VISIÓN ELECTRÓNICA
11/10/2019
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

PROTOTIPO DE SISTEMA DIDACTICO PARA CONTROL Y MONITOREO BASADO EN HMI Y PLC PARA UN BANCO DE PRUEBA AUTOMOTRIZ IMPLEMENTADO EN EL SENA CTT.

"DOTACTIC SYSTEM PROTOTYPE FOR CONTROL AND MONITORING BASED ON HMI AND PLC FOR AN AUTOMOTIVE TEST BANK IMPLEMENTED IN THE SENA CTT"

Cortes Guerrero Julián Eduardo [1], Boada Cárdenas Cristian Felipe [2], Giraldo Ramos Frank [3]

Resumen: El presente proyecto tecnológico se basó en el mejoramiento de un banco didáctico que posee cuatro (4) sensores de tipo automotriz y un motor asincrónico que emula al motor de combustión. Por medio de una interfaz HMI y un PLC SIEMENS S7-1200 se realizó el control de la simulación del entorno de funcionamiento de los sensores, adquisición, procesamiento y visualización de datos.

Los aprendices del SENA CTT de mecatrónica se les facilitará entender el funcionamiento físico y la adquisición de información de los sensores automotrices. Todo esto para facilitar el diagnostico de funcionamiento y la implementación a proyectos futuros en distintas áreas.

Palabras clave: PLC, automotriz, adquisición de datos, comunicación, asincrónico, sensores.

Abstract: The present technological project was based on the improvement of a didactic bank that has four (4) automotive sensors and an asynchronous motor that emulates the

[1] Estudiante Tecnología en Electrónica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica. Email: cnacional1@hotmail.com
[2] Estudiante Tecnología en Electrónica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica. Email: julian_jecg@hotmail.com
[3] Ingeniero en Control Electrónico e Instrumentación, Magister en Ingeniería automatización Industrial. Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica. E-mail: frank_correo@hotmail.com

combustion engine. Through a HMI interface and a SIEMENS S7-1200 PLC, simulation of the sensor operating environment, acquisition, processing and data visualization was performed.

SENA CTT mechatronics trainees will be facilitated to understand the physical functioning and information acquisition of automotive sensors. All this to facilitate the diagnosis of operation and implementation to future projects in different areas.

Keywords: PLC, automotive, data acquisition, communication, asynchronous, sensors.

INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico de la sensórica en la industria automotriz ha generado actualización de conocimientos con respecto a esos nuevos adelantos, teniendo como resultado la implementación de estos en los sistemas de seguridad, confort y mecánica.

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos que se han ido desarrollando, los programas de formación técnica que oferta el SENA CTT y las instalaciones físicas con que cuenta la institución, se observa que las ayudas de aprendizaje (bancos didácticos) carecen de mantenimiento por daños técnicos o tener tecnologías obsoletas, por ende, esto dificulta ir a la par de estos avances en la enseñanza de los aprendices.

El banco existente cuenta con cinco (5) sensores automotrices, comunicación OPC Server y un computador con un programa (LabView) para la visualización de los datos adquiridos por los sensores, el control de la simulación del ambiente de funcionamiento es generado por circuitos electrónicos independientes (control manual) al sistema de visualización[1]. La figura 1 se muestra el esquema del sistema.

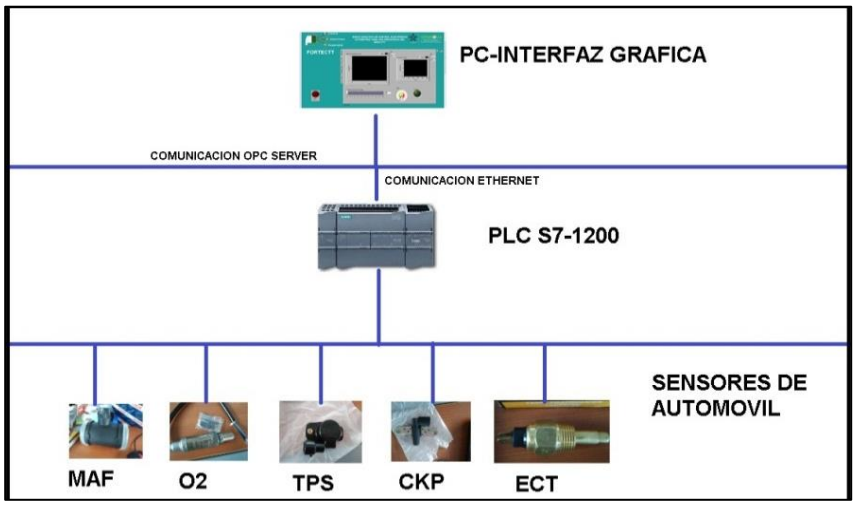


Figura 1 Esquema de control[1]

Debido a esto se pretende automatizar completamente el banco existente, ya que actualmente depende de un computador con software y programación especifico, lo que dificulta tener acceso al uso del mismo. En atención a esta dificultad de no tener un banco de sensores autónomo se consideró importante implementar la visualización gráfica en el prototipo para que sea fácil de usar y abierto a los aprendices del Centro de Tecnologías del Transporte.

1. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

El mejoramiento del banco didáctico se realizó en las instalaciones del SENA CTT de Cazuca.

1.1. Funcionamiento del sistema.

El prototipo consta principalmente de un banco con montaje de 4 sensores automotrices tales como: CKP (posición de cigüeñal), TPS (posición de mariposa de aceleración), MAF (masa y flujo de aire) y temperatura del motor. Cuenta con un motor asincrónico Siemens que simulará la velocidad del motor a combustión.

La adquisición de datos se hace por medio de una etapa de instrumentación (depende del sensor), la cual permite transformar variables físicas en eléctricas, amplificándolas en su magnitud para luego transferirlas y procesarlas por medio de un PLC Siemens.

La interacción hombre-máquina se realizará por medio de la visualización grafica en una pantalla táctil Siemens donde se podrá observar la velocidad del motor y se verá la respuesta de los sensores a variables físicas para su respectivo análisis. En la figura 2 se observa el banco didáctico de sensores junto al PLC implementado.



Figura 2 Banco didáctico

1.2. Diagrama de bloques.

Por medio del diagrama No.1 se observa de manera general el desarrollo del prototipo implementado en el SENA CTT.



Diagrama 1 Diagrama de bloques del desarrollo del prototipo

1.2.1. Variable Externa

Simulación del entorno de funcionamiento del vehículo generando condiciones físicas que se utilizan para el correcto funcionamiento de los sensores automotrices tales como temperatura, posición y movimiento rotacional.

1.2.1.1. Sensor NTC

Para simular las condiciones de funcionamiento del sistema de temperatura interna del motor, se acondicionó una resistencia térmica para generar los cambios en la temperatura del líquido refrigerante del motor. La figura 3 se puede observar el montaje del sensor NTC con el refrigerante y un ventilador para ayudar al enfriamiento del refrigerante.



Figura 3 Sensor NTC

1.2.1.2. Sensor CKP

Para simular la de velocidad del motor de combustión, se acondicionó una rueda dentada a un motor DC para generar un movimiento rotacional de la rueda. En la figura 4 se observa la rueda dentada que simula el movimiento de cigüeñal, junto al sensor inductivo con su respectiva protección.



Figura 4 Sensor CKP

1.2.1.3. Sensor MAF

Para simular el ingreso de aire que llega al motor, se acondicionó un motor nederman (moto ventilador) al ducto de entrada de admisión. Como se observa en la figura 5 está el ducto de ventilación junto al sensor MAF.



Figura 5 Sensor MAF

1.2.1.4. Sensor TPS

Para simular la posición de la mariposa del cuerpo de aceleración, se acondicionó una rueda al sensor, que debe ser accionada manualmente con un movimiento rotacional de 0° a 120°. En la figura 6 se muestra el sensor TPS.



Figura 6 Sensor TPS

1.2.2. Sensores

Permiten obtener información de estado de las variables físicas de entrada (temperatura, posición y movimiento rotacional), actuador (revoluciones por minuto-RPM) y convertirlas en señales eléctricas.

1.2.2.1. Sensor NTC

Es un sensor resistivo NTC que varía desde 100 K Ω hasta 100 Ω, se encarga de medir la temperatura del refrigerante del motor a través de una resistencia, que provoca la caída de voltaje a la computadora para ajuste la mezcla de aire/combustible y la duración del pulso de los inyectores. Además, este sensor envía información a la ECU (Unidad de Control Electrónico) para la activación de la moto ventilador.[2]

1.2.2.2. Sensor CKP

Es un sensor magnético que genera voltaje usando una rueda dentada, el cual le dice a la computadora (ECU) y al módulo de encendido la posición exacta de los pistones según suben y bajan en un ciclo de motor.[3]

1.2.2.3. Sensor MAF

Es un sensor que va entre la caja del filtro de aire y el cuerpo de aceleración. Consta de un elemento calentador el cual mide la masa de aire que entra al motor. Contiene en su interior una resistencia o un fino alambre de platino, que se conoce como hilo caliente, y este se aproxima a una temperatura de 200° C al momento en que el motor trabaja. El valor de esta resistencia cambia debido al enfriamiento, cuando el aire es admitido por el múltiple de admisión de acuerdo a la carga del motor. Una gran cantidad de aire en la entrada representa aceleración y por el contrario una pequeña cantidad de masa de aire indica desaceleración o ralentización.[4]

1.2.2.4. Sensor TPS

Es un dispositivo que de forma simple es un potenciómetro, el cual va situado al eje de la mariposa de aceleración. Consiste en una resistencia variable lineal la cual es alimentada por una tensión de 5 voltios que varían la resistencia proporcional con respecto al efecto que causa dicha señal. Por lo general tiene 3 cables que son: Uno de referencia de 5 voltios, otro de tierra y el tercero es una señal de retorno. Este se mueve a ciertos ángulos, en conformidad con la aceleración, siendo el ángulo máximo que se mueve a 100 grados aproximadamente, y cuando está a 0 grados la mariposa de aceleración se encuentra cerrada.[5]

1.2.3. Acondicionamiento de la señal

En esta etapa se realizaron los cálculos y diseños de las PCB para la amplificación de las señales de los sensores para que estas puedan ser leídas por el PLC[1]. Para los sensores se realizó la configuración no inversora, como se observa en la Figura 7.

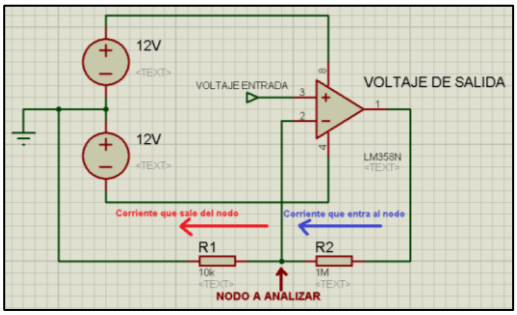


Figura 7 Amplificador no inversor[1]

Fuente: Autores.

Según la Figura 3 se analiza que el voltaje en el nodo a analizar es el mismo que el voltaje de entrada, ya que se considera que el voltaje en la terminal + y la terminal – es el mismo. Además, según la Ley de Ohm la corriente es igual al voltaje dividido entre la resistencia y la Ley de las Corrientes de Kirchhoff establece que la corriente que entra a un nodo es la misma corriente que sale del mismo, basados en estos dos conceptos podemos analizar las corrientes que entran al Nodo a analizar, que es el que se forma entre las resistencias R1 y R2[1].

