

# **Manual Construcción Insoladora con LEDS UltraVioleta.**

Obra Publicada en 2010 .

Este documento no puede ser copiado, ni reproducido, ni total ni parcialmente, no puede ser archivado en un sistema de acceso compartido, ni transmitido en cualquier forma, ni cualquier medio electrónico, mecánico, de grabación u otro, sin el previo permiso escrito del titular del Copyright. Todos los derechos reservados.

Copyright © 2010 por Sebastián Jordi Estadella  
sje@tinet.org  
[http://www.tinet.org/~sje/index\\_sp.htm](http://www.tinet.org/~sje/index_sp.htm)

## Descripción.

Aquí tenéis una pequeña insoladora construida a base de LEDs UltraVioleta: pequeña, económica y de bajo consumo energético.

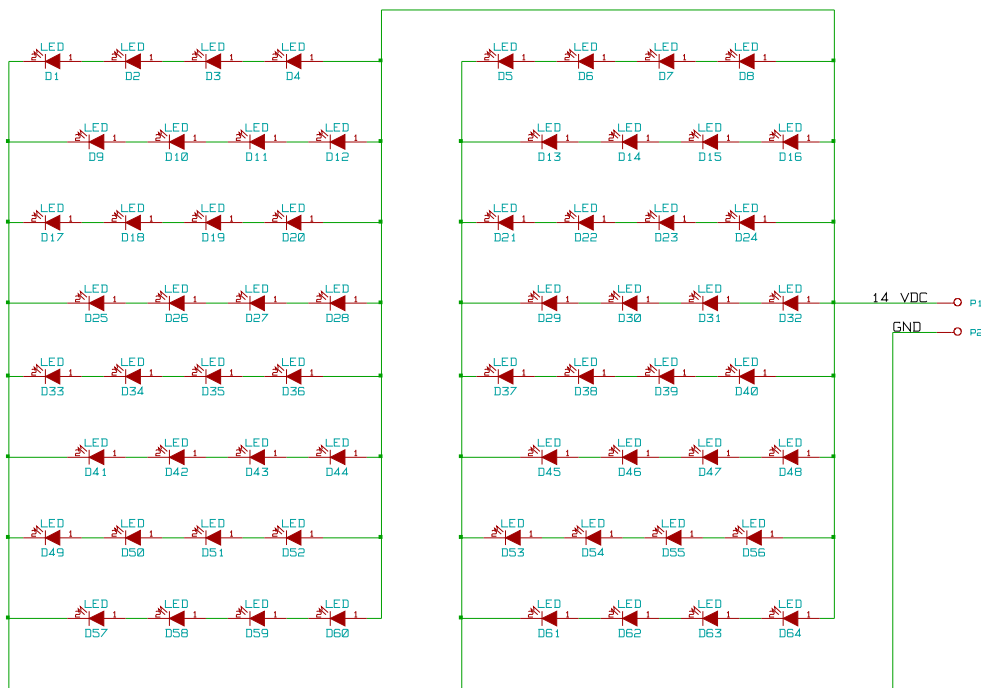
Esta insoladora os permitirá fabricar vuestras placas de circuito impreso con una gran calidad y de modo muy económico, tanto de construcción como de consumo, ya que consume menos de 3 W (la matriz de LEDs con el temporizador).

Esta insoladora está constituida por dos placas de circuito impreso, una que contiene los LEDs UltraVioleta y la otra el temporizador, aunque podéis añadir una tercera, que sería una fuente de alimentación de 14 V de corriente continua.

## Matriz de LEDs.

Esta es la placa principal y más grande de esta insoladora, la que contiene los LEDs UltraVioleta que nos permitirán insolar nuestras placas de circuito impreso fotosensibles.

El esquema electrónico es el siguiente:



Como podéis ver, el esquema es sencillo, consiste en unas series de 4 LEDs conectadas de paralelo, y que alimentaremos a unos 13 voltios de corriente continua, (14 V – 1 V de caída de tensión en diodo de protección contra inversión de tensión, D7).



