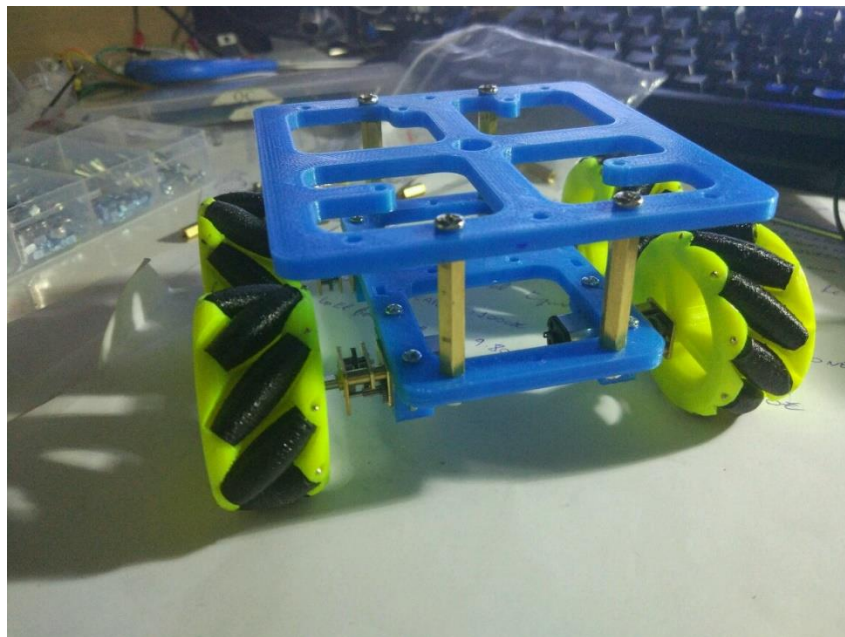


PROYECTO: PCB control de robot móvil omnidireccional con STM32F1

Introducción

Como proyecto final optativo se propone la realización del diseño y fabricación de la placa controladora de motores y sensores de un robot omnidireccional impreso en 3D basado en una placa de desarrollo STM32F1.

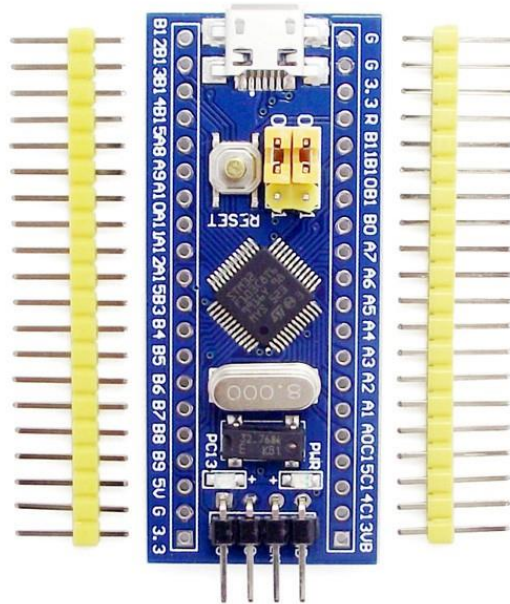
El objetivo es embeber toda la electrónica necesaria para el control de sensores y actuadores del robot, es decir, se pretende integrar los drivers de los 4 motores DC, así como la alimentación del módulo, la conexión Bluetooth, los conectores de las placas auxiliares de sensores, etc.



El programa utilizado para el diseño del PCB es EasyEDA, una plataforma online muy enfocada al diseño “Do It Yourself” de circuitos impresos, dicho software es gratuito y dispone de una gran comunidad. Se decide utilizar este programa debido a la gran disponibilidad de bibliotecas de huellas de componentes ya creadas por la comunidad.

Creación de huella

La placa de desarrollo usada es la STM32F103C genérica, también conocida en la comunidad como “Blue Pill” debido a su potencial y su bajo coste. Dicha placa aún no dispone de mucha documentación y por tanto su componente no existía dentro de las bibliotecas del programa y se tuvo que crear tanto su representación en el esquemático como su huella en la PCB.



El símbolo del esquemático se crea mediante una herramienta que dispone el software de creación de símbolos genéricos para circuitos integrados, en este se hace una definición de los pines de los que dispone la tarjeta de desarrollo y se define su situación y ordenación acorde.