La ecuación (1) es Corriente que entra al nodo

$$\frac{V_{salida}-V_{entrada}}{R_2} \quad (1)$$

La ecuación (2) es Corriente que sale del nodo

$$\frac{V_{entrada}-0}{R_1} \quad (2)$$

La ecuación (3) es la sumatoria de la ecuación (1) y (2)

$$\frac{V_{salida}-V_{entrada}}{R_2} = \frac{V_{entrada}}{R_1} \quad (3)$$

La corriente que entra al nodo es resultado de dividir voltaje entre resistencia, donde el voltaje será la diferencia entre voltaje de salida y voltaje de entrada. Se supone que la corriente va del mayor potencial al menor potencial y se asume que el voltaje de salida es mayor que el de entrada, de ahí se asume el sentido de las corrientes. Luego la corriente de salida será igual al voltaje de entrada menos el voltaje en tierra (0 voltios) entre la resistencia[1]. Si reducimos la expresión obtendremos la siguiente ecuación (4):

$$V_{salida} = V_{entrada}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \quad (4)$$

1.2.4. Adquisición de datos

Es la medición del fenómeno físico o eléctrico obtenido por la captación de las variables de entrada por los sensores tales como variación de resistencia y voltaje.

1.2.4.1. Sensor NTC

Para realizar la caracterización del sensor se tabularon los datos obtenidos de las mediciones de voltaje y temperatura, al desarrollar el proceso de variar la temperatura del refrigerante con la resistencia térmica, se utilizaron dos multímetros en función de medir el voltaje y temperatura (con termocupla) en tiempos determinados. En la tabla 1 se observan las medidas obtenidas:

Temperatura °C	NTC (Voltaje)	Resistencia (Ω)
90	2	30
80	3,1	76,4
70	4,1	96
60	5,3	154,5
50	6,4	228
40	7,5	312
30	8,7	489
20	10	727

Tabla No.1 Valores obtenidos sensor NTC

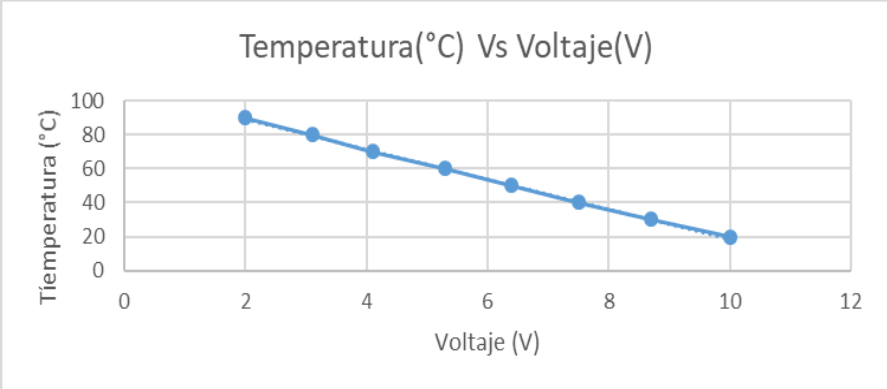


Figura 8 Grafica de tendencia sensor NTC

Donde se obtuvo la siguiente ecuación (5) de comportamiento:

$$v = -0,1135t + 12,127 \quad (5)$$

Para hallar el valor de temperatura se realiza el despeje de la ecuación (5), donde se obtiene la ecuación (6):

$$t = \frac{v-12,127}{-0,1135} \quad (6)$$

1.2.4.2. Sensor CKP

Para realizar la caracterización del sensor se hizo girar una rueda dentada a diferentes velocidades, haciendo uso de un osciloscopio y un multímetro para medir frecuencia y voltaje. Obteniendo los datos que se observan en la tabla 2.

V	Frecuencia	Rpm
0	0	0
1,8	11,16666667	670
2,7	16,66666667	1000
3,6	22,33333333	1340
4,5	27,83333333	1670
5,4	33,5	2010
6,3	39	2340
7,2	44,66666667	2680
8,2	50,16666667	3010

Tabla No.2 Valores obtenidos Sensor CKP

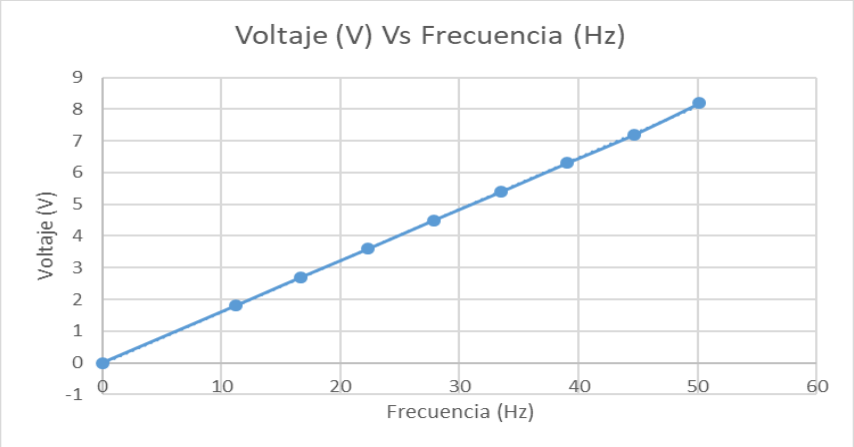


Figura 9 Grafica de comportamiento Sensor CKP

Donde se obtuvo la siguiente ecuación (7) de comportamiento:

$$\boldsymbol{v = 0,1624f - 0,0163} \quad (7)$$

Para hallar el valor de la frecuencia se realiza el despeje de la ecuación (7), donde se obtiene la ecuación (8):

$$f = \frac{v+0,0163}{0,1624} \quad (8)$$

1.2.4.3. Sensor MAF

Para lograr obtener los datos del caudal de aire, se utilizó un motor nederman para generar el flujo de aire, qué a su vez está conectado a un ducto que va hacia la mariposa

de aceleración. Para obtener el patrón de medida se implementó, un sensor de caudal de Arduino que permitió obtener valores de flujo. Los datos obtenidos se muestran en la tabla

CAUDAL DE AIRE	V
0,5	0,56
0,98	3
1,222	5
1,577	6,6
2,158	7,3
3,009	8,1
4,233	9
5,876	10

Tabla No.3 Valores obtenidos Sensor MAF

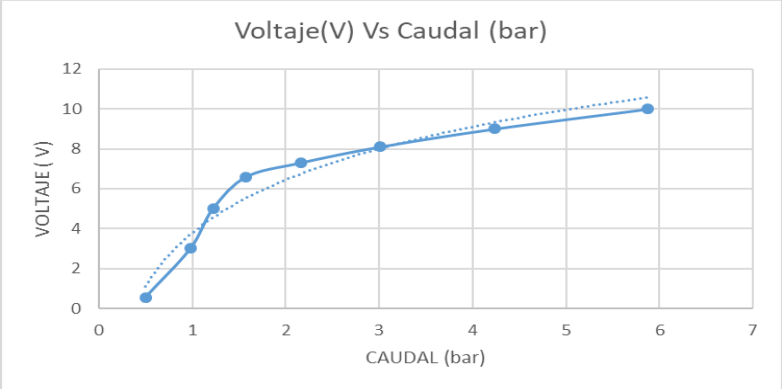


Figura 10 Grafica de comportamiento Sensor MAF

Donde se obtuvo la siguiente ecuación (9) de comportamiento:

$$v = \mathbf{3,843}\ \mathbf{ln}(\boldsymbol{Q}) - \mathbf{3,78} \quad (9)$$

Para hallar el valor de la frecuencia se realiza el despeje de la ecuación (9), donde se obtiene la ecuación (10):

$$Q = e^{\frac{v+3,78}{3,843}} \quad (10)$$

1.2.4.4. Sensor TPS

Para este sensor se acopló un transportador al eje del sensor para garantizar, la medición en ángulos exactos y haciendo uso del multímetro obtener el valor del voltaje, en los ángulos medidos por el transportador.

Apertura (°)	V
0	0
20	1,2
40	3,2
60	5,2
80	7,5
100	9,8
120	11,4

Tabla No.4 Valores obtenidos Sensor TPS

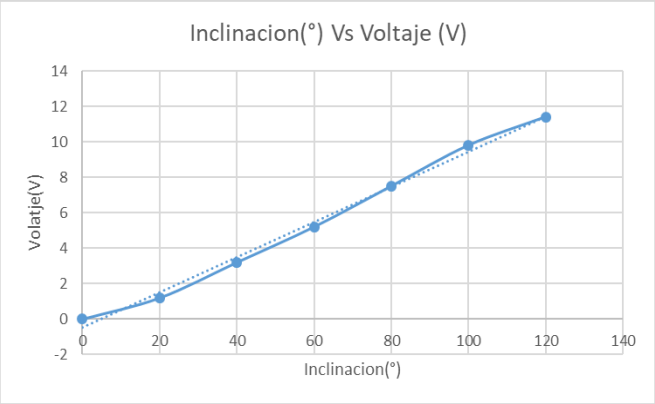


Figura 11 Grafica de comportamiento Sensor TPS

Donde se obtuvo la siguiente ecuación (11) de comportamiento:

$$v = 0{,}0995(\theta) - 0{,}4964 \quad (11)$$

Para hallar el valor de ángulo se realiza el despeje de la ecuación (11), donde se obtiene la ecuación (12):

$$\theta = \frac{v+0{,}4964}{0{,}0995} \quad (12)$$

1.2.5. Controlador Lógico Programable (PLC)

Es una computadora industrial que procesa los datos de los sensores, permite conexión para interfaz de usuario en una pantalla HMI y así visualizar la velocidad del motor asincrónico (actuador) aplicado en el banco de prueba de sensores automotrices.

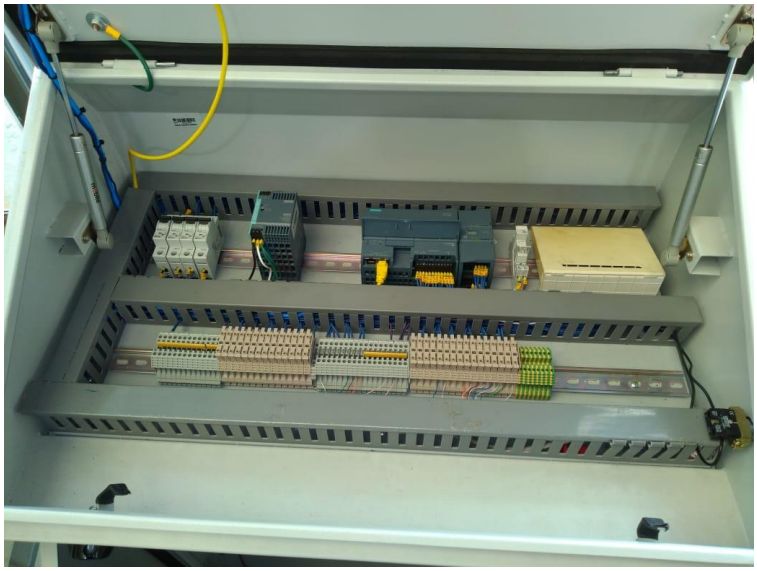


Figura 12 Banco PLC SIEMENS S7-1200

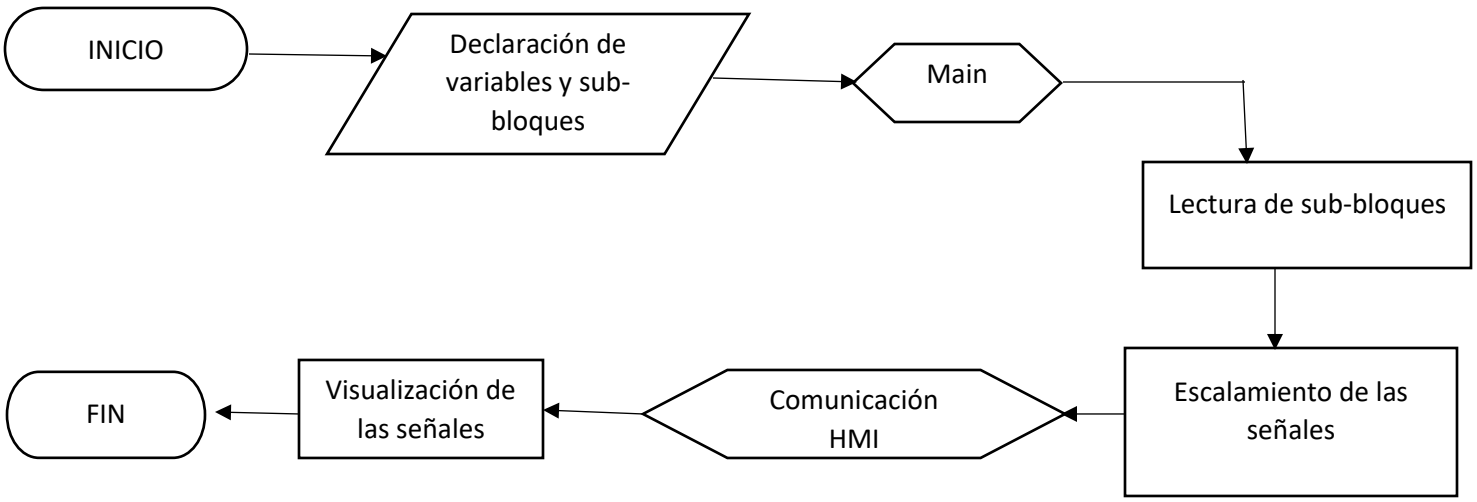


Diagrama 2 Diagrama de flujo del código implementado en el PLC

1.2.5.1. Sensor NTC

Se utilizo el circuito de amplificación de la señal para poder ser enviada al módulo análogo del PCL. En la Fig.13 se observa el circuito de amplificación:

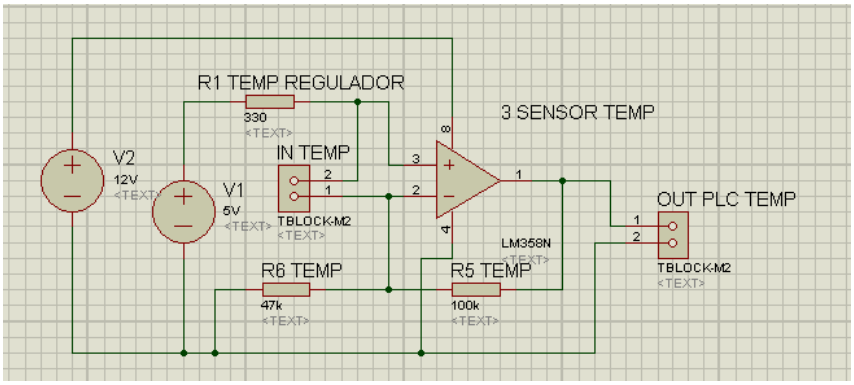


Figura 13 Circuito de control sensor Temperatura[1]

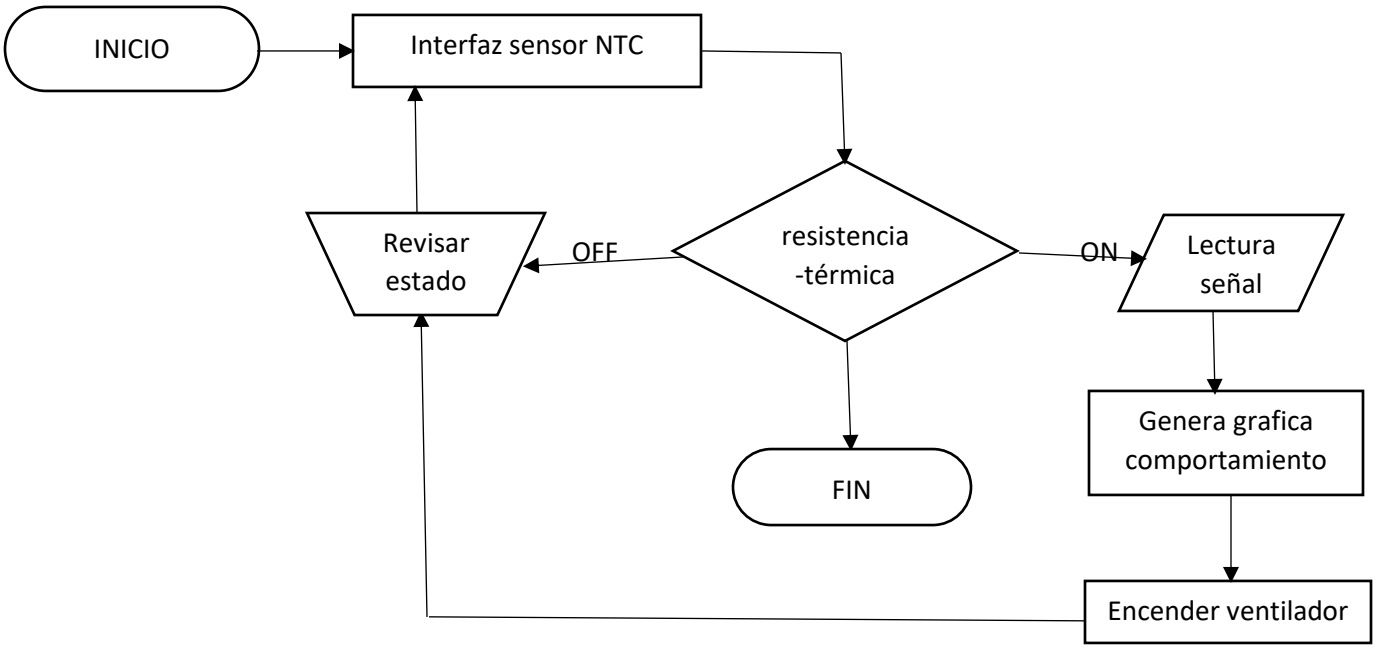


Diagrama 3 Diagrama de flujo del código implementado para el sensor NTC

Para la recepción de datos se utilizó la programación en lenguaje Ledder, como se observa en la figura 14

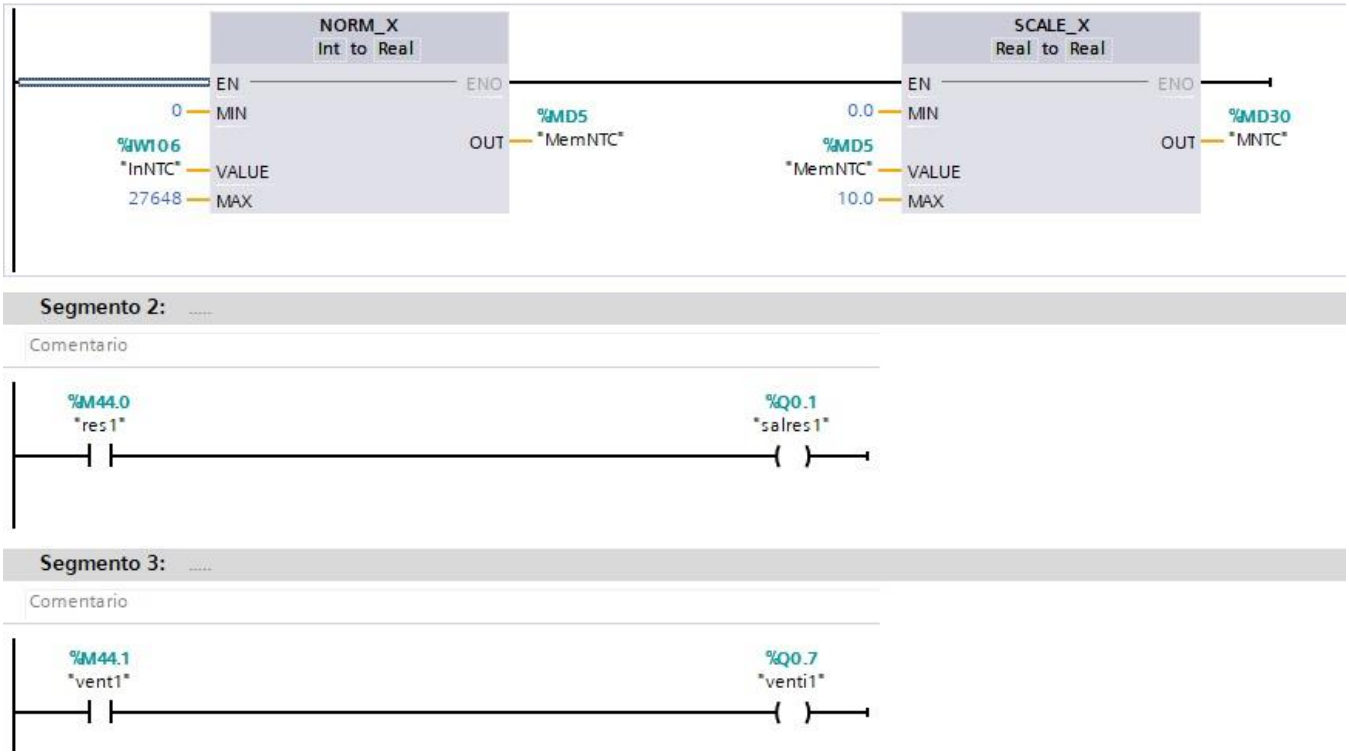


Figura 14 Programación entrada análoga sensor NTC y salidas digitales controladas por la pantalla HMI

En donde la salida Q0.1 es utilizada para activar la resistencia térmica el circuito de acople de puede observar en la figura 15.

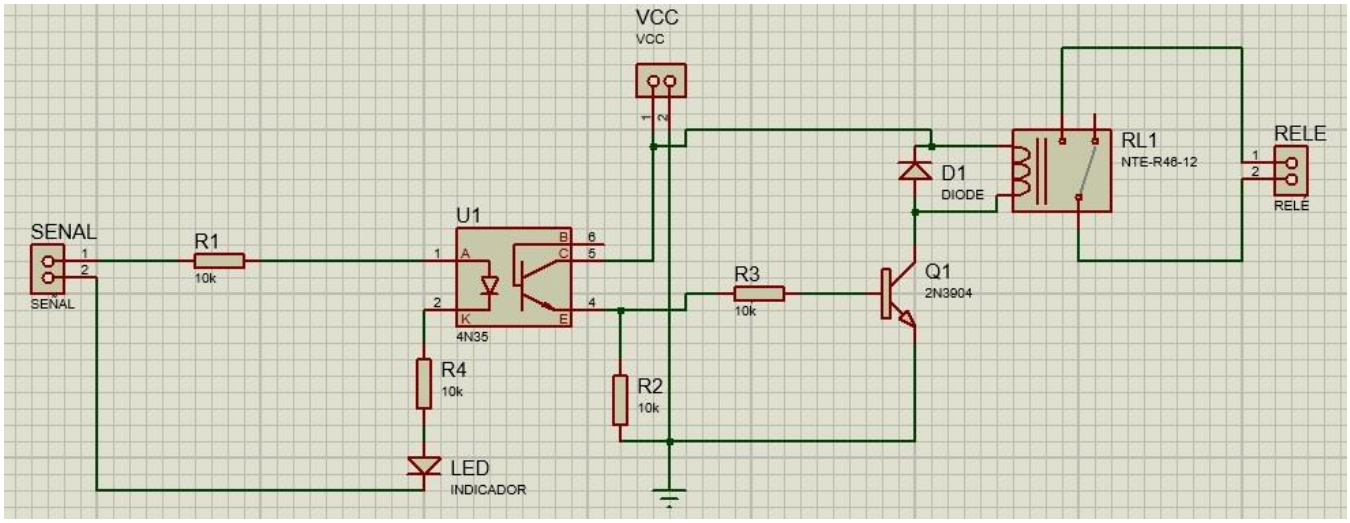


Figura 15 Circuito de control de resistencia térmica[1]

En la salida Q0.7 se hace la activación del motor ventilador para ayudar al refrigerante a volver a temperatura ambiente, después de haber sido activada la resistencia térmica durante cierto tiempo. El circuito de control del ventilador se puede observar en la figura 16.

