



LINTERNA multiuso

Hoy en día gracias al enorme desarrollo y difusión de los diodos LED de alta luminosidad se pueden realizar múltiples sistemas de iluminación de bajo consumo. En este artículo presentamos una linterna gestionada por microprocesador que utiliza 2 grupos de 6 diodos LED de 500 milivatios controlados en modo PWM, consiguiendo así una elevada autonomía. Dispone de varios modos operativos: Iluminación ambiental, luz estroboscópica, señalización de emergencia, S.O.S. luminoso ...

Seguramente muchas de las personas que están leyendo estas líneas han observado alguna vez gente condiriando **bicicletas** al atardecer, e incluso de noche, sin disponer de **iluminación señalizadora posterior**.

Sin darse cuenta estos ciclistas **arriesgan la vida** cuando circulan en la oscuridad o en condiciones de escasa luminosidad, ya que son **difícilmente visibles** por el resto de conductores y por los peatones.

Esta sencilla constatación ha inspirado a un lector de nuestra revista que ha seguido asi-

duamente nuestro **curso** sobre el **microcontrolador ST7 Lite 09**. Partiendo del programa **PWM01.ASM** incluido en el CD-ROM proporcionado con nuestro **Programador LX.1546** (revista **Nº227**) ha realizado una aplicación que creemos muy interesante para todos nuestros lectores, por lo que hemos desarrollado el proyecto que proponemos en este artículo.

Nosotros nos hemos limitado a desarrollar el **hardware** del proyecto y a incluir **comentarios** en el **código fuente** del programa que nos ha proporcionado nuestro lector. Al final del artículo exponemos el código fuente del programa

para que este proyecto no solo sea interesante como **dispositivo** a utilizar sino como una aplicación muy útil para los interesados en el **desarrollo** de circuitos con **microcontroladores ST7**. Además, de forma sencilla se podrá **adaptar** a las necesidades particulares de cada uno.

Este dispositivo no solo es útil para los **ciclistas**, también para las personas que practican **footing** o actividades similares en horas cercanas al **amanecer** o al **crepúsculo**. Estas personas seguramente, en alguna ocasión, han sufrido o han estado a punto de sufrir algún percance debido a que alguien no los ha visto. Sin duda también sería interesante que señalaran su posición mediante un elemento luminoso bien visible.

Lo mismo se puede decir para las personas que utilizan las **mountain bikes**, ya que al **no** estar normalmente dotadas de **luces posteriores** ge-

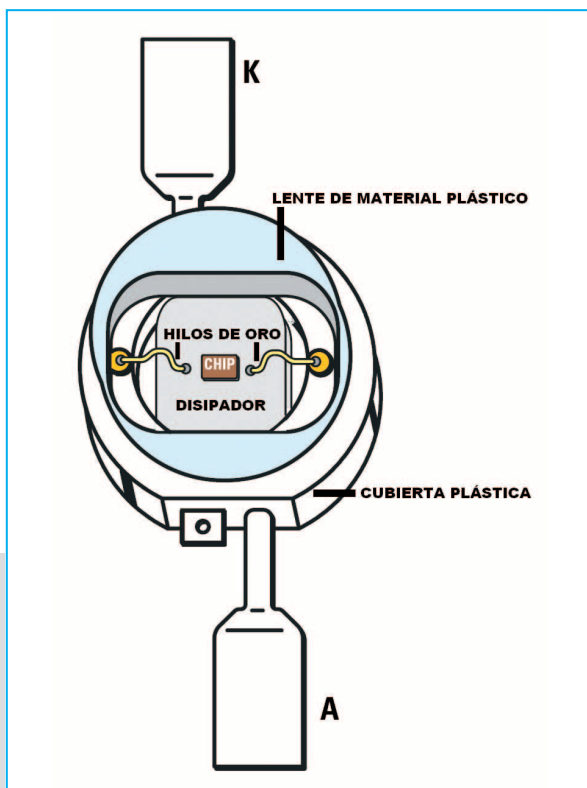
neran riesgo de peligrosos accidentes cuando circulan en condiciones de poca visibilidad.

En este caso también puede ser útil contar con un pequeño dispositivo señalizador que emita luz roja y que se acople al **cinturón** o a la parte posterior de la **bicicleta** para que pueda ser vista a distancia.

Sin duda hay muchas circunstancias en la vida cotidiana en las que es conveniente disponer de un dispositivo de este tipo.

Una situación realmente peligrosa en la cual es muy importante la señalización se produce cuando nos vemos obligados a parar en el **arcén** al sufrir una **avería** en el **automóvil** durante un trayecto. No estaría de más **complementar** los **triángulos reglamentarios** con un señalizador luminoso amarillo o naranja inter-

con **DIODOS LED**



mitente, intensificando de esta forma la señalización de emergencia y así contribuir a evitar consecuencias dramáticas.

También pueden encontrar útil este dispositivo quienes tienen la saludable costumbre de dar un **paseo** después de la **cena**, se sentirán más seguros en sus paseos nocturnos. Además, si pasean con su **mascota**, también podrán prevenir posibles accidentes haciendo esta que lleve un indicador luminoso.

No cabe la menor duda que contar con una **luz intermitente de alta luminosidad y bajo consumo** puede resultar tremendamente útil en

Fig.1 En esta figura se muestra la estructura de un diodo LED de potencia. Su elevada eficiencia hace que estos dispositivos se utilicen cada día más en sistemas de iluminación, ya que a igual intensidad luminosa consumen menos energía que otros sistemas.

cualquier situación en la que sea necesario señalar situaciones de peligro tales como **hoyos, obstáculos, obras** ... en resumen una gran cantidad de diferentes escenarios.

Nuestra LINTERNA

Partiendo de estas consideraciones y aplicando las nociones de programación adquiridas con nuestro curso sobre **ST7 Lite** nuestro lector ha proyectado la **linterna multiuso** que aquí presentamos, cuyo hardware hemos desarrollado nosotros.

La primera cuestión a destacar es que en lugar de utilizar las **lámparas halógenas** o las **bombillas de incandescencia** que incluyen comúnmente las linternas eléctricas nosotros hemos utilizado un grupo óptico formado por **dos filas de 6 diodos LED blancos de alta luminosidad** con una potencia de **500 milivatios** cada uno, controlados mediante una señal **PWM** (Pulse Width Modulation) generada por un micro, tal como se muestra en la Fig.2.

Esta solución es particularmente interesante ya que permite obtener una **eficiencia luminosa muy elevada** y, al mismo tiempo, un notable **ahorro** en el **consumo** de las pilas. Como consecuencia la linterna dispone de una **gran autonomía**.

A las dos filas de diodos LED blancos se le aplican **capuchas catadióptricas de colores diferentes** en función de la aplicación a la que está destinada la linterna. De esta forma el color de la luz emitida será el color de los catadióptricos instalados.

Se puede **elegir** cual de las **dos filas** utilizar a través de **conmutador deslizante**.

Al estar gestionada por un microcontrolador la linterna puede realizar múltiples funciones, en concreto puede trabajar en los siguientes **modos**:

- **Modo Continuo**: La fila de diodos LED seleccionada con el conmutador trabaja **constantemente** en **PWM**, consiguiendo así un efecto de **luminosidad ambiental**. Resulta muy eficaz para iluminar con una luz difusa un entorno de pequeñas dimensiones, como una

tienda de campaña o el interior de una autocaravana, con un consumo muy reducido.

- **Modo Pulsador**: Permite utilizar la linterna **enciendiendo y apagando** la fila de diodos LED seleccionada actuando sobre un **pulsador**. Accionando el pulsador se pueden crear señales luminosas codificadas para transmitir a distancia mensajes, por ejemplo utilizando el código Morse.

