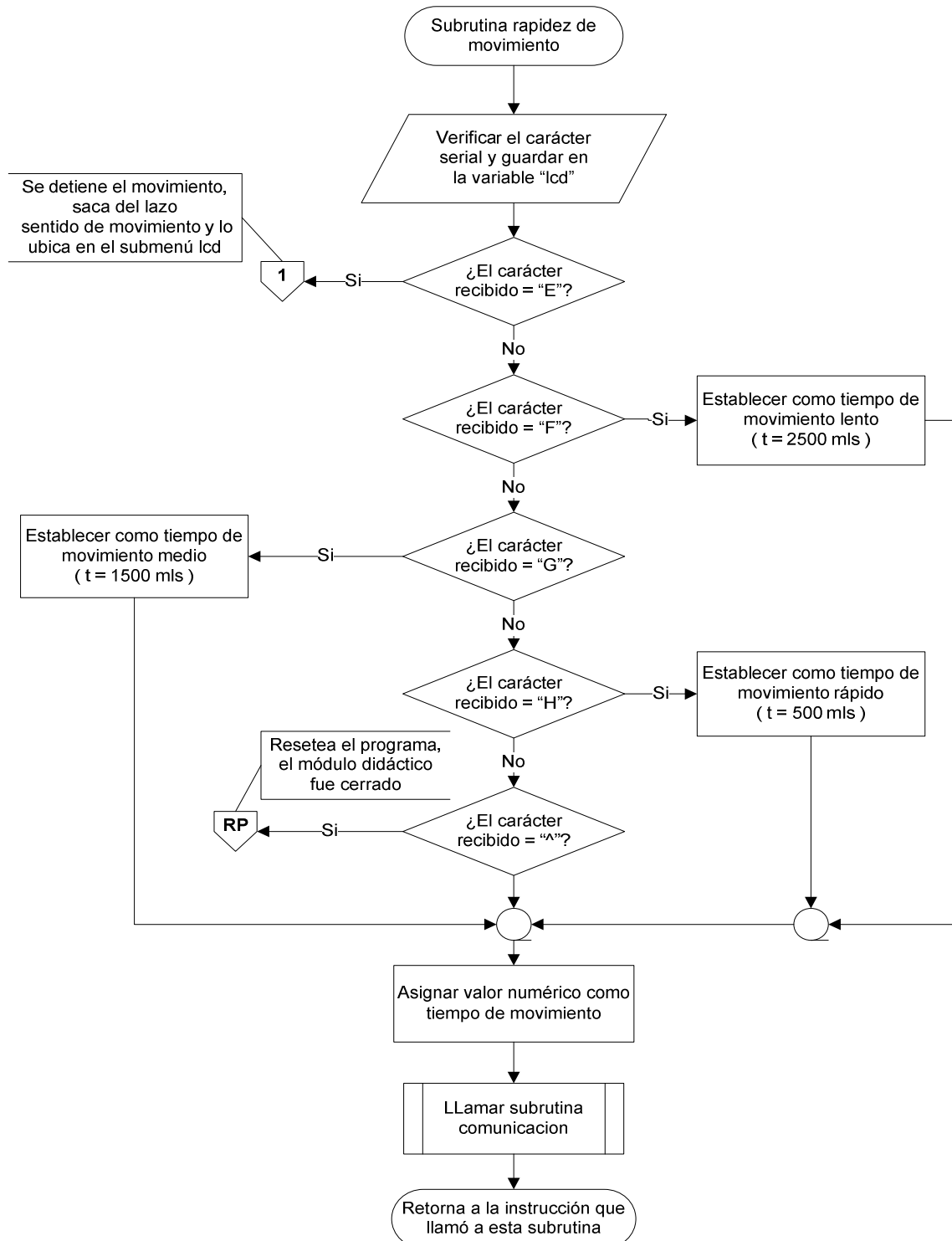


Para desplegar y visualizar el texto en el Lcd, el programa recibe todos los caracteres que conforman el texto que el usuario decidió enviar y al final recibe el carácter “Ç”, el cual indica fin de la transmisión y recepción del texto serial, este carácter será utilizado solamente como instrucción y no podrá ser visualizado como texto en el Lcd.

El programa también recibe instrucciones para desplazar el texto hacia la izquierda, hacia la derecha, puede ser reseteado y permite que el usuario pueda elegir trabajar con otro modulo, en este caso se posiciona en el menú general del programa.



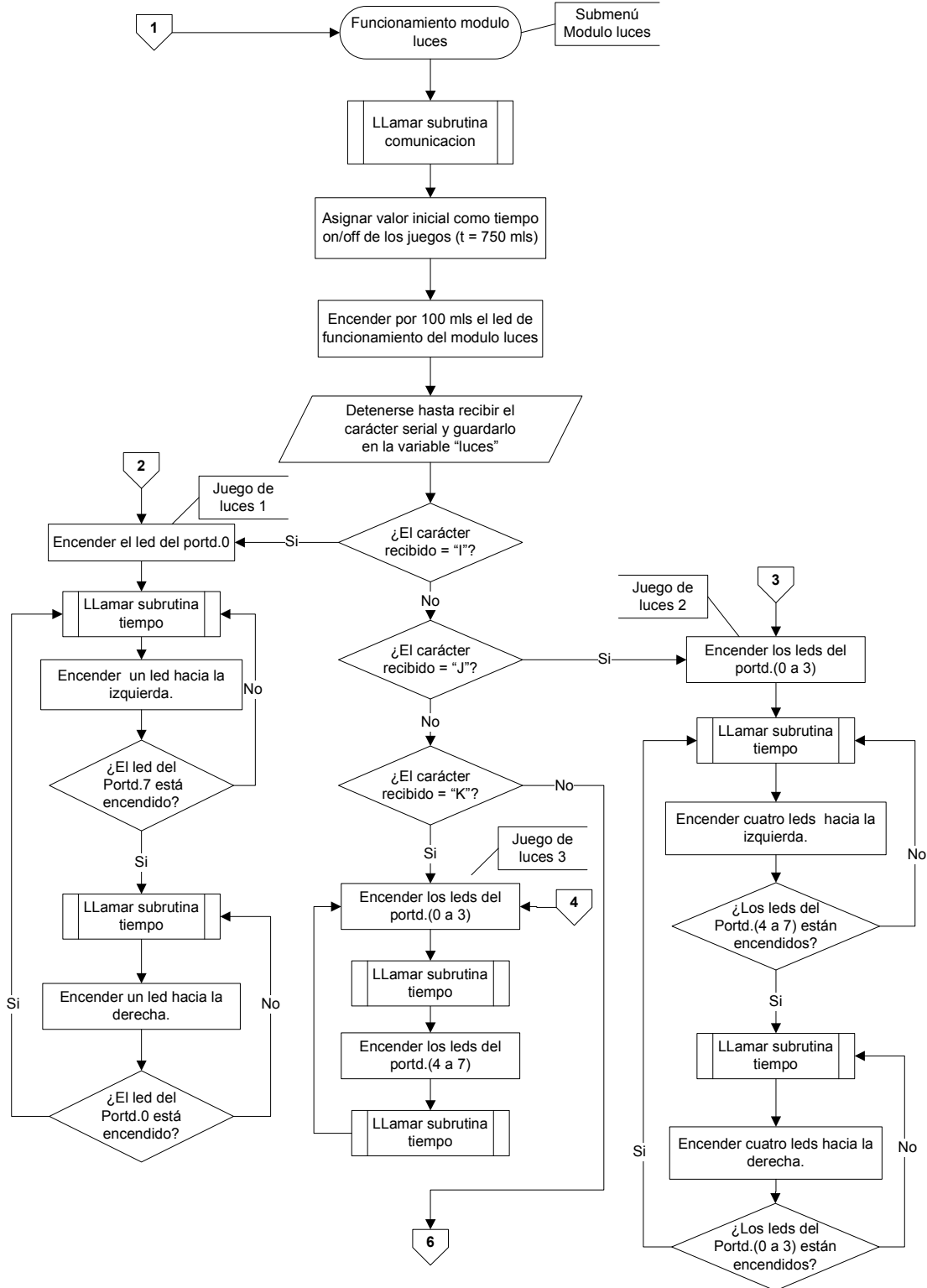
**Subrutina rapidez de movimiento.** Esta subrutina recibe instrucciones las cuales permiten variar la rapidez con la que se desplaza el texto en el Lcd, se pueden seleccionar valores entre: lento (2.5 seg), medio (1.5 seg) y rápido (500 mlseg). Cuando se reciben instrucciones para desplazar el texto hacia la izquierda o hacia la derecha el programa se encierra en un lazo sentido de movimiento y sale del lazo al recibir la instrucción detener, ubicándose en el inicio del submenú lcd.

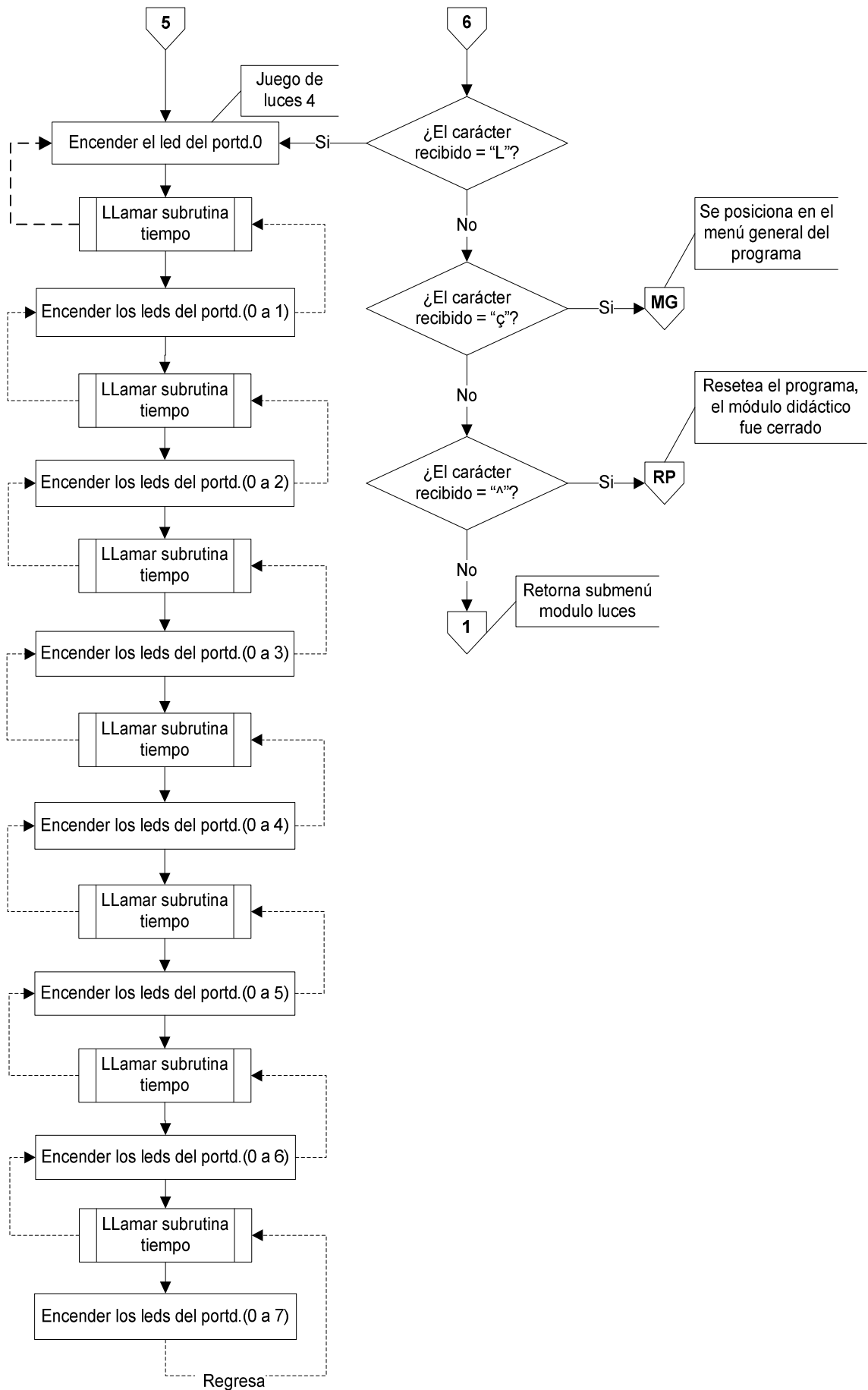


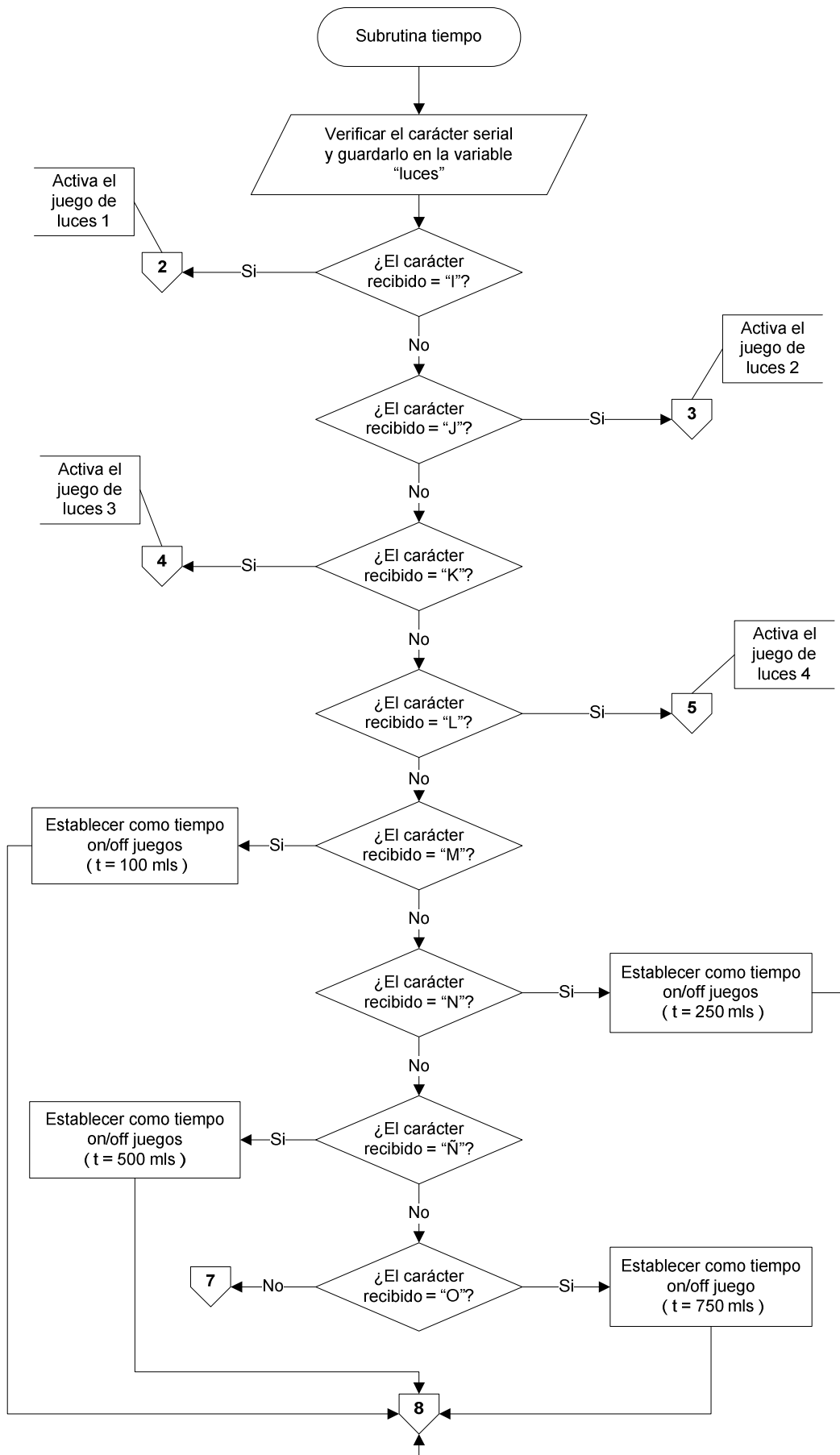
### 3.6.2 PROGRAMACIÓN SUBMENÚ MÓDULO LUCES (LEDS)

El Modulo Luces (Leds) permite seleccionar cuatro juegos de luces diferentes; para su programación se utilizan todos los 8 bits del pòrtico D.

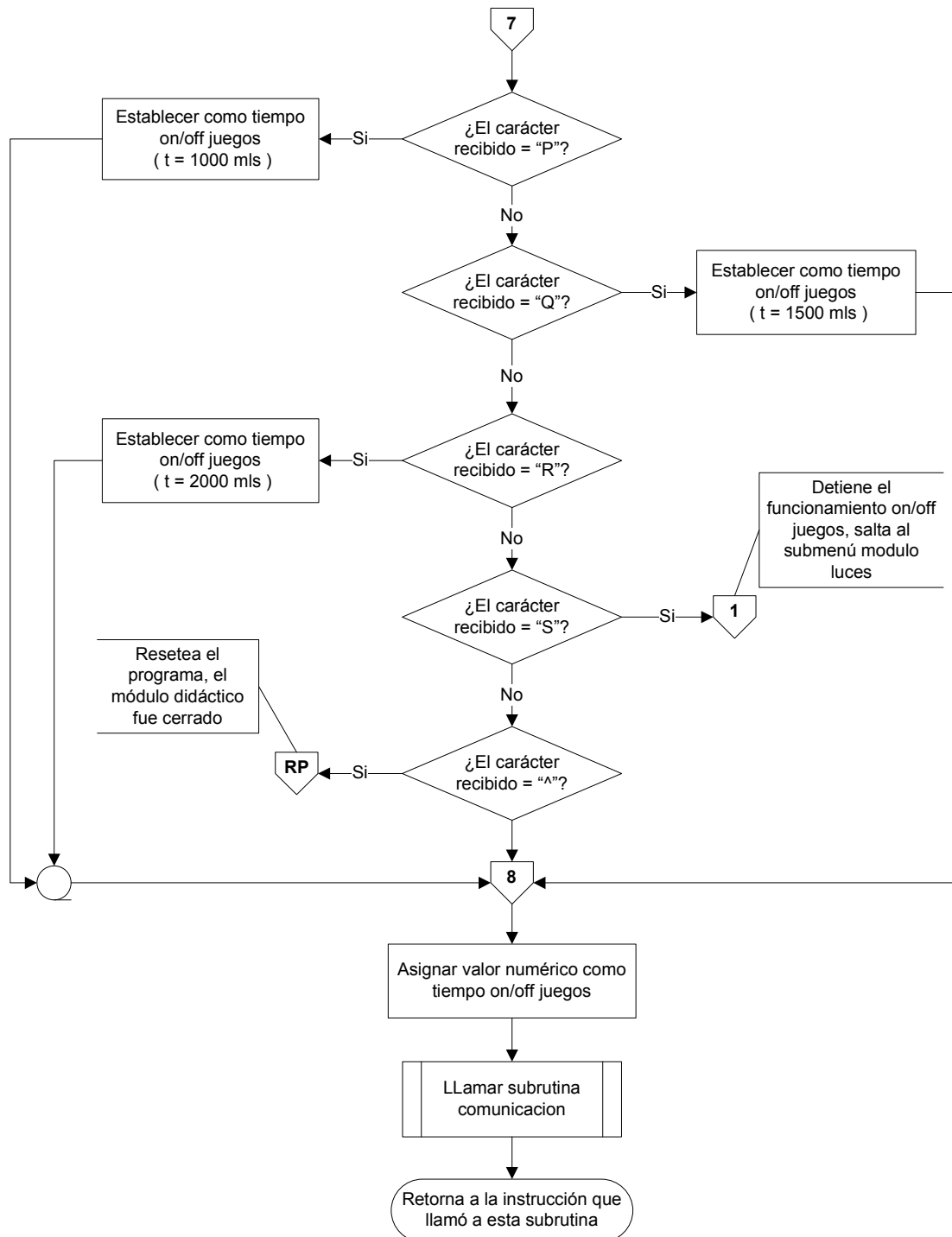
La rapidez de desplazamiento con la que inicia se configura a: ( $t = 750\text{mlseg}$ ).











**Subrutina tiempo.** Esta subrutina recibe instrucciones que permiten variar el tiempo de encendido de cada uno de los 8 Leds, se puede seleccionar valores entre: 0.1 seg, 0.25 seg, 0.5 seg, 0.75 seg, 1 seg, 1.5 seg y 2 seg.

Permite también cambiarse de juego de luces; resetear al programa; detener el encendido de los leds ubicándose en el inicio del submenú luces e indica que existe comunicación entre el PIC y la PC, al llamar a la subrutina comunicación.

### 3.6.3 PROGRAMACIÓN DEL SUBMENÚ MODULO MOTOR PASO A PASO

Se utiliza un motor de 7,5 grados por paso, es decir para cubrir los 360 grados el motor debe dar 48 pasos. Se diseña para que el usuario puede seleccionar cualquier ángulo desde los 15 grados hasta los 360 grados en números múltiplos de 15 grados, en cualquier sentido de giro horario o antihorario, utilizando la secuencia de paso completo; para darle continuidad al giro o sea para que continúe el giro desde la última posición que se ubicó, se requiere dos secuencias de sentido de giro horario y dos secuencias de sentido de giro antihorario.

#### **Secuencia de paso completo 1 sentido horario (SPC1H).**

```
step1 = %0110 ' Energiza bobina C y B.
step2 = %1100 ' Energiza bobina B y D.
step3 = %1001 ' Energiza bobina D y A.
step4 = %0011 ' Energiza bobina A y C.
```

#### **Secuencia de paso completo 2 sentido horario (SPC2H).**

```
step1 = %1001 ' Energiza bobina D y A.
step2 = %0011 ' Energiza bobina A y C.
step3 = %0110 ' Energiza bobina C y B.
step4 = %1100 ' Energiza bobina B y D.
```

#### **Secuencia de paso completo 1 sentido antihorario (SPC1A).**

```
step1 = %1001 ' Energiza bobina D y A.
step2 = %1100 ' Energiza bobina B y D.
step3 = %0110 ' Energiza bobina C y B.
step4 = %0011 ' Energiza bobina A y C.
```

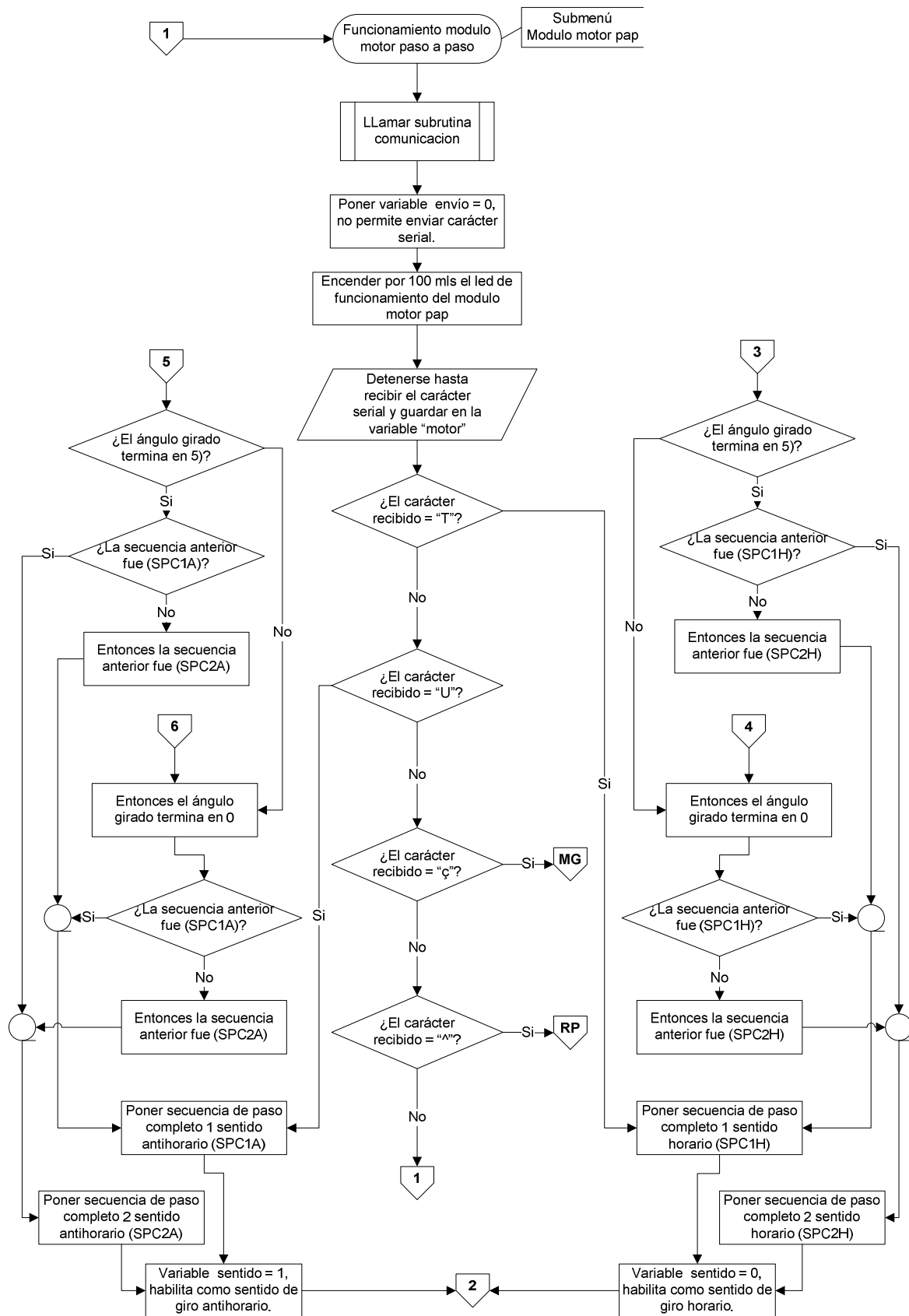
#### **Secuencia de paso completo 2 sentido antihorario (SPC2A).**

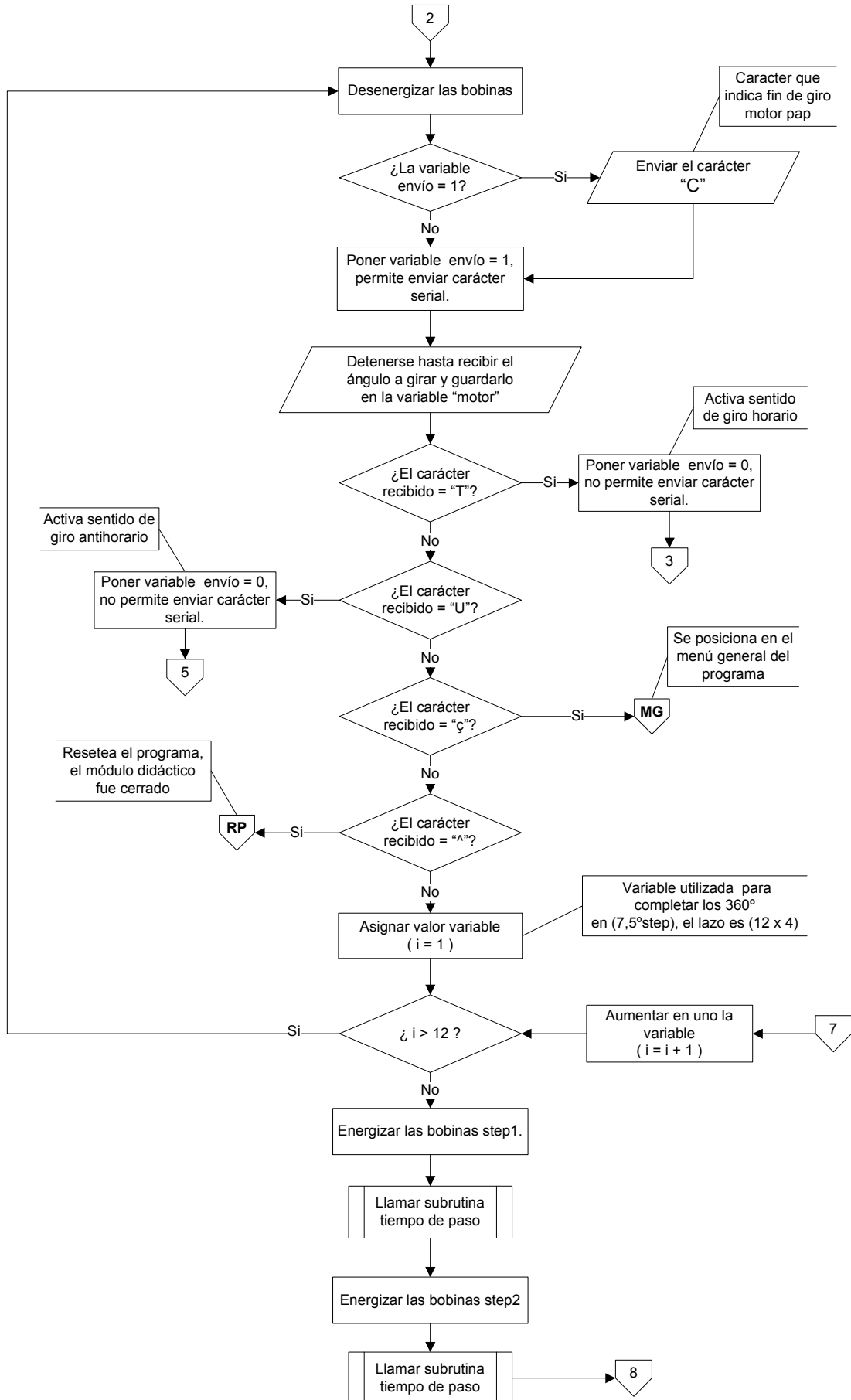
```
step1 = %0110 ' Energiza bobina C y B.
step2 = %0011 ' Energiza bobina A y C.
step3 = %1001 ' Energiza bobina D y A.
step4 = %1100 ' Energiza bobina B y D.
```

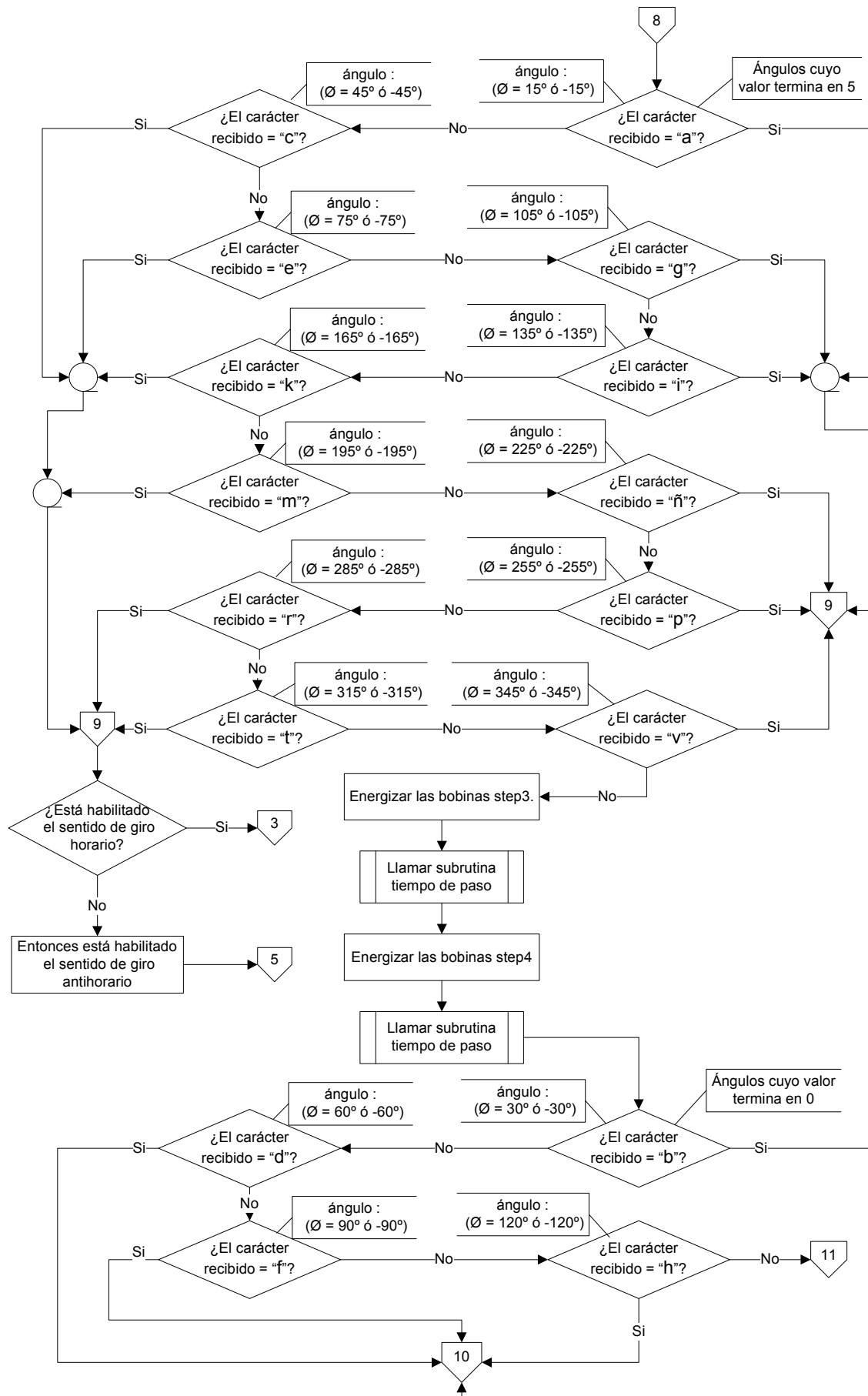
Para energizar las 4 bobinas (A, B, C, D); se usa los 4 bits menos significativos del pórtilo C (PORTC = %DBCA), con un tiempo de paso ( $t = 400\text{ms}$ ).

