



# Tecnológico de Monterrey

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

## **Laboratorio de microcontroladores**

Technical report

Integrantes:

Gabriela Natalia Altamirano Cruz | A01411942

Rodrigo Elizondo Arevalo | A00821566

29/03/2021

## Introduction

La fabricación de un PCB es un proceso que involucra varios pasos y fue hecho en tres prácticas de laboratorio distintas. En la primera práctica se usó el software de Proteus para capturar la esquemática del circuito deseado. En esta etapa del desarrollo se configuró el archivo en Proteus y se agregaron todos los componentes que se utilizarán. En la segunda práctica se creó un package en Proteus, el cual representa cómo va a ser el circuito en físico. Esta etapa se caracteriza por medidas exactas de los componentes. En la última y tercera práctica, se utilizó la esquemática creada en la segunda práctica para poder fabricar un circuito en físico. Para crear el circuito se trabajó una placa de cobre hasta estar lista.

## What are PCBs used for?

Una placa de circuito impreso o PCB es una placa utilizada para conectar componentes electrónicos. Son partes esenciales de todos los aparatos electrónicos que la gente utiliza en casa y en el trabajo cada día. Podría parecer que sólo unos pocos sectores e industrias utilizan placas de circuito impreso, pero no es así. Estas pequeñas placas se pueden encontrar en todo tipo de aplicaciones, desde grandes piezas de maquinaria hasta pequeños dispositivos de consumo.

- LEDs

Los LED, o diodos emisores de luz, se utilizan a menudo para la iluminación en lugares comerciales y residenciales. Las mayores ventajas de los LED son su larga vida útil, su eficiencia energética y su tamaño compacto. Las placas de circuito impreso son ideales para los LED, ya que pueden ayudar a transferir el calor fuera de la bombilla. Las altas temperaturas hacen que los LED se consuman más rápido, por lo que las placas de circuito impreso para ellos suelen ser de aluminio para ofrecer los mejores resultados. Esto elimina la necesidad de un disipador de calor adicional y permite diseños pequeños y compactos.

- Equipos industriales

El sector industrial utiliza las placas de circuito impreso y la tecnología SMT (tecnología de montaje superficial) de muchas maneras diferentes. Los componentes electrónicos se utilizan en gran parte de la alimentación de los equipos en los centros de distribución y fabricación. Las placas de circuito impreso en entornos industriales tienen que ser excepcionalmente duraderas y de alta potencia para soportar las duras condiciones, ya que pueden estar en contacto con temperaturas extremas, manipulación brusca, productos químicos agresivos o maquinaria que vibra. Muchos de ellos se fabrican con metales duraderos resistentes al calor y suelen ser más gruesos que los típicos PCB.

- Componentes aeroespaciales

Las aplicaciones aeroespaciales de las placas de circuito impreso requieren que sean capaces de soportar condiciones extremadamente duras. Estas placas de circuito impreso pueden utilizarse en todo tipo de equipos, desde aviones hasta satélites, transbordadores espaciales y sistemas de comunicación. Los materiales utilizados para estas placas de circuito impreso tienen que soportar condiciones duras como temperaturas extremas y grandes cantidades de vibraciones. Algunos están hechos para ser utilizados en el espacio exterior y son incluso más duraderos. Las placas de circuito impreso ligeras fabricadas con materiales como el aluminio también pueden ser útiles en algunas situaciones.

- Equipos de seguridad y protección

Tanto si se utilizan en hogares, edificios gubernamentales o empresas comerciales, los sistemas de seguridad a menudo dependen del uso de PCB y de la tecnología SMT. Tienen un efecto enorme en la seguridad y la protección más allá de lo que muchos son conscientes. Las placas de circuito impreso se utilizan en todo tipo de dispositivos, desde modernas cerraduras electrónicas para puertas hasta cámaras de seguridad, e incluso detectores de humo.

