

Universidad Nacional Autónoma de México  
Instituto de Ingeniería  
Gobierno de la Ciudad de México

Microfascinantes  
Taller de tatuajes inteligentes

Manual para la fabricación de un tatuaje  
electrónico

Manuel Andrés Herrera Juárez  
MHerreraJ@iingen.unam.mx

20 de septiembre de 2019



Lo que necesitarás conseguir:

- Una regla (Puedes usar escuadra o escalímetro).
- Tijeras y/o cutter.
- Cinta adhesiva transparente.
- Plástico adhesivo delgado transparente (Mica para forrar, no hule).
- Papel aluminio. (Puedes usar hojas de oro, pero su manipulación se complica).
- Una pluma o plumón permanente de punta fina.
- Una superficie donde hacer cortes para no dañar tu espacio de trabajo (En este caso, una tabla de madera).
- Papel para tatuaje ®Silhouette (Puedes usar también Tegaderm™ Film de 3M).

Estos materiales son únicamente para realizar el tatuaje, los materiales para la parte electrónica vienen después.

## Crea tu diseño

¡Ponte creativo!, puedes crear tu propio diseño o tomar uno de nuestros diseños. Una vez lo tengas, imprimelo original y en espejo horizontal.

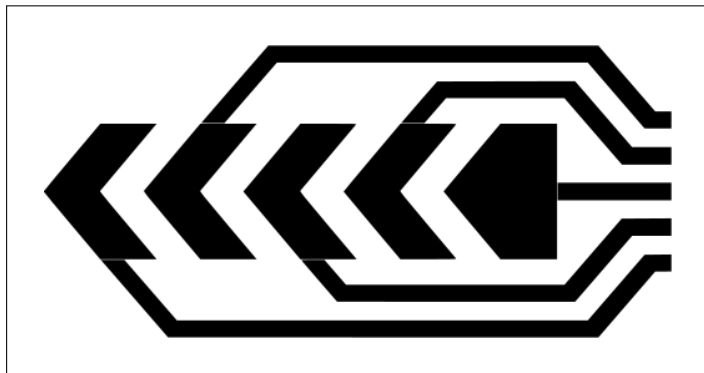


Figura 2: Diseño sugerido. Dimensiones 8.3cm H x 4cm V.

Si decides crear tu propio diseño, te recomendamos los siguientes programas gratuitos para hacerlo, las únicas reglas son que cada "botón" debe ser una figura cerrada y no puede cruzarse o tocar a otro botón. Trata de espaciarlos entre ellos, pues esto facilitará la fabricación.

- Paint.net [Paint.net](#)
- LibreOffice Draw. [Draw](#)
- Inkscape - Draw Freely. [Inkscape](#)
- GNU Image Manipulation Program. [GIMP](#)
- LibreCAD - Open Source 2D-CAD. [LibreCAD](#)
- Vectr - Free Vector Graphics Software (Online). [Vectr](#)



Figura 3: Diseño sugerido impreso.

## Ahora si va lo difícil...

### 1. Transfiere tu diseño.

Como primer paso, necesitarás transferir tu diseño impreso, con la ayuda de tu pluma o plumón a la parte plástica (brillosa) del plástico adherente (Mica). Si tu diseño contiene líneas rectas, puedes apoyarte de una regla. Para este paso es de gran ayuda contar con buena iluminación, si cuentas con una superficie rígida transparente, puedes poner una fuente de luz debajo de ella y calcar tu dibujo para facilitar el trabajo.



Figura 4: Diseño sugerido transferido.

### 2. Añade el material conductor.

Una vez calcado el diseño, despegas la mica de su protector y pégala sobre un pedazo de papel aluminio u hoja de oro (Si es hoja de oro, realizalo con mucha precaución, pues al ser tan ligeras, tienden a atraerse estaticamente con el plástico de una manera desastrosa y desordenada, además de ser este material más susceptibles a romperse y perder la conductividad eléctrica al crearse un circuito abierto).

Una vez pegada la mica sobre la hoja conductora, recorta la unión con ayuda de unas tijeras, de modo que cubra únicamente el área suficiente donde reposa tu diseño.



