

LOS MICROCONTROLADORES Y EL MCS-51

En algunas ocasiones todos hemos deseado “hechar a rodar” nuestras ideas mediante la elaboración de un circuito electrónico, sin embargo, al tratar de elaborarlo nos encontramos con que este solo funcionaria de la manera adecuada agrupando una gran cantidad de componentes, lo cual hace más engorroso y costoso nuestro desarrollo del prototipo.

Ante este tipo de dificultades, siempre hay una alternativa que nos animara a continuar con nuestra idea; puesto que con el avance de la tecnología, cada día podemos encontrar mas dispositivos mas potentes a un menor precio, como es el caso de los microcontroladores.

¿Pero que es un Microcontrolador?

Un microcontrolador (mC) es un circuito integrado que incluye, en un único chip la mayoría de los componentes necesarios para llevar a cabo las funciones de control de una aplicación. Los mC poseen instrucciones para la manipulación de bits, entradas y salidas accesibles, además de gestión de interrupciones entre otras características que iremos descubriendo a lo largo de este pequeño informe.

Con un microcontrolador es posible hacer casi cualquier cosa; el limite de un mC esta en la mente de cada uno de nosotros, si bien es cierto que existe una gran cantidad de fabricantes de diferentes familias de estos integrados que pueden hacer que la tarea a desarrollar con el mC sea mas o menos agradable dadas sus características.

En la actualidad los mC se pueden encontrar en cualquier campo de las aplicaciones electrónicas, como por ejemplo en hornos microondas, lavadoras, frigoríficos, cámaras de vídeo, etc.

Aunque el microcontrolador fue con-

cebido inicialmente para aplicaciones industriales, su uso se ha extendido a otros campos gracias a su bajo coste, además de la posibilidad de una mayor integración de componentes.

Arquitectura General de un mC

Hablemos un poco acerca de los bloques generales que conforman la estructura física del microcontrolador, de modo que más adelante comprendamos de mejor manera a que nos estamos refiriendo y cual es la función o como se lleva a cabo esta dentro del mC.

El tratamiento de la información, que es función del mC, se basa en tres grandes bloques:

- Entrada, que corre a cargo de los dispositivos de entrada.
- Proceso, que es realizado por la unidad central de proceso.
- Salida, a cargo de los dispositivos de salida.

Los dispositivos de entrada se encargan de introducir la información a la maquina en el formato binario adecuado. La información puede consistir en datos o en programas.

Los dispositivos de salida proporcionan al mundo exterior los resultados obtenidos en el proceso de información.

La unidad central de procesos (CPU) tiene la función de interpretar y ejecutar las instrucciones además de controlar los componentes asociados, y se compone básicamente de unidad de control, unidad aritmético-lógica y memoria principal. Figura 1

Unidad de Control

Se encarga interpretar las instrucciones desde la memoria principal. Dentro de la unidad de control esta la unidad de programa, que envía por el bus de direcciones la posición de la memoria donde se encuentra la siguiente instrucción a realizar.

Unidad Aritmético-Lógica

En esta sección de la CPU se realizan las operaciones aritméticas, lógicas, de desplazamiento, de incremento, de rotación, etc., bajo la supervisión de la unidad de control.

Memoria Principal

La información que procesa el microcontrolador se compo-

ne de grupos de bits, que pueden codificar valores numéricos, instrucciones o caracteres. La memoria principal almacena las instrucciones de los datos que procesa la CPU.

Al número de bits que es capaz de manipular la CPU en cada ciclo de trabajo se denomina palabra y queda determinado por el número de líneas del bus de datos.

Una memoria esta compuesta por un conjunto de posiciones y cada una guarda una palabra de trabajo de información es decir que la memoria se puede considerar como un casillero ordenado en el que cada casilla responde a una dirección y guarda una palabra de información (Figura 2). La localización de una posición de memoria se denomina direccionamiento.

Los Buses

Los circuitos electrónicos del microcontrolador son digitales, es decir, solo trabajan con dos estados lógicos que se representan por dos márgenes de voltaje.

La unidad de control es la encargada de determinar el componente del microcontrolador que debe proporcionar o recibir la información en ese momento. Para seleccionar al transmisor o al receptor se utilizan un conjunto de líneas digitales, que transportan 1 y 0, que codifican la dirección del mismo. A dicho colector de líneas se le llama bus de direcciones.

EL bus de direcciones tiene sentido unidireccional, puesto que su contenido siempre lo determina la unidad de control.

Una vez seleccionado el elemento transmisor o receptor se precisa de otro conjunto de líneas para soportar la transferencia de la información. A este nuevo colector se le llama bus de datos.

Finalmente existe otro colector de líneas por el que circulan las señales de gobierno y sincronización, al que se le llama bus de control

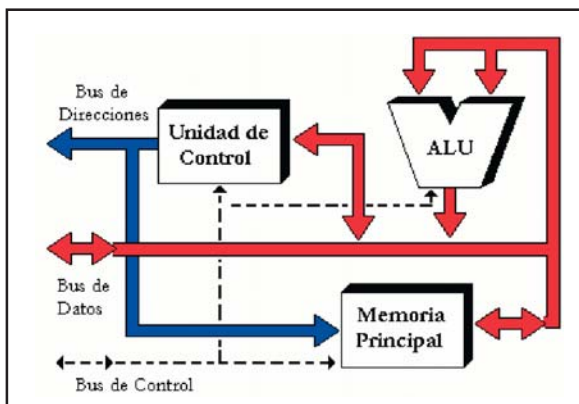


Figura 1. Estructura interna de la CPU

Memoria	
Direccion	Contenido
0020	1 0 0 1 1 0 1 1
0021	1 1 0 0 1 0 1 0
0022	1 0 0 0 1 1 0 1
0023	0 0 1 0 1 1 1 0

Figura 2. Organización de la Memoria

Bueno, ya que hemos hablado acerca de las generalidades de cualquier sistema microcontrolador, entremos en materia de nuestro “elegido”.

