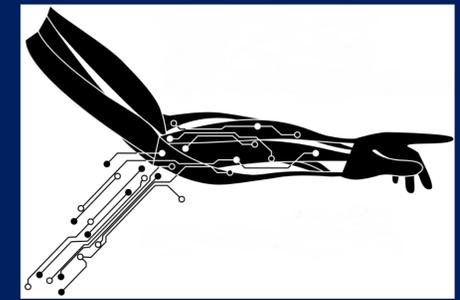




TERMODOMO

Alberto Yauri, Erick Pari, Gloria Paucar, Mauricio Sifuentes y Fernando Panduro
1Fundamentos de Biodiseño 2019-02, Ingeniería Biomédica PUCP-UPCH,



Motivación

En el año 2015, se realizó un estudio a cargo de Víctor Rodríguez et al, cuyo objetivo fue estimar los costos directos para el proveedor de los servicios asociados al accidente por quemaduras en la fase aguda. El estudio fue una investigación cuantitativa, descriptiva y de corte transversal. La población estuvo conformada por el conjunto de historias clínicas (94) de los pacientes quemados atendidos en la unidad de quemados del Instituto Nacional de Salud del Niño [1]. De dicho estudio se obtuvieron los siguientes resultados según el extensión del área de quemadura:

| | | |
|--------------|---------------|---------------|
| PEQUEÑO | MEDIANO | GRANDE |
| S/. 7 295,00 | S/. 12 923,33 | S/. 18 858,77 |

Para evaluar la profundidad de las quemaduras, siempre se depositó toda la confianza en la experiencia del cirujano. En sí, poder detectar la vitalidad del tejido ha sido un gran reto para la medicina y hoy en día, no existe un dispositivo lo suficiente eficaz y preciso para que pueda este trabajo.

Objetivos

Niño, al estar jugando cerca de la cocina, accidentalmente hace que el contenido de una olla con agua hirviendo le caiga sobre hombro y brazo, provocándole inmediatamente una quemadura. [...] Autor: Dr. Segundo Cruz

- Nuestro objetivo es diseñar algún dispositivo biomédico, por ingeniería, que permita identificar la vitalidad del tejido de manera eficiente; basada en el procesamiento de señales e imágenes médicas.

Requerimientos de diseño

Dentro de nuestro plan de trabajo, decidimos hacer una tabla de requerimientos, del cual nuestro dispositivo deberá de cumplir para su correcto manejo. Son las siguientes:

Tabla 1: Lista de requerimientos

| A) Características | Portabilidad | Ligereza | Peso adecuado para uso durante la cirugía. |
|-----------------------|---|--|--|
| | | Pequeño | Ocupar el menor espacio y no impedir el campo visual del especialista. |
| Comodidad | Facilidad de ajuste | Facilidad de ajuste | Ajuste sencillo, calibrado simple y ensamblaje fácil. |
| | | Facilidad de limpieza | Esterilización rápida y efectiva para su mayor uso. |
| B) Estética | Aspecto y presentación | Volumen adecuado para usarse en una sola mano. | |
| C) Seguridad | Medidas de seguridad | Toxicidad de material, botón de control para activar el dispositivo. | |
| D) Técnico-productivo | Economía | Debe ser accesible para el diseño del prototipo. Manejo adecuado de costo-beneficio. | |
| | Fabricación y manufactura | Material sencillo y compensado con el peso para que sea ligero. | |
| E) Durabilidad | Materiales correspondientes con la relación duración-uso. | | |
| F) Ético | Validez científica | Debe haber un objetivo específico, usando principios, métodos y prácticas aceptados. | |

Se espera que cumpla con estos requisitos ya que vimos convenientes estos puntos para nuestro diseño de este dispositivo.

Diseño

Usamos la metodología VDI 2225 para el prototipado, de la cual la propuesta ganadora fue la siguiente:
- Dermatomo eléctrico unido a un sensor de temperatura para la detección de piel quemada.

Se empezó a adquirir los componentes necesarios para la realización de esta de la cual distinguimos 2 módulos: principal y secundario.

1) Módulo principal:

a.- **Cabezal:** Compartimento en el que se colocará la navaja y el motor.

b.- **Motor DC:** Permitirá el movimiento de la navaja al momento de cortar la piel muerta.

c.- **Soporte de motor:** El motor tiene un movimiento ondulatorio y como se desea que la navaja corte de forma rectilínea se utiliza el soporte.

d.- **Base para motor:** Es parte del mango conectado al cabezal, el cual permite que el motor encaje de manera correcta.

e.- **Sensor PT100:** Sensor de temperatura que permitirá diferenciar piel viva de piel necrótica.

f.- **Navaja:** Componente principal para la remoción de piel necrótica detectada.

g.- **Batería:** Proporcionar suficiente energía al motor para su correcto funcionamiento.

h.- **Botón interruptor:** Para el encendido del termodomo.

i.- **Pantalla OLED:** Transmitirá los datos de temperatura detectadas.

