

micro/bit

introducción a los LCD: Una aplicación práctica

EDICIONES TÉCNICAS REDE

Introducción a los LCD: una aplicación práctica

Por Peter Crowcroft

El objeto de este montaje consiste en describir el empleo de un visualizador alfanumérico de cristal líquido (LCD) de 16×2 con un PC. Primero mostraremos cómo conectarlo al puerto paralelo, cómo realizar la presentación y cómo manejar la entrada por teclado. Luego describiremos cómo utilizar el LCD para visualizar temperaturas mediante un chip termómetro digital/termostato y ajustar en él los puntos de disparo alto y bajo. Se entrega todo el código fuente en C.

Visualizadores de cristal líquido

Los LCD se han hecho muy populares en los últimos años para visualizar informaciones en electrodomésticos «inteligentes». Normalmente son controlados por microcontroladores y hacen que los equipos complicados sean más fáciles de utilizar.

Los LCD se presentan en muchas formas y tamaños, pero el más corriente es el de 16 caracteres por dos líneas. Sólo necesita 11 conexiones: ocho bits por dato (que pueden reducirse a cuatro si es necesario) y tres líneas de control (en este circuito sólo se emplean dos). Funciona con una alimentación de 5 voltios c.c. y únicamente consume una corriente del orden de 1 mA.

El contraste de la presentación puede variarse cambiando la tensión aplicada a la patilla 3 del visualizador, normalmente con un potenciómetro.

Para que el visualizador funcione se necesitan ocho bits de dato, una línea de selección de registro (RS) y una línea de sincronización (Strobe, E), que se obtienen del puerto de la impresora del PC (véase el esquema de la figura 1).

Una tercera entrada, R/W (lectura/escritura), se emplea para leer o escribir datos en y al LCD. En este kit, la línea R/W se mantiene baja, por lo que en el LCD sólo es posible escribir (véase más adelante).

Los ocho bits de dato se obtienen de las líneas de datos y líneas de

control del puerto de la impresora cuando RS es baja y en el registro de datos cuando RS es alta. El dato queda enclavado en el registro del LCD con el frente de caída de «Enable».

Secuencia de escritura en el LCD

La secuencia de escritura en el LCD es:

1. Para empezar, E está baja.
2. Seleccionar el registro a escribir ajustando a alta RS (data) o a baja (control).
3. Escribir los ocho bits de dato en el LCD.
4. Ajustar a alta la señal Enable y luego otra vez a baja.

Al escribir en el LCD hay ciertos requerimientos de temporización que deben cumplirse, como los tiempos de establecimiento de los datos y la anchura de impulso de la señal Enable, que son del orden de decenas y centenares de nanosegundos.

También se introducen retardos de tiempo adicionales debido a la capacidad del cable utilizado para conectar el kit al puerto de impresora del PC. Por tanto, es posible que se necesiten rutinas de retardo cuando se utiliza un PC rápido para cumplir estos requerimientos de temporización. El software que se entrega contiene estas rutinas de retardo.

Los visualizadores LCD tienen un indicador de «ocupado» que se ajusta al ejecutar una orden de control. Este indicador no es accesible, porque la línea R/W se ha fijado a baja (sólo escritura). Esto no constituye ningún problema, porque todas las órdenes tienen un tiempo de ejecución máximo. En el programa sencillamente esperamos a que transcurra este tiempo antes de acceder al LCD, eliminando así la necesidad de comprobar el indicador, con lo que se ahorra una línea de E/S.

Por ejemplo, la orden «Clear Display» (borrar visualizador) tiene un tiempo de ejecución del orden de 1,6 ms. Después de enviar la orden al

LCD, simplemente esperamos 2 ms antes de continuar. Esto asegura que la orden se termine de ejecutar.

Los caracteres que deben presentarse se escriben en la memoria RAM «datos» del LCD. La cantidad de RAM disponible depende del LCD. El que se utiliza en este kit dispone de 80 bytes de RAM. Un contador de direcciones interno guarda la dirección del siguiente byte que debe escribirse en ella.

Estos 80 bytes están divididos en dos bloques de 40 bytes. El campo de direcciones del primer bloque es de 00h a 27h y el del segundo bloque de 40h a 67h.

Después de aplicar la alimentación, la dirección de inicialización 00h es el primer carácter de la línea superior y la dirección 40h es el primer carácter de la última línea. El contador de direcciones se ajusta a la línea 00h y se incrementa automáticamente después de la escritura de cada byte.

