




EPIWEAR

GRUPO 3:

Fernando Graus Launa
Javier Morales Sáenz
Itzel Pérez Pérez
María Rubio Cobos
Ana Senis Lomba
Enrique Vaño Martínez



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
¿QUÉ ES LA EPILEPSIA?.....	2
TIPOS DE EPILEPSIA.....	2
SÍNTOMAS.....	2
¿PARA QUÉ SIRVE NUESTRA PULSERA?	2
PROTOTIPO.....	3
COMPONENTES.....	3
FUNCIONAMIENTO.....	3
MANUAL DE USUARIO.....	7
EpiWear.....	7
EpiApp.....	7

INTRODUCCIÓN

¿QUÉ ES LA EPILEPSIA?

La epilepsia es un trastorno provocado por el aumento de la actividad eléctrica de las neuronas en alguna zona del cerebro. La persona afectada sufre una serie de convulsiones o movimientos corporales incontrolados de forma repetitiva.

TIPOS DE EPILEPSIA.

- Idiopática: No tiene una causa identificable y en algunos casos hay alteraciones genéticas subyacentes.
- Secundaria: Se genera por causas como factores genéticos, lesiones en la cabeza, lesiones prenatales o problemas en el desarrollo, intoxicaciones...

SÍNTOMAS

Algunos de los síntomas más usuales cuando hay un ataque epiléptico son: confusión temporal, episodios de ausencias, movimientos espasmódicos incontrolables de brazos y piernas, pérdida del conocimiento o conciencia, cambio temperatura corporal, cambios emocionales, aumento de frecuencia cardíaca.

DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE ATAQUES DE EPILEPSIA

Para poder realizar un diagnóstico, no es necesario disponer de información sobre la cantidad de ataques que ha sufrido un paciente ni a qué hora sucedieron. Sin embargo, si se quiere desarrollar un algoritmo capaz de detectar y alertar automáticamente de estos ataques, esa información se vuelve necesaria. Durante este trabajo, nos centraremos en la detección de ataques de epilepsia a través de diversos sensores (pulsometro, temperatura y aceleración).

¿PARA QUÉ SIRVE NUESTRA PULSERA?

En una sociedad sin educación alguna en primeros auxilios, hemos decidido implementar esta pulsera detectora de ataques epilépticos, con el firme propósito de proteger a los que los sufren y ayudar a las personas que se encuentren con ellos a actuar de forma segura y eficiente.

La pulsera monitoriza diferentes constantes vitales del enfermo: el pulso, la saturación de oxígeno en sangre y la temperatura. A través de una app podemos ver todos estos parámetros. Además, gracias a un acelerómetro, hacemos un estudio constante de los movimientos del brazo del enfermo. Si estos movimientos tienen las mismas características que los de un ataque epiléptico, la pulsera enviará una alarma a los móviles cercanos que tengan nuestra aplicación instalada. La app se abrirá emitiendo un sonido y mostrará los pasos a seguir para ayudar al enfermo.

PROTOTIPO

COMPONENTES

Está formado por EpiWear (pulsera detectora de ataques epilépticos) y EpiApp (aplicación Android complementaria). A continuación, se describe el diseño y funcionamiento de ambos.

❖ EpiWear:

Está formada por los siguientes componentes:

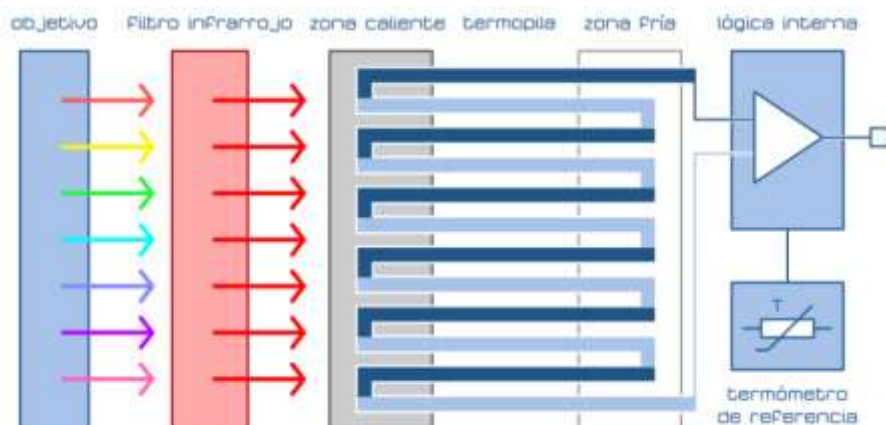
- Placa ESP32: Microcontrolador programado usando el framework de Arduino, la cual tiene integrado Bluetooth, wifi y una interfaz de la batería.
- Sensor de temperatura MLX90614.
- Pulsioxímetro MAXREFDES117.
- Acelerómetro ADXL335.
- Batería.
- Cinta.
- Carcasa: Impresa en 3D.

FUNCIONAMIENTO

La pulsera realiza cuatro tareas en paralelo. Utilizamos una tarea para controlar cada sensor y otra para la transmisión bluetooth con la app.

Sensor de temperatura

La temperatura de un objeto se puede estimar conociendo su potencia emisiva, ya que se relaciona con ella según formula la ley de Stefan-Boltzmann. Aunque la radiación se puede producir en un rango amplio de longitudes de onda, el pico de valor de los rangos de temperatura que más comúnmente se desean monitorizar se encuentra en la zona del espectro que corresponde a la radiación infrarroja.



En nuestro caso, el sensor se comunica con el microcontrolador mediante el protocolo i2c. Además, para que los valores obtenidos por el sensor sean coherentes, este ha de ser calibrado. La temperatura leída es por lo tanto equivalente a la de un termómetro colocado en la axila. Para monitorizar correctamente la temperatura, realizamos una medida cada segundo.

MLX90614



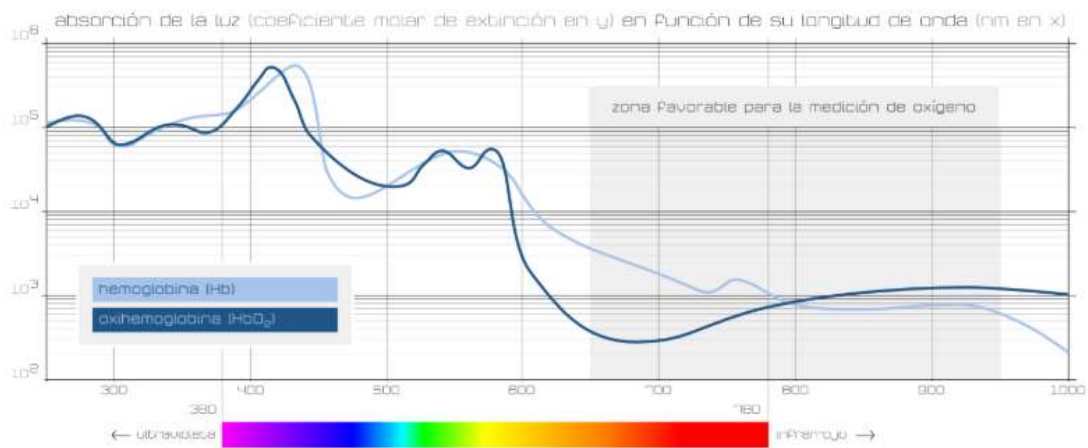
Características:

- Tamaño pequeño, bajo coste
- 0 a 50 °C temperatura ambiente
- 0 a 60 °C temperatura del objeto
- Interfaz digital SMBus compatible
- Salida personalizable de PWM para la lectura continua
- Alta precisión de 0,5 °C
- Resolución de la medida de 0,02 °C
- Simple adaptación de 8 a 16V para diversas aplicaciones
- Modo de ahorro de energía

Pulsioxímetro

Para medir el pulso cardíaco empleamos un sensor de ritmo cardíaco y oximetría de pulso.

