

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

MENCIÓN REDES INDUSTRIALES

DIGITALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE UN
MANÓMETRO ANALÓGICO A TRAVÉS DE VISIÓN
ARTIFICIAL PARA GENERAR UN REGISTRO EN LA WEB

Autor: Jiménez Bonilla, Arturo Fabián

Director: Ing. David Rivas. PhD





Resumen



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RESUMEN

Núm. 1 Digitalización de datos de un manómetro analógico a través de visión artificial para generar un registro en la web, dado que el medidor análogo no puede transmitir de forma remota la información recopilada

Núm. 2 El sistema está conformado por una cámara web, la misma que es la encargada de transmitir un video en tiempo real del comportamiento del manómetro análogo para capturar las imágenes, de ahí las envía a una Raspberry en la cual con el desarrollo de un algoritmo procesa, calcula y envía el valor actual del manómetro de manera digital.

Núm. 3 Mediante un servidor para que estos datos digitales sean registrados y diversas personas puedan monitorearlos sin importar la distancia que se encuentren del medidor a través de distintos dispositivos electrónicos que tengan conexión a internet tales como: computadoras, celulares, Tablet, etc.





Justificación



JUSTIFICACIÓN

La capacidad de leer un manómetro analógico utilizando la visión por computadora permite la integración de lecturas en un sistema automatizado, que ofrece ventajas significativas, que incluyen reducir la necesidad de que un equipo de mantenimiento viaje a lugares remotos, acceso continuo en tiempo real a través del monitoreo digital de las lecturas del manómetro análogo.

Mediante este proyecto se pretende actualizar y reducir costos en la medición de manómetros manuales con softwares totalmente gratuitos aplicables a este trabajo en el contexto de que el rendimiento de la computacional ha mejorado drásticamente, tanto en la parte de visión artificial para leer y transmitir los datos del medidor manual, como en el registro de datos, que permite al usuario monitorear el manómetro mediante un computador o un celular, desde cualquier lugar.





OBJETIVO GENERAL

Digitalizar la información de un manómetro análogo mediante visión artificial para generar registros en la web en tiempo real



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Objetivos Específicos



Objetivos Específicos



Recopilar información de los manómetros análogos y sistemas de Control Visual



Implementar el algoritmo de Procesamiento de Imagen que permita la digitalización de un manómetro análogo.



Implementar el servidor web para almacenamiento de registros y monitoreo de información del manómetro.



Evaluar experimentalmente la digitalización de información del manómetro y la transmisión de información a través de dispositivos web.



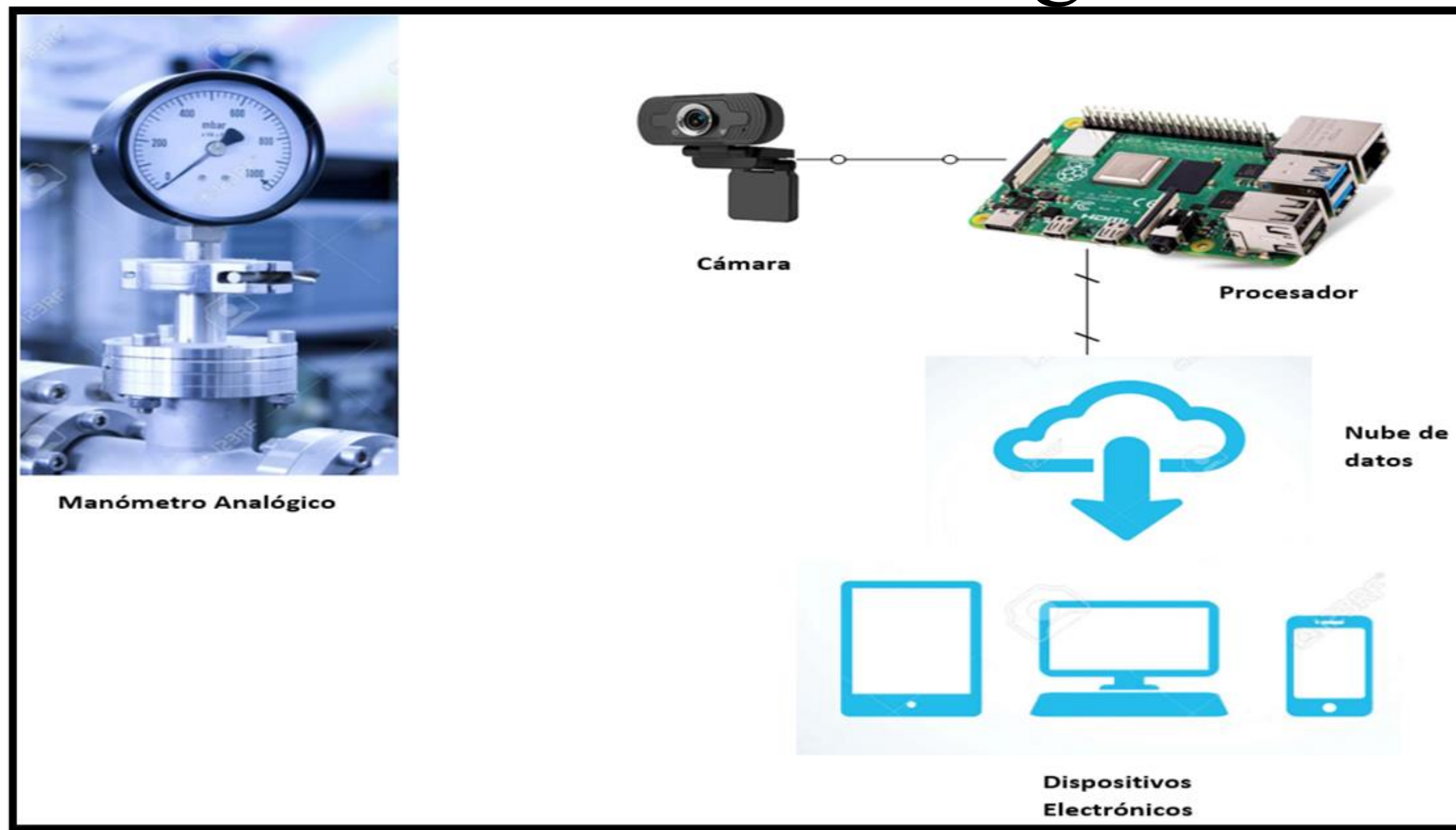


Desarrollo e Implementación



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diagrama del sistema de digitalización de un manómetro analógico



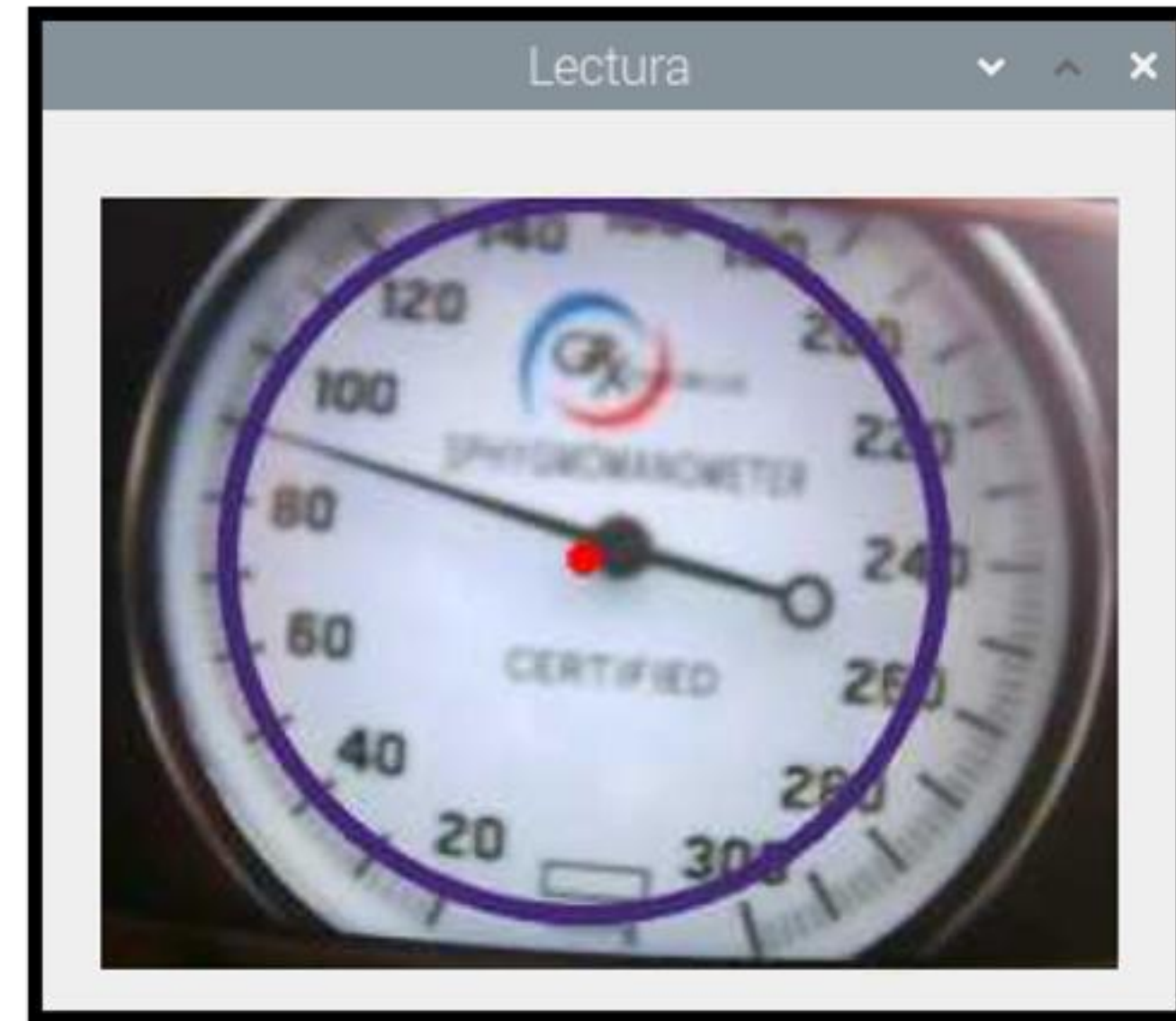
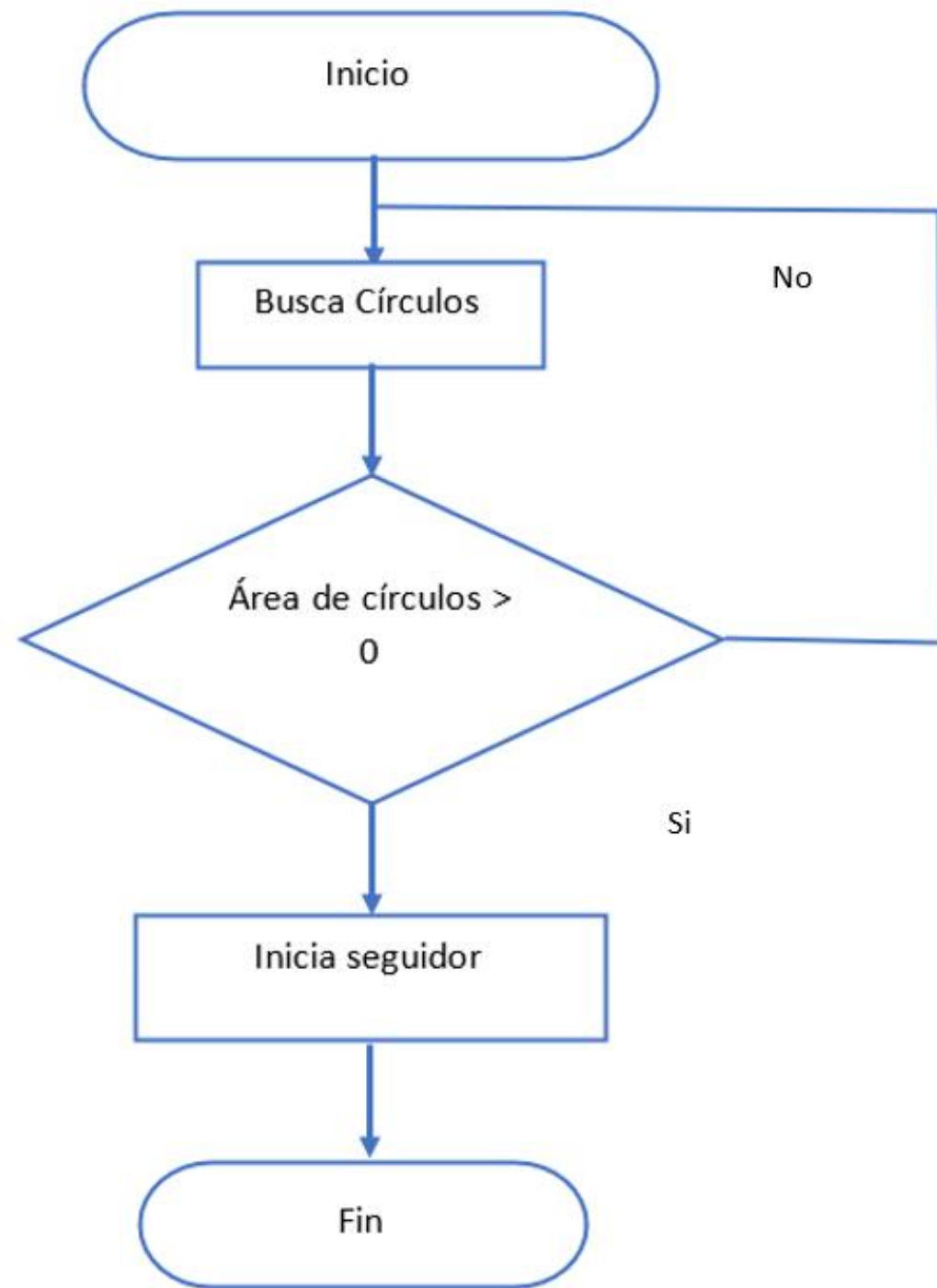