Sólo son visibles los primeros 16 bytes de cada línea

Si ahora se empiezan a escribir datos en el LCD, se almacenarán a partir de la dirección 00h, pero sólo serán visibles los primeros 16 caracteres. Para visualizar el resto de caracteres hay que hacer «desfilarse» la presentación.

Desfilarse, simplemente significa cambiar la dirección de inicio de cada línea. Si se desplaza hacia la izquierda una posición, el carácter de la dirección 01h será el primero de la primera línea y el de la dirección 41h el primer carácter de la última línea. El desplazamiento hacia la derecha hace la acción opuesta: las direcciones 27h y 67h pasan a ser los primeros caracteres de las líneas superior e inferior.

Como puede comprobarse, cada bloque de direcciones se desplaza de una manera circular. La siguiente dirección después de la 67h es la 40h.

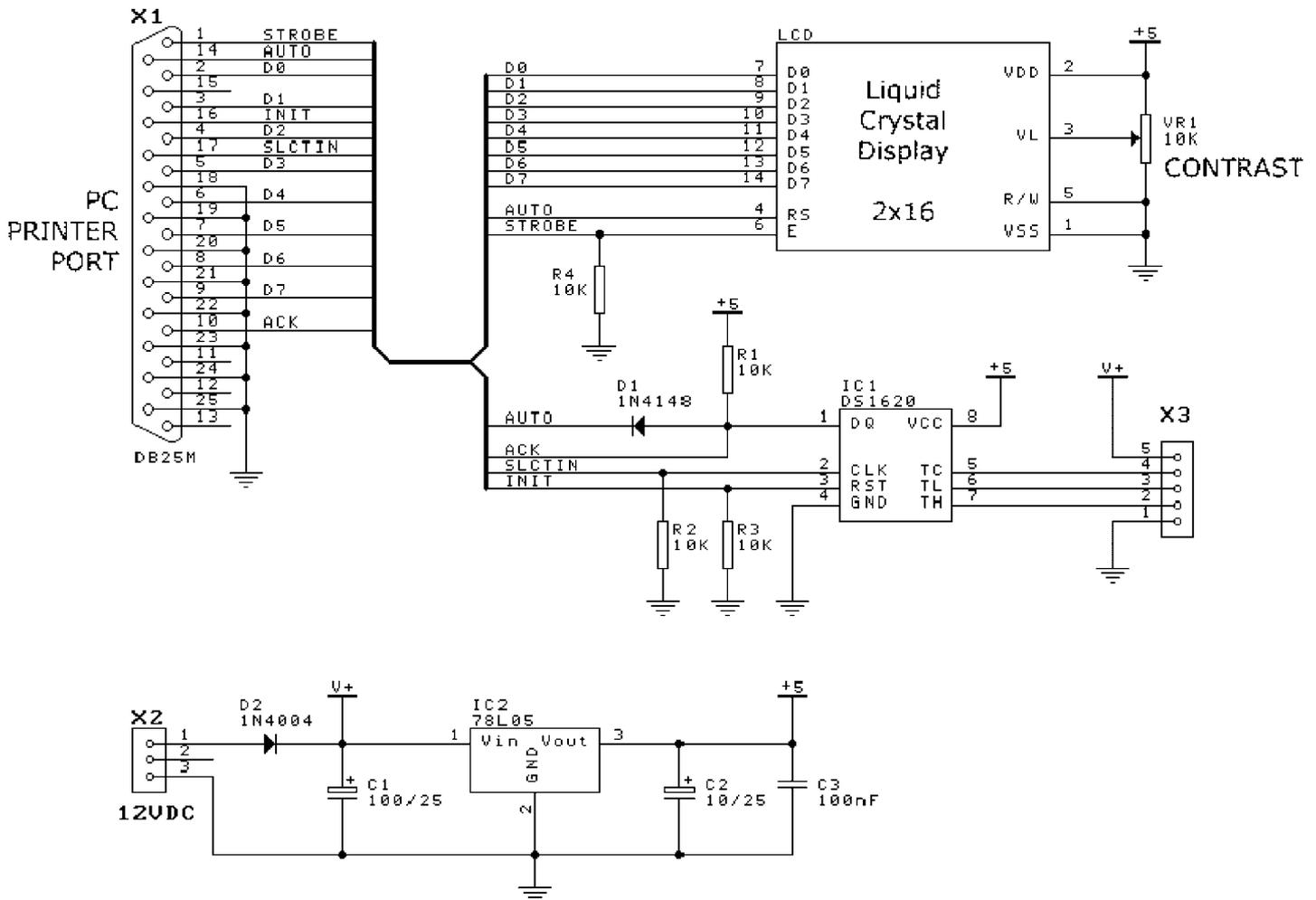


Figura 1. Esquema teórico.

