

# SEGURIDAD EN LA CONFECCIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS <sup>1</sup>

Jorge Alberto Olsson<sup>2</sup>, Lea Vanessa Santiago<sup>3</sup>, Germán Andrés Xander<sup>4</sup>, Víctor Hugo Kurtz<sup>5</sup>, Jorge Luis Lopez<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Trabajo de Investigación, Proyecto del Programa de Incentivos Código 16I091<sup>5</sup> y 16I104<sup>6</sup>

<sup>2</sup> Docente Integrante de Proyecto, Ingeniero Electricista, [olsson@fio.unam.edu.ar](mailto:olsson@fio.unam.edu.ar)

<sup>3</sup> Docente Integrante de Proyecto, Laboratorista Química Industrial, [santiago@fio.unam.edu.ar](mailto:santiago@fio.unam.edu.ar)

<sup>4</sup> Docente Integrante de Proyecto, Ingeniero Electrónico, [gaxander@fio.unam.edu.ar](mailto:gaxander@fio.unam.edu.ar)

<sup>5</sup> Director de Proyecto, Magister Ingeniero Electricista, [kurtzvh@fio.unam.edu.ar](mailto:kurtzvh@fio.unam.edu.ar)

<sup>6</sup> Director de Proyecto, Ingeniero Mecánico, [lopezj@fio.unam.edu.ar](mailto:lopezj@fio.unam.edu.ar)

## Resumen

La actividad seleccionada para este trabajo trata del grabado o confección de placas de circuito impreso, utilizadas en electrónica, mediante el proceso de reacción química del cloruro férrico con el cobre de las placas vírgenes que se pretenden grabar.

Para el tratamiento del tema inicialmente se analizará el proceso de fabricación de circuito impreso, a continuación el procedimiento práctico habitual para este método y luego se estudiarán las reacciones y productos evaluando la exposición y riesgo del método. Finalmente se propondrán algunas acciones preventivas para minimizar riesgos.

**Palabras Clave:** Circuitos Impresos– seguridad – PCB- Cloruro Férrico

## Introducción

La seguridad es un tema que muchas veces no se le presta la debida atención en la mayoría de los ámbitos que frecuentamos probablemente debido a la rutina del quehacer cotidiano. Esto puede ser por desconocimiento, descuido, falta de información, de presupuesto, entre otros. Pudiendo esto ocasionar incidente sin consecuencias, accidentes y enfermedades profesionales.

En este trabajo se evaluarán los riesgos de exposición y peligros, así como las necesarias y convenientes medidas de seguridad, a tener en cuenta en las prácticas de electrónica, tantos en el ámbito académico, científico, profesional y laboral con el objetivo de prevenir y evitar posibles consecuencias negativas.

**Marco Teórico:** La denominación "Circuito Impreso", corresponde al término inglés. "Printed Circuit" de esta última denominación se deriva la sigla PCB (Printed Circuit Board). El término circuito impreso, se utiliza para describir el proceso de fabricación de placas conductoras en ciertas condiciones. En general las pistas conductoras, que unen los distintos componentes que forman un circuito electrónico, se logra por medio de un proceso de corrosión en una placa de material aislante recubierta de una capa de metal uniforme, donde el esquema de conexiones se imprime por algún medio particular, que impide la acción del agente oxidante.

El PCB es entonces un medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos, a través de rutas o pistas de material conductor, grabados en hojas de cobre (generalmente), laminadas sobre un sustrato no conductor, comúnmente baquelita (fenólico) o fibra de vidrio (fiberglass). Ver figuras N° 1 y N° 2.

Todo aquel que se dedique a la electrónica, en algún momento de su carrera se encontrará con la necesidad de fabricar sus propios circuitos impresos. En general, esta tarea es vista

como algo muy complicado, cuando en realidad se trata de un trabajo relativamente sencillo, siempre y cuando, se tomen ciertas precauciones.

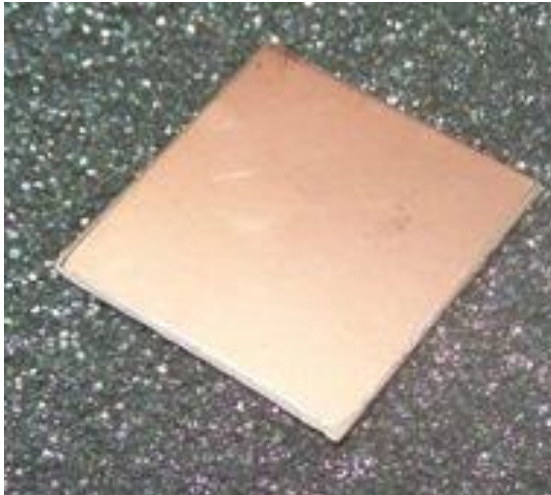


Figura N° 1: Placa virgen cobreada



Figura N° 2: Corte de una placa virgen cobreada

**Procedimiento:** Para la realización de un PCB debemos primeramente diseñar el mismo en función del circuito electrónico correspondiente (esquema) y el tamaño de los componentes. Esta actividad puede ser manual o asistida por computadoras utilizando para ello programas especiales para realización de PCB como ser el “LIVE-WIRE” entre otros (VER figura N° 3 y N° 4, como ejemplo).

