

TVE SmartSleeve (TC/DC Edition)*

(14 de mayo de 2021)

A. López – 201246079; O. Llamas, 201602625; D. Arreola, 201603168; R. Can, 201801527
y S. Echigoyen, 201801628

Facultad de Ingeniería, Escuela de Ciencias y Sistemas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala

Resumen— Se detalla el proceso de desarrollo y elaboración de una prenda tecnológica con capacidad de medir los principales signos vitales del ser humano, además de tener el soporte para proteger la salud del usuario debido a un posible golpe de calor; es útil para aficionados y deportistas casuales y adaptada especialmente para atletas y deportistas profesionales, así como sus entrenadores. Este documento indica la forma en la que se utilizó el “*IoT Framework of Design*” para el diseño y elaboración del prototipo; a su vez aporta a la comunidad el repositorio donde está documentado y desarrollado el código utilizado para el desarrollo del software asociado al producto (aplicaciones y funciones), las configuraciones, etc.

Palabras clave— IoT (*Internet of Things*), Entorno de Trabajo (*Framework*), Tecnología vestible (*Wearable*), Aplicaciones Inteligentes (*Smart Apps*), Ejercicio (*Exercise*), Deporte (*Sport*), Arduino.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías wearables hacen referencia al conjunto de tecnologías que se incorporan en alguna parte del cuerpo mediante prendas o accesorios con la finalidad de realizar alguna función muy concreta. Estas novedosas tecnologías tienen muchos ámbitos de aplicación como la medicina, lentes inteligentes, seguridad, moda, entre otros; pero donde se aprecia un mayor uso es en ámbito del deporte y la salud. Teniendo esto último en cuenta es importante siempre tener en cuenta los signos vitales e indicadores de la condición física del usuario al momento de realizar algún deporte, ejercicio o actividad física; es por ello que, siguiendo un framework de diseño de productos de IoT, se ha desarrollado una manga protectora o arm *sleeve* con la capacidad de conectarse a internet y medir en todo momento una serie de signos vitales para retroalimentar al usuario con información relevante y ayudarlo a mejorar su desempeño deportivo así como cuidar su salud.

Este trabajo ha sido realizado íntegramente por los integrantes del grupo, los mismos agradecen a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela de Ciencias y Sistemas de la Universidad de San Carlos de Guatemala por su constante nulo apoyo logístico, material y monetario a través de los años; especialmente ahora debido a las dificultades sociales, sanitarias y económicas que actualmente sufren los guatemaltecos debido al COVID-19.

II. BOCETOS DEL PROTOTIPO

La idea principal del prototipo es tener una prenda protectora de algodón ajustable al brazo, similar a una prenda de contención o presión usadas en el tratamiento fisioterapéuticos de esguinces y torceduras, en la cual los sensores y el hardware asociado (arduino, módulo bluetooth, fuente de poder) puedan ubicarse de la mejor forma posible para que realice sus funciones adecuadamente y que no moleste o incomode al usuario durante su uso.



Fig. 1. Idea base del prototipo de TVE

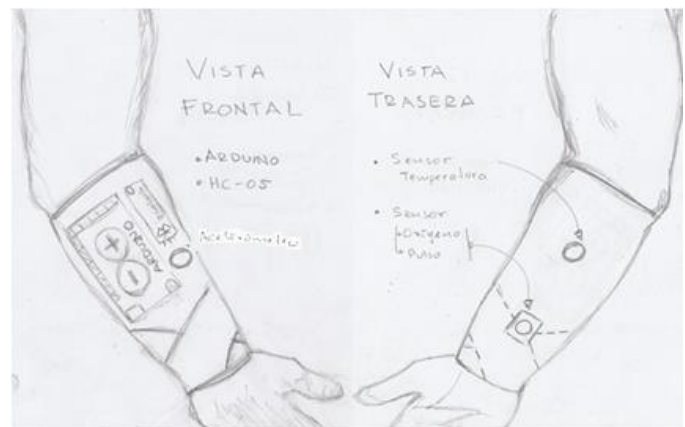


Fig. 2. Boceto del prototipo de TVE

III. APLICACIÓN WEB

La aplicación web fue desarrollada siguiendo una arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC) usando el framework de Angular que utiliza el lenguaje de *Typescript*. Fue implementada como una *single-page application* para proporcionar una experiencia de uso más fluida a los usuarios, también se usaron CDNs proporcionadas por Bootstrap

(www.bootstrapcdn.com) para mejorar el aspecto visual de la aplicación. Para la visualización de información se implementó la biblioteca de *chartjs* (basada en JavaScript) para la elaboración de gráficas del flujo de la información y de resultados.