Si se efectúan 40 desplazamientos hacia la izquierda, se volverá a la dirección 00h para presentar el último carácter de la línea superior.

En consecuencia, los campos de direcciones de cada bloque no son continuos. Hay un intervalo de 24 bytes entre el final del primer bloque (27h) y el inicio del segundo (40h). Por tanto, si se continúa escribiendo caracteres en el visualizador, los primeros 40 se almacenarán en las direcciones 00h a 27h, los siguientes 24 «se perderán» y los siguientes 40 se almacenarán en las direcciones 40h a 67h.

El contador de direcciones interno es accesible directamente, por lo que es posible ajustar la siguiente

dirección en la que escribir. Ésta es la manera en que los caracteres se escriben en la segunda línea del LCD. Por ejemplo, se pueden enviar cinco caracteres a la primera línea, ajustar el contador de direcciones a 40h y empezar a escribir caracteres en la segunda línea.

El DS1620

El DS1620 es un circuito integrado Termómetro Digital/Termostato de Dallas Semiconductor. El chip mide temperaturas entre $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ en intervalos de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. No necesita calibración ni componentes externos y tiene tres salidas de «alarma». La hoja de datos correspon-

diente puede verse en dalsemi.com.

Las tres salidas, designadas T_{HIGH} , T_{LOW} y T_{COM} , funcionan como sigue:

- T_{HIGH} pasa a alta cuando la temperatura medida es mayor o igual a un límite superior definido por el usuario (TH).

- T_{LOW} pasa a alta cuando la temperatura medida es inferior o igual al límite inferior definido por el usuario (TL).

- T_{COM} pasa a alta cuando la temperatura supera el límite superior y se mantiene alta hasta que la temperatura cae por debajo del límite inferior.

Estas tres salidas pueden emplearse para controlar directamente los electrodomésticos de calefacción y de refrigeración a través de una

adecuada circuitería de control (p. ej. relés y optoacopladores).

Los datos se leen y se escriben en el DS1620 a través de una interfaz serie de tres hilos (DQ, CLK y RST). Los puntos de consigna superior e inferior, definidos por el usuario, se almacenan en la memoria no volátil del circuito integrado. Esto significa que dichos puntos de consigna son «recordados» incluso aunque se corte la alimentación.

El DS1620 puede emplearse en dos modalidades: la de tres hilos para hacer de interfaz con un ordenador o la autónoma. Esta última modalidad no necesita ninguna interfaz de ordenador. Con RST y CLK bajas, el chip monitoriza continuamente la temperatura y establece las salidas de alarma de acuerdo con ellas.

Esto significa que, una vez programados los puntos de consigna superior e inferior, el kit puede desconectarse del PC y que las alarmas pueden utilizarse para funciones de monitorización o de control. Incluso se puede retirar el chip de su zócalo y montarlo en otro controlador de temperatura, utilizando entonces este dispositivo como «programador del DS1620».

Los registros de temperatura del DS1620 tienen una longitud de nueve bits y pueden contener valores positivos o negativos. Cada lectura tiene una resolución de 0,5 °C. Para temperaturas positivas, el bit más significativo (bit 8) = 0 y los bits 1 a 7 contienen el valor entero. El bit 0 añade 0,5 °C.

Para temperaturas negativas, el

bit 8 = 1 y los bits 7 a 0 representan los dos complementos de la temperatura. Para obtener el valor real es necesario invertir los bits 7 a 0 y después sumar 1.

El DS1620 se controla mediante un juego de instrucciones de ocho bits. Según la instrucción, en el chip se lee o se escribe un valor de dato de ocho o nueve bits. Todas las instrucciones y los datos se transfieren en serie, empezando por el bit menos significativo D0.