- **Modo Alterno**: Los 6 diodos LED de la fila seleccionada se encienden **alternativamente** en **grupos de 3**, creando así un efecto luminoso bastante **visible a distancia**, muy útil para señalar un **obstáculo** en condiciones de **escasa visibilidad**. La frecuencia de la alternancia puede ajustarse entre un **mínimo** de unos **2,5** ciclos por segundo hasta un **máximo** de unos **7** ciclos por segundo.

- **Modo Intermitente**: Enciende y apaga **secuencialmente** una **fila completa** de diodos LED. Muy útil por ejemplo, utilizando **catadióptricos amarillos**, para señalar una **parada de emergencia**. Puede ajustarse desde una frecuencia **mínima** de **0,5** ciclos por segundo a una frecuencia **máxima** de **2** ciclos por segundo.

- **Modo Estroboscópico**: Produce una **intermitencia rapidísima** de una fila de **6 diodos LED**, generando así el conocido **efecto estroboscópico**, en este caso ajustable entre un **mínimo** de **9** impulsos por segundo hasta un **máximo** de **30** impulsos por segundo.

- **Modo SOS**: Emite automáticamente en **código Morse** el clásico **mensaje S.O.S.** formado por la sucesión de tres impulsos breves (**tres puntos**) seguidos por tres impulsos largos (**tres rayas**) y por otros tres impulsos breves (**tres puntos**). El mensaje se **repite continuamente** de forma automática. Su **frecuencia** también es **ajustable**.

La linterna está equipada con **6 catadióptricos transparentes** y de **6 catadióptricos rojos** para cubrir los diodos LED. No obstante a quienes lo deseen, bajo petición expresa, les podemos proporcionar catadióptricos **verdes, azules** y **amarillos**. De esta forma la linterna tendrá los colores de luz que cada uno desee.

Algunas aplicaciones de la linterna LED de alta luminosidad



Mountain Bike



Acampadas



Trabajos nocturnos



Patinadores



Automóvil



Paseos por la noche



Deporte



Transporte especial



etc, etc ...

La luz **ELECTRÓNICA** que permite **AHORRAR ENERGÍA**



Recientemente están apareciendo muchos dispositivos de iluminación (faros posteriores de automóviles, semáforos, linternas, lámparas domésticas, etc.) que utilizan grupos de **diodos LED de alta luminosidad** en lugar de las comunes lámparas de **incandescencia**. La razón es que tienen mucha más **fiabilidad** y **duración**, además de precisar menos **energía** para emitir la misma cantidad de luz.

Estos hechos son solo la punta del iceberg. Se trata de un fenómeno destinado a expandirse cada vez más revolucionando por completo las **técnicas de iluminación**. No es exagerado, ni mucho menos, afirmar que estamos a punto de asistir a un cambio similar al que se produjo cuando aparecieron las primeras lámparas de filamento fabricadas con **tungsteno**.

Detrás de esta renovación tecnológica está el hecho de que las lámparas de **incandescencia** utilizadas en nuestras casas están obsoletas, ya que presentan un **rendimiento** luminoso **bastante bajo**, casi el **90%** de la energía eléctrica absorbida se dispersa en forma de **calor** debido al efecto Joule.

Además, con el paso del tiempo, el filamento, por evaporación, se hace más delgado, reduciendo progresivamente su **eficiencia** y limitando la vida de la lámpara a unos **centenares de horas**.

La cantidad de **luz emitida** por una fuente luminosa se suele medir en **lúmenes**, mientras que la **potencia eléctrica** se mide en **vatios**. La relación entre la intensidad de la luz emitida por una lámpara y la potencia eléctrica absorbida determina su **eficiencia**, que se expresa en **lumen/watt**.

La eficiencia de una lámpara de **incandescencia** no supera generalmente los **20 lumen/watt** mientras que las lámparas **halógenas** tienen unos **25 lumen/watt**. Los **fluorescentes** tienen una eficiencia en torno a **90 lumen/watt**.

En cuanto a la duración, en las lámparas de **incandescencia** está en torno a unas **1000 horas**, unas **3000 horas** en el caso de las lámparas **halógenas** y **10.000 horas** en los **fluorescentes**.

Hoy en día la tecnología de los semiconductores permite producir **diodos LED** de alta luminosidad con eficiencias de **40-60 lumen/watt** y una duración que puede llegar hasta **100.000 horas**.

La causa de esta gran eficiencia luminosa y de la extraordinaria duración es la producción de **luz fría** que efectúa un diodo LED, por lo que **no** hay apenas **dispersión** a causa del efecto térmico. La consecuencia es que prácticamente toda la energía eléctrica se transforma en energía luminosa, característica determinante por quienes buscan como objetivo el **ahorro energético**.

Se calcula que si en Europa el **30%** de las fuentes luminosas tradicionales se reemplazase por las nuevas fuentes luminosas con **semiconductores** se podría **ahorrar** una cantidad de energía eléctrica de unos **35.000 Gigavatios/hora** cada **año**, energía similar a la producida por **7 centrales eléctricas** de gran tamaño.

Además se evitaría la emisión a la atmósfera de unos **25 millones de toneladas de CO₂** al año, evitando así la progresión del efecto invernadero y sus consecuencias.

Se prevé un progreso de la tecnología que permita a estos dispositivos igualar la eficiencia de los **fluorescentes**, a los que supera en **robustez**, **fiabilidad** de funcionamiento en un rango más amplio de temperaturas y **encendido instantáneo**. No solo presenta estas ventajas, son muchas más:

- **Seguridad:** Se alimentan con tensiones inferiores.
- **Ausencia de polución:** Los diodos LED no contienen **gas** ni **mercurio**. Además no emiten radiointerferencias.
- **Resistencia:** Son inmunes a la humedad y a las vibraciones. Además **no** precisan **mantenimiento**.
- **Mejor iluminación:** Encendido **instantáneo**, emisión de **luz limpia** (sin componente infrarrojo o ultravioleta), **colores nítidos y brillantes**.

Estas características, unidas al **reducido consumo**, convierten a esta tecnología en una herramienta muy importante para un uso inteligente de la energía y, sin duda, está destinado a ser uno de los sistemas de iluminación del futuro.

... un poco de historia

Descubierto en **1962** por **Nick Holonyak** (científico americano creador del primer **láser** de **luz visible** con semiconductores y autor de muchísimas investigaciones en el campo de los semiconductores) el **diodo LED** explota las propiedades del **silicio**, que, en condiciones muy concretas, es capaz de emitir **luz**.

Para realizar un **diodo LED** se parte, al igual que para realizar un diodo rectificador, de una finísima lámina de **silicio** en la que se realiza, por dopaje con **impurezas** especiales, una unión **P-N**.

Aplicando a los contactos de esta unión que forma el diodo una tensión de polarización directa que supere el valor **umbral** el diodo entra en **conducción**. La corriente que lo atraviesa provoca en su interior una serie de **recombinaciones** entre las cargas eléctricas generadas por el dopaje del semiconductor, es decir entre los **electrones** presentes en la zona **N** y los **huecos** presentes en la zona **P**.

La diferencia entre un **diodo LED** y un **diodo rectificador** es que el dopaje de la conexión se realiza de forma que la recombinación de un electrón con un hueco en lugar de producir energía **térmica** emite un **fotón**, es decir una radiación luminosa.

La **longitud de onda** de la luz emitida y la **tensión de umbral** del diodo LED dependen de la diferencia entre los niveles energéticos de los electrones y de los huecos, y, por tanto, del tipo de **impurezas** utilizado para el dopaje.