Figura 5: Plástico con diseño adherido al aluminio.

### 3. Recorta los "botones táctiles".

Para este paso necesitarás mucha paciencia y una buena mano. Corta cada botón táctil de tu diseño por el contorno que calcaste al plástico adhesivo. No importa que herramienta uses, ya sea cutter o tijeras, es a tu conveniencia y agilidad.

Mide tu fuerza y trata de cortar exactamente por el contorno del botón, pues un paso en falso y puedes cortar tu botón dejándolo inutilizable, ¡Ah sí, trata de no cortarte también!. Si eres menor de edad, recuerda hacerlo con ayuda y bajo supervisión de un adulto responsable.





Figura 6: Botones táctiles recortados a partir del diseño.

#### 4. De vuelta al plástico.

Te preguntarán... ¿Por qué otra vez pegarlo?, si desde un inicio pude haber calcado y recortado el diseño al aluminio y ahorrarme un paso..., bueno, la respuesta radica en que la manipulación directa con el papel aluminio (u hoja de oro) es mucho más difícil de lo que crees, adherirlo con la mica agrega rigidez al material, permitiendo trabajar con éste de una manera más sencilla. Además, en los siguientes pasos es fundamental para mantener los botones fijos a una superficie, e inclusive para el paso en el que tienes que pegarlo a la piel.

Despega un trozo de plástico adhesivo transparente, mica, de su protector y sobre la parte que tiene pegamento, y con ayuda de tu diseño impreso en espejo, coloca los botones táctiles sobre el adhesivo plástico de modo que la parte descubierta del aluminio siga quedando libre. (Deberá quedar un sandwich mica-mica-aluminio)



Figura 7: Botones táctiles con una cara de aluminio al descubierto pegados al plástico adhesivo.

## De vuelta a la búsqueda de materiales

Hasta ahora hemos creado un tatuaje ya casi funcional, pero faltan algunos componentes que lo harán compatible con los módulos encargados de leer los botones táctiles de tu diseño.

Necesitarás:

- Soldadura aleación estaño/plomo (60/40).
- Pasta para soldar.
- Un cautín de 30W (o más).
- Cable plano de 5 vias. (De N vias si tu hiciste tu diseño. N es el número de botones táctiles que contiene tu diseño). No importa si es de más vias, pueden separarse fácilmente.
- Conector de plástico hembra para cable dupont de N terminales.
- N conectores de metal hembra para cable dupont.



- Un multímetro digital con medidor de continuidad y/o resistencia.
- Cinta conductiva de cobre (opcional, de gran ayuda).
- Termofit de  $1/2 \times 1/4$ ".



Figura 8: Materiales para la parte electrónica.

## ¡Hazlo electrónico!

### 5. A soldar.

Si el cable plano que conseguiste es de más vías, puedes partirlo para ajustarlo al número de vías que necesitas. Recuerda hacer todo este paso con la supervisión de un adulto responsable en caso de ser menor de edad. El mal manejo de los instrumentos puede causar quemaduras graves.

De un extremo del cable plano, pela todas sus vías aproximadamente 0.5 cm, de modo que quede una parte del alambre expuesto. Enrosca cada alambre de las vías y añádeles un poco de pasta para soldar, luego, aplica soldadura con el cautín sobre estos para añadir rigidez; ten cuidado de no

cruzar los cables entre vías y de no aplicar tanto calor para evitar que el plástico que protege a los alambres se queme.



Figura 9: Cable expuesto de un lado y con la terminal hembra del otro.

Del otro extremo del cable plano, de igual forma, pela todas sus vías poco más de 0.5 cm para dejar un poco de alambre expuesto. Añádeles pasta para soldar y solda un conector de metal hembra por cada vía del cable. Los conectores de metal cuentan con dos pequeñas pestañas en su inferior; dóblalas hacia el lado contrario de donde se encuentran e inserta cada conector ya soldado a cada una de las terminales del conector dupont de plástico hembra hasta que se escuche un pequeño click. Por el otro extremo del cable, mete el termofit de 1/2" de modo que cubra parte del conector de plástico y del cable, y el termofit de 1/4" que quede justo debajo del conector, cubriendo únicamente a los cables; con un encendedor pasa rápidamente la flama sobre el termofit hasta que este se encoja de tamaño y cubra perfectamente a los cables. Ten cuidado de no quemar el cable.