El símbolo creado es el siguiente:

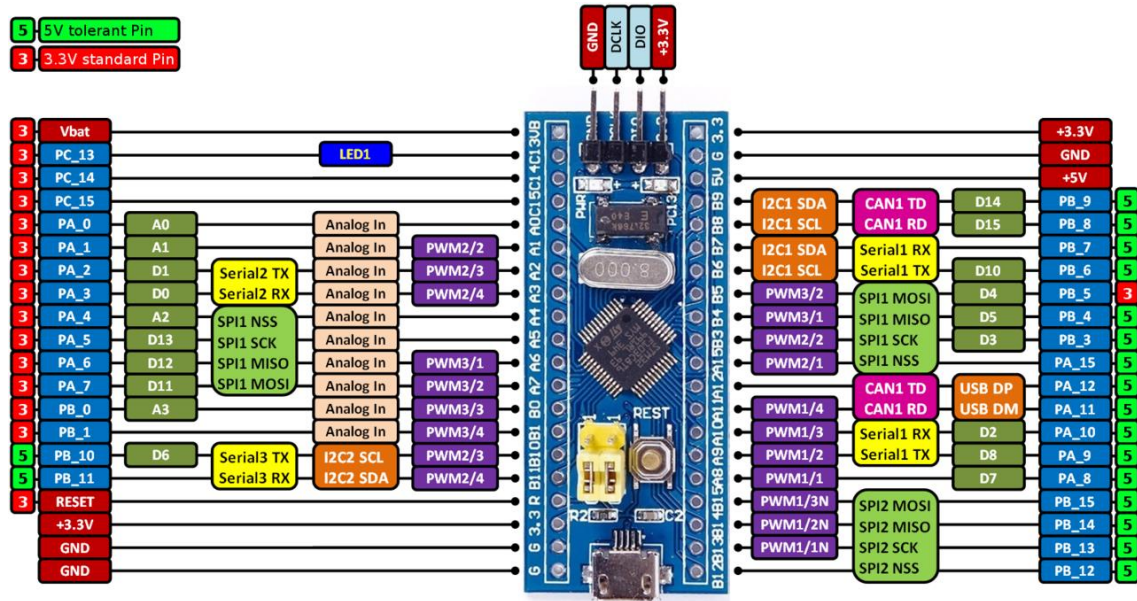
1	VBAT	3V3	40
2	PC13	GND	39
3	PC14	5V	38
4	PC15	PB9	37
5	PA0	PB8	36
6	PA1	PB7	35
7	PA2	PB6	34
8	PA3	PB5	33
9	PA4	PB4	32
10	PA5	PB3	31
11	PA6	PA15	30
12	PA7	PA12	29
13	PB0	PA11	28
14	PB1	PA10	27
15	PB10	PA9	26
16	PB11	PA8	25
17	RESET	PB15	24
18	3V3	PB14	23
19	GND	PB13	22
20	GND	PB12	21

Se definen todos los pines con los correspondientes números atendiendo a la ordenación típica de cualquier integrado.

Se empieza por el PIN 1 VBAT por la izquierda hacia abajo y luego derecha hacia arriba.

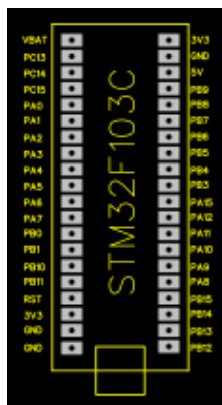
La placa dispone de 40 pines.

Para el diseño del símbolo me apoyo en el PinOut de la placa:



Posteriormente se crea la huella en el PCB cogiendo como referencia la huella de un Arduino Nano, que tiene la misma distancia entre pines con la diferencia de tener 30 en vez de 40 pines como la STM.

El footprint o huella creado es el siguiente:



El conjunto de símbolo y huella se añaden a la biblioteca pública para que cualquier usuario de EasyEDA pueda hacer uso de dicho componente y contribuir así con la comunidad.

Diseño del esquemático

Una vez tenemos todos los símbolos y footprints pasamos a diseñar la placa de circuito impreso. Para ello, es buena práctica hacerse una tabla de Excel con una serie de tablas con la definición del uso de cada pin y donde irá conectado dentro de la placa de desarrollo, esto facilitará la labor de enrutado y conexión en la elaboración del esquemático.

