



# Revista Científica I+D Aswan Science

Página Web de la Revista: <http://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe>

DOI: <https://doi.org/10.51892/rcidas.v3i1.30>

## Diseño e implementación de módulos ESP32 en la industria textil

### Design and implementation of ESP32 modules in the textile industry

### Projeto e implementação de módulos ESP32 na indústria têxtil

Elian Apaza Tito <sup>1\*</sup>, Hayde Amely Calcina Quilca <sup>1</sup>, Mirian Quispe Quispe <sup>1</sup>, Miriam Danitza Sucapuca Jimenez <sup>1</sup>, Sonia Milagros Yana Yana <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de procesos industriales, Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca - Perú

#### RESUMEN

*El artículo describe el diseño e implementación de módulos ESP32 en la industria textil como alternativa innovadora para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y control de procesos. En un sector que consume muchos recursos, la integración de tecnologías IoT permite la supervisión remota y el monitoreo en tiempo real de variables como temperatura y emisión de gases contaminantes. Se utilizó la placa ESP32-WROOM-32D por su bajo costo, versatilidad y conectividad WiFi/Bluetooth, junto con sensores como el termistor tipo K para medir temperatura y el MQ-7 para detectar monóxido de carbono (CO). Las pruebas se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de Juliaca, demostrando que el sensor de temperatura ofrece lecturas más rápidas y precisas que los termómetros tradicionales. El sensor MQ-7 registró emisiones de CO durante la combustión de fibras acrílicas, evidenciando su utilidad para monitorear la contaminación ambiental. El sistema incluye una placa de expansión CPIO y el transmisor MAX6675, que convierte señales analógicas en digitales, facilitando la conexión con el ESP32. La programación se realizó mediante Arduino IDE, empleando bibliotecas específicas para cada sensor. Los resultados muestran que el ESP32 puede aplicarse no solo en maquinaria textil, sino también en prendas inteligentes, permitiendo el monitoreo de condiciones de uso en tiempo real. La investigación concluye que el ESP32 es una herramienta viable, escalable y versátil para la automatización textil, con aplicaciones en diseño, confección y control ambiental.*

**Palabra Claves:** ESP32, industria textil, IoT, sensor de temperatura, sensor de monóxido de carbono

---

\* Autor para correspondencia  
[Apazanayle@gmail.com](mailto:Apazanayle@gmail.com)

#### HISTORIA DEL ARTÍCULO:

Recibido: 25 julio 2025

Aceptado: 22 octubre 2025

Publicación en línea: 27 diciembre 2025



La revista científica I+D aswan science de [Enterprise Sadeg](http://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe) publica artículos y se distribuyen bajo una [licencia de Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

## ABSTRACT

*This article describes the design and implementation of ESP32 modules in the textile industry as an innovative alternative to improve efficiency, sustainability, and process control. In a resource-intensive sector, the integration of IoT technologies enables remote supervision and real-time monitoring of variables such as temperature and pollutant emissions. The ESP32-WROOM-32D board was used due to its low cost, versatility, and WiFi/Bluetooth connectivity, along with sensors such as a type K thermistor for temperature measurement and an MQ-7 sensor for detecting carbon monoxide (CO). Tests were conducted in the laboratories of the National University of Juliaca, demonstrating that the temperature sensor provides faster and more accurate readings than traditional thermometers. The MQ-7 sensor recorded CO emissions during the combustion of acrylic fibers, demonstrating its usefulness for monitoring environmental pollution. The system includes a CPIO expansion board and the MAX6675 transmitter, which converts analog signals to digital, facilitating the connection with the ESP32. The programming was done using the Arduino IDE, employing specific libraries for each sensor. The results show that the ESP32 can be applied not only to textile machinery but also to smart garments, enabling real-time monitoring of usage conditions. The research concludes that the ESP32 is a viable, scalable, and versatile tool for textile automation, with applications in design, garment manufacturing, and environmental control.*

