

TEMA 2: Descripción de "Universal Trainer"

2.1. INTRODUCCIÓN

Este segundo tema del presente manual del "Universal Trainer" está dedicado a una completa descripción funcional de cada una de las secciones y circuitos eléctricos que lo componen.

Cada una de ellas va explicada y acompañada de una fotografía junto con el esquema correspondiente. Se pretende así que el lector comprenda perfectamente el funcionamiento de todo el sistema con objeto de sacar el máximo provecho del mismo.

2.2 LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Se encarga de generar, a partir de la de red, las diferentes tensiones a disposición del usuario.

- Tensión de entrada de 220VAC a 50/60Hz
- Intensidad total máxima de 800 mA

Las tensiones disponibles se obtienen a través de los terminales correspondientes:

- 12VAC: Alterna de salida de 12VAC/400mA
- GND: Tierra de alimentación 0V
- 12VAC: Alterna de salida de 12VAC/400mA
- +12VDC: Salida de tensión continua de 12VDC/100mA
- +5VDC: Salida de tensión continua de 5VDC/500mA
- GND: Tierra de alimentación 0V
- +V: Salida de tensión continua positiva regulable de +1 \approx +15VDC / 500mA
- GND: Tierra de alimentación 0V
- -V: Salida de tensión continua negativa regulable de -1 \approx -15VDC/500mA

La fotografía de la figura 2-1 muestra la ubicación de la fuente de alimentación.

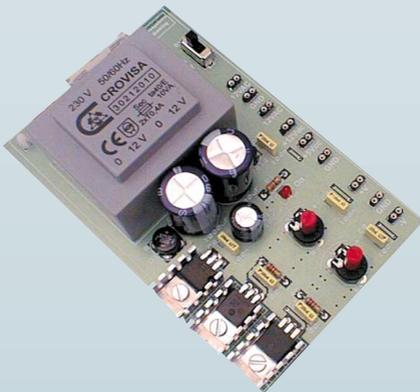


Figura 2-1. La Fuente de Alimentación

El esquema eléctrico se presenta en la figura 2-2.

La toma de red a 220VAC se aplica por el conector CN1 a través del cable de red. Esta tensión llega al primario del transformador T1 tras el fusible de protección F1 y el interruptor de encendido SW13.

El transformador de toma intermedia rebaja los 220VAC de entrada a 12+12 VAC con una intensidad máxima de 800mA. Las salidas del secundario están a disposición del usuario en los terminales marcados como 12VAC, GND y 12VAC. Ello permitirá al usuario implementar sus propias prácticas y experimentos relacionados con la rectificación de simple y doble onda, recorte de picos, etc.

Por otra parte la tensión de 12+12 VAC presente en el secundario del transformador se aplica al puente rectificador D1. Aquí se rectifica y filtra mediante los condensadores C1 y C2. En bornes de C1 se obtiene una tensión continua y positiva respecto a GND de unos +17VDC. En bornes de C2 se obtiene una tensión continua y negativa respecto a GND de unos -17VDC.

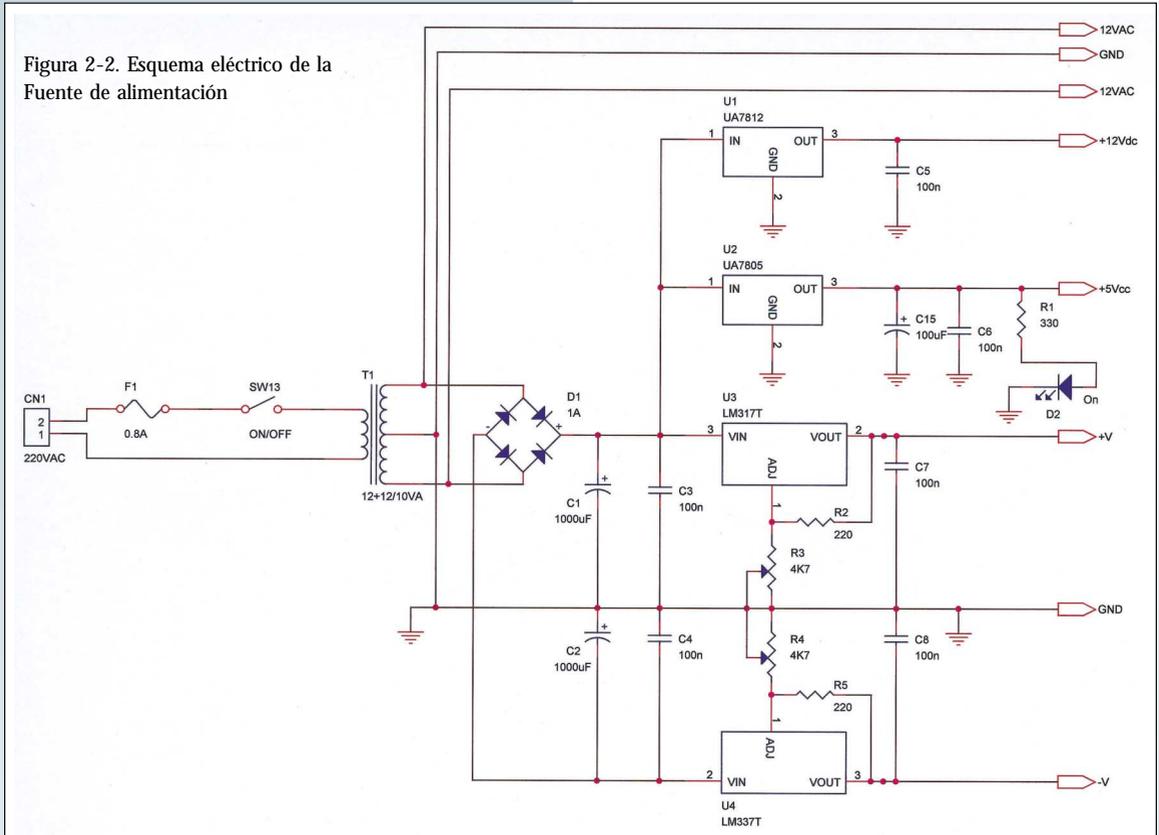
La tensión en bornes de C1 va a parar a diferentes zonas. Por un lado se aplica al circuito estabilizador de tensión 7812 (U1) que obtiene a cambio una tensión estabilizada de +12VDC a 100mA a la que el usuario puede acceder mediante el terminal marcado con +12VDC.