- Dispositivos médicos

Las placas de circuito impreso se utilizan en dispositivos para el diagnóstico, el tratamiento, la monitorización y mucho más. Estas placas de circuito impreso deben ser excepcionalmente fiables, ya que se utilizan para mejorar la salud de los pacientes. También suelen tener que cumplir normas de higiene específicas y suelen funcionar mejor cuando son muy pequeñas. Algunos de los dispositivos que utilizan PCB en la asistencia sanitaria son los sistemas de imágenes médicas, las bombas de infusión, los monitores e incluso los dispositivos internos.

- Electrónica para consumidores

Los ordenadores, las tabletas, los teléfonos inteligentes y otros dispositivos que la gente utiliza a diario necesitan placas de circuito impreso con tecnología SMT para funcionar. A medida que aumenta el número de aparatos electrónicos que forman parte de la vida cotidiana de todos, las placas de circuito impreso están ahí para garantizar su correcto funcionamiento. Las placas permiten que los portátiles y otros dispositivos sean más pequeños sin dejar de tener la opción de numerosas capacidades. La mayoría de las placas de circuito impreso de electrónica de consumo son relativamente baratas para mantener bajos los precios de los productos.

### **Why is it important as an engineering student to know how to develop PCBs?**

Como estudiantes de ingeniería, es importante saber cómo hacer nuestros propios PCBs debido a que en ciertos casos es mejor tener todos los componentes de un circuito soldados a un PCB. Si, por ejemplo, tenemos que hacer un proyecto involucrando un carrito o otro

dispositivo que se mueve, se corre el riesgo de que se desconecten los componentes de un protoboard cuando se mueve dicho dispositivo.

Otro ejemplo de la utilidad de saber cómo desarrollar un PCB es en nuestros futuros. Si se nos pide desarrollar un prototipo de un producto o parte a ser fabricada es económicamente conveniente saber cómo desarrollar un PCB de esta manera. Nunca se sabe si el cliente o la persona a cargo cambie las especificaciones del producto y fabricar un prototipo con maquinaria avanzada no es económico.

### **What other fabrication techniques are available for PCB fabrication?**

La fabricación de PCB se refiere al proceso que transforma el diseño de una placa de circuito impreso en una estructura física. Estas son las técnicas que intervienen en el proceso de fabricación de placas de circuito impreso:

#### *Creación de imágenes*

Esta es la etapa en la que su diseño digital de PCB se traduce en la placa física. Estos son los pasos que intervienen en el proceso:

- La imagen de la disposición y el diseño de la placa de circuito impreso
- La placa se recubre con fotorresistencia líquida.
- Mientras las zonas expuestas de la fotorresistencia se endurecen, se retira el resto.

#### *Grabado de la placa de circuito impreso*

Este proceso consiste esencialmente en eliminar el exceso de metal de la placa de circuito impreso mediante un disolvente industrial. Los productos químicos de grabado más populares son:

- Cloruro férrico
- Cloruro cúprico
- Amoníaco alcalino
- Persulfato de amonio

#### *Laminación de PCB*

La mayoría de las veces, un PCB está compuesto por múltiples capas de cobre que se intercalan con un sustrato no conductor. En el proceso de laminación de PCB, se aplica calor y presión a las distintas capas.

## *Mecanizado*

El mecanizado tiene lugar varias veces en el proceso de fabricación de las placas de circuito impreso, principalmente en las siguientes etapas:

- Agujeros pasantes y vías: Apilar varias placas, fijarlas en su sitio y taladrar agujeros pasantes, puede suponer un gran ahorro de tiempo y dinero. Lo ideal es perforar los agujeros no plateados después de aplicar la fotorresina.
- Panelización: El proceso de panelización garantiza que se puedan fabricar y probar varias placas de una sola vez. Las muescas en V o los separadores pueden facilitar la retirada de la placa una vez finalizado el proceso de fabricación.

