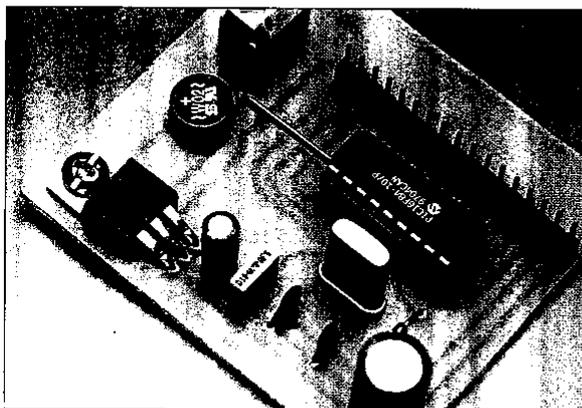


**CURSO  
µC PIC  
DE APLICACIONES**

# Curso de aplicaciones con microcontroladores PIC

Dr. Eugenio Martín Cuenca  
Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.  
E-mail:emartin@goliat.ugr.es



OR

**S** Continuando con la exposición teórica del primer artículo del Curso (Resistor nº 161. Septiembre de 1997), se describen a continuación los diferentes tipos de circuitos de reloj.

#### CIRCUITERÍA DE RELOJ

El PIC16F84 puede trabajar

con uno de los siguientes 4 tipos de osciladores Figura 1.

**RC** Oscilador Resistencia/Capacidad. Puede funcionar hasta 4 MHz pero con una estabilidad de frecuencia menor.

**XT** Oscilador Estándar de cristal de cuarzo, desde una frecuencia de 100 KHz hasta un máximo de 4 MHz.

El **PIC16F84** está dotado de dos Puertos de E/S, el Puerto A de 5 bits y el Puerto B de 8 bits. Cualquier línea de estos puede ser programada de forma totalmente independiente tanto como entrada como salida.

**HS** Alta velocidad también con cristal de cuarzo hasta una frecuencia de 10 MHz o 20 MHz en el PIC16C71.

**LP** Con cristal de cuarzo desde 32 a 200 KHz. Esto le que proporciona la característica de muy bajo consumo.

En aplicaciones donde no es necesaria una temporización de gran exactitud, puede ser conveniente emplear el tipo RC al ser el más económico. La frecuencia en este caso depende de los valores de R, C y de la temperatura de funcionamiento. Los valores de R deben estar comprendidos entre 5 y 100 K, mientras que los valores de C no deben ser inferiores a 20 pF. Como se indica en la Fig. 1-A, el circuito RC se conecta a la patita OSC1, mientras que en la patita OSC2 se dispone de FOSC/4.

Con los modos XT, HS y LP (Fig1-B) se conecta un cristal de cuarzo o un resonador cerámico a las patitas OSC1/CLKIN y OSC2 CLKOUT.

El tipo de oscilador empleado debe indicarse durante la programación en las opciones de configuración del programa PIC84.EXE. En ese momento se

<p>Precio Resistor Kit: 1.140 Ptas. (No incluye Programa) Precio Placa: 705 Ptas. Precio Programa CONTAR.ASM: 1.200 Ptas.</p>
---