Se adjuntan estas tablas a modo de esquema para comenzar con el diseño:

FUNCIÓN:	motores (PWM)			
	ENTRADA	STM32F1	I/O	COMENTARIO
	IN1A	PA_8	OUTPUT	PWM1/1
	IN1B	PA_9	OUTPUT	PWM1/2
	IN2A	PA_10	OUTPUT	PWM1/3
	IN2B	PA_11	OUTPUT	PWM1/4 ->USB??
	IN3A	PA_15	OUTPUT	PWM2/1
	IN3B	PB_3	OUTPUT	PWM2/2
	IN4A	PB_10	OUTPUT	PWM2/3
	IN4B	PB_11	OUTPUT	PWM2/4

FUNCIÓN:	sensores linea IR (analog)			
	ENTRADA	STM32F1	I/O	COMENTARIO
	OUT_IR1	PA_0	AN INPUT	Analógico a 3.3V
	OUT_IR2	PA_1	AN INPUT	Analógico a 3.3V
	OUT_IR3	PA_2	AN INPUT	Analógico a 3.3V

FUNCIÓN:	HC-SR04 - ultrasonido (interrupt)			
	ENTRADA	STM32F1	I/O	COMENTARIO
	TRIG_1	PB_13	OUTPUT	a 3.3V??
	TRIG_2	PB_14	OUTPUT	
	TRIG_3	PB_15	OUTPUT	
	TRIG_4	PA_12	OUTPUT	
	ECHO_1	PB_4	INPUT_INT	Interrupt
	ECHO_2	PB_5	INPUT_INT	Interrupt
	ECHO_3	PB_8	INPUT_INT	Interrupt
	ECHO_4	PB_9	INPUT_INT	Interrupt

FUNCIÓN:	otros			
	ENTRADA	STM32F1	I/O	COMENTARIO
	LED1	PC_13	OUT	LED indicador de estado
	VBAT	PA_0	AN INPUT	Monitorización batería
	BUTTON	PB_12	INPUT	Can be use as an Interrupt

FUNCIÓN:	HC05 Bluetooth (Serial)			
	ENTRADA	STM32F1	I/O	COMENTARIO
	HC05-RX	PB_6	Serial1 TX	Conector J5 - 5
	HC05-TX	PB_7	Serial1 RX	Conector J5 - 4

STATS	
GPIO TOTAL	32
GPIO USED	24
GPIO LEFTS	8

Se pasa a diseñar el esquemático teniendo en cuenta las definiciones de las tablas, sabiendo que pin va a qué sitio.

Se adjunta el esquemático de la placa diseñada.

Además, se pasa a realizar el diseño de la placa de circuito impreso que deberá tener unas dimensiones de 75x75mm que vienen dadas por las dimensiones del robot.

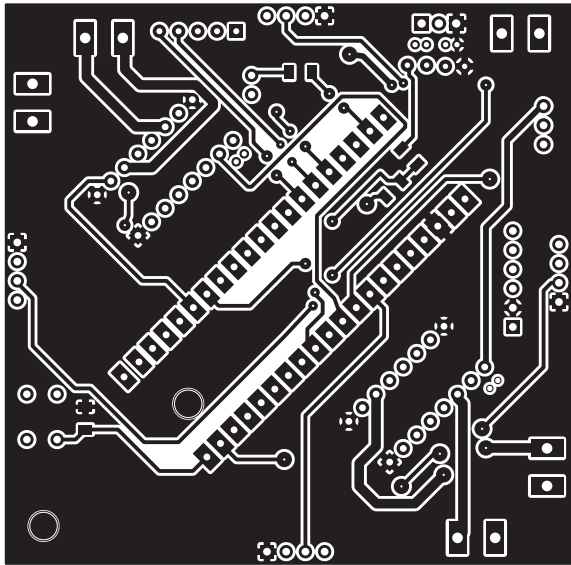
Se elige diseñar una PCB de doble cara comunicadas por vías pasantes. Para el diseño se combinan componentes “True Hole” con resistencias de montaje superficial (SMD). Las resistencias SMD son de tamaño 1206, lo que hace que la soldadura manual no se complique demasiado manteniendo el tamaño reducido.

Se han usado dos zonas de cobre, una en la “Top Copper layer” o capa de arriba con el rail o “net” de 5 voltios, que es la alimentación de la lógica dada por un regulador lineal y otra con el rail de GND en la capa de abajo “Bottom copper layer”, de esta manera se simplifica el enrutado.