Si todo salió bien, con ayuda del medidor de continuidad de tu multímetro deberías de ser capaz de verificar la continuidad eléctrica entre los extremos

de cada vía del cable, y continuidad nula entre vías diferentes. Si tu multímetro no cuenta con detector de continuidad, pero sí con medidor de resistencia eléctrica, debería marcarte una resistencia eléctrica muy cercana a 0 Ohms (menor a 10 Ohms máximo) entre extremos de una misma vía, y una resistencia muy alta (mayor a 100,000 Ohms) entre vías diferentes.

## 6. Combínalo.

Una vez hecho tu cable, es hora de añadirlo al trabajo que pausamos por un breve tiempo. Con un poco de agilidad y paciencia, acomoda cada vía con el alambre expuesto a cada botón táctil de tu diseño. Si cuentas con cinta adhesiva de cobre, añade uno o más trozos a para pegar el alambre expuesto y el aluminio expuesto y luego aplica un solo trozo de cinta adhesiva de manera vertical, de manera que fije todos los botones con los cables; te ahorrará un gran trabajo. Si no cuentas con cinta de cobre, únicamente usa un trozo de cinta adhesiva de manera vertical para fijar la unión; debes ser más cuidadoso pues una mala fijación puede llevar a un falso contacto.

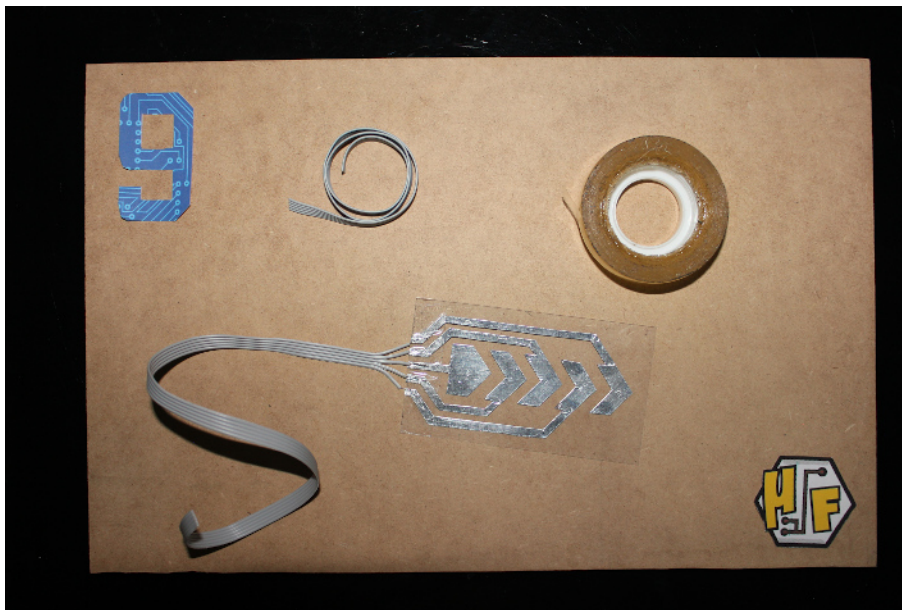


Figura 10: Cable unido a los botones táctiles.

Al igual que en el paso anterior, mediremos continuidad eléctrica, pero

ahora entre cada botón táctil en la superficie de aluminio más alejada y su respectiva vía en la terminal hembra. En caso de no haber continuidad entre los extremos del dispositivo, puede deberse a un falso contacto por una mala unión, o por la ruptura del material en el diseño del aluminio. Con el multímetro se pueden hacer pruebas para identificar si falla, cual parte es la responsable. Hay que recordar que un problema de ruptura, a menos que contemos con la cinta conductora de cobre, difícilmente se arregla, por lo que habría que reponer ese botón táctil con los procedimientos en los pasos anteriores. Recordar también que entre dos botones diferentes no debe marcar continuidad eléctrica.