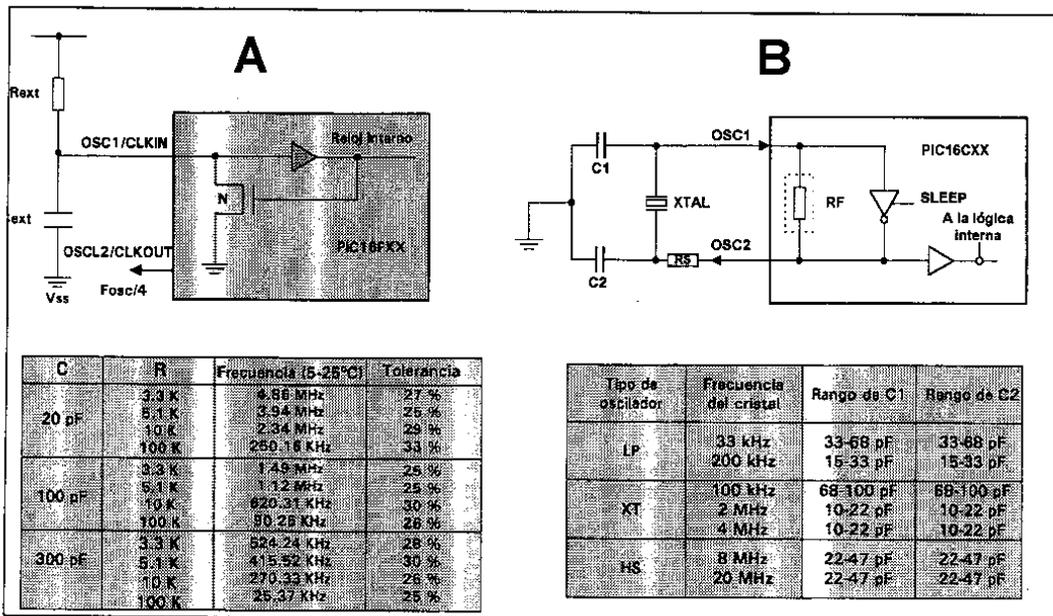


Figura 1.- Diferentes formas de conexionado del oscilador. (A) Tipo RC. (B) Tipos LP, XT y HS.

produce la programación de dos bits de configuración denominados FOSC1 y FOSC2 (Ver Palabra de Configuración). Todas las prácticas se ha realizado con un reloj de 4 MHz es decir tipo XT.

#### PUERTOS DE ENTRADAS Y SALIDAS E/S.

El PIC16F84 está dotado de dos Puertos de E/S, el Puerto A de 5 bits y el Puerto B de 8 bits (Figura 2 Capítulo 1). Cualquier línea de estos puede ser programada de forma totalmente independiente tanto como entrada como salida.

Cada Puerto dispone de dos registros:

- (1) Registro de Datos denominado PORTA ó PORTB
- (2) Registro de Control denominado TRISA ó TRISB

Los registros de Datos PORTA y PORTB se pueden leer o escribir según que el Puerto correspondiente se utilice como entrada o como salida. En los registros de Control se programa el sentido de funcionamiento de cada una de las líneas de entradas/salidas E/S. Colocando un "0" en el correspondiente bit del registro TRISA ó TRISB, la línea queda programada como salida, mientras que colocando un "1" la línea queda programada como entrada.

Cualquier línea puede funcionar como entrada o como salida. Sin embargo si actúa como entrada, la información que se introduce no se memoriza, pasando simplemente por un dispositivo triestado, por lo que el valor de dicha información debe mante-

**Los registros de Datos PORTA y PORTB se pueden leer o escribir según que el Puerto correspondiente se utilice como entrada o como salida.**

nerse hasta que sea leída, es decir la lectura se realiza en "tiempo real". Mientras que si la línea actúa como salida, el bit que procede del bus de datos se guarda en la "báscula", con lo que la información que ofrece esta patita permanece invariable hasta que se reescriba este bit.

La máxima corriente que pueden absorber y suministrar cada línea individual de los Puertos E/S es respectivamente de 25 y 20 mA. Teniendo en cuenta las limitaciones del chip, la máxima corriente que puede absorber el Puerto A es de 80 mA y suministrar 50 mA, mientras que para el Puerto B son respectivamente 150 mA y 100 mA.

Tal como se ha indicado todas las patitas de E/S no empleadas deben llevarse a +5 voltios, regla