Cuando se trata de la posibilidad de fabricar las placas, hay una serie de factores que hay que tener en cuenta. Algunos de ellos son:

- Espesor de la placa de circuito impreso
- Elección del material
- Tipo de perforación

## *Revestimiento*

Dependiendo del entorno en el que tenga que funcionar la placa de circuito impreso, puede haber una gran variedad de chapados que pueden realizarse. Algunas de las técnicas de chapado más comunes son:

- Metalizado electrolítico: Este tipo de chapado funciona bien para proyectos de gran volumen. Se utiliza una solución concentrada del metal de revestimiento para sumergir las placas. A continuación se produce un proceso de electrólisis que recubre las superficies metálicas expuestas.
- Metalizado químico: No implica el uso de corriente eléctrica. En su lugar se utilizan agentes autorreductores. La gran ventaja que ofrece es que el recubrimiento resulta uniforme y se minimizan las anomalías
- Recubrimiento en seco: También conocido como revestimiento por plasma, funciona bien para el revestimiento de circuitos de líneas finas. Para ello se utiliza un gas inerte. Las partículas metálicas de un blanco cargado se eliminan y se vuelven a depositar en el blanco bajo vacío.

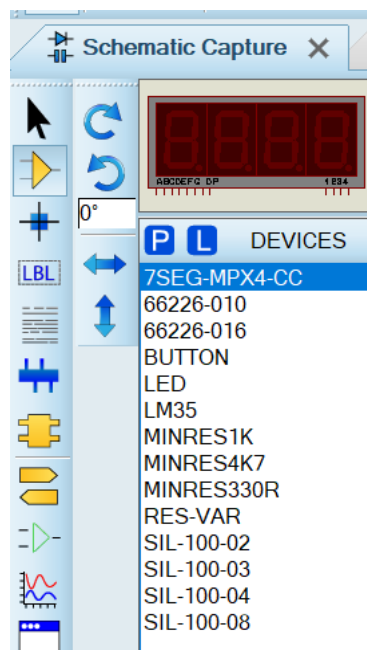
## Procedure

### Expansion Board Fabrication (Part I: Schematic Capture)

En está práctica se realizó el proceso de desarrollo de una placa de circuito impreso (PCB) de tamaño medio utilizando el software de última generación Proteus 8.11.

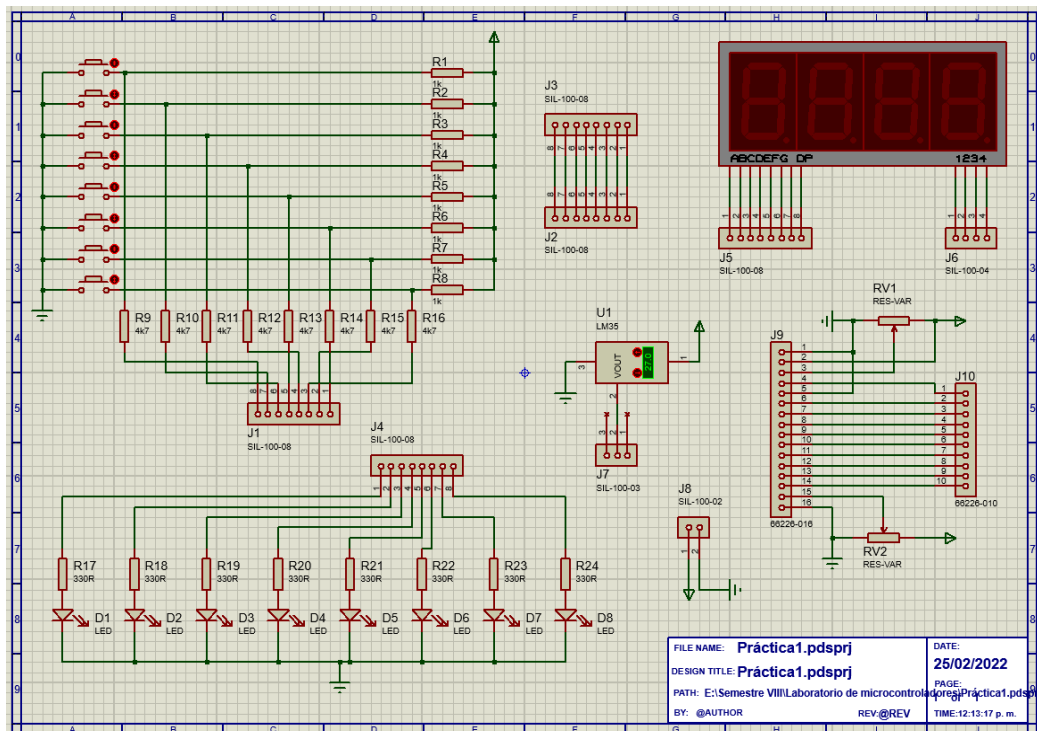
Para realizar el diseño del PCB se empezó con la configuración de la placa en el software de Proteus. Primero se creó un nuevo proyecto y después se seleccionó el esquemático. Seguidamente se seleccionó el número de capas conductoras que necesitamos, que en este caso solo será una capa. Finalmente se definió el tipo de vías que se van a utilizar, en este caso fue “through holes”.