**Keywords:** ESP32, textile industry, IoT, temperature sensor, carbon monoxide sensor

## RESUMO

*Este artigo descreve o projeto e a implementação de módulos ESP32 na indústria têxtil como uma alternativa inovadora para melhorar a eficiência, a sustentabilidade e o controle de processos. Em um setor com uso intensivo de recursos, a integração de tecnologias de IoT permite a supervisão remota e o monitoramento em tempo real de variáveis como temperatura e emissões de poluentes. A placa ESP32-WROOM-32D foi escolhida devido ao seu baixo custo, versatilidade e conectividade Wi-Fi/Bluetooth, juntamente com sensores como um termistor tipo K para medição de temperatura e um sensor MQ-7 para detecção de monóxido de carbono (CO). Testes foram conduzidos nos laboratórios da Universidade Nacional de Juliaca, demonstrando que o sensor de temperatura fornece leituras mais rápidas e precisas do que os termômetros tradicionais. O sensor MQ-7 registrou emissões de CO durante a combustão de fibras acrílicas, demonstrando sua utilidade para o monitoramento da poluição ambiental. O sistema inclui uma placa de expansão CPIO e o transmissor MAX6675, que converte sinais analógicos em digitais, facilitando a conexão com o ESP32. A programação foi feita utilizando a IDE do Arduino, empregando bibliotecas específicas para cada sensor. Os resultados mostram que o ESP32 pode ser aplicado não apenas em máquinas têxteis, mas também em vestuário inteligente, permitindo o monitoramento em tempo real das condições de uso. A pesquisa conclui que o ESP32 é uma ferramenta viável, escalável e versátil para a automação têxtil, com aplicações em design, fabricação de vestuário e controle ambiental.*

**Palavras-chave:** ESP32, indústria têxtil, IoT, sensor de temperatura, sensor de monóxido de carbono

---

## 1. Introducción

La industria textil, es un sector históricamente intensivo en mano de obra y recursos, enfrenta actualmente el desafío de modernizar sus procesos para mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad. En este contexto, la implementación de tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) y la automatización se presentan como soluciones prometedoras. (Moreno, 2023), el

avance del Internet de las Cosas (IoT) ha transformado profundamente la forma en que los sistemas tecnológicos interactúan y comparten datos, posibilitando el control y supervisión remota de dispositivos en tiempo real. (Fernandez 2022).

La ESP32 es una potente placa de desarrollo con capacidad WiFi y Bluetooth es una

herramienta para aprender y desarrollar proyectos del Internet de las Cosas (IoT) su bajo costo, versatilidad y facilidad de uso ideal para proyectos electrónicos y de programación (Ortiz et al, 2025), en la actualidad diversos laboratorios de investigación se están enfocando en integrar diferentes componentes electrónicos en la industria textil en forma eficiente, confiable y con una rentabilidad económica, es conocido que la industria del textil inteligente está en sus inicios encontrándose con mayor frecuencia este tipo de investigaciones (Brad & Brad, 2021), un ejemplo de uso de la tarjeta Arduino es el LilyPad en un textil inteligente que permite la integración de tecnología en prendas de vestir de manera efectiva debido a la flexibilidad al coser o fijar esta tarjeta en el textil con la finalidad de monitorear datos como la temperatura corporal, la actividad física, entre otros datos para la comodidad y la movilidad además de su capacidad de programar y personalización con un potencial en el desarrollo textil inteligente y versátil con la finalidad de mejorar la vida y la salud (Paxtian et al, 2023).

La contaminación ambiente siempre ha acompañado a la industria textil por lo que su control es necesario ejemplo en la combustión de las prendas de vestir se produce diferentes compuestos debido a la combustión incompleta entre ellos podemos encontrar al monóxido de carbono, además este es un indicador de la eficiencia de la combustión (molto, 2007), el objetivo es estudiar el uso y la implementación del ESP32 en la industria textil.