Anteriormente dijimos que según las prestaciones del mC sería más agradable o fácil sacar a delante nuestro proyecto, pues bien esto se debe a que cada fabricante ofrece diferentes familias con una gran variedad de versiones del mismo mC, con distinta capacidad y tipo de memoria, encapsulado y un número y tipo de periféricos incluidos en el chip.

En este caso, trataremos el mC 8051 de Intel, el cual cuenta con un gran respaldo de otras compañías que lo producen agregándoles más funciones, pero siempre haciéndolo compatible con su original desarrollado por Intel.

Esta es una característica muy importante en un mC, ya que si por algún motivo algún fabricante dejara de producirlo, habrán otros tantos fabricándolo, de modo tal que podremos darle continuidad a nuestro producto, además de esto actualmente se encuentran en el mercado gran variedad de lenguajes de alto nivel para su programación como Basic, Pascal y C.

Descripción Física y Funcional

Con solo 40 pines, el 8051 debe realizar numerosas funciones, lo que lo obliga a que maneje algunos de sus pines multiplexados en el tiempo, describiremos ahora las funciones generales y las señales:

- 32 Líneas bidireccionales
- Capacidad de control de 64 KB de código de memoria

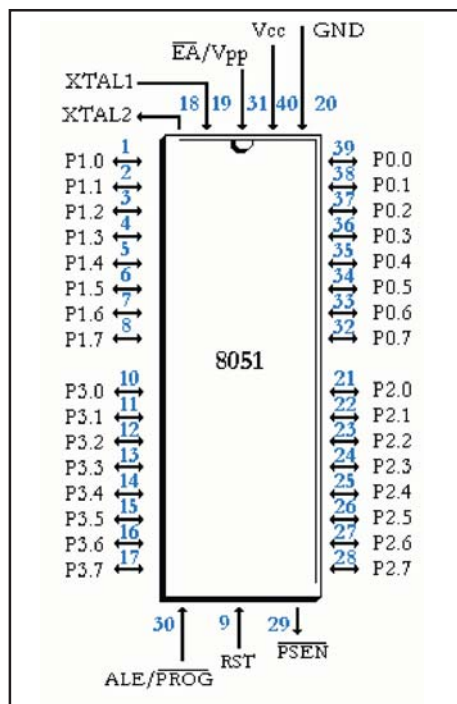


Figura 3. Correspondencia de los pines y sus nombres

- Capacidad de control de 64 KB de memoria de código
- Capacidad de control de 64 KB de memoria de datos
- Un puerto serie full duplex
- 2 contadores
- 2 líneas de interrupción.

En la figura 3, si dibujan los pines y sus asignaciones, y en la Figura 4, podemos observar la estructura general del 8051

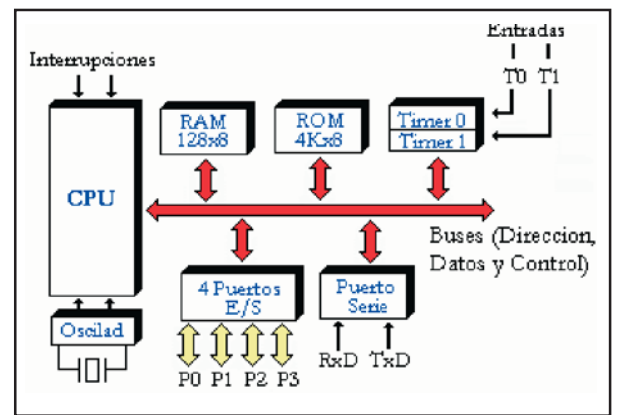


Figura 4. Estructura general del 8051

Tipos de memoria:

El espacio de memoria gobernado por el 8051 se divide en tres zonas:

Memoria de código externa: Es la memoria que mantiene el programa que será corrido por el 8051. Esta memoria esta limitada a 64Kbytes. Es posible tener 4k, 8k o 16K de memoria en el chip (de acuerdo a la versión) y 64K de memoria externa.

RAM Externa: Es la memoria RAM que existe fuera del chip, esta puede ser una RAM convencional o Flash. Al encontrarse fuera del chip la hace poco flexible en cuanto a términos de acceso se refiere.

Memoria Interna: Se refiere a la memoria, que físicamente existe dentro del chip. La Figura 4b nos muestra como se encuentra dividida esta memoria.

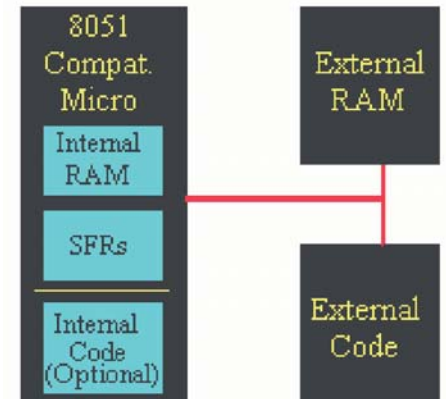
Como se puede observar el 8051 tiene un banco de 128 bytes. Esta RAM es interna y es la más rápida disponible, además de la más flexible en términos de lectura, escritura y modificación del contenido. Esta RAM interna es volátil, es decir que cuando el 8051 es reseteado la memoria es borrada.