Cuando la sangre se oxigena al pasar por los pulmones, la hemoglobina (Hb) se transforma en oxihemoglobina (HbO₂), de modo que puede transportar el oxígeno. Los dos compuestos, hemoglobina y oxihemoglobina, tienen diferentes niveles de absorción de las diferentes longitudes de onda de la luz.



El dispositivo emite luz con dos longitudes de onda de 660 nm (roja) y 940 nm (infrarroja) que son características respectivamente de la oxihemoglobina y la hemoglobina reducida. La mayor parte de la luz es absorbida por el tejido conectivo, piel, hueso y sangre venosa en una cantidad constante, produciéndose un pequeño incremento de esta absorción en la sangre arterial con cada latido, lo que significa que es necesaria la presencia de pulso arterial para que el aparato reconozca alguna señal. Mediante la comparación de la luz que absorbe durante la onda pulsátil con respecto a la absorción basal, se calcula el porcentaje de oxihemoglobina. Sólo se mide la absorción neta durante una onda de pulso, lo que minimiza la influencia de tejidos, venas y capilares en el resultado.



El pulsioxímetro mide la saturación de oxígeno en los tejidos, tiene un transductor con dos piezas, un emisor de luz y un fotodetector.

Este sensor también funciona mediante i2c. Para obtener un pulso más o menos estable, medimos la oxihemoglobina en sangre 1000 veces en un segundo, y hacemos la media. Esto permite descartar valores erróneos puntuales.

MAXREFDES117



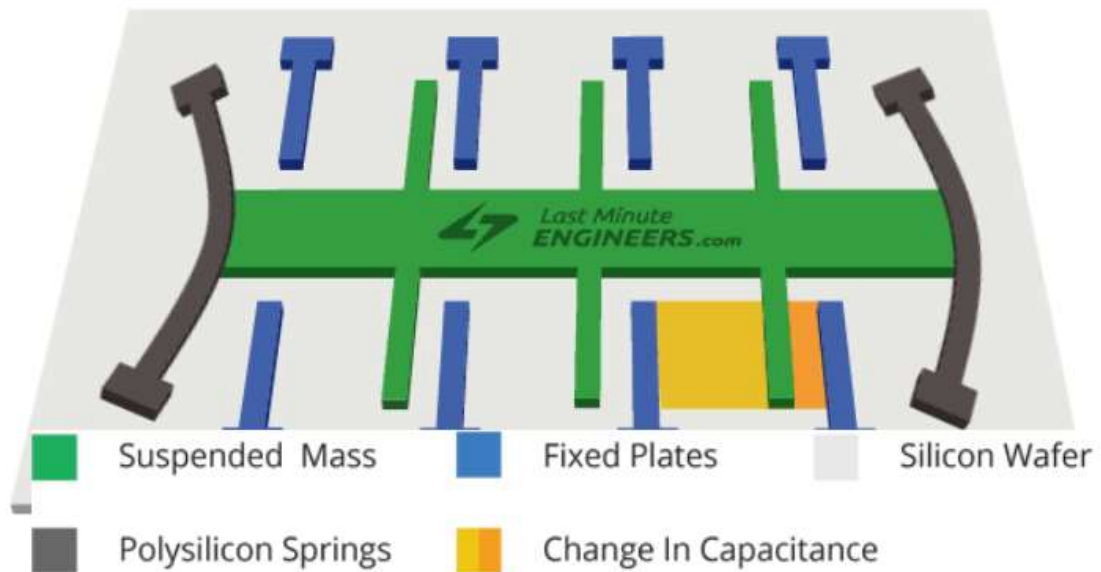
Características

- Solución de monitor de ritmo cardíaco y oximetría de pulso
- Tamaño pequeño de la placa de 0.5" x 0.5"
- Bajo consumo de energía
- Controladores de dispositivos
- Algoritmo gratuito
- Código de ejemplo C para plataformas Arduino y mbed
- Datos de prueba

Acelerómetro

El acelerómetro mide la aceleración estática de la gravedad en las aplicaciones de detección de inclinación, así como la aceleración dinámica resultante del movimiento, los golpes o la vibración.