Detección y Seguimiento del Manómetro Análogo



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

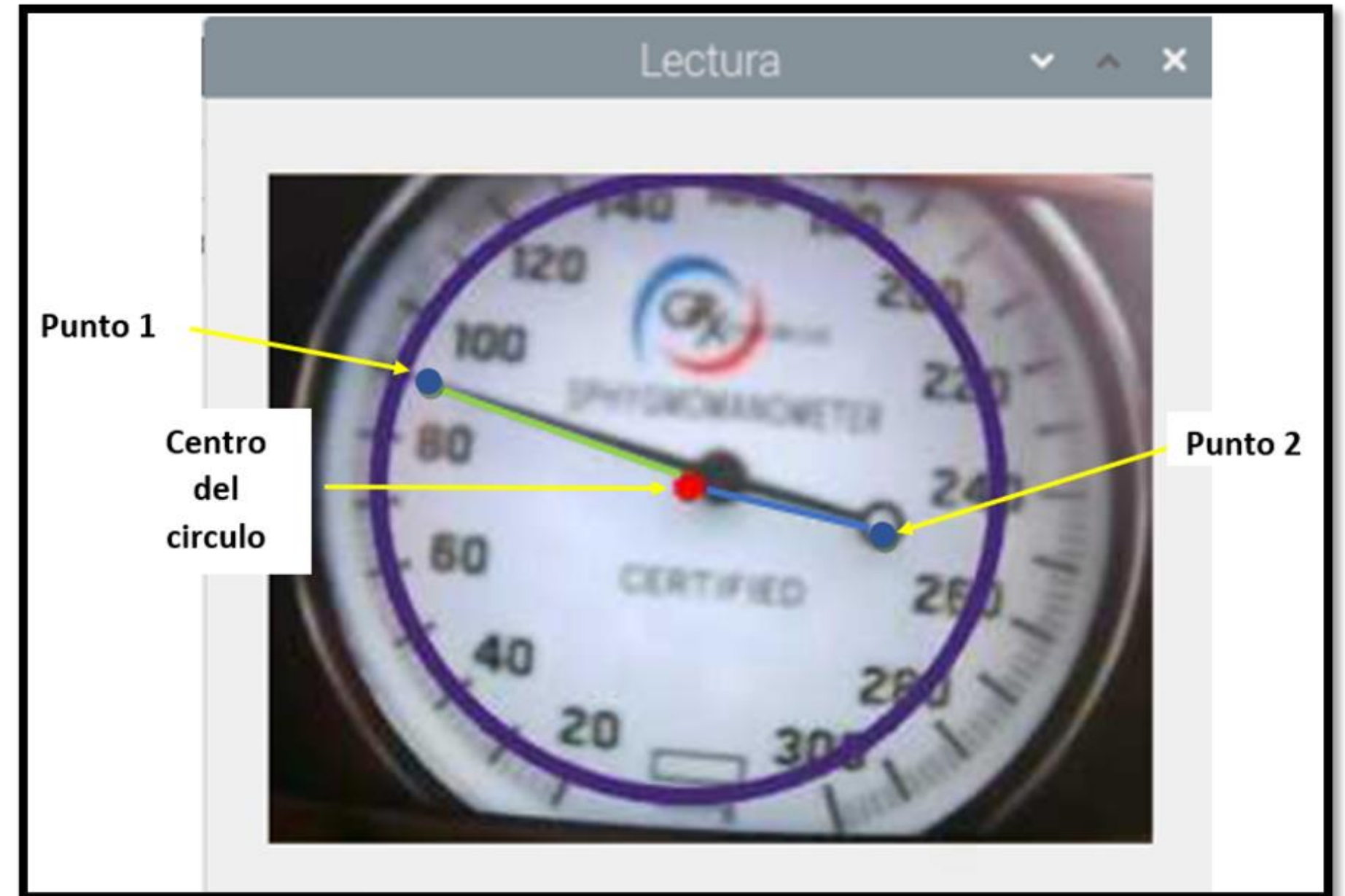
Diagrama de flujo del algoritmo de reconocimiento del manómetro analógico