Una vez que se terminó de realizar la configuración de la placa se empezó a diseñar el esquemático. Para esto se trabajó en la ventana de “Schematic Capture” del software. A fin de trabajar de una forma más eficiente y rápida se agregaron todos los componentes que se iban a utilizar a nuestra lista de componentes de esta manera sería más rápido agregarlos a nuestro esquemático. Los componentes que se agregaron fueron los siguientes:



*Lista de componentes*

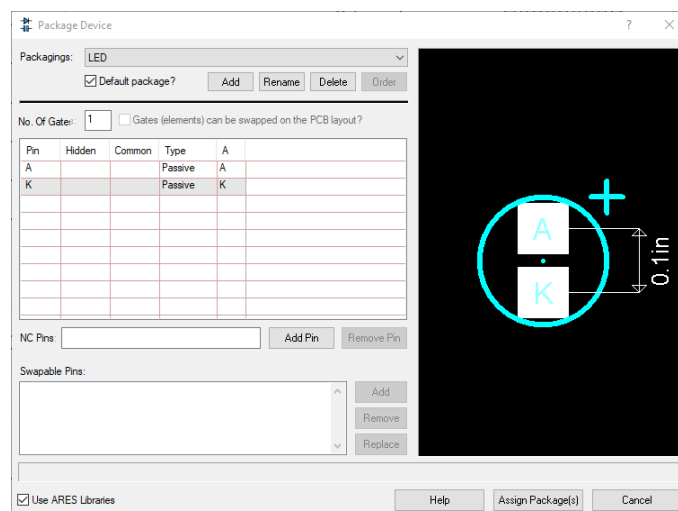
El esquemático del PCB quedó de la siguiente manera.



## Expansion Board Fabrication (Part II: PCB Layout)

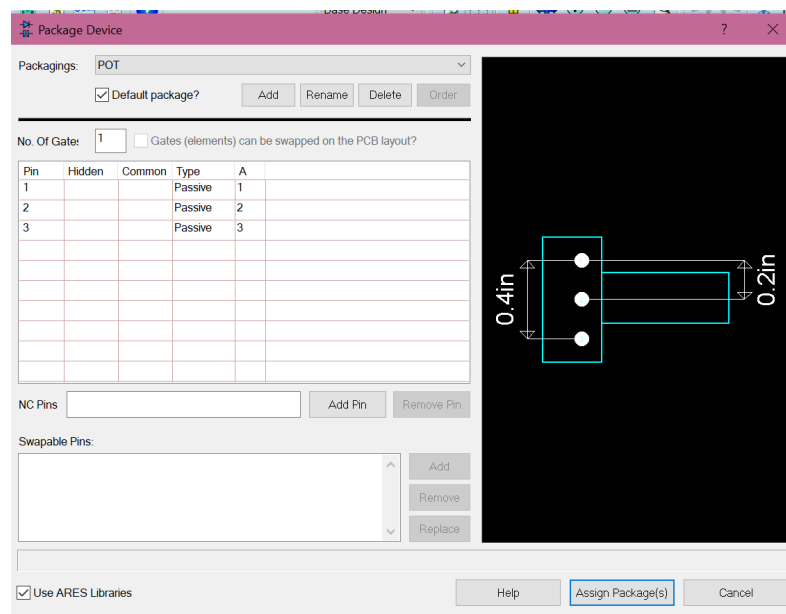
A partir del esquemático desarrollado en la práctica 1, se continuó trabajando para poder crear un modelo físico. El primer paso fue configurar los power rails del circuito. Para hacer esto se revisaron todos los componentes y se les asignaron las entradas y salidas que le corresponden a través de “packages”.