Por otra parte dicha tensión también se aplica al circuito estabilizador formado por el UA7805 (U2). Este proporciona a su salida una tensión estabilizada de +5VDC a 500mA. Dicha tensión alimenta a parte de la electrónica que compone el "Universal Trainer" y está también a disposición del usuario mediante el terminal marcado como +5VDC, desde el cual podrá alimentar a sus propias aplicaciones. Un diodo luminoso tipo led (D2) se alimenta, mediante la resistencia R1 con esta tensión a modo de piloto.

Por último, la tensión positiva presente en C1, se aplica al circuito regulador LM317T (U3). Este proporciona a su salida una tensión positiva estabilizada y regulable de entre +1VDC y +15VDC aproximadamente. La regulación y ajuste de la tensión deseada se realiza mediante el potenciómetro R3. La tensión mínima se obtiene en el tope izquierdo del mismo y la máxima en el tope derecho. Dicha tensión está a disposición del usuario entre el terminal +V y GND.

Para acabar, en bornes de C2, se dispone de una tensión negativa que se aplica al circuito regulador LM337T (U4). Este proporciona a su salida una tensión negativa, estabilizada y regulable de entre -1VDC y -15VDC aproximadamente. La regulación y ajuste de la tensión deseada se realiza mediante el potenciómetro R4. La tensión mínima se obtiene en el tope izquierdo del mismo y la máxima en el tope derecho. Dicha tensión está a disposición del usuario entre el terminal -V y GND.

Figura 2-2. Esquema eléctrico de la Fuente de alimentación



2.3 EL GENERADOR DE FUNCIONES

Proporciona tres tipos de señales para ser empleadas con circuitos experimentales de carácter analógico:

- Cuadrada
- Senoidal
- Triangular

La figura 2-3 muestra su situación en el entrenador.

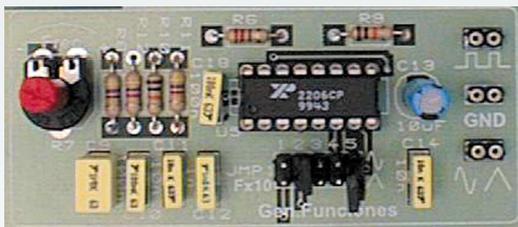


Figura 2-3. El generador de funciones

Está basado en el dispositivo integrado XR2206 (U5) y el esquema eléctrico del mismo se muestra en la figura 2-4.

El circuito se alimenta a partir de +12VDC. La señal de onda cuadrada se obtiene entre los terminales GND y el marcado con

el símbolo de onda cuadrada (square). Las señales senoidal y/o triangular se obtiene entre los terminales GND y el marcado con los símbolos de onda senoidal y triangular (SIN/TRI).

La selección entre salida senoidal y triangular se realiza mediante el jumper JMP1-5. Cuando este jumper está cerrado se obtiene una señal senoidal de unos 2 Vpp entre los terminales anteriormente citados. Si se abre el jumper, se obtiene una señal triangular de unos 4 Vpp.

Los condensadores C9, C10, C11 y C12 determinan el rango de frecuencias que se genera. Cerrando el jumper JMP1 en cualquiera de las 4 posiciones, se selecciona uno de los cuatro condensadores y por tanto un rango de frecuencias, tal y como se indica en la tabla 2-1:

| JMP1 en: | Condensador: | Rango |
|------------|-----------------|-----------------|
| Posición 1 | C9 de 1 μ F | 1 Hz a 200 Hz |
| Posición 2 | C10 de 100 nF | 10 Hz a 2 KHz |
| Posición 3 | C11 de 10 nF | 100 Hz a 20 KHz |
| Posición 4 | C12 de 1 nF | 1 KHz a 200 KHz |

Tabla 2-1 Rango de frecuencias del generador de funciones

El potenciómetro Frec. (R7) permite ajustar, dentro de un determinado rango, una frecuencia en particular. La frecuencia seleccionada es común tanto para la señal de onda cuadrada, para la senoidal como para la triangular.