Detección de la aguja del manómetro análogo

$$D = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2}$$

$$D_1 = \sqrt{(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2}$$

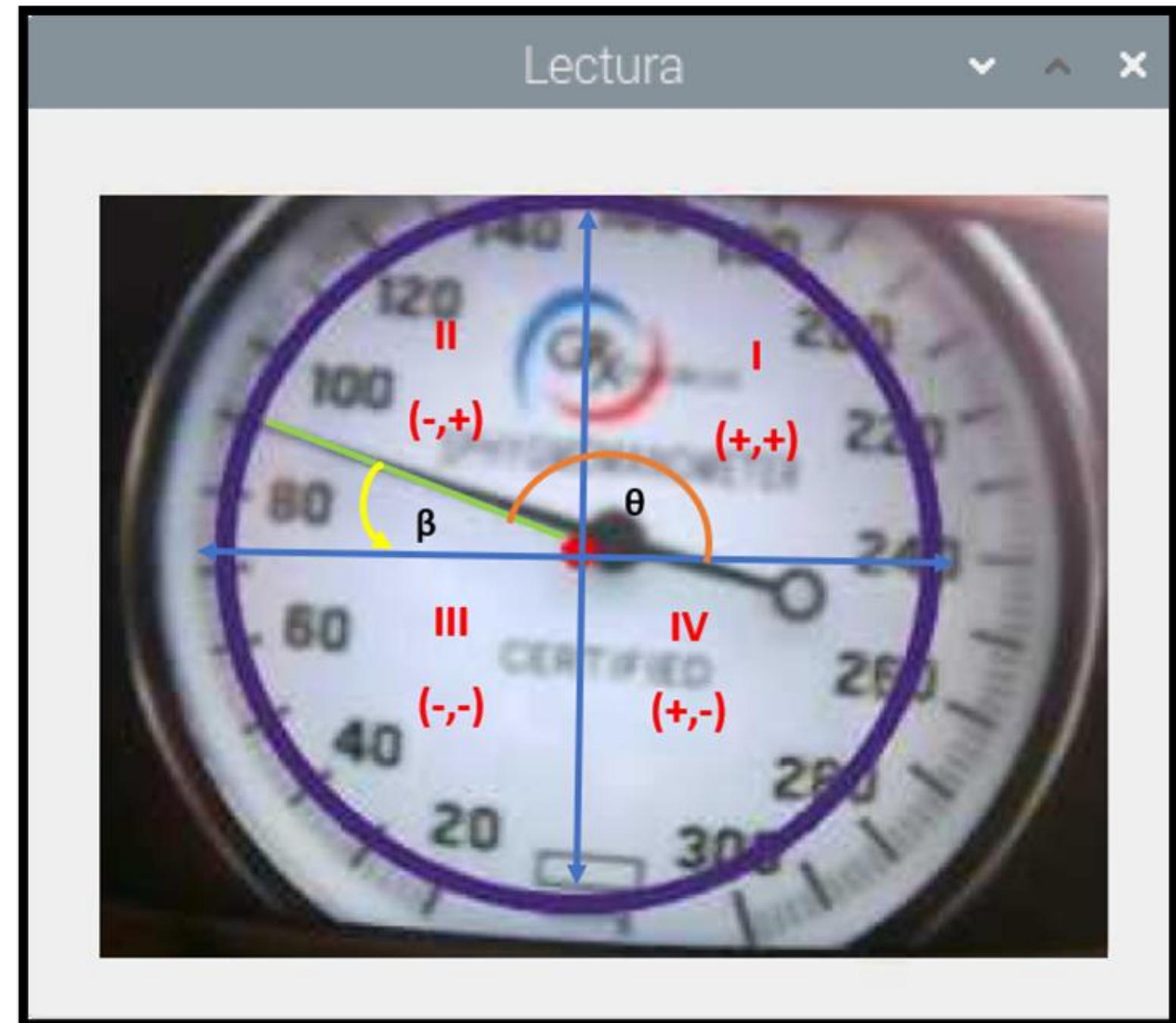


Cálculo del ángulo de la aguja del manómetro análogo

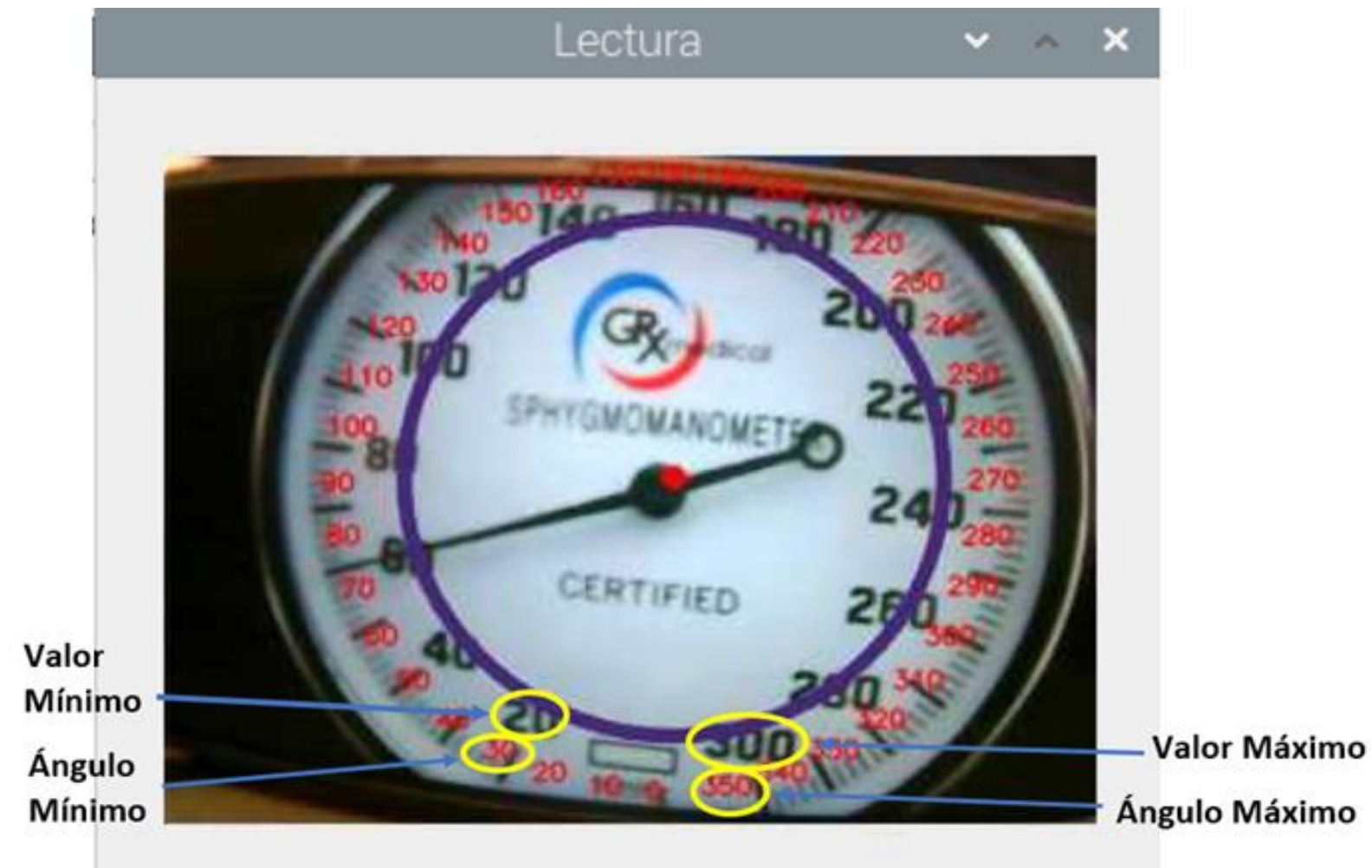
$$X_3 = X_1 - X$$

$$Y_3 = Y_1 - Y$$

$$\beta = \operatorname{Tg}^{-1}\left(\frac{Y_3}{X_3}\right)$$



Datos del medidor a utilizar



Valor Mínimo del manómetro

Se refiere al valor mínimo determinados por el fabricante

Valor Máximo del manómetro

Se refiere al valor máximo determinados por el fabricante

Ángulo mínimo

Se refiere al ángulo donde se encuentra el valor mínimo del manómetro

Ángulo máximo

Se refiere al ángulo donde se encuentra el valor mínimo del manómetro.



Datos del medidor a utilizar

$$valor\ final = \frac{(\theta - \text{Ángulo mínimo}) * (\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo})}{\text{Ángulo máximo} - \text{Ángulo mínimo}} + \text{Valor Mínimo}$$

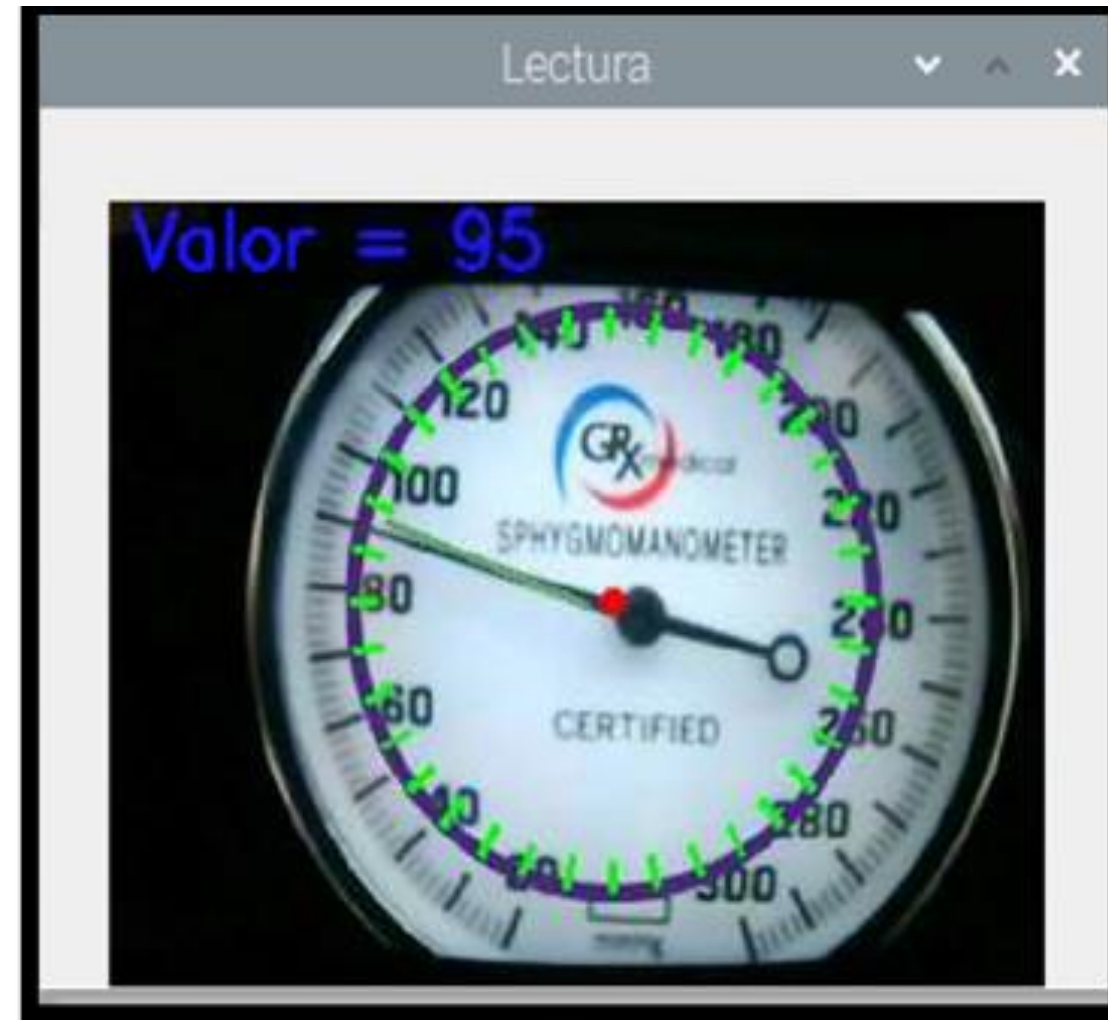
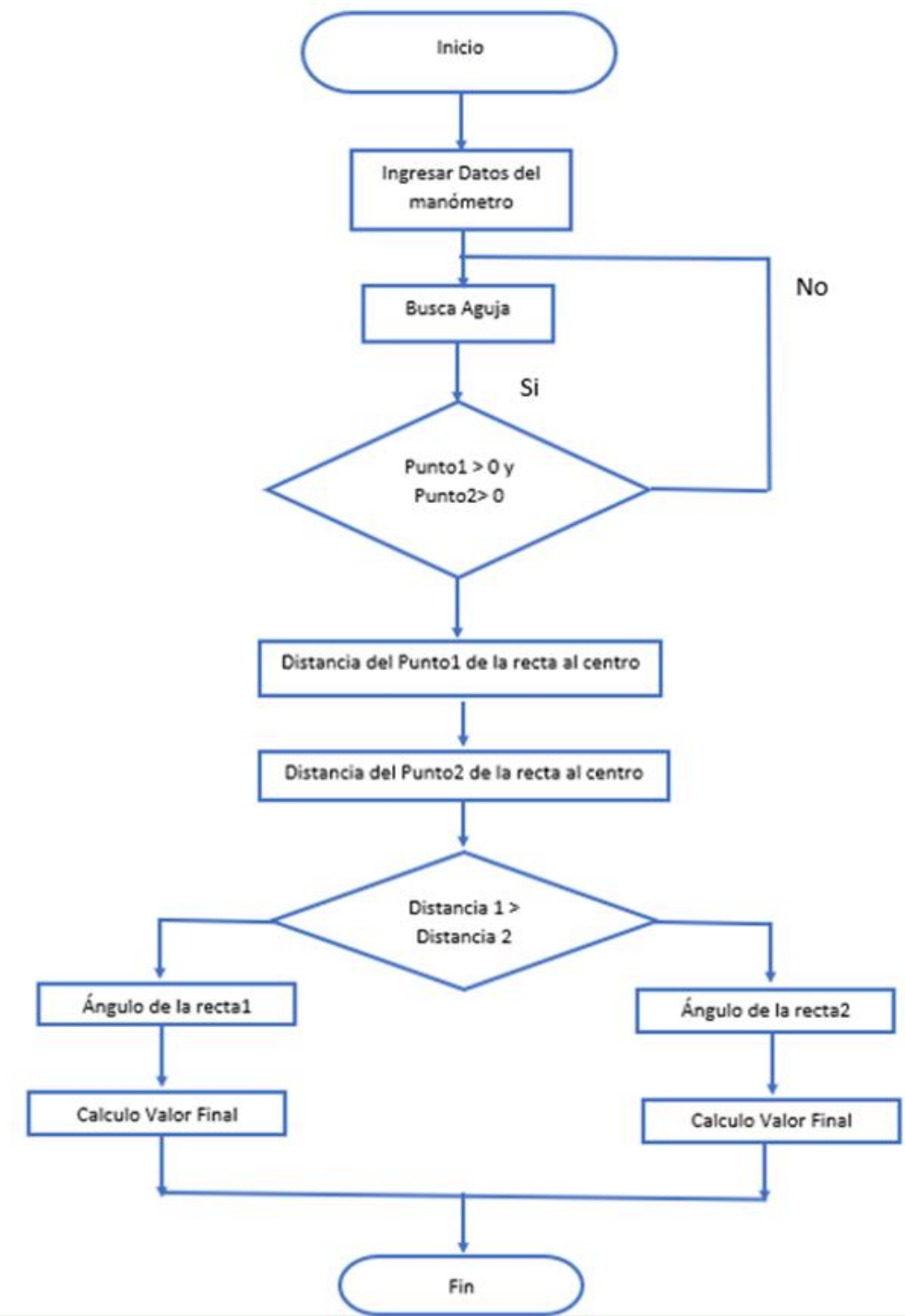
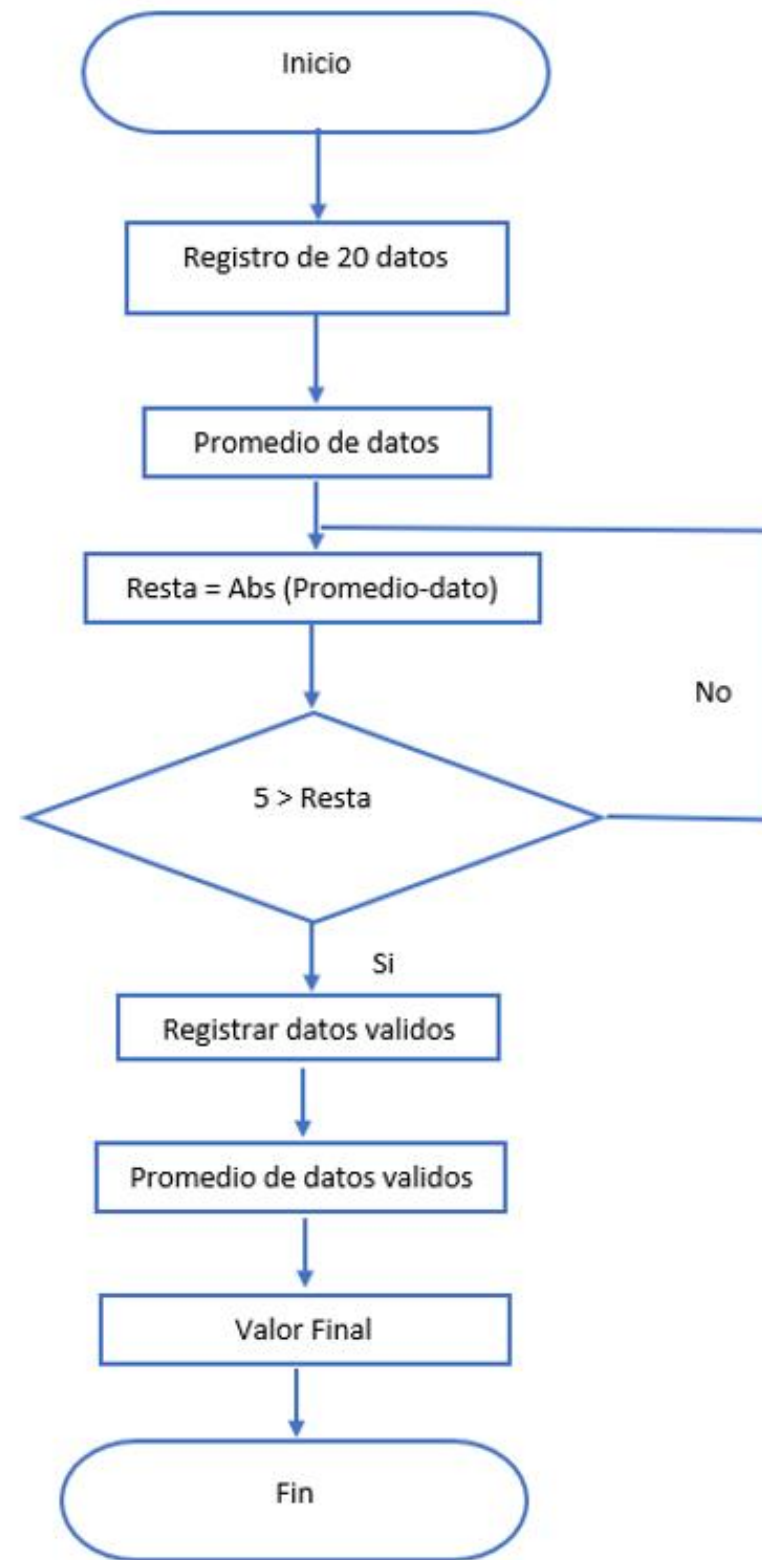