El tiempo mínimo viene determinado por la siguiente expresión:

$$T_{MIN} = 1.1 \cdot R2 \cdot (C2 + C3)$$

$$T_{MIN} = 1.1 \cdot 56 k \Omega \cdot (470 \mu F + 470 \mu F) = 58 \text{ seg.}$$

Por otra parte, tenemos como tiempo máximo:

$$T_{MAX} = 1.1 \cdot (R2 + RV1) \cdot (C2 + C3)$$

$$T_{MAX} = 1.1 \cdot (56 k \Omega + 500 k \Omega) \cdot (470 \mu F + 470 \mu F) = 575 \text{ seg.} = 9.6 \text{ min.}$$

Por lo que si deseáis aumentar el tiempo máximo de exposición podéis simplemente sustituir el potenciómetro RV1 por uno de una mayor resistencia. Por otra parte también podéis aumentar el valor de R2 con lo que aumentareis tanto el tiempo de exposición máximo y como el mínimo.

La resistencia R11 tiene la función de limitar la corriente de descarga de los condensadores C2 y C3, a través del 555.

## **Indicador de Progreso.**

Para tener una idea del tiempo que falta para finalizar la exposición de la placa, he añadido un indicador de progreso que va iluminando LEDs a medida que transcurre el tiempo de exposición.

El circuito consiste en 4 amplificadores operacionales actuando como comparadores que nos alimentan unos LEDs de 12V.

La idea consiste en comparar la tensión de los condensadores C2 y C3 con unos valores fijos de referencia que obtenemos mediante las resistencias R3, R4, R5, R6, R7 y R8. Resistencias, que como podéis apreciar, no son iguales, ya que la curva de carga del condensador no es una línea recta. Con los diferentes valores de estas resistencias se pretende obtener un encendido de los LEDs indicadores más o menos proporcional al tiempo de exposición transcurrido.

El transistor Q1 es el encargado de iluminar el primer LED indicador, y se ilumina en el mismo instante que la matriz de LEDs UltraVioleta, en el momento en que se inicia la exposición de la placa.

El transistor Q2 es el que se encarga de proporcionar alimentación a la Matriz de LEDs UltraVioleta. Que tendréis que sustituir por uno más potente si queréis añadir más LEDs para construir una insoladora para placas más grandes, o añadir otra Matriz LEDs para construir una insoladora de doble cara. Yo de momento, he utilizado el transistor 2N2222 que soporta perfectamente la potencia de una Matriz de LEDs.

El diodo D7 tiene la función de proteger al amplificador operacional de las inversiones de polaridad en la tensión de entrada.

Para asegurar la conmutación de los transistores Q1 y Q2, necesitaremos las resistencias de base adecuadas, que nos permitan asegurar una corriente de base lo suficientemente elevada, es decir:

$$I_B > \frac{I_{C(SAT)}}{H_{FE(MIN)}}$$

Como la  $H_{FE}$  mínima del transistor 2N2222 es de 20.

Para el caso de Q1 donde la corriente de colector será de una 20 mA como máximo, tenemos que:

$$I_B > \frac{20 \text{ mA}}{20} = 1 \text{ mA}$$
$$R_B < \frac{V_{CC} - V_{BE(SAT)}}{I_B} = \frac{13 - 0,7}{1 \text{ mA}} = 12300 \Rightarrow R_B = 10 \text{ k } \Omega$$

Por lo que la resistencia de base para Q1, R9 será de 10 k.

Veamos ahora la resistencia de base para Q2.

Ahora tenemos mayor corriente de colector ya que Q2 es el encargado de conectar y desconectar la matriz de LEDs UltraVioleta, que será de unos 200 mA. Por tanto, tenemos:

$$I_B > \frac{200 \text{ mA}}{20} = 10 \text{ mA}$$
$$R_B < \frac{V_{CC} - V_{BE(SAT)}}{I_B} = \frac{13 - 0,7}{10 \text{ mA}} = 1230 \Rightarrow R_B = 1 \text{ k } \Omega$$

Por lo que la resistencia de base de Q2, R10 será de 1k.

## ***Listado de Componentes.***

### **Condensadores.**

C1 - 10nF 65 V.

C2, C3 - 470 uF 16 V.

### **Diodos.**

D1, D2, D3, D4, D5 – LEDs de 12 V.

D7 – 1N4004.

### **Transistores.**

Q1, Q2 – 2N2222.

### **Resistencias.**

R1 – 100 k  $\frac{1}{4}$  W.

R2 – 56 k  $\frac{1}{4}$  W.

R3 – 10 k  $\frac{1}{4}$  W.

R4 – 1 k  $\frac{1}{4}$  W.

R5 – 3k3  $\frac{1}{4}$  W.

R6 – 4k7  $\frac{1}{4}$  W.

R7 – 5k6  $\frac{1}{4}$  W.

R8 – 6k8  $\frac{1}{4}$  W.