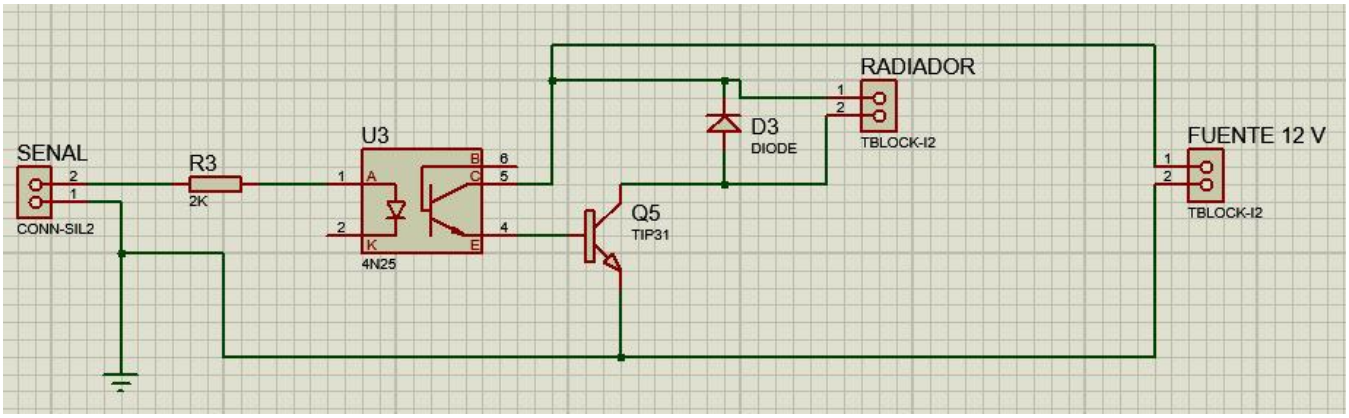


Figura 16 Circuito de control del motor ventilador

1.2.5.2. Sensor CKP

Se utilizo el circuito de amplificación de la señal para poder ser enviada al módulo análogo del PCL. En la Fig.15 se observa el circuito de amplificación:

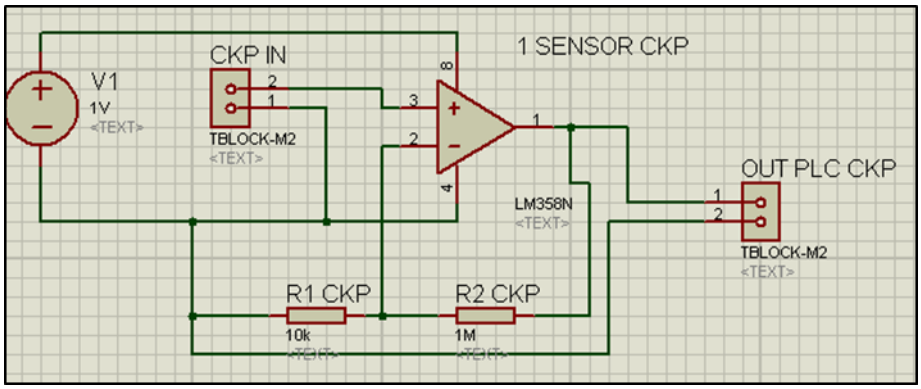


Figura 15 Circuito amplificación sensor CKP[1]

Para este sensor se hizo uso del módulo PWM del PLC para así poder variar en diferentes velocidades el motor que hace girar la rueda dentada. En la figura 15 se puede observar la programación implementada para este sensor.

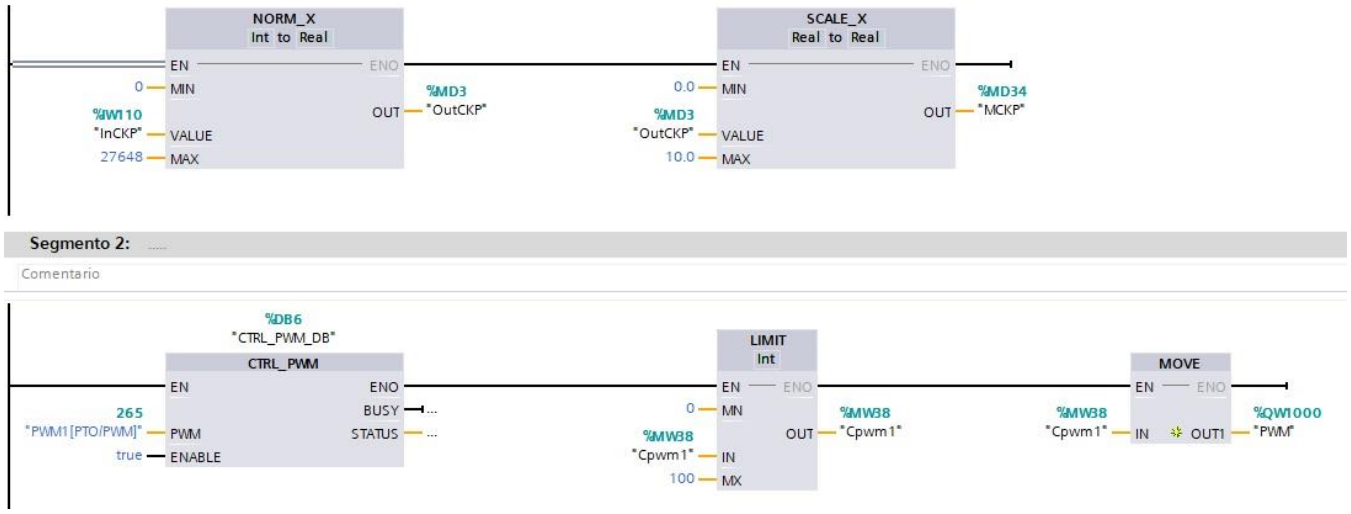


Figura 16 Programación adquirir señal sensor CKP y control PWM

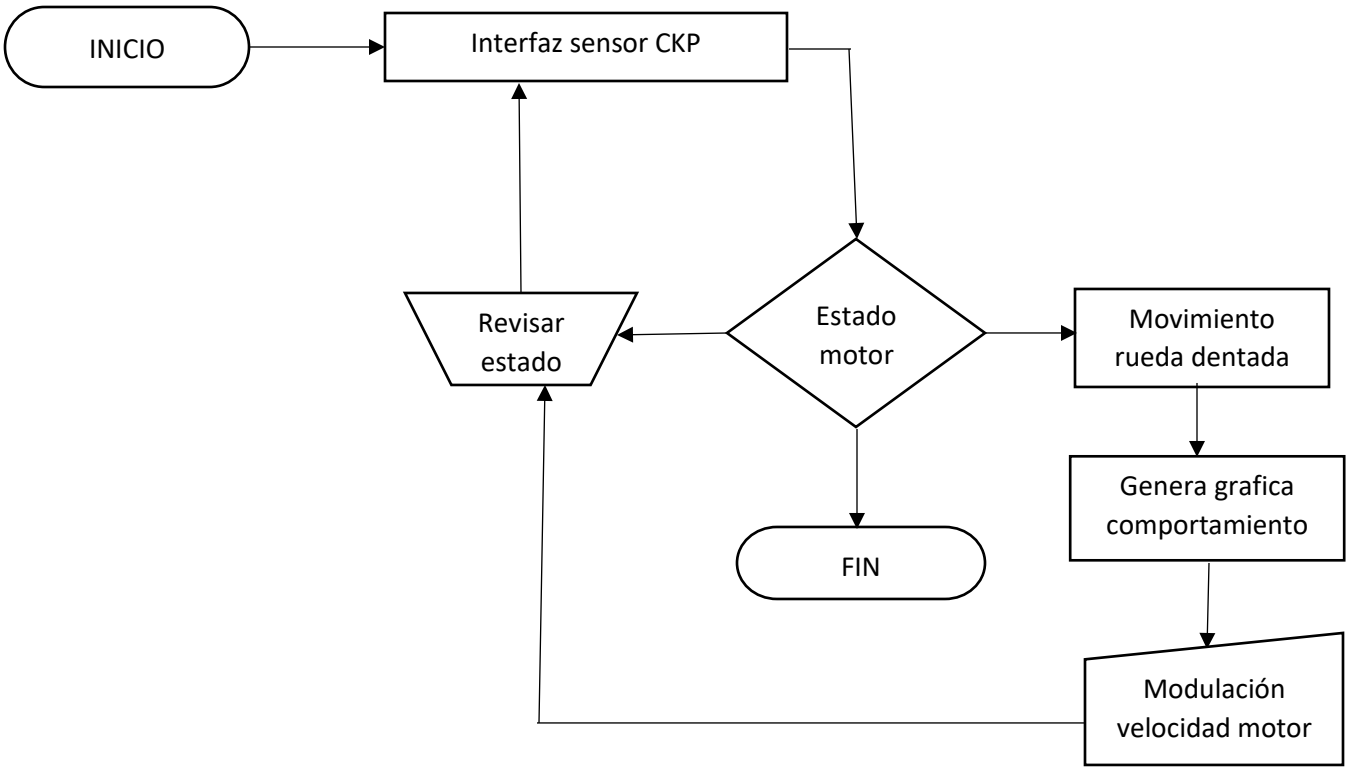


Diagrama 4 Diagrama de flujo del código implementado para el sensor CKP

Para el control del motor de la rueda dentada, se utilizó el circuito que se observa en la figura 17.

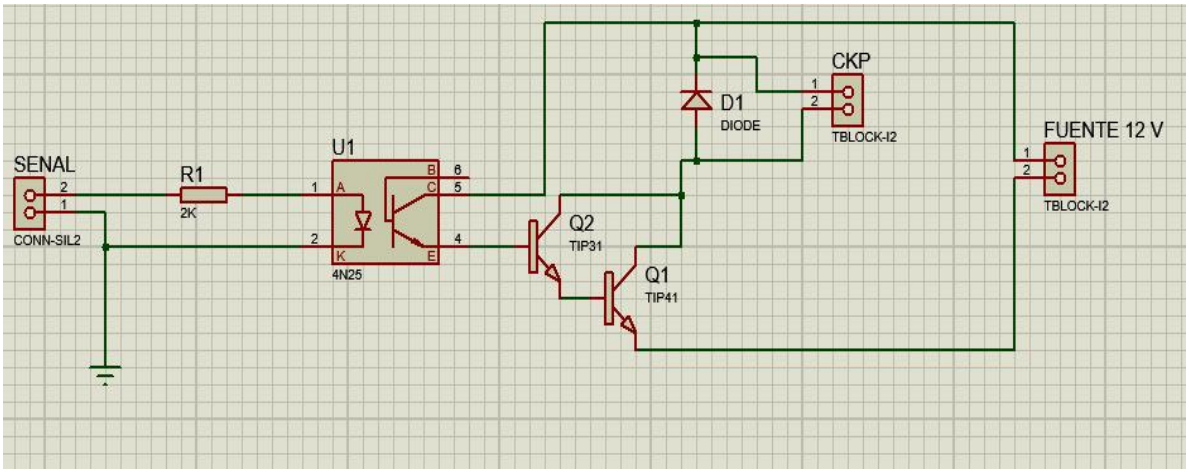


Figura 17 Circuito control PWM motor rueda dentada para el sensor CKP

1.2.5.3. Sensor MAF

Para este sensor se utilizó el circuito de amplificación de señal, que se observa en la figura 18.