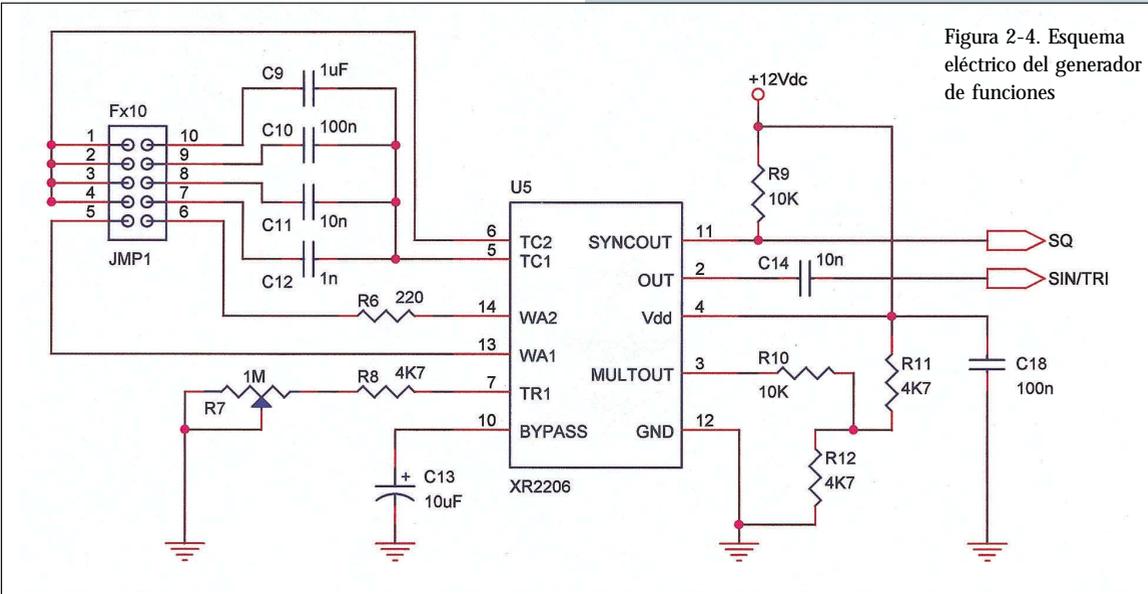


Figura 2-4. Esquema eléctrico del generador de funciones

2.4 POTENCIÓMETROS ANALÓGICOS

Su ubicación dentro del entrenador se muestra en la figura 2-5.

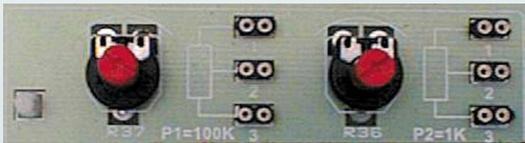


Figura 2-5. Los potenciómetros

Gracias a ellos el usuario podrá analizar y experimentar con circuitos que requieran variables analógicas de entrada como pueden ser conversores analógicos/digitales (ADC), ajustes de referencia, ajustes de offsets, atenuación de señales de entrada, etc.

Tal y como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 2-6, los potenciómetros no tienen conexión alguna con el entrenador "Universal Trainer". Es el propio usuario quien los empleará según sus necesidades y aplicaciones.

El potenciómetro P1 es de 100KΩ mientras que P2 es de 1KΩ.

Cada potenciómetro está asociado, individualmente, a tres terminales numerados del 1 al 3.

Según el esquema eléctrico, así como en la serigrafía del circuito impreso, se puede apreciar que los respectivos terminales 1 y 3 se corresponden con los extremos de ambos potenciómetros. Representan la resistencia total de los mismos.

Los terminales número 2 se corresponden a los cursores, desde donde se obtiene una resistencia variable con respecto a cualquiera de los extremos.

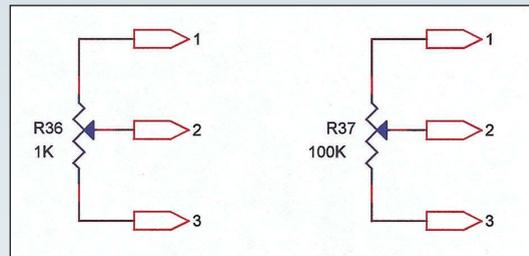


Figura 2-6. Conexión eléctrica de los potenciómetros para variables de entradas analógicas.

2.5 ENTRADAS DIGITALES, EL GENERADOR LÓGICO

Se trata de un generador de onda cuadrada pensado para aquellas aplicaciones, circuitos y experimentos del usuario, de carácter digital, que lo requieran. La fotografía de la figura 2-7 muestra el aspecto del mismo.