R9 – 10 k  $\frac{1}{4}$  W.

R10 – 10 k  $\frac{1}{4}$  W.

RV1 – 500 k.

### **Circuitos Integrados.**

U1 – LM555N.

U2 – LM324N.

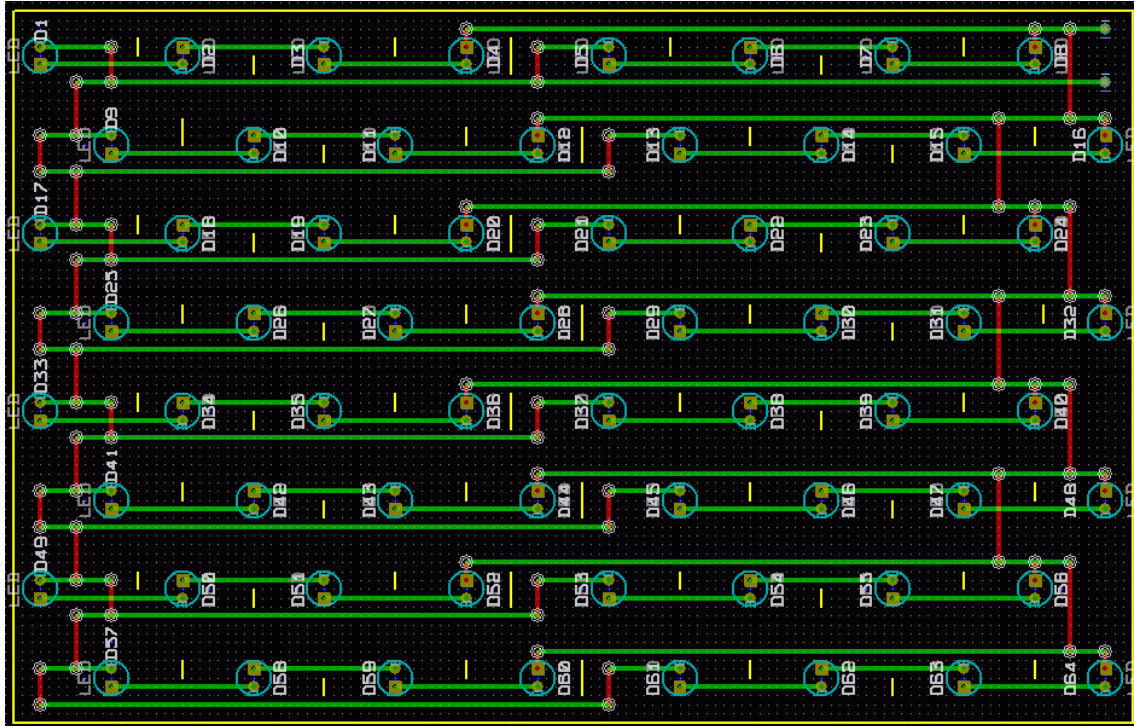
### **Varios.**

P1, P2 – Regletas para circuito impreso.

SW1 – Pulsador para circuito impreso.

## Placas de Circuito Impreso.

### Matriz de LEDs UltraVioleta con Placa de Tiras.



En esta imagen podéis apreciar las conexiones utilizadas para la Matriz de LEDs UltraVioleta utilizando una placa de tiras de 100x160 mm. Donde:

En verde aparece la zona de la tira utilizada.