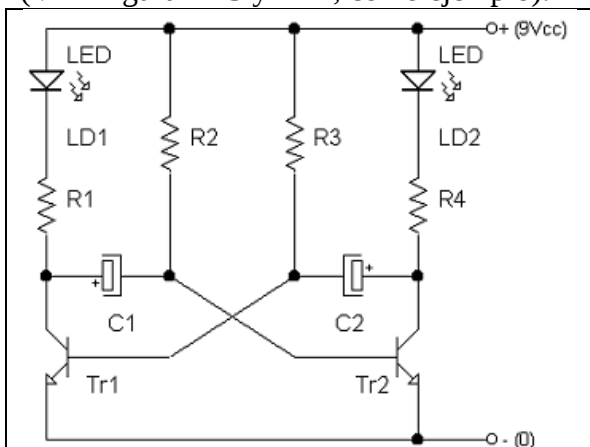


Figura N° 3: Circuito electrónico (esquema)

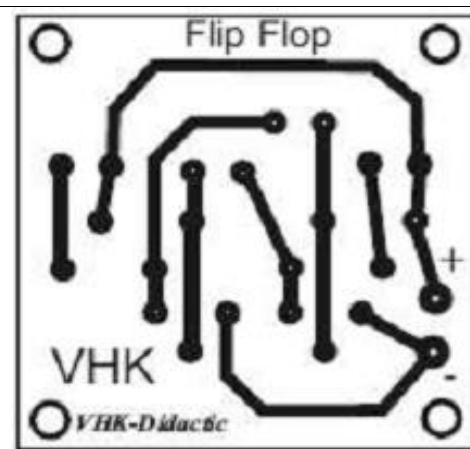
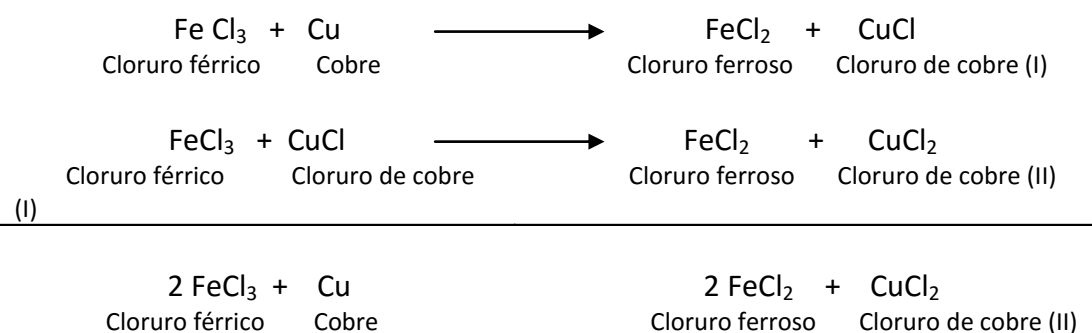


Figura N° 4 Diseño del circuito impreso

El diseño manual consiste en dibujar, pintar o imprimir con alguna tinta solvente (en el mercado se consiguen marcadores especiales) sobre la placa cobreada la zona que no se quiere atacar con el corrosivo (por el proceso de reacción química del “cloruro férrico” con el cobre). Una de las más importantes aplicaciones del cloruro férrico, es en electrónica para producir circuitos impresos en bajas cantidades. El cloruro férrico reacciona con el cobre dando cloruro ferroso y cloruro cúprico, como consecuencia de esta reacción, es atacado el cobre de la placa virgen, quedando expuesto el sustrato, fenólico para nuestro ejemplo.



## Resultados y Discusión

Para llevar a cabo esta operación generalmente se procede según una serie de pasos siguiendo un instructivo [1], [2] y [3].

En la figura N° 6 se muestran algunas placas obtenidas con este proceso, donde se puede observar las pistas conductoras, cobre estañado y como el sustrato hace las veces de soporte y aislante entre terminales y pistas.