Estos 128 bytes de RAM interna son subdivididos como se muestra en la gráfica. Los primeros 8 bytes (00h hasta 07h) son el banco de registros 0. Manipulando ciertos SFR's el programa puede seleccionar entre el banco 0, 1, 2 o 3. Estos bancos de registros alternativos se encuentran localizados en la RAM interna en las direcciones 08h hasta 1Fh.

Los bits de memoria también hacen parte de la RAM interna y se encuentran localizados en el área de 20h hasta 2Fh.

Los 80 bytes restantes (30h hasta 7Fh) pueden ser usados por el programador de acuerdo a su necesidad. Esta área también es utilizada por el microcontrolador como área de almacenamiento para el stack.

Este hecho limita seriamente el stack del 8051, ya que como se observa en el



mapa de memoria, el área reservada para el stack es de solo 80 bytes y usualmente menos si se han utilizado algunos bytes por parte del usuario.

Banco de Registros:

El 8051 usa 8 “R” registros los cuales son utilizados en muchas de las instrucciones. Estos registros son nombrados desde 0 hasta 7 (R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 y R7). Estos registros son utilizados generalmente para asistir en el manejo de valores y movimiento de datos desde una posición de memoria a otra.

Debemos tener en cuenta que el 8051 tiene diferentes bancos de registros y que cada vez que el mC sea reseteado, el ban-

IRAM Addr	Description
00	Reg. Bank 0
08	Reg. Bank 1
10	Reg. Bank 2
18	Reg. Bank 3
20	Bits 00-3F
28	Bits 40-7F
30	General User RAM & Stack Space (<80 bytes, 30h-7Fh>)
7F	
80	Special Function Registers (SFRs) (<80h - FFh>)
:	

Figura 4b. Distribución de la Memoria interna en el 8051

80	PC	SP	DPL	DPH				PCON	87
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1			8F
90	P1								97
98	SCON	SBUF							9F
A0	P2								A7
A8	IE								AF
B0	P3								B7
B8	IP								B9
C0									C7
C8									CF
D0	PSW								D7
D8									DF
E0	ACC								E7
E8									EF
F0	B								F7
F8									FF

Blue background are I/O port SFRs
Yellow background are control SFRs
Green background are other SFRs

Organización del área de SFR'S externa

co seleccionado por defecto es el Banco 0 (00h hasta 07h).

Registros de Funciones Especiales

Los Registros de Funciones Especiales (SFR) son áreas de memoria que controlan una funcionalidad específica del microcontrolador. Cada SFR tiene un propósito específico.

A los SFR se accede como si ellos hicieran parte normal de la memoria interna RAM; la única diferencia es que la RAM interna va desde 00h hasta 7Fh, mientras que los registros de funciones especiales existen en las áreas en el rango comprendido entre 80h y FFh.

Cada SFR tiene su dirección y nombre. La siguiente tabla nos muestra las direcciones y nombres de cada uno de los SFR's.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS SFR'S

Veremos solo una descripción general de lo que cada SFR hace.

SP (Stack Pointer): Este SFR indica donde esta el próximo valor que será tomado de la pila (Stack) para ser leído desde la RAM Interna, este SFR es modificado por todas las instrucciones las cuales modifican la pila, como el Push, Pop, Lcall, Ret, Reti, además de cuando una interrupción se presenta en el mC; el SP siempre es inicializado por defecto apuntando a la dirección 07h, esto significa que comienza en 08h y recorriendo hacia arriba.

Como se habrán dado cuenta, este apuntador, comienza en la zona correspondiente al banco 1, así que si vamos a utilizar este banco o es mas, lo otros dos (2 y 3), es conveniente inicializar el SP en otra posición.

DPL/DPH (Apuntador de datos Bajo/Alto): Estos dos registros, conforman el llamado DPTR (Data Pointer), el cual es usado en operaciones relacionadas con la

RAM externa y algunas instrucciones que involucran memoria de código.

DPTR: Como su nombre lo indica es utilizado como puntero de datos. Este le permite al 8051 acceder a la memoria externa.

Organización del área de SFR's

PCON: Este registro es usado para controlar los modos de consumo de potencia del 8051; adicionalmente uno de los bits del PCON, es usado para doblar la tasa de transferencia efectiva del puerto serial del 8051.

TCON: Es usado para configurar y modificar los temporizadores del 8051. En este registro también existen unos bits no relacionados con los temporizadores; estos bits son usados para configurar la forma en la cual las interrupciones externas son activadas, además de las banderas de estas interrupciones que nos indican cuando se han presentado.

TMOD: Es usado para configurar el modo de operación de cada uno de los dos temporizadores, usando este SFR es posible configurar cada temporizador como temporizador de 16 Bits, 8 Bits con auto-recarga, 13 Bits o 2 temporizadores separados; además podremos configurar el temporizador para que cuente solo cuando un pin es activado o para contar eventos externos.

TL0/TH0: Estos dos registros especiales conjuntamente conforman el Temporizador 0, de igual manera sucede con el temporizador 1, el cual lo conforman TL1/TH1

SCON: Es usado para configurar el puerto serial del 8051, también contiene las banderas que indican cuando un byte ha sido enviado o recibido satisfactoriamente.

SBUF: Es usado para enviar y recibir datos en forma serial, de modo que podamos realizar la comunicación vía RS232.

IE (Interrupt Enable): Es usado para habilitar o deshabilitar una interrupción específica.