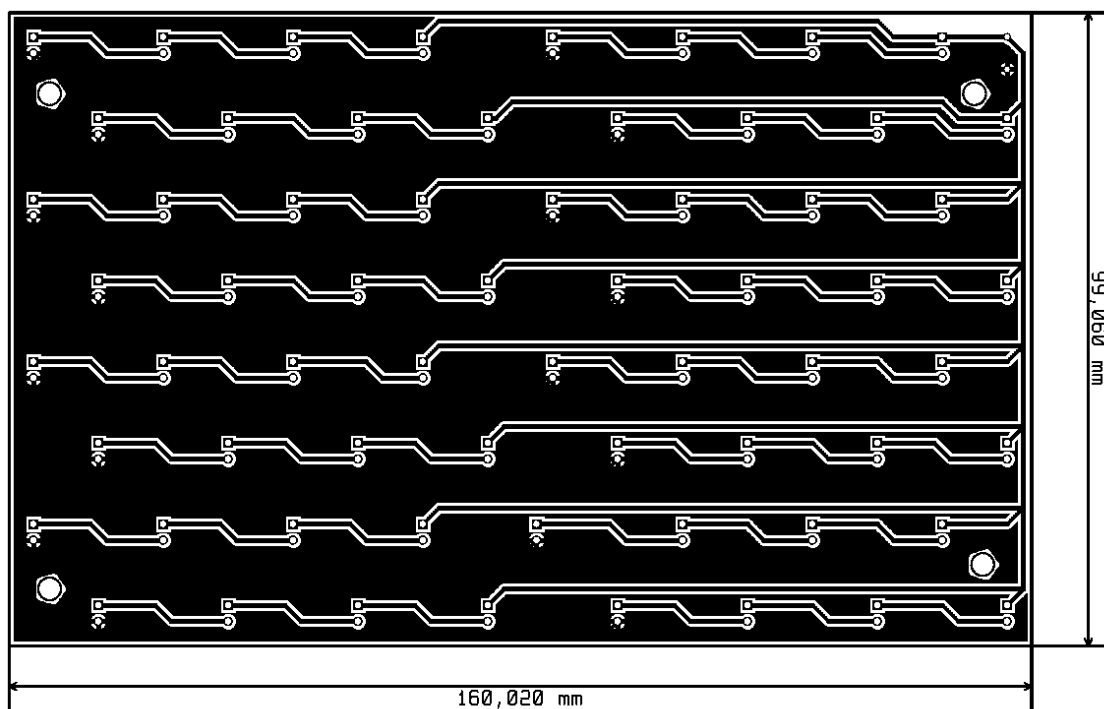
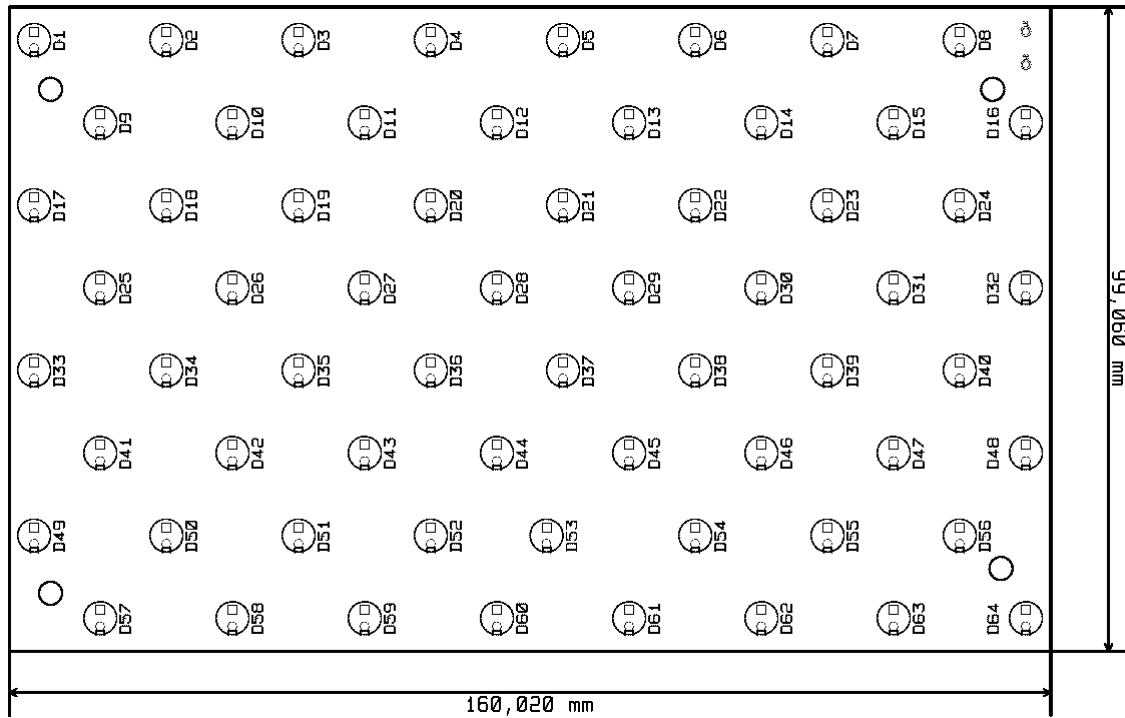
En rojo lo puentes de interconexión entre tiras.

En amarillo los cortes de pistas que debemos realizar.

Es importante que notéis que los LEDs van girando alternativamente, es decir, el LED D1 (arriba a la izquierda) tiene el ánodo (pad cuadrado) hacia abajo, D2 lo tiene hacia arriba, D3 hacia abajo, etc..