RESI

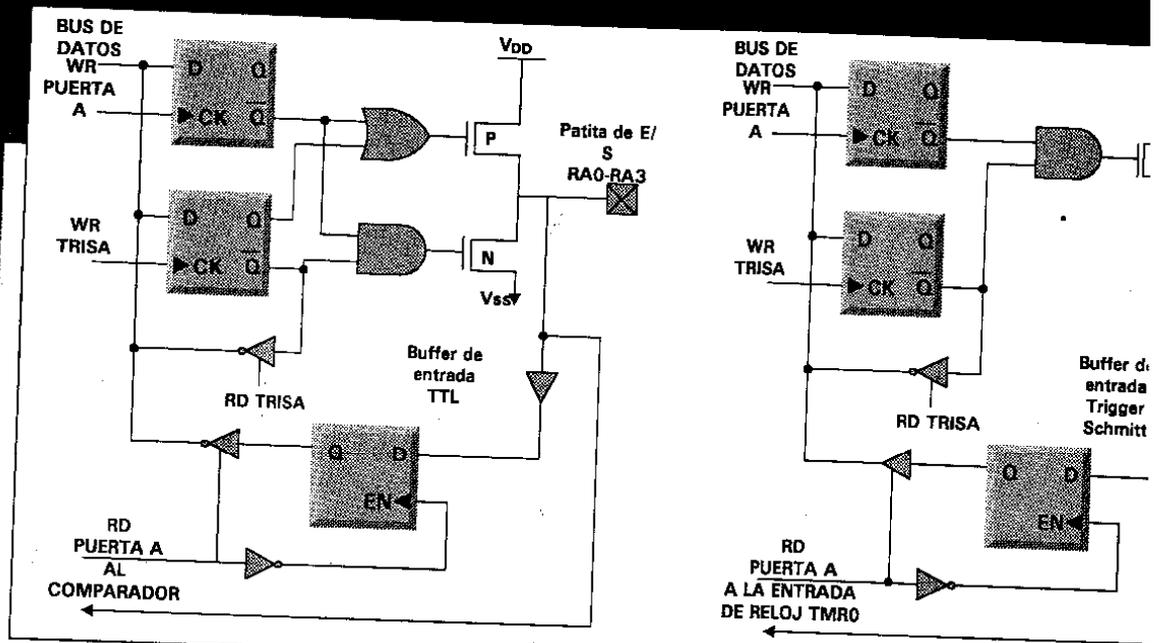


Figura 2.- Diagrama de bloques de las pines del Puerto A. (A) A la izquierda pines RA0-RA3; (B) a la derecha pin RA4.

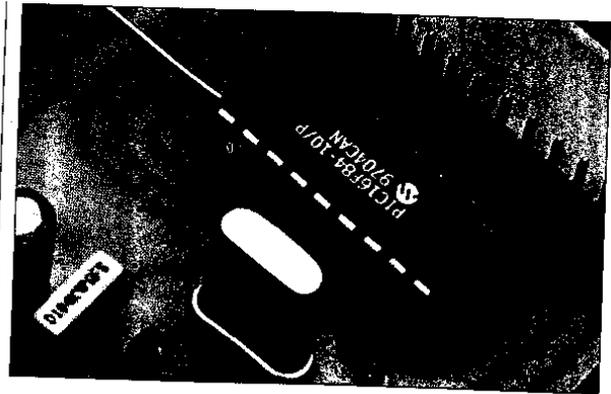
RESISTOR

de las entradas CMOS. Cuando se produce un reset todas las líneas se programan automáticamente como entradas.

El Puerto A (Figura 2) dispone en todas las salidas de un buffer TTL de tres estados, aceptando como entradas niveles lógicos TTL. La quinta línea de este Puerto es compartida con el contador/temporizador TMRO a través de la patita RA4 denominada también TOCKI (Timer 0 Clock Input). Esta patita presenta una estructura de trigger de Schmitt cuando es programada como entrada, y cuando actúa como salida es una línea de colector abierto, por lo que debe colocarse una resistencia de polarización. Por esto último, como salida, su lógica es invertida, un 0 escrito en la línea aparece como un 1. Además esta patita en salida no suministra corriente, solo la acepta.

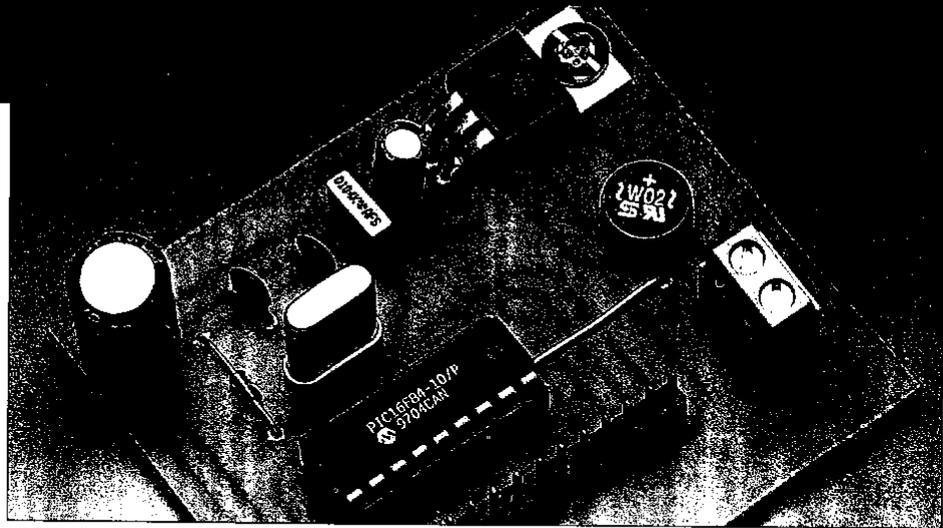
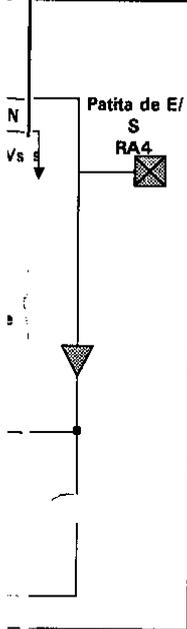
El Puerto B es bidireccional con un ancho de 8 bits. Las líneas RB0 a RB3 poseen la estructura que se muestra en la figura 3-A,