IP (Interrupt Priority): Este registro de función especial es usado para especificar la prioridad relativa de cada interrupción.

PSW (Program Status Word): El PSW es usado para almacenar los bits que son fijados y borrados por instrucciones del 8051; allí encontramos la bandera de carry, de desborde y paridad.

ACC (Acumulador): El acumulador

es uno de los registros especiales mas utilizados en el 8051, ya que se ve involucrado en muchas instrucciones. Es usado como registro general para acumular los resultados de un gran numero de instrucciones.

B: El registro B, solo es utilizado en 2 instrucciones: en las operaciones de multiplicación y división. Este registro es usado comúnmente por los programadores como registro auxiliar.

PC (Program Counter): Es una dirección de 2 bytes, la cual le dice al 8051, donde se encuentra en memoria la próxima instrucción a ser ejecutada. El PC siempre empieza en la dirección 0000h, y es incrementado, cada vez que una instrucción es ejecutada. Es importante notar que el PC no siempre se incrementa en 1, por que hay instrucciones que requieren 2 o 3 bytes, en este caso, su incremento será de 2 o 3 respectivamente.

LOS PUERTOS DEL 8051

PUERTO 0

Consta de ocho líneas de E/S (entrada/salida) bidireccionales, que soportan hasta ocho cargas TTL LS. Si en el registro de control de esta puerta se escribe un 1, la línea correspondiente de la puerta actúa como entrada. El registro de control del puerto 0 tiene asignada la dirección 80h de la RAM interna.

Cuando se accede a la memoria externa, de datos o de código, las líneas del puerto sirven para soportar dos tipos de señales multiplexadas en el tiempo:

- Los datos (D0-D7)
- Las 8 líneas de menos peso del bus de direcciones (A0-A7)

PUERTO 1

Se trata de un puerto de E/S bidireccional, capaz de soportar hasta 4 cargas TTL LS. El registro de control de este puerto ocupa la posición 90h del SFR.

PUERTO 2

Es un puerto de E/S paralelo, cuyas líneas soportan hasta 4 cargas TTL LS. Su registro de control ocupa la posición A0h del SFR. En los accesos a la memoria externa, este puerto proporciona los 8 bits de mas peso de la dirección (A8-A15).

PUERTO 3

De características similares al puerto 2 cuando funciona como E/S paralelo. Además los pines de este puerto tienen las siguientes funciones alternativas:

- RxD (Recepción de datos del puerto serie.)
- TxD (Transmisión de datos del

- canal serie)
- P3.2: /INT0 (Petición de interrupción externa 0)
- P3.3: /INT1 (Petición de interrupción externa 1)
- P3.4: T0 Entrada del temporizador 0
- P3.5: T1 Entrada del temporizador 1
- P3.6: /WR Escritura de datos en memoria externa.
- P3.7: /RD Lectura de datos externa

MODOS DE DIRECCIONAMIENTO

Un modo de direccionamiento se refiere a como cada uno de nosotros se esta refiriendo a una posición dada de memoria.

Direccionamiento Inmediato: Es llamado así por que el valor a ser almacenado en memoria sigue inmediatamente después del código de la operación, es decir que la instrucción misma dicta que valor será almacenado en memoria.

Por Ejemplo:
Mov A, #10h

Esta instrucción hará que en el acumulador sea cargado el numero 10 en hexadecimal.

Direccionamiento Directo: Es llamado así, por que el valor a ser almacenado en memoria es obtenido directamente de otra posición de memoria.

Por ejemplo:
Mov A, 30h

Esta instrucción tomara el dato correspondiente a la dirección 30 (hexadecimal) de la RAM interna y la almacenara en el acumulador.

Direccionamiento Indirecto:

Mov A, @R1

Esta instrucción hará que el 8051 mire el valor almacenado en R1. El 8051 cargara en el acumulador el valor que se encuentra en la RAM interna el cual es encontrado gracias a la dirección que representa el contenido de R1

Direccionamiento Externo Directo: Funciona como un direccionamiento directo, pero es usado para acceder a la memoria externa en lugar de la interna, solo dos instrucciones permiten el uso de este tipo de direccionamiento

Movx A, @Dptr Movx @Dptr, A

Como podemos ver, ambas instrucciones utilizan el Dptr, el cual deberá ser cargado previamente con la dirección de la memoria externa de la cual queremos leer o queremos escribir.

La primera instrucción pondrá el contenido de la memoria externa en el acumulador, la cual se encontrara gracias a la dirección que representa el contenido del DPTR.

El segundo comando hace lo contrario, escribe el valor del acumulador en la memoria externa, en la posición o dirección que indica el DPTR.

CONTADORES/TEMPORIZADORES

El 8051 dispone de dos contadores-temporizadores de 16 bits, denominados Timer 0 y Timer 1, que pueden funcionar de cuatro formas diferentes: Modo 0, Modo 1, Modo 2 y Modo 3.

El timer 0 consta de 2 bytes TL0 y TH0 del SFR, mientras que el timer 1 de los bytes TL1 y TH1. Dichos bytes pueden ser leídos y escritos en todo momento.

El timer cuenta de forma creciente, desde el valor inicial que se ha cargado hasta que se produce sobrepasamiento, el cual se detecta mediante la activación de un señalizador del registro TCON (Control Timer) que ocupa la dirección 88h. El bit TF1 del TCON es el señalizador de desbordamiento del timer 1, mientras TF0 lo es del timer 0.

En TCON también se ubican los dos bits encargados de poner en marcha los contadores-temporizadores; cuando TR1 vale 1 se pone en marcha el timer 1, mientras que TR0 se encarga de la misma función respecto al timer 0. En la figura 6 podemos ver la organización del registro TCON.