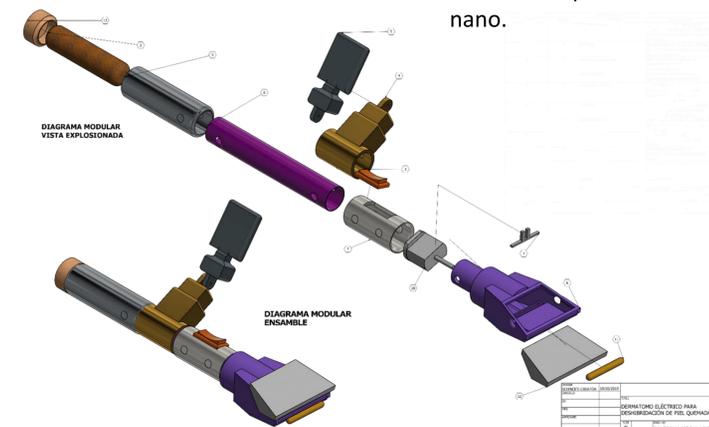


Figura 3: Vista explosiva del Termodom

Conversión de rpm (periodo) a velocidad lineal

$$5000 \frac{rev}{min} \times \frac{1 min}{60 s} \times \frac{2\pi rad}{1 rev} = \frac{500 \pi rad}{s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi \times 30}{500 \times \pi} = 0.0012 rad/s$$

$$v = \omega \times R = 0.0012 \times 0.005 = 2.618 m/s$$



Figura 1: Mov. Rotatorio a mov. lineal

ROTARY MOTOR

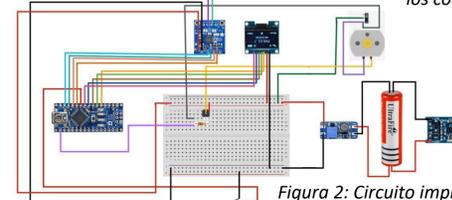
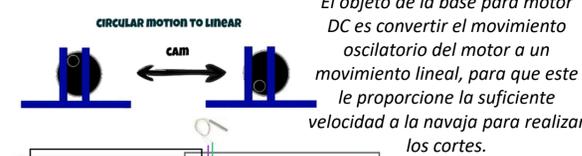


Figura 2: Circuito implementado usando un microcontrolador arduino nano

2) Módulo secundario:

Se consideraron las piezas que complementarían a las principales para un mejor funcionamiento, como:

a.- **Mango A, B Y C:** Compactará todas las piezas del termodomo.

b.- **Tapa de cabezal:** Cubrirá la parte donde se encuentra la navaja y el motor.

c.- **Tapa de mango:** Sellará el compartimento donde se encuentran los componentes.

d.- **Brazalete parte A Y B:** En estos se colocaron ciertos componentes como pantalla OLED y Arduino nano.

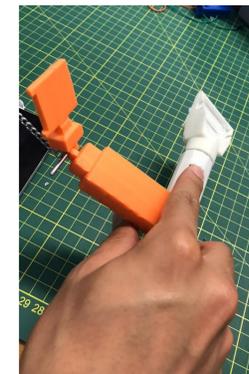


Figura 4: Vista del dispositivo tras el especialista en uso.

Resultados y Discusión

La fabricación del dispositivo supuso una serie de desafíos, entre las complicaciones que se presentaron tuvimos el redimensionamiento de componentes:

- El cabezal interno, debido a que no se pudo adquirir el motor con el cual fue inicialmente diseñado, se redimensionó parte C del mango para el encaje del cargador TP5046 y la batería Li-ion.
- La tapa del mango y se realizó un agujero para la entrada del cargador TP5046.
- Se agregó un buzzer para enviar un sonido de alerta cuando la temperatura de la piel se considera viva.
- Se quiso usar una placa PCB, pero se terminando optando por el protoboard para conectar los componentes del Arduino.

Entre las mejoras a futuro se planea:

- Cambiar la cavidad donde se coloca el motor para que entre de manera más exacta.
- La adición de dos botones de encendido para la pantalla con el PT100(switch) y para el motor(pulsador).

Figura 5: Vista superior del Termodom

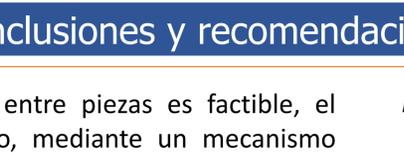


Figura 8: Presentación del Termodom #3

Figura 6: Presentación del Termodom #1 (con tapa)



Figura 7: Presentación del Termodom #2(sin tapa)



Conclusiones y recomendaciones

- La interacción entre piezas es factible, el motor rotatorio, mediante un mecanismo de Yugo escocés, permite realizar cortes transversales por capa de piel, cumpliendo con las condiciones requeridas por el sensor PT100.
- Aún no puede probarse en injertos de piel puesto que la fuerza del motor y el tipo de navaja no conseguirán cortes limpios ya que entre ellos se crearía una fricción siendo el motor incapaz de superarlo.

Figura 9: Presentación final del Termodom



[1] Rodríguez, V., Best-Bandenay, P., Lozada-Urbano, M. (2015). Costos directos en el que incurre el Instituto Nacional de Salud del Niño en el tratamiento de niños quemados. Infinitum, Vol. 5. Núm. 1., 329-336.