**La característica interrupción por cambio de estado, junto con las resistencias de polarización programables de estas cuatro patitas, permiten conectar fácilmente un teclado matricial permitiendo además que el microcontrolador "despierte" cuando se pulsa una tecla.**



mientras que las de RB4 a RB7

INTCON e Interrupciones). El valor de la patita en modo entrada es comparado con el valor almacenado en la báscula durante la última lectura del Puerto B. Los cambios en las patitas se detectan realizando una operación OR para la generación de una interrupción por cambio de estado. Esta interrupción por cambio de estado puede "despertar - wake up" al microcontrolador del modo de reposo SLEEP. El usuario debe borrar la interrupción en la Rutina



de Servicio de Interrupción RSI de una de las siguientes maneras:  
**(a)** Borrando la bandera bit 3 de INTCON (RBIE)

**(b)** Leyendo o escribiendo el PORTB y luego borrando el bit RBIF. Esto finaliza la condición mismacht y permite que se borre RBIF.

Una condición mismacht puede producir que el bit RBIF siga a 1. Leyendo el Puerto B puede finalizar la condición de mismacht y permitiendo que el bit RBIF sea borrado, es decir puesto a 0.

Además de lo anterior todas las líneas del Puerto B, disponen de resistencias internas de polarización programables. Cada una de las 8 resistencias puede ser activada o deshabilitada haciendo uso de del bit RBPU del registro

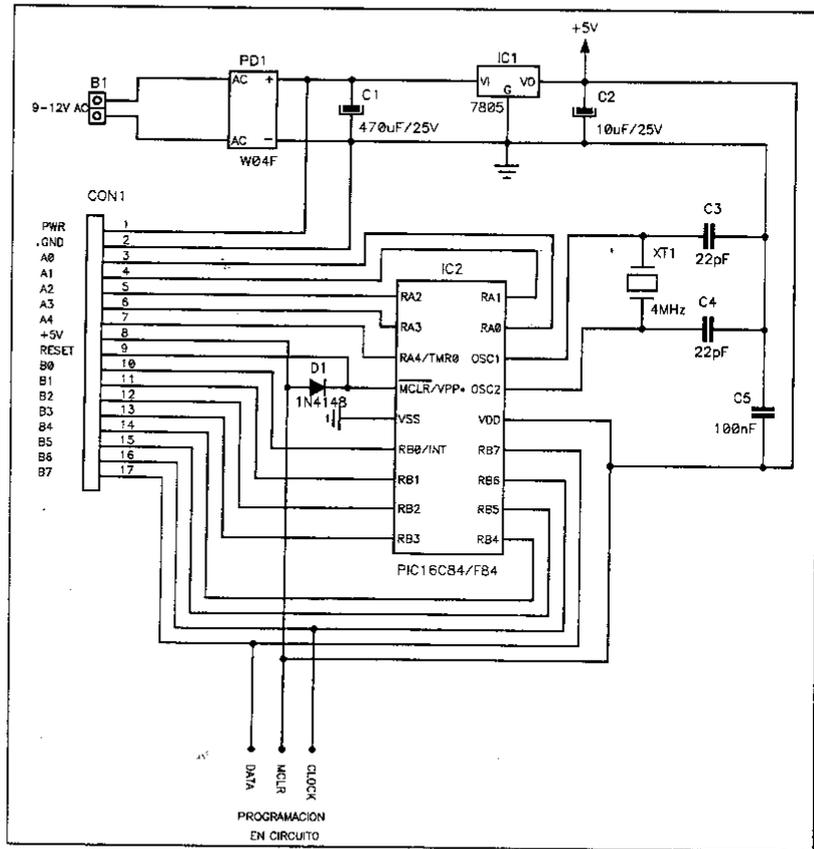


Figura 4.- Esquema eléctrico del Módulo 01 basado en un PIC-16F84 funcionando a 4 MHz.