Diagrama de flujo de la detección de la aguja y cálculo del valor final



Procesamiento de datos y disminución el error



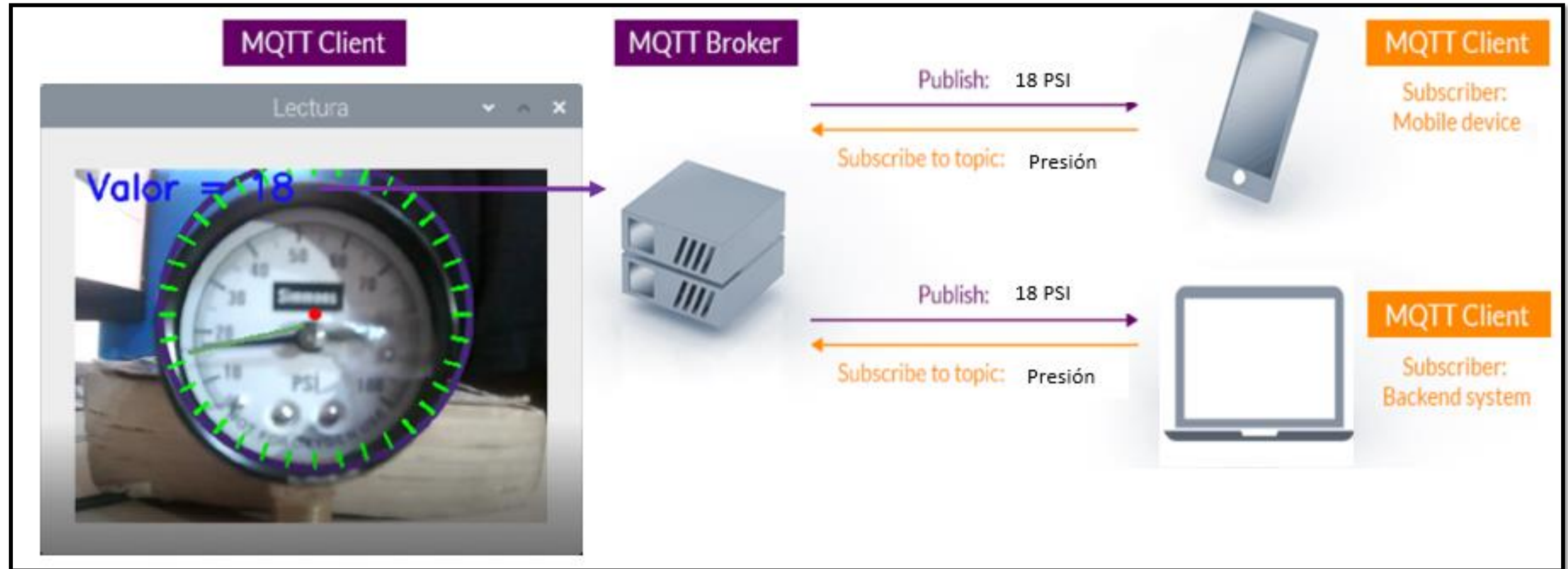


Transmisión y Almacenamiento de Datos



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Transmisión de datos a través de MQTT



Configuración de alarma en la plataforma ThingSpeak

Presión Options ? x

Name

Field

Min

Max

Display Value

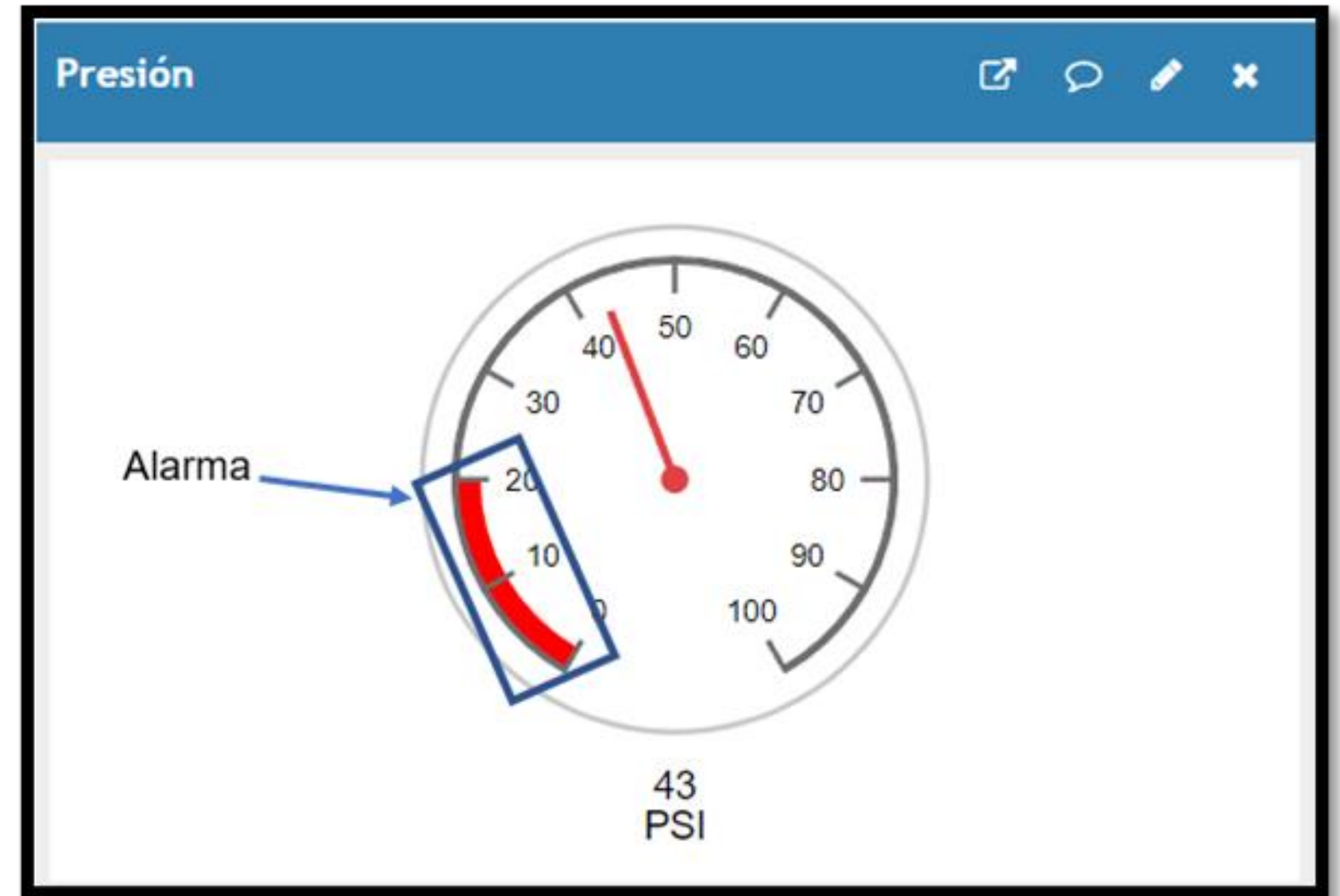
Units

Tick Interval

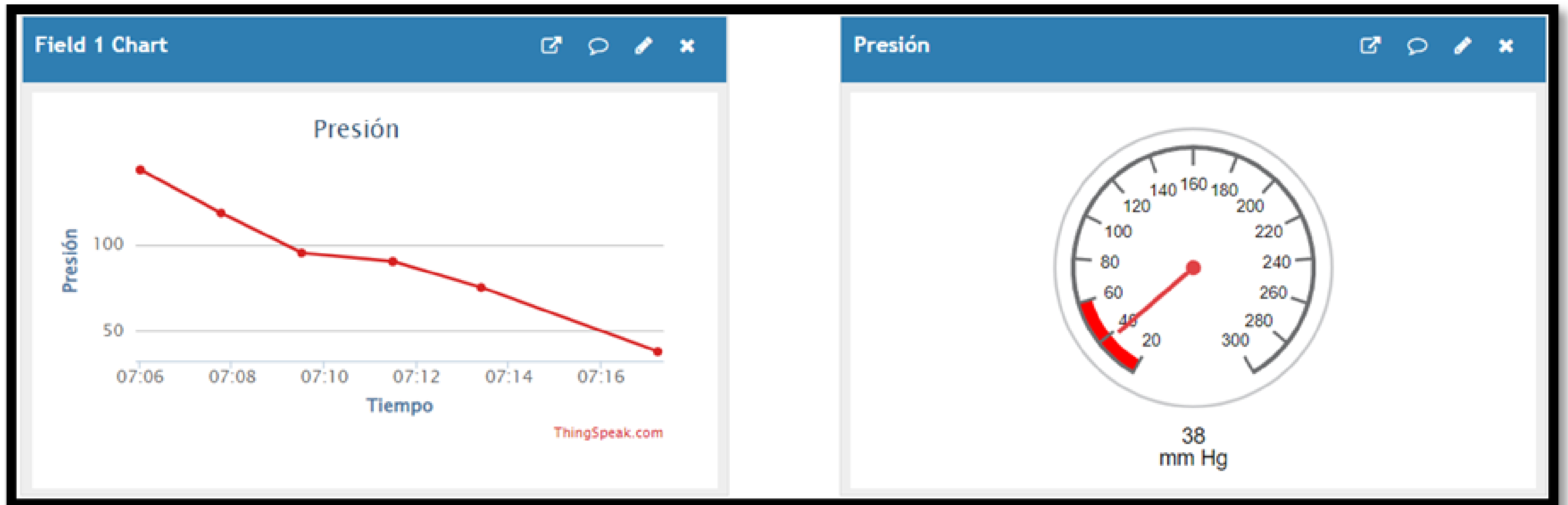
Update Interval second(s)