Se le asignó el package “LED” a los LEDs del circuito y se le asignaron sus pines correspondientes al ánodo y al cátodo.



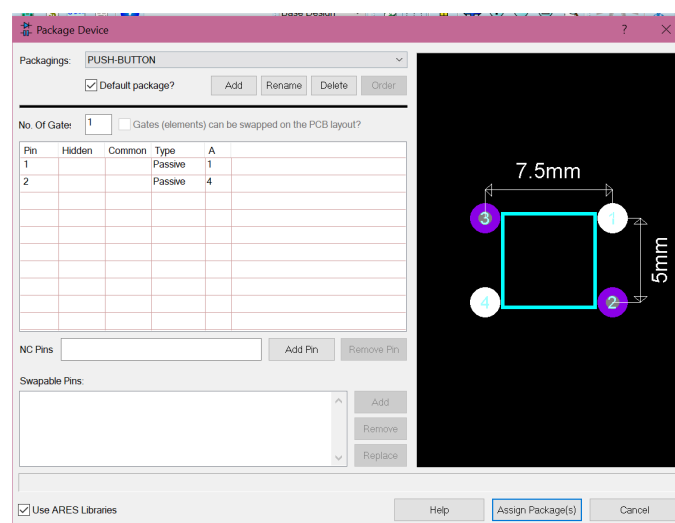
### Configuración de los LED en Proteus

Seguidamente se realizó el package para el potenciómetro. Para realizar este package se agregaron 3 pines “Round Through-hole Pad Mode” separados por 200 mils. Se agregó una “2D Graphics Box Mode” con la opción de “Top Silk” con dimensiones de 640 x 300. También se añadió otro rectángulo con las dimensiones de 260 x 650, estos rectángulos se utilizaron para dibujar la forma del potenciómetro. Se asignó su respectivo número a cada pin siendo el de la izquierda el número uno, el de en medio el dos y el de la derecha el tres. Por último se le asignó el package al potenciómetro.



*Configuración del potenciómetro en Proteus*

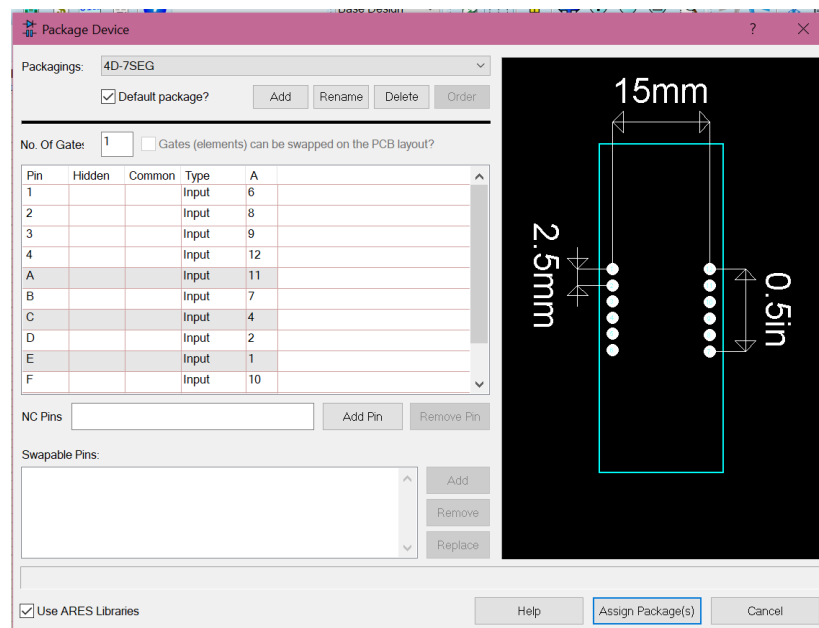
Después se creó el package para los push-buttons. Para esto se agregaron cuatro terminales y un cuadrado de 220 mils de ancho. La anchura de las patas es de 30 mils, por lo que hay que utilizar pastillas redondas C-70-30. Las patas superiores están separadas 200 mils entre sí, al igual que las patas inferiores. Las patas superiores están separadas de las inferiores 300 mils. Una vez que se terminó de diseñar el push-button se le asignó el paquete a los push-buttons.



