

# RELOJ DIGITAL DE MANUFACTURA ARTESANAL

Oscar Apolinar Hernández

**Resumen**— El presente artículo describe la construcción de un reloj digital de manera sencilla, con materiales que están al alcance de todos aquellos que estén interesados en armarse uno propio, así mismo se explica la forma en que se resuelven algunos problemas que se presentaron. Todos los planos y esquemas de fabricación estarán disponibles en el documento para facilitar su producción.

## I. INTRODUCCIÓN

El reloj digital es conocido por facilitar la lectura de la hora a diferencia de un reloj analógico y es utilizado de manera práctica en diferentes dispositivos como: smartphones, computadoras, relojes de pulsera, relojes de pared, alarmas, etc. Normalmente conseguir alguno de estos artículos es tan fácil como ir a la tienda de electrodomésticos y comprar uno. La fabricación de estos por lo regular es de origen chino o japonés, entre otros. Comprar un reloj digital no es tan caro y se le puede encontrar en diferentes modelos. La cuestión es que adquirir alguno de estos relojes no permite que nuestra economía crezca puesto que nos volvemos consumidores y nada creativos, cuando podemos ser capaces de construir uno propio. A continuación se describe de manera práctica y sencilla cómo construir un reloj digital, que resulta útil para aquellos que gustan de armar circuitos electrónicos, aficionados a la electrónica e incluso para jóvenes que quieran estudiar su funcionamiento, sin gastar mucho y con materiales que seguro podrá encontrar en una papelería y tienda de electrónica.

El proyecto se construyó a partir del circuito integrado LM8560, que es un encapsulado que incluye la función de timbre de alarma equipado con instrucciones binarias para un reloj digital que puede ser mostrado mediante una configuración de pantalla Led, su aplicación puede ser en relojes despertadores y radios.

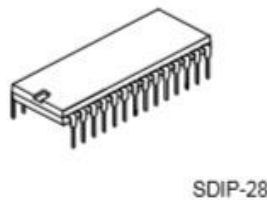


Figura 1. Circuito Integrado LM8560 [1, p. 1]

Este circuito integrado resulta muy barato y está disponible de manera comercial en tiendas en línea como mercado libre y eBay.

OSCAR APOLINAR HERNÁNDEZ pertenece a la carrera de INGENIERIA EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES de la Universidad La Salle Oaxaca (Email:oscar.apolinar.h@icloud.com).

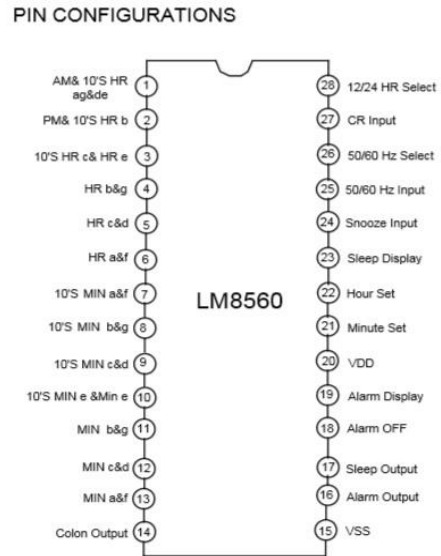


Figura 2. Configuración de pines del LM8560 [1, p. 2]

En su hoja de características se describen sus aplicaciones de uso, funciones, límites de consumo de voltaje y corriente, así como dos diagramas eléctricos, uno de alimentación negativa y otra de alimentación positiva, esta última es en la que nos basaremos para armar el reloj, Figura 3.

CLOCK-RADIO APPLICATION CIRCUIT (Positive Power Supply)

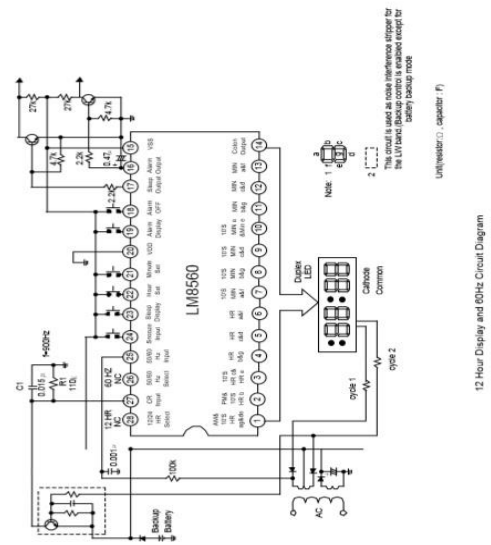


Figura 3. Diagrama eléctrico con alimentación positiva [1, p. 7]