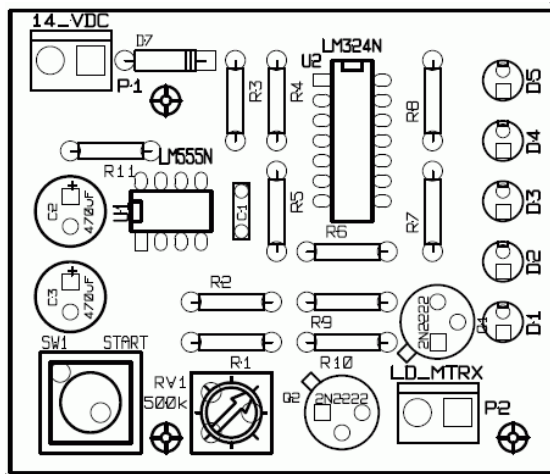
## Matriz de LEDs UltraVioleta con Pistas.

Para los que podáis utilizar una insoladora de un amigo, insoláis con el sol o bien con una bombilla normal, como hacia yo antes de construirme esta insoladora, (tardaba 45 minutos con una bombilla de 12 W, de bajo consumo). Aquí tenéis el diseño de pistas para la Matriz de LEDs.

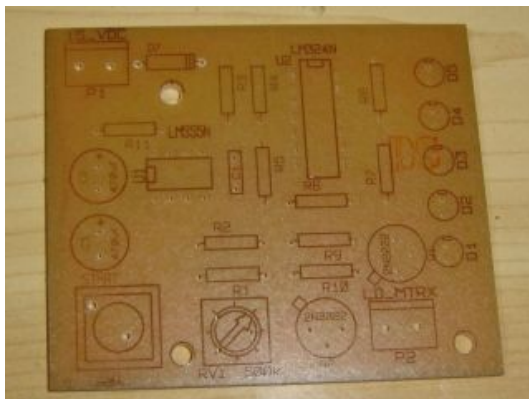


Este esquema de pistas está visto desde la cara de componentes, por lo que lo imprimiremos tal como está, y en el momento de colocarlo en la insoladora pondremos la cara de la tinta de transparencia sobre el cobre (resina fotosensible).

## Temporizador.



Las pistas se tienen que imprimir tal como están, las serigrafía en espejo.



Temporizador totalmente montado.



## **Montaje Insoladora.**

Ahora que ya tenemos las dos placas de circuito impreso más importantes, lo de la fuente de alimentación lo dejo en vuestras manos. Lo he colocado todo dentro de una vieja caja de un enganche de remolque desmontable, aunque cualquier caja universal para herramientas que podáis encontrar en una ferretería valdrá perfectamente.



En la caja he realizado unos taladros laterales para los LEDs indicadores y otro para el cable de alimentación. Luego he pegado unos separadores de plástico para el cristal difusor inferior, que es de plástico lijado. Y otros separadores de plástico para los cristales superiores que sujetarán la placa de circuito impreso a insolar.

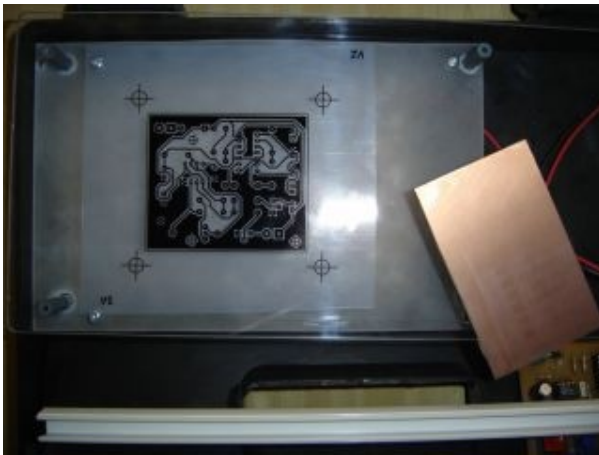


## **Modo de Utilización.**

El modo de utilización de esta insoladora es muy sencillo y adecuado para insolar placas de doble cara, o placas de una cara con serigrafía.

En el ejemplo siguiente he utilizado una placa que ya no es fotosensible, pero sirve para ilustrar los pasos a seguir.

Lo primero que tenemos que hacer es colocar la transparencia con el esquema de pistas hacia arriba, sobre el cristal superior grande. Con la tinta hacia arriba, tal y como vemos las pistas en el programa de diseño, se decir, tal y como las veríamos mirando desde la cara de componentes, si placa fuese transparente.