Para leer o escribir un valor en el DS1620

1. Para empezar, RST baja y CLK alta.
2. RST alta.
3. CLK baja.
4. Ajustar DQ igual al bit 0 de instrucción.
5. CLK alta.
6. Repetir los pasos 3, 4 y 5 para los restantes bits de instrucción.

Para escribir en el chip

7. Repetir los pasos 3, 4 y 5 para los bits 0 a 7 o 0 a 8 del dato a escribir.
8. RST baja durante al menos 5 milisegundos.

Para leer en el chip

7. Efectuar los pasos 1 a 6 anteriores y ajustar la señal AUTO a alta para que los datos puedan leerse en el DS1620.
8. CLK baja. DQ entregará el dato a leer (primero el LSB).
9. Leer y almacenar DQ.
10. CLK alta.

11. Repetir los pasos 8, 9 y 10 para los bits restantes del dato a leer.

12. RST baja.

Como en el LCD, entre cada uno de estos pasos deben respetarse ciertos requerimientos mínimos de temporización. En particular, RST debe permanecer baja durante al menos 5 ms después de escribir datos en el DS1620 (paso 8). Esto da el tiempo suficiente a la EEPROM interna para almacenar un dato. Además, el DS 1620 necesita un segundo para ejecutar una instrucción «inicio-conversión». Por tanto, después de empezar una conversión de temperatura, es necesario esperar un segundo antes de leer el resultado.

El puerto paralelo del PC

Para las interfaces de puerto paralelo se emplean habitualmente los tres campos de direcciones indicados en la tabla 1.

El puerto paralelo del PC estándar consiste en tres registros, cada uno referenciado por su nombre funcional (ver tabla 2). Estos registros ocupan las tres primeras direcciones del campo. La primera dirección del campo se indica como **dirección de base**.

Por ejemplo, para la interfaz paralela 1, el registro de datos debe encontrarse en la dirección 378h, el registro de estado en la dirección 379h y el registro de control en la dirección 37Ah.

Obsérvese que los registros de dato y de control pueden escribirse y leerse, aunque esto no significa que sean bidireccionales. Significa que las salidas de estos registros pueden leerse para comprobar su estado.

Durante la secuencia de arranque del sistema, la BIOS comprueba en orden la presencia de los puertos paralelos de acuerdo con la Tabla 1. El primer puerto encontrado se convierte en el LPT1, el segundo LPT2, y así sucesivamente. La BIOS almacena la dirección de base de cada puerto

Tabla 1. Campos de direcciones para el puerto paralelo.

3BCh-3BFh	Interfaz paralela en tarjeta de vídeo monocroma o TTL
378h-37Fh	Interfaz paralela 1
278h-27Fh	Interfaz paralela 2

Tabla 2. Registros del puerto paralelo de un PC estándar.

Registro Dato	Dirección de base	Lectura/Escritura
Registro Estado	Dirección de base + 1	Sólo lectura
Registro Control	Dirección de base + 2	Lectura/Escritura

que encuentra en una tabla del segmento variable de la memoria de la BIOS, de la manera indicada en la tabla 3.

En cada señal de línea de puerto, tanto si se emplea para lectura/entrada como para escritura/salida, hay ubicado un bit particular en una de las tres direcciones Base, Base+1 o Base+2 (ver tabla 4). El estado lógico de este bit indica el estado del hilo (0 V o 5 V). La siguiente tabla muestra cada señal de puerto de impresora empleadas por el kit y el registro, la dirección y la posición de bit asociados con ella.

Los nombres de algunas señales van precedidos por un signo menos. Esto significa que la señal es activa cuando es baja. Si se escribe un nivel alto en el bit, la señal pasa a ser baja.

Instrucciones de montaje

Utilizar la serigrafía de los componentes de la placa de circuito impreso para colocarlos en el orden siguiente:

- Resistencias y diodos.
- Puente de hilo. Utilizar un terminal cortado.
- Condensador monobloque C3 y el zócalo del IC.
- Potenciómetro de ajuste, regulador de tensión y regleta de terminales X3.
- Condensadores electrolíticos. Asegurarse de que queden montados en el sentido correcto.
- Zócalo del LCD, jack de alimentación y conector D25.

Fijar y soldar la regleta macho de 14 contactos en la parte inferior del LCD, manteniéndola en ángulo recto con el LCD. La regleta debe introducirse en los 14 agujeros de la placa del LCD (visto por delante).