El acelerómetro MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) consiste en una estructura micro mecanizada construida sobre una oblea de silicio.



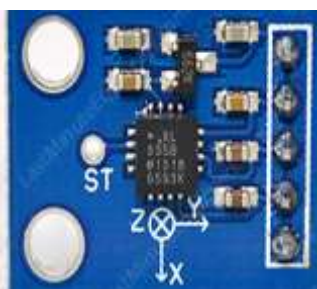
Esta estructura está suspendida por resortes de polisilicio. Permite que la estructura se desvíe en el momento en que la aceleración se aplica en el eje particular.

Debido a la desviación, se modifica la capacidad entre las placas fijas y las placas unidas a la estructura suspendida. Este cambio en la capacitancia es proporcional a la aceleración en ese eje. El sensor procesa este cambio de capacitancia y lo convierte en una tensión de salida analógica.

Para poder detectar las convulsiones, hay que interpretar las medidas del sensor. En primer lugar, se realizan 100 medidas en 200 ms. Se realiza la suma cuadrática para obtener los vectores de aceleración. Después, se calcula la media de estos vectores, y después la varianza. De esta forma, si obtenemos una varianza elevada, se puede considerar que en 200 ms se han producido grandes cambios de aceleración, lo que puede interpretarse como convulsiones.

Además, si detectamos convulsiones durante 3 segundos seguidos, consideramos que el usuario está sufriendo un ataque epiléptico, y se enviará una alerta a la aplicación móvil.

Por último, realizamos una transmisión bluetooth cada segundo con todos los datos biométricos medidos por la pulsera. De esta forma, el usuario puede consultar su temperatura corporal y su pulso cardiaco cuando quiera. En caso de que el usuario está sufriendo convulsiones durante más de tres segundos, también se enviará una alerta.



Características

- Detección de 3 ejes
- Paquete pequeño, de bajo perfil
- 4 mm x 4 mm x 1.45 mm LFCSP
- Baja potencia - 350 μ A (típico)
- Operación de suministro único de 1,8 V a 3,6 V
- Rango de detección: \pm 3 g

MANUAL DE USUARIO

EpiWear



1. Botón on/off: mediante este botón encendemos y apagamos la pulsera.
2. Puerto USB: cargamos la batería conectando nuestra pulsera a la red eléctrica.

EpiApp

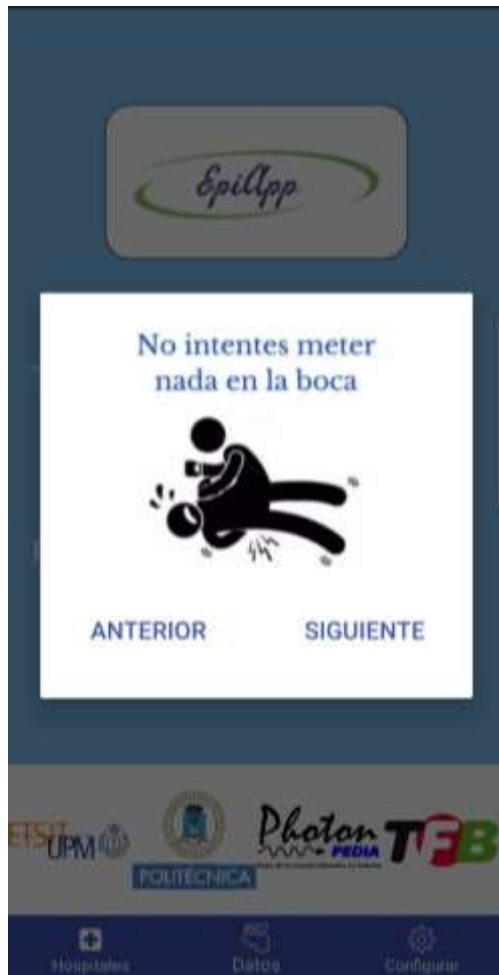
1º Sincronizamos la app con la pulsera pulsando “sincronizar”:

2º Visualizamos las constantes en la app:



3º En caso de ataque epiléptico se abre automáticamente la app mostrando las siguientes ventanas:

1. Muestra los pasos a seguir para colocar al enfermo en una posición adecuada.
2. Manda un mensaje automáticamente al número de teléfono que tenga predeterminado el enfermo.