Los primeros diodos LED producidos a nivel industrial aparecieron en **1969**. Estaban compuestos de un sustrato de **Arseniuro de Galio** y de una capa de **Arseniuro de Galio-Fósforo** que les otorga la característica luz de color **rojo**.

Desde entonces se han utilizado ampliamente como **indicadores luminosos** en los paneles de los dispositivos electrónicos, en la realización de **displays** de **siete segmentos** o como **transductores opto-electrónicos**, convirtiéndose, junto a los transistores y a los circuitos integrados, en los principales exponentes de la nueva tecnología de los semiconductores.

En los años siguientes (**1970-74**) la producción de estos dispositivos toma un gran impulso, apareciendo los **diodos LED naranjas, amarillos y verdes**. En los **ochenta** la tecnología mejora la **potencia** de emisión luminosa, no siendo sufi-



ciente aún para utilizarlos como dispositivos de iluminación.

Fue a principios de los **noventa** cuando el aumento de la calidad permitió empezar a utilizarlos como pequeños **sistemas de iluminación**. En este periodo, con nuevas sustancias de dopaje, aparecen **nuevos colores** y se mejora su **eficiencia luminosa**.

Con la utilización del **Nitruro de Galio** se producen los primeros **diodos LED azules**. El color **azul** combinado con el color **rojo** y con el color **verde** forman un conjunto de colores primarios que permiten obtener **cualquier otro color** y, además, generar **luz blanca**.

Una característica diferencial de la luz blanca generada por un diodo LED con respecto a cualquier otra fuente luminosa es que no genera emisiones secundarias **infrarrojas** ni **ultravioletas**. Esto es extremadamente interesante donde se precise una luz de **bajo impacto ambiental**, por ejemplo en la iluminación de museos y zonas arqueológicas.

Hoy en día la tecnología de los semiconductores permite la fabricación de diodos LED de **elevada potencia** y **alta eficiencia luminosa**, capaces de generar **luz visible** de cualquier color, e incluso **luz infrarroja** o **ultravioleta**, extendiendo el horizonte de utilización de estos dispositivos hasta lugares insospechados.

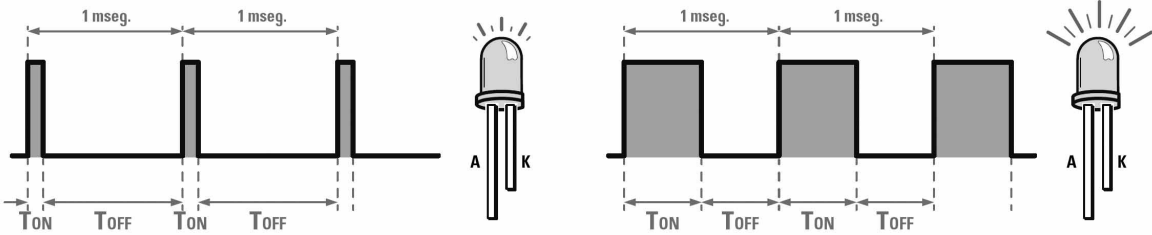


Fig.2 Utilizando la técnica PWM se pueden controlar diodos LED mediante impulsos de corriente muy elevada, valores que no pueden utilizarse aplicando señales continuas. Esta técnica permite reducir el valor de la resistencia limitadora conectada en serie al diodo LED, permitiendo así llevar cantidades mayores de energía eléctrica y, por tanto, obtener valores mayores de energía luminosa. Además variando el duty-cycle de los impulsos (relación T/ON-T/OFF) se puede regular la luminosidad.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Como se puede observar el esquema eléctrico de la linterna es tremendamente simple (ver Fig.3).

Antes de analizar detalladamente el circuito vamos a exponer de forma general sus principios de funcionamiento.

La linterna dispone de **2 grupos de 6 diodos LED blancos de alta luminosidad de 500 milivatios** cada uno (DL1-DL6 y DL7-DL12).

Para utilizar la linterna como **iluminación ambiental** hay que instalar **catadióptricos transparentes** sobre un grupo de **6 diodos LED**.

En el caso de que se desee utilizar la linterna como sistema de **iluminación posterior** señalizadora en un **vehículo**, por ejemplo en una **mountain bike**, hay que instalar **catadióptricos rojos** sobre un grupo de **6 diodos LED**.

Ahora bien, si se quiere utilizar como **señalizador de emergencia** hay que instalar **catadióptricos amarillos** sobre uno de los grupos de **6 diodos LED**.

Cada uno de los **grupos de diodos LED** funciona de forma **independiente, seleccionando** uno de los dos a través del **conmutador deslizante S2**.

Una vez elegidos los colores de la linterna, accionando secuencialmente el pulsador **MODE** se puede seleccionar uno de los 6 siguientes **modos operativos**:

Continuo
Pulsador

Alternativo
Intermitente
Estroboscópico
SOS

NOTA: Cuando se **enciende** la linterna automáticamente se pone en **modo Continuo** con una **luminosidad** ligeramente inferior al valor **máximo**.

Estando en **modo Continuo** se puede **modificar** la **intensidad** de la **luz emitida** a través de las teclas **+** y **-**. Esta acción se realiza modificando el **duty-cycle** de la señal **PWM** aplicada a los **diodos LED** (ver Fig.2).

NOTA: La variación de la luminosidad **no** se realiza **manteniendo pulsadas** las teclas **+** y **-** sino **presionando varias veces consecutivas** estas teclas.

Al disponer de regulación de intensidad, variando el **duty-cycle**, se puede reducir la luminosidad cuando sea preciso, consiguiendo de esta forma un **ahorro considerable de energía**.

NOTA: El **valor** de **luminosidad** ajustado en **modo Continuo** es utilizado en el resto de modos de la linterna. Por tanto si se quiere variar la luminosidad de cualquier modo operativo hay que ajustarla **previamente** en **modo Continuo** y luego cambiar al modo deseado.

En los modos **Pulsador**, **Alternativo**, **Estroboscópico** y **SOS** la luminosidad no puede ajustarse mediante las **teclas + y -** ya que se utilizan para ajustar la **frecuencia de parpadeo**.

Hay que tener presente que si se selecciona el **modo Pulsación** la linterna solo se ilumina