RESIS

R2

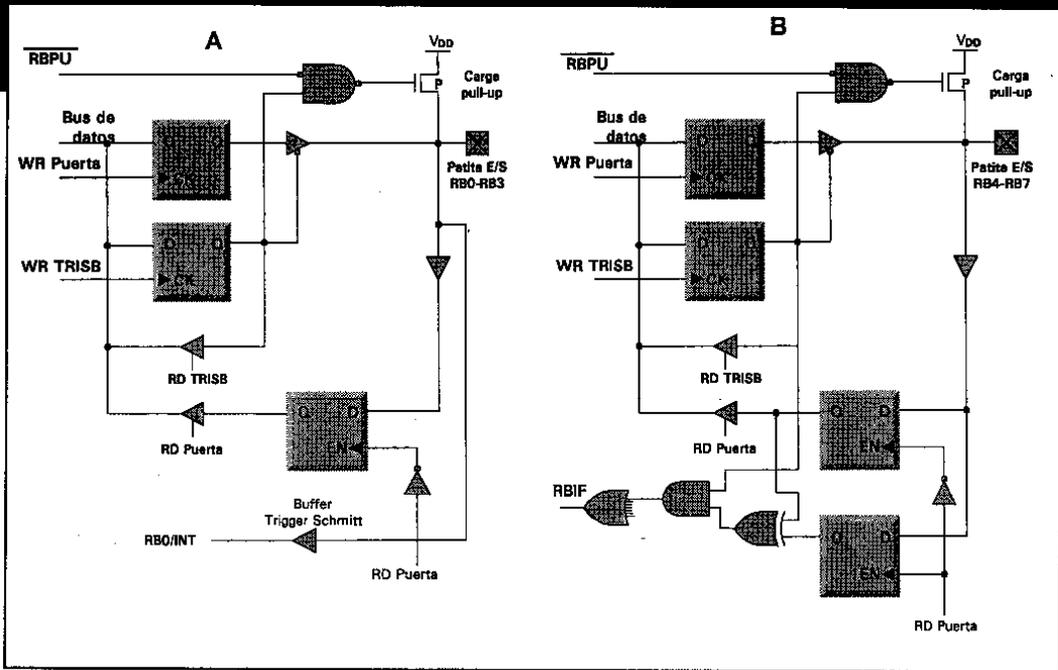


Figura 3.- Diagrama esquemático de la estructura del Puerto B. (A) Líneas RB0 a RB3. (B) Líneas RB3 a RB7.

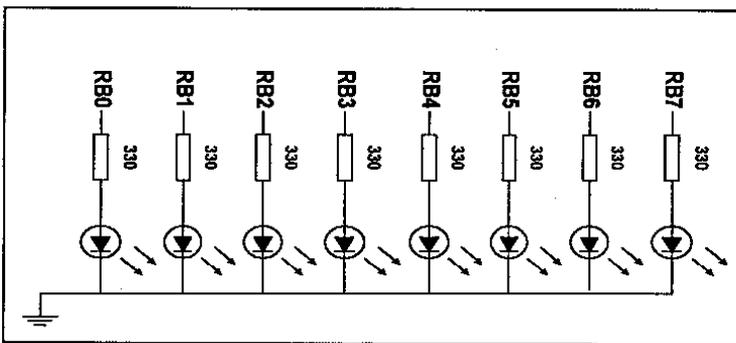


Figura 4.- Montaje necesario para la realización de la primera experiencia.

especial OPTION. Estas resistencias se deshabilitan automáticamente si una línea es programada como salida así como durante el proceso de Power on Reset.