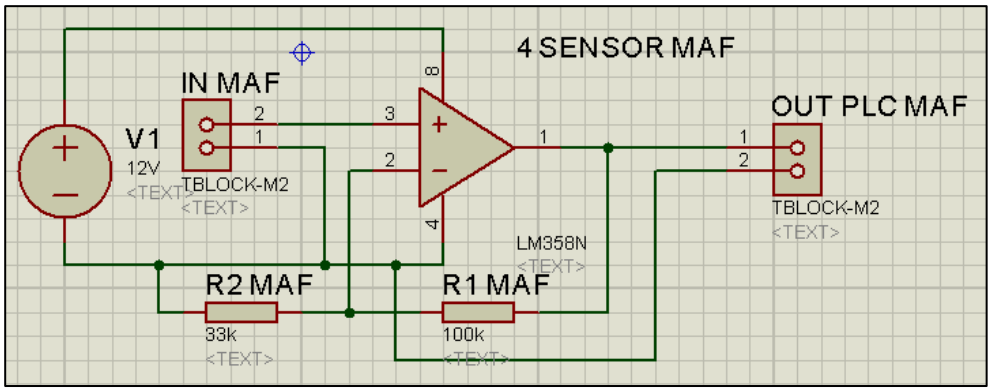


Figura 18 Circuito amplificación señal sensor MAF[1]

Para este sensor se hizo uso del módulo PWM del PLC para así poder variar en diferentes velocidades el motor que genera el flujo del aire para el funcionamiento del sensor. En la figura 19 se puede observar la programación implementada para este sensor.

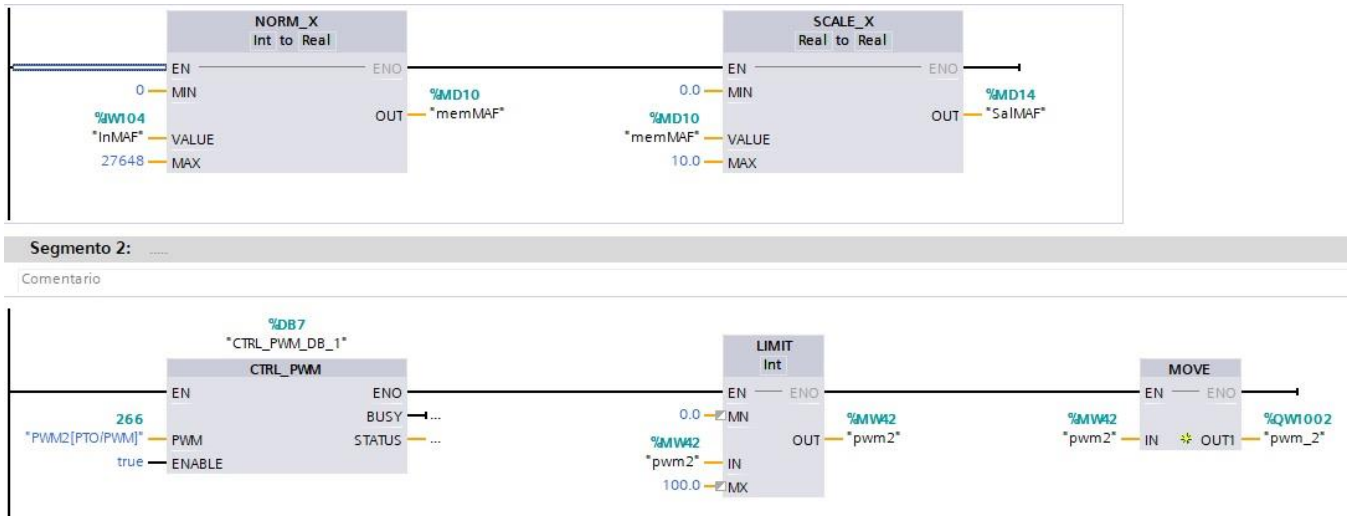


Figura 19 Programación adquisición señal análoga y control PWM para el motor

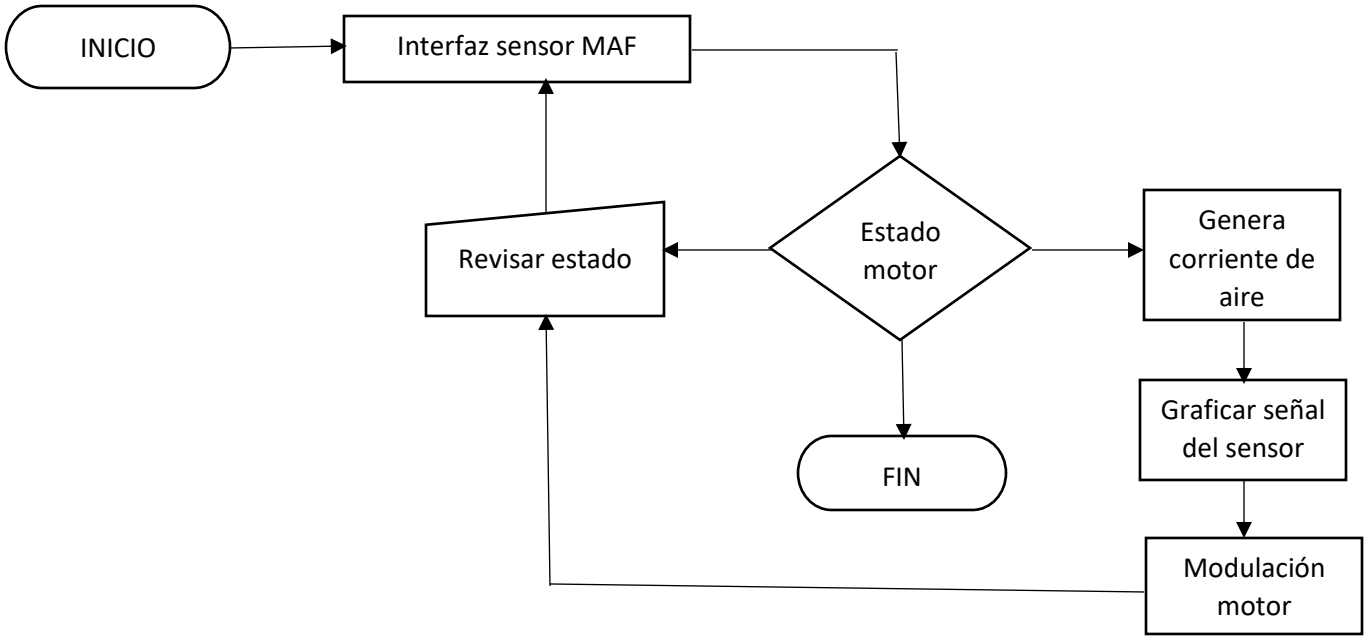


Diagrama 5 Diagrama de flujo del código implementación para el sensor MAF

Para el control del motor que genera el flujo de aire, se utilizó el circuito que se observa en la figura 20.

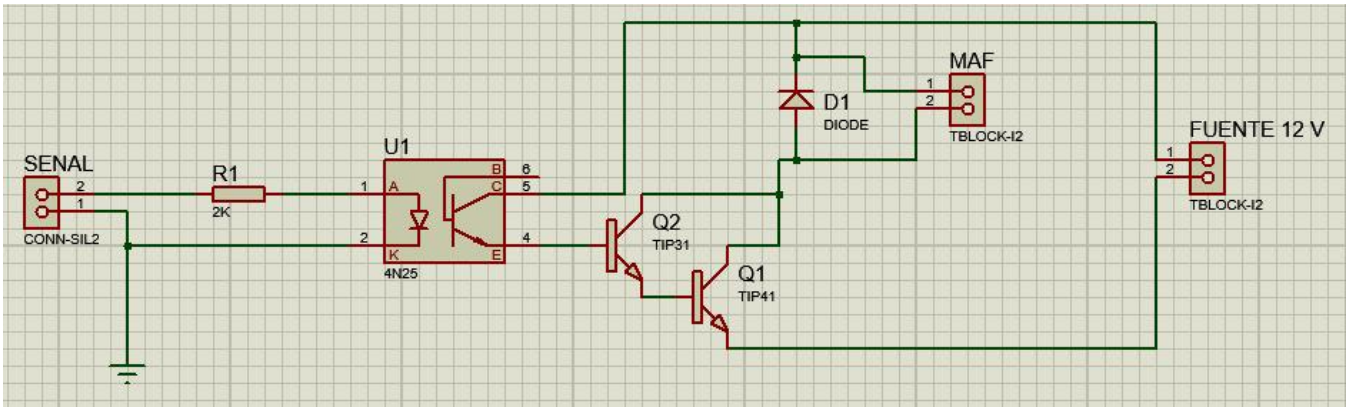


Figura 20 Circuito control PWM para el motor ventilador para el sensor MAF

1.2.5.4. Sensor TPS

Se utilizo el circuito de amplificación de la señal para poder ser enviada al módulo análogo del PCL. En la figura 20 se observa el circuito de amplificación.

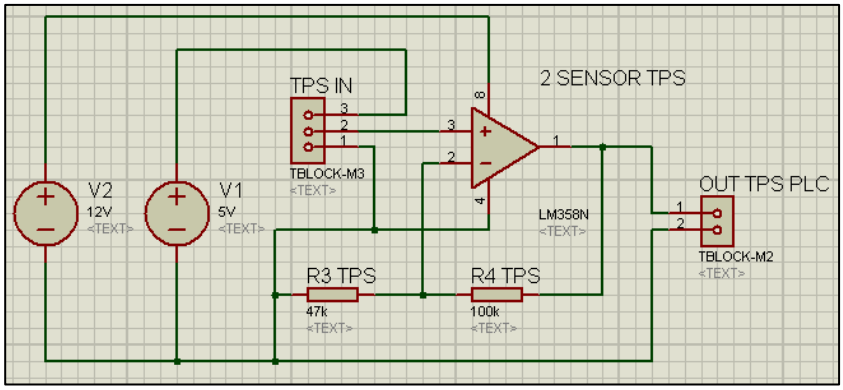


Figura 21 Circuito amplificación sensor TPS[1]

Para la recepción de datos se utilizó la programación como se observa en la figura 22.

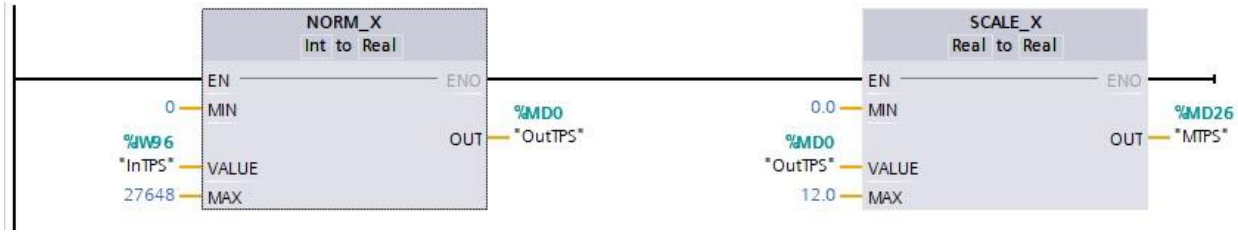


Figura 21 Programación para la recepción de datos del sensor TPS

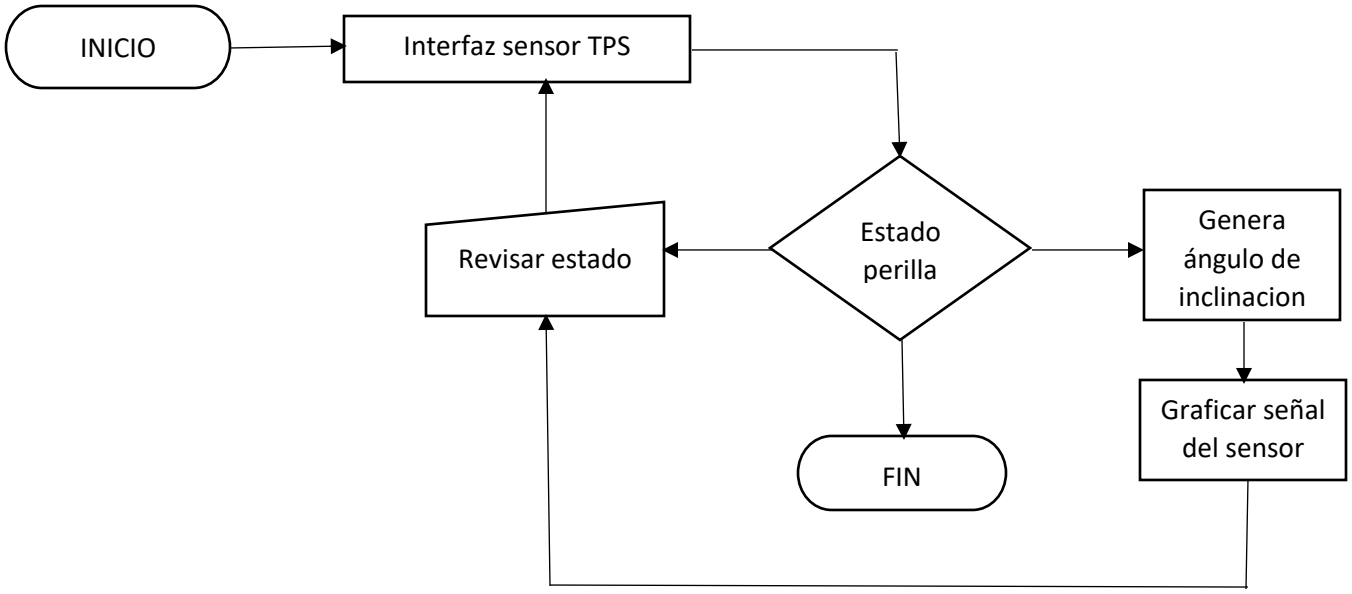


Diagrama 6 Diagrama de flujo del código implementación para el sensor TPS

1.2.5.5. Variador de frecuencia

El variador de frecuencia nos permite tener control sobre el nivel de velocidad en el motor asincrónico, así mismo también nos muestra el nivel de RPM del motor y genera una señal respecto al nivel de RPM en el motor. En la figura 22 se observa el variador utilizado y en la figura 23 el motor.