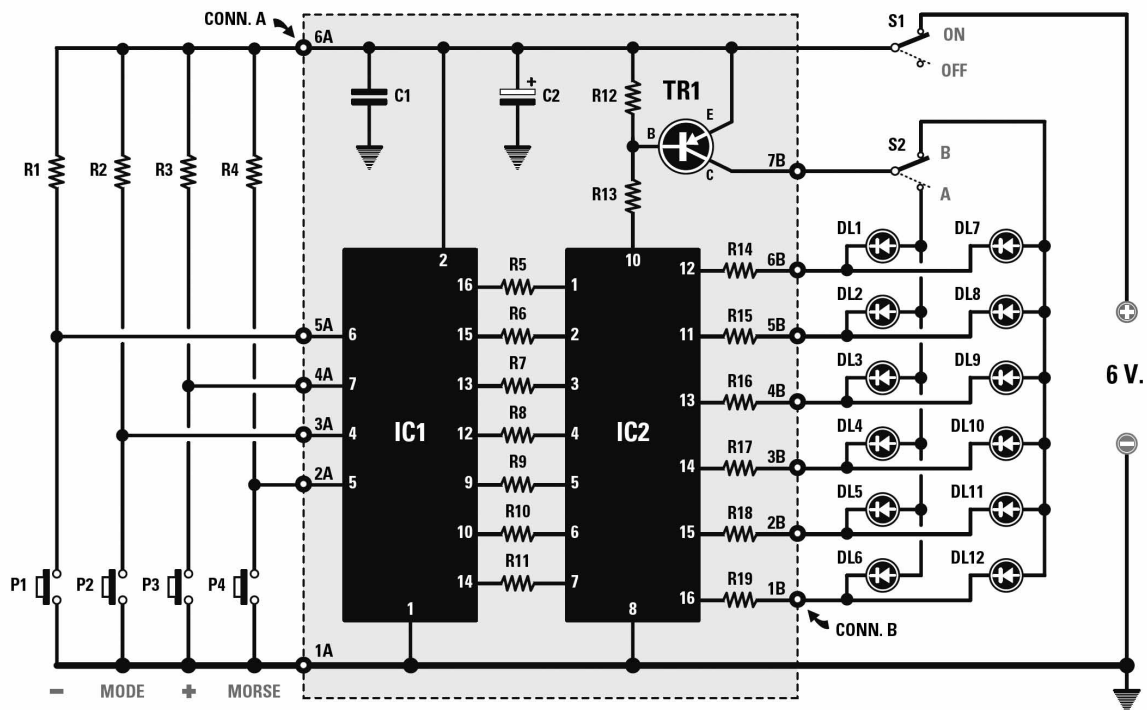


Fig.3 Esquema eléctrico de la linterna multiuso con diodos LED. El software que administra el microcontrolador ST7 Lite puede modificarse (el código fuente se encuentra en las páginas finales del artículo).

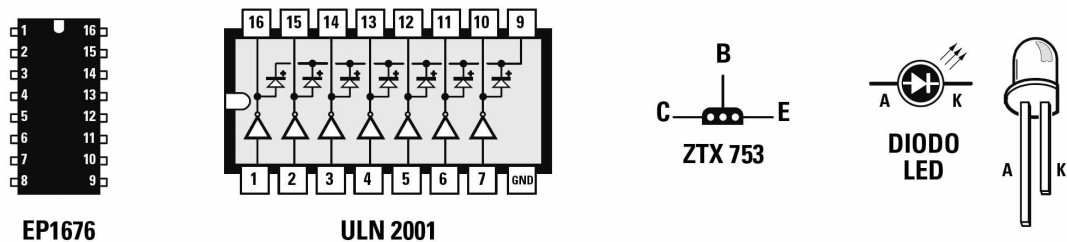


Fig.4 Conexiones del microcontrolador ST7 (EP.1676), del integrado ULN.2001 y del transistor ZTX.753.

LISTA DE COMPONENTES LX.1676/A - LX.1676/B

R1-R4 = 10.000 ohmios 1/8 vatio (*)
 R5-R11 = 4.700 ohmios 1/8 vatio
 R12 = 4.700 ohmios 1/8 vatio
 R13 = 470 ohmios 1/8 vatio
 R14-R19 = 22 ohmios 1/8 vatio
 C1 = 100.000 pF poliéster
 C2 = 100 microF. electrolítico

DL1-DL12 = Diodos LED alta luminosidad (*)
 IC1 = Micro ST7 programado (EP.1676)
 IC2 = Integrado ULN.2001A
 TR1 = Transistor PNP ZTX.753
 P1-P4 = Pulsador (*)
 S1 = Conmutador 2 posiciones (*)
 S2 = Conmutador 2 posiciones (*)

NOTA: Los componentes marcados con un **asterisco (*)** se han de montar en el circuito impreso LX.1676/B.

mientras se activa el pulsador **MORSE**. Accionando este pulsador se pueden generar señales luminosas **codificadas**.

Una vez detallados estos aspectos pasamos a la descripción del esquema eléctrico.

El **corazón** del circuito es el **microcontrolador ST7 Lite** convenientemente **programado (IC1)**.

A los terminales **4-5-6-7** del micro se conectan los **pulsadores** que permiten ejecutar las diferentes funciones de la linterna: **MODE (P2)**, **MORSE (P4)**, - (**P1**) y + (**P3**).

Cuando se presiona uno de los **4** pulsadores la tensión de **6 voltios** procedente de las cuatro pilas de **1,5 voltios** conectadas en serie se lleva, a través de las resistencias **R1-R2-R3-R4**, a las **entradas** del **microcontrolador** activando la función correspondiente.

Las **6 funciones** de la linterna están programadas en **secuencia**. Cada vez que se presione el pulsador **MODE** se pasa a la **función siguiente**. Si se presiona **MODE** estando en la última función se vuelve a seleccionar la primera función.

Los terminales de salida **9-10-12-13-14-15-16** del microcontrolador (**IC1**) se conectan, a través de las 7 resistencias **R5-R11**, a los terminales **1-2-3-4-5-6-7** del integrado **ULN2001A (IC2)**, un **driver** que permite controlar, mediante los Darlington open collector contenidos su interior, el encendido de uno de los grupos de **6 diodos LED (DL1-DL6** o bien **DL7-DL12)** conectados a sus terminales de salida **11-12-13-14-15-16**.

El encendido del grupo de diodos LED seleccionado se produce del siguiente modo: En el terminal **14** del microcontrolador (**IC1**) está presente la señal **PWM** con una frecuencia de **1.000 Hz**, señal que es transmitida al terminal **7** del integrado **IC2**.

El terminal de **salida** de **IC2** está conectado, mediante la resistencia **R13**, a la Base del transistor PNP **TR1**.

El **duty-cycle** de cada impulso **PWM** puede ajustarse cuando la linterna está en **modo Continuo** entre un mínimo de un **5%** y un máximo del **50%** (ver Fig.2).

Cuando en el terminal **14** de **IC1** hay un **nivel lógico 1** con una duración **T/ON** en el terminal **10** de **IC2** hay un **nivel lógico 0** de igual duración. Como consecuencia el transistor PNP **TR1** entra en conducción.

En estas condiciones la tensión de las pilas es aplicada al grupo de diodos LED seleccionado mediante el conmutador **S2** durante el tiempo **T/ON**.

En cambio, cuando en el terminal **14** de **IC1** hay un **nivel lógico 0** con una duración **T/OFF** en el terminal **10** de **IC2** hay un **nivel lógico 1** de igual duración. Como consecuencia el transistor PNP **TR1** entra en **corte** retirando la tensión de las pilas de los diodos LED.

Cuando el programa prevé el **encendido** de los **6 diodos LED** en los terminales de salida **9-10-12-13-15-16** de **IC1** hay un **nivel lógico 1** que provoca un **nivel lógico 0** en los terminales de salida **11-12-13-14-15-16** de **IC2**.

Ahora bien, cuando el programa prevé el **apagado** de los **6 diodos LED** en los terminales de salida **9-10-12-13-15-16** de **IC1** hay un **nivel lógico 0** que provoca un **nivel lógico 1** en los terminales de salida **11-12-13-14-15-16** de **IC2**.