La fuente de impulsos que determina la frecuencia de conteo puede provenir de la correspondiente a los ciclos de maquinas generados internamente por el 8051, o bien de un generador externo. El bit C/F del registro TMOD, que también se emplea en la programación de los timer, cuando vale 0 elige la frecuencia interna, y si vale 1, elige la externa, que se introduce por el pin T1 al timer 1, y por el pin T0 al timer 0. EN la Figura 7, se ofrece la organización interna del registro TMOD.

Los bits M1 y M0 de TMOD seleccionan el modo de operación de los timer.

MODO 0
M1 = 0
M0 = 0

El contador solo usa 13 bits, los 8 del registro THX (X=1 o X=0, según el timer que se trate), y los 5 de menos peso de TLX, que funciona como divisor por 32 de la frecuencia de conteo. Cargando el valor adecuado en THX (0 a 255), se pueden conseguir retardos comprendidos entre un microsegundo y 8.19 milisegundos. Después de realizar un RESET, este modo es el que adoptan automáticamente los dos timer

MODO 1

M1 = 0
M0 = 1

Los 8 bits de TLX actúan en cascada con los 8 bits de THX, pudiendo alcanzar un conteo de 65.535, que trabajando a una frecuencia interna de 12 MHz, suponen un retardo de 65ms.

MODO 2

M1 = 1
M0 = 0

Solo actúa TLX como contador de 8 bits. A THX lo carga el programa con un valor que vuelve a cargarse en TLX, cada vez que este ultimo alcanza el sobrepasamiento.

MODO 3

M1 = 1
M0 = 0

En este modo, el timer 0 se comporta de forma diferente que el timer 1.

Timer 0

TL0 actúa como un contador-temporizador de 8 bit, usando los recursos propios del timer 0 es decir, el bit de puesta en marcha TR0 y el señalizador de sobrepasamiento TF0. La frecuencia de conteo puede ser interna o externa. TH0 actúa como un temporizador de 8 bits, pero gobernado por los bits de control del timer 1, o sea, por TR1 y TF1. Solo admite como frecuencia de conteo la interna generada por el oscilador del 8051.

Timer 1

Cuando el timer 0 trabaja en modo 3, el timer 1 puede funcionar en los restantes modos.

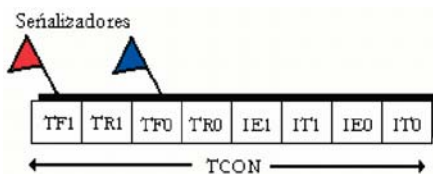


Figura 6. Organización del Registro TCON

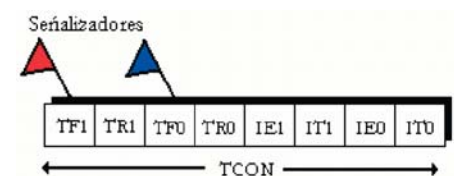


Figura 7. Organización Interna de TMOD

EL PUERTO SERIE

El 8051 dispone de un par de pines que soportan la posibilidad de transmitir (TX: P3.1) y de recibir (RX: P3.0) en serie tanto la frecuencia de transmisión/recepción serie, como el tamaño de los datos son programables. Además el puerto serie posee una interrupción dedicada.

Comúnmente, la información manejada por el puerto serie es asíncrona, lo que significa que no se emplean señales auxiliares para sincronizar el receptor con el transmisor. Para trabajar con información asíncrona, cada carácter o elemento básico de información consta de 8 o 9 bits, que van precedidos por un bit de start y seguidos de un bit de stop.

Cuando no hay información sobre las líneas RX y TX, estos se encuentran a nivel alto.

El puerto serie no precisa la colaboración de la CPU en el tratamiento de la información serie. Cada bit de información serie tiene una duración de 16 periodos de reloj. Los bits a transmitir se cargan en el buffer de desplazamiento SBUF (TX), y se envían de 1 en 1 por el pin TX con la duración antes mencionada.

Por el pin RX se vigila la presencia del bit de start, a partir del cual se inicia un nuevo carácter.

Los registros de datos empleados en la recepción de la transmisión serie son independientes, aunque tienen la misma dirección de SFR, la 99h. Sin embargo el registro de transmisión SBUF (TX) solo puede escribirse y el de recepción SBUF (RX) solo puede leerse. Con estas prestaciones es posible realizar transferencias serie en modo full-duplex es decir que podemos enviar y recibir información serie simultáneamente.

Los diferentes modos de funcionamiento del puerto serie, así como las restantes opciones, se gobiernan a través del contenido de los bits del registro SCON, que ocupa la dirección 98h del SFR. En tres de los modos, la transmisión es asíncrona y en 1 síncrona. El bit de start y el de stop en la transmisión asíncrona son generados automáticamente por el Hardware del microcontrolador. En la figura 8, se ilustran los diversos bits que componen el registro de control del puerto serie.



Figura 8. Estructura interna del registro SCON

MODO 0

Se trata de una forma de funcionamiento del puerto serie, totalmente dife-

rente a las otras tres posibles. Los datos de entrada o salida se aplican sobre RXD y son sincronizados por los impulsos en TXD. El modo 0 es el único que tiene funcionamiento síncrono, es decir que necesita una señal de sincronismo con cada bit de información

MODO 1

Se trata de un modo de funcionamiento asíncrono, con bits de start y stop, 8 bits de información por carácter y velocidad variable. Se utiliza el timer 1 trabajando en modo 2 con autorecarga, como parte fundamental del generador de impulsos de reloj.