Figura 22 Variador de frecuencia



Figura 23 Motor asincrónico

El variador cuenta con una pantalla BOP-2 que permite el fácil acceso a las funciones del mismo, lo que facilita tanto el ingreso de los datos del motor, es decir características y configuración de conexión, permitiendo así también una configuración para el variador según sea la necesidad que se tenga. En la figura 24 se puede observar la forma en la que se ingresaron los datos del motor.

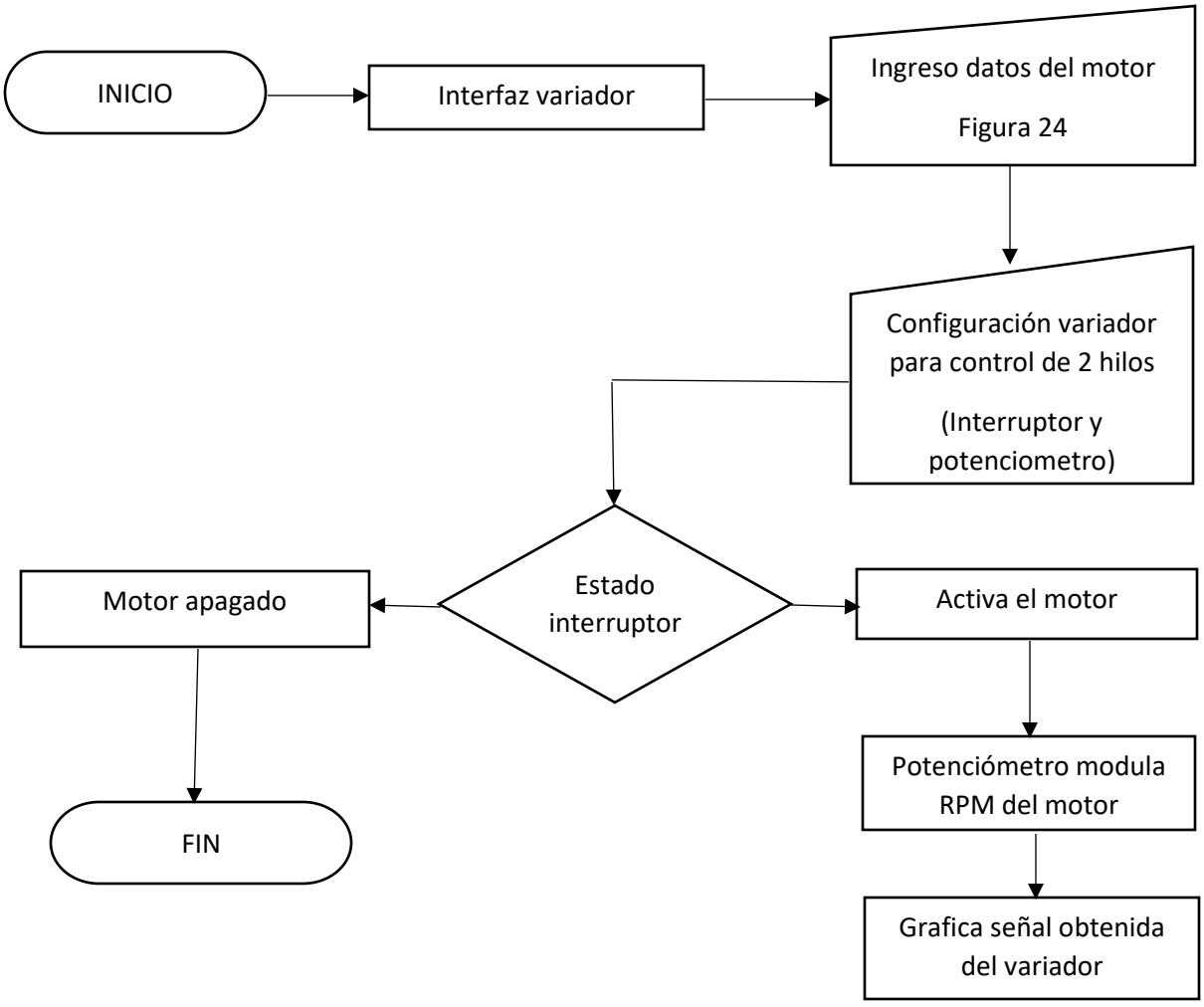


Diagrama 7 Diagrama de flujo del código implementación para el variador

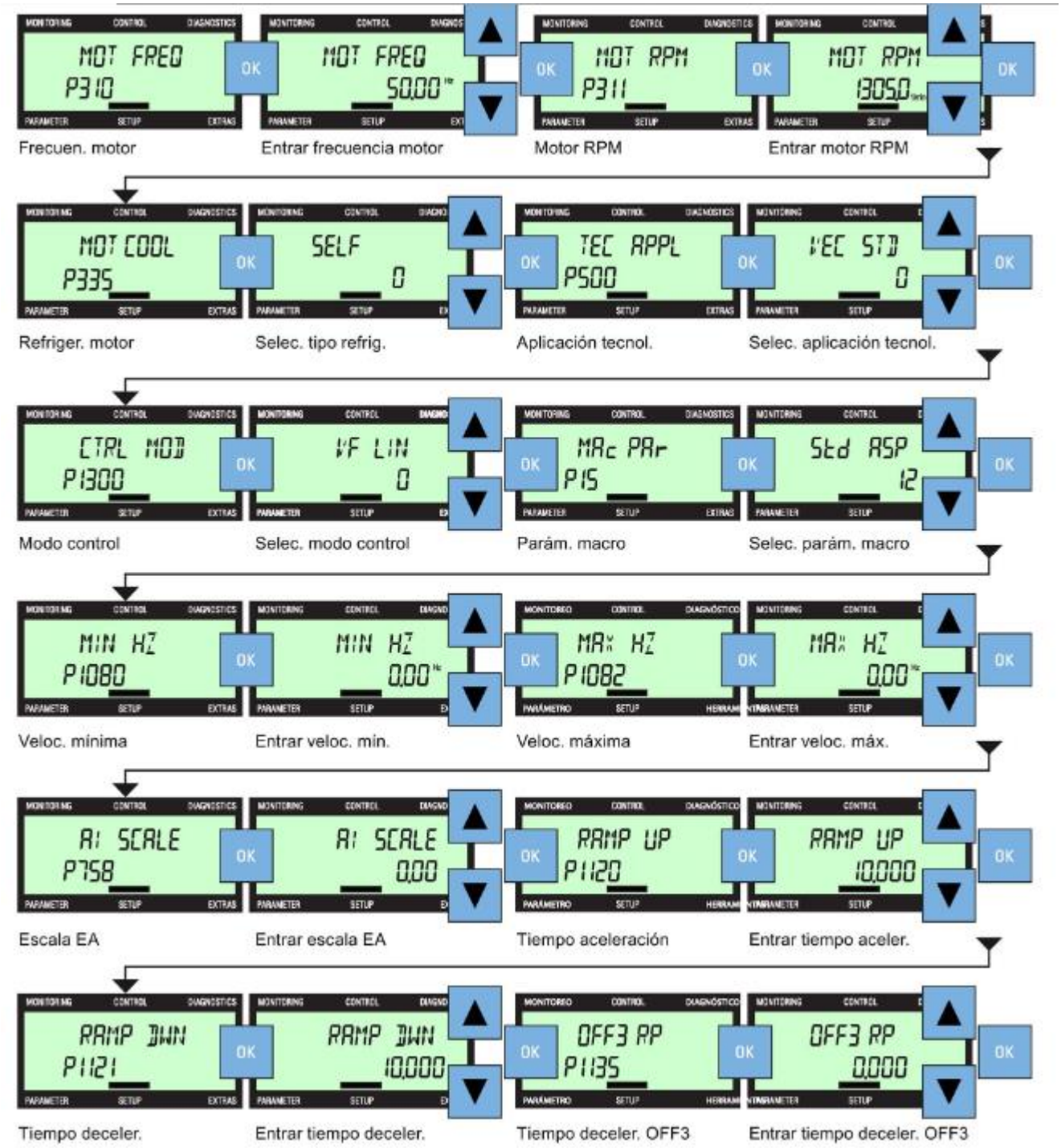


Figura 24 Ingreso de datos del motor al variador[6]

1.2.6. Interfaz grafica

La Interfaz gráfica de usuario, nos permite una más sencilla interacción entre el usuario y el banco de sensores. Ya que muestra de forma visual todas las acciones posibles en una sola pantalla táctil, así como la información obtenida por los sensores y la regulación de velocidad del motor, para que los usuarios puedan interactuar con mayor facilidad y sin depender de un computador o algún software específico. En la figura 25 podemos observar la pantalla táctil con la interfaz gráfica ya diseñada.