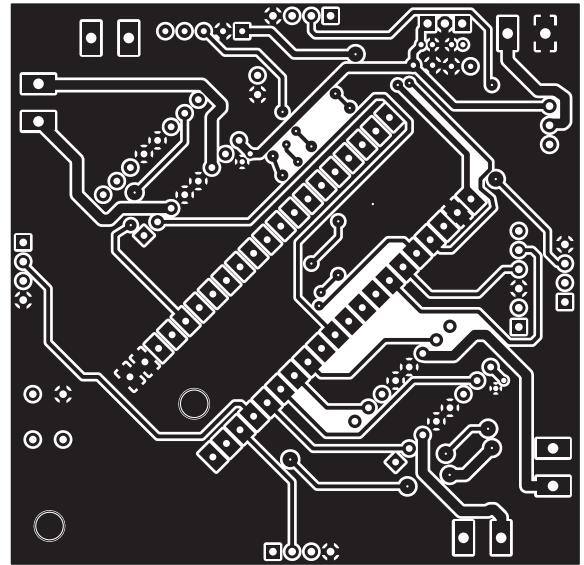
El ancho de pista más pequeño utilizado es de 20mils, quizá demasiado estrecho para una fabricación “casera”, aunque el resultado final es bastante bueno.

Se adjuntan los fotolitos que se utilizaron para la impresión de la PCB sobre acetato transparente en impresora de tóner laser. Para el posterior insolado y relevado.