MODO 2

Es un modo de funcionamiento asíncrono, con 9 bit de información por carácter y velocidad fija no se usa el timer 1 como parte del generador de impulsos de reloj

MODO 3

Funcionamiento asíncrono con 9 bits por carácter y velocidad variable. El timer 1, con recarga, se emplea como base del generador de impulsos, estando programado en modo 1 con los 8 bits de menos peso ubicados en SBUF

INTERRUPCIONES

El 8051 dispone de 5 tipos específicos de interrupciones. En cada tipo de interrupción se carga una dirección concreta en el PC, que recibe el nombre de vector de interrupciones. En dicha dirección esta situada la dirección del programa que da servicio a esa interrupción.

Se describen los 5 tipos de interrupción:

- 1º. Interrupción externa 0: se provoca con la activación del pin P3.2, cuando actúa como función alternativa INT0. El vector de interrupción correspondiente contiene la dirección 03h
- 2º. Interrupción externa 1: se genera con la activación del pin P3.3, cuando actúa como función alternativa INT1. El vector de interrupción correspondiente contiene la dirección 13h.
- 3º. Interrupción del contador-temporizador 0: cuando se produce se carga en el PC la dirección 0Bh.
- 4º. Interrupción del contador-temporizador 1: origina un salto del PC a la dirección 1Bh.
- 5º. Interrupción del puerto serie: ocasiona un salto del PC a la dirección 23h.

NOTA: en el caso del 8052 existe un contador-temporizador 2 que produce una interrupción cuya rutina de servicio comienza en la dirección 2Bh.

El reset de la CPU puede considerarse como una interrupción que origina un salto en el PC a la dirección 00h y, además inicializa los registros del SFR.

PERMISOS Y PRIORIDADES

Para que la CPU acepte una interrupción y la atienda es preciso que dicha interrupción este permitida, tanto con carácter individual como global. Los permisos los otorga ciertos bits del SFR, agrupados en el byte IE.

Por otra parte cada interrupción puede ser programada como de alta o baja

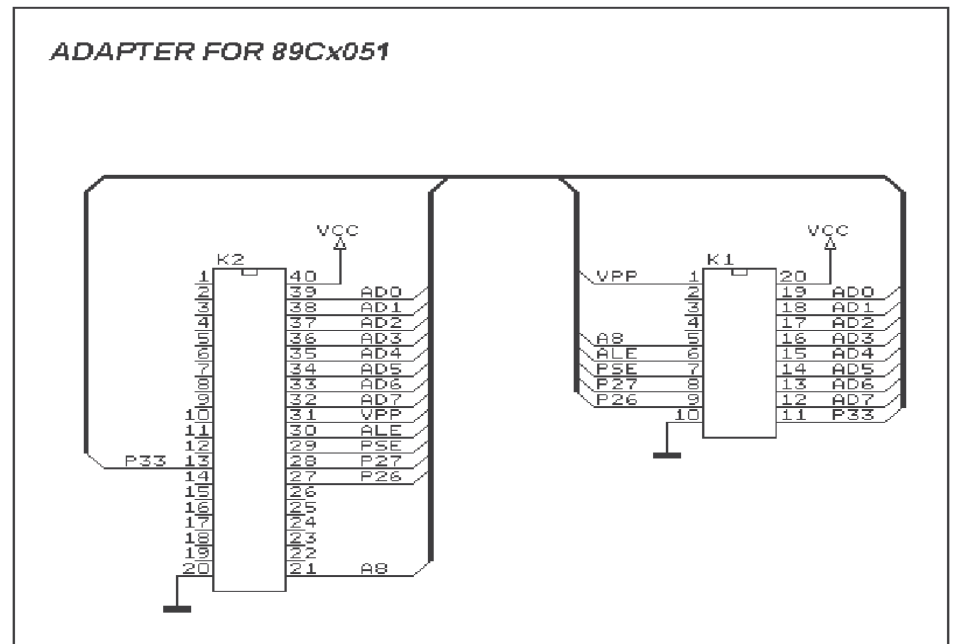


Figura 9. Adaptador para programar los microcontroladores de 20 pines

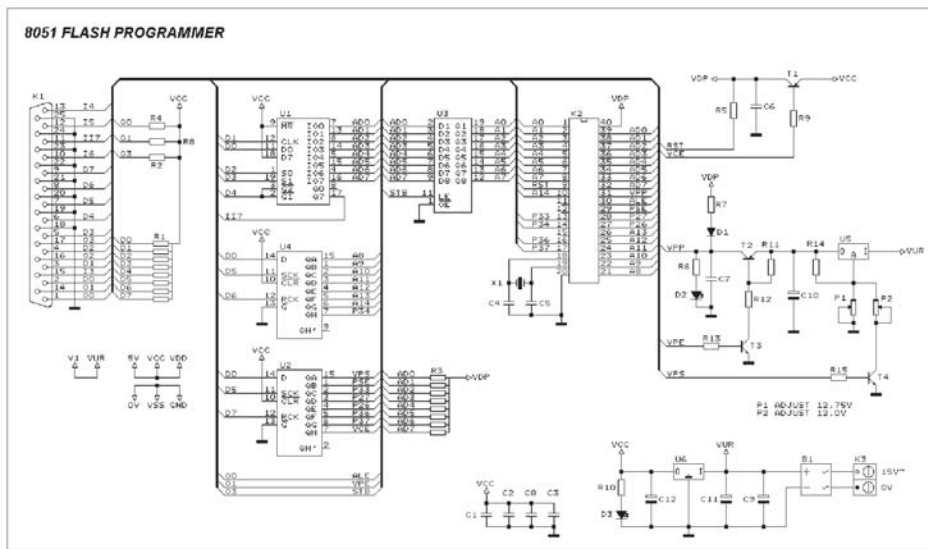


Figura 10

prioridad. Si durante la ejecución de una rutina se produce otra interrupción que no supere el nivel de prioridad de la interrupción en curso, se ignora hasta que se termine el servicio en curso.