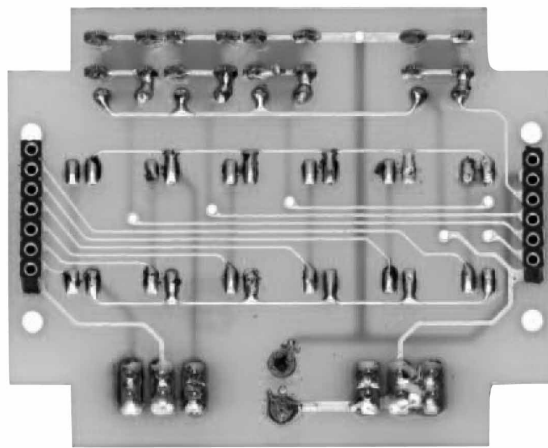
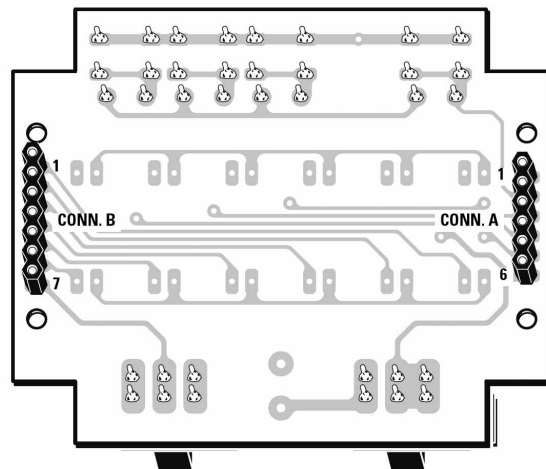
En **serie** a cada **diodo LED** se ha dispuesto una **resistencia de 22 ohmios** cuya función es **limitar** la **corriente** que atraviesa cada LED, corriente que a luminosidad máxima es de unos **50 miliamperios**. Con este valor de corriente la caída de **tensión** en los **diodos LED** es de unos **3,3 voltios**.

NOTA: Hay que tener presente que la **tensión de umbral** de un **diodo LED** varía notablemente en función del tipo de diodo utilizado, como se puede ver en la tabla que adjuntamos.

Color	Tensión de umbral
Rojo	1,8 voltios
Amarillo	1,9 voltios
Verde	2,0 voltios
Naranja	2,0 voltios
Azul / Blanco	3,0 voltios

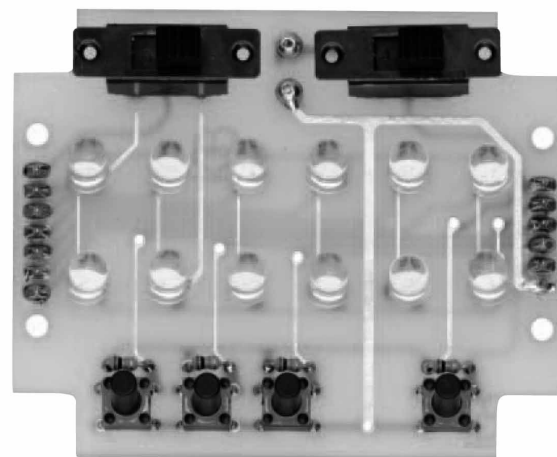
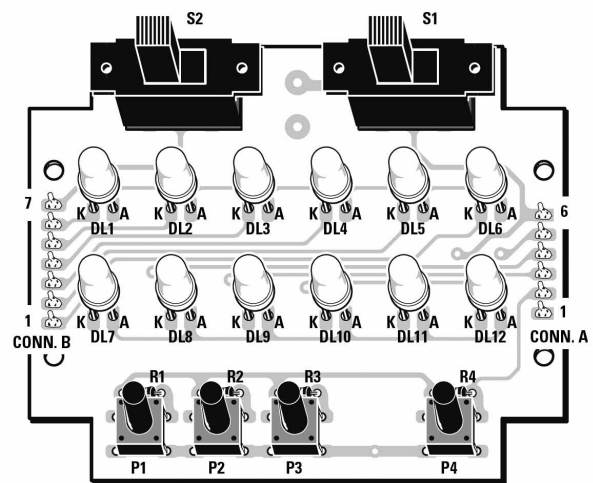
El circuito se completa con el **interruptor de encendido (S1)** conectado en serie a los **6 voltios** de alimentación obtenidos de las cuatro pilas de **1,5 voltios**.

Fig.5 Esquema práctico de montaje del circuito LX.1676/B visto por el lado de las pistas. Se puede apreciar claramente el conector hembra de 6 terminales CONN.A y el conector hembra de 7 terminales CONN.B, ambos utilizados para la conexión del circuito LX.1676/A.



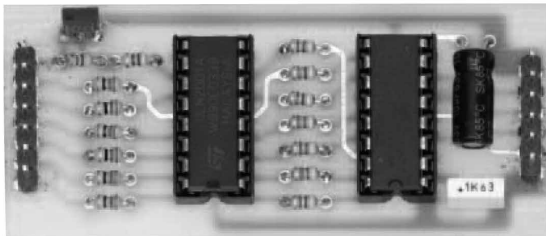
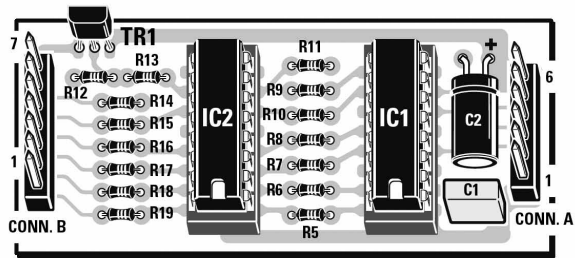
Fotografía del circuito impreso LX.1676/B, visto por el lado de las pistas (izquierda).

Fig.6 Esquema práctico de montaje del circuito LX.1676/B visto por el lado de los componentes. Se puede apreciar claramente el interruptor de encendido S1, el conmutador de selección S2 y los cuatro pulsadores (-, MODE, +, y MORSE).



Fotografía del circuito impreso LX.1676/B, visto por el lado de los componentes (izquierda).

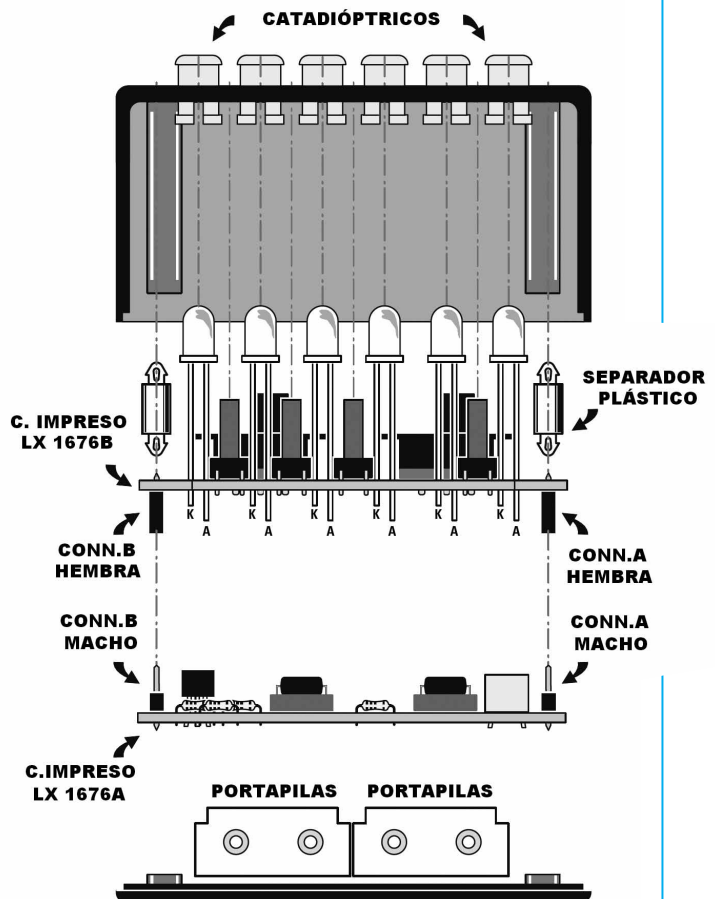
Fig.7 Esquema práctico de montaje del circuito LX.1676/A. Se puede apreciar claramente el conector macho CONN.A y el conector macho CONN.B, ambos utilizados para la conexión del circuito LX.1676/B.



Fotografía del circuito impreso LX.1676/A.

Fig.8 En esta imagen y en las siguientes se representa la secuencia de montaje de todos los elementos dentro del mueble contenedor de la linterna.