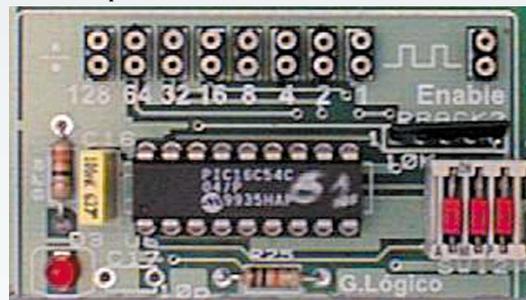


Figura 2-7. El generador lógico

Genera una señal de onda cuadrada cuya frecuencia principal se puede seleccionar, mediante dip-switch, de entre 8 valores dife-

| DIP-SWITCH SW12 | | | SALIDAS | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| SW12-1 | SW12-2 | SW12-3 | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | |
| OFF | OFF | OFF | 20KHz | 10KHz | 5KHz | 2.5KHz | 1.2KHz | 625Hz | 312Hz | 156Hz | |
| OFF | OFF | ON | 10KHz | 5KHz | 2.5KHz | 1.2KHz | 625Hz | 312Hz | 156Hz | 78Hz | |
| OFF | ON | OFF | 5KHz | 2.5KHz | 1.2KHz | 625Hz | 312Hz | 156Hz | 78Hz | 39Hz | |
| OFF | ON | ON | 2.5KHz | 1.2KHz | 625Hz | 312Hz | 156Hz | 78Hz | 39Hz | 19.5Hz | |
| ON | OFF | OFF | 1.2KHz | 625Hz | 312Hz | 156Hz | 78Hz | 39Hz | 19.5Hz | 9.75Hz | |
| ON | OFF | ON | 625Hz | 312Hz | 156Hz | 78Hz | 39Hz | 19.5Hz | 9.75Hz | 4.87Hz | |
| ON | ON | OFF | 312Hz | 156Hz | 78Hz | 39Hz | 19.5Hz | 9.75Hz | 4.87Hz | 2.43Hz | |
| ON | ON | ON | 156Hz | 78Hz | 39Hz | 19.5Hz | 9.75Hz | 4.87Hz | 2.43Hz | 1.21Hz | |

Tabla 2-2. Rangos de frecuencia obtenidos por el generador lógico de onda cuadrada.

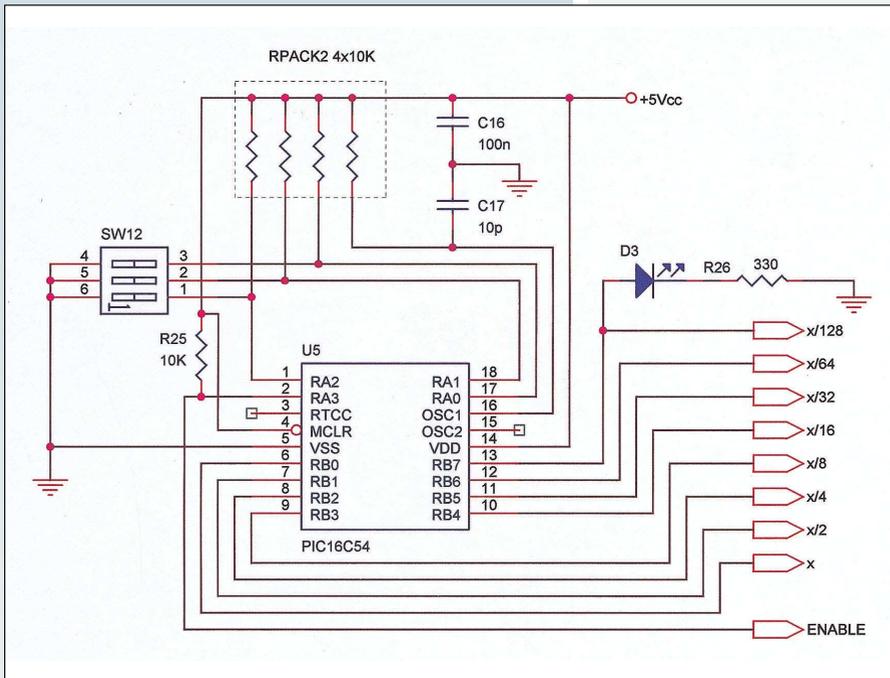


Figura 2-8. Esquema eléctrico del generador lógico

Mediante los 3 dip-switch de SW12 se selecciona, de entre ocho, el valor de la frecuencia patrón que se obtiene por el terminal de salida 1. Los terminales de salida numerados como 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 128 presentan la frecuencia patrón seleccionada, dividida entre el número de terminal (2, 4, 8, etc.).

rentes. Al mismo tiempo se puede obtener hasta 8 sub múltiplos del valor seleccionado.

Tal y como muestra el esquema eléctrico de la figura 2-8, el generador está basado en torno al PIC16C54RC (U5). El firmware de dicho PIC es exclusivo de **Microsystems Engineering** y está diseñado para realizar las tareas propias de un generador de onda cuadrada.