La característica interrupción por cambio de estado, junto con las resistencias de polarización programables de estas cuatro patitas, permiten conectar fácil-

mente un teclado matricial permitiendo además que el microcontrolador "despierte" wake-up cuando se pulsa una tecla. Si se ha programado este tipo de interrupción, no es recomendable, realizar lecturas del Puerto B.

Por último indicar que la línea RB0, es la única compartida con la entrada de interrupción INT.

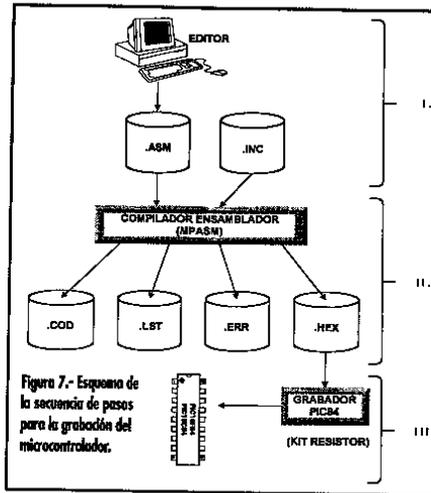
## Prácticas (II) MÓDULO - 01

Una vez que el lector dispone de las herramientas necesarias, como son el programa compilador-ensamblador MPASM. EXE para ensamblar sus programas así como del programador (Kit de Resistor) PIC84, es la hora de comenzar con los diseños.

En primer lugar se propone el Módulo - 01 ó comodín, es decir este módulo se emplea en todas las experiencias a realizar. Contiene solo y exclusivamente el microcontrolador PIC16F84 así como la circuitería necesaria para su alimentación partiendo de una entrada en alterna de 9-12 VAC o desde una pila de 9V. Incluye además un conector de 17 pines donde están disponibles todas las líneas úti-

les del microcontrolador así como las señales de masa, +5V y el voltaje rectificado y filtrado del transformador para futuros usos..

El esquema eléctrico de este módulo se presenta en la figura 4 y la disposición de los componentes en la figura 5. Con solo la sustitución del cristal de cuarzo y dos condensadores puede hacerse funcionar el microcontrolador a 4 o 10 MHz. Los módulos empleados en los ejemplo funcionan a 4 MHz, por lo tanto si el lector los usa a una velocidad de 10 MHz, debe tener en



cuenta esta mayor velocidad a la hora de escribir sus programas.

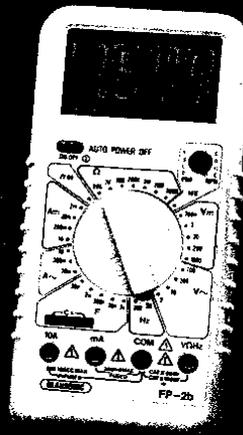
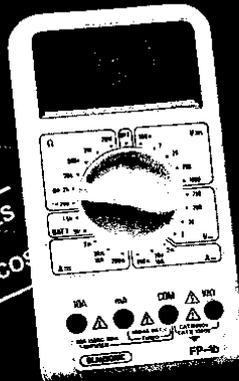
### EXPERIENCIA ( I )

Completado el montaje del Módulo-01, se pasa a la realización de la primera experiencia. Para ello, haciendo uso de una placa protoboard, se conectarán las líneas RB0 - RB7 del Módulo - 01, con una serie de resistencias de 330 ohmios además de un diodo LED rojo, uniendo estos últimos a masa tal como se muestra en la figura 6.

La experiencia va a consistir en la escritura y posterior gra-

## NUEVOS MULTÍMETROS FP-1b y FP-2b

RESISTENTES  
Y  
ECONÓMICOS



Especialmente diseñados para los nuevos ciclos de la Reforma de la Formación Profesional y Tecnología de la ESO.

Incorporan declaración de conformidad CE en materia de **seguridad** e interferencias electrónicas.