La primera operación a realizar es la instalación, en los 12 agujeros practicados en la parte superior del mueble, de los dos conjuntos de diferente color de 6 catadióptricos cada uno. A continuación hay que montar, en el circuito impreso LX.1676/B, los 4 separadores de plástico y los 12 diodos LED (sin soldarlos de momento).



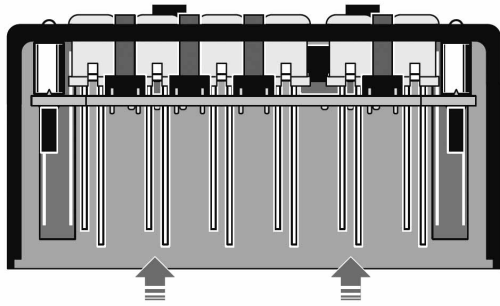


Fig.9 Una vez instalados los catadióptricos hay que encajar y alinear los diodos LED. Para realizar correctamente estas operaciones es conveniente leer detenidamente el artículo.

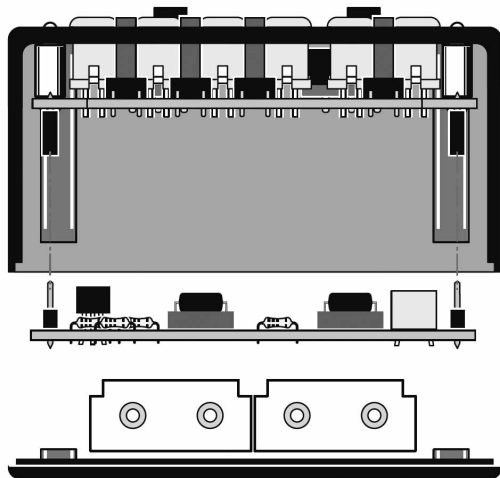


Fig.10 Ahora se puede proceder a realizar la soldadura de los diodos LED, cortando el excedente de sus terminales. Por último hay que instalar el circuito impreso LX.1676/A sobre la placa LX.1676/B.

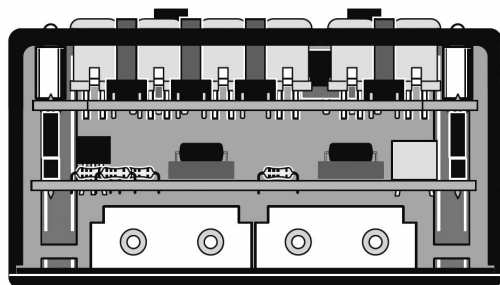


Fig.11 Sección lateral del mueble una vez completado el montaje. Para mantener encajados de forma óptima los diferentes elementos es aconsejable instalar un trozo fino de esponja entre las pilas y el circuito LX.1676/A.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

La parte más importante del montaje es la realización de una correcta **alineación** de los **12 diodos LED** de alta luminosidad. Esta operación se efectúa fácilmente siguiendo nuestras indicaciones.

En primer lugar hay que tomar el circuito que soporta los **diodos LED (LX.1676/B)**. Ahora hay que soldar, en la cara de las **pistas**, el conector hembra de 7 terminales **CONN.B** y el conector hembra de 6 terminales **CONN.A** (ver Fig.5).

El resto de elementos se montan en la cara de los **componentes** del circuito impreso. Aconsejamos comenzar montando las cuatro resistencias de **10 kilohmios R1-R2-R3-R4**, los dos conmutadores deslizantes **S1-S2** y los cuatro pulsadores **P1-P2-P3-P4** (ver Fig.6).

Acto seguido se pueden instalar, en los agujeros correspondientes, los **4 separadores de plástico**.

Llegado este punto hay que insertar en sus alojamientos los **12 diodos LED** blancos de alta luminosidad, teniendo mucho cuidado en respetar su **polaridad**, indicada por el terminal más largo, esto es el **Ánodo** (ver Fig.6).

Una vez insertados los diodos LED, **antes de soldarlos**, hay que **alinearlos** adecuadamente.

Nuestra experiencia aconseja, para realizar un montaje más optimizado, **no** realizar inmediatamente la **soldadura** de los diodos, sino arrinconar temporalmente este circuito y pasar al montaje del pequeño impreso base **LX.1676/A** (ver Fig.7).

En este caso, como siempre, aconsejamos comenzar el montaje con la instalación de los **zócalos** para los integrados (**IC1-IC2**). A continuación se puede montar el conector macho de **6 terminales CONN.A** y el conector macho de **7 terminales CONN.B**.

Acto seguido se puede proceder al montaje de las **resistencias**, del **condensador de poliéster** y del **condensador electrolítico**, respetando en este caso la **polaridad** de sus terminales (el terminal más **largo** correspondiente al polo **positivo**).

Por último hay que soldar el transistor **TR1**, orientando hacia **arriba** la parte **plana** de su cuerpo (ver Fig.7).

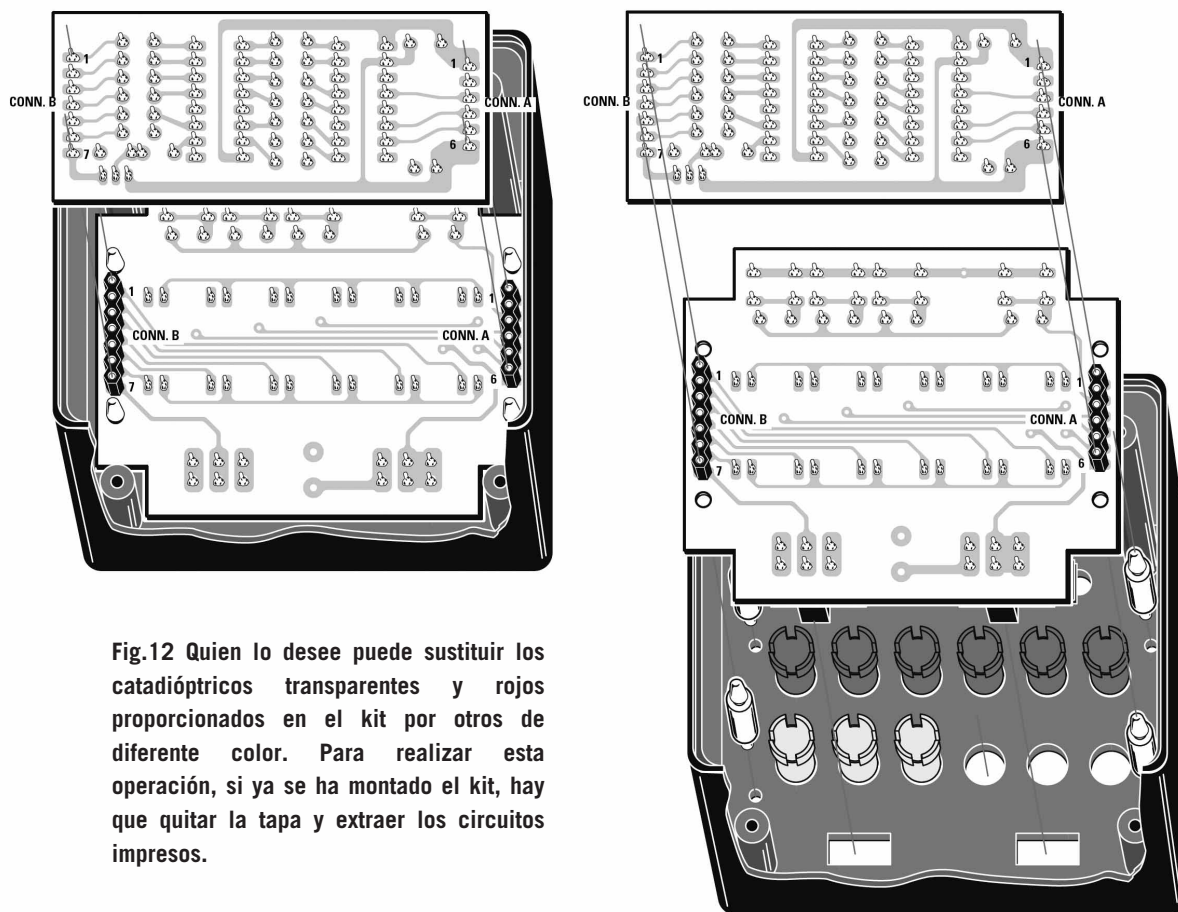


Fig.12 Quien lo desee puede sustituir los catadióptricos transparentes y rojos proporcionados en el kit por otros de diferente color. Para realizar esta operación, si ya se ha montado el kit, hay que quitar la tapa y extraer los circuitos impresos.