La señal de entrada "ENABLE" habilita o no la generación de la onda cuadrada. Cuando esta entrada está a nivel "1" o, bien sin conectar, el generador queda habilitado y por sus salidas se obtienen las distintas frecuencias. Cuando la entrada se pone a nivel lógico "0", el generador queda desconectado y todas las salidas se ponen a nivel "0".

Gobernando esta entrada, el usuario puede desarrollar aplicaciones y circuitos que generen pulsos de onda cuadrada de forma controlada y modulada.

El diodo led D2 conectado en el terminal 128 pilota el funcionamiento del generador. Parpadea cuando se selecciona la frecuencia más baja. En frecuencias altas provoca la sensación óptica de estar permanentemente encendido.

En la tabla 2-2 que se presenta a continuación, se indica las distintas frecuencias obtenidas por las distintas salidas en función del estado de los dip-switch SW12. En ella se aprecia que la frecuencia máxima en la salida X es en torno a los 20KHz y la mínima aproximadamente 1 Hz.

2.6 ENTRADAS DIGITALES, LOS PULSADORES

Dos pulsadores ubicados dentro de "Universal Trainer" tal y como indica la figura 2-9, permiten generar manualmente señales digitales de carácter transitorio o pulsante.

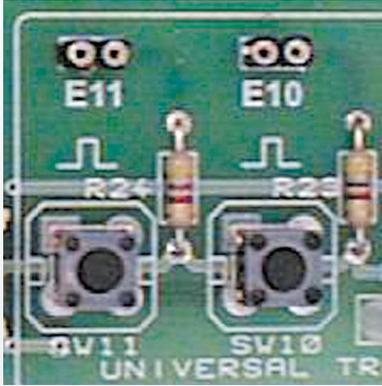


Figura 2-9. Los pulsadores

El esquema eléctrico de los mismos se muestra en la figura 2-10. El terminal E10 se corresponde con el pulsador SW10 y, el terminal E11, con el pulsador SW11. Estando cualquiera de los pulsadores en reposo, la señal lógica que se obtiene por el terminal correspondiente, es de nivel "0" gracias a las resistencias "Pull-Down" R23 y R24.

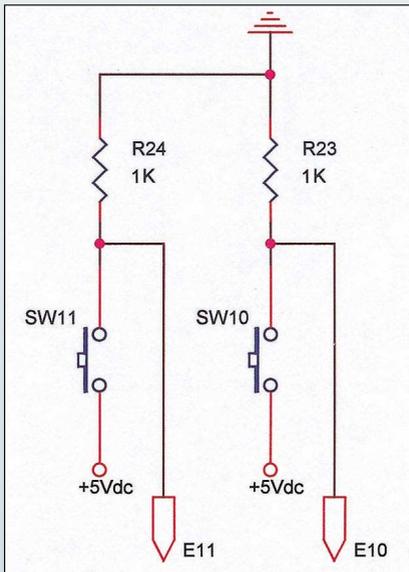


Figura 2-10. Esquema eléctrico de los pulsadores

Cuando se acciona cualquiera de ellos, se cierra circuito con el positivo de alimentación +5VDC. En el terminal correspondiente se obtiene un nivel lógico "1".

Es decir, la acción de accionar y soltar cualquier pulsador origina en el correspondiente terminal de salida un pulso de carácter positivo que transita de nivel bajo a alto y vuelta al nivel bajo de reposo.

Hay que destacar que dichos pulsos no están exentos del efecto rebote. Al tratarse de un entrenador eminentemente didáctico pensamos que, las técnicas y circuitos anti rebotes, deben ser

estudiados y empleados por el propio usuario en sus propias aplicaciones y experimentos. Estas técnicas son explicadas en los diferentes módulos de aprendizaje que Microsystems Engineering propone a sus clientes y usuarios.

2.7 ENTRADAS DIGITALES, LOS INTERRUPTORES

Se dispone de un conjunto de 10 interruptores con enclavamiento que permiten generar palabras binarias o estados lógicos que serán tratados por los circuitos del usuario sometidos a análisis. Ver la figura 2-11.

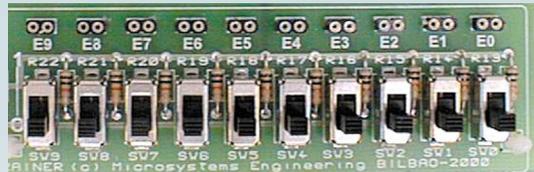


Figura 2-11. Los interruptores

Fijándonos en la serigrafía de la placa se aprecia efectivamente la presencia de diez interruptores numerados desde SW0 a SW9. Cada interruptor está asociado a su correspondiente terminal. Estos están numerados desde E0 a E9. Desde estos terminales se realiza la conexión entre los interruptores y el circuito de experimentación del usuario.

A la derecha del interruptor SW9 se puede también apreciar una señalización que indica que si se desplaza un interruptor hacia arriba, proporciona un nivel lógico "1", hacia abajo por tanto un nivel lógico "0".

La figura 2-12 nos muestra el esquema eléctrico de conexión empleado por el "Universal Trainer". Sólo se ha representado el esquema correspondiente a los dos primeros interruptores SW0 y SW1, siendo exactamente igual para todos los demás.