El LCD queda fijado por las patillas del zócalo de la parte superior con los dos tornillos de la parte inferior. Introducir los dos agujeros de montaje de la parte inferior del LCD

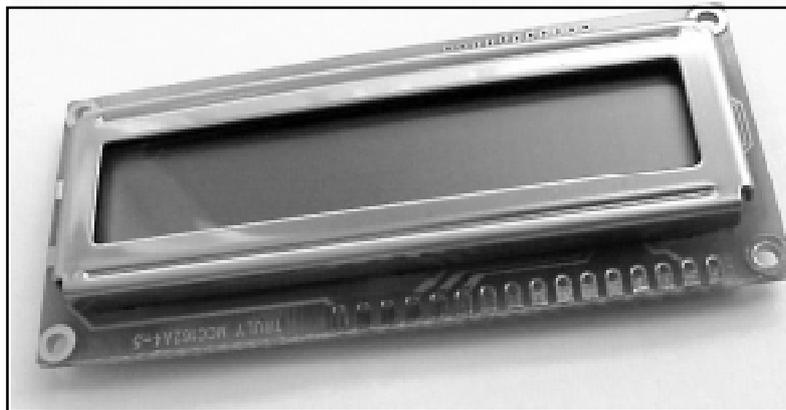


Figura 2. Aspecto del visualizador.

y asegurarlos con tuercas. Añadir una segunda tuerca a cada tornillo en la mitad de su longitud.

Insertar el LCD en su zócalo de la placa con los tornillos atravesando los agujeros de montaje. Ajustar las tuercas de manera que el LCD quede paralelo a la placa y después apretarlas para fijar el conjunto.

Descripción del circuito

El circuito es muy sencillo. IC2 es un regulador de 5 voltios que alimenta el kit. El diodo D2 protege el circuito contra la polaridad inversa del jack de entrada de c.c. El potenciómetro de ajuste se emplea para regular el contraste y el ángulo de visión del LCD.

Las resistencias R1 y R3 mantienen bajas las entradas CLK y RST del DS1620 cuando el kit se desconecta del PC. Esto permite que el chip funcione en la modalidad autónoma.

La resistencia R1 y el diodo D1 convierten las líneas de entrada de datos y de salida independientes del PC en una sola línea de datos bidirec-

cional en el DS1620. Al escribir en el chip, R1 hace alta DQ cuando AUTO es alta. DQ se hace baja a través de D1 cuando AUTO es baja. Antes de poder leer en el DS1620, AUTO debe ajustarse a alta. Esta señal alta es bloqueada por D1, con lo que la salida DQ puede controlar ACK.

La conexión a las salidas de alarma se hace a través del conector X3. La tensión de entrada de c.c. también aparece en este conector, así como la masa. Esto es útil para alimentar dispositivos excitados por las salidas de alarma directamente desde el kit.

Comprobación

No insertar todavía el LCD ni el DS1620. Conectar una fuente de alimentación al jack de alimentación. Un bloque de pilas de 12 V será muy adecuado.

Medir la salida de 5 V del regulador. El mejor lugar para medirla es entre las patillas 4 y 8 del zócalo del circuito integrado. Si todo está correcto, retirar la alimentación e insertar el LCD y el circuito integrado.

Dirección	Contenido
004:0008H	Dirección de base de LPT1
004:000AH	Dirección de base de LPT2
004:000CH	Dirección de base de LPT3
004:000EH	Dirección de base de LPT4

Tabla 3. La BIOS almacena la dirección de base de cada puerto (Si la dirección = 0, no hay ningún puerto para este número de LPT).

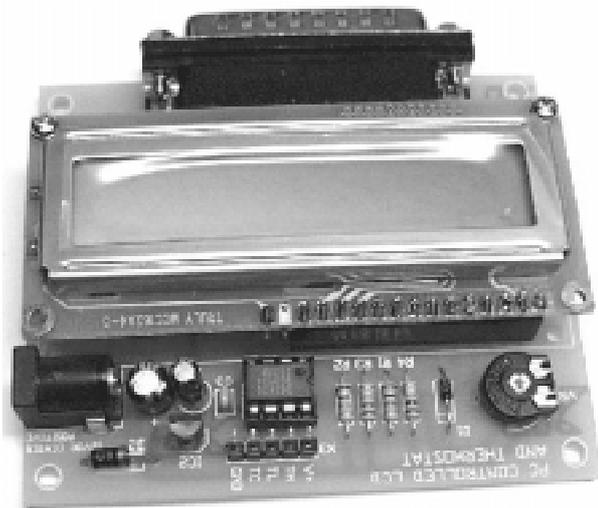


Figura 3. Aspecto del kit ensamblado.