*Configuración de los push-buttons en Proteus*



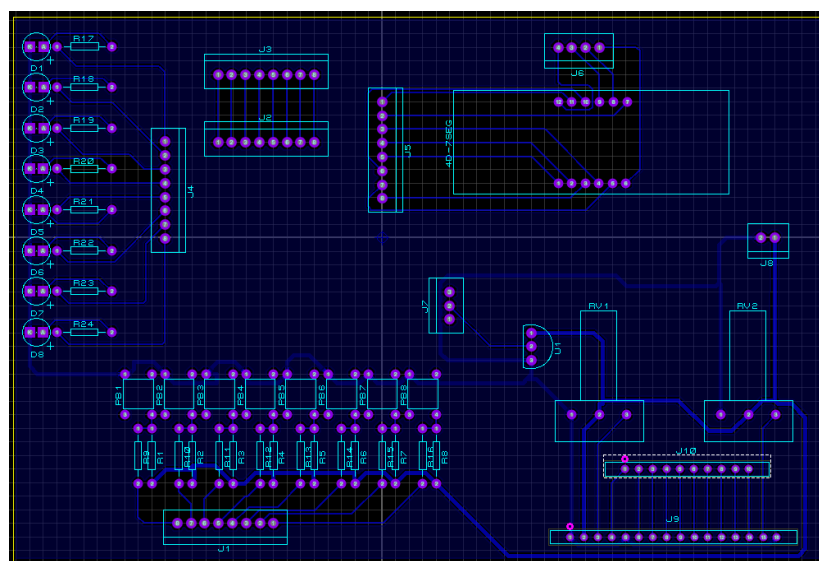
Por último, se diseñó el paquete para el display de 7 segmentos se utilizaron pines C-70-30 y el contorno del dispositivo fue un rectángulo de 2000 mils x 750 mils. Se le asignó el paquete al display de 7 segmentos.



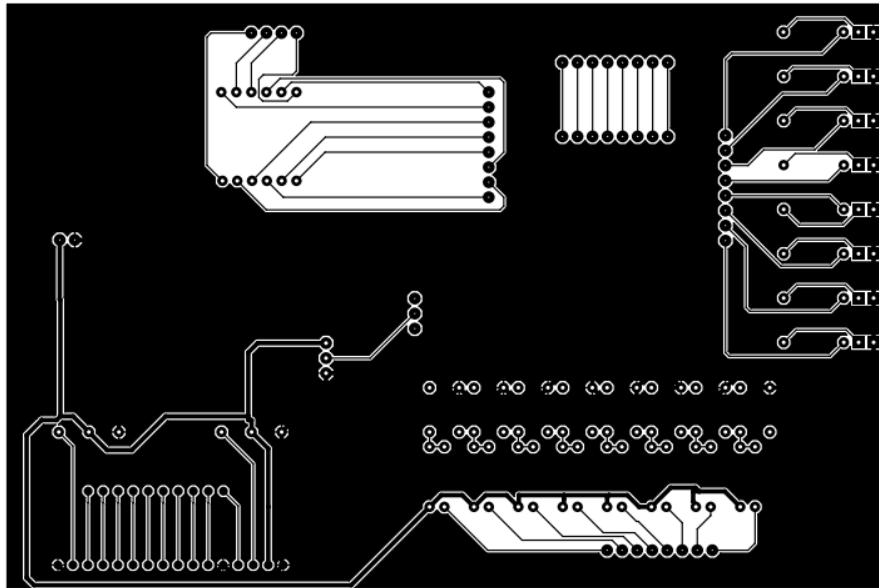
*Configuración del display de 7 segmentos en Proteus*

Después de haber configurado todos los componentes en “packages” se agregaron a un plano nuevo en Proteus. Todos los componentes fueron agregados en un espacio de 150 mm x 100 mm, ya que ese es el tamaño de la placa de cobre que se usará para crear el circuito. Se colocaron dentro de los límites todos los componentes hasta que la lista de componentes quedó vacía. Fue importante asegurarnos que no marcara errores la aplicación, y cuando estaba listo el esquemático se preparó para imprimir.