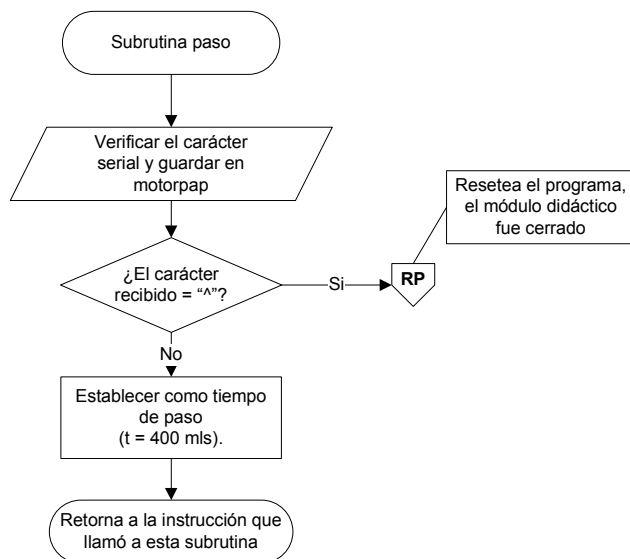
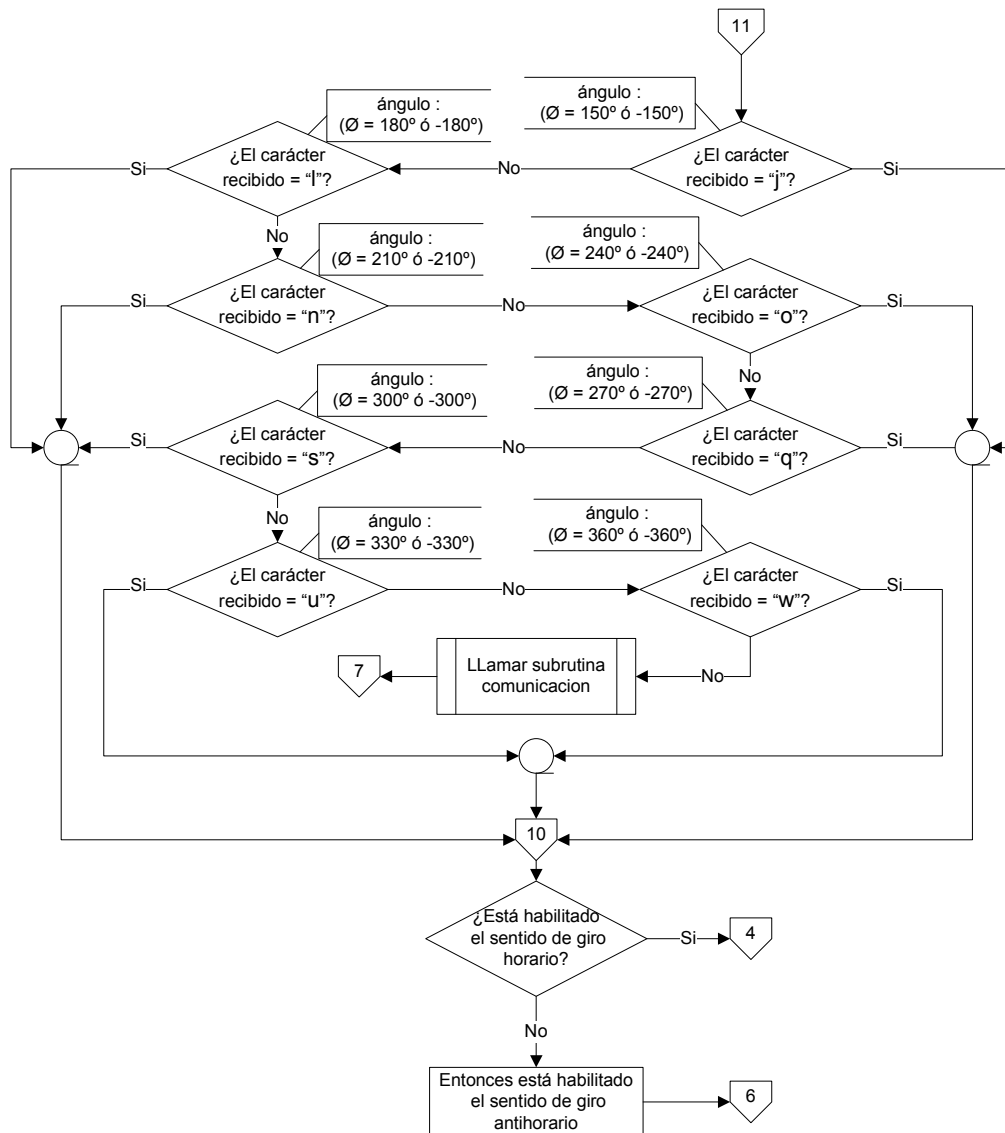
Cada vez que termina el motor de girar un ángulo se envía el carácter "C" a la PC y se desenergiza las bobinas, esto permite que el rotor gire libremente, de lo

contrario al quedar energizadas las bobinas el rotor queda fuertemente retenido y empieza a sobrecalentarse.









**Subrutina paso.** Establece un tiempo entre pasos de (t = 400mlseg).

### 3.6.4 PROGRAMACIÓN DEL SUBMENÚ MÓDULO SONIDO (PARLANTE/MICRÓFONO)

#### 3.6.4.1 Programación microcontrolador PIC 16F877A

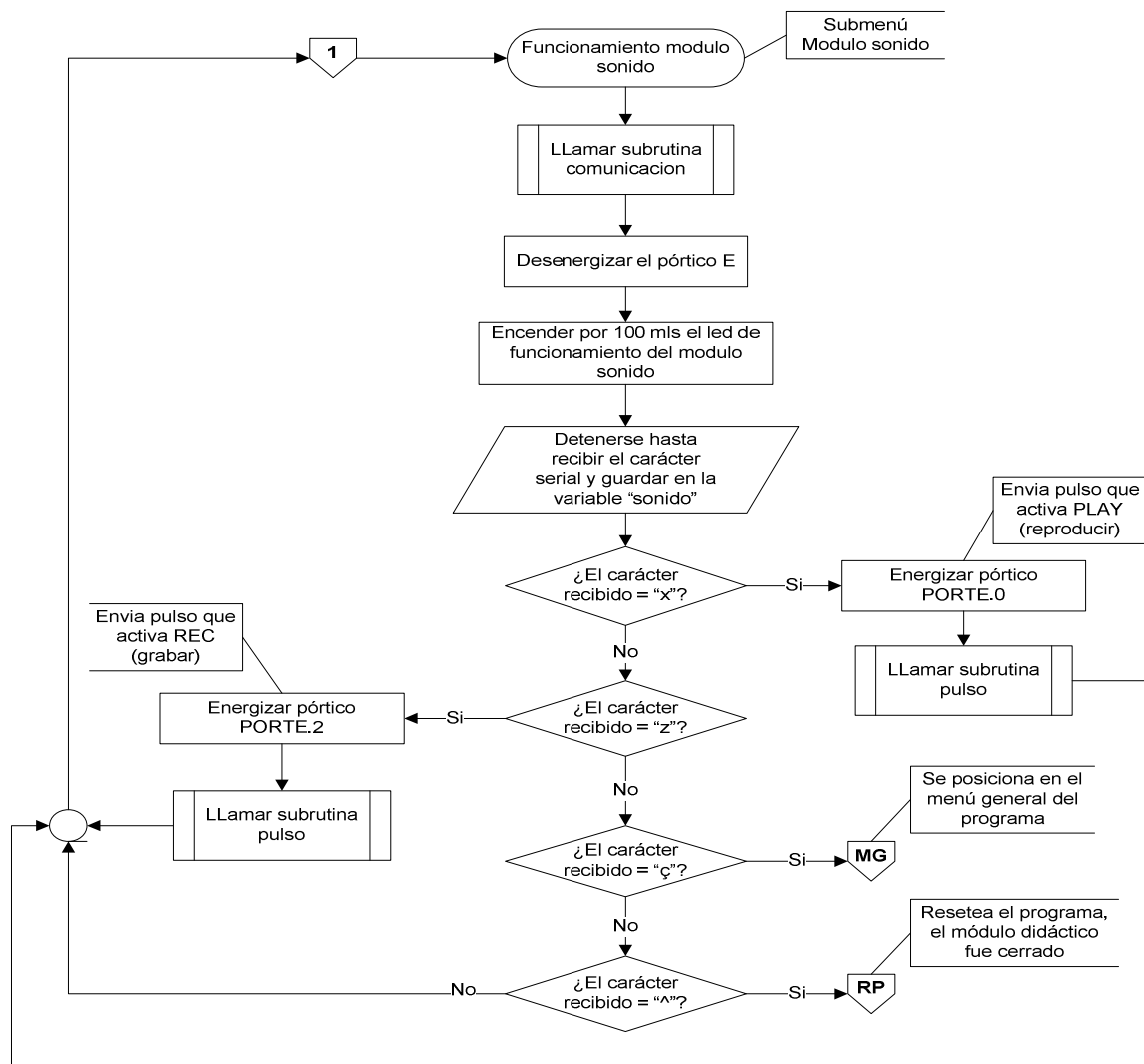
Desde el computador se envían instrucciones hacia el microcontrolador PIC:

Al recibir el carácter "x" se envía un pulso por el PORTE.0, el cual activa PLAY (reproducir).

Al recibir el carácter "z" se envía un pulso por el PORTE.2, el cual activa REC (grabar).

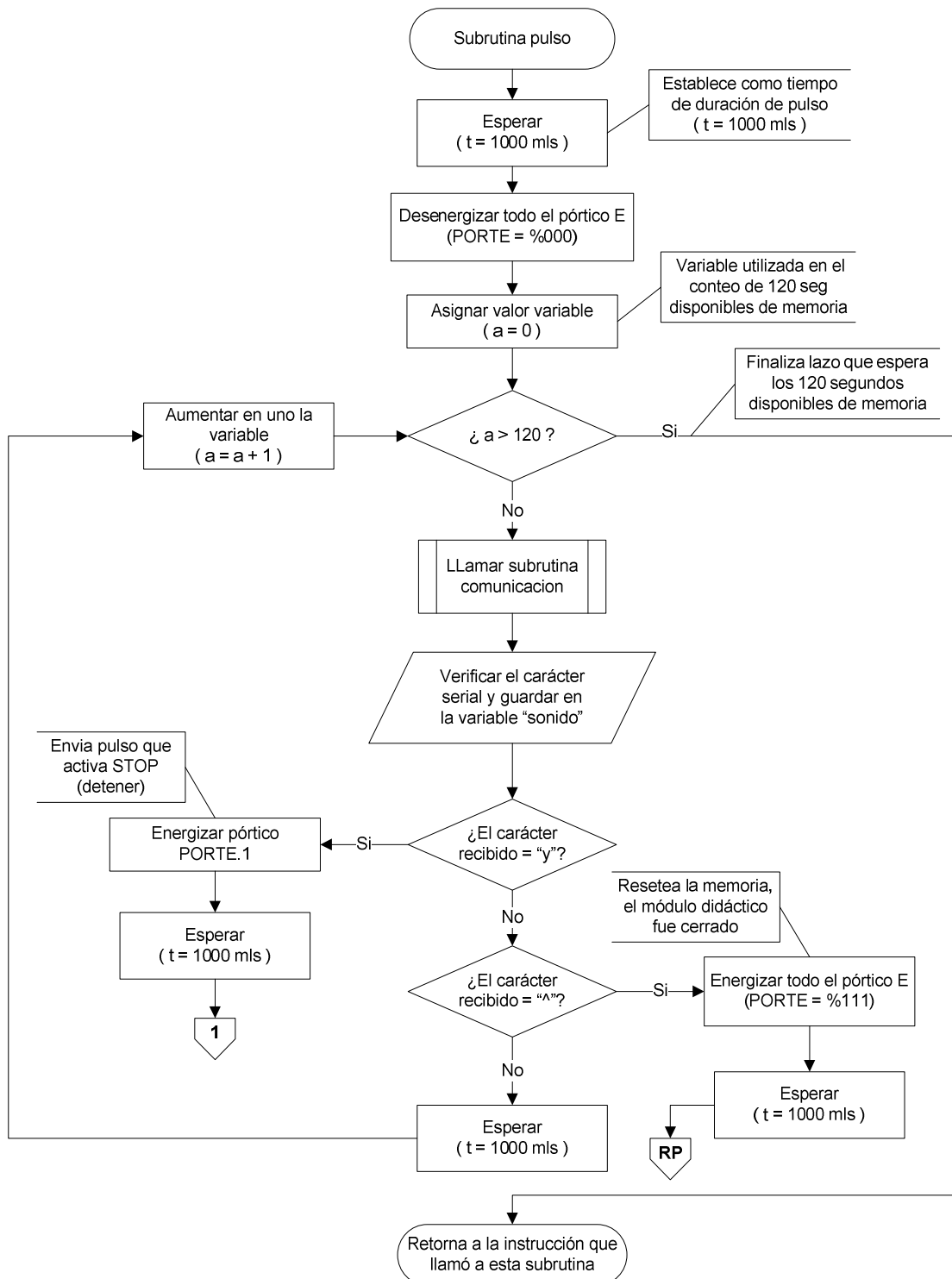
Al recibir el carácter "y" se envía un pulso por el PORTE.1, el cual activa STOP (detener).

El pulso es enviado hacia el microcontrolador ATTINY2313 el cual se encarga del manejo de la memoria ISD 25120P.



**Subrutina pulso.** Establece como tiempo de duración de pulso ( $t = 1000$  mseg), al entrar en funcionamiento "PLAY" o "REC" se puede elegir detener "STOP" y mediante un lazo se espera los 120 segundos disponibles de memoria, llamando cada segundo a la subrutina comunicación.

Si es cerrado el modulo didáctico se energiza (poner 1L) todo el pórtico E (PORTE= %111), para resetear la memoria.





### 3.6.4.2 Programación microcontrolador ATTINY2313

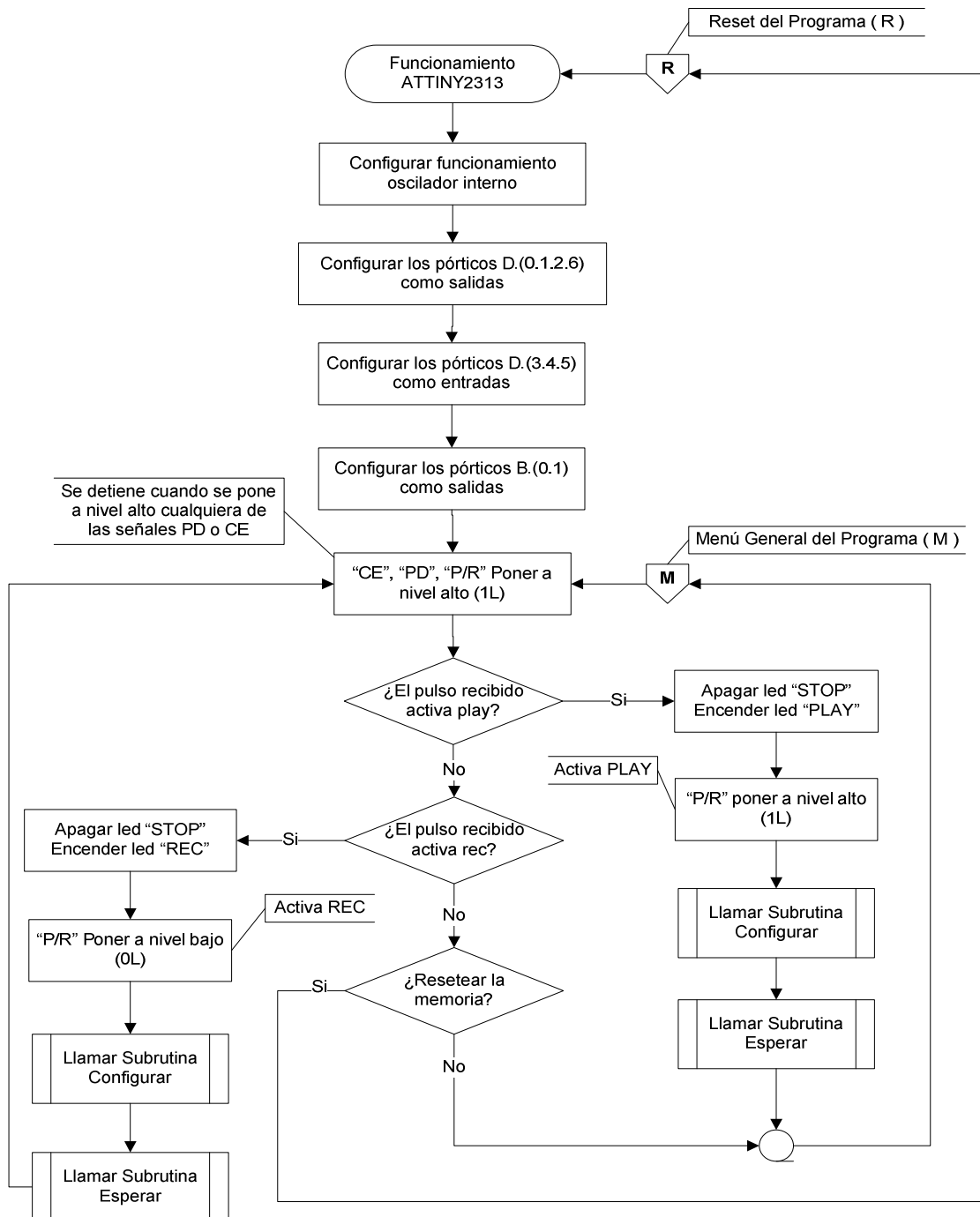
Las operaciones de reproducción y grabación comienzan en la dirección 00H, la cual es el inicio en el espacio de direcciones del ISD 25120P.

Funcionamiento del modo de reproducción (PLAY) y el modo de grabación (REC):

Al recibir un pulso "PLAY" (reproducir). La entrada P/R se pone a nivel alto (1L).

Al recibir un pulso "REC" (grabar). La entrada P/R se pone a nivel bajo (0L).

Y las demás entradas PD y CE se ponen a nivel bajo (0L).



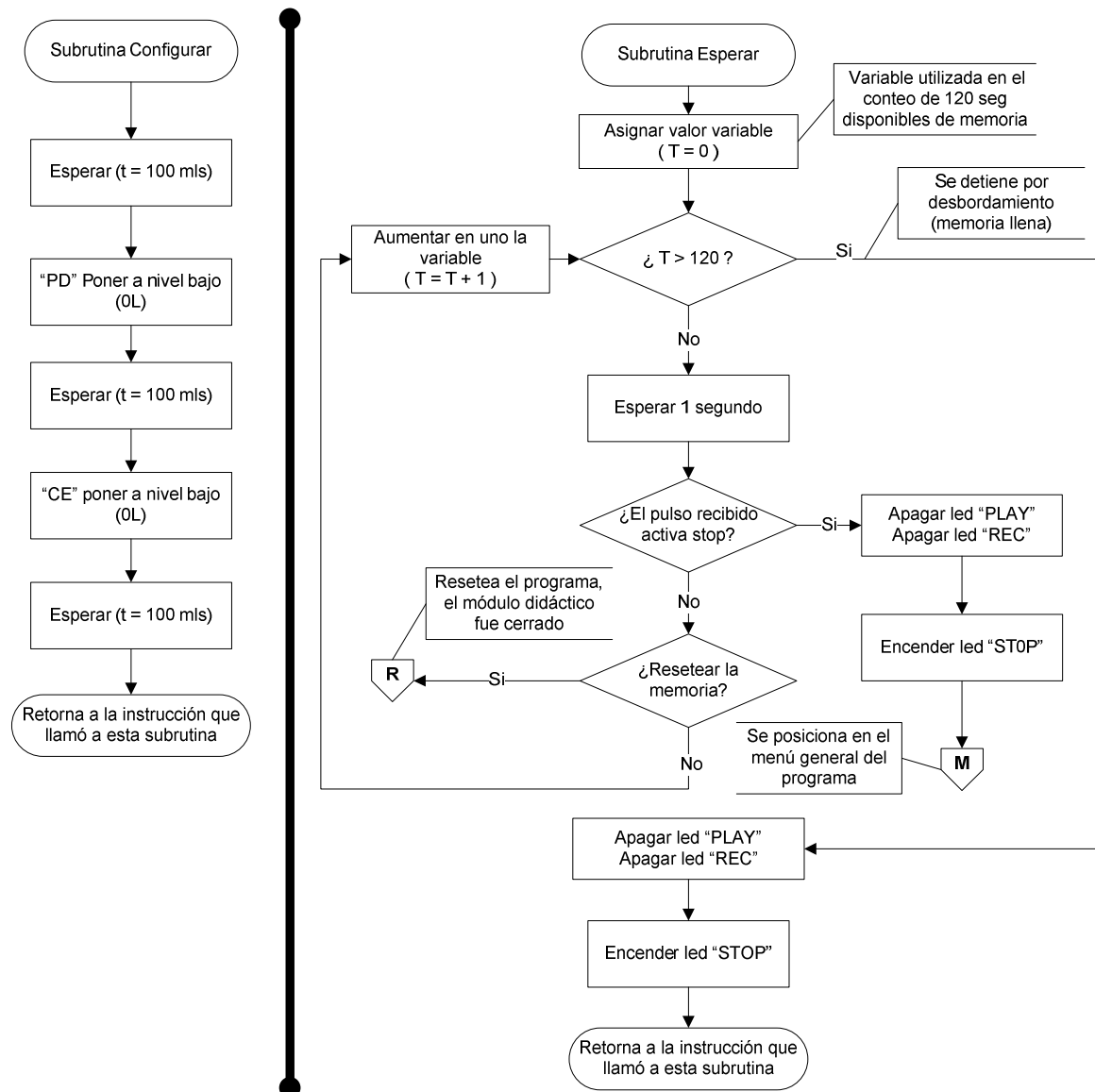
**Subrutina Configurar.** Utilizada para poner las entradas PD y CE a nivel bajo (0L), con un tiempo de espera de ( $t = 100\text{ms}$ ).

**Subrutina Esperar.** Utilizada para detener el funcionamiento de cualquiera de los dos modos: reproducción o grabación.

Se detiene de dos formas:

1. Al recibir un pulso "STOP" las entradas PD, CE, P/R se ponen a nivel alto (1L).
2. Cuando se produce un desbordamiento (memoria llena).

Se utiliza también para resetear la memoria, en el caso de ser cerrado el módulo didáctico, se ubica en el inicio de la programación del ATTINY2313 y las entradas PD, CE, P/R se ponen a nivel alto (1L).



### **3.7 RESUMEN FUNCIONAMIENTO MICROCONTROLADORES DEL MODULO DIDÁCTICO**

En forma resumida, se explica el funcionamiento de los dos microcontroladores que conforman el modulo didáctico.

#### **3.7.1 MICROCONTROLADOR PIC 16F877A**

El microcontrolador principal PIC 16F877A, recibe todas las instrucciones en forma de caracteres ASCII, provenientes desde el computador (PC) y activa cualquiera de los siguientes módulos:

1. Modulo Lcd.
2. Modulo luces (leds).
3. Modulo motor paso a paso.
4. Modulo sonido (parlante-micrófono).

El funcionamiento de los módulos es uno a la vez.

#### **3.7.2 MICROCONTROLADOR ATTINY2313**

Al entrar en funcionamiento el modulo sonido (parlante/micrófono), el microcontrolador auxiliar ATTINY2313, recibe las instrucciones provenientes desde el microcontrolador PIC 16F877A y activa los siguientes modos de funcionamiento en la memoria ISD 25120:

1. Reproducir.
2. Grabar.
3. Detener.

Se envía en todo momento el carácter ASCII "A" hacia la PC, para indicar la existencia de comunicación entre el microcontrolador PIC y la PC.

Se monitoriza en todo momento la interfaz gráfica de usuario del módulo didáctico previendo el cierre de la misma para resetear el programa de los microcontroladores.

## CAPITULO IV

### PROGRAMANDO EN VISUAL BASIC 6.0

En la programación de Visual Basic 6.0, se escribe código separado para cada objeto, quedando la aplicación dividida en pequeños procedimientos conducidos cada uno de ellos por un evento, por ejemplo:

```
Private Sub cmdContinuar_Click()    'Inicio Procedimiento Privado
    frmDidactico.Visible = True      'Mostrar Modulo Didáctico
    frmPortico.Show                  'Cargar Modulo Pórtico
    frmInicio.Visible = False       'Ocultar Modulo Inicio
End Sub                            'Fin Procedimiento
```

El procedimiento privado “**Private Sub cmdContinuar\_Click()**”, es puesto en ejecución en respuesta al evento “**Click**”, sobre el objeto identificado por “**cmdContinuar**”, esta forma de programar se denomina Programación Orientada a Objetos (POO) y Manejada por Eventos.

Existen dos tipos de procedimientos los privados y los públicos:

**Procedimientos Privados.** Solamente pueden ser utilizados internamente en cada modulo.

**Procedimientos Públicos.** Pueden ser utilizados por todos los módulos que conforman el modulo didáctico.

#### 4.1 CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO

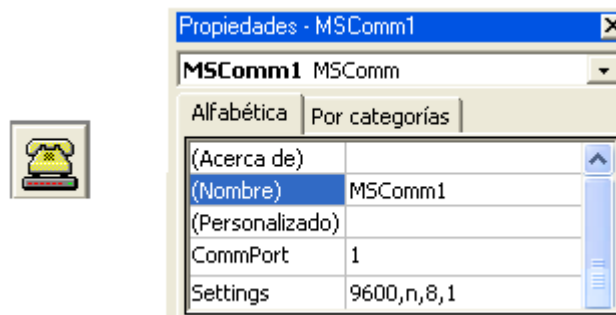
Para el diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI [Graphical User Interfacel]) se ha tomado en cuenta el siguiente criterio.

1. **Fácil uso.** El usuario esta acostumbrado a la mayoría de aplicaciones Windows de Microsoft por lo tanto debe ser para el usuario familiar y natural de usar.

2. **Aspecto didáctico.** Debe cumplir su función de material didáctico mediante el cual los estudiantes se incentiven en el aprendizaje y puedan incrementar sus conocimientos teórico-prácticos.
3. **Compatibilidad.** La programación con la que se trabaja en Visual Basic 6.0 es denominada como *Programación Orientada a Objetos (POO)* y *Manejada por Eventos*<sup>8</sup>, al interactuar con la *Programación Secuencial*<sup>9</sup> con la que trabaja el microcontrolador PIC debe haber una adecuada compatibilidad y equilibrio.
4. **Confiabilidad.** Cada objeto dentro de la Interfaz Gráfica de Usuario (Modulo Didáctico), debe comportarse de una manera confiable y predecible, el programa debe estar libre de errores.
5. **Adecuada documentación.** Necesaria para ayudar a comprender o a utilizar el programa y consta de:
  - a) **Documentación externa.** Que incluye diagramas de flujo y esta dirigida tanto a los usuarios de programa como al programador.
  - b) **Documentación interna.** O comentarios en el propio programa dirigido principalmente al programador.

## 4.2 COMUNICACIÓN SERIAL

La comunicación serial con **Visual Basic 6.0** se realiza mediante el control **MSComm** el cual lo ubicamos dentro de los componente **Microsoft Comm Control 6.0** , el control es parecido a un teléfono analógico.



**FIGURA 4 - 1 : Control MSComm y propiedades**

<sup>8</sup>La secuencia en la que va a ejecutarse las sentencias no puede ser prevista por el programador

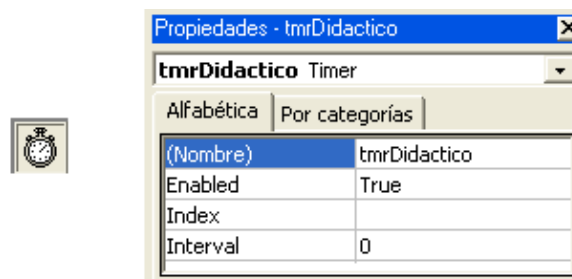
<sup>9</sup> Conjunto de sentencias que se ejecutan de arriba abajo en el orden que el programador ha diseñado.

Este control es el que permite al usuario comunicarse con el puerto serial que posee el computador.

La velocidad de transmisión y recepción de datos se encuentran establecida en **(Settings: 9600, n, 8,1)** que significa, envío de **8 bits** de datos seriales, **sin paridad** y con **un bit de parada** a una velocidad de **“9600 bits por segundo”**. Está definida la misma velocidad de transmisión de datos en el programa del microcontrolador PIC.

También se permite seleccionar el número pÓrtico COM que se va a utilizar, tiene un valor predeterminado igual a 1 **(CommPort : 1)**, Pero el modulo didáctico dispone del módulo pÓrtico, el mismo que está diseñado específicamente para la selección del número de pÓrtico COM, disponible en cualquier PC que utilice el programa, es decir esta propiedad será modificada en tiempo de ejecución dependiendo del computador.

**Un temporizador o control timer.** Es invisible al usuario pero es un reloj útil para el procesamiento en segundo plano. Una vez que se arranca, un cronómetro trabaja en forma independiente y constante, sin importar lo que suceda en el programa modulo didáctico o en el mismo Windows.