Para ello, se modificaron algunas indicaciones del diagrama; entre ellas: como eliminar algunos componentes innecesarios, poner valores a los elementos eléctricos (resistencias, diodos, capacitores, etcétera) y por último la descripción de la pantalla led y su construcción.

## II. METODOLOGÍA

La fabricación de este reloj está dividida en tres secciones: técnica general de transferencia del circuito impreso a la placa fenólica (método de planchado) si alguna vez utilizo el *método de planchado* o sabe cómo transferir diseños pcb a una placa fenólica puede saltarse esta sección, placa de circuito eléctrico (que es la parte en donde irán todos los elementos electrónicos) y la configuración de la pantalla Led que mostrara la hora.

### A. Lista de materiales

Estos son todos los materiales que serán necesarios para llevar a cabo el proyecto dividido en materiales de electrónica, materiales de papelería y herramientas.

Materiales de electrónica:

La mayoría de estos componentes pueden obtenerse de aparatos electrónicos que ya no funcionen como, radios, estéreos, televisores, etcétera, a excepción de los que estén marcados con un asterisco \*:

- \*Circuito Integrado LM8560
- Transformador de 120v, salida de 10v (con tap central)
- 2 Capacitores cerámicos de 20 000pF
- 1 Capacitor electrolítico de 220 $\mu$ F
- \*1 Capacitor de tantalio 2A153K
- 2 Resistencias de 100k a 1/4w
- 1 Resistencia de 15k a 1/4w
- 2 Resistencias de 10k a 1/4w
- 3 Resistencias de 56 $\Omega$  a 1/4w
- 4 Diodos rectificadores 1N4001
- 2 Diodos 1N4148
- 26 Leds Rojos de 1.5v
- 2 Push botón
- \*53 pines macho
- \*2 metros de cable tipo alambre
- \*1 placa fenólica de 20 cm x 20cm
- \*3m de estaño

Materiales de papelería:

- Un trozo de cartón delgado, que puede ser de una caja de cartón, ejemplo: caja de cereal, de 20cm x 28cm
- Papel celofán rojo de 30cm x 30cm
- 5 Barras de silicón
- Cinta transparente
- Resistol blanco o transparente
- Acetato u hoja de transferencia de circuitos eléctricos

Herramientas:

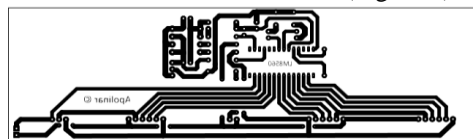
- Cautín

- Soldadura de electrónica
- Cloruro férrico
- Una pinza con corte
- Una Tijera
- Regla
- Lápiz
- Impresora láser común
- Plumón permanente de punto fino de cualquier color
- Pistola de silicón
- Taladro
- Trapo limpio
- Una plancha
- Un recipiente
- Una broca de 1mm
- Guantes de látex, ya que se trabajara con un químico corrosivo.

### B. Técnica general de transferencia del circuito impreso a la placa fenólica (método de planchado)

Técnica de transferencia del circuito impreso a la placa fenólica.

- Imprima la plantilla que aparece al final del documento en una hoja de acetato u hoja de transferencia de circuitos eléctricos (Figura 4).