El esquemático del PCB quedó de la siguiente manera.



*PCB layout*



*PCB layout*

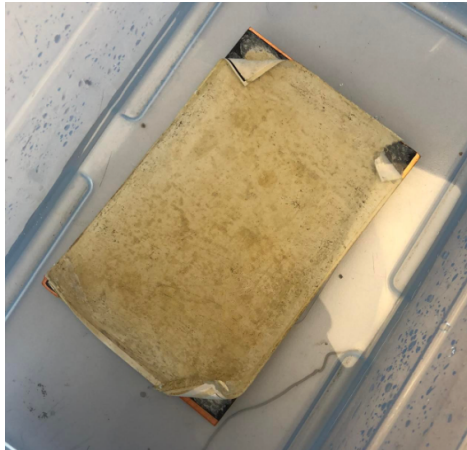
### **Expansion Board Fabrication (Part III: PCB Manufacturing)**

El primer paso para fabricar el PCB fue imprimir el package en una hoja transfer. Es importante usar una impresora láser en este paso, debido a que la tinta normal no se pasa a la placa de cobre, pero tóner si se transfiere. Para transferir la esquemática al cobre se tiene que planchar con una plancha de casa normal hasta que el tóner se “pegue” a la placa de cobre.



*Placa de cobre*

Después de dejar la placa enfriarse unos minutos se sumerge en agua para remover todo el papel, solo quedándonos con la placa de cobre y el tóner impreso en la placa. El siguiente paso es sumergir la placa de cobre en cloruro férrico. El cloruro férrico remueve todo el cobre que no está cubierto por el toner. El último paso de la fabricación del PLC es usar acetona para quitar el tóner de la placa.



*Placa sumergida en agua*



*Quitando el tóner a la placa*

## **Conclusions**

Rodrigo Elizondo Arevalo:

Para mi la fabricación de los PCB fue una experiencia muy divertida e interesante. Siempre me ha interesado este aspecto de la electrónica, y creo que va ser una herramienta muy útil en mi futuro. El desafío más grande durante estas prácticas fue pasar el toner de la hoja transferida a la placa de cobre ya que esto no salió a la primera. Para poder hacerlo correctamente hablamos con nuestros compañeros y nos enseñaron como lo hicieron ellos. De ahí el resto del proceso fue un poco tedioso, pero no muy complicado.

Gabriela Altamirano:

En esta práctica aprendí sobre el proceso de desarrollo para realizar un PCB. Lo que más me gustó y lo que menos se me dificultó fue realizar el diseño en Proteus. Me pareció un poco difícil y tedioso el proceso de preparar la placa debido a que no nos sal  como debía de ser por lo que fue algo que inconscientemente no lo disfrut  debido a las complicaciones que se presentaron. Sin embargo, considero que es algo importante de aprender debido a que en un futuro podríamos llegar a ocupar estos conocimientos.

## Bibliografía

King, A. (23 de febrero de 2021). *The Most Common Uses of Printed Circuit Boards with SMT Technology*. Recuperado el 28 de marzo de 2022, de Advanced Circuits: <https://www.4pcb.com/blog/the-most-common-uses-of-printed-circuit-boards-with-smt-technology/>

Technotronix. (31 de julio de 2021). *The Essential Guide on PCB Fabrication Techniques*. Recuperado el 28 de marzo de 2022, de Technotronix: <https://www.technotronix.us/pcbblog/the-essential-guide-on-pcb-fabrication-techniques/>