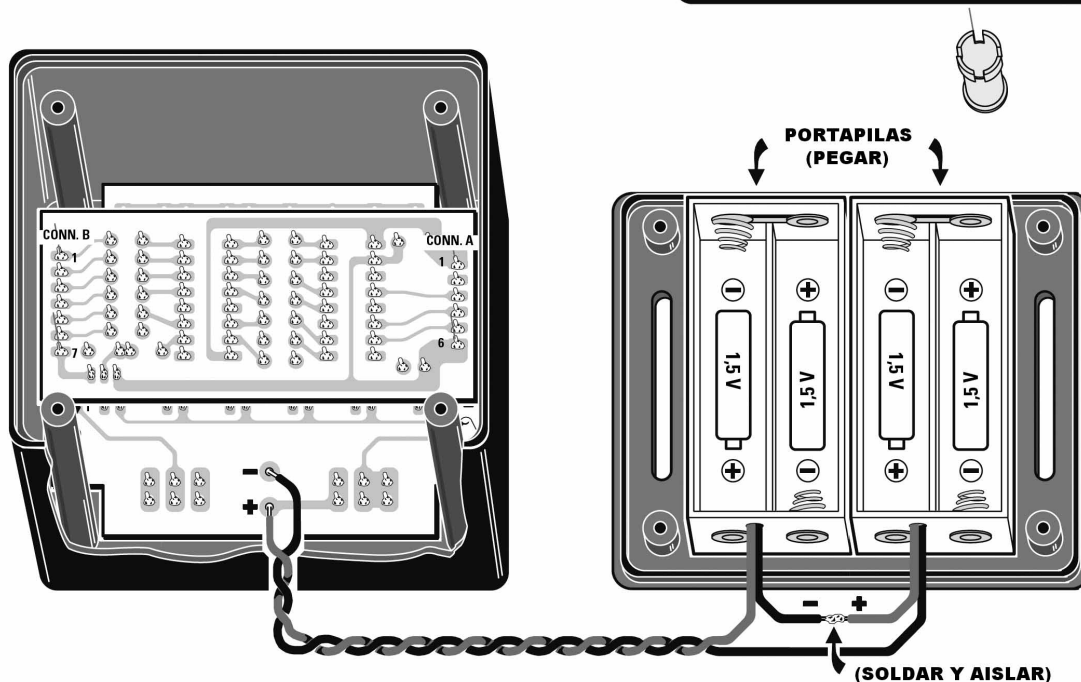


Fig.13 Una vez fijados los dos portapilas a la tapa posterior del mueble con cinta aislante hay que interconectarlos en serie y conectar los cables resultantes de la asociación al circuito impreso LX.1676/B.

Una vez soldados todos los componentes ya se pueden instalar, en sus correspondientes zócalos, los integrados **IC1** e **IC2**, orientando sus **muecas** de referencia en forma de **U** hacia **abajo**.

Es el momento de volver al circuito **LX.1676/B** y proceder a realizar la **alineación** de los **diodos LED**, tal como se muestra en las **Figs.8-9-10-11**.

La primera operación a realizar es aplicar al **panel delantero** del mueble contenedor de la linterna la película de plástico autoadhesivo que incluye la **serigrafía** de las funciones y al **panel posterior** la etiqueta autoadhesiva en la que está reproducido el **código Morse**.

A continuación hay que insertar, en los **12** agujeros del panel, los **catadióptricos plásticos**, tal como se indica en la Fig.8.

Ahora hay que coger el circuito **LX.1676/B** e instalarlo dentro del mueble contenedor, haciendo que todos los **diodos LED** encajen en sus correspondientes **catadióptricos** (ver Fig.8).

Acto seguido, manteniendo el circuito impreso orientado hacia arriba, hay que empujar hacia abajo uno a uno todos los **catadióptricos** y hacia arriba uno a uno todos los **diodos LED**, de manera que el cuerpo de cada diodo LED quede perfectamente instalado en los catadióptricos, y estos en el panel (ver Fig.9).

Una vez encajados todos los diodos LED hay que presionar hacia arriba el circuito **LX.1676/B** de modo que los **4 separadores de plástico** se introduzcan en los correspondientes agujeros del mueble contenedor, quedando así **fijado** el circuito.

Ahora se puede proceder a realizar la **soldadura** de los terminales de los **diodos LED**, teniendo mucho cuidado en no provocar cortocircuitos (ver Fig.10).

Para insertar el circuito **LX.1676/A** sobre el circuito **LX.1676/B** solo hay que enchufar los conectores **macho CONN.A** y **CONN.B** presentes en el circuito **LX.1676/A** en los conectores **hembra CONN.A** y **CONN.B** presentes en el circuito **LX.1676/B**.

La fase siguiente del montaje consiste la **fijación** de los **dos portapilas** en el interior del mueble. Para realizar esta operación se puede

utilizar cinta aislante, teniendo la precaución de que los **cables rojos** y los **cables negros** salgan por el **mismo lado** (ver Fig.13).

Después hay que conectar el **cable negro** de un portapilas al **cable rojo** del otro portapilas.

Luego se ha de soldar el **cable rojo** y el **cable negro restantes** a los terminales correspondientes del circuito impreso **LX.1676/B**, teniendo mucho cuidado en no invertir la **polaridad** (ver Fig.13).

Después de instalar las **4 pilas** es aconsejable, antes de apoyar la tapa y de fijarla al mueble mediante tornillos, colocar una **fina esponja** entre las pilas y el circuito impreso **LX1676/A**. De esta forma la presión ejercida hará que pulsadores y los conmutadores sobresalgan del panel adecuadamente.

Ya se puede utilizar la linterna para la aplicación que cada uno considere más oportuna.

La linterna se puede complementar con un **cinturón** de unos **3 cm** de **ancho**, haciéndolo pasar por los **ojales** del mueble. De esta forma se puede fijar la linterna, por ejemplo, a un **brazo**, a la **cintura** o al **chasis** de un **vehículo**.

NOTA: El **código fuente** del programa de control de la linterna se encuentra en las páginas siguientes (**rutina** de administración **PWM** y tablas de **datos**).

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1676: Precio de todos los componentes necesarios para realizar la **linterna con diodos LED**, esto es, circuito base **LX.1676/A** (ver Fig.7) y circuito de soporte LED **LX.1676/B** (ver Figs.5-6), incluyendo los **2** circuitos impresos, micro **ST7 Lite** programado (**EP.1676**), **12** diodos LED blancos de alta luminosidad, **6** catadióptricos transparentes y **6** catadióptricos rojos79,35 €
MO.1676: Precio del mueble contenedor con panel perforado25,95 €
LX.1676/A: Circuito impreso2,90 €
LX.1676/B: Circuito impreso5,75 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

NOTA: También podemos proporcionar, bajo petición expresa, **catadióptricos** de color **amarillo, verde y azul**.