## 7. ¡Hazlo un tatuaje!

Hemos llegado casi al final, la parte en que nuestro dispositivo se hace un tatuaje temporal. Si no pudiste conseguir las hojas de tatuaje, pero si el Tegaderm™, omite este paso.

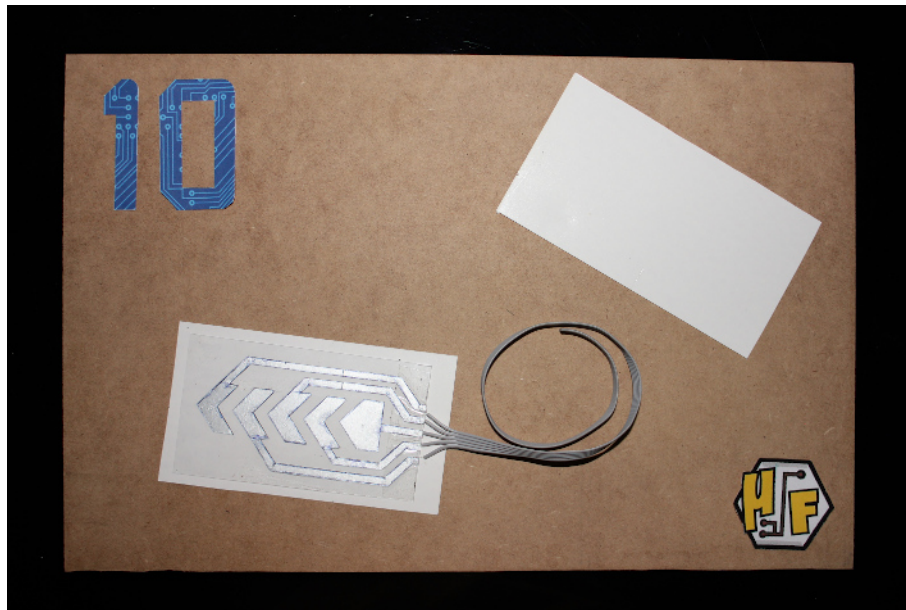


Figura 11: Botones táctiles unidos a la hoja de tatuaje.

Con ayuda de tijeras, recortamos la primer hoja de tatuaje (blanca) de modo que quede ligeramente más grande que nuestro diseño y pegamos la



parte del diseño que tiene el adhesivo de la mica hacia la parte brillante del papel.

Recortamos también la segunda hoja del paquete (verde), de modo que encaje con la primer hoja. Esta segunda hoja en realidad es un tipo acetato transparente adhesivo que deberá ser puesto sobre la parte expuesta de la mica, de modo que cubra todo el diseño. Tanto este acetato, como la primer hoja se quedarán envolviendo al diseño hasta la hora de ponerlo sobre la piel.



Figura 12: Añadiendo hoja de adhesivo a nuestro tatuaje.

¡Felicidades, haz hecho un tatuaje electrónico!

## 8. Presume.

Ahora sí es el paso final, el momento donde tu arduo trabajo podrá ser visto por cualquiera que te vea.

Para poder aplicarte el tatuaje sobre la piel, necesitas quitar el acetato adhesivo proveniente de la hoja verde, con mucho cuidado. Tu diseño se

quedará con todo el pegamento que traía la hoja, pégalo sobre tu piel. Ya adherido a tu piel, aplica un chorro de agua durante 10 segundos sobre el tatuaje y desprende el papel blanco, igual con mucho cuidado. Deja secar el tatuaje aproximadamente por 1 minuto, o hasta que deje de estar pegajoso.

Si usas Tegaderm <sup>TM</sup>, unicamente pon tu diseño sobre la piel con la parte de aluminio expuesta viendo hacia arriba y sobre este coloca el Tegaderm.

¡Ahora sí!, ya tienes tu tatuaje electrónico temporal listo para ser admirado por todos.