3. Pulsando "llamar", establecerá la llamada entre el terminal y el número predeterminado.

4. Mapa con geolocalización en tiempo real que muestra los hospitales cercanos.



PRESUPUESTO

	Precio (unidad)	Precio (10000 uds.)
ESP32	18,66 €	186.600,00 €
Acelerómetro	13,68 € / 5 unidades	27.360,00 €
Pulsioxímetro	12,59 €	125.900,00 €
Sensor de t^a	15,50 €	155.000,00 €
Batería	3,07 €	30.700,00 €
Cinta pulsera	0,30 €	3.000,00 €
Carcasa	0,52 €	4.500,00 €
TOTAL	53,01 €	530.060,00 €

Como se puede ver en la tabla, los componentes necesarios para producir 10.000 unidades costarían unos 530.000 €, que equivale a 53€ por unidad. Además, debemos tener en cuenta costes de diseño, fabricación, marketing, distribución, mano de obra, etc, así como el margen de beneficios. Fijándonos en los costes de fabricación de un iPhone X, podemos ver que Apple vende sus terminales un 300% más caros que el precio de sus componentes (1200€ frente a 400€). Si nos basamos en su modelo de negocio, revisándolo a la baja, podemos estimar que el precio de mercado de nuestra pulsera podría ser un 150% el coste de sus componentes. Es decir, la EpiWear costaría unos 150€.

BIBLIOGRAFÍA

1. <https://socialmediatica.com/embrace-la-pulsera-inteligente-para-detectar-ataques-epilepticos/>
2. <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/neurologicas/epilepsia.html>
3. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/58667/1/Monitorizacion_de_pacientes_con_pulseras_intelige_GARCIA_SANCHEZ_GALA_MARIA.pdf
4. <https://polaridad.es/monitorizacion-sensor-pulso-oximetro-frecuencia-cardiaca/>
5. <https://polaridad.es/mlx90614-termometro-infrarrojos-sin-contacto-smbus-i2c-arduino/>
6. <https://lastminuteengineers.com/adxl335-accelerometer-arduino-tutorial/>

Precios de los componentes:

1. Sparkfun ESP32.
<https://www.sparkfun.com/products/13907>
2. Acelerómetro.
https://es.aliexpress.com/store/product/5PCS-ADXL335-three-axis-accelerometer-tilt-angle-module-alternative-MMA7260-GY-61/2787042_32777216411.html
3. Pulsioxímetro.
https://www.avnet.com/shop/us/products/maxim-integrated/maxrefdes117--3074457345634225711?CMP=EMA_Octopart_inventoryfeed_VSE
4. Sensor de temperatura.
<https://www.ebay.es/i/282358332858?chn=ps>
5. Batería.
https://es.aliexpress.com/store/product/3-7V-polymer-lithium-battery-3-7V-552838-500mA-Bluetooth-MP5-GPS-navigation-battery-Rechargeable-Li/1441185_32820787796.html?spm=a219c.search0204.3.116.87f22464aBK5Vn&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_3_10065_10068_10547_319_10891_317_10548_10696_10084_453_454_10083_10618_10307_10820_10821_10301_10303_53_7_536_10059_10884_10887_321_322_10103,searchweb201603_52,ppcSwitch_0&algo_expid=053fa059-1ebc-49ed-9a86-93c972600399-17&algo_pvid=053fa059-1ebc-49ed-9a86-93c972600399&transAbTest=ae803_5