LINTERNA MULTIUSO - INSTRUCCIONES de la GESTIÓN PWM

En el siguiente listado se reproducen las instrucciones correspondientes a la parte de control del programa, es decir a la gestión PWM.

```

Atovl_int
        bres    ATCSR,#2                ; resetear el flag
                                           ; overflow
        ld     y,CONTAP                ;
        ld     a,([PUN1TH.W],y)        ; carga el duty
        ld     DCR0H,a                 ; carga parte alta del valor
        ld     a,([PUN2TH.W],y)        ; carga el duty
        ld     DCR0L,a                 ; carga parte baja del valor

        btjt   FLAMOD,#0,Ato_set        ; MODO CONTINUO
        btjf   FLAMOD,#1,Ato_pun        ;
        btjt   PORT_B,#1,Ato_res        ; MODO PULSADOR
        jp     Ato_set                  ; SI PB1=1 LED APAGADO
Atovl_int
                                           ; PB1=0 LED ENCENDIDO
                                           ;-----
        dec    NRLAMP                  ; PRESCALER
        jreq   Atovl_lam                ;
        iret                               ;=====
Atovl_int
                                           ;-----
        btjf   FLAMOD,#5,Ato_ris        ; SI MODO SOS
        inc    PER12                    ; MODO SOS
        ld     a,PER12                  ;
                                           ;=====
        cp     a,#5                      ;
        jreq   tst5                      ;
        cp     a,#12                     ;
        jreq   tst12                     ;
        jp     Ato_ris                    ;
tst5
                                           ;-
        ld     a,#TB_SOS1.h              ; puntero de la tabla
        ld     PUNMOD,a                  ;
        ld     a,#TB_SOS1.1             ; puntero de la tabla
        ld     PUNMO1,a                  ;
        jp     tstssg                    ;
tst12
                                           ;-
        ld     a,#TB_SOS.h              ; puntero de la tabla
        ld     PUNMOD,a                  ;
        ld     a,#TB_SOS.1              ; puntero de la tabla
        ld     PUNMO1,a                  ;
        clr    PER12                     ;
tstssg
                                           ;-
        call   tstssg                    ;
                                           ;=====
        ;cp    a,#12                      ;
        ;jrne  Ato_ris                    ;
        ;clr   PER12                      ;
Atovl_int
        btjt   FLAGLE,#0,Ato_set        ; flip/flop
                                           ; LED APAGADO

```

```

Ato_res                                ;-----
btjf  FLAMOD,#2,Ato_rrr                ; SI MODO ALTERNO
Ato_135  bres  PORT_A,#0                ; PA0 = LED 0 APAGADO
        bset   PORT_A,#1                ; PA1 = LED 1
        bres   PORT_A,#3                ; PA3 = LED 2 APAGADO
        bset   PORT_A,#4                ; PA4 = LED 3
        bres   PORT_A,#6                ; PA6 = LED 4 APAGADO
        bset   PORT_A,#7                ; PA7 = LED 5
        ired   ;>>>>
Ato_rrr                                bres  PORT_A,#0                ; PA0 = LED 0
        bres   PORT_A,#1                ; PA1 = LED 1
        bres   PORT_A,#3                ; PA3 = LED 2
        bres   PORT_A,#4                ; PA4 = LED 3
        bres   PORT_A,#7                ; PA7 = LED 4
        bres   PORT_A,#6                ; PA6 = LED 5
        ired   ;>>>>
                                ; LED ENCENDIDO
Ato_set                                ;-----
btjf  FLAMOD,#2,Ato_sss                ; SI MODO ALTERNO
Ato_024  bset   PORT_A,#0                ; PA0 = LED 0 ENCENDIDO
        bres   PORT_A,#1                ; PA1 = LED 1
        bset   PORT_A,#3                ; PA3 = LED 2 ENCENDIDO
        bres   PORT_A,#4                ; PA4 = LED 3
        bset   PORT_A,#6                ; PA6 = LED 4 ENCENDIDO
        bres   PORT_A,#7                ; PA7 = LED 5
        ired   ;>>>>
Ato_sss                                bset   PORT_A,#0                ; PA0 = LED 0
        bset   PORT_A,#1                ; PA1 = LED 1
        bset   PORT_A,#3                ; PA3 = LED 2
        bset   PORT_A,#4                ; PA4 = LED 3
        bset   PORT_A,#6                ; PA6 = LED 4
        bset   PORT_A,#7                ; PA7 = LED 5
        ired   ;>>>>
Atovl_lam                                ;----
                                ; TON/TOF
                                ;-----
        ld    a,VALPRE                  ;
        ld    NRLAMP,a                  ; PRESCALER
                                ;-----
        dec   WONLED                    ; DEC
        jreq  At_ovl                    ;
        ired   ;>>>>
At_ovl
        btjf  FLAGLE,#0,Ato_ton         ; flip/flop
                                ;--
        ld    a,VALTOF                  ; valor variable de T-OFF
        ld    WONLED,a                  ;
        bres  FLAGLE,#0                 ; Flag = 0 TOFF
        jp    Ato_rie
Ato_ton                                ;—
        ld    a,VALTON                  ; valor variable de T-ON
        ld    WONLED,a                  ;
        bset  FLAGLE,#0                 ; Flag = 0 TOFF
        jp    Ato_rie
                                ;-----

```


TABLAS de VALORES PROGRAMADOS

A continuación reproducimos las tablas que contienen los valores utilizados por el programa para realizar cada una de las 6 diferentes funciones de la linterna. La primera tabla corresponde a la gestión PWM, las tablas siguientes contienen los valores relativos al tiempo y a la luminosidad de cada modo, valores que obviamente pueden ser modificados.

```

;=====
;=                               Tabla valores PWM                               =
;=                               Fpwm = Fcount / (4096 - ATR)                       =
;=====
TB2PMMH DC.B 08h ;
TB2PWML DC.B 0F4h ; DC.W 2292
        DC.W 2456,2620,2784,2948,3111
        DC.W 3275,3439,3603,3766,3960

;=====
;=                               Tabla valores MODO ALTERNO                       =
;  FORMATO   A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INICIAL
;  C=PRESCALER
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=====
TB_SER DC.B 8,30,8,5,10,50

;=====
;=                               Tabla valores MODO SOS                           =
;  FORMATO   A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INICIAL
;  C=PRESCALER
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=====
TB_SOS DC.B 30,30,10,5,5,60
TB_SOS1 DC.B 70,70,10,5,5,100
```

```

;=====
;=                      Tabla valores MODO PULSADOR
=
;  FORMATO    A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INICIAL
;  C=PRESCALER
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=====
TB_PULDC.B  1,1,1,1,1,1

;=====
;=                      Tabla valores MODO CONTINUO
=
;  FORMATO    A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INICIAL
;  C=PRESCALER
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=====
TB_TORDC.B  1,1,1,1,1,1

;=====
;=                      Tabla valores MODO INTERMITENTE
=
;  FORMATO    A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INICIAL
;  C=PRESCALER
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=====
TB_FLADC.B  4,120,8,10,60,200

;=====
;=                      Tabla valores MODO ESTROBOSCOPICO
=
;  FORMATO    A,B,C,D,E,F
;  A=TON
;  B=TOFF INICIAL
;  C=PRESCALER
;  D=STEP
;  E=VAL MIN TOFF
;  F=VAL MAX TOFF
;=====
TB_STRDC.B  4,16,4,2,4,30

      end

```