## 2. Métodos y materiales

El ensamblado y programación de los sensores se realizó en los laboratorios de la escuela profesional de ingeniería textil y de confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca, las pruebas de uso de los sensores de temperatura y monóxido de carbono

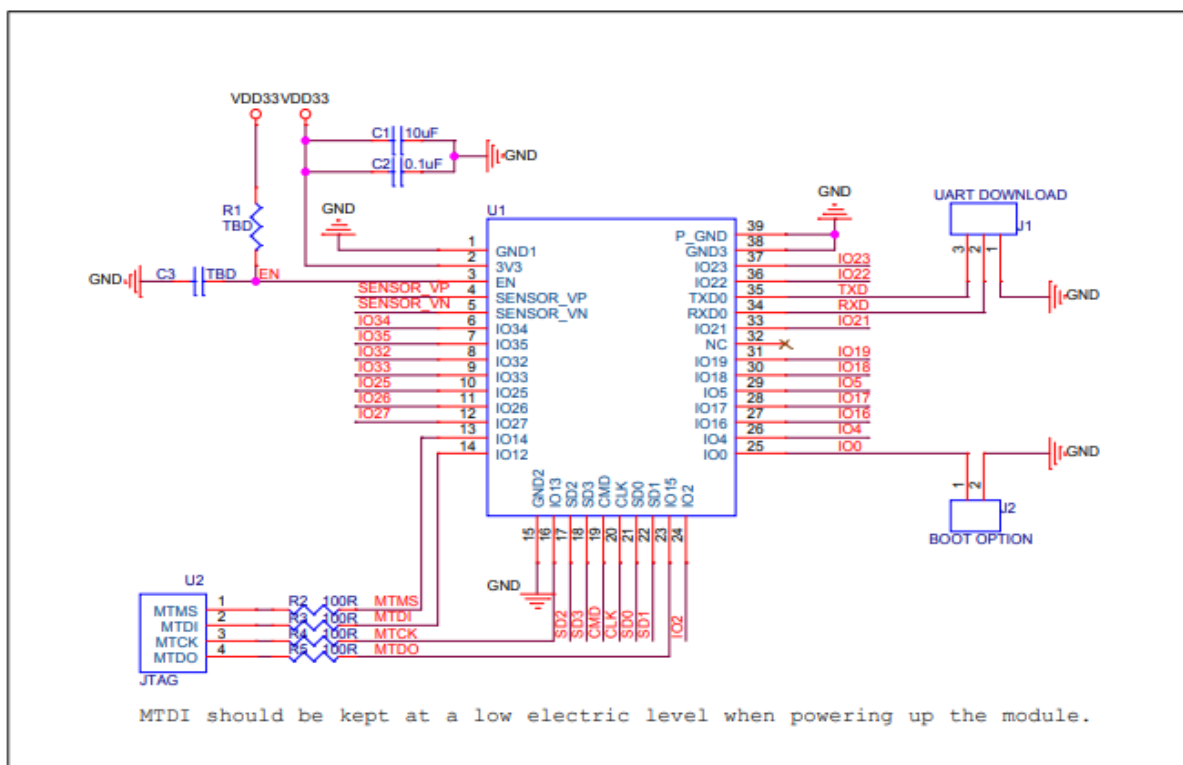
también se realizaron en las mismas instalaciones de la Universidad Nacional de Juliaca.

### 2.1. ESP32

El ESP32 funciona de forma fiable en entornos industriales con temperaturas que oscilan entre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , además de eliminar dinámicamente las imperfecciones extrema del circuito y adaptarse a condiciones extremas y es altamente integrada añade funcionalidad y versatilidad invaluable a sus aplicaciones con requisitos mínimos de placa de circuito impreso (Espressif Systems, 2025), el ESP32-WROOM-32 tiene las siguientes características Placa de desarrollo de 32Mbit SPI Flash compatible con WiFi Bluetooth, de entre 2412-2484 MHz para dispositivos móviles Smart Home fabricado por Yongzhou Junchang trading Co. Ltd., el esquema del ESP32 se muestra en la figura 02 y en la figura 01 se muestra el ESP32 en físico.