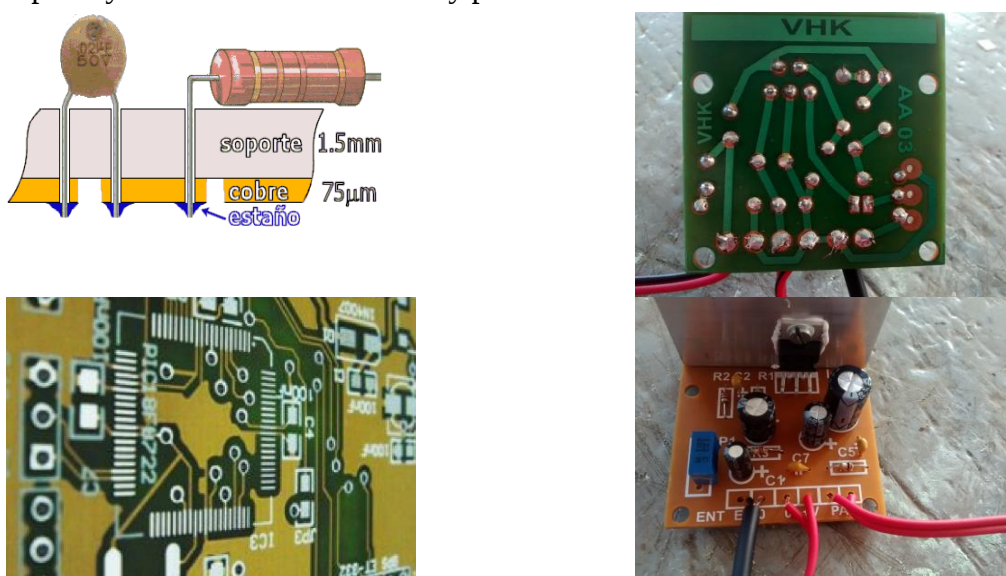


Figura N° 6

**Evaluación de la exposición y riesgo:** La evaluación del riesgo de incidentes o accidentes al trabajar con la solución de cloruro férrico en las actividades y procedimientos mencionados en los puntos anteriores, se debe tener en cuenta a partir del momento de la adquisición del producto, su transporte y almacenamiento, uso, rebasado o descarte final si fuera necesario.

De las presentaciones comerciales del mercado y de las hojas técnicas de los proveedores [2] y [4], puede observarse que no se advierte de sus potenciales peligros en manera apropiada, quedando estos a cargo de los usuarios del producto. La determinación de los mismos la haremos en este escrito recurriendo a la ficha de seguridad de distribuidores mayoristas como las que se presentan en [4], [5], [6] y [7], de las que extraemos los siguientes datos:

### Cloruro férrico en solución

#### Identificación de peligros:

No es inflamable. Producto corrosivo. El producto causa quemaduras. El producto puede hidrolizarse y formar precipitados de hidróxido de metal, según el nivel de dilución.

### Generalidades sobre las emergencias. Riesgos para la salud

| Vías de entrada. Síntomas del lesionado                                                                                                                                | PRIMEROS AUXILIOS                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.- INGESTIÓN ACCIDENTAL:</b><br>Puede provocar trastornos gastrointestinales<br>Dolor de cabeza, vomito, diarrea etc.<br>Puede causar disturbios cardiovasculares. | Dar de beber inmediatamente agua o leche<br><b>No induzca el Vómito.</b><br>Nunca de nada a una persona inconsciente.<br>Solicitar asistencia médica. |
| <b>2.- CONTACTO CON LOS OJOS:</b><br>Iritación y ardor en los ojos                                                                                                     | Lavar suavemente con agua corriente durante 15 min abriendo ocasionalmente los párpados.<br>Solicitar atención medica de inmediato.                   |
| <b>3.- CONTACTO CON LA PIEL:</b><br>Iritación y enrojecimiento de la piel.                                                                                             | Lavar con agua corriente durante 15 min al mismo tiempo quitarse la ropa contaminada y calzado. Solicite atención médica.                             |
| <b>4.- ABSORCIÓN:</b><br>No identificado                                                                                                                               | No se dispone de información.                                                                                                                         |
| <b>5.- INHALACIÓN:</b><br>Puede provocar irritación en las vías Tracto respiratorias.                                                                                  | Traslade a un lugar con ventilación adecuada.<br>Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Solicite atención médica.                             |

#### Efectos por sobreexposición:

INHALACIÓN: Causa quemaduras en las mucosas. Produce tos, dolor pectoral, náuseas y dificultades respiratorias.