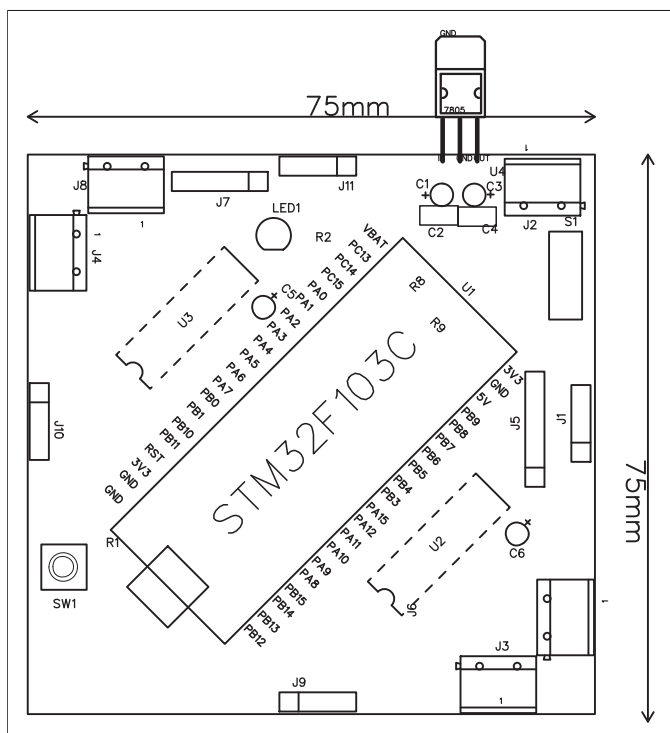
TOP LAYER



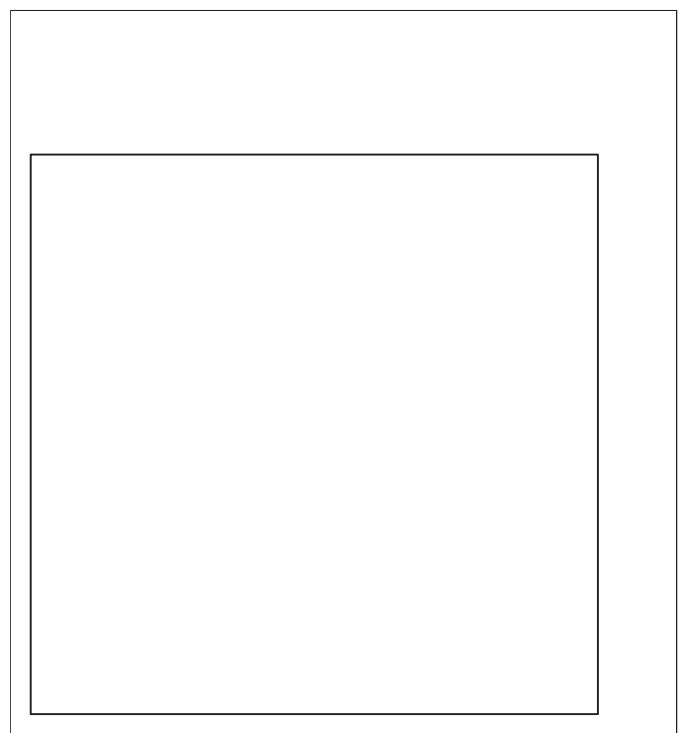
BOTTOM LAYER



TOP SILKSCREEN



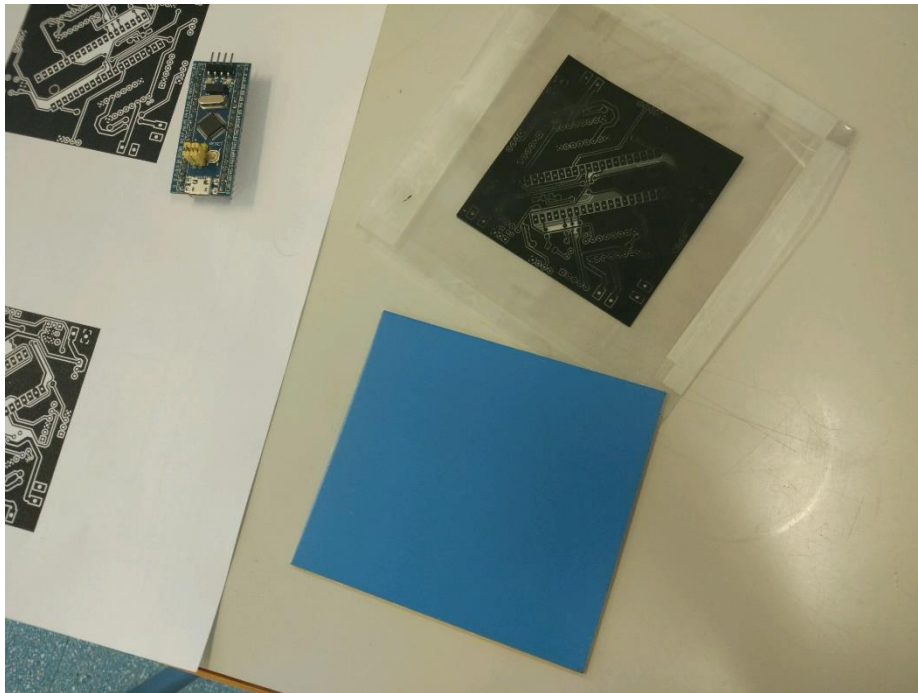
BOARD OUTLINE



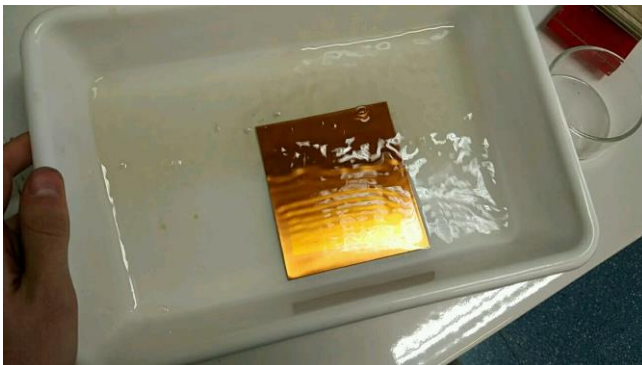
Fabricación mediante insolado

Para la fabricación de la placa de circuito impreso se decide usar el método de insolado debido a la complejidad de la placa. Para ello se imprimen dos copias de los fotolitos sobre acetato transparente para posteriormente ser alineados a la perfección. Es importante imprimir dos ya que la impresora no siempre tiene el contraste deseado y crea zonas por donde se escaparía la luz, para mejorar esto usamos dos fotolitos de cada cara.

Posteriormente, se hace un sobre dónde colocar la placa virgen fotosensible. Nuevamente, es importante que ambas caras estén lo más alineadas posibles, ya que esto nos dará la calidad en la fabricación de la placa.