PLantilla PCB

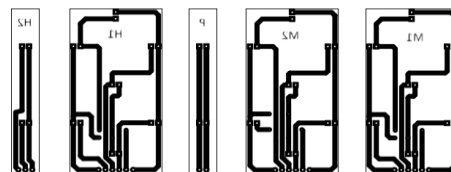


Figura 4. Plantilla PCB

- Recorte una figura, por el marco negro de la imagen.
- Sobre una placa fenólica, corte a la medida de la figura, con ayuda de una segueta u otro utensilio de corte.
- Ponga sobre la mesa la placa fenólica recién cortada.
- Coloque sobre ella la imagen del circuito, con la tinta de impresión boca abajo.
- Ponga pequeños trozos de cinta en las equinas para mantener la figura inmóvil sobre la placa y por último cúbralos con un trapo limpio.
- Con la plancha caliente al nivel de algodón, ponga encima del trapo por 3 min, esto hará que la tinta se plasme sobre la placa, como si de una calcomanía se tratara. h
- Una vez que se haya pasado la imagen completa sumerja la placa en agua y seque.
- En caso de que algunas pistas no se hayan quedado, utilice un plumón indeleble para marcar las faltantes, apóyese de una regla para facilitar el trazado

Técnica de corrosión

- En un pequeño recipiente, vierta un poco de cloruro férrico, para esto use guantes de látex, lo suficiente para sumergir la placa.
- Mueva suavemente el cloruro férrico con un pequeño palo de madera, en forma circular hasta que solo quede la imagen impresa en la placa.
- Cuando quede grabada la figura, enjuague y seque la placa.

Una vez que termine con cada uno de los pasos anteriores, perforo los círculos marcados en la placa, con la broca de 1mm, por último suelde los componentes que se utilicen en el diseño.

C. Modelado del circuito integrado LM8560

Puesto que el circuito integrado LM8560 no se encuentra en la librería de Proteus 8.6 Professional, este mismo software nos da la oportunidad de poder diseñar un dispositivo en caso de que no esté en la lista de componentes.

Utilizando Package Dimensions de la hoja de datos de la empresa de Sanyo, podemos diseñar el circuito integrado, para usarlo en un esquemático, incluirlo en PCB o verlo en 3D.

Package Dimensions

unit : mm

3029A-DIP28S

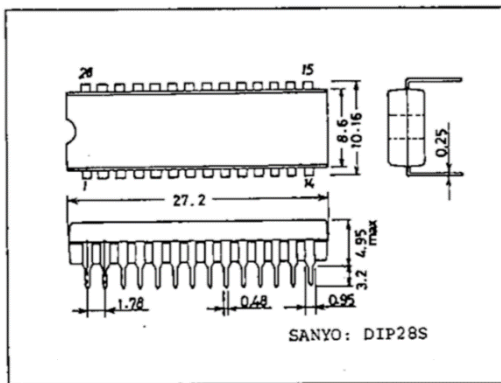


Figura 5. Dimensiones del componente [2, p. 1]

Con esta información se diseñó propiamente el componente, Figura 6 y 7:

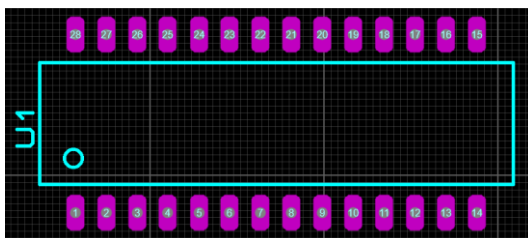


Figura 6. Diseño propio de PCB CI LM8560

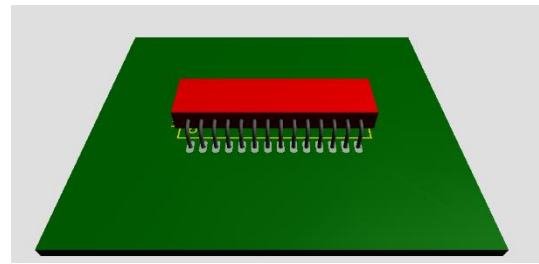


Figura 7. Modelo en 3D por Proteus

Podrá descargar esta librería de manera gratuita en el link que aparecerá aquí:

[https://www.dropbox.com/s/r8nr335vfyquavg/Complemento %20de%20descargas%20%28Reloj%29.rar?dl=0](https://www.dropbox.com/s/r8nr335vfyquavg/Complemento%20de%20descargas%20%28Reloj%29.rar?dl=0)

D. Placa de circuito eléctrico

La placa de circuitos eléctricos es una parte muy importante en cualquier aparato electrónico, es la puerta de la alimentación del circuito y la parte lógica que determinara el comportamiento del equipo.