Range

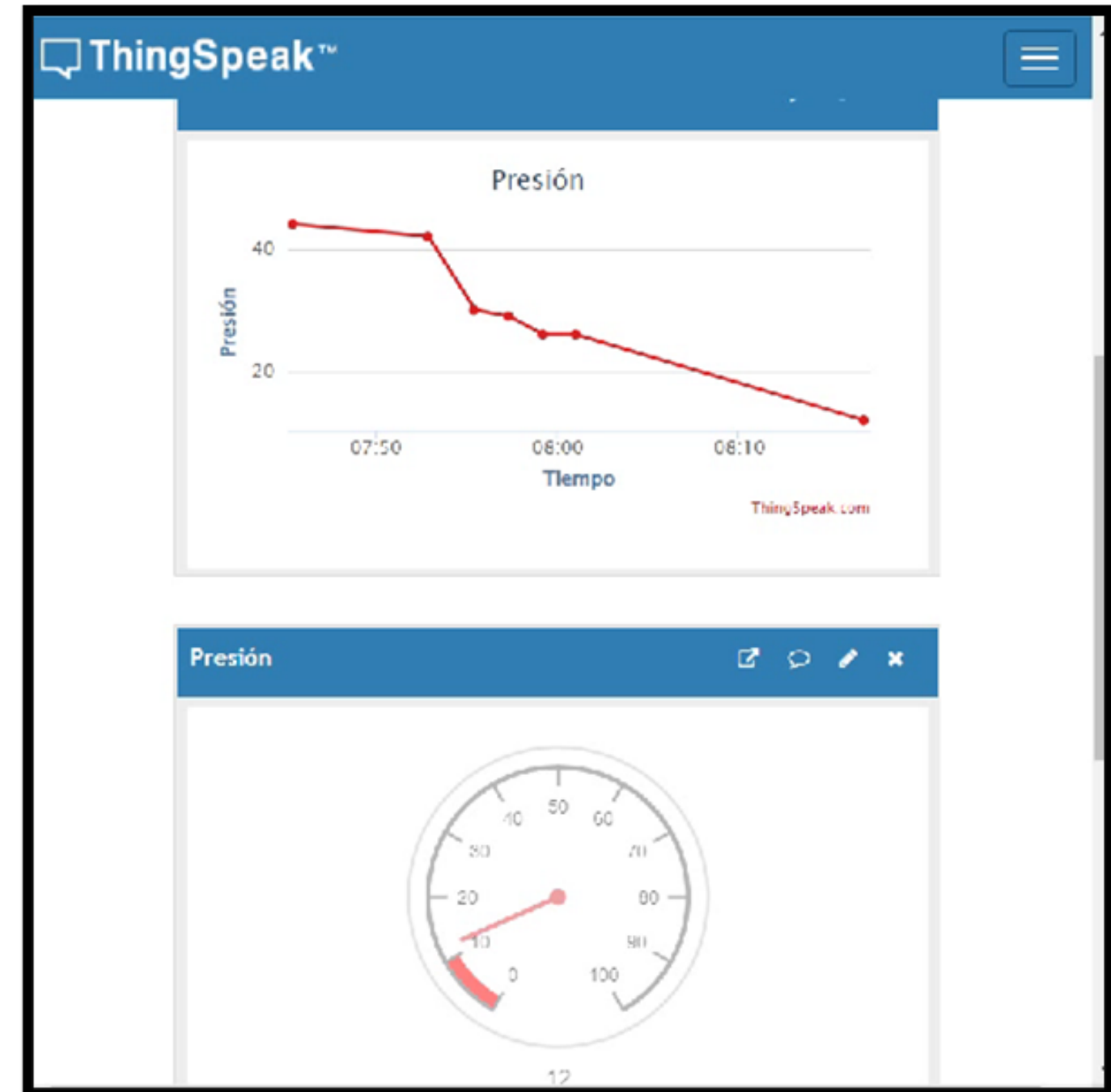
+



Grafica de los datos procesados con su respectivo manómetro de la plataforma



Grafica de los Datos Procesados con su Respectivo Manómetro de la Plataforma





Pruebas y Análisis de Resultados



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Comparación del error absoluto

1

Primer Método

Es la recolección de datos directamente de la parte de visión

2

Segundo Método

Para eliminar el error provocado por los valores atípicos se procede a obtener un promedio de una muestra de 20 valores, con lo que se procede a disminuir el error de manera significativa

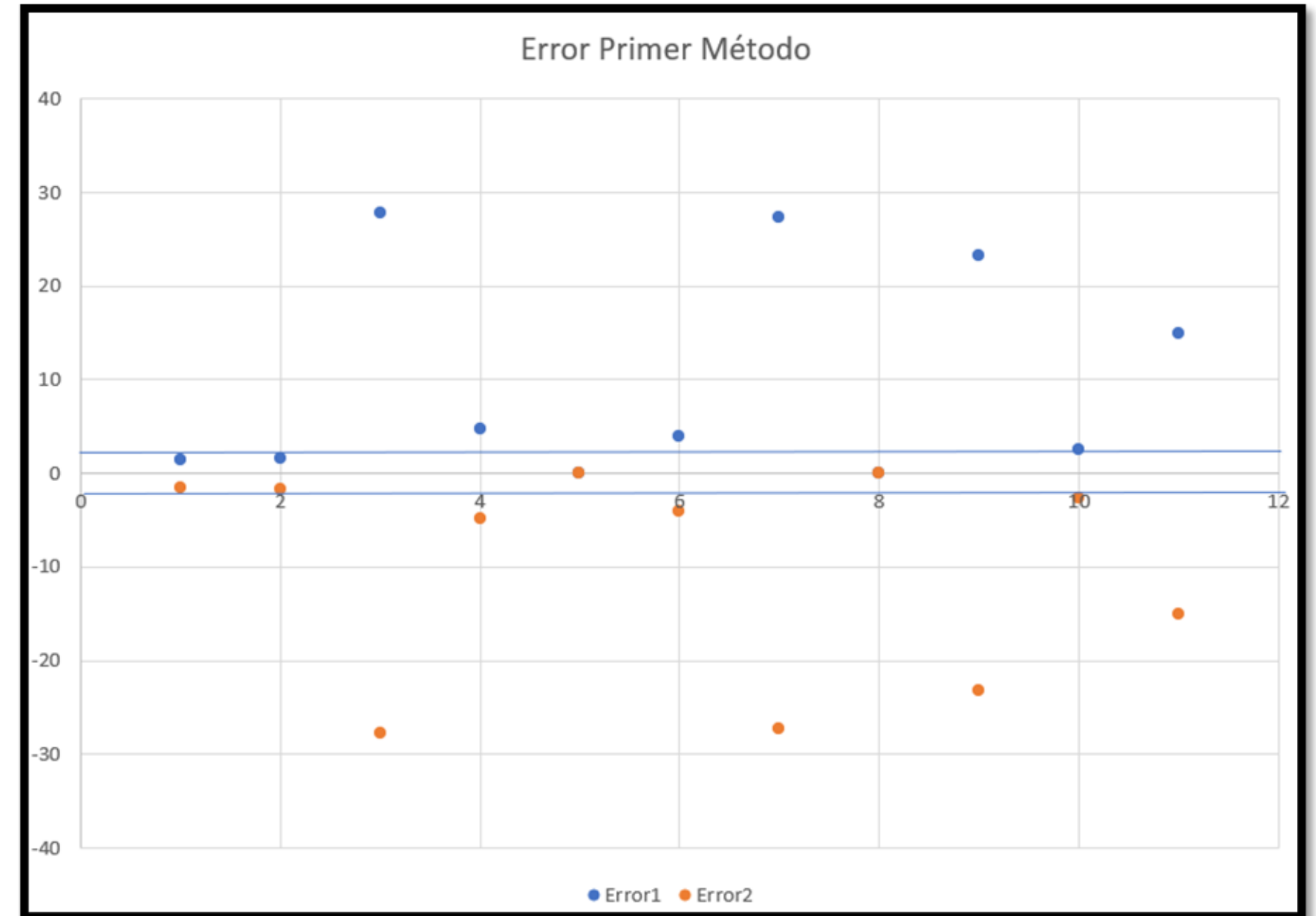
3

Tercer Método

Para disminuir el error generado en el segundo método, se compara cada dato obtenido con el promedio, seguidamente se calcula el promedio de los valores comparados para poder excluir los valores atípicos y que los mismos no interfieran en el valor final



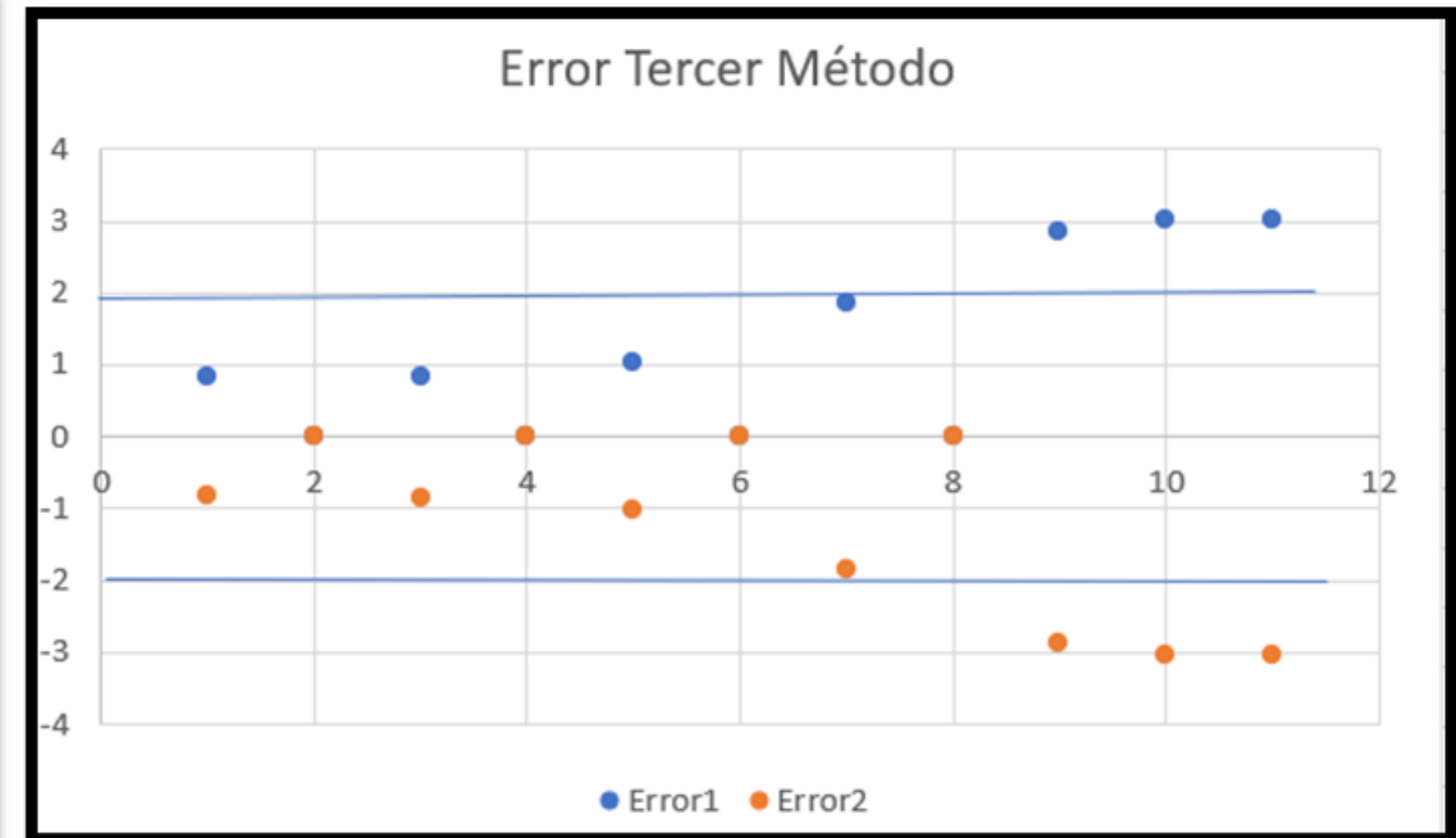
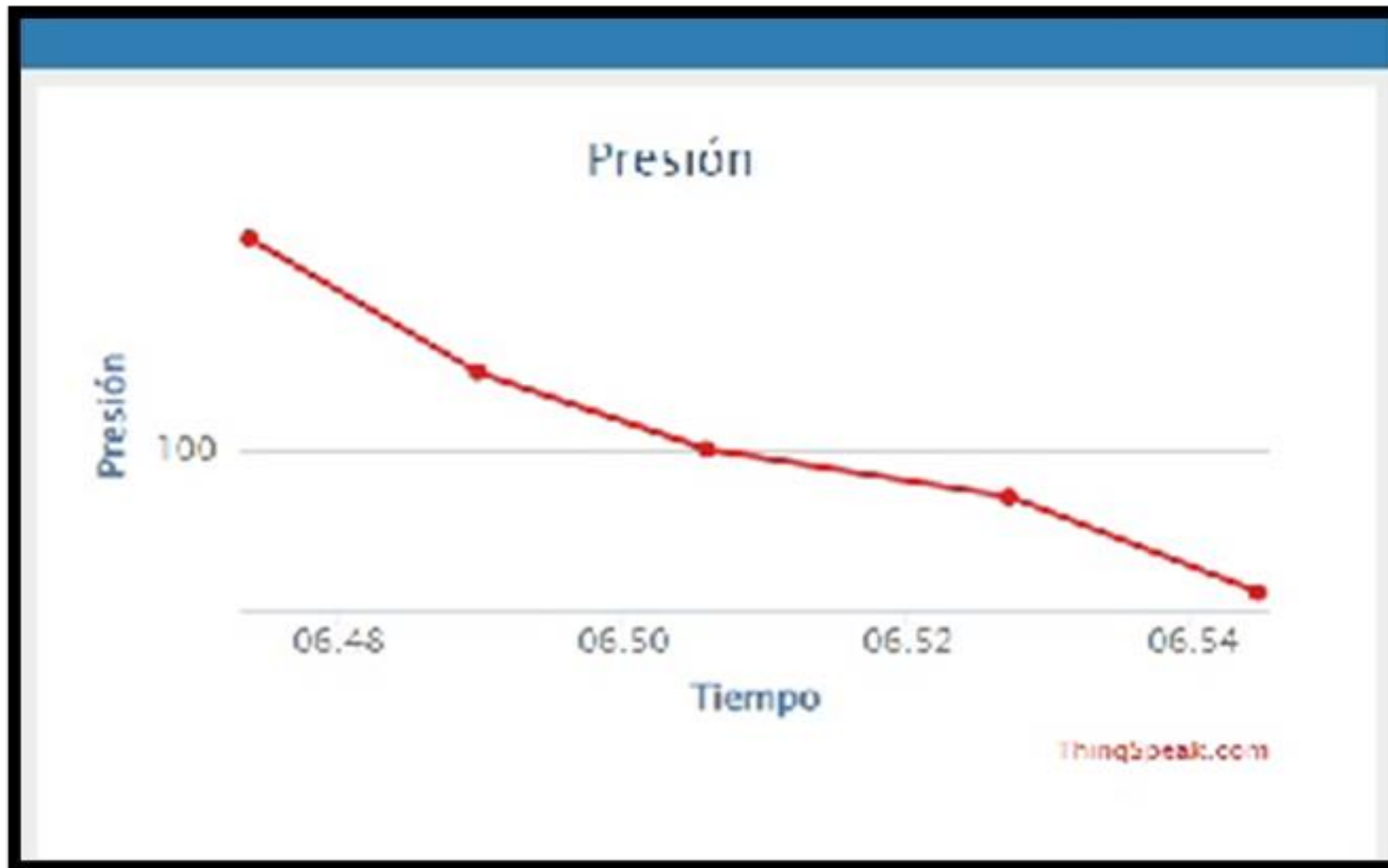
Error absoluto en el primer método