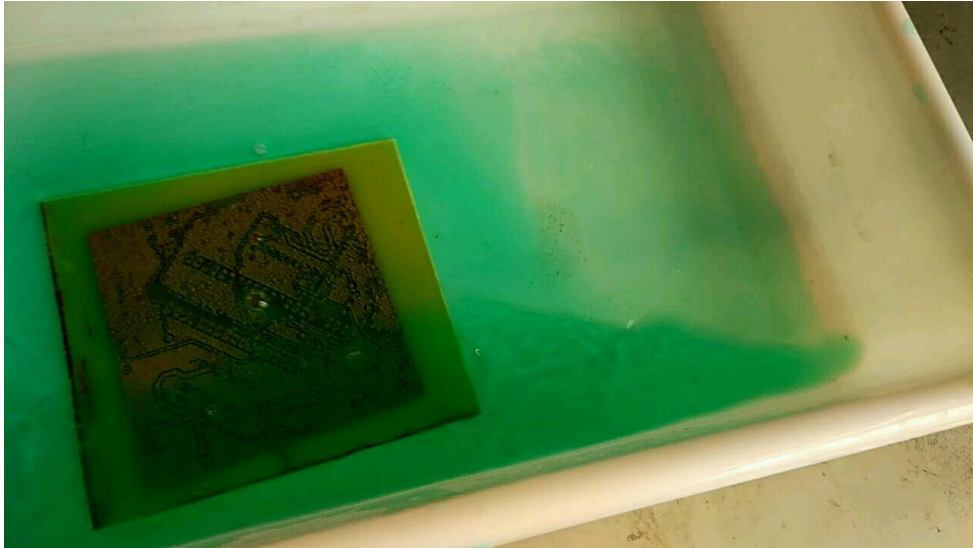


Se introduce la placa virgen dentro del sobre de los fotolitos y se mete dentro de la insoladora de luz ultravioleta 2 minutos con la bomba de vacío activa. La bomba de vacío se encarga de succionar todo el aire que pueda haber entre la PCB y el fotolito asegurando que la luz pasa correctamente y sin difracción y que la alineación es perfecta.



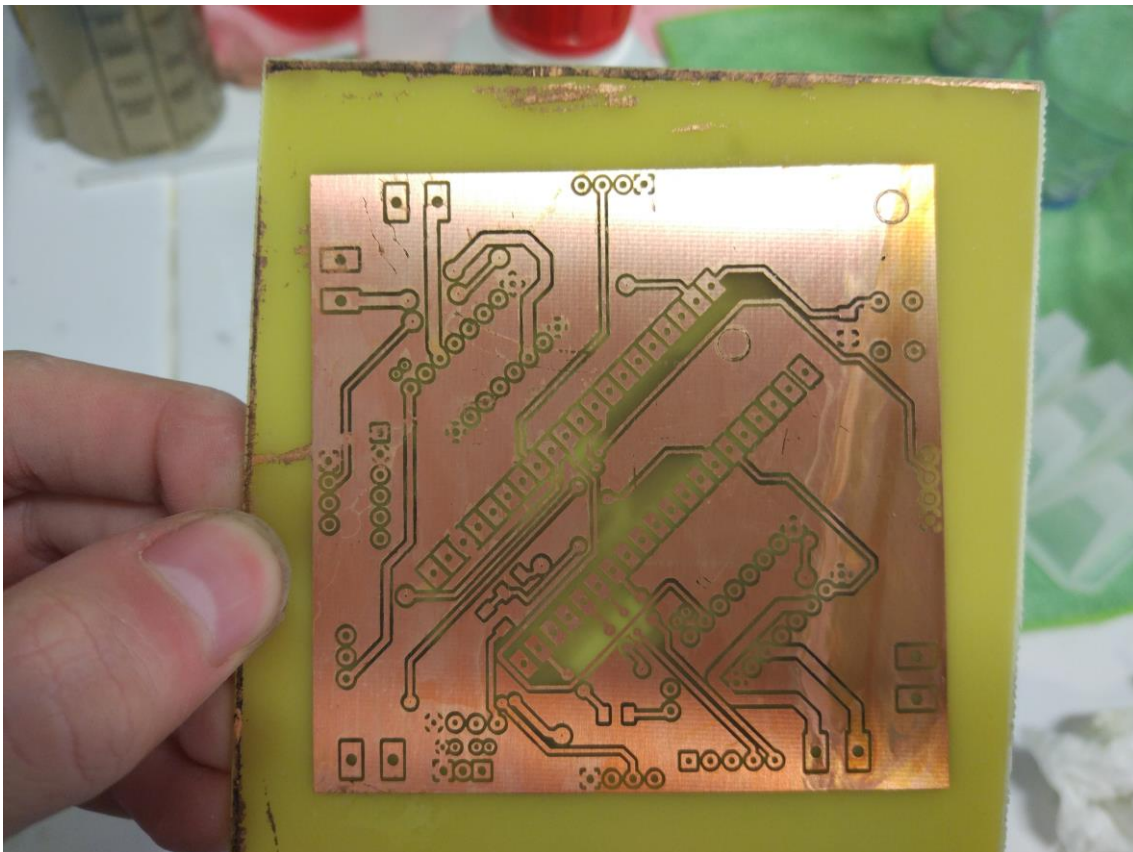
Posteriormente, se revela la placa bañándola en una solución de Sosa caustica (NaOH) al 2% (20 gramos por Litro). Se observa que la zona donde ha incidido la luz se vuelve de un color más claro, ya que el cobre queda totalmente expuesto.