**FIGURA 4 - 2 : Control Timer y propiedades**

En la comunicación serial es muy útil porque permite fijar el tiempo en el que debe ejecutarse el **Procedimiento Timer**, el mismo que se utiliza para la transmisión y recepción de datos entre el microcontrolador PIC y la PC.

Las controles que conforma el modulo didáctico ejecutan sus respectivas instrucciones, enviando un determinado **carácter ASCII**, Si el programa del microcontrolador PIC, se encuentra ocupado realizando una determinada tarea relacionado a algún modulo, la interfaz gráfica de usuario no permite utilizar otro modulo, es decir no permite enviar ninguna instrucción referente a otro modulo, mientras no se detenga la actividad que mantiene ocupado al programa del microcontrolador PIC, esto en parte ayuda a mantener una adecuada

compatibilidad entre la programación de Visual Basic 6.0 y la del microcontrolador PIC.

### **4.3 INTERFAZ DE MÚLTIPLES DOCUMENTOS DE WINDOWS (MDI)**

Una aplicación MDI permite que el programa trabaje con múltiples formularios secundarios contenidos dentro de un formulario principal, en el cual se pueden incluir menús, barra de herramientas, barra de estado, esto ayuda a mantener la interfaz gráfica de usuario bien organizada, con información clara y fácil de usar, es muy sencillo minimizar o mover el grupo completo de formularios secundarios simplemente minimizando o moviendo el formulario primario. Programas como Microsoft Word y Excel constituyen ejemplos de aplicaciones MDI.

### **4.4 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO (MDI) MODULO DIDÁCTICO**

Debido a las grandes ventajas que tiene una aplicación MDI, se utiliza en el diseño del programa Modulo Didáctico, ordenado de la siguiente manera:

Un formulario (MDI) principal denominado:

1. Modulo Didáctico

Cuatro formularios (MDI) secundarios denominados:

1. Modulo Lcd
2. Modulo Luces ( leds )
3. Modulo Motor paso a paso
4. Modulo Sonido (parlante - micrófono)

Y tres formularios independientes denominados:

1. Modulo inicio
2. Modulo pórtico
3. Modulo ayuda

#### **4.4.1 COMPONENTES DE AYUDA EN LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO DIDÁCTICO**

1. **Barra de menús.** (Abrir, Ventanas, Controles, Ayuda), Ubicada en la parte

superior, permite visualizar las órdenes que el usuario puede utilizar para el manejo del modulo didáctico.

2. **Barra de herramientas.** (Cortar, Copiar, Pegar, Minúsculas, Mayúsculas, Estilo), Ubicada en la parte superior, es una barra diseñada específicamente para el modulo lcd.
3. **Barra de estado.** Ubicada en la parte inferior, permite en todo momento desplegar información acerca de la actividad del modulo didáctico.
4. **Menú contextual o emergente.** Es un submenú flotante el cual permite visualizar las ordenes disponibles y especificas para cada uno de los cuatro módulos (Lcd, Luces, Motor pap, Sonido), aparece al hacer clic con el botón derecho del mouse, sobre cualquiera de los cuatro módulos.
5. **Teclas de acceso rápido.** Ejecuta la acción configurada para cada orden, al presionar una o simultáneamente dos teclas, por ejemplo: **(Mayús+ F1)** salir del modulo didáctico.
6. **Modulo ayuda.** Despliega información básica a cerca del modulo didáctico.

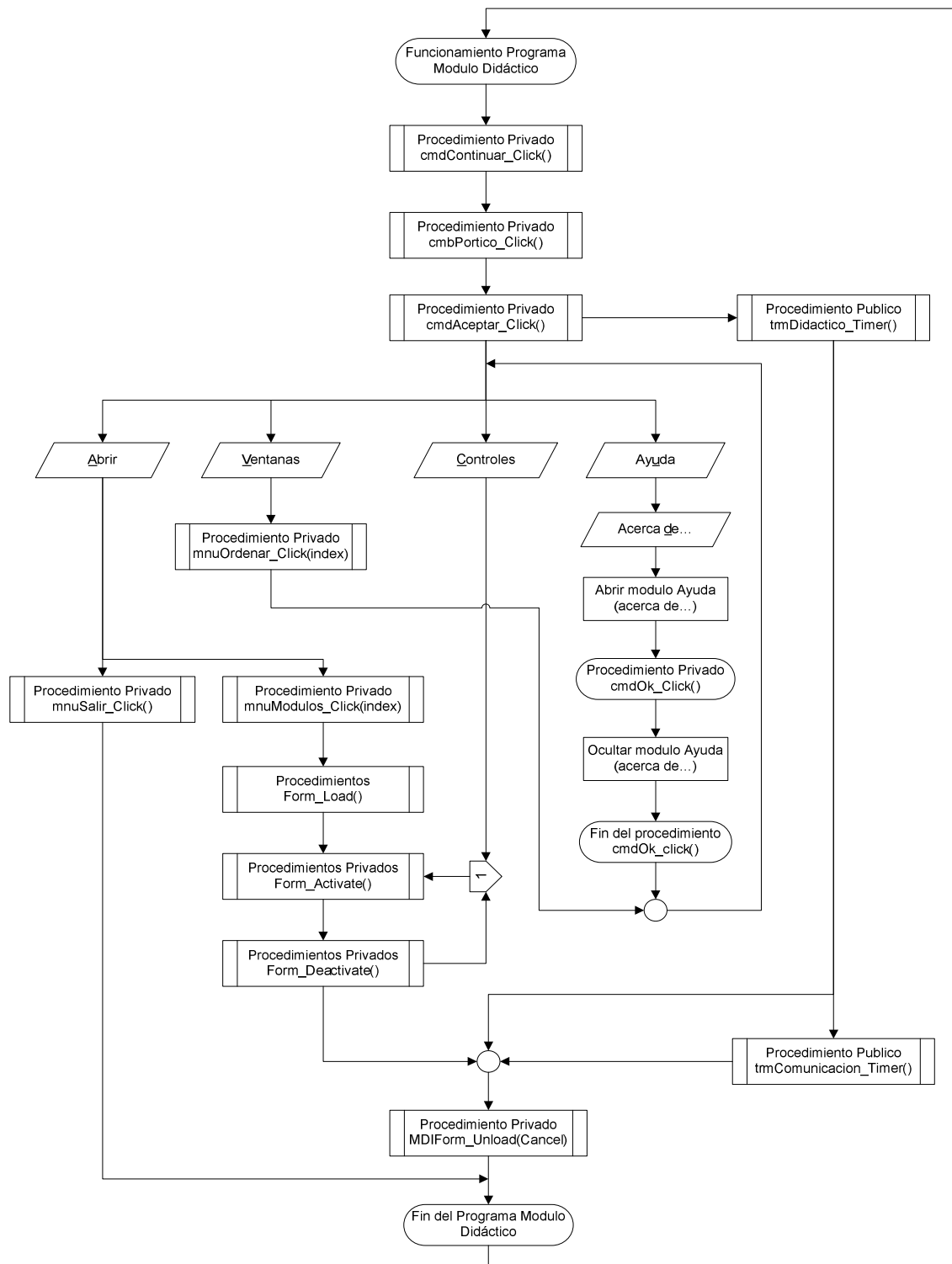
#### 4.4.2 OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA (MDI) MODULO DIDÁCTICO

Objetos del Modulo Didáctico Interfaz (MDI)	
Controles	Función
frmDidáctico	Formulario modulo didáctico interfaz MDI.
frmAyuda	Formulario modulo ayuda.
igtImagen	Imágenes de iconos de edición y formato.
tlbHerramienta	Muestra los iconos de edición y formato del lcd.
stbEstado	Muestra estado de funcionamiento del modulo didáctico.
mnuAbrir	Menú que contiene a los modulos.
mnuModulos (0)	Permite abrir el modulo lcd.
mnuModulos (1)	Permite abrir el modulo motor paso a paso.
mnuModulos (2)	Permite abrir el modulo luces.
mnuModulos (3)	Permite abrir el modulo sonidos.
mnuVentanas	Menú que contiene las formas de organizar a los modulos.
mnuOrdenar (0)	Organiza los modulos en cascada.
mnuOrdenar (1)	Organiza los modulos verticalmente.
mnuOrdenar (2)	Organiza los modulos horizontalmente.
mnuControles	Menú que contiene a los controles de los modulos.
mnuLcd	Contiene a los controles del modulo lcd.
mnuMotorpap	Contiene a los controles del modulo motor paso a paso.
mnuLuces	Contiene a los controles del modulo luces.
mnuSonido	Contiene a los controles del modulo sonido.
mnuAyuda	Menú que contiene el modulo ayuda.
mnuAcercade	Permite abrir el modulo ayuda acerca de.
imgAyuda	Imagen eslogan del modulo didáctico.
cmdOk	Cierra el modulo ayuda.
basGeneral	Modulo estándar utilizado para unir código similar.

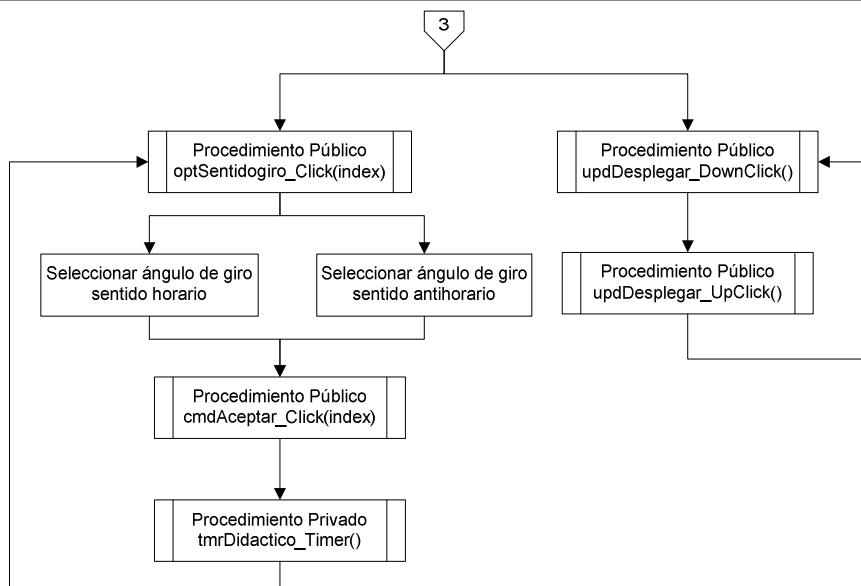
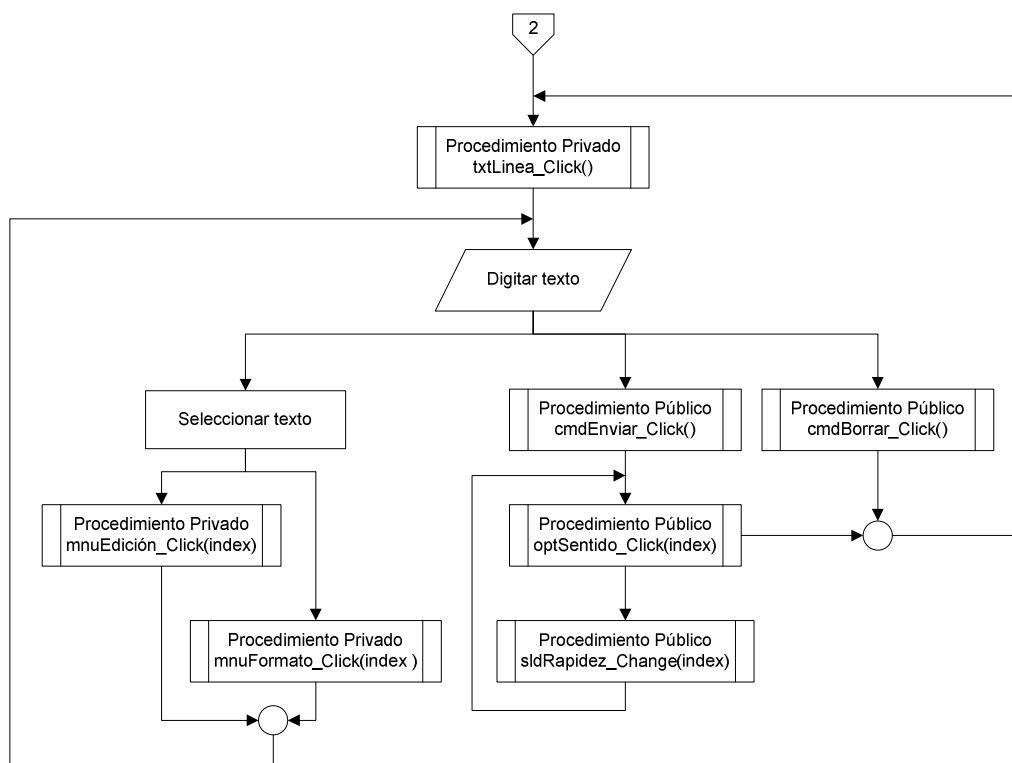
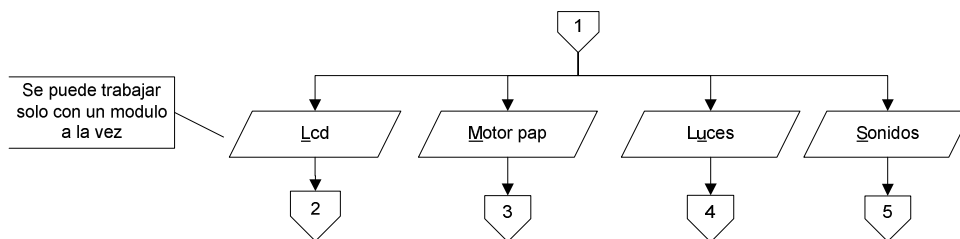


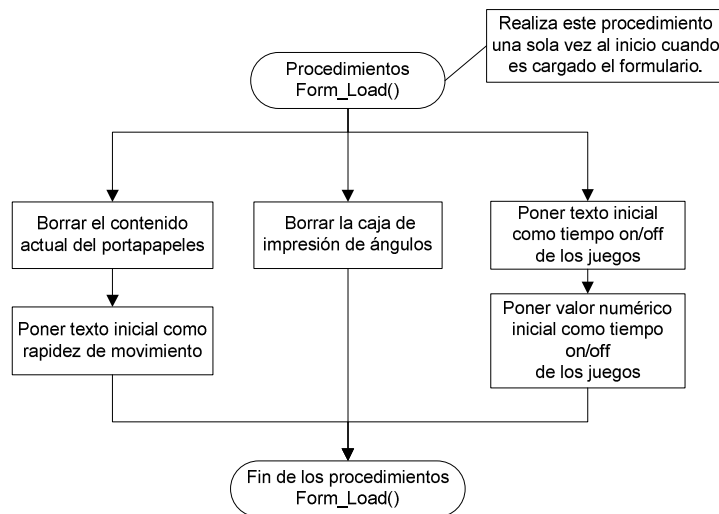
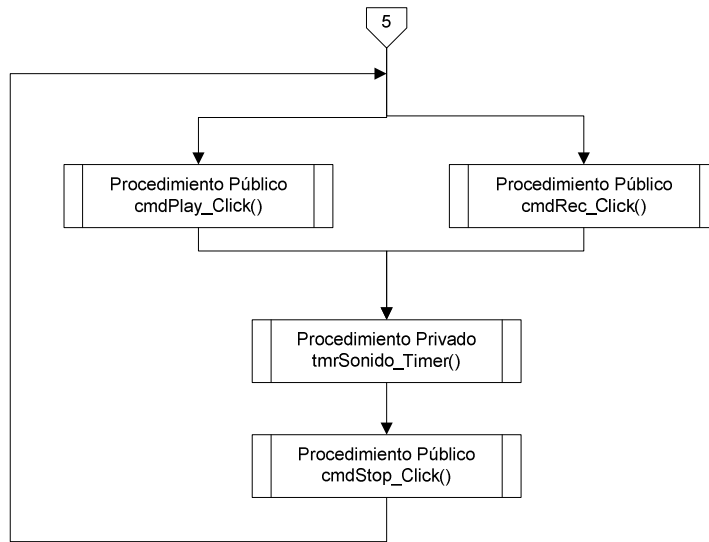
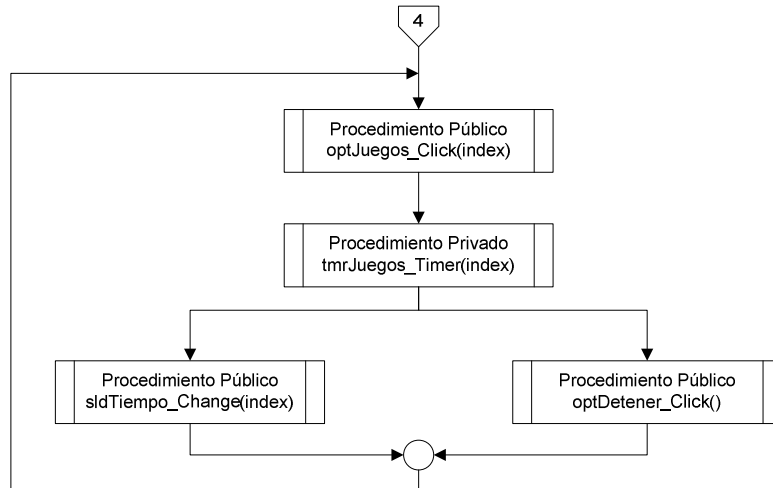
Los objetos que conforman el modulo didáctico como: botones, barra de herramientas, barra de progreso, etiquetas, etc. están debidamente rotulados, se visualiza al pasar el puntero del ratón por encima de cada uno de ellos.

#### 4.4.3 DIAGRAMAS DE FLUJO FUNCIONAMIENTO MODULO DIDÁCTICO



Procedimientos que permiten el funcionamiento de los cuatro módulos secundarios: **Lcd (F1)**, **Luces (F2)**, **Motor paso a paso (F3)**, y **Sonido (F4)**.

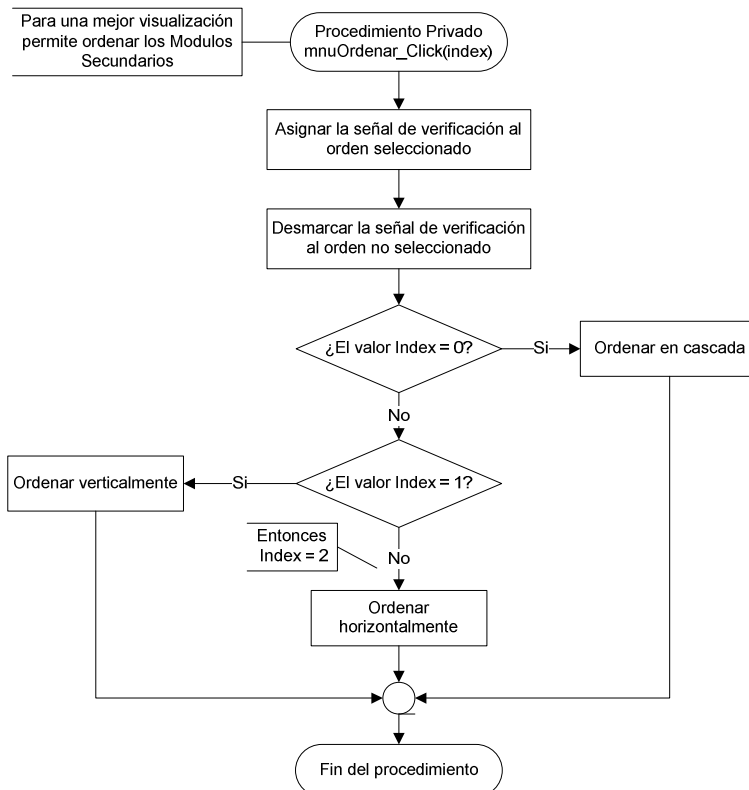
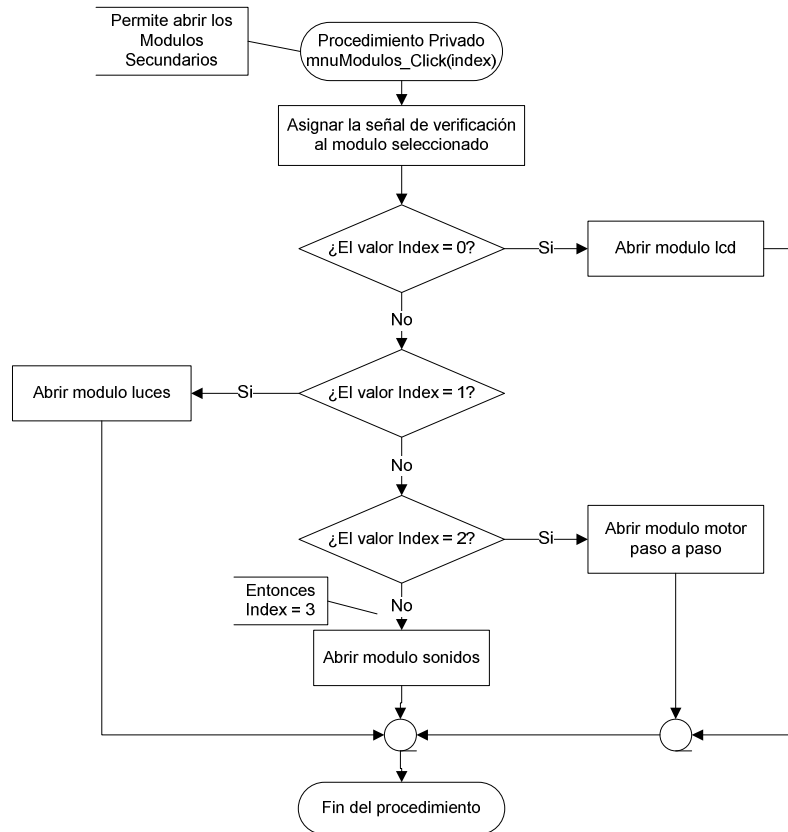




**Procedimientos Form\_Load().** Se realizan una sola vez al inicio cuando son cargados los módulos en la memoria de la PC.

**Procedimiento Privado mnuModulos\_Click().** Abre los módulos secundarios.

**Procedimiento Privado mnuOrdenar\_Click().** Permite ordenar los módulos, cascada (F5), verticalmente (F6) y horizontalmente (F7).

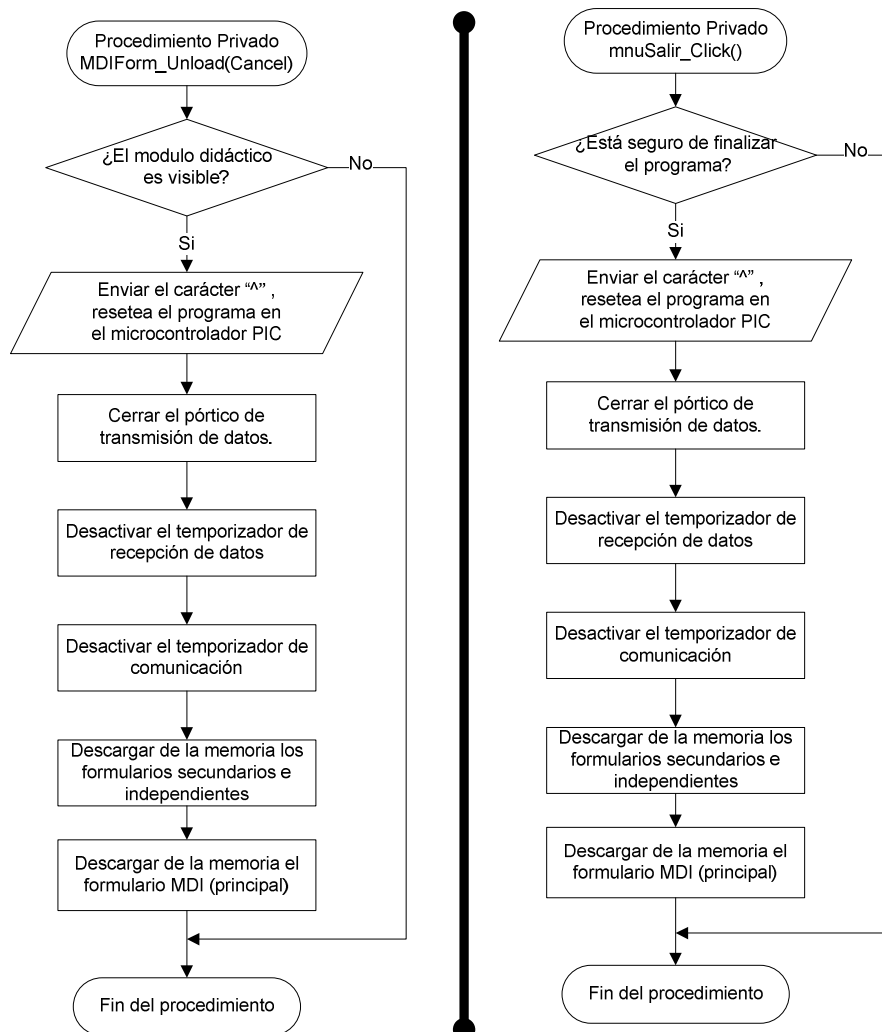


#### 4.4.4 FORMAS DE CERRAR EL PROGRAMA MODULO DIDÁCTICO

Se puede cerrar el programa módulo didáctico de tres formas:

1. Seleccionando "**Salir**" disponible en la barra de menús, el cual esta relacionado con el **Procedimiento Privado mnuSalir\_click()**.
2. Presionando al mismo tiempo las teclas de acceso rápido (**Mayús + F1**).
3. Seleccionando el icono "**x**" disponible en la parte superior derecha del modulo didáctico el cual está relacionado con el **Procedimiento Privado MDIForm\_Unload()**.

Estos procedimientos básicamente lo que hacen es descargar o cerrar todos los módulos de la memoria de la PC, independientemente de que se este o no visualizando en la pantalla y a la vez resetean el programa del microcontrolador PIC.



#### 4.4.5 IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA (MDI) MODULO DIDÁCTICO



FIGURA 4 - 3 : INTERFAZ GRÁFICA (MDI) MODULO DIDÁCTICO

## 4.5 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO INICIO

Modulo que da inicio y expone información básica referente al programa modulo didáctico, el módulo puede ser minimizado o cerrado (iconos superior derecha).

### 4.5.1 OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO INICIO

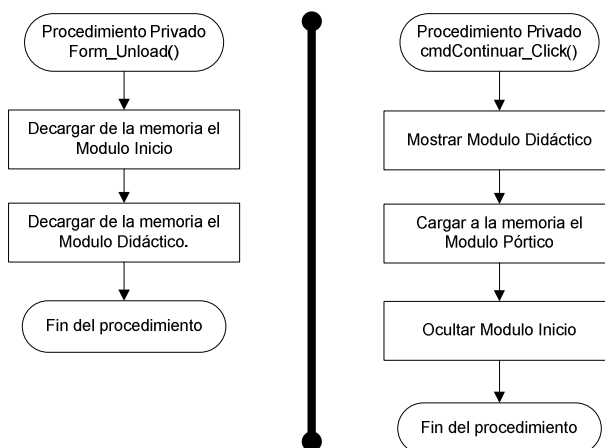
Objetos del Modulo Inicio	
Controles	Función
frmInicio	Formulario modulo inicio.
fralncio	Contiene a los controles modulo inicio.
imgEPN	Imagen Escuela Politecnica Nacional.
lblLicenseTo	Licencia del modulo didáctico.
lblCompanyProduct	Nombre del software utilizado en el diseño.
lblProductName	Nombre del producto final diseñado.
lblAutor	Nombre del autor.
lblCopyright	Derechos de autor.
cmdContinuar	Permite continuar hacia el módulo didáctico.

### 4.5.2 DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO INICIO

Al entrar en funcionamiento el modulo didáctico (MDI), es cargado en la memoria pero no se visualiza se mantiene oculto; se observa primero el modulo inicio

**Procedimiento Privado cmdContinuar\_Click().** Visualiza el modulo didáctico, carga en la memoria el modulo pórtico y oculta al modulo inicio.

**Procedimiento Privado Form\_Unload().** Ocurre al cerrar el modulo inicio, descarga de la memoria del computador el modulo didáctico y el modulo inicio.



### 4.5.3 IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO INICIO

MODULO DIDACTICO - Microsoft Visual Basic 6.0 [Control Computarizado]

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**



Microsoft Visual Basic 6.0

**MODULO DIDACTICO**



**ROBERTO SUNTASIG**

Copyright @ 2010

**CONTINUAR**

---

**Modulo**  
Didáctico

**INTERFAZ GRÁFICA MODULO INICIO**

Autor : Roberto Suntasig S.      Tecnólogo en Electronica y Telecomunicaciones  
 Control Computarizado con : Microsoft Visual Basic 6.0  
 Email: fsrobert@yahoo.com.ar      Copyright @ 2010      Versión 1.0



FIGURA 4 - 4 : INTERFAZ GRÁFICA MODULO INICIO



## 4.6 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO PÓRTICO

El modulo pÓrtico permite que el usuario pueda seleccionar, un número de pÓrtico serial “**COM**”, entre valores que van desde el “**1** al **10**”.

Si se pretende seleccionar un número de pÓrtico COM, que el computador no dispone, inmediatamente se despliega un mensaje indicando que el número de pÓrtico no es válido.

Mientras el número de pÓrtico COM, no sea elegido no se da paso al funcionamiento del programa módulo didáctico. Pero puede ocurrir que el computador no disponga de ningún número de pÓrtico COM, entonces aparece el botón “**Salir**”, el mismo que define un valor predeterminado “**default**” como número de pÓrtico igual a 1 “**COM : 1**”.

Seleccionar un número de pÓrtico COM adecuado, permite habilitar la comunicación serial tan necesaria para el funcionamiento del programa modulo didáctico.