El diagrama eléctrico para este reloj es el que se muestra al inicio (Figura 3). Al ser poco explícito sobre los valores de los componentes y conexiones, el esquema se rediseñó de manera más sencilla y con valores (Figura 10). En el primer diagrama el transformador muestra la salida con dos devanados separados (Figura 8), pero en este caso será conveniente utilizar un transformador con tapcentral, puesto que es más barato y fácil de conseguir.

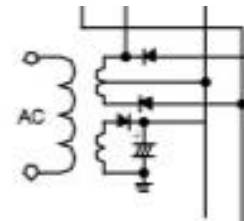


Figura 8. Transformador de dos devanados [1, p. 7]

En el diagrama rediseñado se ha omitido el uso de batería, así como la desactivación de la alarmar (Figura 9).

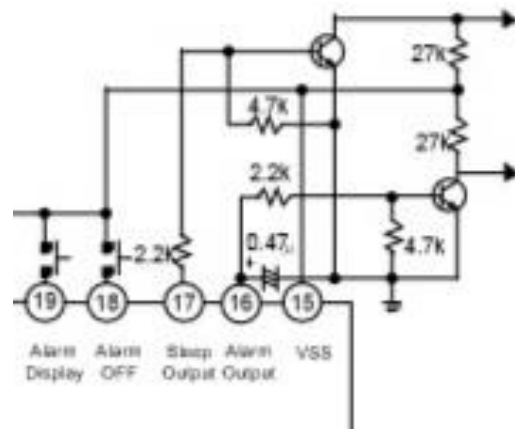


Figura 9. Desactivación de la alarma [1, p. 7]

Con las modificaciones que se mencionaron anteriormente, el diagrama del circuito, queda de la siguiente manera: Figura 10, con referencias y valores comerciales para cada uno de los elementos.

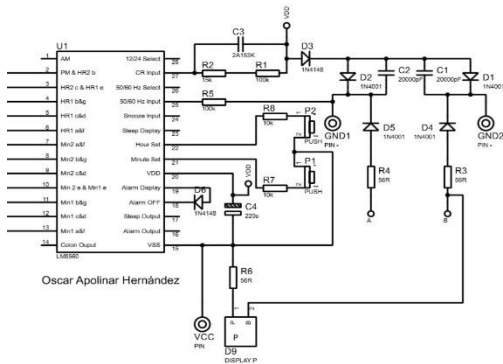


Figura 10. Diagrama esquemático propio rediseñado

Partiendo del diagrama anterior, el diseño de la tarjeta electrónica por computadora se hizo utilizando el software de Proteus 8.6 Professional, como se puede apreciar en la Figura 11.

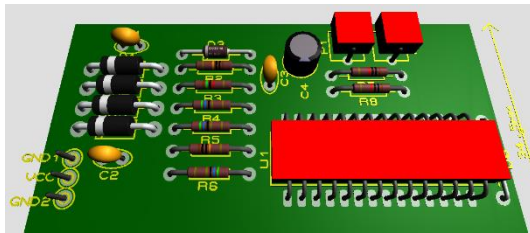
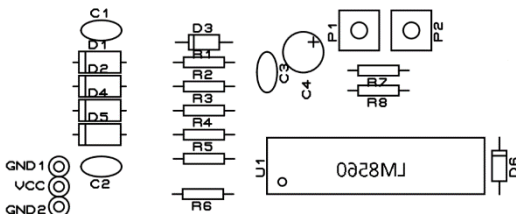


Figura 11. Diseño propio por computadora de la placa de circuito

En esta placa encontramos los siguientes componentes:

- C1, C2 = 20000pF
- C3 = 2A153K
- C4 = 220Uf
- D1, D2, D4, D5 = 1N4001
- D3, D6 = 1N4148
- R1, R5 = 100K
- R2 = 15k
- R3 – R6 = 56Ω
- R7, R8 = 10K
- P1, P2 = Push Button

Distribuidos de la siguiente manera, Figura 12:



<sup>1</sup> Un segmento se define como un LED, haciendo referencia a una pantalla display de siete segmentos.

Figura 12. Distribución de los componentes

Puede obtener la plantilla del PCB en la parte final del documento, Figura 13.