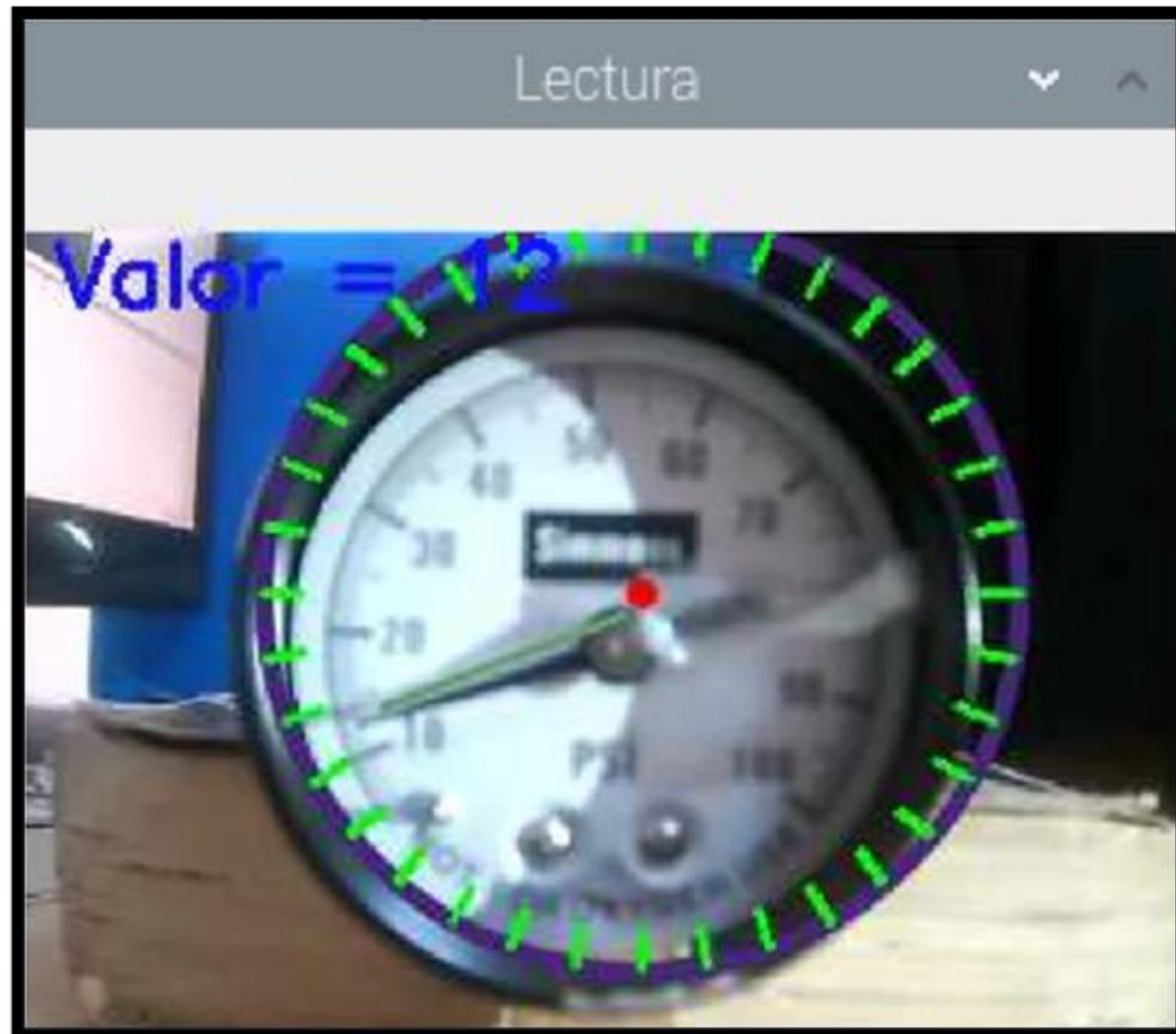
Error absoluto en el segundo método



Error absoluto en el tercer método



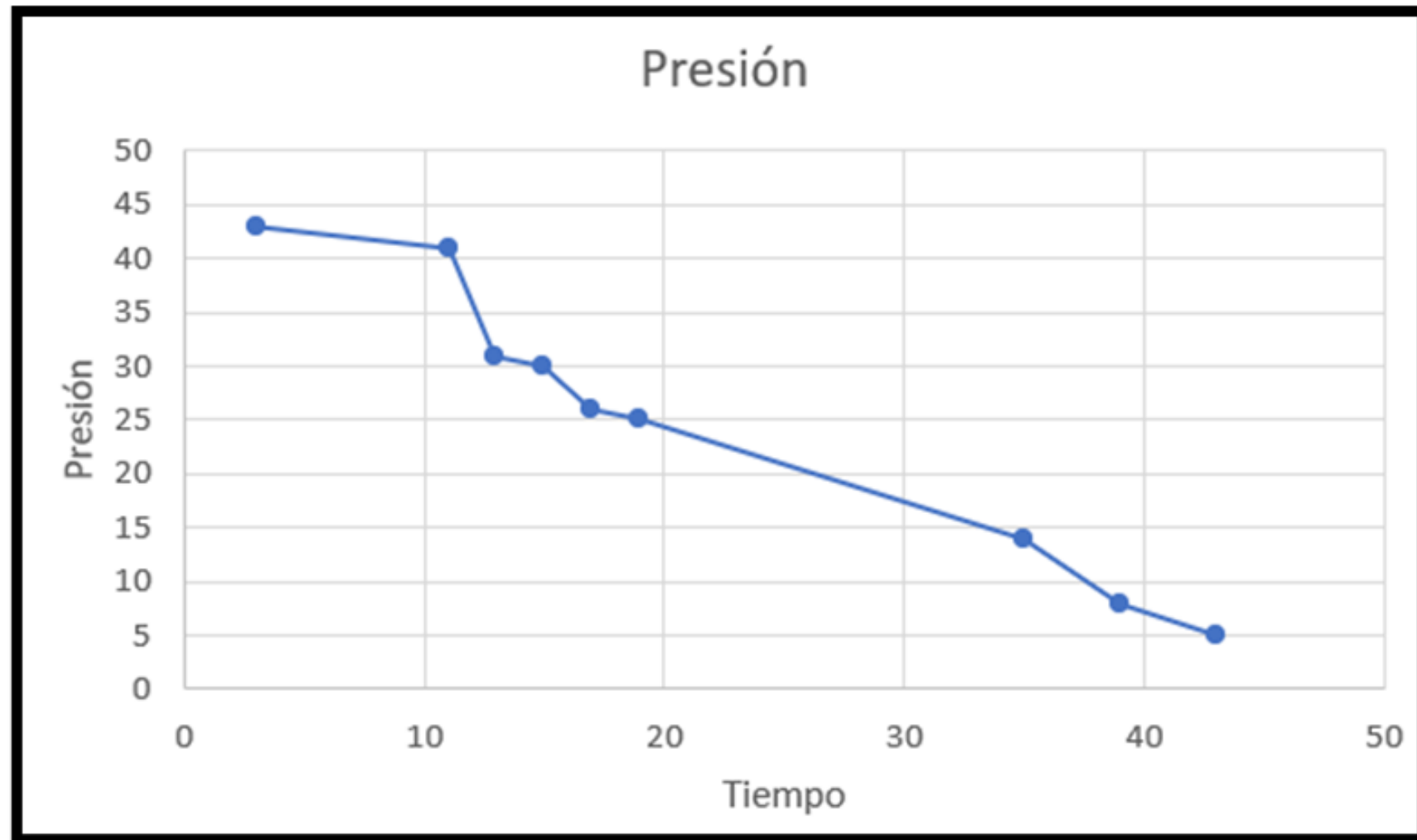
Prueba del sistema en un equipo en funcionamiento normal con un manómetro de 100 PSI.



Valor de presión medido por el usuario	Valor de presión medido por el sistema	$X - X_i$
43	44	1
41	42	1
31	33	2
30	29	1
26	26	0
25	26	1
14	12	2
8	7	1
5	7	2
Imprecisión absoluta		1.22



Prueba del sistema en un equipo en funcionamiento normal con un manómetro de 100 PSI.