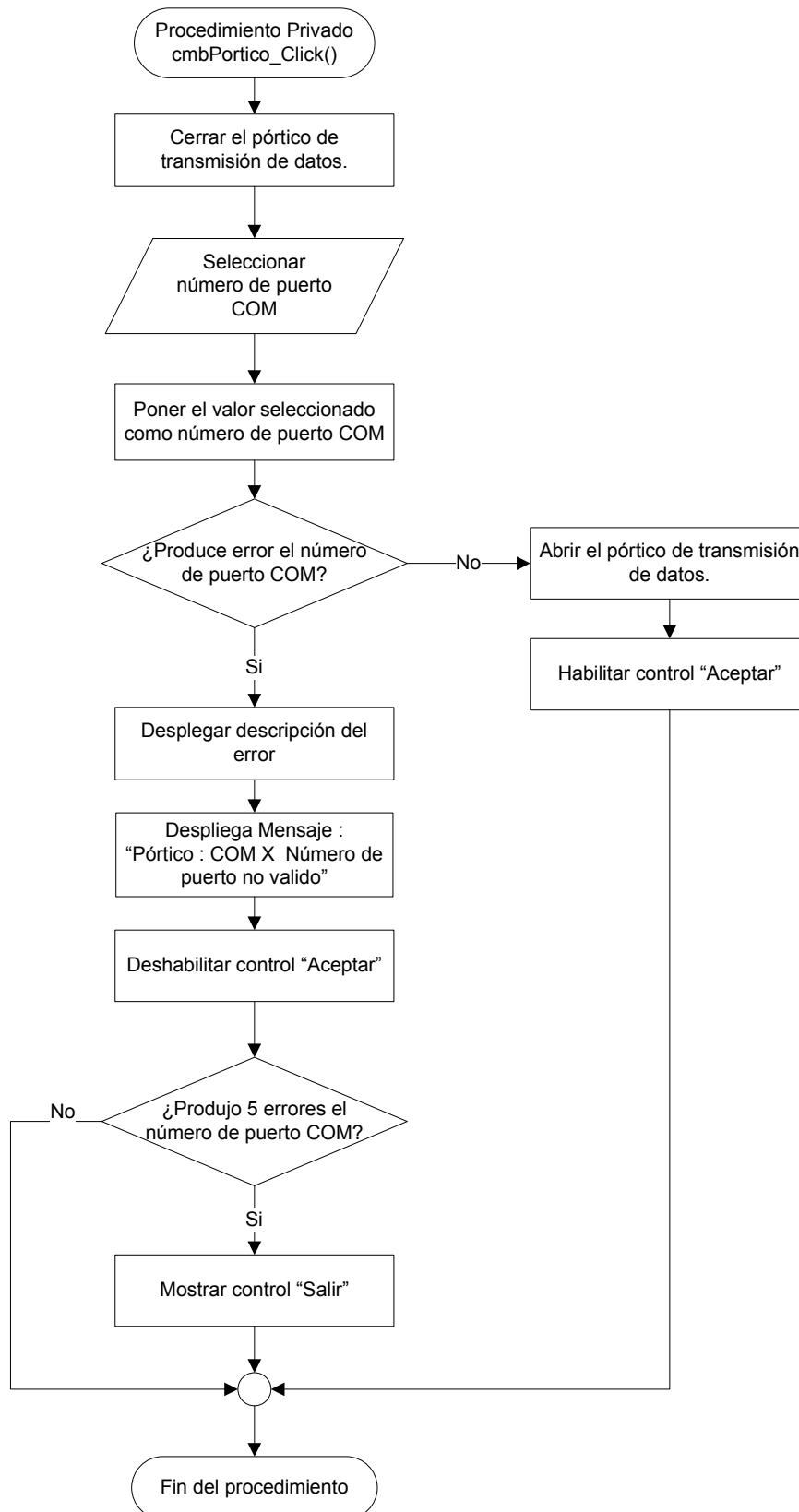
### 4.6.1 OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO PÓRTICO

Objetos del Modulo PÓrtico	
Controles	Función
frmPortico	Formulario modulo pÓrtico.
fraPortico	Contiene a los controles del modulo pÓrtico.
imgEPN	Imagen Escuela Politecnica Nacional.
cmbPortico	Selecciona número de puerto COM disponible de 1 a 10
MSComm1	Control de comunicación con el pÓrtico serial COM de la PC.
tmrDidactico	Temporizador de recepción de datos
tmrComunicacion	Temporizador indica comunicación entre el PIC y la PC
cmdAceptar	Acepta el pÓrtico elegido y habilita el modulo didáctico.
cmdSalir	Default acepta el pÓrtico COM : 1 y habilita el modulo didáctico.

### 4.6.2 DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO PÓRTICO

**Procedimiento Privado cmbPortico\_Click()**. Lo primero que hace es cerrar el pÓrtico de transmisión de datos, el mismo que pudo haber sido dejado abierto por otra aplicación, luego da la opción a elegir un número de pÓrtico COM, verifica que sea válido, en el caso que no sea valido produce un error desplegando la

descripción del error y al producirse 5 errores muestra el botón “**Salir**”.

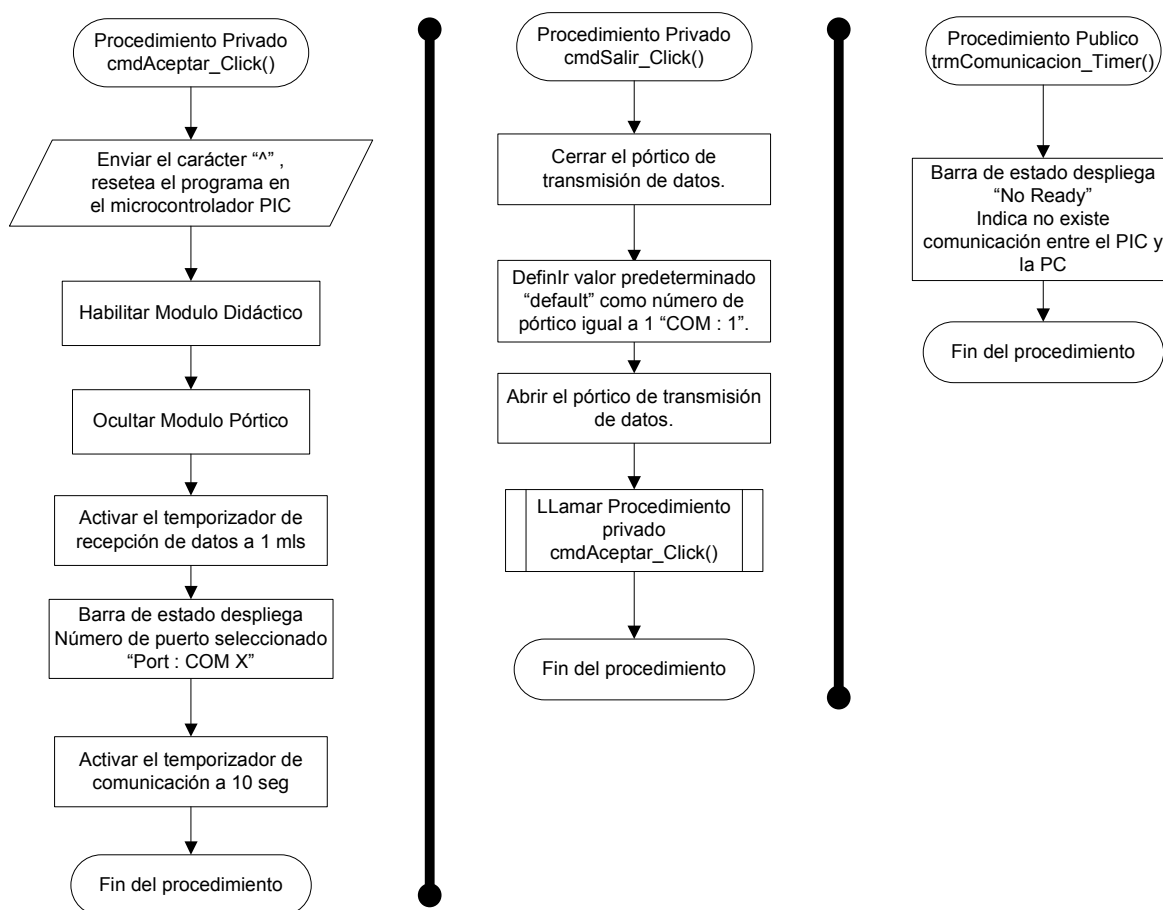


**Procedimiento Privado cmdAceptar\_Click()).** Acepta el número de p3rtico COM elegido, desplegándolo en la barra de estado además activa el temporizador de

transmisión y recepción de datos dando paso al programa modulo didáctico.

**Procedimiento Privado cmdSalir\_Click().** Procedimiento que define valor predeterminado “default” como número de pórtico igual a 1 “COM : 1”.

**Procedimiento Público trmComunicación\_Timer().** Cuando no se ha detectado comunicación entre el microcontrolador PIC y la PC, este procedimiento despliega en la barra de estado un gráfico en forma de foco apagado con la palabra “**No Ready**” (no listo). Si en estas condiciones se hace clic en cualquier parte de la barra de estado, se despliega información de las posibles causas que el usuario debe revisar para habilitar la comunicación serial.

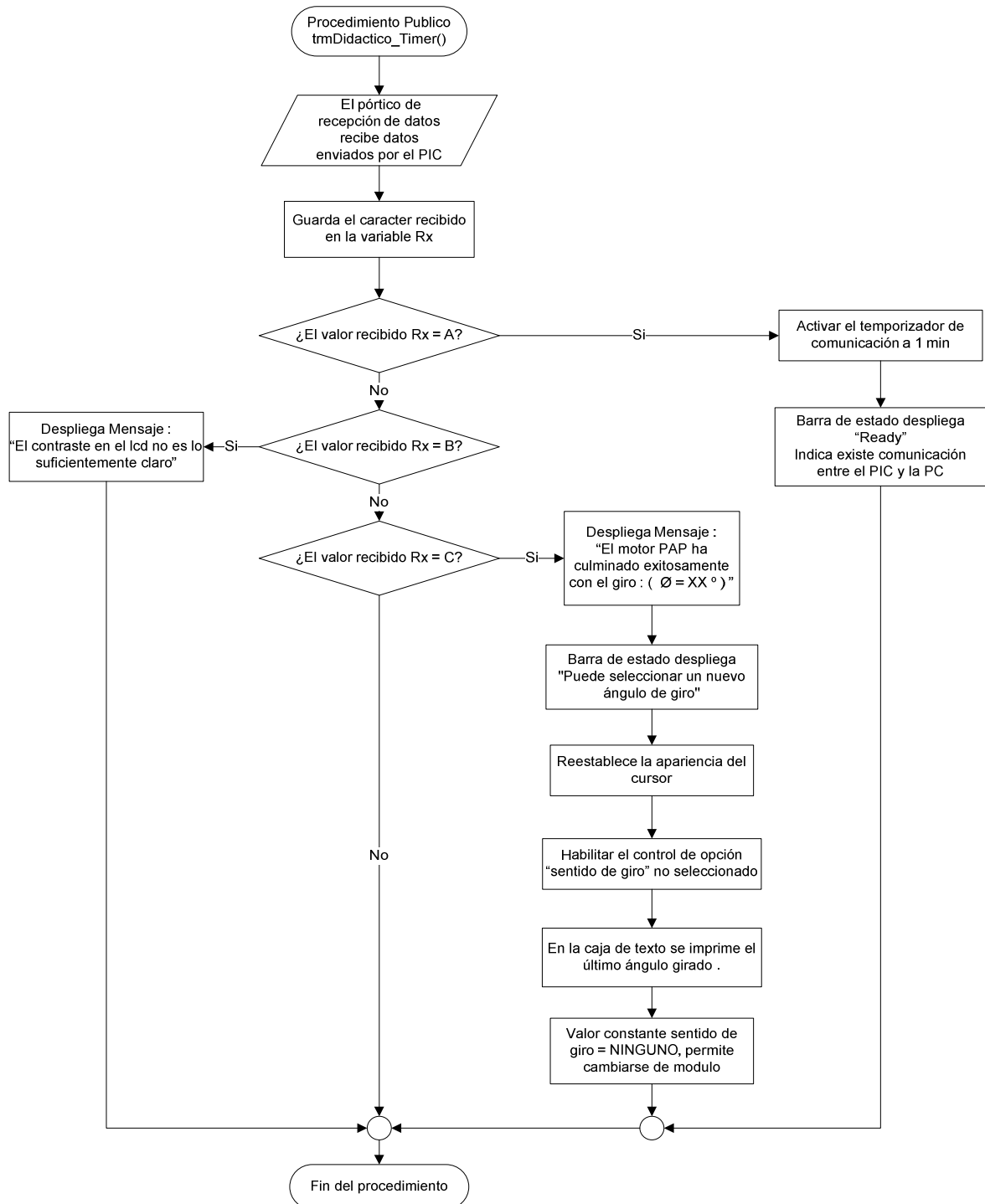


**Procedimiento Privado trmDidáctico\_Timer().** Procedimiento que recibe los datos enviados por el microcontrolador PIC.

Si recibe el carácter ASCII “**A**”, indica la existencia de comunicación entre el microcontrolador PIC y la PC, lo despliega en la barra de estado mediante un gráfico en forma de foco encendido con la palabra “**Ready**” (listo).

Si recibe el carácter ASCII “B”, indica que el contraste en el lcd no es lo suficientemente claro.

Y si recibe el carácter ASCII “C”, indica que el motor paso a paso ha culminado exitosamente con el ángulo de giro ordenado por el usuario.



#### 4.6.3 IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO PÓRTICO



FIGURA 4 - 5 : INTERFAZ GRÁFICA MODULO PÓRTICO

## 4.7 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO LCD

El Modulo LCD permite borrar o enviar texto a la pantalla lcd 2 x 40 es decir permite un máximo de 80 caracteres; dispone de una barra de menús específica para este modulo con iconos de edición de texto los cuales son: cortar, copiar, pegar, minúsculas, mayúsculas y estilo (la primera letra de cada palabra pone en mayúsculas).

Permite desplazar el texto en el lcd con un sentido de movimiento hacia la derecha o izquierda y una rapidez de movimiento seleccionable entre lento (2.5 seg), medio (1.5 seg) y rápido (500 mlseg).

### 4.7.1 OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO LCD

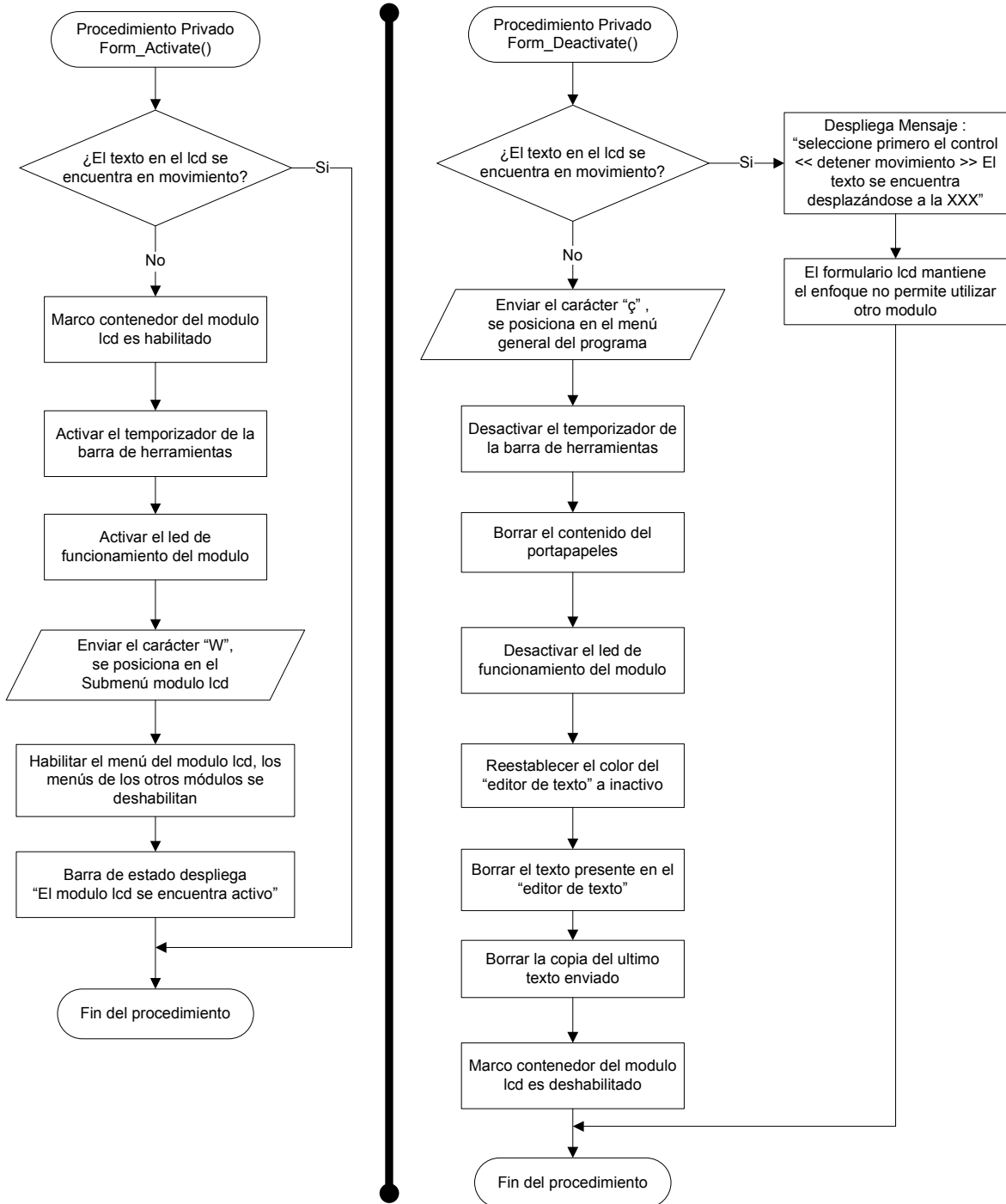
Esta interfaz esta conformada por:

Objetos del Modulo Lcd	
Controles	Función
frmLcd	Formulario del modulo lcd.
fraLcd (0)	Marco contenedor del modulo.
tmrLcd	Temporizador on/off del led del modulo.
shpLcd	Led on/off del modulo.
lblLcd	Indica si está o no activo el modulo.
txtLinea	Permite editar texto.
cmdEnviar, mnuEnviar	Envia texto al lcd.
cmdBorrar, mnuBorrar	Borra texto del lcd.
optSentido(0),mnuSentido(0)	Desplaza el texto a la izquierda.
optSentido(1),mnuSentido(1)	Desplaza el texto a la derecha.
optSentido(2),mnuSentido(2)	Detiene el desplazamiento del texto.
sldRapidez, mnuRapidez(1)	Rapidez de movimiento lento.
sldRapidez, mnuRapidez(2)	Rapidez de movimiento medio.
sldRapidez, mnuRapidez(3)	Rapidez de movimiento rapido.
fraLcd (1), mnuLcd	Contiene a los controles enviar y borrar texto.
fraLcd (2), mnuSentidomov	Contiene a los controles sentido de movimiento.
fraLcd (3), mnuRapidezmov	Contiene al control rapidez de movimiento.
mnuEdición (0)	Cortar.
mnuEdición (1)	Copiar.
mnuEdición (2)	Pegar.
mnuFormato (0)	Minúsculas.
mnuFormato (1)	Mayusculas.
mnuFormato (2)	Estilo.
tlbHerramienta	Muestra los iconos de edición y formato.

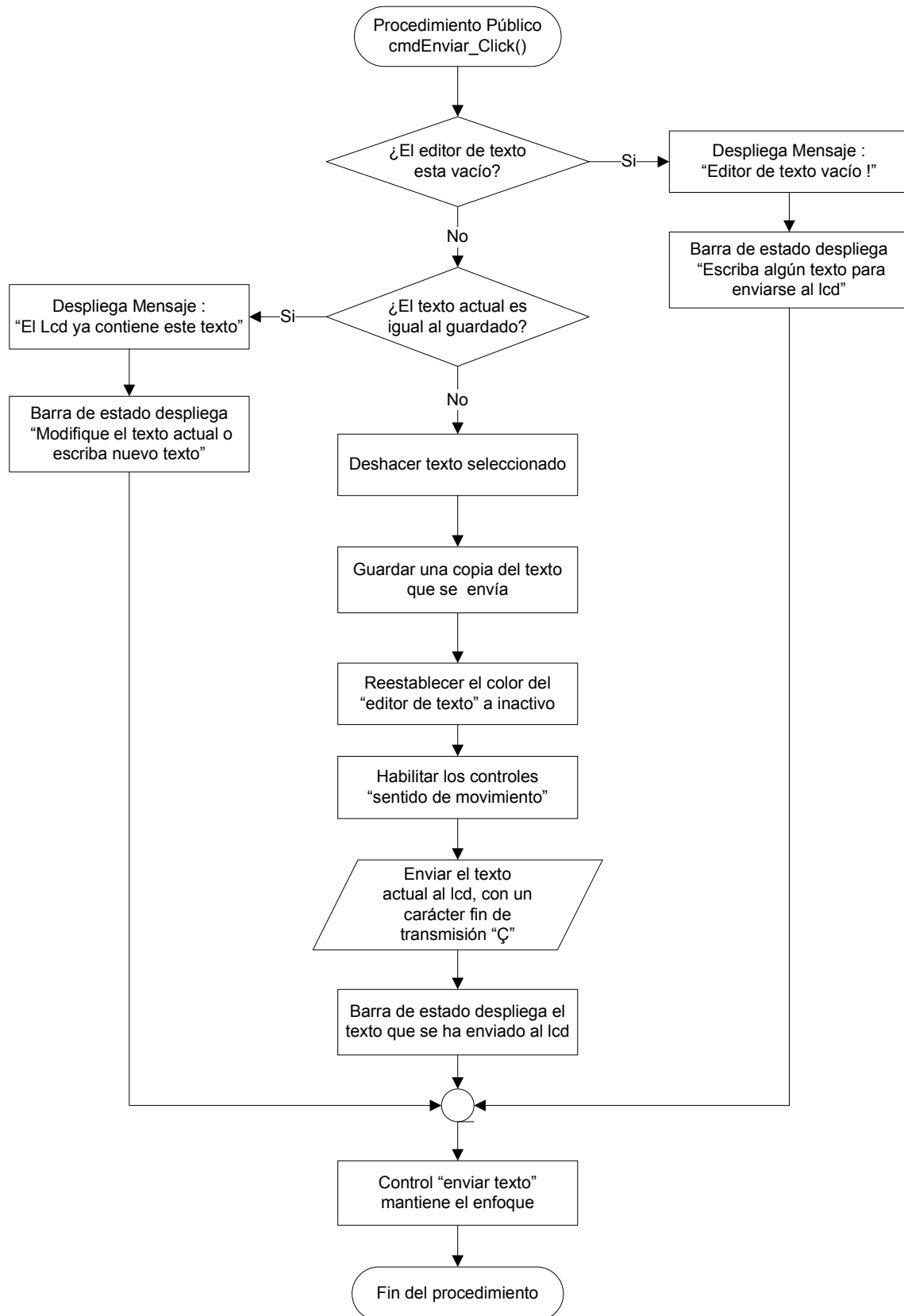
#### 4.7.2 DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO LCD

**Procedimiento Privado Form\_Activate().** El programa del microcontrolador PIC dispone de un submenú específico para el módulo lcd, este procedimiento permite ubicarse en dicho submenú.

**Procedimiento Privado Form\_Deactivate().** No permite utilizar otro módulo mientras el texto en el lcd se encuentre en movimiento.

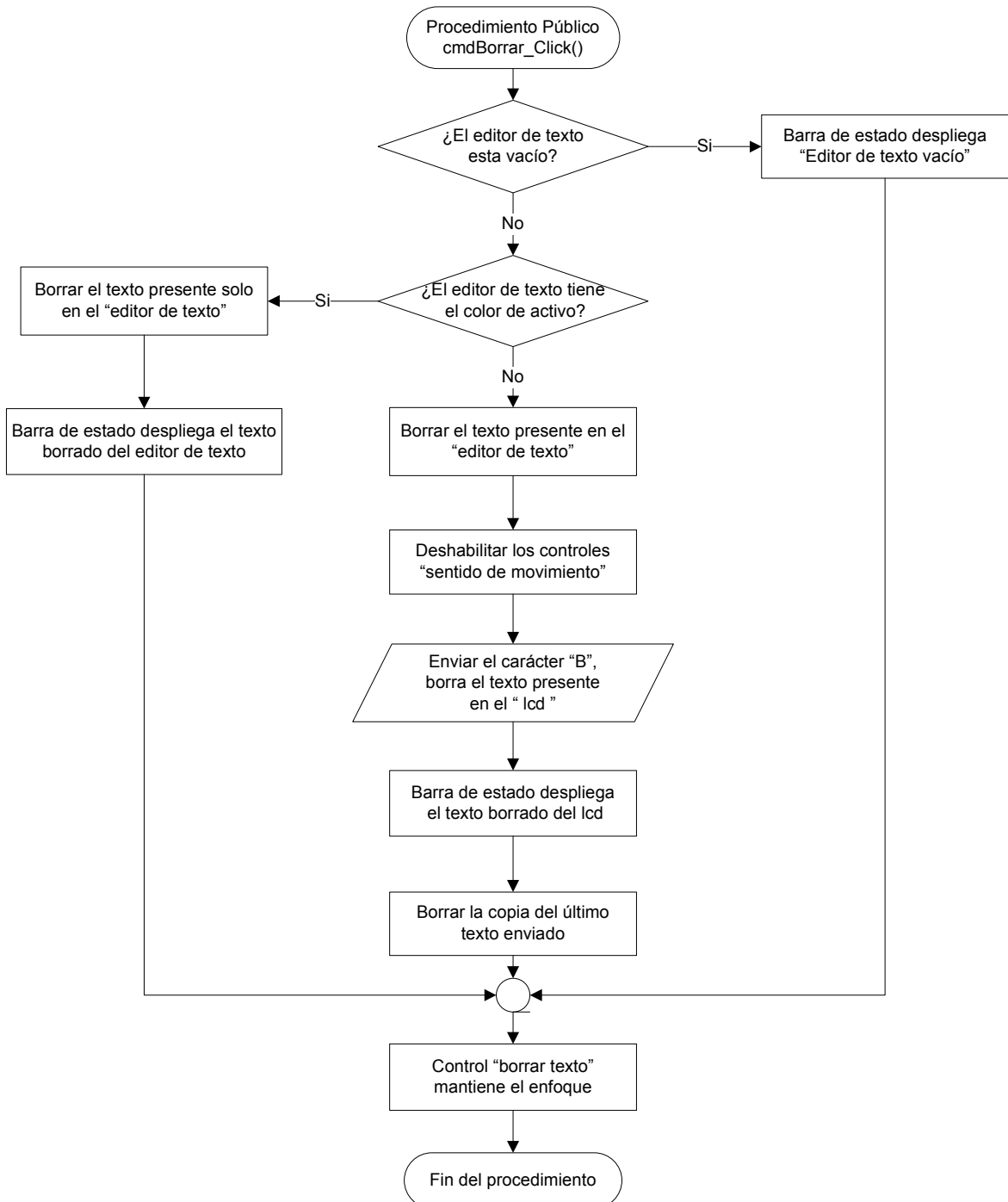


**Procedimiento Público cmdEnviar\_Click().** Procedimiento que permite **enviar** texto al lcd (**Ctrl+A**), con un carácter ASCII fin de transmisión “Ç”.

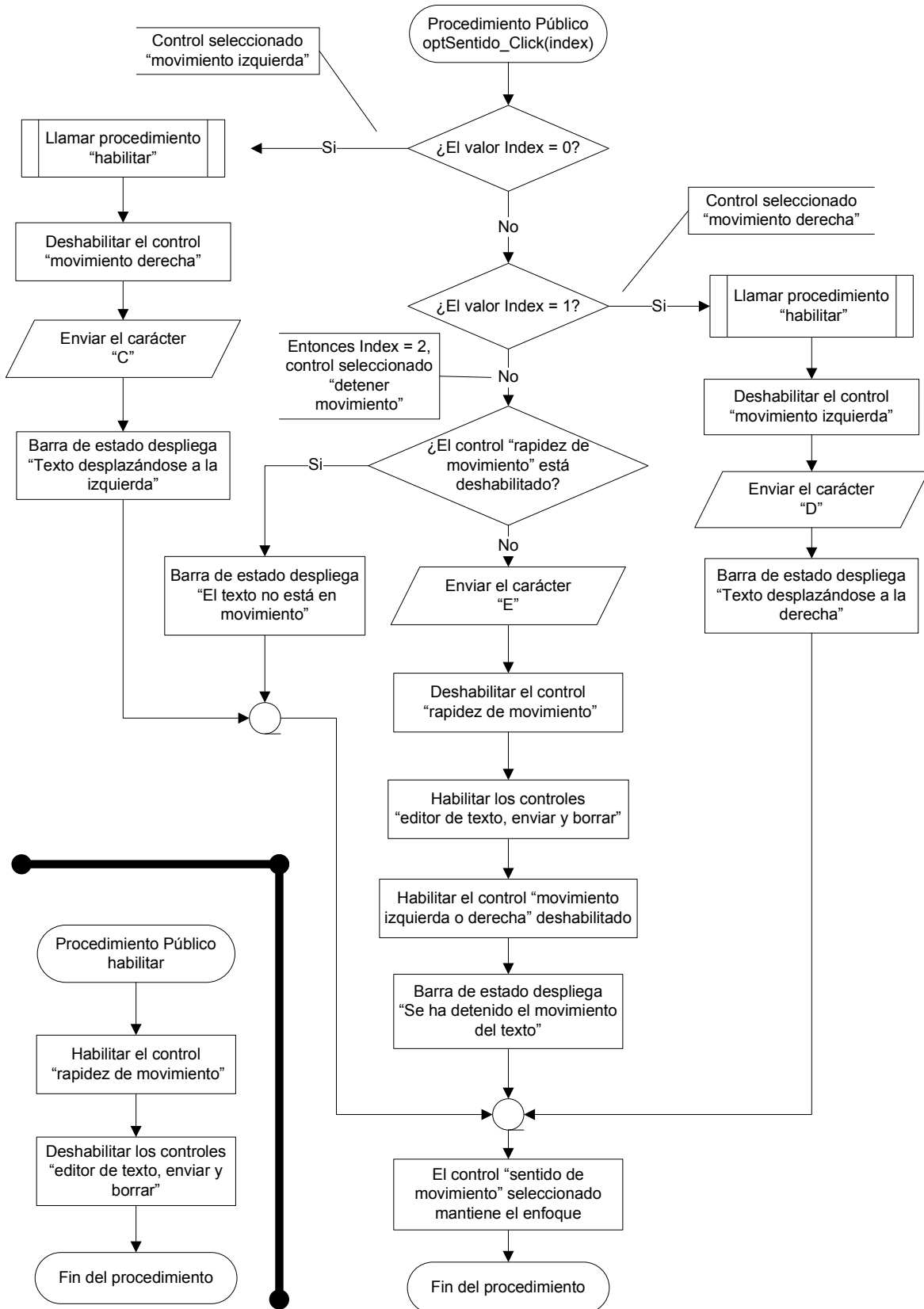




**Procedimiento Público cmdBorrar\_Click().** Procedimiento que permite **borrar** el texto que se encuentre presente en el lcd (**Ctrl+B**).