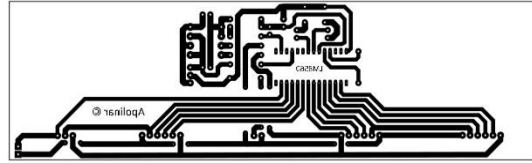


Figura 13. Diagrama esquemático propio por computadora

Para pasarlo a placa, siga los pasos que se describieron en la sección de montaje de circuito integrado: técnica general de transferencia del circuito impreso a la placa fenólica (método de planchado), técnica de corrosión y los pasos finales de soldado.

### E. Configuración de la pantalla Led

La pantalla Led es en donde se mostrará hora, para ello se enseña la siguiente configuración en la que deben conectarse los leds, Figura 14.

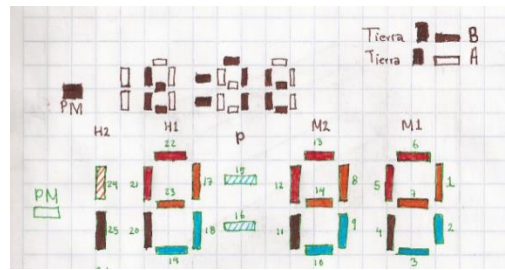


Figura 14. Configuración de la pantalla Leds

Estos se construirán con veintiséis led rojos, de manera personalizada puesto que tienen una configuración única y que no lo hace compatible con los display de siete segmentos comerciales.

Cada uno de los display cuenta con dos tierras común A y B, como se muestra en la Figura 14, esta figura se puede apreciar mejor en el anexo. Cada segmento<sup>1</sup> tiene una unión con otro segmento, marcado en colores rojo, naranja, azul y café, tal como se puede verlas instrucciones en el diagrama de la Figura 3, [1, p. 7]. Cada segmento de la Figura 14, en la parte superior está indicada por un nombre: M1, M2, P, H1 y H2.

- M1: Pantalla 1 para minutos
- M2: Pantalla 2 para minutos
- P : Puntos intermedios
- H1: Pantalla 1 para la hora
- H2: Pantalla 2 para la hora

En la Figura 15, se puede apreciar la misma configuración por medio del software de Proteus 8.6 Professional.

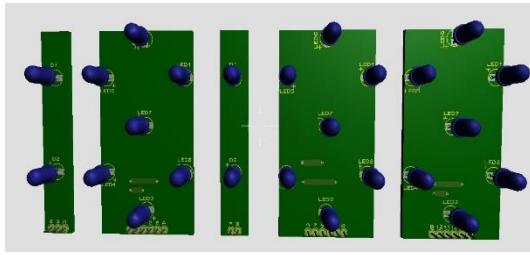


Figura 15. Configuración de leds

Para construir esta pantalla imprima la los diseños PCB que están al final, Figura 16.

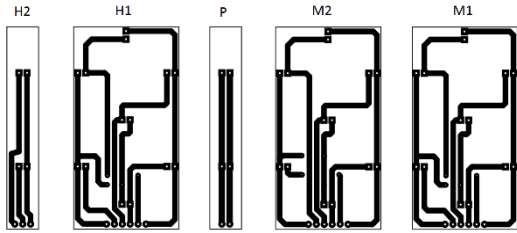


Figura 16. Pantalla Leds

En la parte final encontrara la guía para saber cómo ubicar cada uno de los veintiséis leds.

A continuación se muestra la placa final, ver Figura 17, en la cual se puede observar cinco bloques de color rojo, cada uno de ellos representa una pantalla display de la figura 16, presentados en el mismo orden.

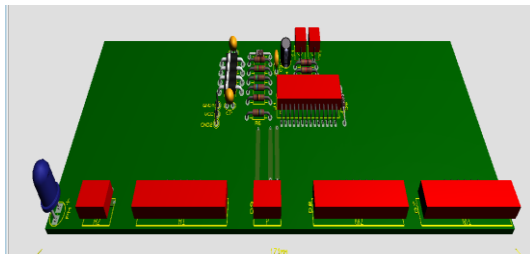


Figura17. Placa final

*F. Construcción de un display de siete segmentos*

El diseño del display de siete segmentos es original y artesanal. Su construcción es a base de cartón.