INGESTIÓN: Produce náuseas, vómitos, diarrea; en cantidades importantes puede provocar perforación de esófago.

PIEL: Produce irritación y eccemas.

OJOS: En forma concentrada puede causar daños graves (Quemaduras), con posible opacificación permanente de la córnea.

#### RIESGOS ESPECIALES

La descomposición térmica, puede producir humos de cloruro de hidrógeno, gas altamente tóxico e irritante.

**Posibles efectos sobre el medio ambiente:** Aunque no hay suficientes datos de toxicidad disponibles, es razonable asumir que suficientes cantidades afectan a la vida acuática. Se deberán tomar precauciones para prevenir derrames accidentales de este material al medio ambiente.

**Precauciones para protección del medio ambiente:** Evitar que el líquido penetre en alcantarillas o espacios cerrados, puede producir explosión si se inflama. Puede generar grandes cantidades de contaminantes peligrosos en el aire. Evitar que pueda filtrarse en la tierra o a aguas subterráneas, es muy contaminante. Evitar el contacto con la vegetación.

**Métodos de limpieza:** El agua pulverizada o nebulizada aplicada a los vapores de este producto acelera su dispersión por la atmósfera. La espuma contra incendios aplicada como película sobre los charcos de este producto retarda la eliminación de vapores a la atmósfera. Utilizar tierra, arena, serrín, arcilla, ceniza, polvo de cemento; agentes neutralizantes para disminuir el riesgo. Si es posible, trasvasar el producto derramado a un contenedor de recuperación. En caso contrario, trasladar a lugar seguro para su posterior eliminación.

**Evaluación:** De la evaluación de las actividades que se deben realizar y de las hojas de datos de seguridad de los distribuidores mayoristas se desprende que los riesgos principales

a los que se está expuesto durante la elaboración de un PCB con cloruro férrico son los siguientes:

- a) Derrames accidentales de la solución (cloruro férrico).
- b) Salpicaduras accidentales en vestimenta, piel, ojos, instalaciones, etc.
- c) Uso de elementos inapropiados (recipientes y herramientas)
- d) Descomposición de la solución por temperaturas altas.
- e) Inhalación de vapores de reacción.
- f) Descarte incorrecto de la solución utilizada y los desechos.

**Medidas preventivas de la exposición y riesgo:** Las medidas preventivas que se proponen a continuación surgen de lo escrito más arriba y de las experiencias en el laboratorio:

- 1) Brindar una clase de seguridad y concientización antes de la realización de los PCB
- 2) Gestionar el uso del laboratorio de química para llevar a cabo esta tarea, ya que las instalaciones del mismo son adecuadas.
- 3) Usar elementos de protección personal como ser guantes y antiparras resistentes a los químicos.
- 4) Usar vestimenta adecuada.
- 5) Utilizar doble recipiente de plástico, uno que contenga a la solución, y otro mayor capaz de contener las posibles salpicaduras.
- 6) Verificar que las herramientas sean los apropiados.
- 7) Verificar las condiciones de ventilación antes de comenzar con las actividades.
- 8) Trabajar a temperatura ambiente o no mayor a 25° C para minimizar la emanación de vapores.
- 9) Instruir a los participantes sobre los métodos de reciclado del cloruro férrico para evitar su descarte

## Conclusiones

Implementar un protocolo de seguridad durante la realización de un PCB trae aparejado múltiples beneficios, al igual que si lo hiciéramos en nuestras actividades cotidianas. Pero en el aula, académica y científica estos beneficios se potencian con la articulación vertical y horizontal del cursado de la carrera, de forma tal que se puede pasar de una simple capacidad de realizar un PCB a una competencia profesional que permitirá a los futuros profesionales desempeñarse con responsabilidad individual y colectiva y actuar de acuerdo a ellas como así también la capacidad de reaccionar correctamente frente a situaciones imprevistas.

## Referencias

- [1] Kurtz, V. H., *Laboratorio 19a-11-331-Circuito Impreso* -Electrónica y Dispositivos 2015 Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad de Ingeniería UNAM.
- [2] Electroquímica DELTA. *Cloruro Férrico concentrado*. Elaboración de circuitos impresos
- [3] [www.print2flash.com](http://www.print2flash.com), acceso 06/08/2015
- [4] INDUKERN, S.A. *Ficha de Datos de Seguridad de Producto: Cloruro Férrico*
- [5] Oxy Chile. *Ficha de Datos de Seguridad de Producto: Cloruro Férrico*
- [6] Productos Químicos Monterrey, S.A. *Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas: Cloruro Férrico*
- [7] CTR scientific. *Hoja de Datos de Seguridad: Cloruro Cúprico*