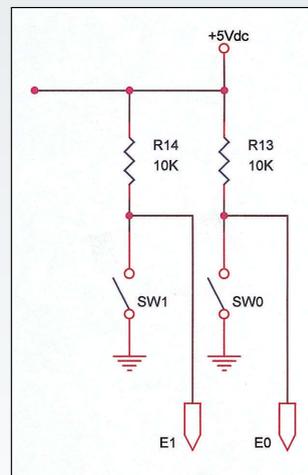


Figura 2-12. Esquema eléctrico de los interruptores para entradas digitales.

Cuando el interruptor está abierto (hacia arriba), las resistencias “Pull-Up” garantizan la presencia de un nivel lógico “1” en el terminal correspondiente.

Al cerrar un interruptor (desplazarlo hacia abajo) el terminal asociado queda conectado a la línea de tierra o GND. Se genera por tanto un nivel lógico “0”.

Se recuerda que, al igual que ocurría con los pulsadores, los interruptores tampoco están exentos de rebotes.

Está claro que en aplicaciones reales de tipo industrial, comercial, etc., existen múltiples tipos de dispositivos capaces de generar señales lógicas de entrada. Sin embargo cabe indicar que en el plano didáctico los pulsadores e interruptores son los periféricos más simples y económicos que existen para generar dichas señales. Lo importante es saber qué hacer con ellas, cómo tratarlas y cómo procesarlas para obtener el resultado apetecido.

2.8 SALIDAS DIGITALES, LOS DIODOS LED

Un conjunto formado por 8 diodos luminosos tipo led será el encargado de representar palabras binarias o estados lógicos que se obtienen como resultado de un determinado proceso. Ver la figura 2-13.

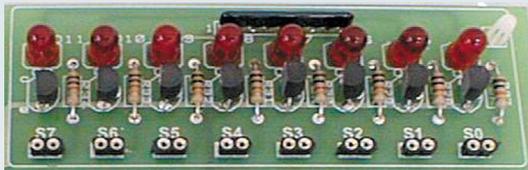


Figura 2-13. Los diodos led

Están numerados desde D4 hasta D11 y cada uno de ellos está asociado a su correspondiente terminal de conexión. Estos terminales se numeran como S0 y S7, siendo S0 el que se corresponde con el led de la derecha.

El esquema eléctrico de la figura 2-14 nos da idea del circuito asociado a cada led.

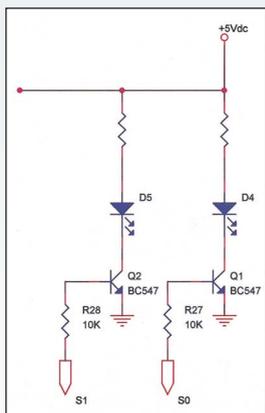


Figura 2-14. Esquema eléctrico de los led de salida empleados en “Universal Trainer”

Tan sólo se ha representado el circuito correspondiente a los dos primeros leds y que se corresponden con los terminales S0 y S1. El circuito para los restantes es idéntico.

La señal digital que se desea visualizar se conecta desde el circuito experimental del usua-

rio, con el terminal (Sn) deseado. Una resistencia de polarización la hace llegar hasta el transistor amplificador (Qn). Este la amplifica en intensidad y la aplica al led correspondiente (Dn). Las resistencias conectadas a los ánodos de cada led están contenidas en una única cápsula o pack (RPACK1) y actúan como resistencias de absorción.

Cuando en uno de los terminales (Sn) se aplica una señal con nivel lógico “1”, el transistor queda polarizado y el led correspondiente se ilumina. En caso contrario quedará apagado.

Al igual que con los interruptores y pulsadores, los led son periféricos de salida simples y económicos que permite visualizar un determinado estado lógico. Bien es cierto que en la realidad se puede pensar en periféricos más complejos como son motores, relés, electroválvulas, etc.

Lo importante es controlar su activación o desactivación en función de determinados procesos o algoritmos.

2.9 SALIDAS DIGITALES, EL ZUMBADOR

Su ubicación dentro del entrenador “Universal Trainer” se muestra en la figura 2-15.



Figura 2-15. El zumbador piezoeléctrico

Se trata de un simple periférico de salida capaz de traducir un nivel lógico “1” en una señal acústica. Su esquema eléctrico se muestra en la figura 2-16.

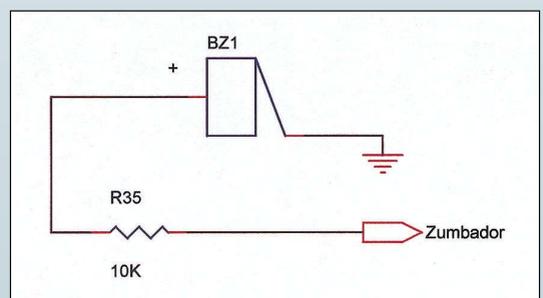


Figura 2-16. Esquema de conexión del zumbador.