La conectividad entre el cliente y el servidor fue elaborada con el protocolo HTTP el cual permite realizar peticiones *get*, *post*, *put* y *delete* consumidas por una API desarrollada en Node.js (que usa como lenguaje JavaScript) la cual se comunica, mediante la librería *Mongoose*, con un servicio en la nube que ofrece *MongoDB Inc.* llamado MongoDB Atlas con el cual se puede utilizar online la base de datos noSQL del mismo nombre de forma gratuita únicamente creando una sesión en la página oficial de MongoDB.

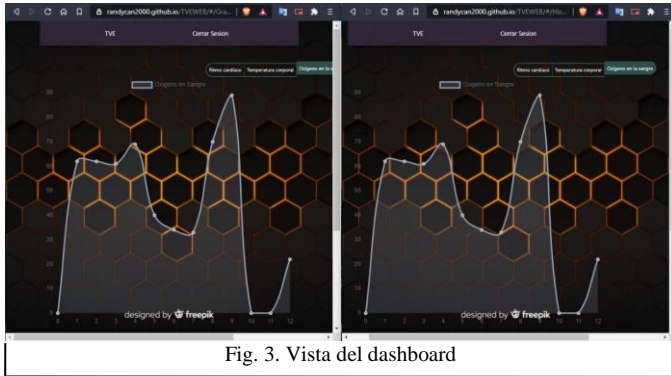


Fig. 3. Vista del dashboard



Fig. 4. Vista sección de historial

IV. FRAMEWORK DE IOT

A. Infraestructura del Producto.

Representa el hardware y software básico del producto de IoT. No toma en cuenta los sensores ya que a pesar de que son considerados como hardware, éstos tienen un apartado especial donde se les analiza.

Dimensiones de la prenda: 18 - 20 cm de largo y 6 – 8 cm de ancho (busca adaptarse a la forma del brazo por lo que las medidas pueden variar al momento del uso)

Materiales Físicos:

- Prenda: sleeve de algodón para el antebrazo a base de materiales fisioterapéuticos.

- Arduino Mega 2560
- Power Bank
 - Capacidad: 2200 mAh
 - Entrda: 5V – 500 mA
 - Salida: 5V – 1000mA
- Cables puente (jumpers) macho-hembra y macho-macho.
- Material aislante protector de silicón

Materiales Digitales:

- App de inicio de sesión
- App de comunicación Arduino – Nube
- Aplicación Web de resultados
- Librerías o bibliotecas para las gráficas

B. Sensores.

Son los componentes que permiten obtener datos de las magnitudes físicas y transformarlas en una representación digital para ser tratadas y analizadas posteriormente.

- Ritmo Cardíaco: MAX3012

| Tamaño (mm) | Lectura | Instalación | Rango de medición | Unidad de medida |
|--|----------------------|-------------|-------------------|------------------|
| 20.3 x 15.2 x 5 | Óptico Infrarrojo | Antebrazo | 200 - 1600 | Micro segundos |
| <ul style="list-style-type: none"> • https://electronicarych.com/shop/product/md-max30102-md-max30102-modulo-sensor-de-pulso-y-concentracion-de-oxigeno-13638?search=max30102 (sin existencias) • Precio: Q.47 • https://oxdea.gt/product/sensor-de-pulso-cardiaco-oximetro-max30100/ • Precio: Q.55 | | | | |

TABLA 1.

Descripción sensor de ritmo cardíaco.