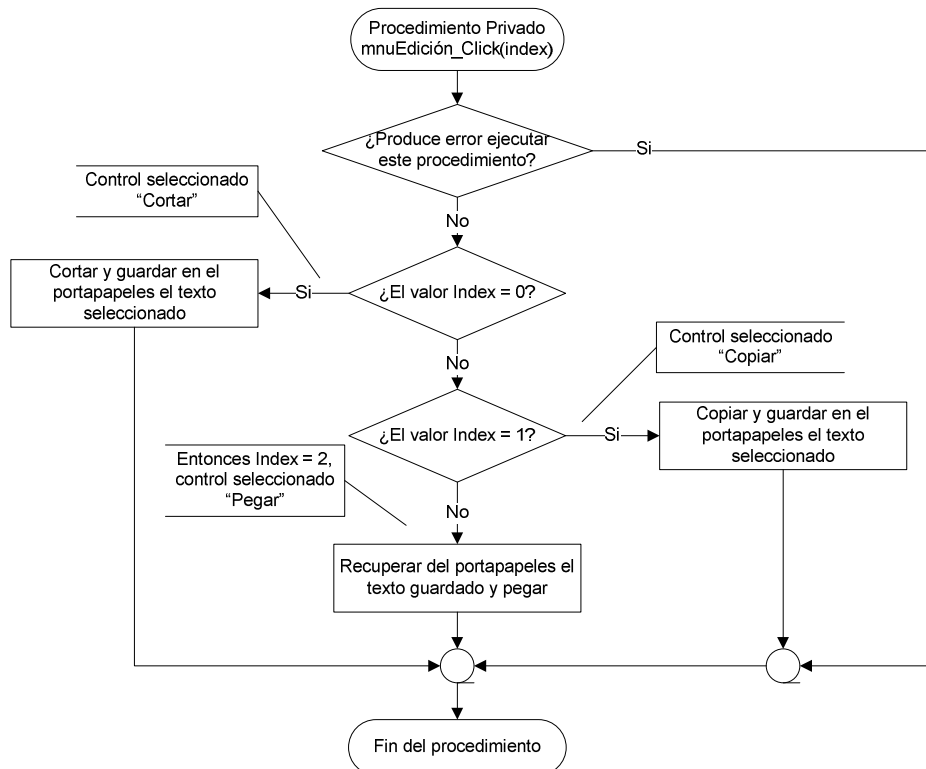
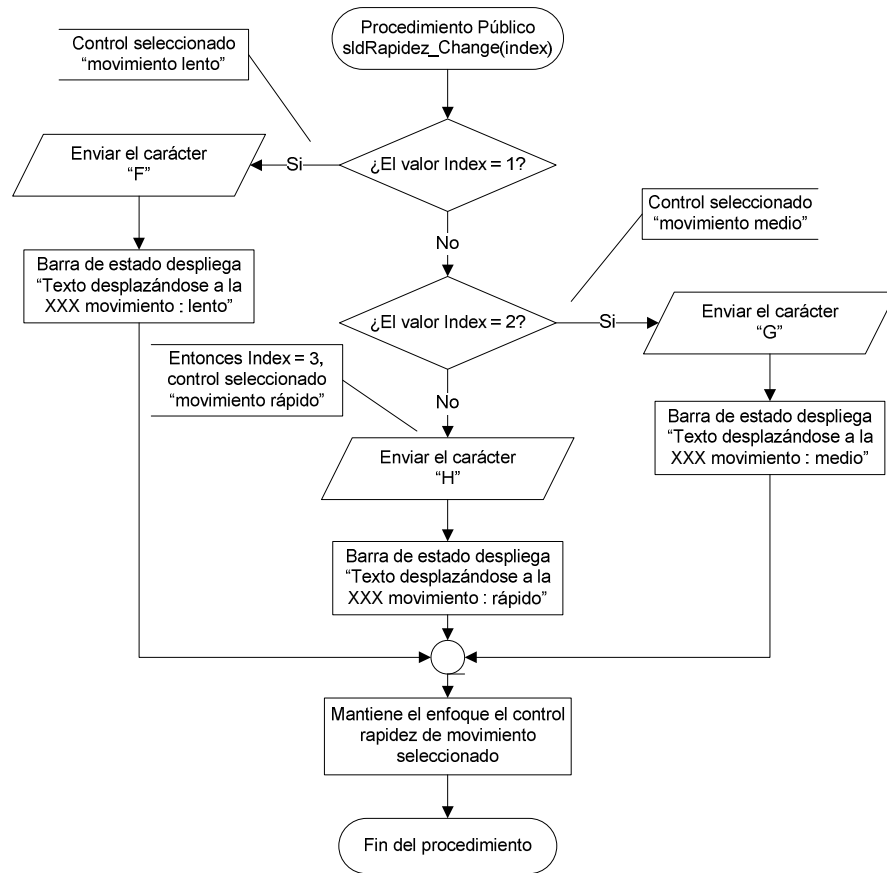


**Procedimiento Público optSendido\_Click().** Procedimiento que permite seleccionar el sentido de movimiento, entre desplazamiento hacia la **izquierda (Ctrl+D)**, o desplazamiento hacia la **derecha (Ctrl+E)**, también permite **detener** el movimiento (**Ctrl+F**), Si el texto en el lcd se encuentre en movimiento y se requiere utilizar otro modulo secundario, obligatoriamente debe ser detenido.



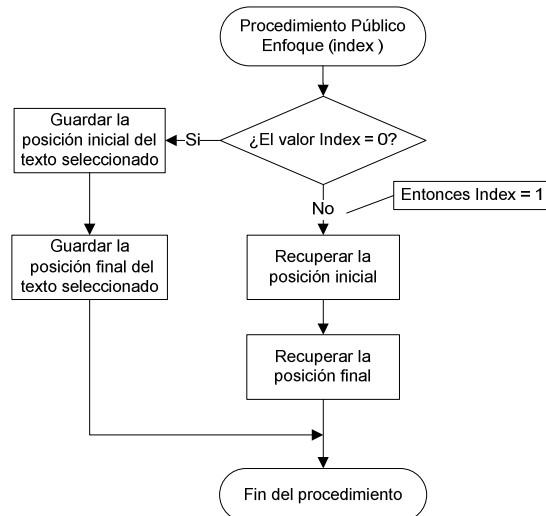
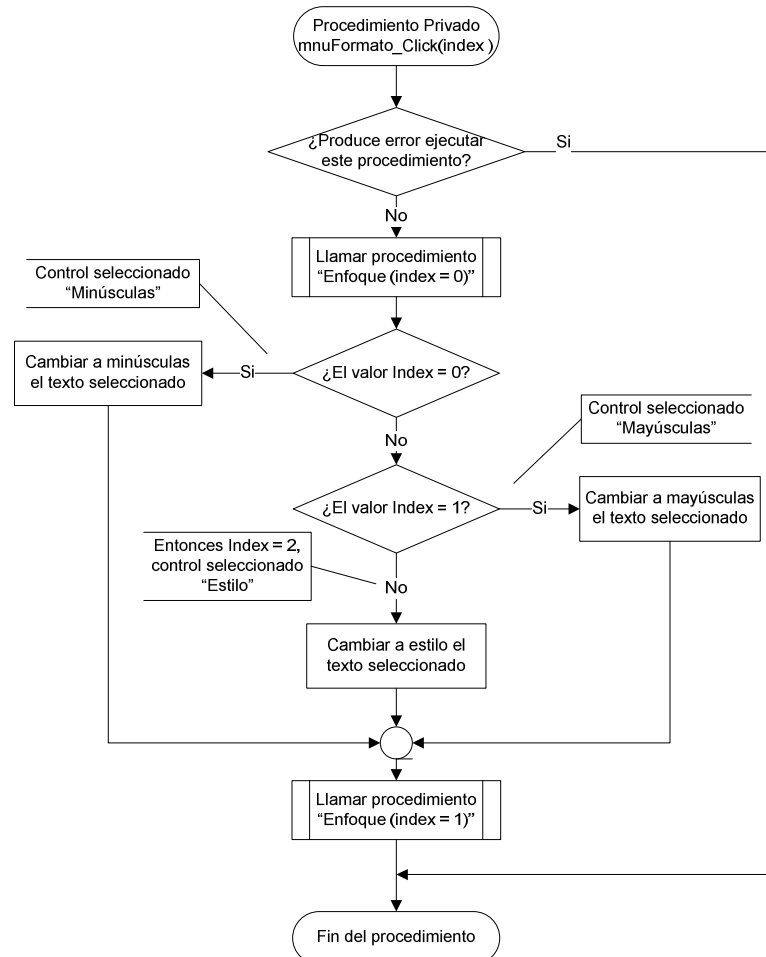
**Procedimiento Público sldRapidez\_Change().** Procedimiento que permite seleccionar la rapidez con la que se va a desplazar el texto presente en el lcd: **lento (Ctrl+G), medio (Ctrl+H) y rápido (Ctrl+I).**

**Procedimiento Privado mnuEdición\_Click().** Procedimiento que permite cortar, copiar o pegar en el editor de texto.



**Procedimiento Privado mnuFormato\_Click().** Procedimiento que permite al editor de texto, cambiar a **minúsculas (Ctrl+W)**, **mayúsculas (Ctrl+Y)**, o **estilo (Ctrl+Z)**.

**Procedimiento Privado mnuEnfoque().** Mantiene seleccionado el texto editado.



#### 4.7.3 IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO LCD

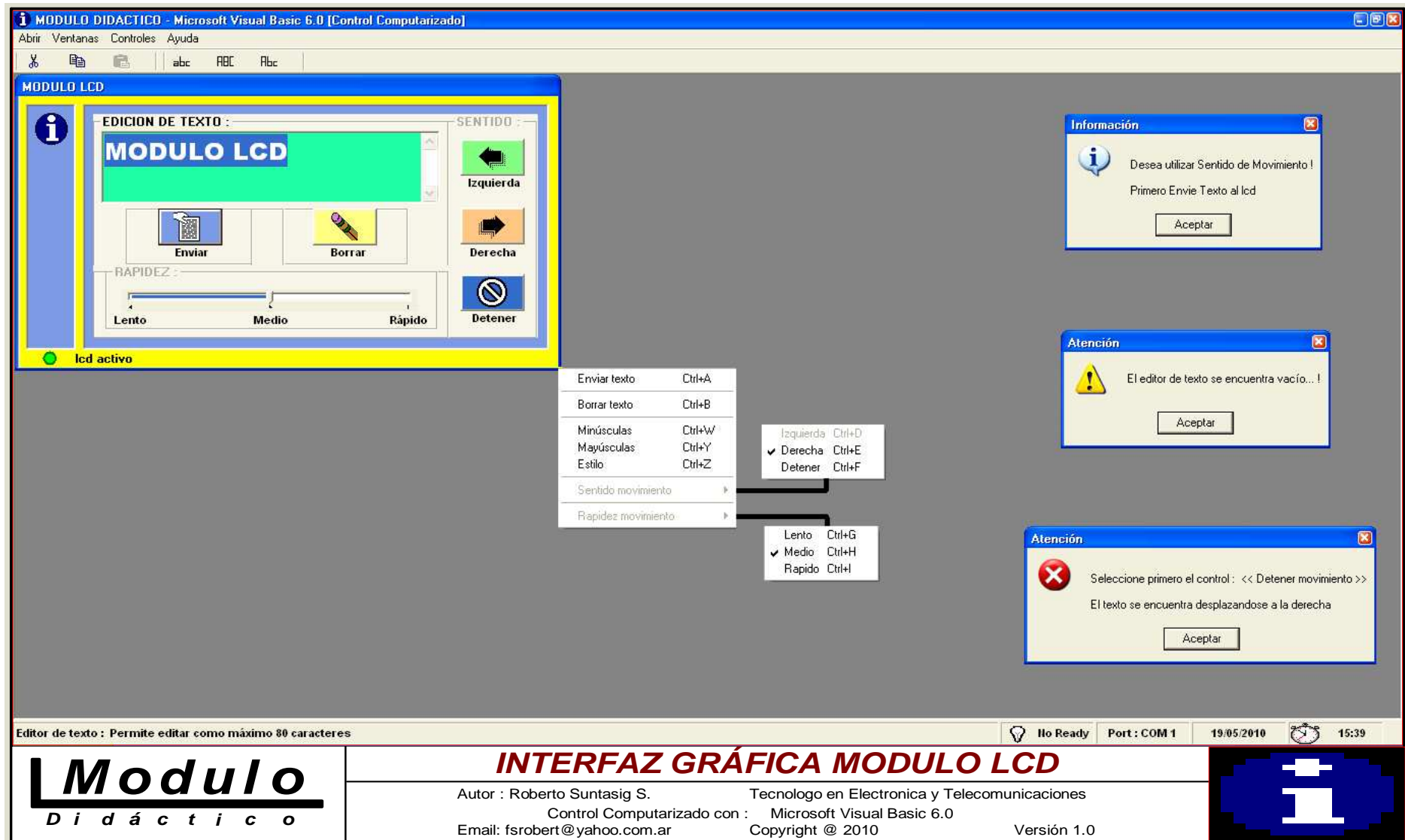


FIGURA 4 - 6 : INTERFAZ GRÁFICA MODULO LCD

## 4.8 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO LUCES (LEDS)

El Modulo Luces (Leds) dispone de cuatro juegos de luces, su funcionamiento puede variar entre siete tiempos de retardo, los cuales son: 0.1 seg, 0.25 seg, 0.5 seg, 0.75 seg, 1 seg, 1.5 seg y 2 seg.

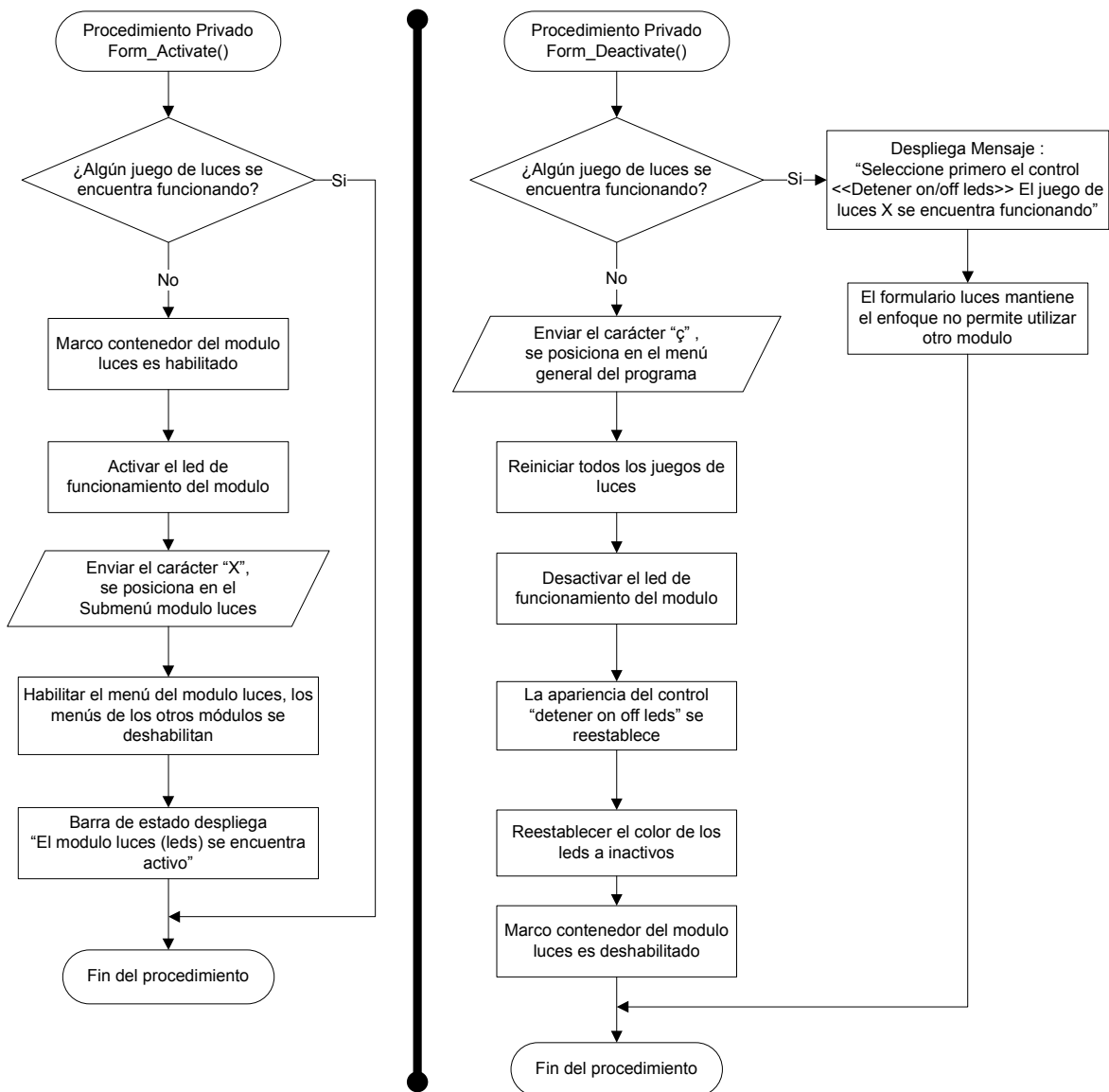
### 4.8.1 OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO LUCES

Objetos del Modulo Luces	
Controles	Función
frmLuces	Formulario del modulo luces.
fraLuces (0)	Marco contenedor del modulo.
tmrLuces	temporizador on/off del led del modulo.
shpLuces	Led on/off del modulo.
lblLuces	Indica si está o no activo el modulo.
tmrJuegos(1)	Temporizador para simular juego de luces 1.
tmrJuegos(2)	Temporizador para simular juego de luces 2.
tmrJuegos(3)	Temporizador para simular juego de luces 3.
tmrJuegos(4)	Temporizador para simular juego de luces 4.
optJuegos(1), mnuJuegos(1)	Activa juego de luces 1.
optJuegos(2), mnuJuegos(2)	Activa juego de luces 2.
optJuegos(3), mnuJuegos(3)	Activa juego de luces 3.
optJuegos(4), mnuJuegos(4)	Activa juego de luces 4.
sldTiempo, mnuTiempo(1)	Tiempo on/off de los leds ( t = 0.1 segundos).
sldTiempo, mnuTiempo(2)	Tiempo on/off de los leds ( t = 0.25 segundos).
sldTiempo, mnuTiempo(3)	Tiempo on/off de los leds ( t = 0.5 segundos).
sldTiempo, mnuTiempo(4)	Tiempo on/off de los leds ( t = 0.75 segundos).
sldTiempo, mnuTiempo(5)	Tiempo on/off de los leds ( t = 1 segundo).
sldTiempo, mnuTiempo(6)	Tiempo on/off de los leds ( t = 1.5 segundos).
sldTiempo, mnuTiempo(7)	Tiempo on/off de los leds ( t = 2 segundos).
optDetener, mnuDetener	Detiene on/off de los leds.
shpLed(0)	Led 1.
shpLed(1)	Led 2.
shpLed(2)	Led 3.
shpLed(3)	Led 4.
shpLed(4)	Led 5.
shpLed(5)	Led 6.
shpLed(6)	Led 7.
shpLed(7)	Led 8.
fraLuces (1)	Contiene los controles juego de luces.
fraLuces (2), mnuTiempos	Contiene al control de tiempo.
fraLuces (3)	Contiene al control detener y a los leds.

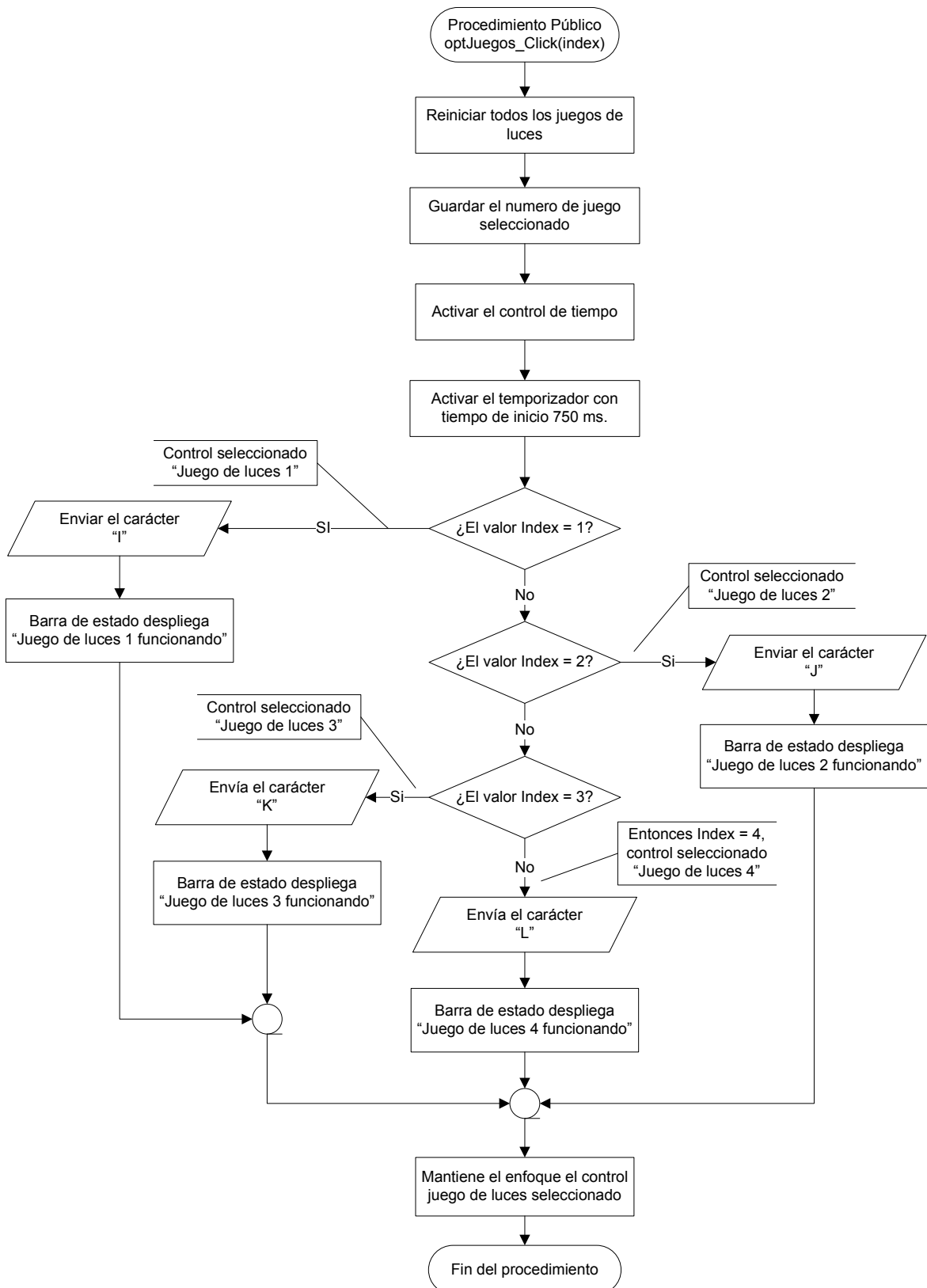
#### 4.8.2 DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO LUCES (LEDS)

**Procedimiento Privado Form\_Activate().** El programa del microcontrolador PIC dispone de un submenú específico para el módulo luces, este procedimiento permite ubicarse en dicho submenú.

**Procedimiento Privado Form\_Deactivate().** No permite utilizar otro módulo mientras algún juego de luces se encuentre funcionando.



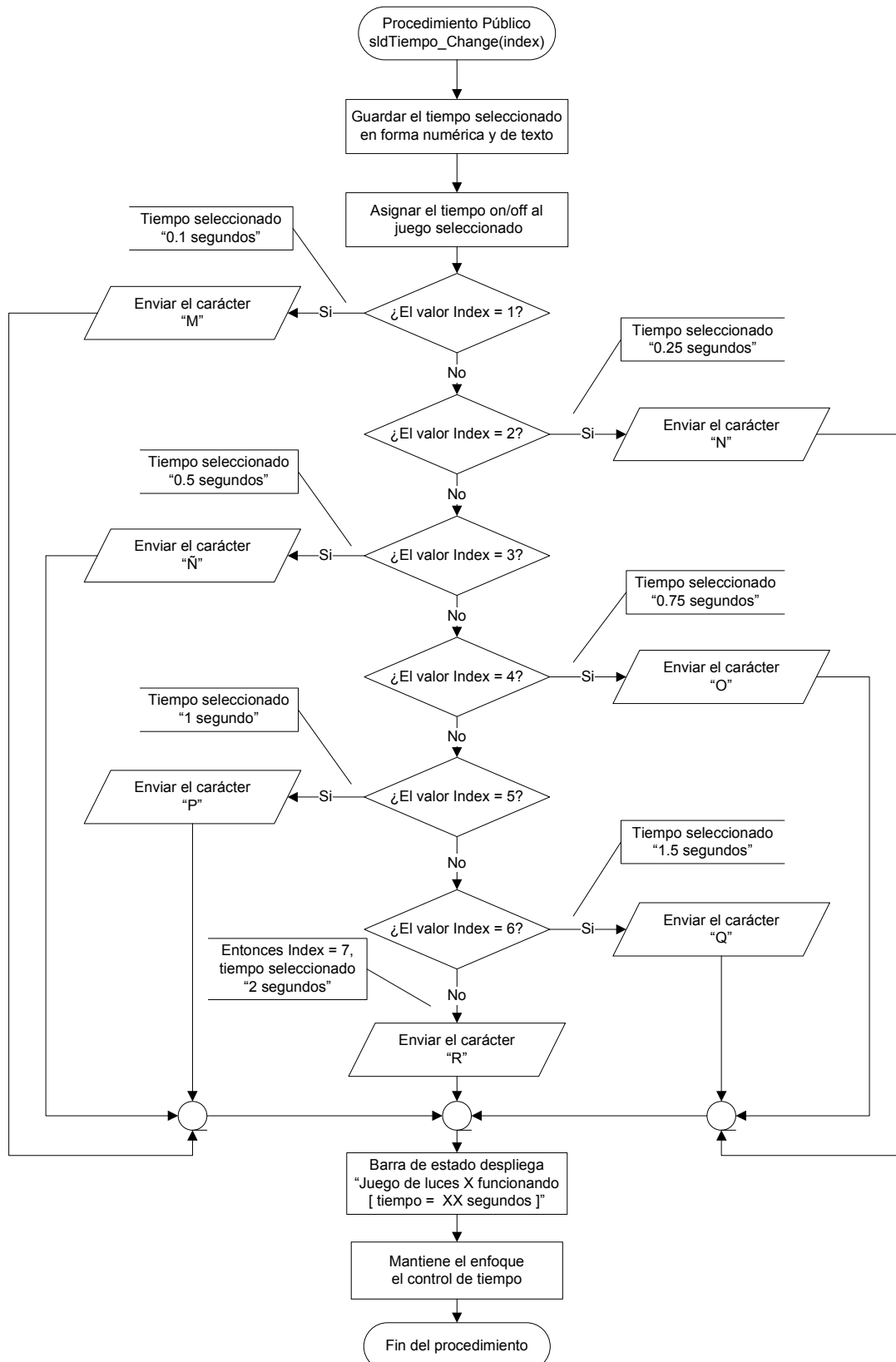
**Procedimiento Público optJuegos\_Click().** Procedimiento que permite activar cualquiera de los juegos de luces disponible en el módulo luces: **juego 1 (Ctrl+F1)**, **juego 2 (Ctrl+F2)**, **juego 3 (Ctrl+F3)** y **juego 4 (Ctrl+F4)**.



**Procedimiento Público sldTiempo\_Change().** Procedimiento que permite seleccionar entre siete tiempos de retardo para el funcionamiento de los juegos de luces: **0.1 seg (Ctrl+F5)**, **0.25 seg (Ctrl+F6)**, **0.5 seg (Ctrl+F7)**, **0.75 seg**



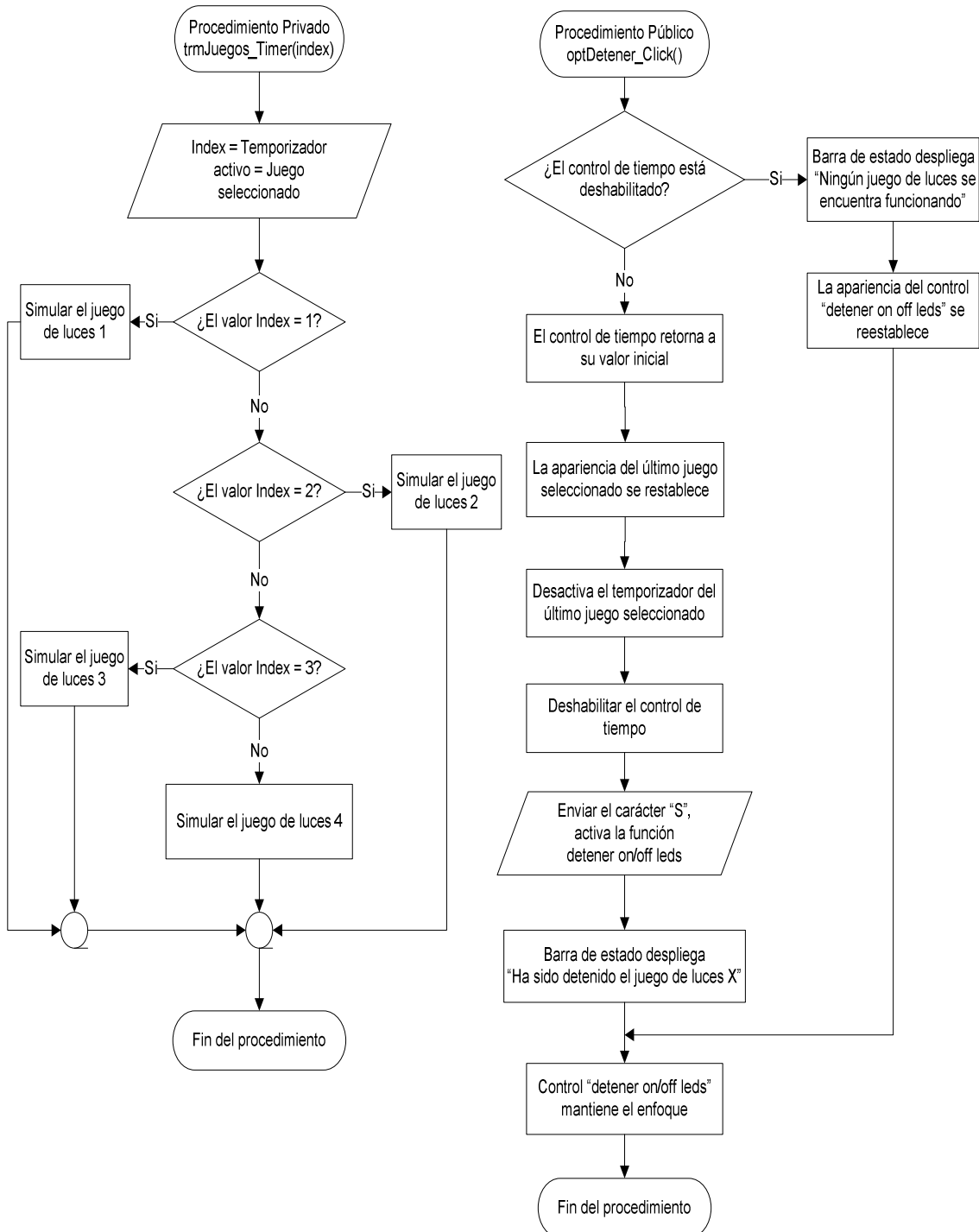
(Ctrl+F8), 1 seg (Ctrl+F9), 1.5 seg (Ctrl+F11) y 2 seg (Ctrl+F12).