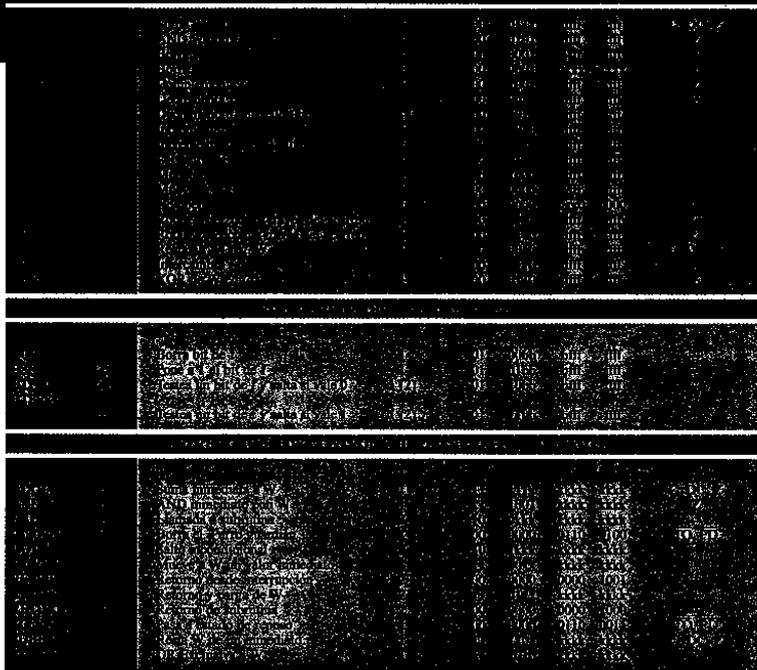
El modelo **FP-1b** incluye las funciones básicas.

El modelo **FP-2b** incorpora las funciones básicas ampliado con frecuencímetro, capacímetro, prueba de transistores hFE y dispositivo para desconexión automática. Dotado con funda protectora.

**BLAUSONIC**

Camí de la Riereta, 32 -Tel. (93) 337 90 08 - Fax (93) 338 11 26  
08907 L'HOSPITALET (Barcelona)





Repertorio de instrucciones de la gamma media PIC.

al disco en formato ASCII. (Programa disponible en disquete).

II.- El segundo paso consiste en el ensamblado de este fichero (CONTAR.ASM) empleando el compilador-ensamblador MPASM tal y como se indicó en el primer capítulo de esta serie, con los que se obtendrá el fichero CONTAR.HEX.

III.- Llegado este punto es el momento de la grabación del microcontrolador, conecte el programador a su computador, ejecute el programa PIC84, y a continuación grabe el microcontrolador con el progra-

ma CONTAR.HEX.

Retire el microcontrolador del programador e insértelo correctamente en el Módulo-01, realice ahora las conexiones que se le han indicado en la figura 6, conecte la alimentación y ¡ Ahá ! su primer programa comienza a funcionar.

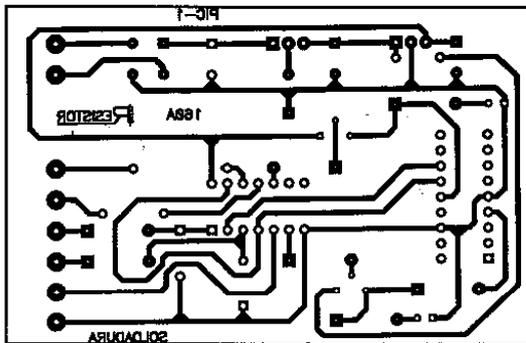


Figura 9: Placa del circuito impreso correspondiente al "Programador PIC84", por la cara de las pistas.

## BIBLIOGRAFÍA

Angulo J.M., Martín Cuenca, E. y Angulo, I. (1997). Microcontroladores PIC. La solución en un CHIP. Paraninfo-ITP.

### \*NOTA ACLARATORIA:

Con relación al artículo "Curso de aplicaciones con microcontroladores PIC (I)" publicado en el número 161 de nuestra revista y por ser una pieza fundamental en el desarrollo del curso, publicamos un fallo encontrado en el esquema eléctrico y la nueva cara de pistas del circuito "Programador PIC84" (Figuras 8 y 9) que por causas ajenas a nuestro departamento han aparecido publicado. El programa PIC84.EXE debe de ejecutarse obligatoriamente bajo MS-DOS.

## LISTA DE COMPONENTES

### CONDENSADORES:

2	22pF	C3,C4
1	100nF	C5
1	10µF/25V	C2
1	100µF/25v	C1

### SEMICONDUCTORES:

1	W04F	PD1
1	7805	IC1
1	1N4148	D1

### OTROS:

1	XTAL 4MHz	XT1
1	BORNA2	B1
1	TIRA 17 PIN CODO	CON1

NOTA: PIC NO INCLUIDO EN EL PRECIO