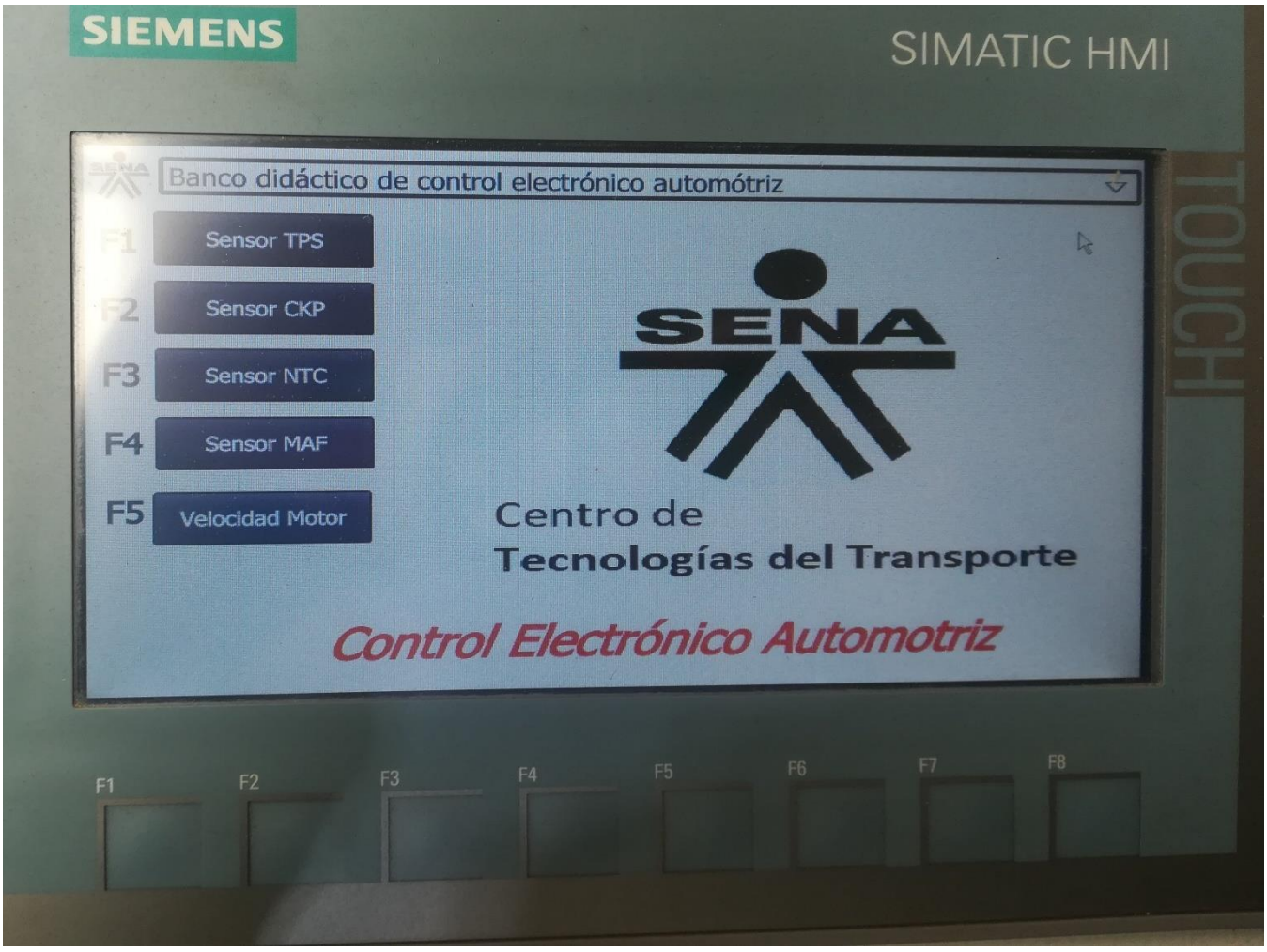


Figura 25 Pantalla HMI con la GUI del banco didáctico.

VISIÓN ELECTRÓNICA
11/10/2019
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

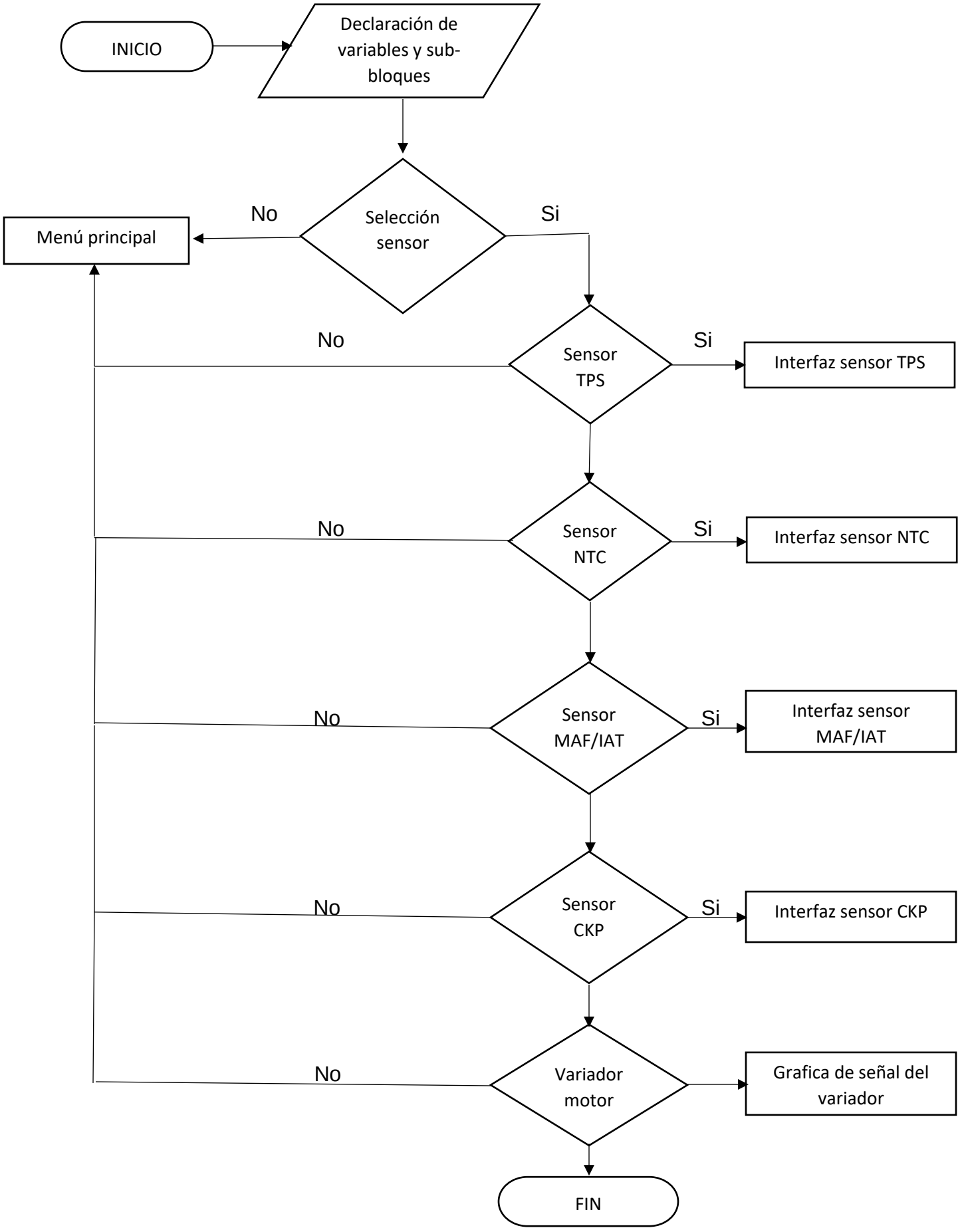


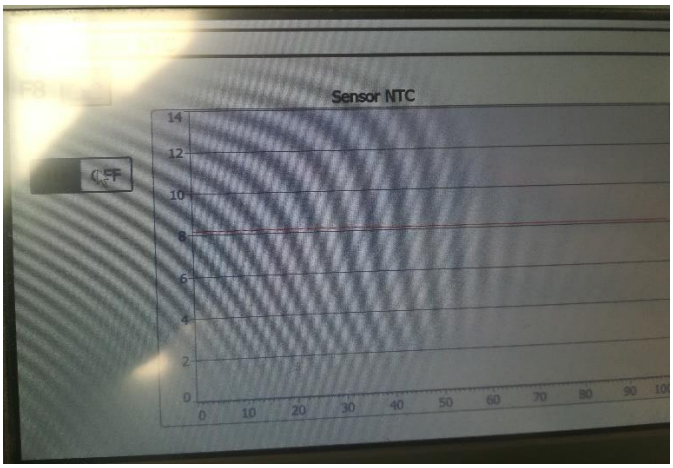
Diagrama 8 Diagrama de flujo del código implementado en el HMI

2. Análisis y resultados

Durante esta esta etapa se realizó una comparación entre las señales generadas por los sensores con las señales ya amplificadas, que a su vez son adquiridas y después visualizadas en la pantalla HMI, con ayuda del osciloscopio se logró observar el comportamiento en ambos y así facilitar el análisis.

2.1. Sensor NTC

Para este sensor como ya se mencionó anteriormente se utilizó una resistencia térmica para poder generar un cambio en la temperatura del refrigerante en donde se encuentra el sensor sumergido. En la figura 26 se puede observar la señal adquirida por el PLC y en la figura 27 se observa el comportamiento de la señal generada por el sensor. En la figura 26 se observa la interfaz del sensor NTC con su grafica de comportamiento, en la figura 26 se observa el comportamiento del sensor mediante el osciloscopio.



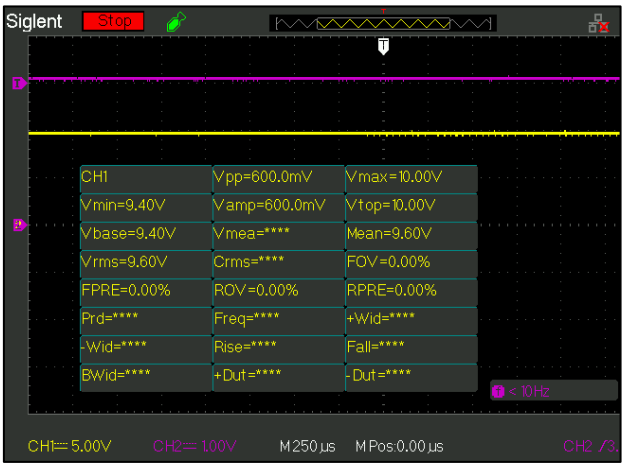


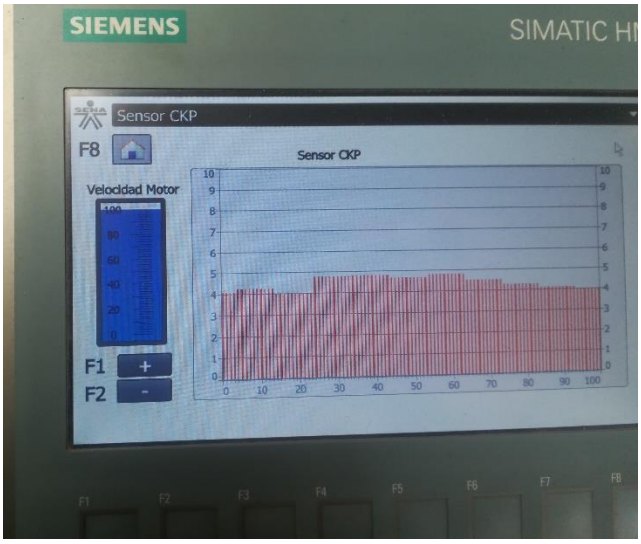
Figura 26 Pantalla HMI interfaz del sensor NTC.

Figura 27 Señal generada por el sensor NTC (osciloscopio)

Como se puede observar en la figura 26 en la interfaz hay un control on/off que puede activado, este botón es el encargado de accionar y de apagar la resistencia térmica y el motor ventilador, para así generar cambios en la señal en tiempo real.

2.2. Sensor CKP

Para este sensor se utilizó una rueda dentada que giraba a distintas velocidades, para así poder visualizar los cambios en el sensor e identificar en que momento la rueda completa una vuelta, mediante la grafica que es generada en la interfaz. En la figura 28 se observa la interfaz del sensor CKP al variar la velocidad de la rueda dentada en distintos niveles y en la figura 29 se puede ver la señal después de la etapa de procesamiento de la señal generada por el sensor.



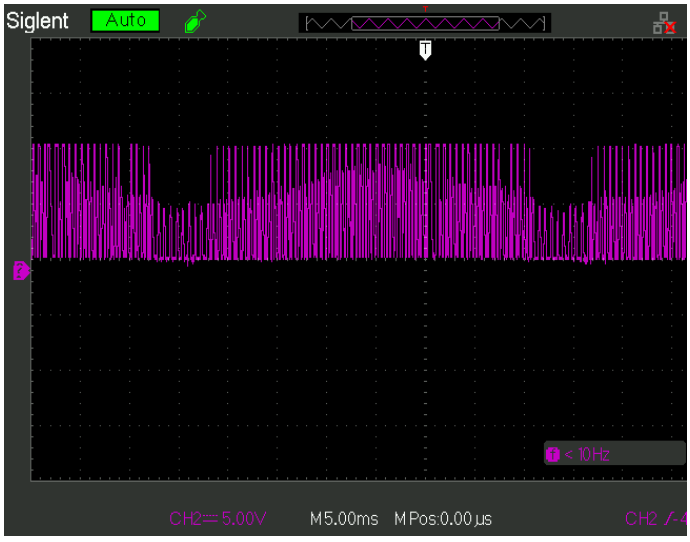


Figura 28 Pantalla HMI interfaz del sensor CKP.