**Figura N° 01:**  
Placa física ESP32-WROOM-32D



**Figura 02:**

ESP32-WROOM-32D & ESP32-WROOM-32U esquemas periféricos, elaborado en base a ESP32-WROOM-32D & ESP32-WROOM-32U, (Datasheet Version 2.6, 2025)

## 2.2. Sensor de temperatura

Es un termistor tipo K de funcionamiento a corto plazo, puede medir una temperatura máxima de 400 °C (MicroJPM S.A. 2025), las especificaciones técnicas se detallan en la tabla 01 y en la figura 03 se muestra el sensor en físico.

**Tabla 01:**

Especificaciones técnicas del sensor de temperatura tipo K

Parámetro	Valor
Modelo	TP-01
Tipo	K
Exactitud	<400 °C +/- 2.5 o 0.75%
Aplicaciones	Adecuado para medir de -50 a 204 °C.

Fuente: Elaboración propia en base a MicroJPM S.A. (2025)



**Figura N° 03:**

Sensor de temperatura tipo K

## 2.3. Sensor MQ-7 gas CO monóxido de carbono

El sensor MQ-7 permite medir el monóxido de carbono (CO) ideal para detectar concentraciones dañinas CO en el aire, el sensor detecta concentraciones del rango de

20 a 2000 ppm, el módulo posee una salida analógica, además de poseer una salida digital regulable por un potenciómetro el cual tiene un led indicador (Naylamp Mechatronics SAC, 2023), en la figura 04 se muestra en físico el sensor de monóxido de carbono.



**Figura N° 04:**  
Sensor MQ-7 para monóxido de carbono

#### 2.4. Placa de expansión ESP32

La placa de expansión CPIO 1 en 2 para ESP32 es un módulo seguro y estable para una variedad de aplicaciones, este tablero de ruptura puede ampliar el pin de 1 GPI en la placa ESP32 a 2 perfecto para realizar todos los pines, la placa de expansión adopta un diseño de doble capa con cabezales de pin en ambos lados (Walmart, 2025), en la figura 05 se muestra en físico la placa de expansión ESP32.



**Figura N° 05:**  
Placa de expansión ESP32

#### 2.5. Transmisor MAX6675 para termocupla K

El módulo transmisor MAX6675 permite conectar a la termocupla tipo K e incluye la compensación de junta fría convirtiendo la señal analógica en digital con una resolución de 12-bits para un rango de 0 a 1023°C posee una comunicación digital que puede trabajar fácilmente con ESP32 (Naylamp Mechatronics SAC, 2023), en la figura 06 se muestra en físico el transmisor MAX6675 para termocupla K.



**Figura N° 06:**  
Transmisor MAX6675 para termocupla K.

#### 2.6. Arduino y las bibliotecas ESP32

Para comenzar a utilizar el ESP32, se tiene que realizar una configuración inicial de los driver y librerías mediante las herramientas del Arduino IDE, esta plataforma ofrece un conjunto de herramientas para la programación y gestión de placas de desarrollo permitiendo las configuraciones esenciales como la selección de la placa, puerto de conexión ajustar la velocidad de carga y gestión de bibliotecas (Ortiz et al, 2025).

#### 2.7. Algoritmo de programación

Los algoritmos para el sensor de temperatura y el sensor de monóxido de carbono se muestran en la figura 07 y 08.

```
1 #include <max6675.h>
2 int thermoDO = 19;
3 int thermoCS = 23;
4 int thermoCLK = 5;
5 MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
6 void setup() {
7   Serial.begin(115200);
8   Serial.println("MAX6675 test");
9   delay(500);
10 }
11 void loop() {
12   Serial.print("C = ");
13   Serial.println(thermocouple.readCelsius());
14   Serial.print("F = ");
15   Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());
16   delay(1000);
17 }
```

Figura N° 07:

Código IDE Arduino para el sensor de temperatura

```
1 const int sensorPin = 33; // GPIO33
2 const float Vc = 5.0; // voltaje de alimentación del sensor
3 const float RL = 10.0; // resistencia de carga (kΩ)
4 float sensorVolts;
5 float Rs;
6 float ratio;
7 float Ro = 10.0; // calibrar esto en aire limpio
8 void setup() {
9   Serial.begin(115200);
10  analogReadResolution(12); // ESP32: 0-4095
11  pinMode(sensorPin, INPUT);
12 }
13 void loop() {
14  int adcValue = analogRead(sensorPin);
15  sensorVolts = (adcValue / 4095.0) * Vc;
16  Rs = ((Vc - sensorVolts) / sensorVolts) * RL; // Rs = (Vc - Vout)/Vout * RL
17  ratio = Rs / Ro;
18  // Estimación de ppm usando curva logarítmica (aproximación empírica MQ-7)
19  // ppm = 10 ^ [ (log10(Rs/R0) - b) / m ]
20  // Para CO, valores típicos m ≈ -0.77, b ≈ 0.17 (según hoja de datos)
21  float ppm = pow(10, ((log10(ratio) - 0.17) / -0.77));
22  Serial.print("ADC: "); Serial.print(adcValue);
23  Serial.print(" Rs: "); Serial.print(Rs);
24  Serial.print(" Rs/R0: "); Serial.print(ratio);
25  Serial.print(" CO (ppm): "); Serial.println(ppm);
26  delay(1000);
27 }
```

Figura N° 08:

Código IDE Arduino para monóxido de carbono

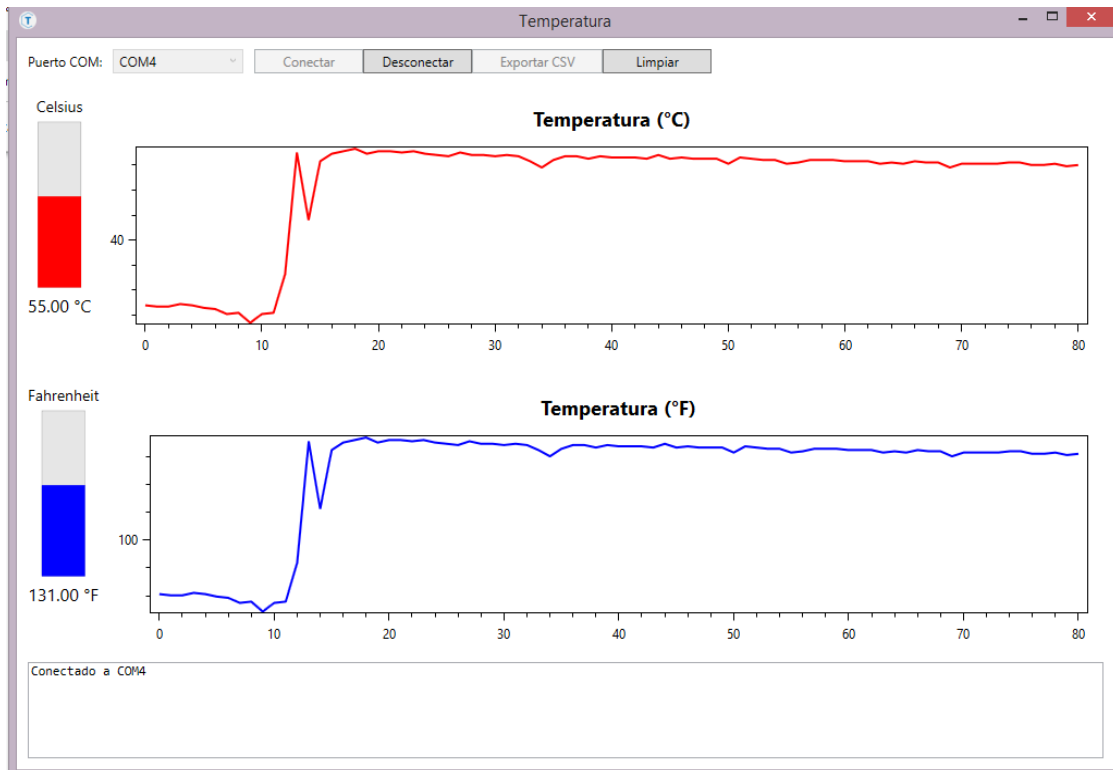
### 3. Resultados y discusiones

#### 3.1. Control de temperatura

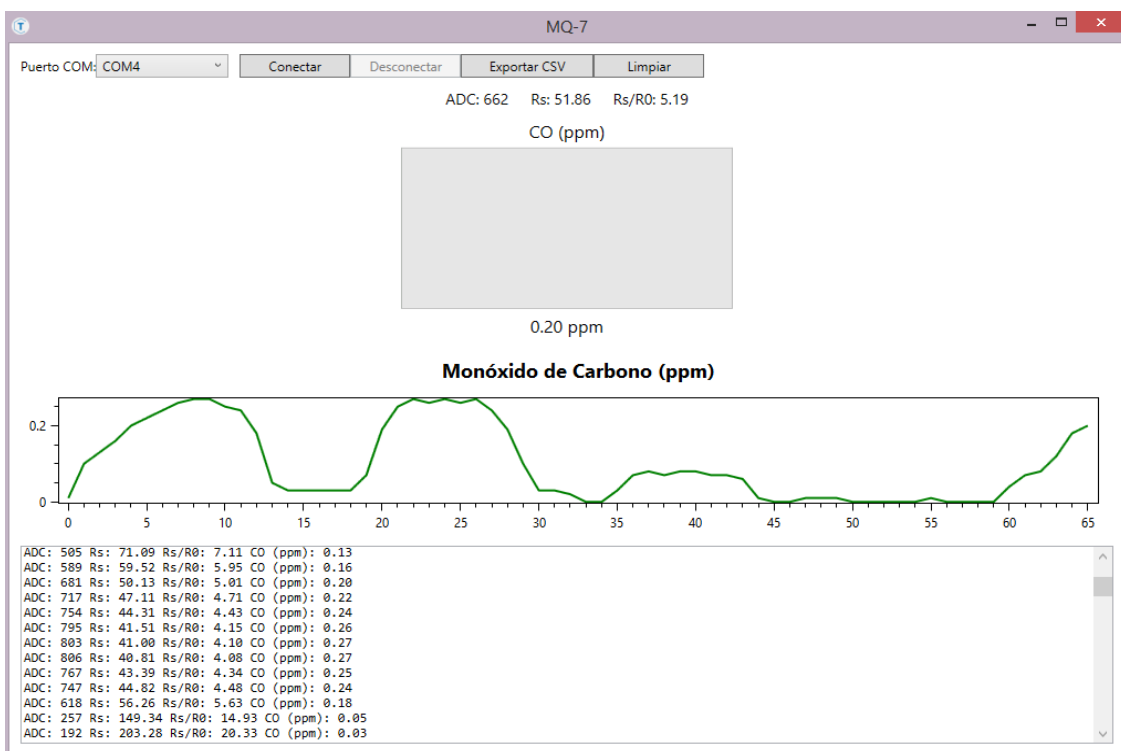
La lectura de la temperatura con un termómetro de mercurio alcanzando una temperatura constante en 01:05.20 (un minuto, 5 segundos y veinte centésimas de segundo) y el sensor de temperatura determino la temperatura en 00:03.68 (en cero minutos, tres segundos y sesenta y ocho centésimas de segundo), la lectura obtenida es de 51.75 °C para el sensor y en el termómetro de mercurio se tuvo una temperatura de 49 °C, existiendo una diferencia de aproximadamente de 2 °C, la variación en el tiempo de para medir la temperatura también es indica por (Thermopro, 2019) teniendo esta ventaja la lectura más rápida con el sensor de temperatura, por su parte el termómetro de mercurio para alcanzar un lectura constante se calienta y luego sube lentamente para mostrar la temperatura por esta razón demora en llegar a una temperatura constante, en la figura 09 se muestra la lectura de la temperatura realizado con el sensor de temperatura tipo K.

#### 3.2. Control de monóxido de carbono

En la figura 10 se muestra la lectura de la combustión de la fibra de acrílico, llegando a mediar hasta 0.27 ppm de monóxido de carbono, a pesar de que este valor es inferior al establecido como límite máximo de 50 ppm (Occupational Safety and Health Administration, 2012) no se puede negar que la combustión de material textil sintético contribuye en la emisión de monóxido de carbono, producto de una combustión incompleta.



**Figura N° 09:** Lectura de temperatura en grados centígrados y Fahrenheit realizado por el sensor termistor tipo K



**Figura N° 10:** Lectura de monóxido de carbono realizado por el sensor MQ-7

Según Caycho y Vega (2024) y Fernandez, (2022) el bajo costo, sencillez y con la

posibilidad de expansión y soporte de la comunidad en el internet, el uso del ESP32

tiene ventajas y es posible con este sistema monitorear en forma remota parámetros en la industria textil, además de ser escalable desde lo más sencillo hasta llegar a controladores industriales siendo flexible su implantación.

#### 4. Conclusiones

El uso de ESP32 en la industria textil es factible y puede ser utilizado en distintas áreas no solo en los equipos y la maquinaria textil, esta se puede utilizar en otras áreas como el área de diseño de prendas además se puede unirse con fibra textil o las telas para la confección de prendas de vestir con la finalidad de detectar variación del uso de la prenda de vestir en tiempo real como por ejemplo explosión a una determinada condición de trabajo.

#### 5. Bibliografía

- Brad A. y Brad M. (2021) Development of a smart clothing product using an Arduino platform, *International Journal of Advanced Statistics and IT&C for Economics and Life Sciences*, 11(1), DOI: <https://doi.org/10.2478/ijasitels-2021-0002>
- Caycho H. Ch. y Vega J. R. (2024) Diseño e implementación de un sistema de bordado automatizado con tecnología CNC para máquina de coser recta, tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Chiluisa M., Cuaña J., Carvajal A. y Boada R.P. (2022) Arduino como elemento notable en prototipos electrónicos. *ConcienciaDigital*, 5(1), 104-117. DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.1975>
- Espressif SystemsCo., Ltd. (2025) ESP32-WROOM-32D & ESP32-WROOM-32U Datasheet Version 2.6, Shanghai
- Espressif SystemsCo., Ltd. (2025) recuperado el 16 de agosto del 2025 de <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>
- Fernandez, C. A. (2022) Aplicación del protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) para monitoreo y recolección de datos para aplicaciones IOT (Internet Of Things) basado en ESP32, tesis de grado, Centro Universitario Tecnológico Ceutec
- MicroJPM S.A (2025) recuperado el 30 de agosto del 2025 de <https://www.microjpm.com/>
- Molto J. (2007) Descomposición térmica de residuos textiles: estudio cinético y formación de contaminantes, Tesis doctoral, Universidad de Alicante, ISBN: 978- 84- 690- 7105- 2
- Moreno E. J. (2023) Sistema Inteligente de automatización, monitoreo y control de invernaderos mediante uso de IoT y el microcontrolador ESP-32 con aplicación de aprendizaje automático, EIEI ACOFI, DOI: <https://doi.org/10.26507/paper.2818>
- Naylamp Mechatronics SAC (s.f.) recuperado el 15 de agosto del 2025 de <https://naylampmechatronics.com/>
- Occupational Safety and Health Administration (2012). Carbon Monoxide Poisoning <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/carbonmonoxide-factsheet.pdf>
- Ortiz A., Valencia B., Bosmediano, C., Bastidas J., Aguirre Ch. y Jácome A. (2025) ESP32: Manual básico para estudiantes Alumni Editoria, DOI: <https://doi.org/10.70625/alumned/9>
- Paxtian M. E., Sánchez V.M, Meza S.J., Aguilar Y.N., Bravo E. y León-Nataret Y.A. (2023) Fabricación de un dispositivo wearable usando óxido de grafeno reducido, *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 11(especial 5), DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v11iEspecia5.11739>
- Thermopro (2019) Termómetro digital vs termómetro de mercurio: ¿cuál es mejor?, <https://buythermopro.com/es/blogs/news/>
- Walmart (2025) recuperado el 16 de agosto del 2025 de <https://www.walmart.com/>