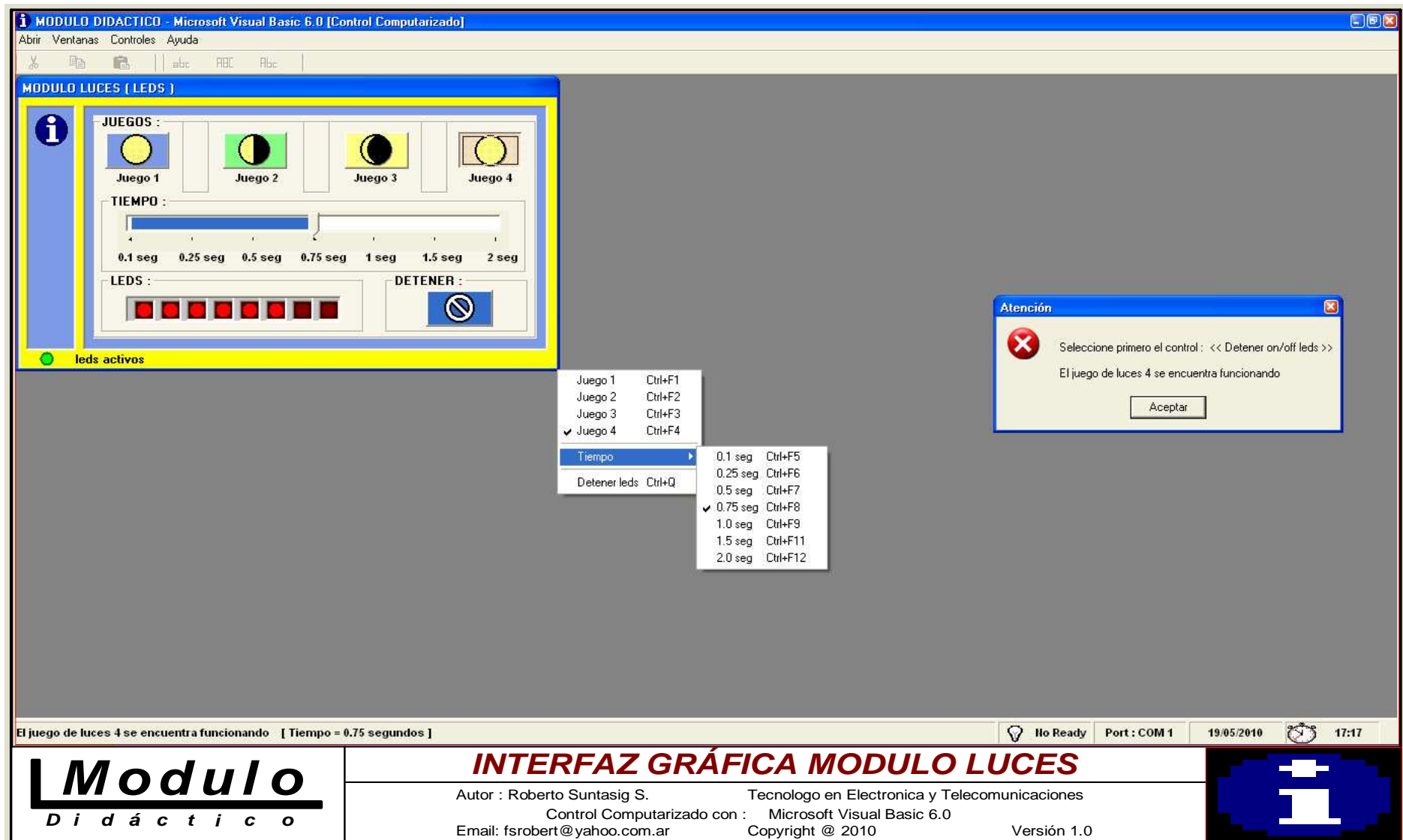
**Procedimiento Público optDetener\_Click().** Procedimiento que permite **detener** el funcionamiento de los juegos de luces **(Ctrl+Q)**. Si algún juego de luces se

encuentra en funcionamiento y se requiere utilizar otro modulo secundario, obligatoriamente primero debe ser detenido el juego de luces.

**Procedimiento Público trm\_Timer().** Permite simular el funcionamiento de los juegos de luces mediante el uso de temporizadores o timers.



#### 4.8.3 IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO LUCES



**FIGURA 4 - 7 : INTERFAZ GRÁFICA MODULO LUCES (LEDS)**

## 4.9 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO MOTOR PASO A PASO

El Modulo Motor paso a paso permite seleccionar entre un sentido de giro horario o un sentido de giro antihorario, los ángulos que puede girar el motor van desde los 15 grados hasta los 360 grados en números múltiplos de 15 grados, debido a que se dispone un motor de 7.5 grados por paso con una duración de paso de 400 mls; además permite aumentar o disminuir la caja de impresión de ángulos, la misma que es utilizada para almacenar todos los ángulos girados por el motor.

### 4.91 OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO MOTOR A PASOS

Esta interfaz está conformada por:

Objetos del Modulo Motor paso a paso	
Controles	Función
frmMotorpap	Formulario del modulo motor paso a paso.
fraMotor (2)	Marco contenedor del modulo.
tmrMotor	Temporizador on/off del led del modulo.
shpMotor	Led on/off del modulo.
lblMotor	Indica si está o no activo el modulo.
txtGrados	Muestra los ángulos girados por el motor.
updDesplegar, mnuDesplegar	Desplega la caja de impresión de ángulos.
mnuLimpiar	Limpia la caja de impresión de ángulos.
optSentidogiro(0),mnuSentidogiro(0)	Selecciona sentido horario.
optSentidogiro(1),mnuSentidogiro(1)	Selecciona sentido antihorario.
cmdAceptar(0), mnuAceptar(0)	Orden de giro en sentido horario.
cmdAceptar(1), mnuAceptar(1)	Orden de giro en sentido antihorario.
updGrados(0)	Selecciona ángulo sentido horario.
updGrados(1)	Selecciona ángulo sentido antihorario.
lblGrados(0)	Muestra los ángulos sentido horario.
lblGrados(1)	Muestra los ángulos sentido antihorario.
fraMotor(0)	Contiene los controles sentido horario.
fraMotor(1)	Contiene los controles sentido antihorario.
fraMotor(3)	Contiene los controles selección sentido.
fraMotor(4)	Contiene a la caja de impresión de ángulos y el control desplegar.

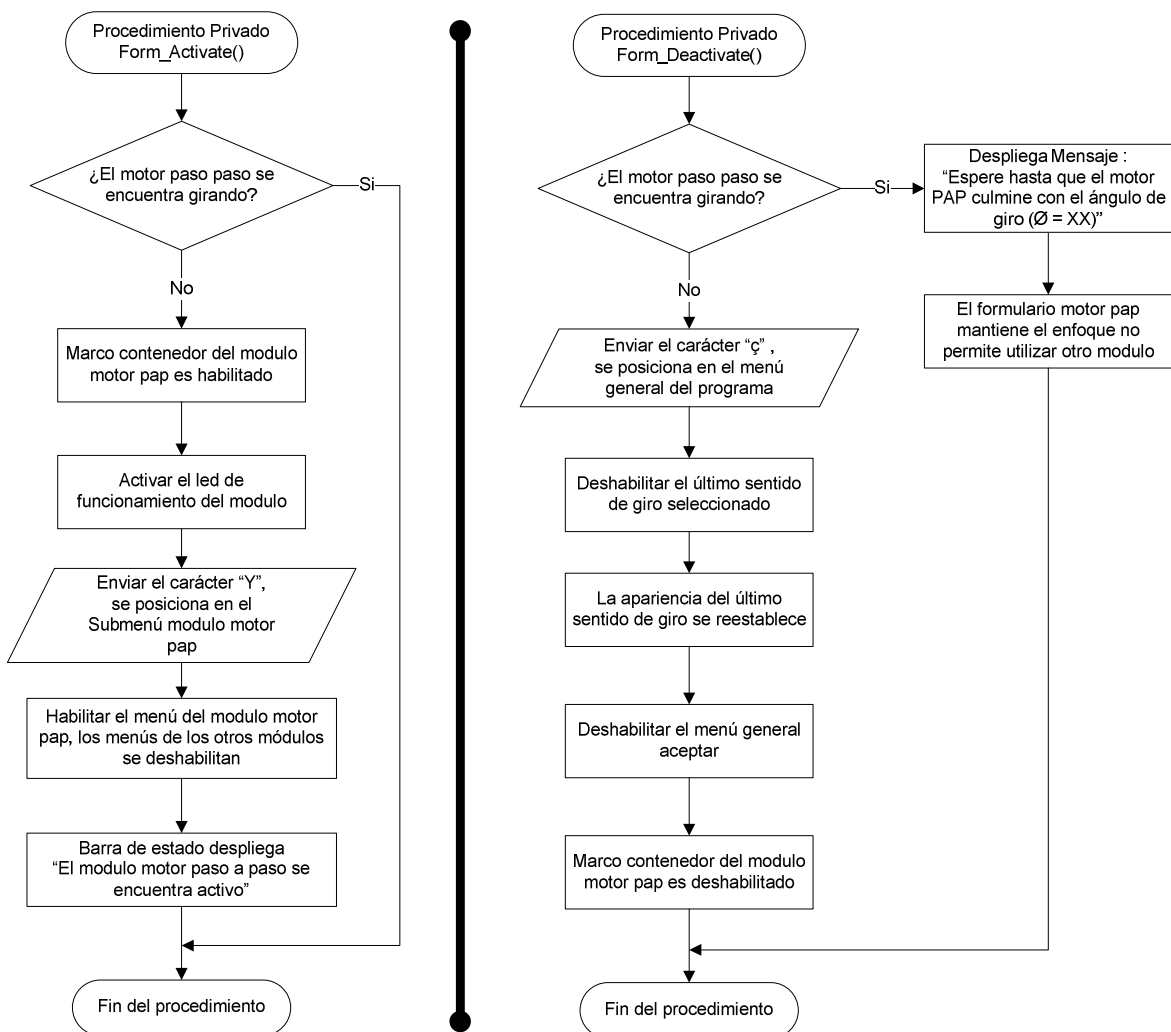
La particularidad de este modulo es que no permite utilizar otro modulo secundario, mientras el programa en el microcontrolador PIC, se mantenga

ocupado haciendo girar al motor y no envié un carácter “A” hacia el computador indicando que el motor ha culminado con el ángulo de giro y está disponible. En caso de existir falla en la comunicación serial, la PC no recibiría el carácter y el modulo se quedaría esperando sin permitir utilizar otro modulo; en este caso habría que cerrar el modulo didáctico y resetear al microcontrolador PIC.

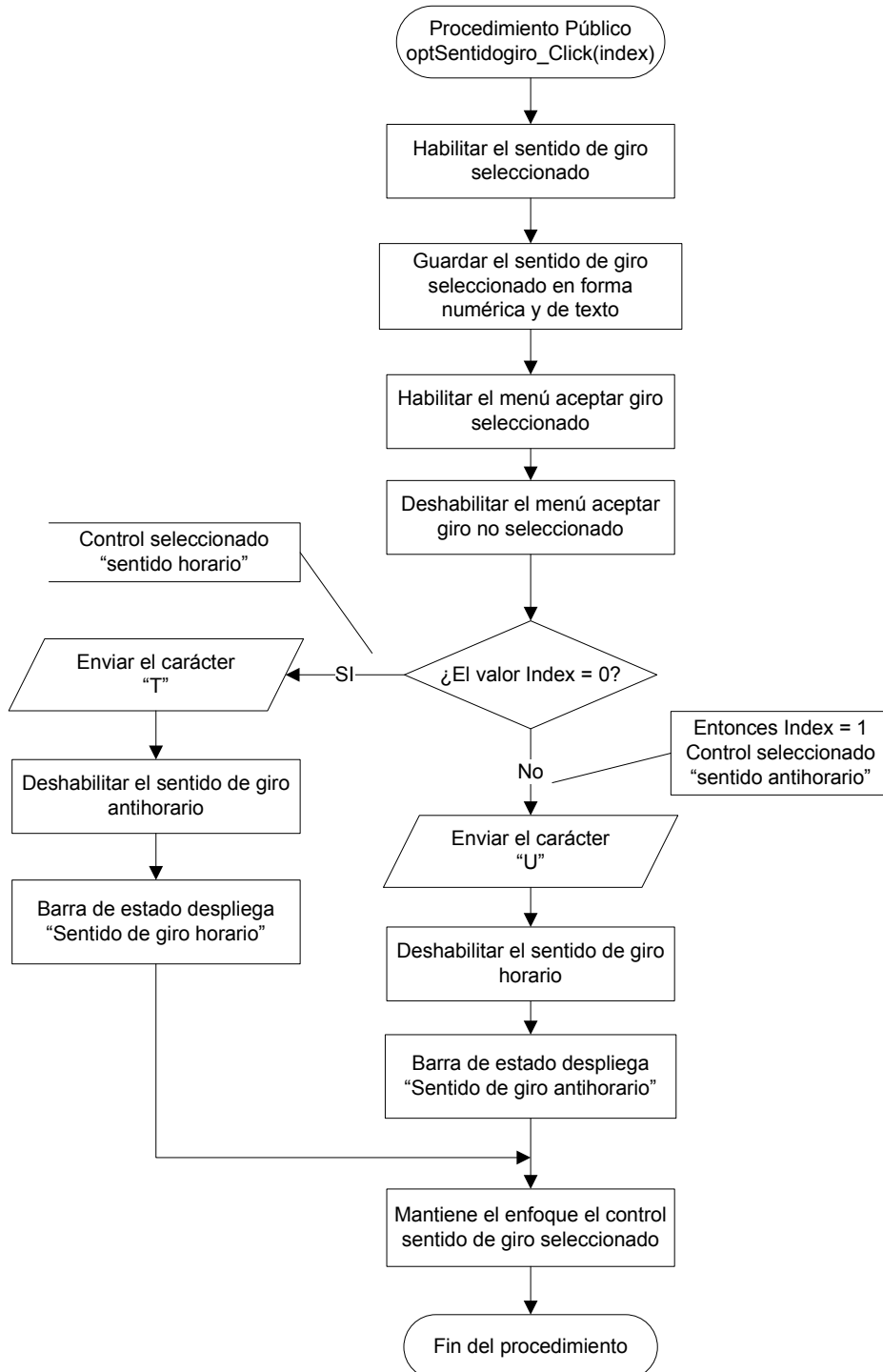
#### 4.9.2 DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO MOTOR PASO A PASO

**Procedimiento Privado Form\_Activate().** El programa del microcontrolador PIC dispone de un submenú específico para el modulo motor paso a paso, este procedimiento permite ubicarse en dicho submenú.

**Procedimiento Privado Form\_Deactivate().** No permite utilizar otro modulo mientras el motor paso a paso se encuentre funcionando.

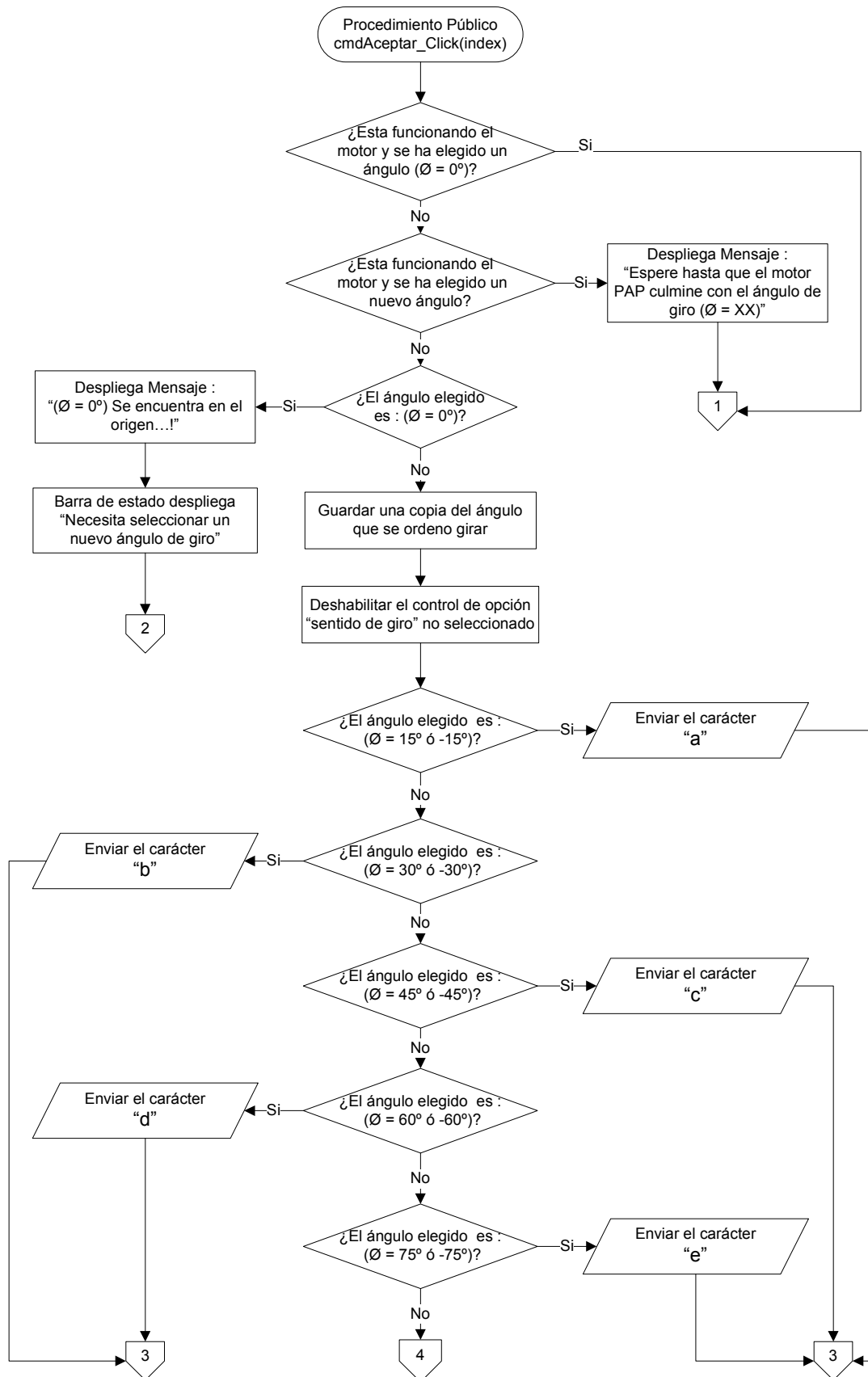


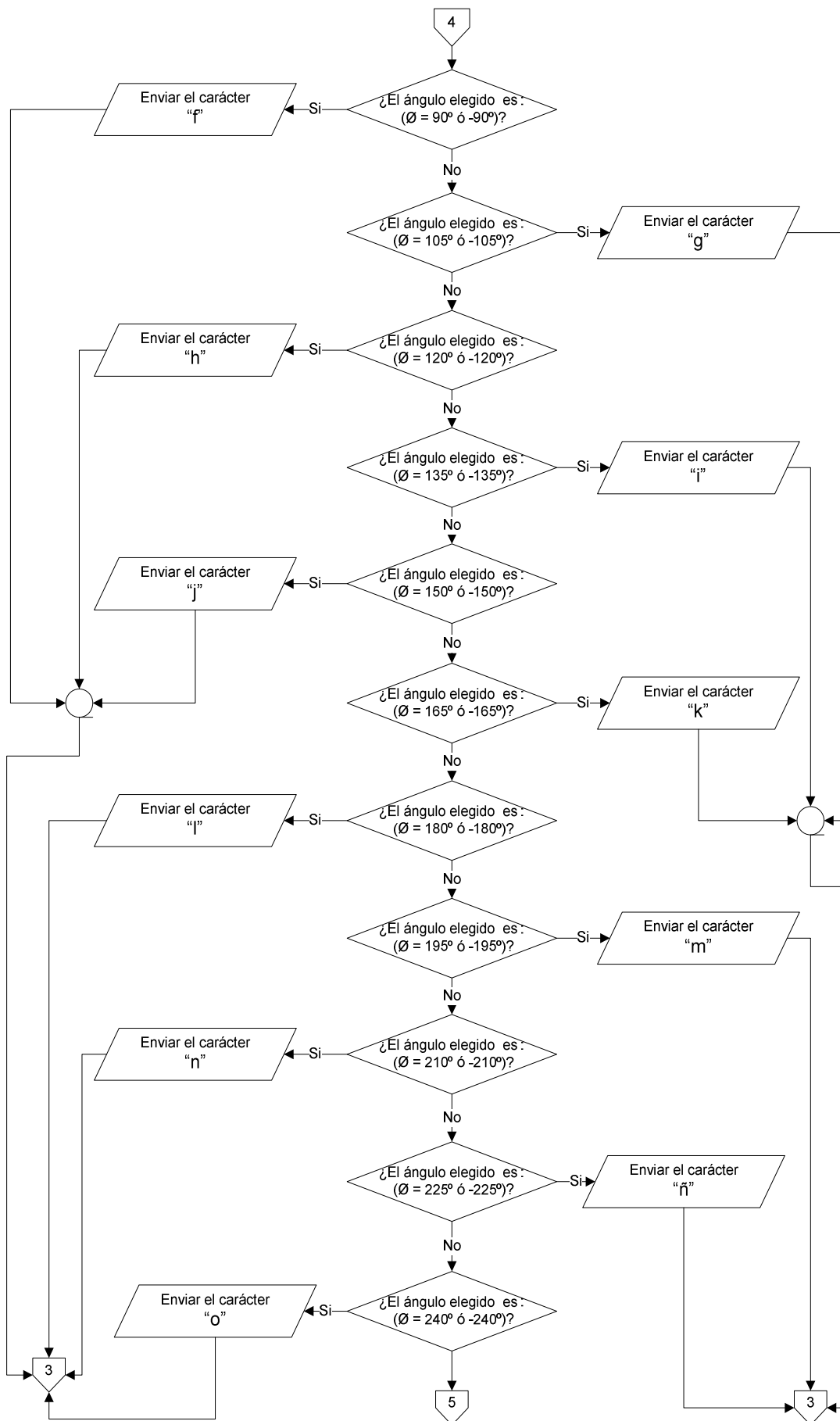
**Procedimiento Público optSentidogiro\_Click().** Procedimiento que permite seleccionar entre un sentido de **giro horario (Ctrl+J)** o un sentido de **giro antihorario (Ctrl+K)**.



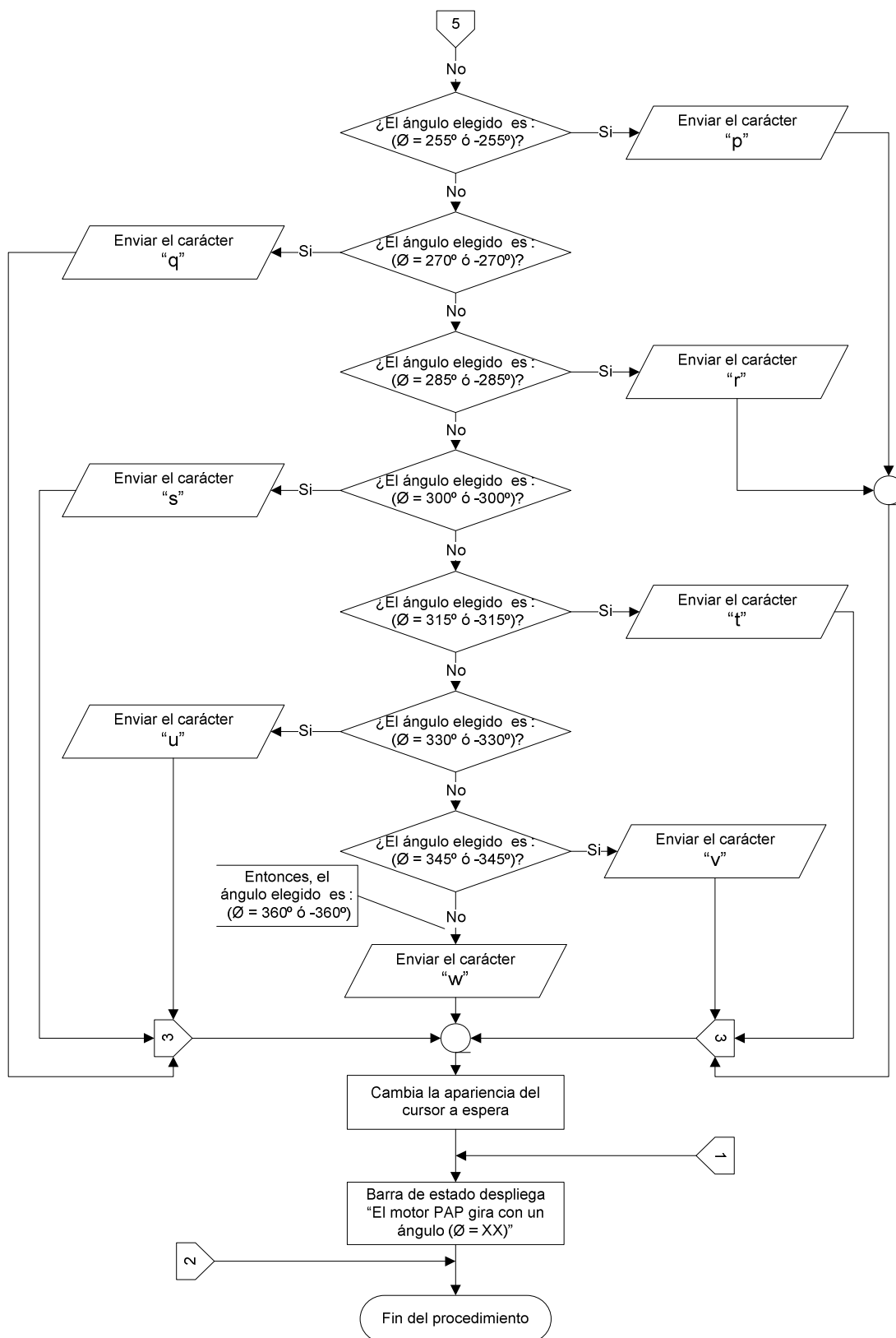
**Procedimiento Público cmdAceptar\_Click().** Seleccionado el ángulo de giro este procedimiento acepta el giro en sentido **horario (Ctrl+L)** o sentido **antihorario (Ctrl+M)**, como sabemos los ángulos que puede girar el motor van

desde los 15 grados hasta los 360 grados en números múltiplos de 15 grados.









Dispone de una caja de almacenamiento de ángulos girados por el motor, permite desplegar hacia arriba **Up (Ctrl+N)**, hacia abajo **Down (Ctrl+O)** o borrar **(Ctrl+P)**.

#### 4.9.3 IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO MOTOR PASO A PASO

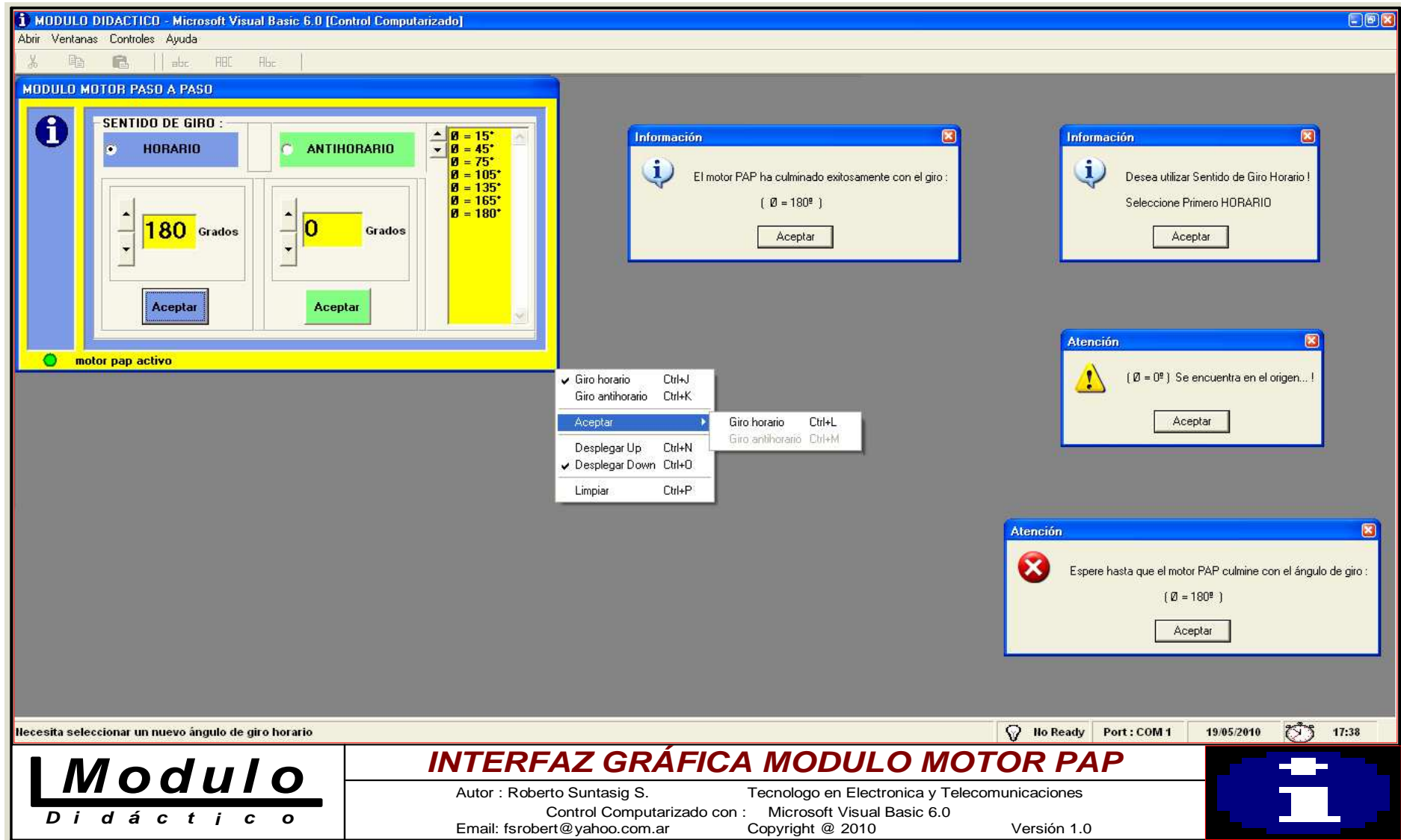


FIGURA 4 - 8 : INTERFAZ GRÁFICA MODULO MOTOR PASO A PASO.

## 4.10 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO MODULO SONIDO (PARLANTE / MICRÓFONO)

El modulo sonido (Parlante – Micrófono), es utilizado como una grabadora de sonido básica:

- Sin funcionamiento: “PLAY” y ”REC” (habilitados), “STOP” (deshabilitado).
- En funcionamiento: “PLAY” y ”REC” (deshabilitados), “STOP” (habilitado).

En estado de reproducción o grabación se observa el tiempo transcurrido y la memoria disponible, mediante una barra de progreso la misma que va aumentando cada segundo hasta los 120 segundos disponibles. En este transcurso de tiempo se puede detener mediante el botón “STOP” o cuando se produce un desbordamiento es decir la memoria está llena.

El modulo despliega mensajes al momento de finalizar la grabación (memoria llena) y al momento de finalizar la reproducción (reproducción completa).

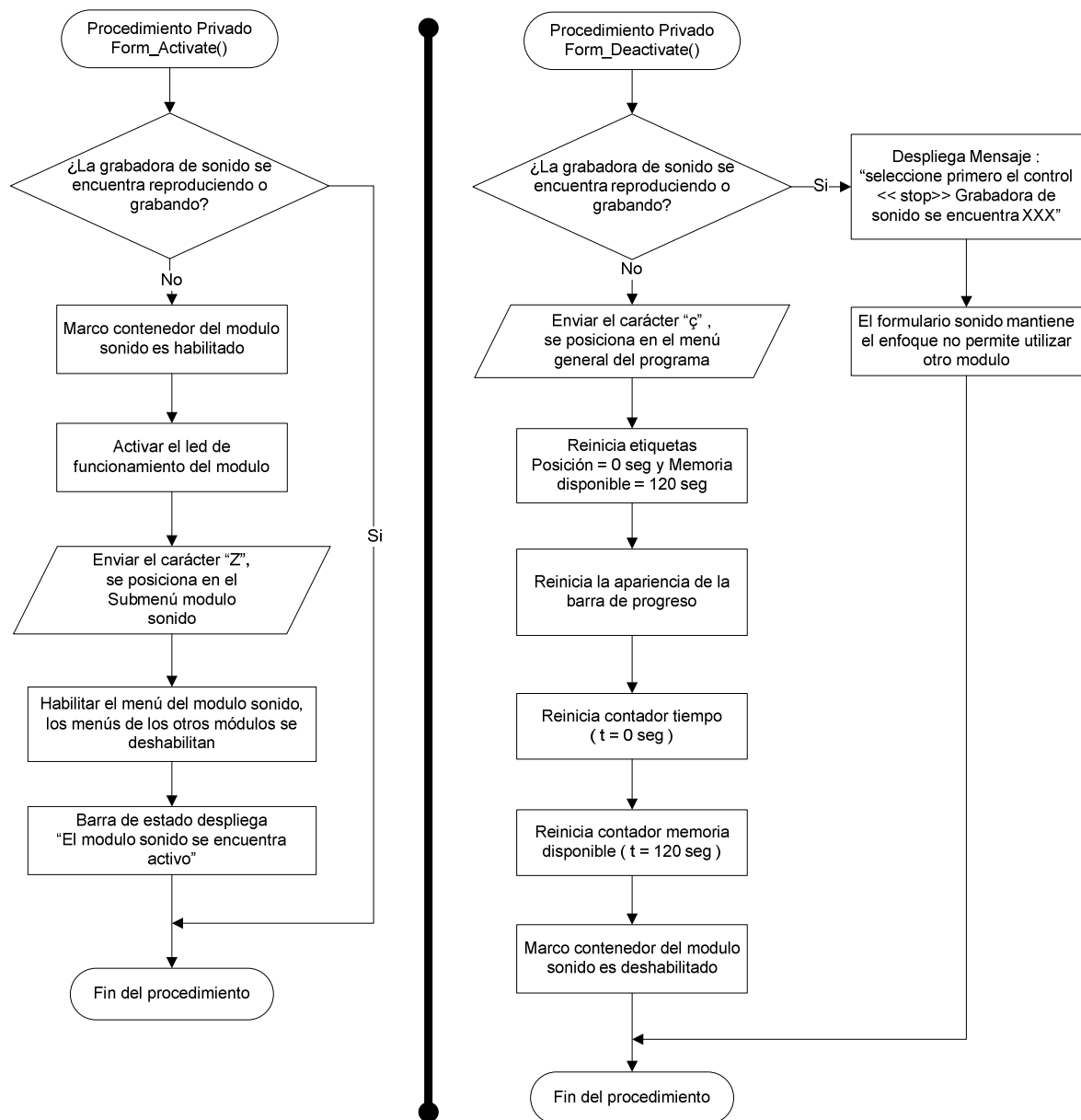
### 4.10.1 OBJETOS DE LA INTERFAZ GRÁFICA MODULO SONIDO

Objetos del Modulo sonido	
Controles	Función
frmSonido	Formulario del modulo sonido.
fraSonido (0)	Marco contenedor del modulo.
tmrSonidos	temporizador on/off del led del modulo.
shpSonidos	Led on/off del modulo.
lblSonidos	Indica si está o no activo el modulo.
tmrSonido	Temporizador activa contador de posición y contador de memoria disponible.
fraSonido (2)	Contiene al control play.
fraSonido (3)	Contiene al control stop.
fraSonido (4)	Contiene al control rec.
fraSonido (5)	Contiene al control barra de progreso.
fraSonido (6)	Contiene la etiqueta posición.
fraSonido (7)	Contiene la etiqueta memoria disponible.
cmdPlay, mnuSonidos (1)	Permite la reproducción del sonido.
cmdStop, mnuSonidos (2)	Permite detener la grabadora de sonido.
cmdRec, mnuSonidos (3)	Permite la grabación del sonido.
lblMemoria	Indica tiempo de memoria disponible.
lblSonido	Indica la posición del tiempo dentro de 120 seg disponibles de memoria.
pgbSonido	Barra de progreso permite visualizar el estado de 120 seg disponibles de memoria.

#### 4.10.2 DIAGRAMAS DE FLUJO MODULO SONIDO

**Procedimiento Privado Form\_Activate().** El programa del microcontrolador PIC dispone de un submenú específico para el módulo sonido, este procedimiento permite ubicarse en dicho submenú.

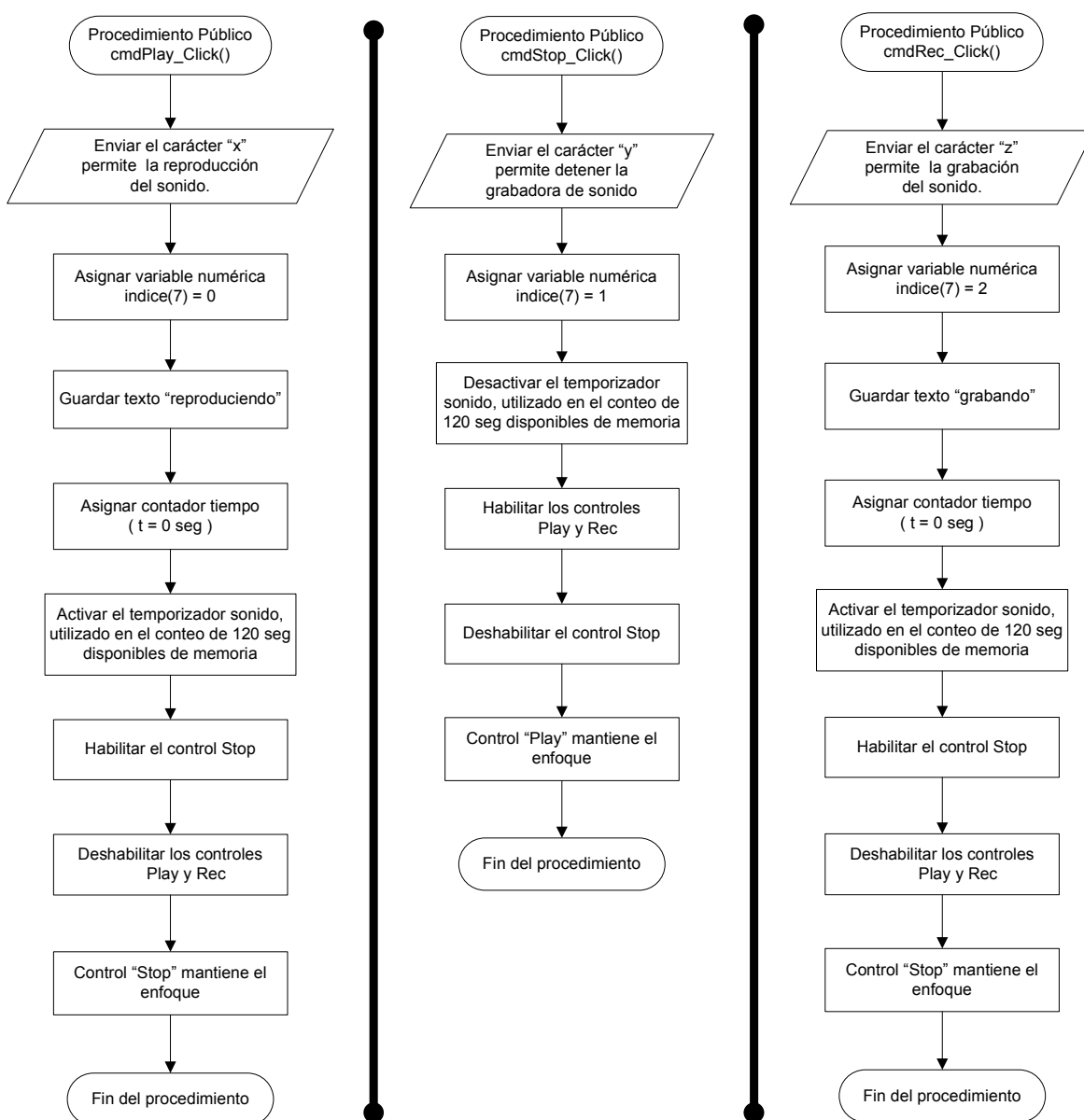
**Procedimiento Privado Form\_Deactivate().** No permite utilizar otro módulo mientras la grabadora de sonido se encuentre en estado de grabación o reproducción.



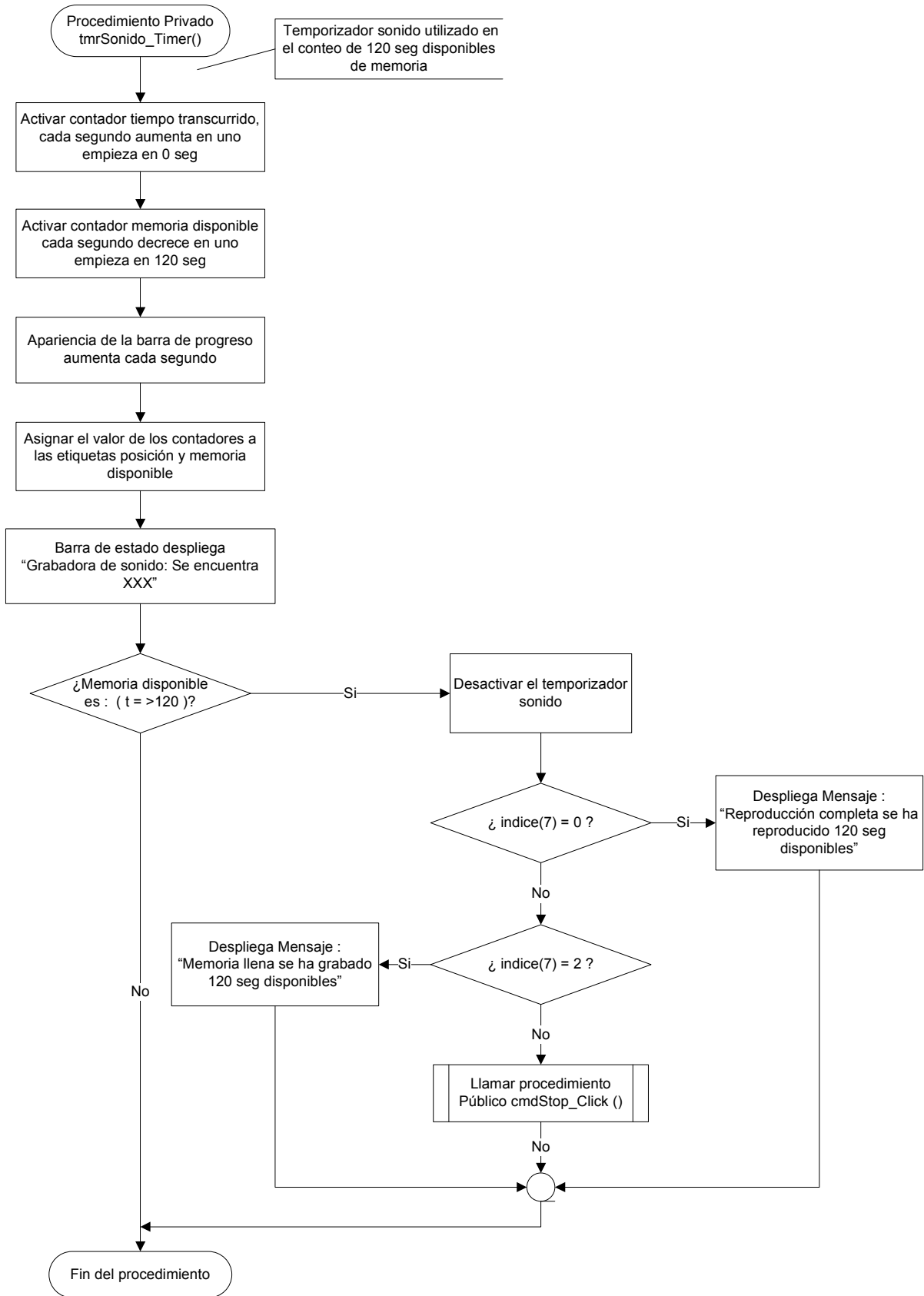
**Procedimiento Público cmdPlay\_Click().** Procedimiento que permite reproducir el sonido almacenado en la memoria (Ctrl+T).

**Procedimiento Público cmdStop\_Click().** Procedimiento que permite **detener** el funcionamiento de la grabadora de sonido (**Ctrl+U**). Si se encuentra en funcionamiento la grabadora de sonido y se requiere utilizar otro modulo secundario, obligatoriamente primero debe ser detenida la grabadora de sonido.

**Procedimiento Público cmdRec\_Click().** Procedimiento que permite **grabar** sonido en la memoria (**Ctrl+S**).



**Procedimiento Privado tmrSonido\_Timer().** Procedimiento empleado como contador de tiempo transcurrido y contador de memoria disponible, en función de los 120 segundos disponibles de la memoria.



#### 4.10.3 IMAGEN INTERFAZ GRÁFICA MODULO SONIDO

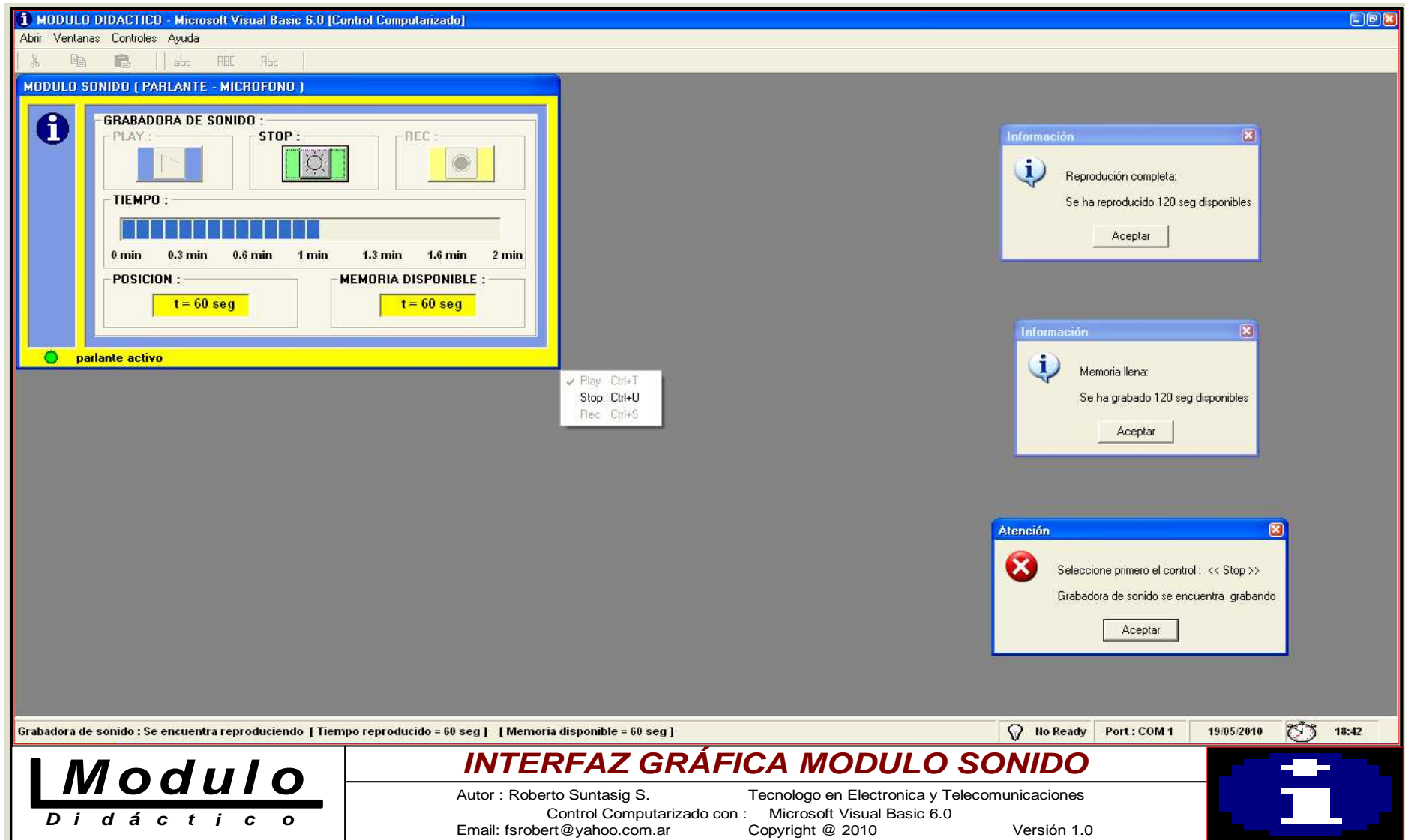


FIGURA 4 - 9 : INTERFAZ GRÁFICA MODULO SONIDO (PARLANTE / MICRÓFONO)

## CAPITULO V

### PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MODULO DIDÁCTICO

#### 5.1 CONEXIÓN PC - HARDWARE MODULO DIDÁCTICO



La conexión de la comunicación serial entre el computador (PC) y el hardware del modulo didáctico se realiza a través de un cable convertidor de USB a RS-232.



La conexión de la fuente de voltaje externa y el encendido del modulo didáctico.





## 5.2 FUNCIONAMIENTO MODULO LCD

Primero es necesaria la calibración del potenciómetro de contraste, para una adecuada visualización del texto en el Lcd.

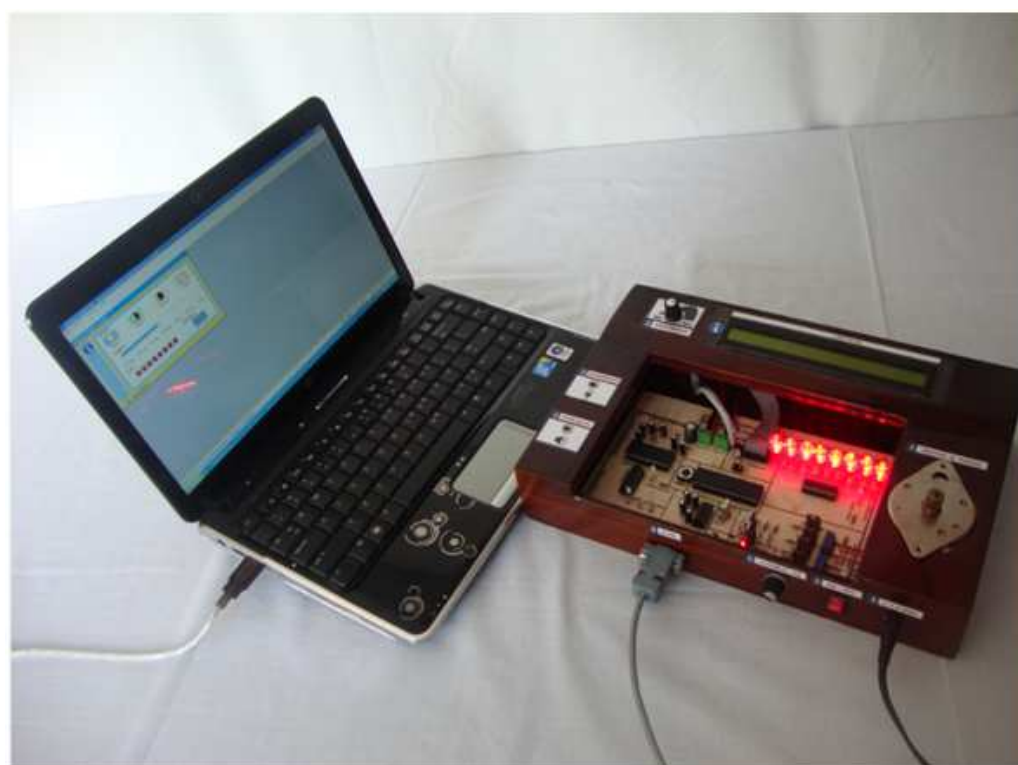


Pruebas de funcionamiento de la interfaz gráfica de usuario modulo Lcd en la PC y el hardware del modulo Lcd, mediante la transmisión de texto.



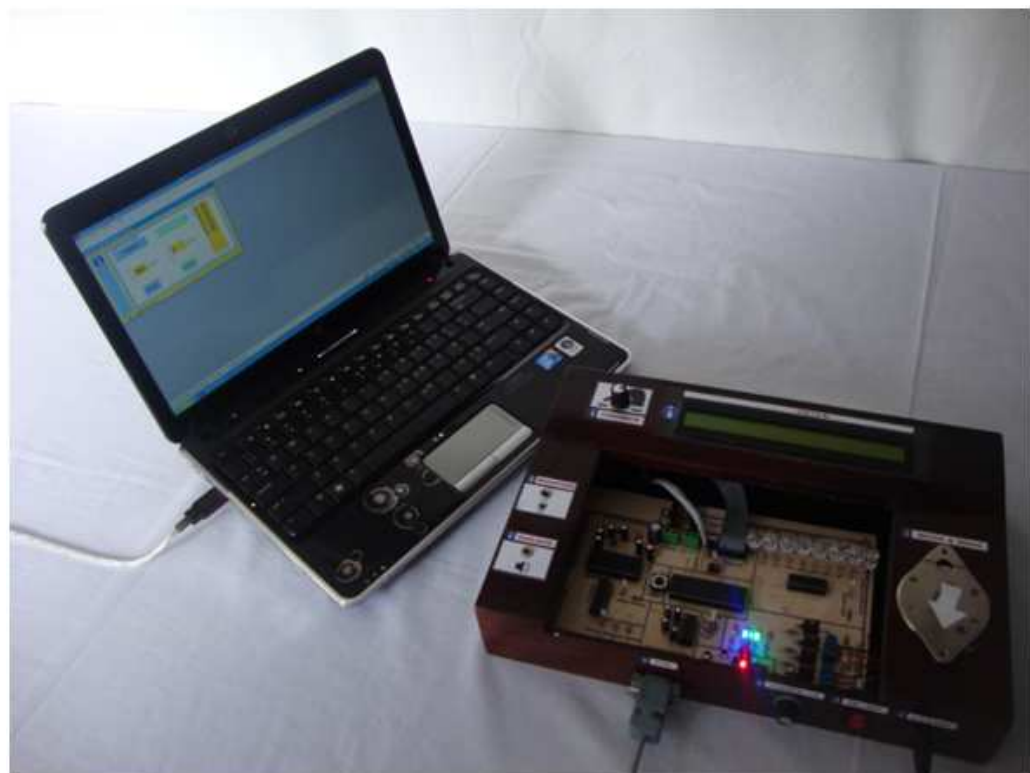
### 5.3 FUNCIONAMIENTO MODULO LUCES (LEDS)

Pruebas de funcionamiento de la interfaz gráfica de usuario modulo luces (leds) en la PC y el hardware del modulo luces mediante la activación de los cuatro juegos de luces.



## 5.4 FUNCIONAMIENTO MODULO MOTOR PASO A PASO

Pruebas de funcionamiento de la interfaz gráfica de usuario modulo motor paso a paso en la PC y el hardware del modulo motor paso a paso, mediante el sentido de giro horario, sentido de giro antihorario con diferentes ángulos de giro.



## 5.5 FUNCIONAMIENTO MODULO SONIDO (PARLANTE/ MICRÓFONO)

Para verificar el funcionamiento del modulo sonido es necesario conectar, un micrófono para grabar y un parlante (16Ω) para reproducir los mensajes de voz.



Pruebas de funcionamiento de la interfaz gráfica de usuario modulo sonido (parlante/micrófono) en la PC y el hardware del modulo sonido, mediante la grabadora de sonido en estado de reproducción, grabación y stop.





## 5.6 LIMITACIONES

- La instalación y utilización del programa Visual Basic 6.0, requiere de Windows XP, porque no hay compatibilidad con Windows Vista o el más reciente Windows 7.
- La grabadora de sonido debe ser utilizado solamente en la grabación y reproducción de mensajes de voz, debido a que el nivel sonoro y la nitidez del sonido no está diseñado para tonos musicales y además el tiempo está limitado a 120 segundos.
- La grabadora de sonido no permite grabar mensajes en diferentes espacios de direcciones del integrado ISD 25120P. Las operaciones de reproducción y grabación comienzan en la dirección 00H, la cual es el inicio en el espacio de direcciones.
- El motor paso a paso debe ser utilizado en vacío es decir sin carga, debido a que no está alimentado con el voltaje nominal y no posee un circuito con optoacopladores de aislamiento, para manejar cargas que requieran gran torque.

- Se limita el funcionamiento de los módulos, uno a la vez. No se puede al mismo tiempo ocupar los cuatro módulos.
- Las características de programación con las que trabaja Visual Basic 6.0 y las que trabaja el microcontrolador PIC, limitan su uso, debido a que al momento de desarrollar la aplicación, se requiere encontrar la manera más adecuada, para obtener cierto equilibrio y compatibilidad entre las dos programaciones.
- La comunicación serial se limita debido a que se utiliza un determinado carácter ASCII, como instrucción, para realizar una determinada acción.

## **5.7 APLICACIONES**

El modulo didáctico abre la posibilidad, para que sea el estímulo de futuras ideas y los estudiantes emprendan el viaje, de diseñar aplicaciones mucho más exigentes, las posibles aplicaciones del proyecto pueden ser:

- Controles computarizados por medio de Visual Basic 6.0. y un computador personal.
- Juegos de luces en autos tuning, discotecas, etc.
- Manejo de motores paso a paso con movimientos precisos, en el control de robots, movimiento de antenas, telescopios, etc.
- Anuncios de mensajes de texto, como información o avisos, en supermercados, estaciones de transporte, etc.
- Anuncios de mensaje de voz en ascensores, edificios inteligentes, etc.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Para el desarrollo del proyecto modulo didáctico se concluye que el microcontrolador PIC más adecuado es el PIC 16F877A, utilizado como un microcontrolador principal, porque dispone de:

- a)** Una memoria de programa FLASH de 8192 Words, memoria suficiente para trabajar con un lenguaje que más entendemos los humanos BASIC (de alto nivel).
- b)** 33 líneas de entrada y salida, en donde todas las líneas I/O están ocupadas y conectadas algún periférico del modulo didáctico.
- c)** Conversores Análogo – Digitales A/D, uno de ellos utilizado como sensor de contraste en el LCD.
- d)** Hardware interno USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter), utilizado para la comunicación serial con la PC.
- e)** Y comunicación con un microcontrolador auxiliar ATTINY2313, el cual se encarga exclusivamente del manejo de la memoria ISD 25120P.

Para el desarrollo más adecuado de la interfaz gráfica de usuario, con información bien organizada, clara y fácil de usar se logró mediante la utilización de la aplicación MDI del software Visual Basic 6.0; permitiendo que el programa modulo didáctico trabaje con múltiples formularios secundarios contenidos dentro de un formulario principal y mejorando el aspecto didáctico al incluir: barra de menús, barra de herramientas, barra de estado, menú contextual o emergente, teclas de acceso rápido y un modulo ayuda, con el objetivo de cumplir su función de material didáctico mediante el cual los estudiantes se incentiven en el aprendizaje y puedan incrementar sus conocimientos teórico-prácticos.

Una adecuada compatibilidad y equilibrio entre la programación del microcontrolador PIC y la programación de Visual Basic 6.0, se obtuvo mediante:

- a)** El uso del programa PIC SIMULATOR IDE V6.65, en la programación del PIC, con un lenguaje BASIC (de alto nivel); específicamente al usar la

instrucción "HSERGET", la misma que no detiene las instrucciones del programa hasta recibir en el p rtico serial un carácter ASCII enviado como instrucción desde el computador, si no que permite continuar con las siguientes instrucciones del programa y si hay un carácter esperando en el buffer del receptor este es cargado y almacenado en una variable hasta cuando el programa busque y ejecute esa instrucción.

- b)** Si el programa del microcontrolador PIC, se encuentra ocupado realizando una determinada tarea relacionado con algún modulo, la interfaz gráfica de usuario no habilita la utilización de otro modulo, es decir no permite enviar ninguna instrucción referente a otro modulo, mientras no se detenga la actividad que mantiene ocupado al programa del microcontrolador PIC.

Mediante la monitorización en todo momento de la interfaz gráfica de usuario se anticipa su cierre permitiendo resetear la programación de los microcontroladores e informando en todo momento la existencia de comunicación entre el microcontrolador PIC y la PC; consiguen que el modulo didáctico mantenga un comportamiento confiable libre de errores en tiempo de ejecución.



## RECOMENDACIONES

De la experiencia obtenida durante la realización de este proyecto es posible formular las recomendaciones siguientes:

Se recomienda la utilización ya sea en futuras tesis o proyectos los dispositivos ISD (Information Storage Devices), cuya función es grabar y reproducir mensajes de voz; permite desarrollar aplicaciones automatizadas estableciendo una comunicación interactiva con los usuarios; además el chip es de fácil uso en la grabación y reproducción de voz, con alta calidad y reproducción natural de voz o audio.

Debe ser conectado un parlante de 16 ohmios, para evitar incremento de ruidos de fondo y pérdidas de señal.

Por motivos didácticos el control del modulo motor paso a paso fue diseñado para trabajar en vacío, es decir sin carga; pero en diseños que involucren que el motor paso a paso necesite trabajar con carga, exigiendo un alto torque; es importante y se recomienda, aislar la etapa de control de la etapa de potencia utilizando optoacopladores de aislamiento, porque la excitación eléctrica de cualquier motor genera unos picos de sobretensión, que deben ser tratados convenientemente para que no perjudiquen los componentes electrónicos de la etapa de control.

Visual Basic 6.0 trabaja con una programación Orientada a Objetos (POO) y Manejada por Eventos, la cual es la misma con la que trabaja visual basic 2008 o el más reciente visual basic 2010. Se recomienda seguir trabajando en el desarrollo de proyectos de automatización en donde involucren, la utilización estas actuales herramientas de software, así como la utilización de microcontroladores de última generación, creándose así caminos de favorable factibilidad para desarrollar proyectos, y permitiendo exponer propuestas de aprendizaje acorde al avance de la tecnología.

## BIBLIOGRAFÍA

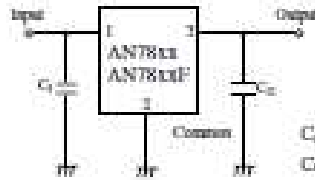
- [1] BOYLESTAD, R; NASHELSKY, L. (1997) Fundamentos de Electrónica. México, Editorial Pearson Educación, Cuarta edición.
- [2] CARLOS A. REYES (2004). Aprenda rápidamente a programar microcontroladores PIC, Ecuador, Gráficas Ayerve C.A.
- [3] CEVALLOS, F. (2000). Curso de programación de Visual Basic 6.0, México, Alfaomega grupo editorial, S.A. de CV.
- [4] GRAY, A. (1993) Maquinas Eléctricas. México, Editorial Alfa-Omega, Tercera edición.
- [5] JOSÉ ANGULO USATEGUI, IGNACIO ANGULO MARTÍNEZ. (2003) Microcontroladores PIC diseño práctico de aplicaciones, Madrid, Editorial McGraw –Hill, Tercera edición.
- [6] SANTIAGO CORRALES V. Electrónica práctica con microcontroladores PIC.
- [7] VLADIMIR SOSO. “PIC Basic Compiler Reference Manual”, PIC Simulator IDE - The Hive, Version 6.65.
- [8] <http://www.alldatasheets.com>
- [9] <http://www.IC-prog.com>
- [10] <http://www.microchip.com>
- [11] <http://www.monografias.com>
- [12] <http://www.oshonsoft.com>
- [13] <http://www.redeya.com>
- [14] <http://www.X-robotics.com>

# **ANEXOS**

## **ANEXO A**

# **MANUAL TÉCNICO REGULADOR DE VOLTAJE AN78xxF**

■ Basic Regulator Circuit



$C_1$ :  $C_1$  is necessary when the input line is long.  
 $C_2$ :  $C_2$  improves the transient response.

■ Usage Notes

1. Cautions for a basic circuit

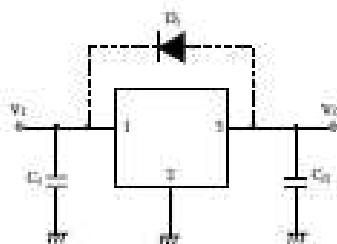


Figure 1

- $D_1$ : When a wiring from a smoothing circuit to a three-pin regulator is long, it is likely to oscillate in output. A capacitor of  $0.1\mu\text{F}$  to  $0.47\mu\text{F}$  should be connected near an input pin.
- $C_2$ : When any sudden change of load current is likely to occur, connect an electrolytic capacitor of  $10\mu\text{F}$  to  $100\mu\text{F}$  to improve a transitional response of output voltage.
- $D_2$ : Normally unnecessary. But add it in the case that there is a residual voltage at the output capacitor  $C_2$  even after switching off the supply power because a current is likely to flow into an output pin of the IC and damage the IC.