- Temperatura: MD-906 (sensor MLX90614)

| Tamaño (mm) | Lectura | Instalación | Rango de medición | Unidad de medida |
|--|------------|-------------|--|------------------|
| 16 x 11 x 5 | Infrarrojo | Antebrazo | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura : -40°C a 125°C • Ambiente: -70°C a 380°C | °C |
| <ul style="list-style-type: none"> • https://oxdea.gt/product/modulo-termometro-infrarrojo-mlx90614-gy-906/ • Precio: Q.190 • https://electronicarych.com/shop/product/md-gy-906-md-gy-906-modulo-sensor-de-temperatura-infraroja-mlx90614esf-12382?search=mlx • Precio: Q.195 | | | | |

TABLA 2.

Descripción del sensor de temperatura

- Modulo GY-61 (Acelerómetro 3 ejes ADXL335)

| Tamaño (mm) | Lectura | Instalación | Rango de medición | Unidad de medida |
|-------------|---------|-------------|-------------------|------------------|
|-------------|---------|-------------|-------------------|------------------|

| | | | | |
|--|------------------------|-------|----------------|---------|
| 21 x 16 x 3 | Tensión de aceleración | Brazo | 0 – 3.3 +- 3 V | Voltaje |
| <ul style="list-style-type: none"> • https://laelectronica.com.gt/acelerometro-de-3-ejes-adxl335-gy-61 • Precio: Q.109 • https://oxdea.gt/product/acelerometro-analogo-adxl335-gy-61/ • Precio: Q.44.65 | | | | |

TABLA 3.
Descripción acelerómetro

• Otras Opciones

| HR0214-37 – Sensor de Temperatura | | | | |
|---|---------|-------------|-------------------|------------------|
| Tamaño (mm) | Lectura | Instalación | Rango de medición | Unidad de medida |
| Diámetro: 15.874 | Óptico | Antebrazo | 0 – 175 | Bpm |
| Espesor: 3.175 | | | | |
| <ul style="list-style-type: none">• https://sandorobotics.com/producto/hr0214-37/• Precio: \$.90 MXN• Envío en 5 días (normalmente antes de Covid-19) | | | | |

Tabla 4.
Información sensor de temperatura HR0214-37

| MD-NEO6M – GPS | | | | |
|---|---------|-------------|-------------------|---|
| Tamaño (mm) | Lectura | Instalación | Rango de medición | Unidad de medida |
| Diámetro: 25 x 25 mm Espesor: 3 mm | Radio | Antebrazo | - | Varias mediciones (hora, longitud, latitud, velocidad en nudos, fecha, etc) |
| <ul style="list-style-type: none">• https://electronicarych.com/shop/product/md-neo6m-md-neo6m-modulo-gps-3-5v-gy-gps6mv2-8642?search=gps• Precio: Q. 130.00 | | | | |

Tabla 5.
Información modulo GPS

C. Conectividad.

Son los protocolos necesarios para enviar los datos recopilados del TVE a un servidor o a la nube directamente. En este caso la información recopilada se envía desde el microcontrolador a la aplicación móvil cada segundo mediante el protocolo Bluetooth, luego esta se envía al servidor en la nube para ser procesada.

Modulo seleccionado: Bluetooth HC-05

- Dimensiones: 4.4 x 1.6 x 0.7 cm
- Frecuencia: 2.4 GHz
- Potencia menor o igual a 4dBm
- Distancia máxima de cobertura: 10 m
- Rol: Esclavo

Entorno del Objeto: Aire libre, gimnasios y entornos residenciales.

Diagrama de Conectividad

Tecnología Vestible para el Ejercicio - TVE

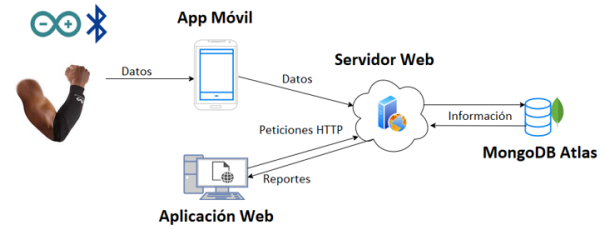


Fig. 5. Diagrama de conexiones

D. Analíticas.

El servidor que se encarga de realizar peticiones a la base de datos Atlas MongoDB se encuentra desarrollado con nodejs en este se pueden recibir las distintas colecciones que maneja la base de datos tales como:

Asignacion:

- UsernameCoach (Texto)
- UsernameAtleta (Texto)

Dates:

- Fecha (Texto)
- Username (Texto)

Mediciones:

- Fecha (Texto)
- PulsoOxigeno (Entero)
- RitmoCardiaco (Entero)
- Temperatura (Entero)
- Username (Texto)

Users:

- Nombre (Texto)
- Apellido (Texto)
- Edad (Entero)
- Genero (Texto)
- Peso (Entero)
- Estatura (Entero)
- Username (Texto)
- Password (Texto)
- Rol (Texto)

Dichas colecciones son las encargadas de almacenar la información en el apartado correspondiente, para que al momento de realizar un query de tipo select este adjunta la información proporcionándola a la aplicación web la cual es la encargada de que la información sea visible al usuario.

E. Smart Apps.

El Smart app basado en tecnología Android es el encargado de realizar una petición mediante comunicación serial esto para que la facilidad de sincronización sea más sencilla, así también la interfaz grafica de esta es amigable al usuario para crear ambientes conocidos y de fácil utilidad.



Fig. 6. Aplicación de conectividad BT

La aplicación web se encuentra desarrollada con el framework de angular-cli esto para que con la integración con Bootstrap y el manejo de las rutas se produjera un dashboard visualmente atractivo en conjunto del servidor en la nube para que la información obtenida mediante la aplicación android, brindando información relevante para el usuario y su desempeño durante la utilización del dispositivo.

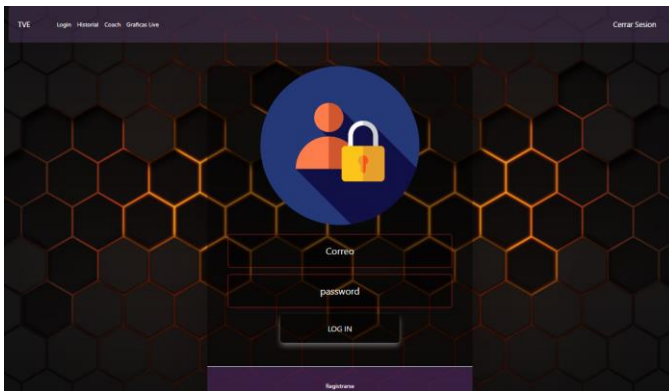


Fig 7. Login de aplicación web

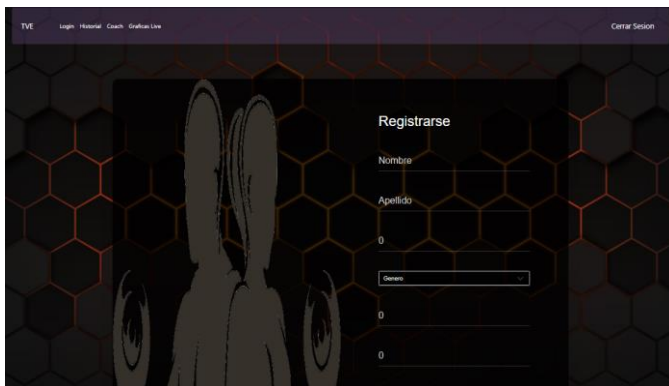


Fig 8. Formulario de Registro

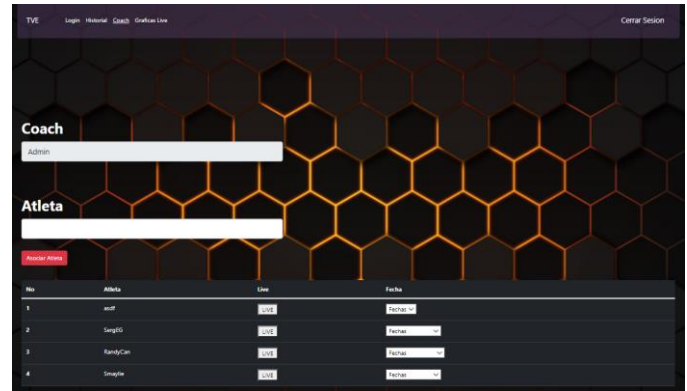


Fig 9. Asociacion de Atleta-Coach



Fig 9. TC/DC Function

V. REPOSITORIO DE GITHUB

https://github.com/SergioEGGit/ACE2_1S21_G28.git