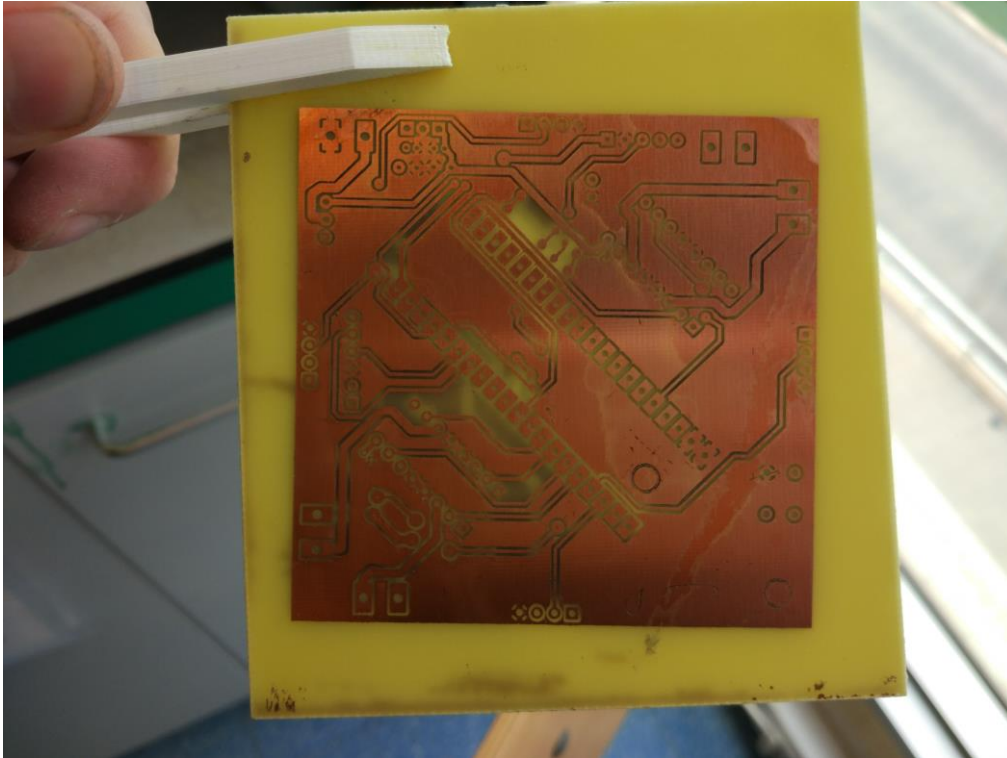
Una vez revelada, se procede al atacado de las zonas de cobre expuestas mediante el ácido. El ácido consiste en una solución a partes iguales de Agua oxigenada (110 volúmenes), agua (H₂O) y sulfamán doméstico.



El color verde viene dado por el cobre que se desprende de la baquelita.

Una vez atacado el resultado es el siguiente:





La placa tiene algunos fallos de continuidad entre pistas que deberemos corregir con la ayuda de un elemento punzante tipo cutex y un soldador.

A continuación, se taladran los agujeros pasantes y las vías comunicadoras, que se tendrán que unir por ambas caras con hilo fino de cobre.

Por último, se sueldan todos los componentes, tanto de montaje superficial, como pasantes, quedando como resultado final el de la imagen:

