

Sistema de adquisición, registro y presentación de variables de una máquina confeccionadora de envases

Alan E. Morandini ⁽¹⁾, Eduardo S. Diaz ⁽²⁾, Ricardo A. Korpys ⁽³⁾

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
a.morandini95@gmail.com ⁽¹⁾, eduardiaz.ing@gmail.com ⁽²⁾, korpys@fio.unam.edu.ar ⁽³⁾

Resumen

Conocer el estado de funcionamiento de un proceso es de vital importancia para poder sacar el máximo provecho del mismo. A partir de esto, el presente trabajo propone el desarrollo de un sistema que permite visualizar en vivo determinadas variables de una máquina confeccionadora de envases. Por otra parte, registra el rendimiento productivo de la máquina correspondiente a cada jornada de trabajo. Para posibilitar lo mencionado, el sistema incorpora una RaspberryPi como unidad de control, la cual se encarga de relevar información de los sensores, procesarla y establecer la comunicación con un servidor web. Dicho servidor es consultado posteriormente por la página web en la cual se visualiza en vivo el estado de la máquina. A continuación, se describe el diseño del sistema mencionado, realizado en el marco del trabajo integrador de Proyecto y Diseño Electrónico, asignatura de la carrera Ingeniería Electrónica.

Palabras Clave – Base de datos, Raspberry Pi, Servidor web, Sensor, Confeccionadora.

1. Introducción

El presente trabajo muestra el desarrollo de un sistema dedicado a monitorear y registrar variables representativas del funcionamiento de una máquina confeccionadora de envases, que forma parte de la infraestructura instalada en la empresa “Envasando S.R.L”, ubicada en la localidad de Leandro N. Alem, Misiones. Dicho sistema permite visualizar en vivo determinadas variables de la máquina confeccionadora de envases, mediante una plataforma web. Además de ello, el sistema releva las variables medidas para luego transmitir las a través de wi-fi hacia un servidor web, con el fin de generar un documento en donde quedan registradas las condiciones de funcionamiento de la máquina. Cabe aclarar que actualmente este procedimiento lo realiza manualmente un operario completando una planilla, debido a que la máquina se encuentra totalmente off-line. Este sistema basa su funcionamiento en una mini computadora Raspberry Pi, la cual además de gestionar la lectura de los sensores, establece la comunicación con el servidor web.

A continuación, se muestra las distintas etapas que componen al sistema propuesto, donde se incluye el diseño del hardware y el desarrollo del software correspondiente.

2. Metodología

2.1. Confeccionadora

Una confeccionadora de envases es una máquina que desenrolla una bobina de papel impreso y realiza los pliegos y cortes necesarios para el armado correcto del envase requerido. Existen 16 equipos diferentes en la fábrica, que están especializados para la confección de los distintos tipos de paquetes en función de los requerimientos de los clientes. La máquina con la que se trabajó es una adecuada para envases de harina de 1 kg, como puede verse en la Fig. 1. En un turno de 8 horas realiza el armado de alrededor de 55000 unidades a una razón de 115 envases por minuto.



Fig. 1. Vista de confeccionadora acondicionada para envases de harina.

El equipo posee tres grupos eléctrico-electrónicos: sistema de tracción principal, sistema de frenado y el sistema de control de corte. El proyecto se desarrolla enmarcado en el último sistema, adquiriendo las señales de los sensores electrónicos que intervienen en el proceso.

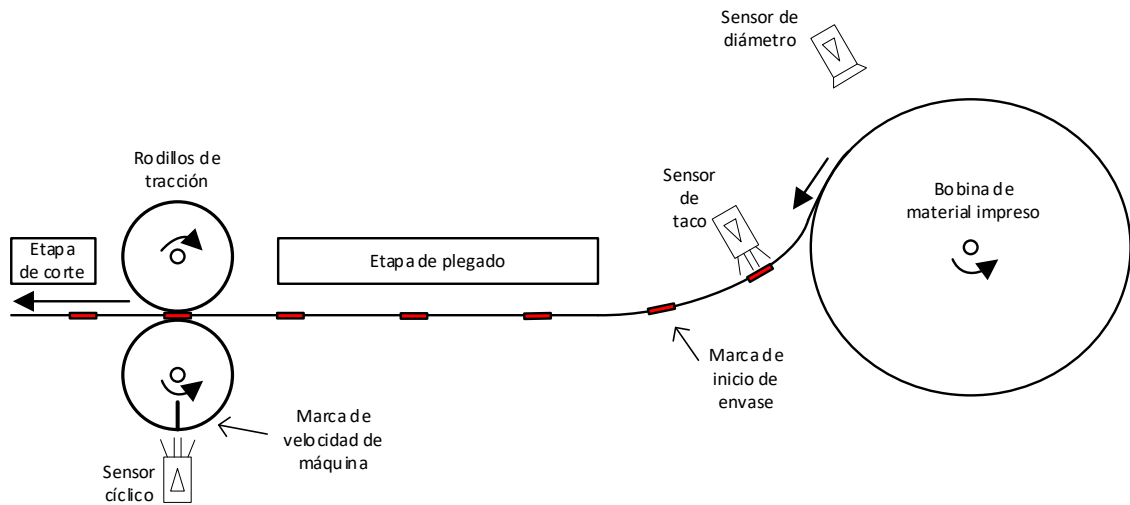


Fig. 2. Diagrama ilustrativo de la confeccionadora.

Se toman las señales de los sensores de tacto (que indica a qué velocidad ingresa el material al sector de pliegue-doblado), diámetro de bobina (mide la cantidad de material que posee la bobina mientras se va desenrollando) y cíclico (indica a qué velocidad llegó el material al sistema de corte). Con estas 3 señales el sistema de control realiza modificaciones paramétricas en los variadores de frecuencia para adecuar la velocidad de ingreso del material a la etapa de plegado y corte. En la Fig. 2 puede verse un esquema de cómo se hallan dispuestos los sensores que intervienen en el proceso.

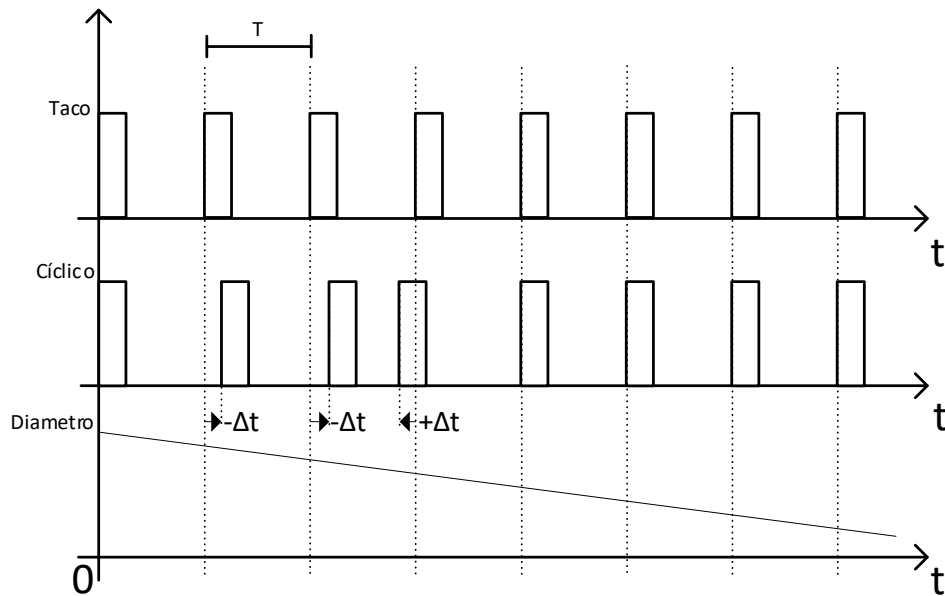


Fig. 3. Diagrama temporal de las señales de los sensores.

En la Fig. 3 se aprecia un diagrama temporal donde se representan las señales mencionadas anteriormente. En función de la señal del sensor de tacho se calcula la velocidad o período con la que ingresa el papel a la máquina. Luego de que ha pasado por el sector de plegado, el material disminuye su velocidad de avance por el rozamiento que tiene contra los rodillos y cuchillas de pliegue. Esto produce que la marca de inicio de envase llegue con unos milisegundos de retraso al sensor cíclico ($-\Delta t$) desencadenando en una mayor tracción de material, que lo acelera ($+\Delta t$). Además, es notorio el decremento en el diámetro de la bobina a medida que se va desenrollando el material.

2.2. Diseño del hardware

El hardware del sistema se desarrolla en torno a 3 funciones básicas, las cuales se enumeran a continuación:

1) *Adecuación de tensiones de alimentación:* Tanto la unidad de control (RaspberryPi [1]) como el ADC, requieren una tensión de alimentación de 3,3 V. Es por ello que se incorporan dos fuentes lineales compuestas por un regulador de voltaje LD1117V33, encargadas de proporcionar la tensión adecuada a dichos dispositivos, tal como se muestra en la Fig. 4. Una de ellas acondiciona los 12 V provenientes de la fuente switching, con el fin de energizar la unidad de control. De manera análoga, la segunda fuente adecúa los 24 V provistos por la maquina confeccionadora, para así alimentar al conversor analógico digital (en adelante, ADC).

2) *Aislación galvánica:* Cada una de las entradas y salidas [2] de la unidad de control se encuentran aisladas galvánicamente. Esto permite mejorar la aislación eléctrica entre la placa de control y el resto del sistema, proporcionando a dicha placa una mayor protección ante situaciones anómalas, ocasionadas por eventuales sobrecorrientes y/o sobretensiones.

Para ello se emplean optoacopladores 4N25, los cuáles en el caso de las entradas digitales, además de lograr la aislación óptica, funcionan como acondicionadores de tensión. Esto es debido a que los

general del sistema completo con algunos de los lenguajes de programación que intervienen en cada etapa. Se detallan seguidamente las diferentes partes del software utilizado en la programación del proyecto:

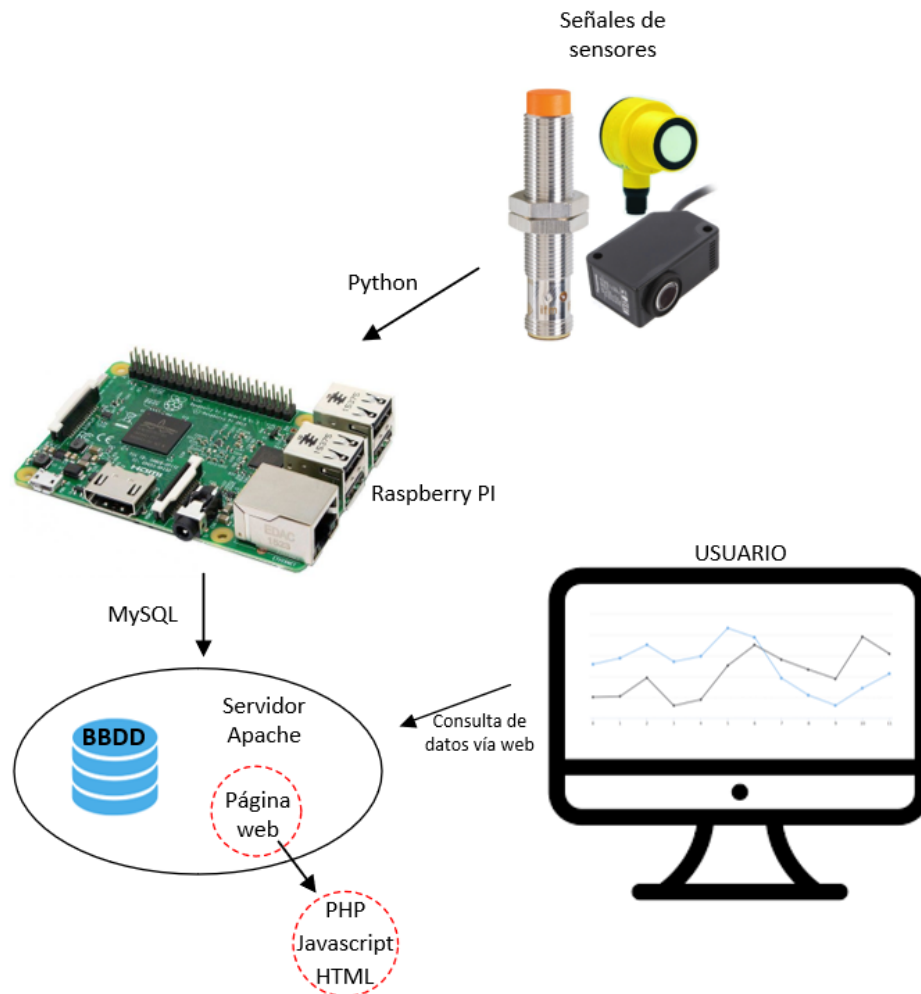


Fig. 5. Esquema representativo del sistema junto a los lenguajes de programación que intervienen.

- Sistema operativo:* la RaspberryPi tiene instalado un sistema operativo (a.k.a. SO) tipo Linux basado en Debian, llamado Raspbian Lite. Este SO carece de interfaz gráfica para ahorrar recursos de la placa. Toda la programación de los scripts se realiza mediante consola o remotamente por medio del protocolo FTP (File Transfer Protocol).
- Creación de la base de datos (BBDD) y servidor[4][5]:* Se emplea una base de datos basada en MySQL, llamada MariaDB. Utiliza todos los comandos SQL (Structured Query Language) estándar, que permiten una compatibilidad íntegra con una base de datos instalada en cualquier sistema operativo. Esto permite que se programe todo lo referido a la base de datos en una computadora remota con Microsoft Windows, sea probada allí y luego cargada en la Raspberry.
- Lectura y acondicionamiento de señales, guardado en BBDD:* el script desarrollado para la toma de datos es redactado en Python utilizando librerías afines para el manejo de puertos de entrada/salida y la comunicación vía SPI con el ADC. Se realizan dos scripts diferentes para

la lectura de las señales: uno se encarga de los puertos asociados a los sensores digitales (sensor de taco y cíclico) y el otro se vincula a los puertos de comunicación serie, donde se halla conectado el ADC. Debido a que la confeccionadora posee simplemente un sensor analógico, la selección del canal de lectura del conversor A/D se realiza por hardware (es decir, se configuran mediante una conexión eléctrica los pines del CS del conversor) y no por software, para evitar el uso de otro puerto de salida digital.

Luego de que se hayan almacenado temporalmente los valores de las señales en variables locales, se vuelca el contenido de estas en una base de datos local. Para llevar a cabo esta tarea, se utilizan directivas del lenguaje SQL. Previamente, es necesario que se realice una conexión con la base de datos. Esta se realiza al iniciar el script, para que durante la ejecución del mismo el guardado de las variables no implique la ejecución innecesaria de líneas de comandos.

- d) *Presentación de datos*: los datos se presentan con una interfaz (o dashboard) a través de un navegador web, que puede ser accedido desde cualquier dispositivo remoto. Se muestran los datos con gráficas de tipo X/Y y de barras (a conveniencia según el tipo de información que se desea mostrar). Para lograr esto, se utiliza como front-end PHP [6] (Hypertext Preprocessor) con un framework para estilización de la interfaz llamado Bootstrap [7], además de utilizar herramientas de otros lenguajes web como HTML (HyperText Markup Language), Javascript y CSS (Cascading Style Sheets). No se requiere que el usuario tenga interacción con la interfaz, por lo que no es necesario crear una interfaz que permita la modificación de datos o que posea botones interactivos. En la Fig. 6 se observa un ejemplo de dashboard realizado con los lenguajes web mencionados anteriormente.

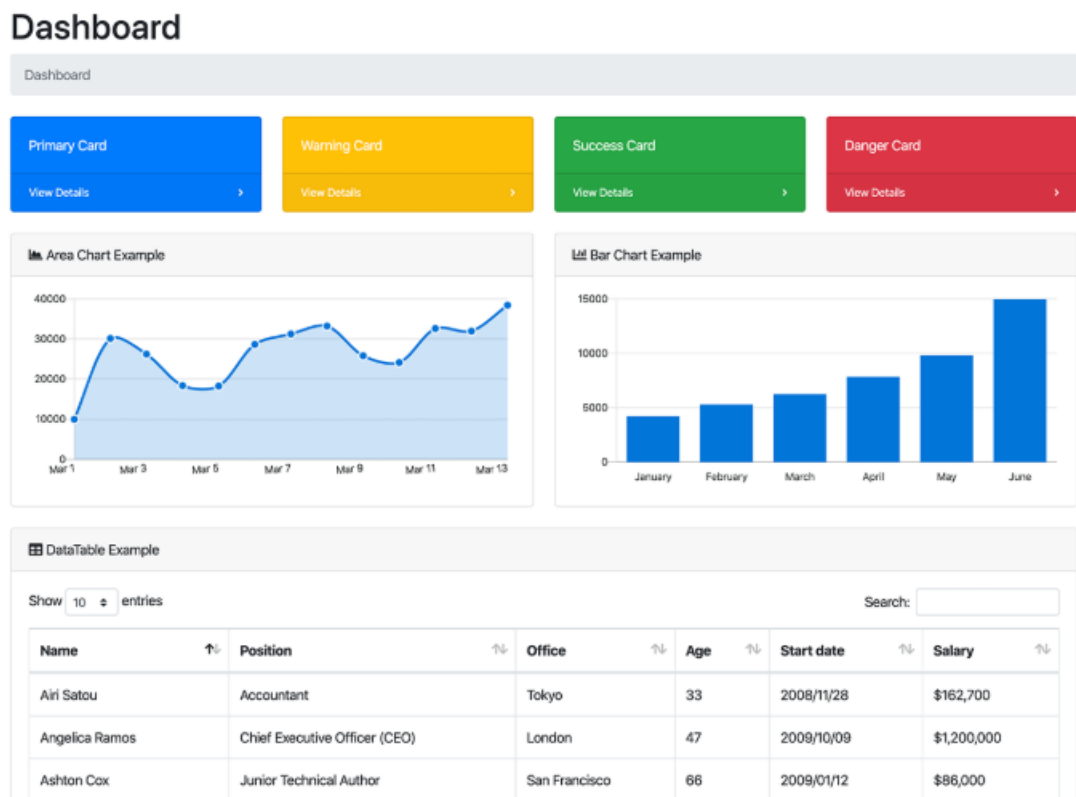
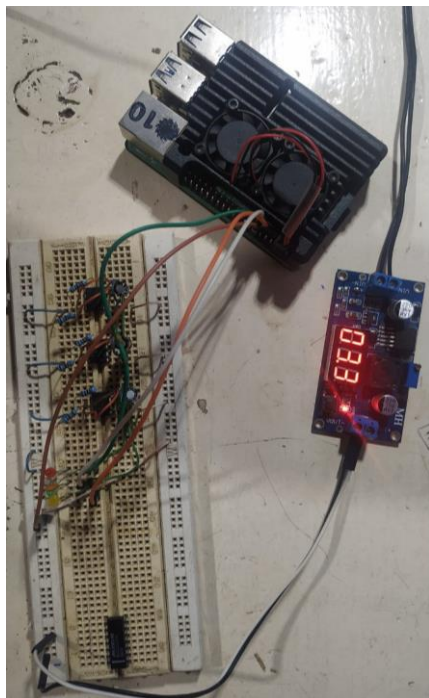


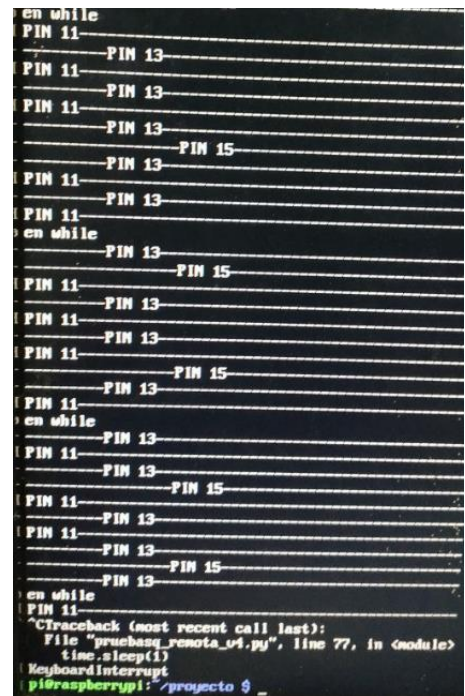
Fig. 6. Interfaz web estilizada con Bootstrap.

3. Resultados

En la Fig. 7a puede verse el prototipo desarrollado en una protoboard. Para la simulación de los sensores digitales, se utilizan 3 circuitos astables con el circuito integrado 555 configurados a diferentes frecuencias para apreciar correctamente que se produzca la lectura de sus señales de salida por la Raspberry. Estas señales simuladas, deberían emular a las del sensor de taco y cíclico (Fig. 3). Para corroborar esto, se utilizó una instrucción para que la RaspberryPi retorne el número del pin (o salida) donde detectó la señal del sensor por consola, el resultado obtenido se observa en la Fig. 7b.



(a)



(b)

Fig. 7. Prototipo ensayado: (a) Pruebas en protoboard; (b) Resultado obtenido en pantalla.

Se almacenan los datos en la BBDD basada en MySQL mediante directivas SQL (también llamadas consultas) (Fig. 8a) y pueden ser visualizados en la herramienta que provee PHP para tal fin: phpmyadmin. Viendo los datos cargados desde el navegador web (Fig. 8b) en un dispositivo remoto, permite poder desarrollar la interfaz gráfica final.

```

import mysql.connector

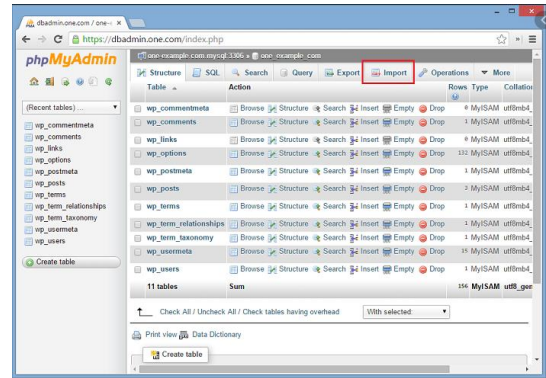
mydb=mysql.connector.connect(
host="localhost",
user="root",
#passwd="1234",
database="test"
)

micursor=mydb.cursor()

for n in range(10,20):
sql="INSERT INTO raspi (sensor,valor,hora) VALUES (%s,%s,%s)"
var=("compu",n,"2020-05-06")
micursor.execute(sql,var)
mydb.commit()

```

(a)



(b)

Fig. 8. Pruebas de escritura en la base de datos: (a) Código para carga de datos; (b) Vista de los datos cargados en el navegador.

Luego de la prueba en protoboard (y en paralelo a la codificación de la interfaz gráfica web), se diseña el primer prototipo en circuito impreso de la placa acondicionadora para su montaje en máquina (Fig. 9). Se agrega circuitos para acondicionar la alimentación proveniente de la confeccionadora (24 V de corriente continua, son reducidos a 3,3V para la alimentación del convertor A/D y la Raspberry), se añaden optoacopladores para brindar aislamiento galvánico a las entradas y salidas digitales, como así también conectores que permiten vincular la placa con la RaspberryPi.