2. Other caution items

- 1) Short-circuit between the input pin and GND pin  
 If the input pin is short-circuited to GND or is cut off when a large capacitance capacitor has been connected to the IC's load, a voltage of a capacitor connected to an output pin is applied between input/output of the IC and this likely results in damage of the IC. It is necessary, therefore, to connect a diode, as shown in figure 2, to counter the reverse bias between input/output pins.

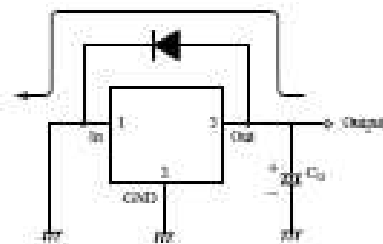
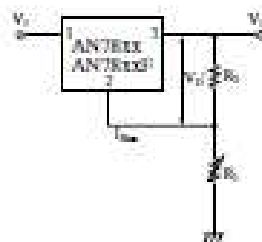
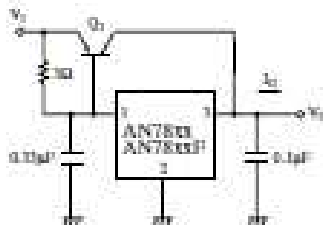


Figure 2

- 2) Floating of GND pin  
 If a GND pin is made floating in an operating mode, an unstabilized input voltage is outputted. In this case, a thermal protection circuit inside the IC does not normally operate. In this state, if the load is short-circuited or overloaded, it is likely to damage the IC.

■ Application Circuit Examples

- 1. Current bootstrap circuit
- 2. Adjustable output regulator



$$V_{out} = V_{in}' + \left( I_{max} + \frac{V_{in}'}{R_2} \right) R_1$$

Note)  $V_{out}$  varies due to sample to sample variation of  $I_{max}$ .  
 Never fail to adjust individually with  $R_1$ .

## **ANEXO B**

# **MANUAL TÉCNICO MICROCONTROLADOR PIC16F877A**

# PIC16F87XA

## 14.2 Oscillator Configurations

### 14.2.1 OSCILLATOR TYPES

The PIC16F87XA can be operated in four different oscillator modes. The user can program two configuration bits (FOSC1 and FOSC0) to select one of these four modes:

- LP Low-Power Crystal
- XT Crystal/Resonator
- HS High-Speed Crystal/Resonator
- RC Resistor/Capacitor

### 14.2.2 CRYSTAL OSCILLATOR/CERAMIC RESONATORS

In XT, LP or HS modes, a crystal or ceramic resonator is connected to the OSC1/CLKI and OSC2/CLKO pins to establish oscillation (Figure 14-1). The PIC16F87XA oscillator design requires the use of a parallel cut crystal. Use of a series cut crystal may give a frequency out of the crystal manufacturer's specifications. When in XT, LP or HS modes, the device can have an external clock source to drive the OSC1/CLKI pin (Figure 14-2).

FIGURE 14-1: CRYSTAL/CERAMIC RESONATOR OPERATION (HS, XT OR LP OSC CONFIGURATION)

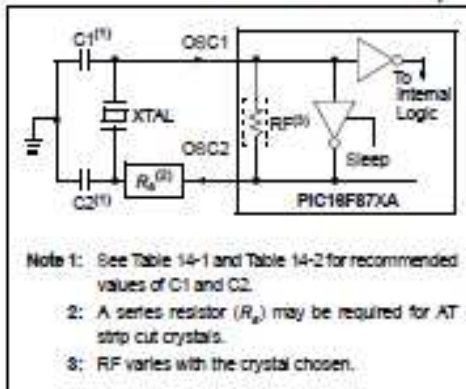


FIGURE 14-2: EXTERNAL CLOCK INPUT OPERATION (HS, XT OR LP OSC CONFIGURATION)

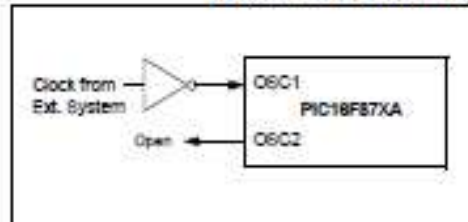


TABLE 14-1: CERAMIC RESONATORS

Ranges Tested:			
Mode	Freq.	OSC1	OSC2
XT	455 kHz	68-100 pF	68-100 pF
	2.0 MHz	15-68 pF	15-68 pF
	4.0 MHz	15-68 pF	15-68 pF
HS	8.0 MHz	10-68 pF	10-68 pF
	16.0 MHz	10-22 pF	10-22 pF

*These values are for design guidance only. See notes following Table 14-2.*

Resonators Used:			
2.0 MHz	Murata Erie CGA2.00MG	± 0.5%	
4.0 MHz	Murata Erie CGA4.00MG	± 0.5%	
8.0 MHz	Murata Erie CGA8.00MT	± 0.5%	
16.0 MHz	Murata Erie CGA16.00MX	± 0.5%	

*All resonators used did not have built-in capacitors.*

# PIC16F87XA

TABLE 14-2: CAPACITOR SELECTION FOR CRYSTAL OSCILLATOR

Osc Type	Crystal Freq.	Cap. Range C1	Cap. Range C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	47-68 pF	47-68 pF
	1 MHz	15 pF	15 pF
	4 MHz	15 pF	15 pF
HG	4 MHz	15 pF	15 pF
	8 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	20 MHz	15-33 pF	15-33 pF

These values are for design guidance only. See notes following this table.

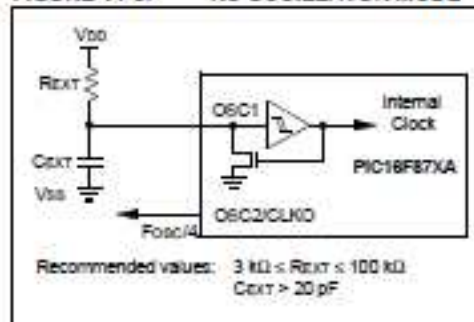
Crystals Used		
32 kHz	Epson C-001R32.768K-A	± 20 PPM
200 kHz	STD XTL 200.000KHz	± 20 PPM
1 MHz	ECG ECG-10-13-1	± 50 PPM
4 MHz	ECG ECG-40-20-1	± 50 PPM
8 MHz	EPSON CA-301 8.000M-C	± 30 PPM
20 MHz	EPSON CA-301 20.000M-C	± 30 PPM

- Note 1:** Higher capacitance increases the stability of oscillator but also increases the start-up time.
- 2:** Since each resonator/crystal has its own characteristics, the user should consult the resonator/crystal manufacturer for appropriate values of external components.
- 3:**  $R_p$  may be required in HG mode, as well as XT mode, to avoid overdriving crystals with low drive level specification.
- 4:** When migrating from other PICmicro® devices, oscillator performance should be verified.

## 14.2.3 RC OSCILLATOR

For timing insensitive applications, the "RC" device option offers additional cost savings. The RC oscillator frequency is a function of the supply voltage, the resistor ( $R_{EXT}$ ) and capacitor ( $C_{EXT}$ ) values and the operating temperature. In addition to this, the oscillator frequency will vary from unit to unit due to normal process parameter variation. Furthermore, the difference in lead frame capacitance between package types will also affect the oscillation frequency, especially for low  $C_{EXT}$  values. The user also needs to take into account variation due to tolerance of external R and C components used. Figure 14-3 shows how the R/C combination is connected to the PIC16F87XA.

FIGURE 14-3: RC OSCILLATOR MODE





# PIC16F87XA

## 17.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### Absolute Maximum Ratings †

Ambient temperature under bias	-55 to +125°C
Storage temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any pin with respect to V <sub>SS</sub> (except V <sub>DD</sub> , <u>MCLR</u> , and RA4)	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)
Voltage on V <sub>DD</sub> with respect to V <sub>SS</sub>	-0.3 to +7.5V
Voltage on <u>MCLR</u> with respect to V <sub>SS</sub> (Note 2)	0 to +14V
Voltage on RA4 with respect to V <sub>SS</sub>	0 to +8.5V
Total power dissipation (Note 1)	1.0W
Maximum current out of V <sub>SS</sub> pin	300 mA
Maximum current into V <sub>DD</sub> pin	250 mA
Input clamp current, I <sub>IK</sub> (V <sub>I</sub> < 0 or V <sub>I</sub> > V <sub>DD</sub> )	+20 mA
Output clamp current, I <sub>OK</sub> (V <sub>O</sub> < 0 or V <sub>O</sub> > V <sub>DD</sub> )	+20 mA
Maximum output current sunk by any I/O pin	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin	25 mA
Maximum current sunk by PORTA, PORTB and PORTE (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sourced by PORTA, PORTB and PORTE (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sunk by PORTC and PORTD (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sourced by PORTC and PORTD (combined) (Note 3)	200 mA

Note 1: Power dissipation is calculated as follows:  $P_{dts} = V_{DD} \times (I_{DD} - \sum I_{OH} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OI} \times I_{OL})$

2: Voltage spikes below V<sub>SS</sub> at the MCLR pin, inducing currents greater than 80 mA, may cause latch-up. Thus, a series resistor of 50-100Ω should be used when applying a "low" level to the MCLR pin rather than pulling this pin directly to V<sub>SS</sub>.

3: PORTD and PORTE are not implemented on PIC16F873A/876A devices.

† NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## **ANEXO C**

# **MANUAL TÉCNICO CICUITO INTEGRADO MAX232**

## MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

5LLS0470—FEBRUARY 1988—REVISED AUGUST 1988

### absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, $V_{CC}$ (see Note 1)	−0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, $V_{G+}$	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, $V_{G-}$	−0.3 V to −15 V
Input voltage range, $V_I$ : Driver	−0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	±30 V
Output voltage range, $V_O$ : T1OUT, T2OUT	$V_{G-} - 0.3$ V to $V_{G+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	−0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Note 2): D package	113°C/W
DW package	105°C/W
N package	78°C/W
Storage temperature range, $T_{stg}$	−65°C to 150°C
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

### recommended operating conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, $V_{CC}$	4.5	5	5.5	V
High-level input voltage, $V_{IH}$ (T1IN, T2IN)	2			V
Low-level input voltage, $V_{IL}$ (T1IN, T2IN)			0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN			±30	V
Operating free-air temperature, $T_A$	MAX232	0	70	°C
	MAX232I	−40	85	

**MAX232, MAX232I**  
**DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER**

SLLS047G - FEBRUARY 1989 - REVISED AUGUST 1988

**APPLICATION INFORMATION**

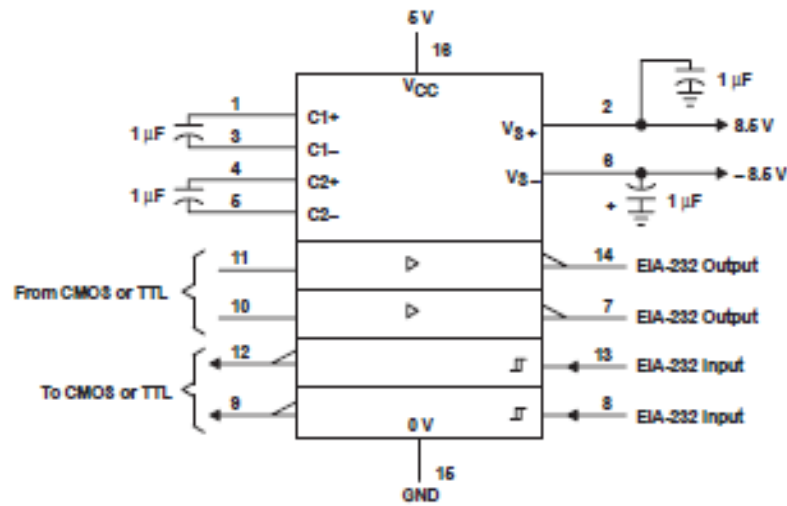


Figure 4. Typical Operating Circuit

## **ANEXO D**

### **MANUAL TÉCNICO BUFFER 74LS244**

## SN54/74LS240 • SN54/74LS241 • SN54/74LS244

### TRUTH TABLES

SN54/74LS240

INPUTS		OUTPUT
1G, 2G	D	
L	L	H
L	H	L
H	X	(Z)

SN54/74LS244

INPUTS		OUTPUT
1G, 2G	D	
L	L	L
L	H	H
H	X	(Z)

SN54/74LS241

INPUTS		OUTPUT	INPUTS		OUTPUT
1G	D		2G	D	
L	L	L	H	L	L
L	H	H	H	H	H
H	X	(Z)	L	X	(Z)

H = HIGH Voltage Level

L = LOW Voltage Level

X = Immaterial

Z = HIGH Impedance

### GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74			-3.0	mA
		54			-12	mA
		74			-15	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54			12	mA
		74			24	

## **ANEXO E**

### **MANUAL TÉCNICO TRANSISTOR DARLINGTON NPN TIP122**

# ATA MOSPEC

## PLASTIC MEDIUM-POWER COMPLEMENTARY SILICON TRANSISTORS

...designed for general-purpose amplifier and low speed switching applications

### FEATURES:

- \* Collector-Emitter Sustaining Voltage-  
 $V_{CE(sus)}$  = 60 V (Min) - TIP120, TIP125  
 = 80 V (Min) - TIP121, TIP126  
 = 100 V (Min) - TIP122, TIP127
- \* Collector-Emitter Saturation Voltage  
 $V_{CE(sat)}$  = 2.0 V (Max.) @  $I_C = 3.0$  A
- \* Monolithic Construction with Built-in Base-Emitter Shunt Resistor

NPN	PNP
TIP120	TIP125
TIP121	TIP126
TIP122	TIP127

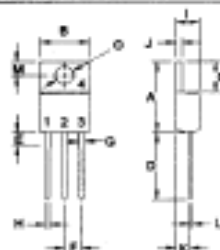
5.0 AMPERE  
DARLINGTON  
COMPLEMENTARY SILICON  
POWER TRANSISTORS  
60-100 VOLTS  
65 WATTS

### MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	TIP120 TIP125	TIP121 TIP126	TIP122 TIP127	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	60	80	100	V
Collector-Base Voltage	$V_{CB0}$	60	80	100	V
Emitter-Base Voltage	$V_{EB0}$	5.0			V
Collector Current-Continuous -Peak	$I_C$ $I_{CM}$	5.0 8.0			A
Base Current	$I_B$	120			mA
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	65 0.52			W W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{STG}$	- 65 to +150			$^\circ\text{C}$



TO-220



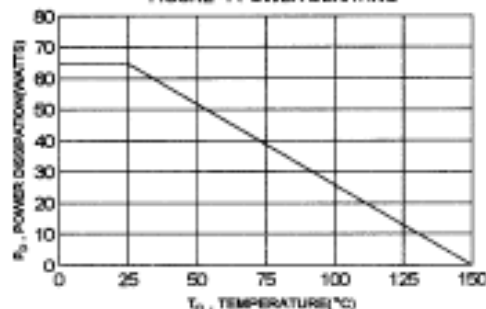
PIN 1: BASE  
2: COLLECTOR  
3: EMITTER  
4: COLLECTOR/CASE

### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta jc}$	1.92	$^\circ\text{C/W}$

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	14.68	15.31
B	9.78	10.42
C	5.01	6.52
D	13.00	14.62
E	3.57	4.07
F	2.42	3.66
G	1.12	1.36
H	0.72	0.96
I	4.22	4.98
J	1.14	1.36
K	2.20	2.67
L	0.39	0.55
M	2.48	2.98
O	3.70	3.90

FIGURE -1 POWER DERATING





## **ANEXO F**

### **MANUAL TÉCNICO MEMORIA ISD25120P**



Table 2-88: Application Example—Passive Component Functions

Part	Function	Comments
R1	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
R3, R5	Microphone biasing resistors	Provides biasing for microphone operation
R4	Series limiting resistor	Reduces level to prevent distortion at higher supply voltages
R6	Series limiting resistor	Reduces level to high supply voltages
C1, C5	Microphone DC-blocking capacitor/low-frequency cutoff	Decouples microphone bias from chip. Provides single-pole low-frequency cutoff and common mode noise rejection.
C2	Attack/release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff
C4	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
C6, C7, C8	Power supply capacitors	Rftr and bypass of power supply

2

### EXPLANATION

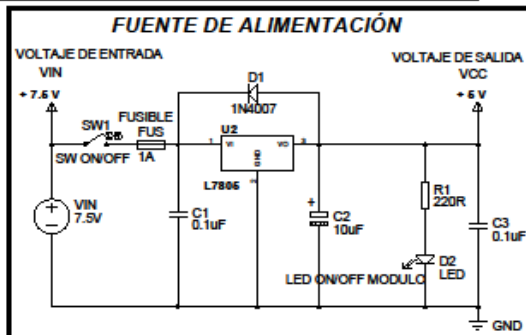
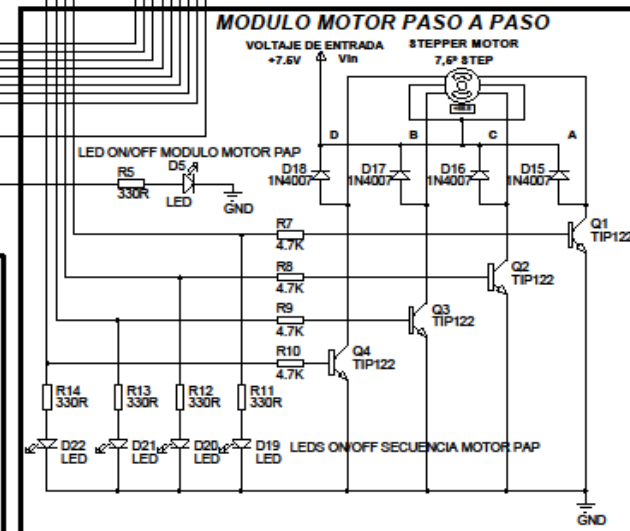
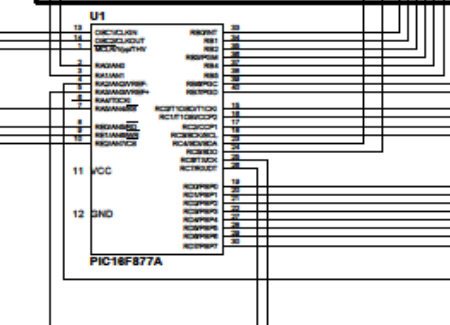
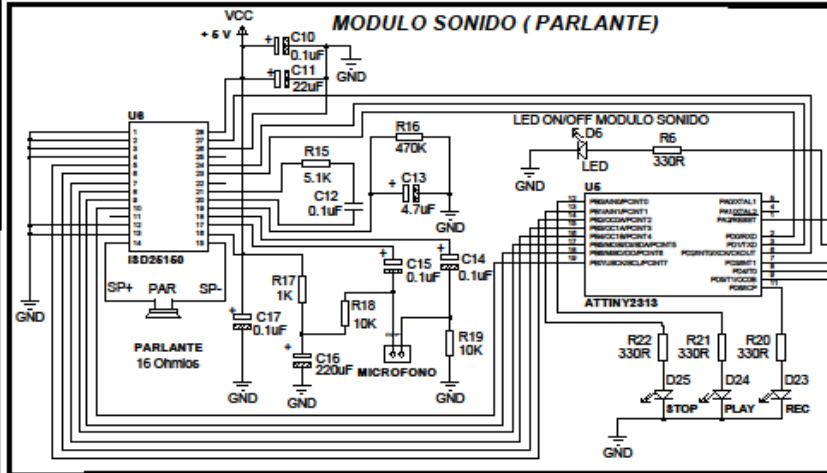
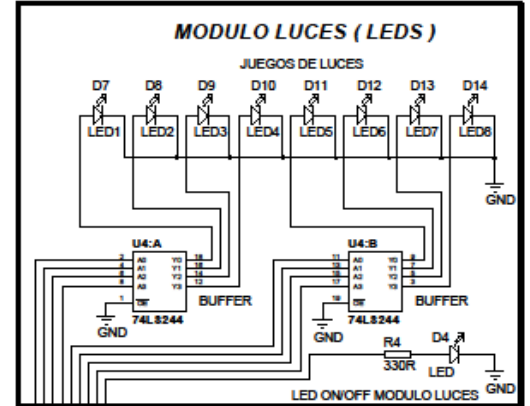
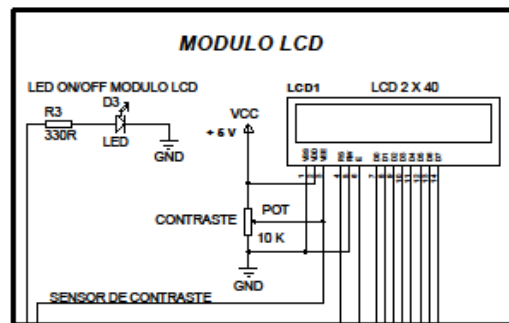
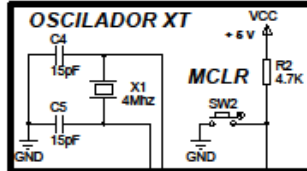
In this simplified block diagram of a microcontroller application, the Push-Button mode and message cueing are used. The microcontroller is a 16-pin version with enough port pins for buttons, an LED, and the SD2500 Series device. The software can be written to use three buttons: one each for play and record, and one for message selection. Because the microcontroller is interpreting the buttons and commanding the SD2500 device, software can be written for any functions desired in a particular application.

**NOTE** SD does not recommend connecting address lines directly to a microprocessor bus. Address lines should be externally latched.

## **ANEXO G**

### **CIRCUITO ESQUEMÁTICO COMPLETO MODULO DIDÁCTICO**

# ANEXO G



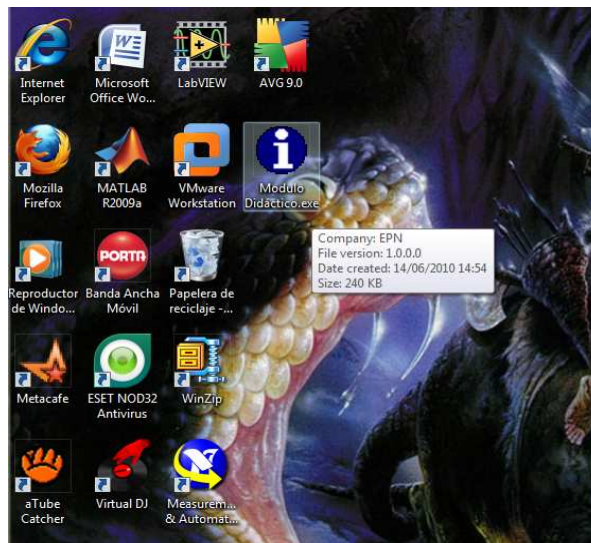
**ANEXO H**

**MÁNUAL DE USUARIO**

## MANUAL DEL USUARIO

Para realizar la comunicación entre el computador PC y el microcontrolador PIC, se implementó una interfaz gráfica de usuario diseñada en VISUAL BASIC 6.0. Por medio de esta aplicación, el usuario puede enviar las instrucciones en forma de caracteres ASSCII, hacia el hardware del modulo didáctico.

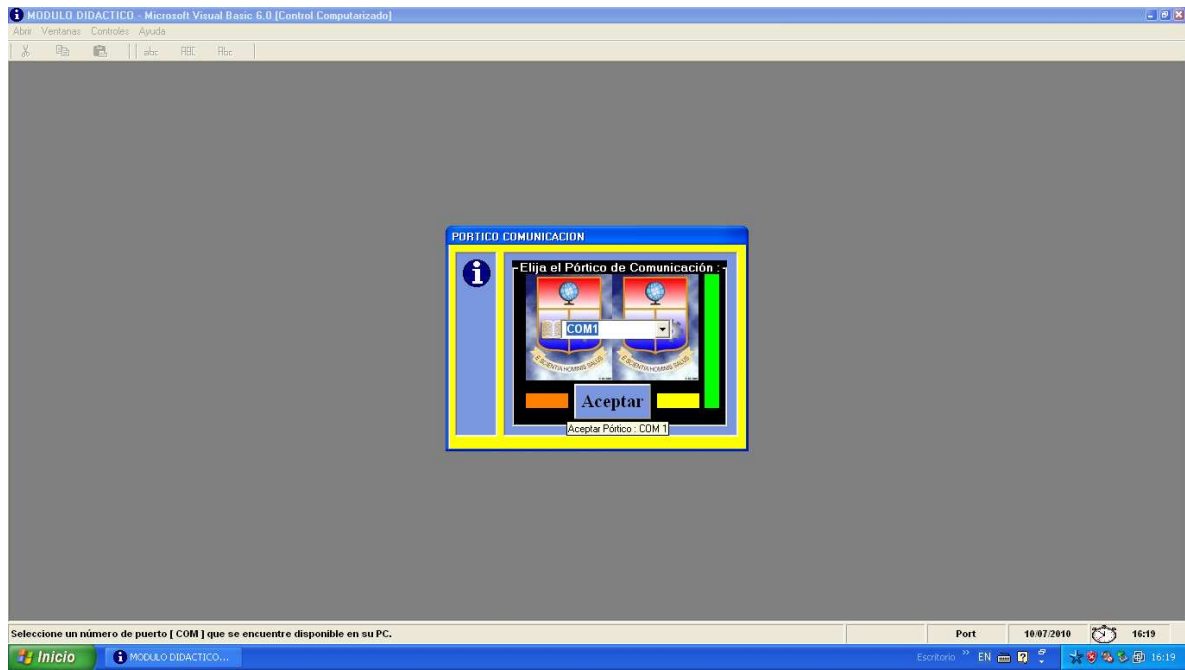
**Primer paso.** Seleccionamos el Icono Modulo Didactico ubicado en el escritorio.



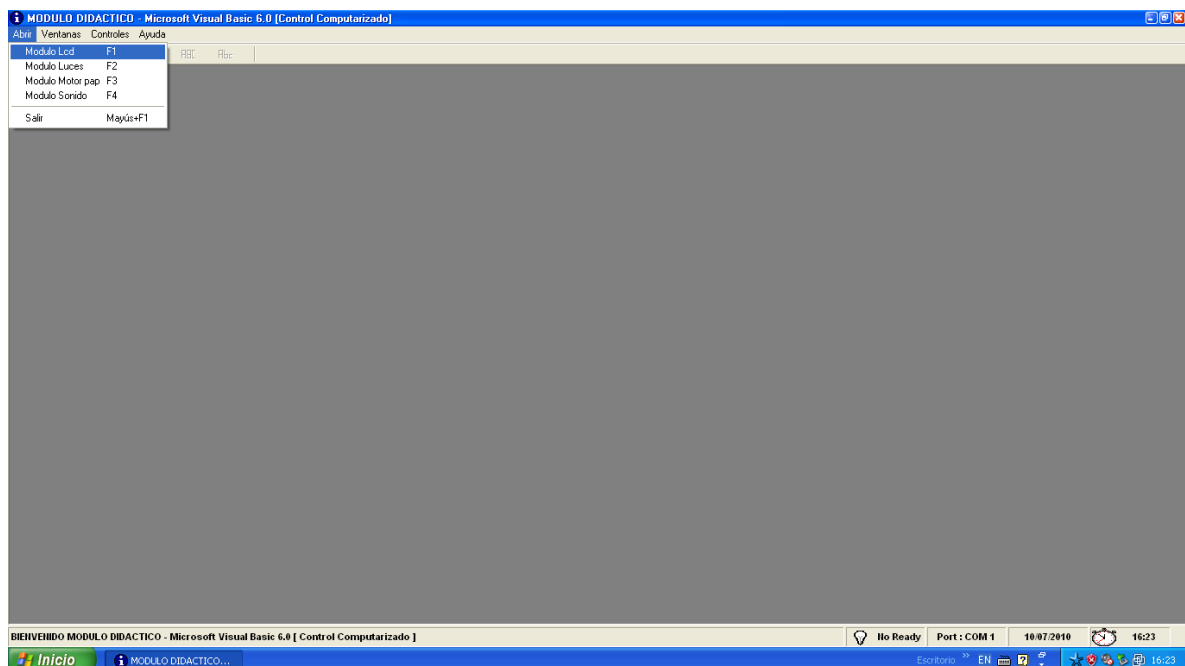
**Segundo paso.** Se muestra una pantalla de inicio en la cual al hacer clic en el botón “CONTINUAR” pasaremos a la siguiente pantalla donde se escoge el pórtico de comunicaciones serie.



**Tercer paso.** Una vez seleccionado el pórtico de comunicación COM damos clic en **“Aceptar”**, aparecerá en la barra de estado el número de COM elegido y dará paso a la pantalla principal MDI del módulo didáctico.

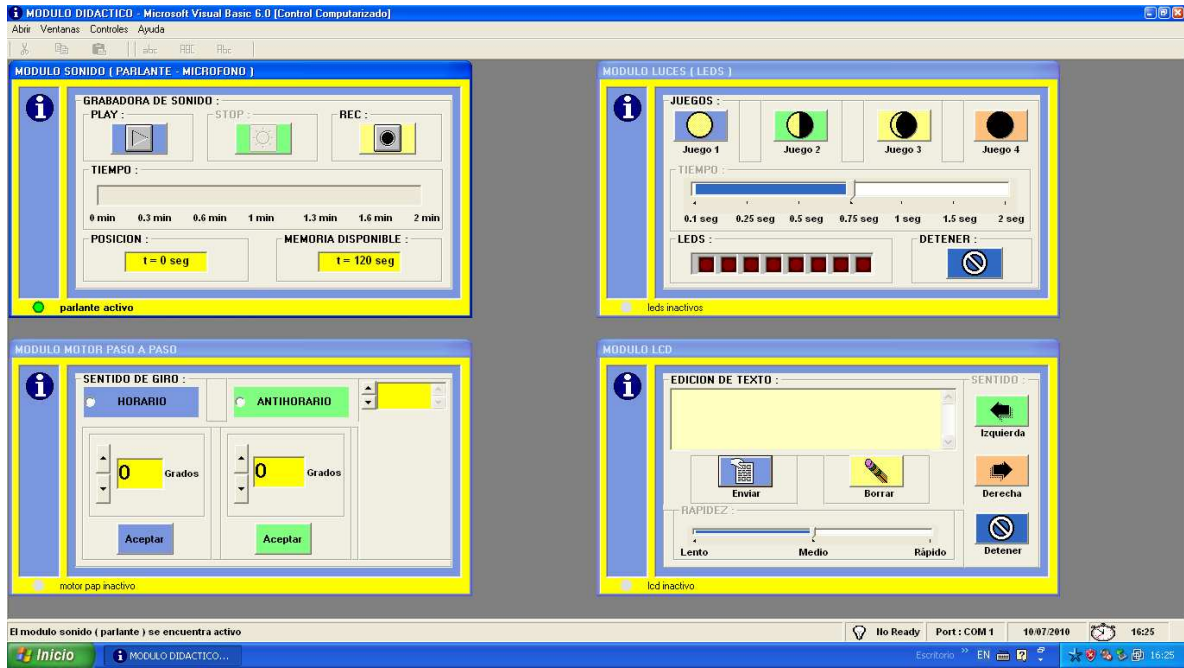


**Cuarto paso.** En la barra de menús seleccionamos **“Abrir”** y escogemos entre las opciones: Modulo Lcd, Modulo Luces, Modulo Motor pap o Modulo Sonido; de acuerdo al modulo que deseamos utilizar.





**Quinto paso.** Una vez abiertos los módulos secundarios pueden ser organizados mediante el menú “Ventanas”.



Además posee una pantalla Ayuda acerca del programa modulo didáctico, en donde se visualiza los datos referentes a este proyecto de titulación.