Figura 18. Patrón de un segmento propio

Primero se marca un patrón como la Figura 18, con las medidas empezando desde arriba son 0.4cm, 1.9cm, 0.4cm, 0.4cm, 1.9cm, 0.4cm y 0.3cm. Doblamos por cada línea, todas en una misma dirección hasta formar un pequeño rombo, y se pegan los extremos.

Este paso se repite veintiséis veces, cuando se termine con esto, se toman siete de ellos para formar un display de siete segmentos, Figura 19, una vez unidos insertamos el marco por encima de cada placa de la figura 15, a excepción del H2, que solo será de dos segmentos. Cada rombo vacío se introduce un led rojo de manera que este bien centrado y por ultimo fijamos de silicón caliente.

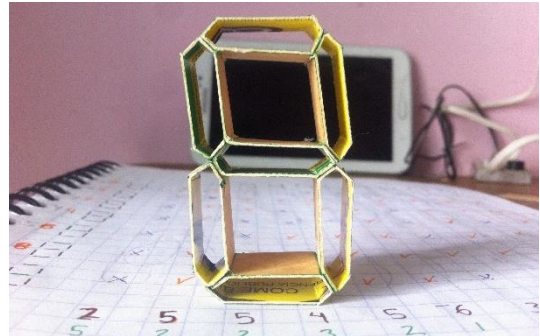


Figura 19. Contorno de un display

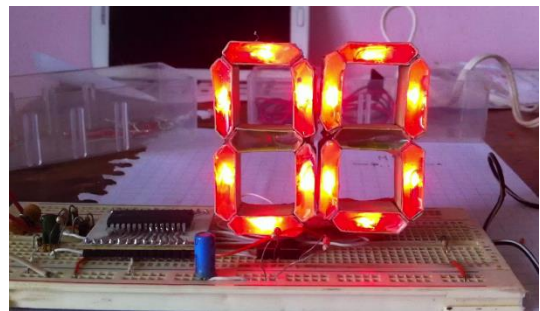


Figura 20. Prueba de funcionamiento del display

III. CONCLUSION



Figura 21. Diseño final

Fabricar el reloj en un principio no fue sencillo, pues los diagramas que en internet se muestran no son muy legibles y algunos están en otros idiomas.

Solo se puede encontrar esquemas y descripciones, como por ejemplo en la página de Paulanders [3], en esta web encontrara

PCB del módulo del reloj y del LED, que podrá descargar en PDF, pero aun con esto, no presenta ningún esquemático del circuito que utilizo, ni valores a los componentes que se hacen uso, puesto que todo esto está basado en un reloj comprado, a diferencia de este artículo que describe una metodología de construcción, lista de materiales, PCB originales, esquemas y diagramas que seguro son diferentes a los de internet, que garantizan su funcionamiento, puesto que las modificaciones se hacen con base a las teorías de circuitos que podemos encontrar en un libro de análisis de circuitos como ejemplo el que se describe en la referencia [4] .

Lo difícil de este trabajo, fue encontrar la configuración de la pantalla led, puesto que en un principio se usaron pantallas de siete segmentos comerciales y no lograba mostrar el número correcto, e incluso se hicieron las pruebas de cada uno de los segmentos para formar todo el panorama del diagrama general que se puede ver en la Figura 14, la solución estaba en cómo se distribuía la conexión a tierra en cada led del display.

La construcción de este reloj fue de aproximadamente tres meses, ver Figura 21.

#### IV. REFERENCIAS

- [1] UTC [Unisonic Technologies], «UTC,» 2003 - 2017. [En línea]. Available: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/96826/UTC/LM8560.html>. [Último acceso: 2017 Enero 25].
- [2] Sanyo, «Alldatasheet,» [En línea]. Available: <http://www.alldatasheet.es/datasheet-pdf/pdf/41215/SANYO/LM8560.html>. [Último acceso: 10 Septiembre 2017].
- [3] Paulanders, «<http://www.paulanders.com/G5-LED/ver1/datablad.pdf>,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.paulanders.com>. [Último acceso: 25 Enero 2017].
- [4] T. L. Floyd, Principio de circuitos electricos, Mexico: Pearson, 2007.