Por el terminal de conexión correspondiente se aplica la señal lógica. Si está a nivel "1" el zumbador se activa a través de la resistencia de absorción R35.

La inclusión del mismo en el entrenador no obedece a ninguna razón especial, pero puede dar un cierto toque atractivo a algunas de las prácticas o experimentos realizadas por el usuario.

2.10 SALIDAS DIGITALES, LOS DISPLAYS

Se trata de un conjunto de 3 displays de 7 segmentos cada uno, más el punto decimal.

Este tipo de periférico es clásico en cualquier aplicación de tipo digital. Gobernándolos adecuadamente pueden representar todo tipo de información numérica e incluso ciertos símbolos y signos.

Gracias a ellos el número y el tipo de aplicaciones y experimentos aumenta enormemente, con lo que al mismo tiempo enriquecen las posibilidades del entrenador en su conjunto.

La fotografía de la figura 2-17 nos muestra la colocación de los mismos sobre "Universal Trainer".

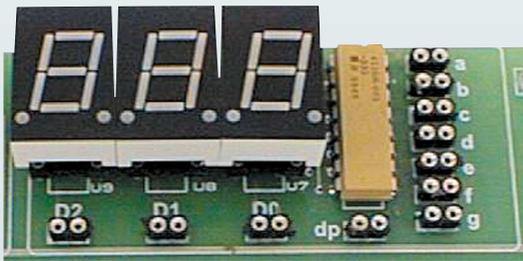


Figura 2-17. Los displays 7 segmentos

El esquema de la figura 2-18 muestra las conexiones eléctricas de los tres displays.

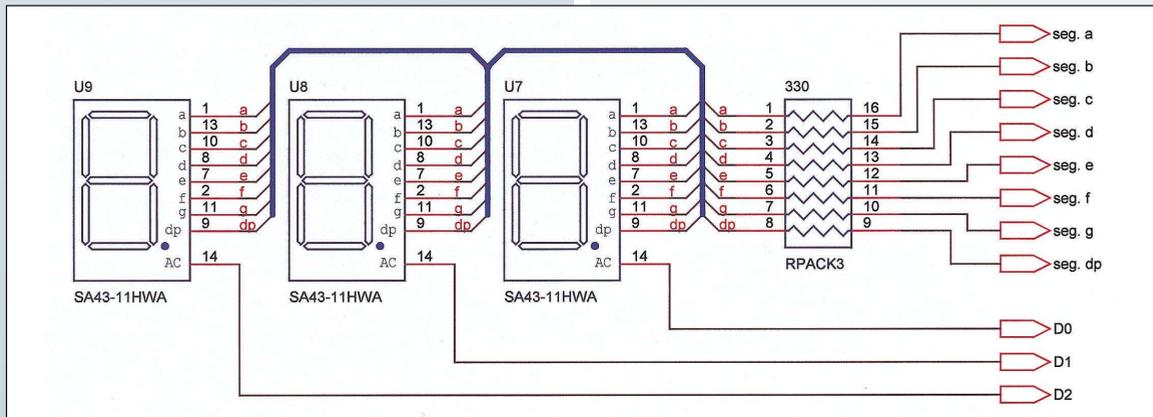


Figura 2-18. Esquema eléctrico de los displays

Por defecto los displays que vienen montados en el entrenador son del tipo de ánodo común. Pueden ser sustituidos por modelos de cátodo común siempre y cuando las patillas de los mismos sean compatibles.

Según el esquema se trata de los modelos SA43-11HWA o equivalentes (U7, U8 y U9).

La conexión de los tres displays es en paralelo. Esto es, los distintos segmentos de cada display están unidos entre sí. Así, el terminal de conexión correspondiente al segmento a, accede al segmento a de todos los displays, el b a los segmentos b, el c a los c, etc.

Este tipo de configuración es probablemente la más habitual. Se evita el conectar los 8 segmentos de tantos displays como haya, lo que supone un gran ahorro en conexiones.

Los terminales indicados como D0, D1 y D2 acceden a los correspondientes ánodos. Se puede considerar que es la patilla común a todos los segmentos de cada display.

Cuando uno de estos tres terminales está a nivel alto "1", el display correspondiente quedará activado. La posterior iluminación de cada segmento individual dependerá de los niveles lógicos que se aplican por los terminales correspondientes a los segmentos (a, b, c, d, e, f, g y dp). Con displays de ánodo común los segmentos necesitan nivel lógico "0" para su iluminación. Si se trata de displays de cátodo común los segmentos necesitan nivel lógico "1".

Las resistencias asociadas a cada segmento son de absorción. Todas ellas están contenidas en una misma cápsula o pack (RPACK3).

Esta disposición en paralelo de los displays también es conocida como "displays multiplexados". Reduce el número de conexiones a realizar pero, su control, se hace algo más complejo. Obviamente sólo puede haber un display activado en cada momento,

pero la selección secuencial y repetitiva de todos ellos provocará la sensación óptica de estar todos ellos iluminados.