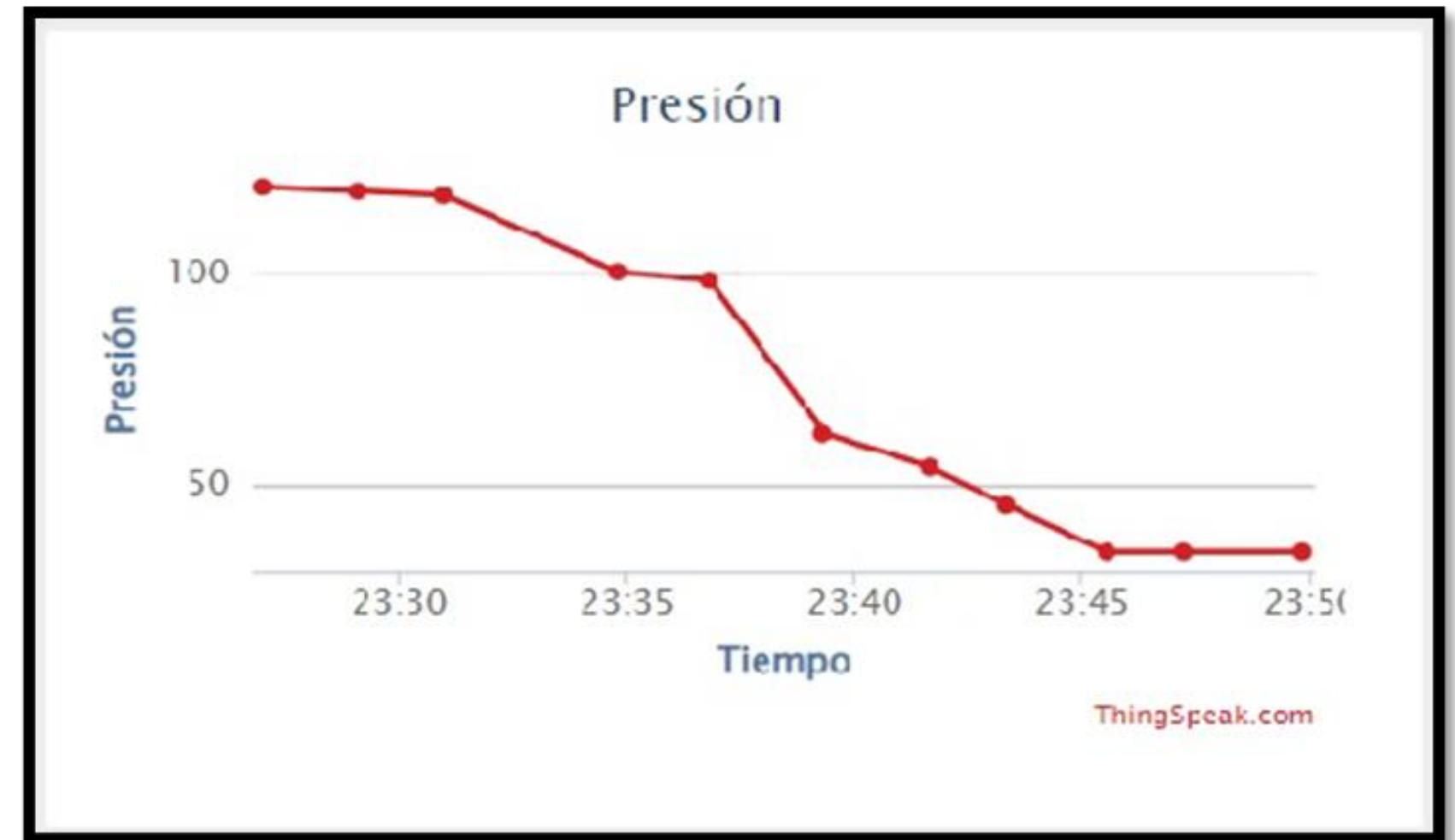
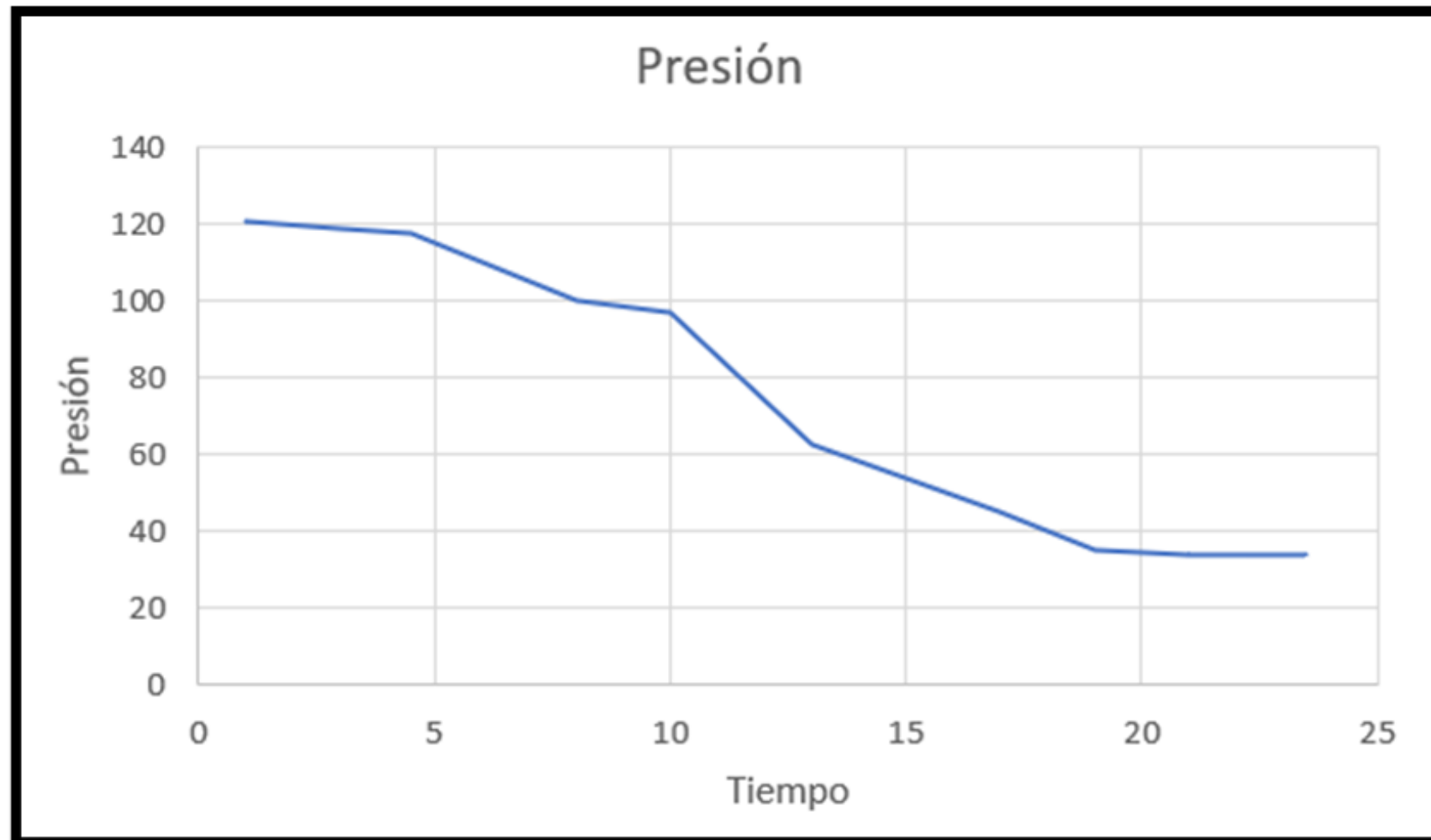
Prueba del sistema en un equipo en funcionamiento normal con un manómetro de 300 mmHg.



Valor de presión medido por el usuario	Valor de presión medido por el sistema	$x - X_i$
121	120	1
119	119	0
118	119	1
100	100	0
97	98	1
63	63	0
54	55	1
45	45	0
35	34	1
34	34	0
34	34	0
Imprecisión absoluta		0.5



Prueba del sistema en un equipo en funcionamiento normal con un manómetro de 300 mmHg.



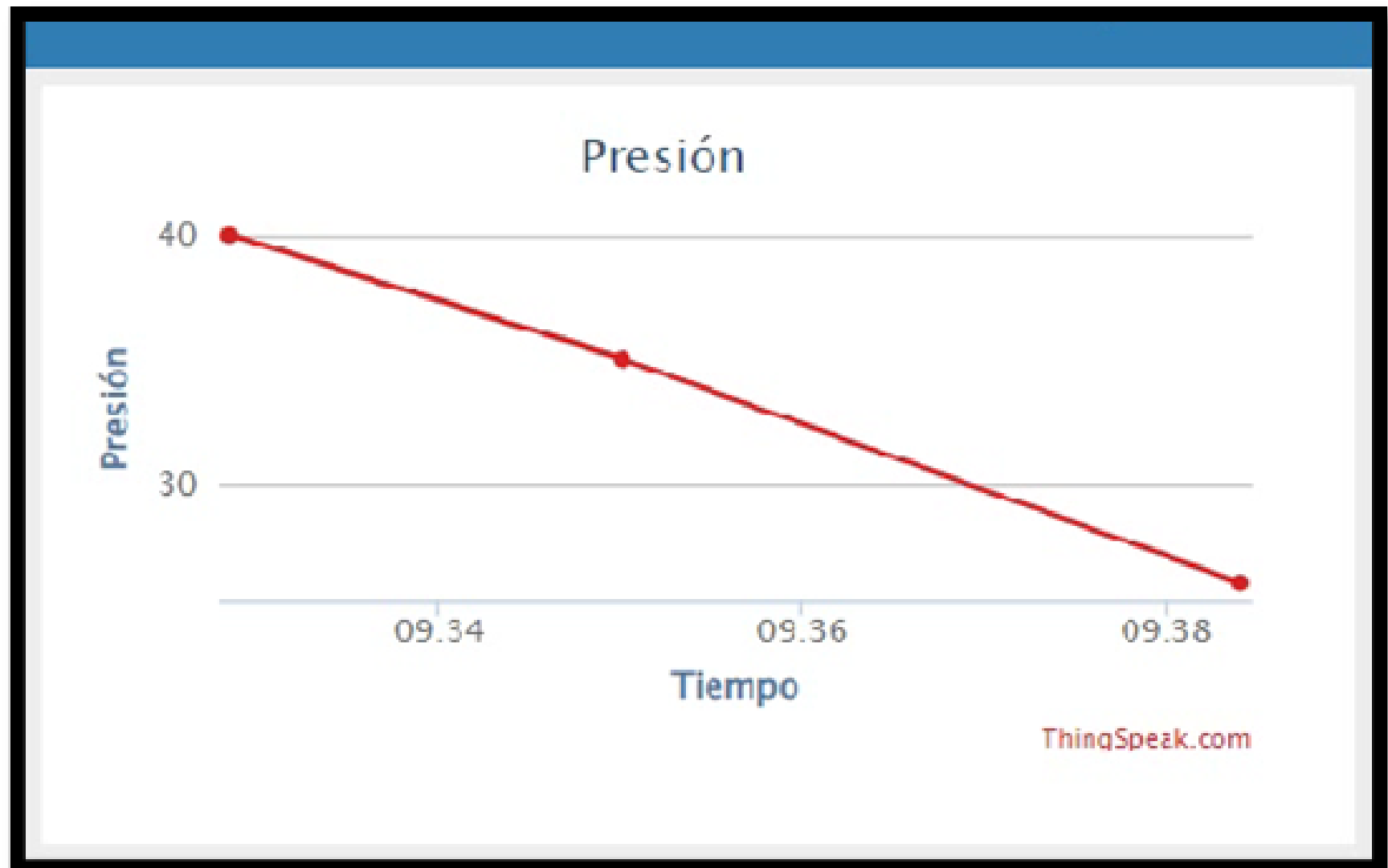
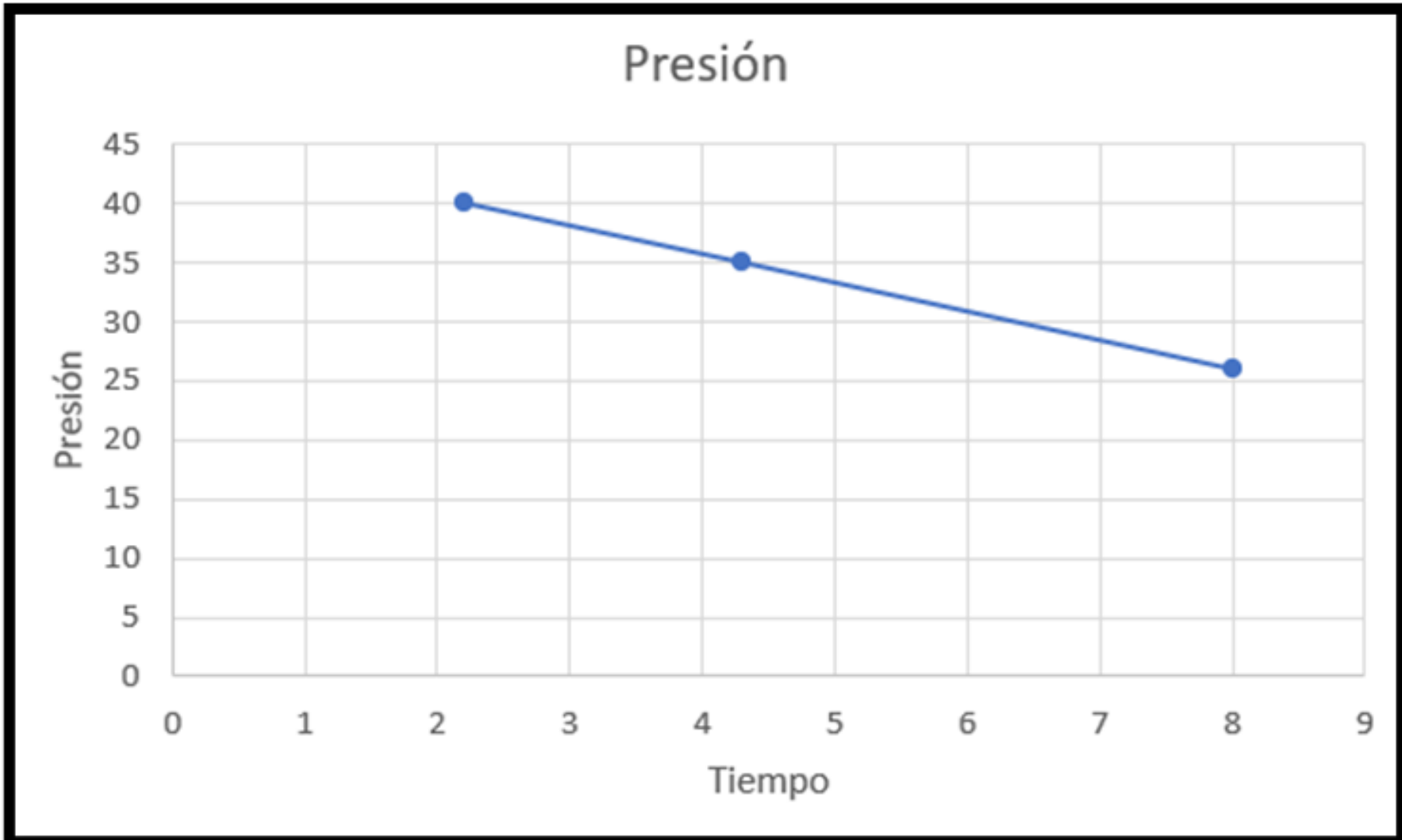
Prueba del sistema liberando la presión de aire con un manómetro de 100 PSI