Figura 29 Señal generada por el sensor CKP (osciloscopio)

Como se puede ver en la figura 28 se tiene una barra de nivel que nos muestra la velocidad que se le esta aplicando a la rueda dentada, esta velocidad también es controlada desde la pantalla HMI, lo que permite generar distintos niveles en la señal adquirida por él PLC.

2.3. Sensor MAF

Para este sensor se utilizo un motor que genera un flujo de aire en distintas velocidades para así generar cambios en la señal, ya que el sensor depende del nivel de aire y el motor genera muy pocos cambios en su velocidad y por esto mismo, las variaciones en el nivel son muy pequeñas no es muy notable estos cambios en la señal.

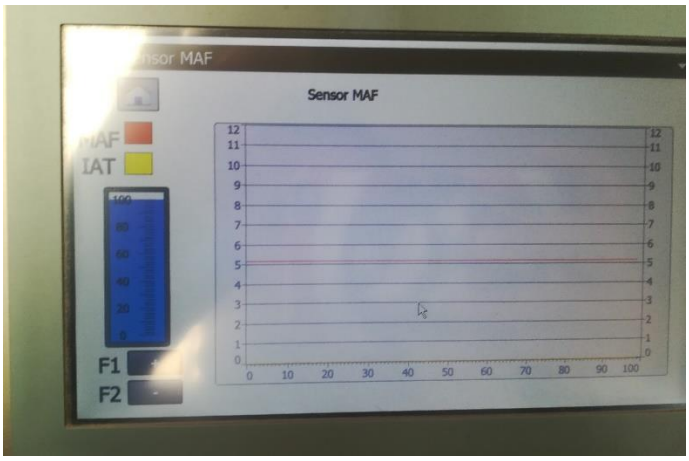


Figura 30 Pantalla HMI interfaz del sensor MAF.

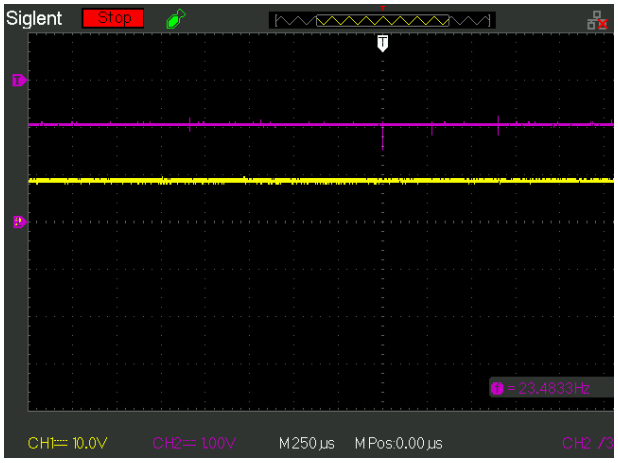


Figura 31 Señal generada por el sensor MAF (osciloscopio)

Como se muestra en la figura 30 se puede realizar distintos cambios en la velocidad del motor que genera el flujo de aire, por lo tanto, se puede observar distintos cambios en el comportamiento del sensor según sea el nivel generado, lo más recomendable, para el buen funcionamiento del mismo es que los niveles estén por encima del 70%, para así garantizar que el sensor este en buen estado y su buen funcionamiento. Para garantizar esto se utiliza una barra de nivel que permite observar y garantizar el nivel de aire que puede generar el motor según su velocidad.

2.4. Sensor TPS

Para la simulación de este sensor se puede hacer de forma manual, por lo tanto para las mediciones del sensor basta con mover la perilla de acople mecánico al sensor y comprobar su funcionamiento.

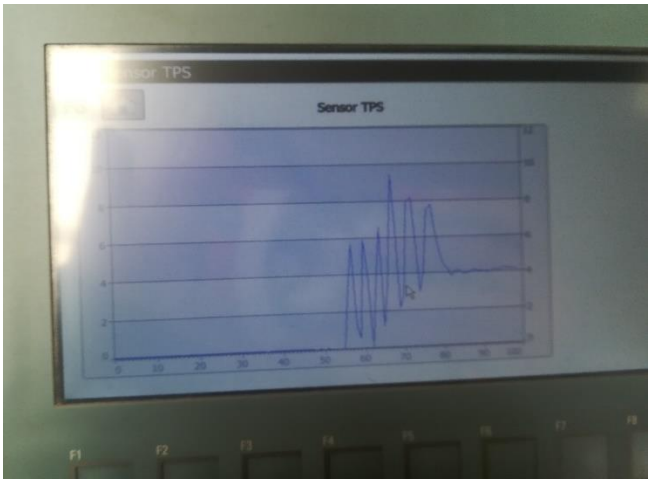


Figura 32 Pantalla HMI interfaz del sensor TPS.

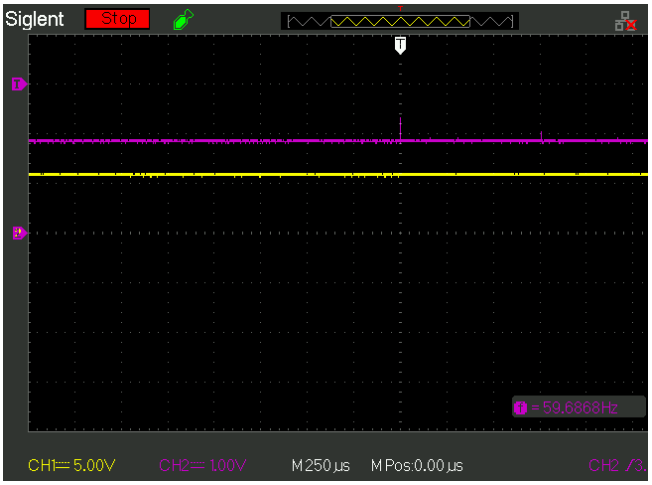


Figura 31 Señal generada por el sensor TPS (osciloscopio)

En donde se puede concluir que a medida que aumenta el giro de la perilla , aumentara su voltaje y la señal generada se puede ver representada en la interfaz gráfica como se muestra en la figura 32.

3. CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DIDACTICO

El banco consta de un soporte, una plataforma y el conjunto total del dispositivo de alojamiento. La plataforma esta diseña en madera cuyo espesor es de 1cm, debido a que este

material tiene buena contextura, no es pesado, es rígido, es cómodo y es fácil de conseguir en el mercado. La plataforma tiene la función de acomodar los sensores con los circuitos, fuentes de alimentación etc.; tiene básicamente superficies curvas cortadas en un solo óvalo para que los casquillos de los sensores encajen. En la parte trasera de la plataforma se deja con el fin de pasar los cables de conexión entre sensores, fuentes y PCB.

4. PERSPECTIVAS Y SUGERENCIAS

- El banco puede ser mejorado, al lograr monitorear una mayor cantidad de sensores de tipo automotriz individualmente ya que actualmente solo se están utilizando cuatro sensores.
- Luego de conectar el banco didáctico a la red eléctrica, se debe esperar 20 segundos para encender el interruptor de encendido del banco por seguridad del mismo.
- El mantenimiento preventivo y correctivo del banco didáctico y sus elementos, son factores que ayudan en la eficiencia del mismo.
- Se recomienda guardar un archivo independiente de todos los programas que se utilizan para poder utilizarlos en el futuro o realizar correcciones o mejoras.
- Es importante tener cuidado con los elementos que componen el banco contra golpes o ralladuras por que podría causar daños considerables y hasta un mal funcionamiento.

5. CONCLUSIONES

- Al tener una comunicación más flexible entre hombre y máquina, es decir una interacción entre los usuarios del banco por medio de la pantalla HMI que facilita el monitoreo y la forma en la se pueden realizar cambios en las diferentes variables generadas, fue más sencillo realizar un debido monitoreo de las señales adquiridas.
- Se obtuvo experiencia y conocimiento sobre el uso y manejo de señales analógicas, haciendo uso del software TIA PORTAL. Además de que este permite una configuración

sencilla, flexible, económica y reconfigurable en diferentes parámetros de medida que nos permiten integrar y controlar las diferentes variables aplicadas en él banco.

- Al ser posible visualizar las señales en una pantalla de fácil acceso con una interfaz de un uso simple, es sencillo realizar una lectura de las señales obtenidas y así mismo realizar un respectivo análisis de las mismas.
- Mientras se realizaba la investigación correspondiente sobre el funcionamiento de los sensores en el automóvil, se vio que estos sensores son fundamentales en el correcto funcionamiento en el los vehículos, además de esto se comprendió que algunas de las funciones mas importantes de estos en el vehiculó, como lo es el sensor maf ya que permite medir los niveles de aire en el proceso de combustión.
- La comunicación entre PLC, pantalla HMI y sensores es fundamental para el desarrollo del proyecto, ya que el banco depende de la información obtenida por los sensores, el plc es el encargado de recibir y procesar los datos adquiridos por los sensores y la pantalla permite tanto la visualización de la señal obtenida por los sensores y el control de las variables para el buen funcionamiento de los sensores.

TRABAJOS FUTUROS

El presente trabajo puede tomarse como base para iniciar otros proyectos, los cuales pueden ser aplicados en electrónica de potencia, electrónica de control o en sistemas mecánicos. A continuación, se hacen algunas sugerencias:

- Se pretende utilizar el tablero de manera didáctica para diseñar un sistema de monitoreo y control en tiempo real mediante el uso de raspberry pi.

- El banco didáctico puede ser mejorado, al lograr adicionar una mayor cantidad de sensores del automóvil para un mayor aprendizaje práctico de los aprendices.
- Poder realizar un control del motor asincrónico, haciendo uso del plc y la pantalla HMI.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a nuestras familias por su apoyo que nos brindaron, ya que ellos son el pilar fundamental para desarrollar nuestras actividades académicas como futuros profesionales.

A nuestro tutor Ing. Frank Nixon y a los instructores del SENA CTT Ing. José Borraez, por brindarnos su apoyo y guía para la elaboración de este proyecto.

Al SENA CTT que nos permitió trabajar en sus instalaciones y el apoyo en el préstamo de materiales para la realización del proyecto, a la Universidad Distrital Facultad Tecnológica por abrirnos sus puertas y brindarnos una educación de excelencia, así como a todos los profesores que fueron parte de nuestra formación como futuros profesionales.

REFERENCIAS

[1] J. Castillo, J. Galindo, and G. R. Frank, “AUTOMATIZACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE CONTROL E PLC SIEMENS S7-1200 . ‘ AUTOMATION OF A DIDACTIC BANK OF CONTROL AND ELECTRONIC INSTRUMENTATION , BY MEANS OF THE PLC SIEMENS S7-1200 ,’” 2017.

[2] “Sensor de temperatura del refrigerante del motor | Pruebaderuta.com.” [Online]. Available: https://www.pruebaderuta.com/sensor-de-temperatura.php. [Accessed: 01-

Oct-2019].

[3] “Que es y como funciona el sensor CKP o de cigüeñal.” [Online]. Available: http://www.intarcesoft.com.ve/es/automotriz/como-funciona-el-sensor-ckp.html. [Accessed: 03-Sep-2018].

[4] “Sensor MAF o sensor de flujo de aire, ¿para qué sirve?” [Online]. Available: https://www.actualidadmotor.com/sensor-maf-o-sensor-de-flujo-de-aire/. [Accessed: 07-Sep-2018].

[5] “SENSOR TPS | Qué es, ubicación, funcionamiento y fallas.” [Online]. Available: https://codigosdtc.com/sensor-tps/. [Accessed: 15-Sep-2018].

[6] SIEMENS, “SINAMICS BOP-2 SIEMENS,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.