Aplicar otra vez la alimentación. En el LCD aparecerán una serie de «cuadros negros». Si no fuese así, regular el potenciómetro de ajuste hasta hacerlos visibles. De esta manera, el kit estará listo para conectarlo a un PC y ejecutar el software.

Descripción del software

Como se ha mencionado anteriormente, con el kit se entregan dos programas. Ambos están escritos utilizando el Borland Turbo C para DOS. Funcionarán muy bien en una ventana DOS bajo Windows 95/98.

Los dos programas suponen que el usuario utiliza el puerto de impresora LPT1 en la dirección 378h. Esta dirección está definida en el código fuente y puede cambiarse si fuese necesario. En este caso, el código fuente deberá recompilarse.

K134LCD.EXE

Es un sencillo programa que per-

mite al usuario introducir un mensaje y visualizarlo en el LCD. Puede tener una longitud de hasta 40 caracteres y hacerse desfilar hacia la derecha o hacia la izquierda; la velocidad de desplazamiento puede variarse.

Después de ejecutar el programa, en el PC se presenta un menú en el que se puede seleccionar la función deseada. El mensaje sólo se presenta en la línea superior del visualizador. Si se hace desfilar y el mensaje tiene una longitud inferior a 40 caracteres, se presentarán una serie de espacios antes de que el mensaje aparezca de nuevo.

K134TEMP.EXE

Es un programa que presenta la temperatura actual y los puntos de consigna superior (TH) e inferior (TL). Los valores de estos puntos pueden cambiarse. El usuario puede elegir entre una lectura en grados Celsius y Fahrenheit.

El DS1620 está configurado para efectuar siempre conversiones de temperatura. Lee continuamente los datos de la temperatura actual y de los puntos de consigna y los compara con los de la lectura anterior. Si alguno de estos valores ha variado, el visualizador se actualiza.

Si no funciona...

Las soldaduras defectuosas son la razón más probable de que un kit no funcione. Comprobarlas cuidadosamente bajo una buena iluminación y resoldar todas las que parezcan sospechosas. Comprobar que todos los componentes estén en la posición correcta en la placa. ¿Están montados en el sentido correcto los diodos y los condensadores electrolíticos?

Bibliografía

Sobre este kit se puede leer información adicional en Internet. Empezar por estos sitios:

beyondlogic.org (excelente, hay que visitarlo)

[geocities.com/Research Triangle/1495/ee_lcd.html](http://geocities.com/Research%20Triangle/1495/ee_lcd.html)

iaehv.nl/users/pouwеха/lcd.htm

home.nikocity.de/woe/lcd

probox.com/lcd_info

Si se hace una búsqueda con yahoo.com de «LCD parallel» se encontrarán centenares de enlaces para examinar.

Lista de componentes

- R1 a R4 = 10 kΩ
- Todas de 1/4 W, 5%
- VR1 = 10 kΩ, de ajuste
- C1 = 100 µF/25 V, electrolítico
- C2 = 10 µF/25 V, electrolítico
- C3 = 100 nF, monobloque
- IC1 = DS1620
- IC2 = 78L05
- D1 = 1N4148
- D2 = 1N4004
- LCD = Visualizador de cristal líquido de 16×2 caracteres
- X1 = Conector D25
- X2 = Jack de 2,5 mm
- X3 = Regleta de 5 patillas
- 1 Zócalo DIL para IC de 8 patillas
- 1 Zócalo SIL de 14 patillas para el LCD
- 1 Regleta SIL de 14 patillas para el LCD
- 6 Tornillos de 2,6 mm x 18 mm de largo
- 6 Tuercas de 2,6 mm
- 1 Placa de circuito impreso para el kit K134
- 1 Disquete

Tabla 4.

Señal	Registro	Dirección	Bit	Sentido
DO - D7	Dato	Base	0 - 7	Salida
ACK	Estado	Base+1	6	Entrada
-STROBE	Control	Base+2	0	Salida
-AUTO	Control	Base+2	1	Salida
INIT	Control	Base+2	2	Salida
-SLCTIN	Control	Base+2	3	Salida