En resumen, para dar paso a un servicio de interrupción es preciso:

- Que dicha interrupción este permitida individualmente.
- Que el conjunto de interrupciones este permitido globalmente.
- Que no se halle en ejecución una interrupción de igual o mayor nivel de prioridad.

La prioridad alta o baja de las interrupciones se programa escribiendo 1 o 0, respectivamente, en la posición correspondiente del IP, que ocupa la dirección B8h del SFR.

En caso de que varias interrupciones permitidas y con igual prioridad se produzcan simultáneamente, el orden con el que se atienden es el siguiente:

- Interrupción externa 0
- Contador 0
- interrupción externa 1
- Contador 1
- Puerto serie.

CONCLUSION

El 8051 es un microcontrolador que en la actualidad es fabricado por una gran cantidad de compañías, que proporcionan alguna variante de este popular dispositivo.

El 8051 es un mC fácil de programar y potente, que dispone de una gran cantidad de software tanto comercial como de

libre distribución y de herramientas de desarrollo.

Ya que mucho del software relacionado con el 8051 es de libre distribución como mencionamos anteriormente, desa-

rollaremos entonces un programador para que podamos divertirnos y experimentar con la tecnología de los microcontroladores, y más específicamente con las distintas familias derivadas del 8051, producidas por la casa ATMEL.

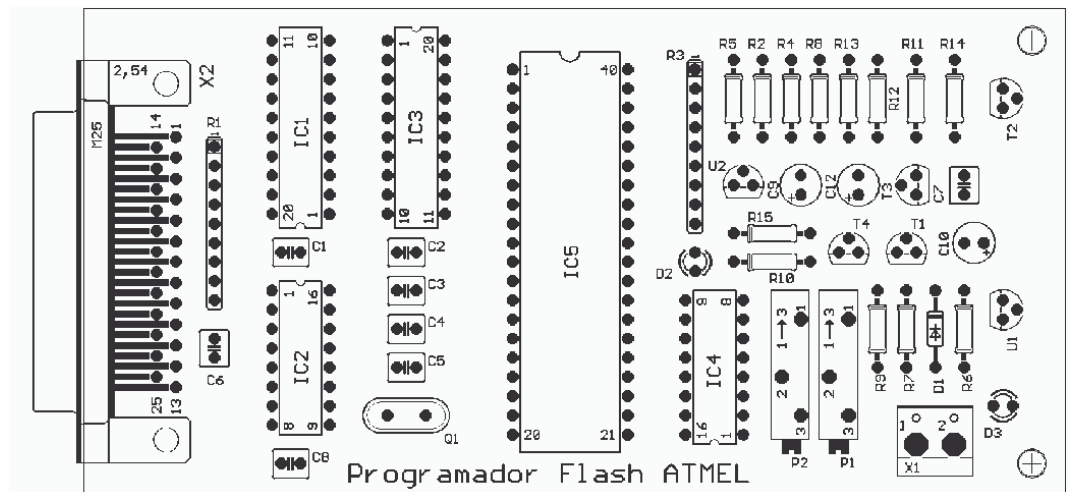
Con este práctico circuito y un ordenador a través del puerto paralelo, podremos programar los siguientes dispositivos:

- AT89C51
- AT89C52
- AT89C55
- AT89C1051
- AT89C2051
- AT89C4051

Cabe aclarar, que para los dispositivos de 20 pines, es necesario utilizar una simple interface que se muestra en la figura 9.

En la figura 10 mostramos el diagrama esquemático del programador.

En las siguientes figuras, observamos, el diagrama esquemático, y montaje de los componentes sobre la placa.



Cara de componentes

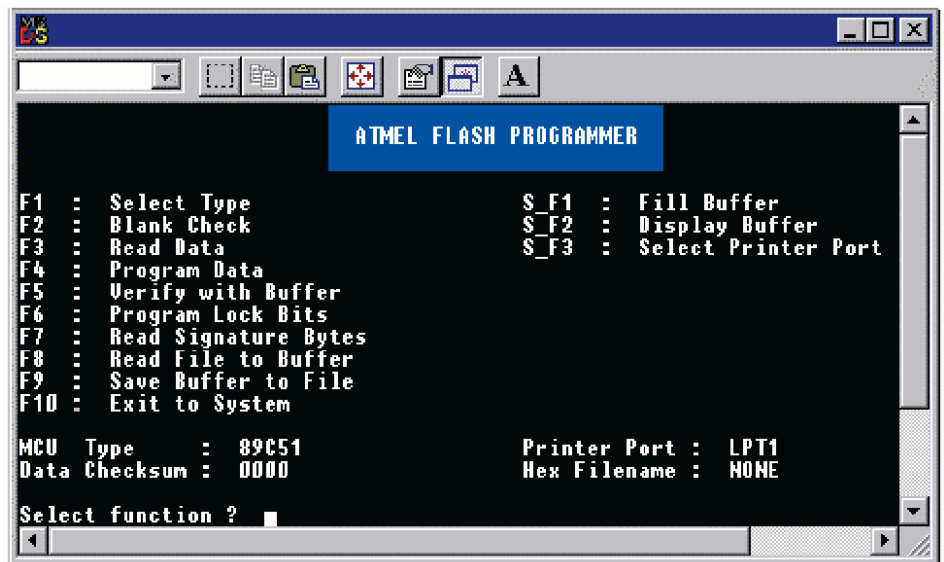


Figura 11

circuito, solo debemos seguir los siguientes pasos:

- 1º. Ajuste la resistencia P1 hasta que en la salida del regulador LM317, tengamos un voltaje igual a 12.75V
- 2º. Temporalmente, cortocircuite el colector del transistor T4 con el potencial de tierra

3º. Ajuste P2, de modo que a la salida del regulador LM317 obtengamos 12V.