2.11 LA PLACA PROTOBOARD

Se trata de la placa sobre la cual el usuario insertará y cableará los diferentes circuitos. Se trata de una placa universal con múltiples orificios estandarizados con paso de 2.54 mm entre sí. Ver la figura 2-19.

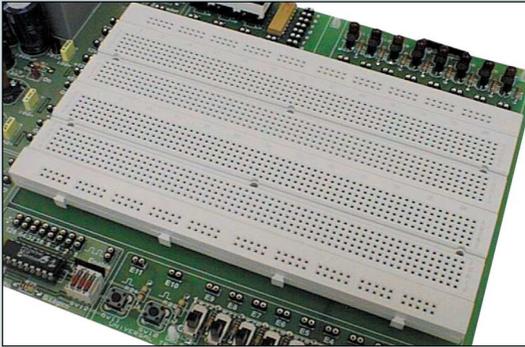


Figura 2-19. La placa protoboard

El empleo de este tipo de placas es especialmente interesante en entornos de enseñanza, investigación, experimentación, etc. El montaje de cualquier circuito se realiza de forma rápida, segura y eficaz sin ningún tipo de soldadura. Se pueden hacer rápidas modificaciones cambiando componentes y conexiones y además el material empleado es reutilizable. Todo ello supone un valor añadido para la investigación, estudio y experimentación de circuitos electrónicos en general.

La placa board que se incorpora en "Universal Trainer", con un área de 168 x 100 mm y 1480 puntos de conexión, es lo suficientemente amplia como para soportar circuitos de cierta envergadura. Además si se fija en el entrenador mediante unas tiras adhesivas tipo velcro, tal y como se explica en el tema anterior, es posible disponer de diferentes módulos board con diferentes circuitos que cómodamente pueden intercambiarse para su análisis en el momento oportuno.

El módulo board como tal no tiene ningún tipo de conexión eléctrica con los diferentes dispositivos ya estudiados de que consta el entrenador. Las conexiones entre estos dispositivos y el circuito experimental insertado en el

módulo se realiza mediante cables. Este debe ser rígido y plateado, y el grosor no debe ser mayor de 0.6 mm. Un mayor grosor termina

cediendo los orificios del módulo por lo que las conexiones ya no quedan garantizadas.

Todos los orificios de la board están conectados entre sí internamente según una determinada organización, que se trata de representar mediante la figura 2-20.

Los cinco orificios de todas las columnas están conectados entre sí, pero ninguna columna tiene conexión con ninguna otra. En total hay 256 columnas aisladas entre sí.

Si, por ejemplo, se introduce el terminal de una resistencia en un agujero de una determinada columna y el terminal de otra resistencia en otro agujero de la misma columna, ambos terminales de ambas resistencias quedarán conectados eléctricamente.

Las separaciones existentes entre el grupo de columnas superior y el grupo inferior es la necesaria para la inserción de dispositivos integrados con cápsulas tipo DIL.

Hay cuatro filas horizontales, dos en la parte superior del módulo y otras dos en la inferior. Cada una de estas a su vez está dividida en dos tramos. Hay por tanto ocho tramos. Cada tramo dispone de un total de 25 orificios que están eléctricamente conectados entre sí.

Los tramos horizontales se pueden emplear, entre otras cosas, para transportar las líneas de alimentación que empleará el circuito bajo prueba.

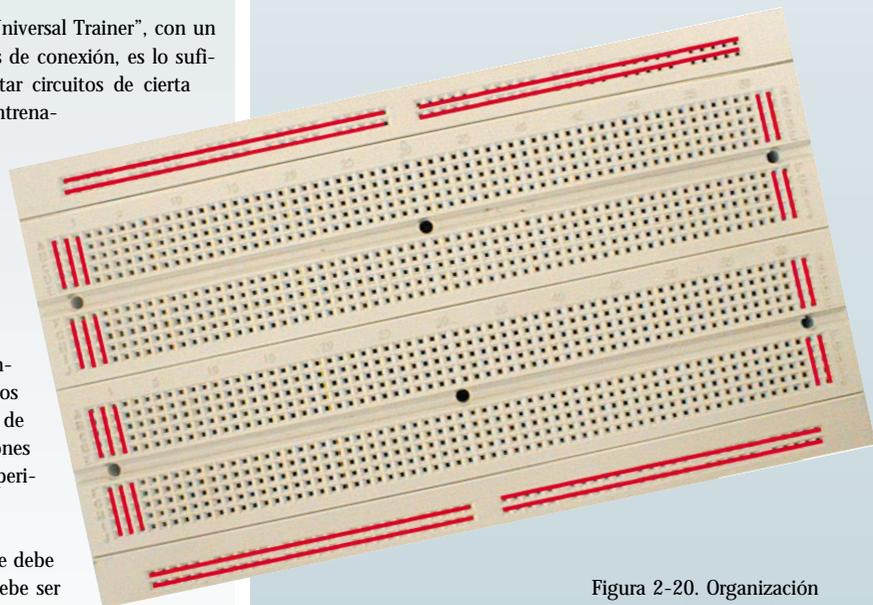


Figura 2-20. Organización del módulo board