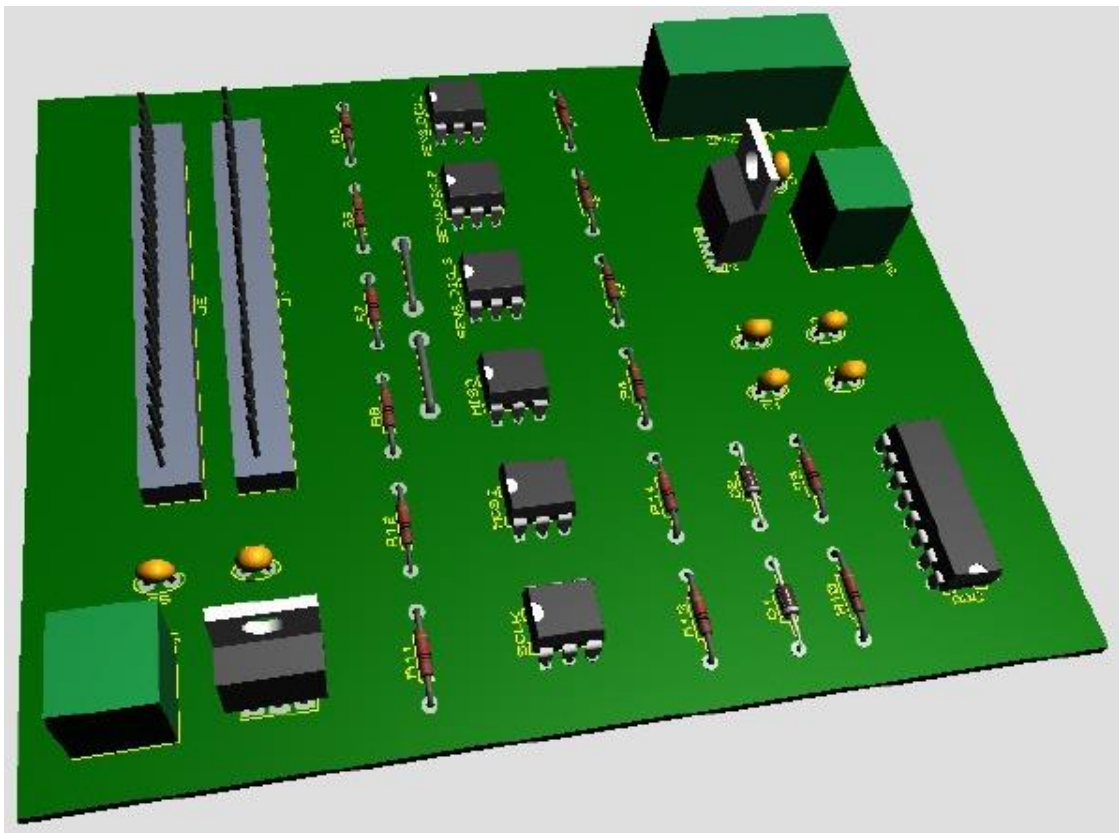


Fig. 9: Vista del diseño de la placa acondicionadora.

4. Conclusiones

Si bien el sistema aún se encuentra en etapa de desarrollo, de acuerdo a los resultados obtenidos es posible concluir que los objetivos parciales establecidos han sido satisfechos. Se ha logrado establecer una interacción fluida entre los distintos bloques del sistema, constituyendo de esta manera una base sólida para el desarrollo del mismo. Para ello, se requirió la integración de distintos lenguajes de programación funcionando de manera conjunta.

En base a ensayos experimentales realizados, el sistema obtenido hasta el momento, responde perfectamente a las especificaciones requeridas. Se logró de manera muy elemental, relevar los sensores, volcar su lectura en una base de datos y seguidamente visualizar estos datos vía web.

Su implementación aportará un avance tecnológico a la línea de producción, lo que se traduce en un salto de calidad para la empresa. Además de brindar la posibilidad a futuro de controlar el proceso de manera remota.

5. Referencias

- [1] RaspberryPi SPI and I2C tutorial [En línea]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/raspberry-pi-spi-and-i2c-tutorial/all> [Último acceso: julio 2020].
- [2] GPIO [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/gpio/README.md> [Último acceso: julio 2020].
- [3] Interfacing an SPI ADC, [En línea]. Available: <https://projects-raspberry.com/interfacing-an-spi-adc-mcp3008-chip-to-the-raspberry-pi-using-c-spidev/> [Último acceso: julio 2020].
- [4] MySQL reference manual [En línea]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/> [Último acceso: julio 2020].
- [5] How to install a web server on the Raspberry Pi [En línea]. Available: <https://howtoraspberrypi.com/how-to-install-web-server-raspberry-pi-lamp/> [Último acceso: julio 2020].
- [6] PHP reference manual [En línea]. Available: <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php> [Último acceso: julio 2020]
- [7] Highcharts reference manual [En línea]. Available: <https://www.highcharts.com/> [Último acceso: julio 2020]