Después de este sencillo procedimiento de ajuste, nuestro programador estará listo para ser usado. Debemos entonces solo ejecutar el programa en nuestro ordenador y seleccionar la opción que deseemos. (Figura 11)

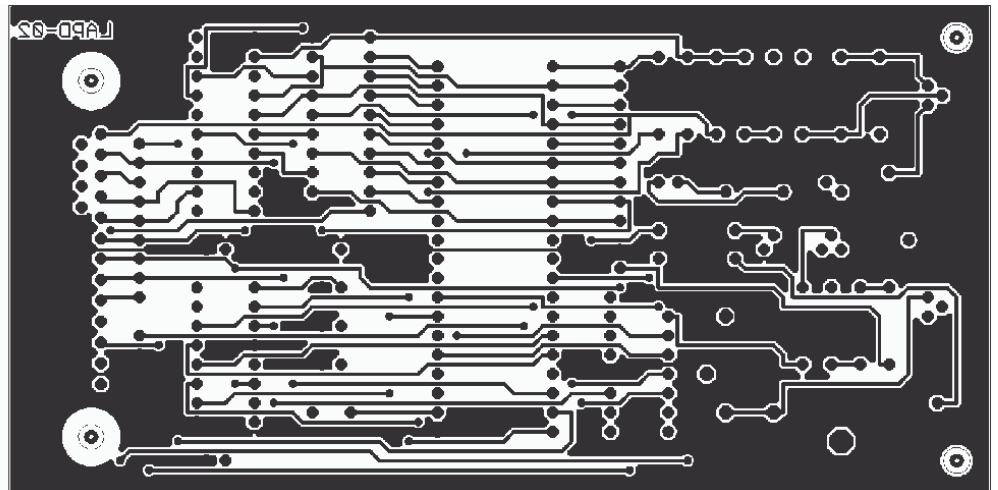
ESQUEMAS DEL PROGRAMADOR

En las siguientes figuras se observan los esquemas necesarios para la elaboración del circuito impreso. Dada la complejidad en la conexión de los componentes, esta se ha realizado en una placa de doble faz. La alimentación del programador, la podremos tomar de cualquier alimentador, con una tensión de salida de 15V.

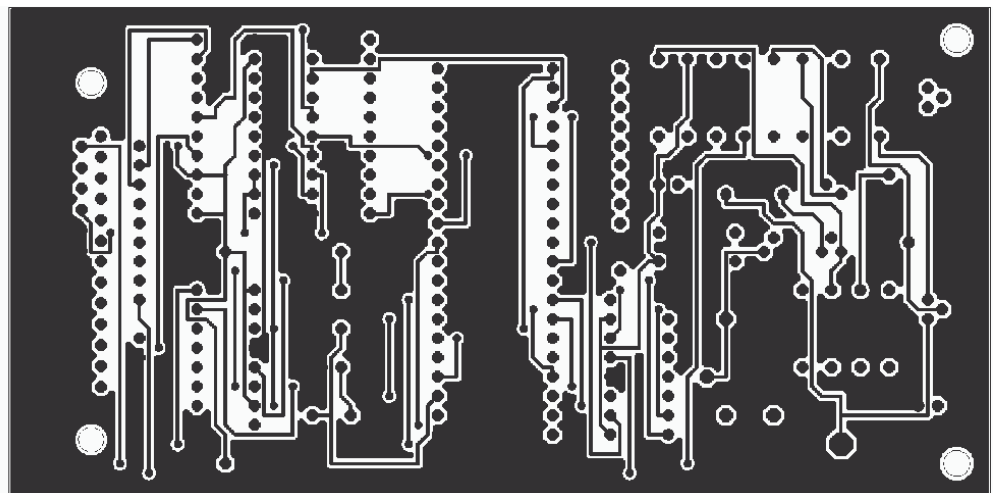
LISTA DE COMPONENTES.

C1, C2, C3, C6, C8 = 100nF
C4, C5 = 33Pf
C7 = 2.2nF
C10, C11, C12 = 10uF
D1 = 1N4148
D2 = Led Rojo 3mm
D3 = Led Verde 3mm
P1 = Trimmer 5K
P2 = Trimmer 50K
R1, R3 = Arreglo de resistores 4.7Kx8
R2, R4, R8, R11, R12, R13, R15 = 4.7k
R7, R5 = 1K
R6 = 3.3k
R9 = 2.2k
R10 = 680
R14 = 220
T2, T1 = 2N3906
T3, T4 = 2N2222
IC1 = 74HC299
IC2, IC4 = 74HC 595
U1 = LM317LZ
U2 = LM7805
Q1 = Cristal 4.0MHz

Ref.: P.F.A. — PVP 57 Euros (IVA incluido)



Placa con taladros metalizados



Cara posterior de la placa doble cara taladro metalizado