Seguidamente colocaremos la placa fotosensible encima de la transparencia con el cobre hacia abajo.

En el caso de tener fotosensibilizada la otra cara, colocaremos la transparencia de la serigrafía, que hemos impreso en espejo, para poder colocar la transparencia encima de la placa por el lado de la tinta. Tendremos especial cuidado en hacer coincidir las marcas de alineación la transparencia de las pistas con la transparencia de la serigrafía.

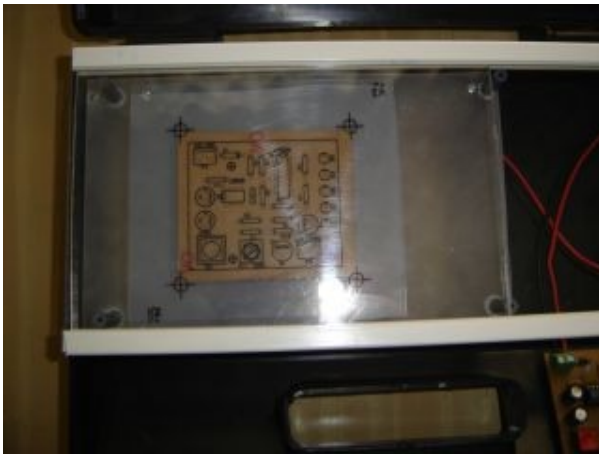
Para sensibilizar la placa podemos utilizar un spray de resina fotosensible.

También podemos utilizar este mismo procedimiento para placas de doble cara.



Seguidamente procedemos a colocar el segundo cristal transparente (el pequeño) que fijaremos al grande con la placa y las transparencias, mediante unas tiras de perfil en U. Esto nos mantendrá fijas la placa con las transparencias y nos permitirá girar la placa para insolar la serigrafía o las pistas de la cara de componentes.

Le damos alimentación al temporizador, 14 V de corriente continua. Pulsamos, para poner en marcha la insoladora, cerramos la tapa de la insoladora, y esperamos a que se cumpla el tiempo prefijado.



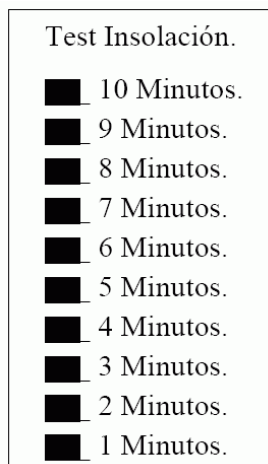
Una vez tenemos insolada la cara de pistas, giramos los cristales con la placa, para insolar la otra cara.



Le damos, al pulsador otra vez, cerramos la tapa, y esperamos. Transcurrido el tiempo de insolación ya tendremos las dos caras de nuestra placa listas para el revelado.

## ***Ajuste del tiempo de Insolación.***

Para determinar el tiempo de insolación más adecuado a la sensibilidad de las placas de vuestro proveedor, lo mejor es hacerse una transparencia como la siguiente.



La idea consiste en insolar una placa con esta transparencia, y por partes, de forma que durante el primer minuto de insolación sólo dejaremos pasar la luz ultravioleta por la parte donde dice 10 Minutos, el resto de la transparencia la cubriremos con un papel negro. Después del primer minuto, desplazaremos el papel de forma que quede expuesta la zona de 10 Minutos y de 9 Minutos. Al minuto siguiente descubriremos la zona de 8 Minutos, etc... y así sucesivamente hasta descubrir la transparencia por completo.

Entonces revelamos, y según el resultado, decidimos el tiempo de exposición con el que ajustaremos el temporizador.

Es importante colocar la transparencia sobre el cobre por el lado de tinta para obtener un buen resultado. Al menos cuando se utilizan transparencia para impresoras de tinta.

También es importante que durante el test de insolación el papel con el que se cubre la zona que no queréis exponer no se encuentre entre la transparencia y la placa.

Y esto es todo, espero que os haya gustado. Si teneis algún problema no dudeis en contactar.

## ***Tecnologías\_USE, Útiles, Simples y Eficientes.***

[http://www.tinet.org/~sje/index\\_sp.htm](http://www.tinet.org/~sje/index_sp.htm)

mailto:sje@tinnet.org

C/ Tortosa – L'Aldea 46

43500 Tortosa

Tarragona

España