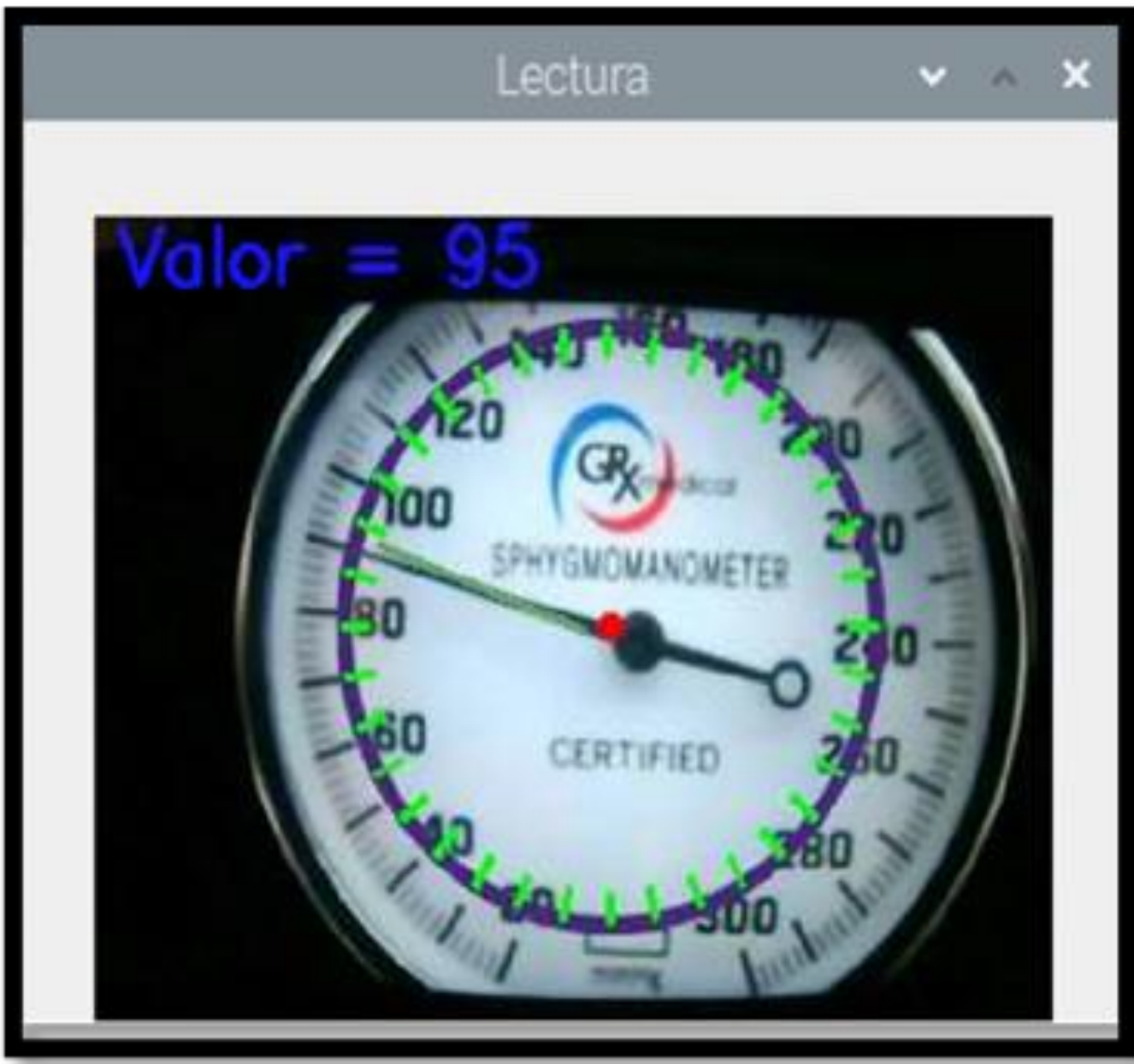
Valor medido por el usuario	Valor de presión por el sistema	$X - X_i$
41	40	1
34	35	1
28	26	2
Imprecisión absoluta		1.33



Prueba del sistema liberando la presión de aire con un manómetro de 100 PSI



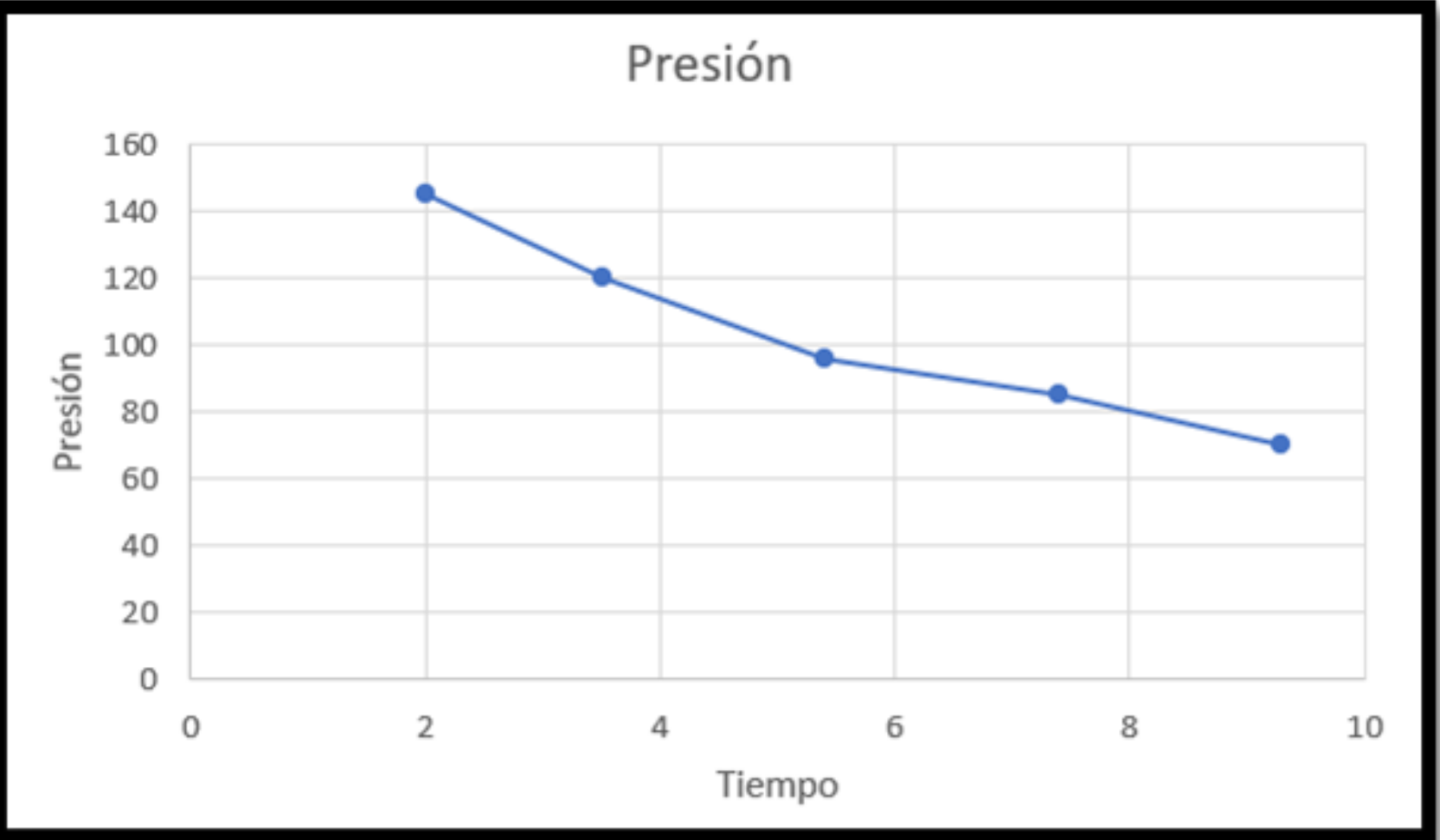
Prueba del sistema liberando la presión de aire con un manómetro de 300 mm Hg.



Valor medido por el usuario	Valor de presión por el sistema	Valor de presión $X - X_i$
145	143	2
120	118	2
96	95	1
85	90	5
68	75	5
Imprecisión absoluta		3



Prueba del sistema liberando la presión de aire con un manómetro de 300 mm Hg.



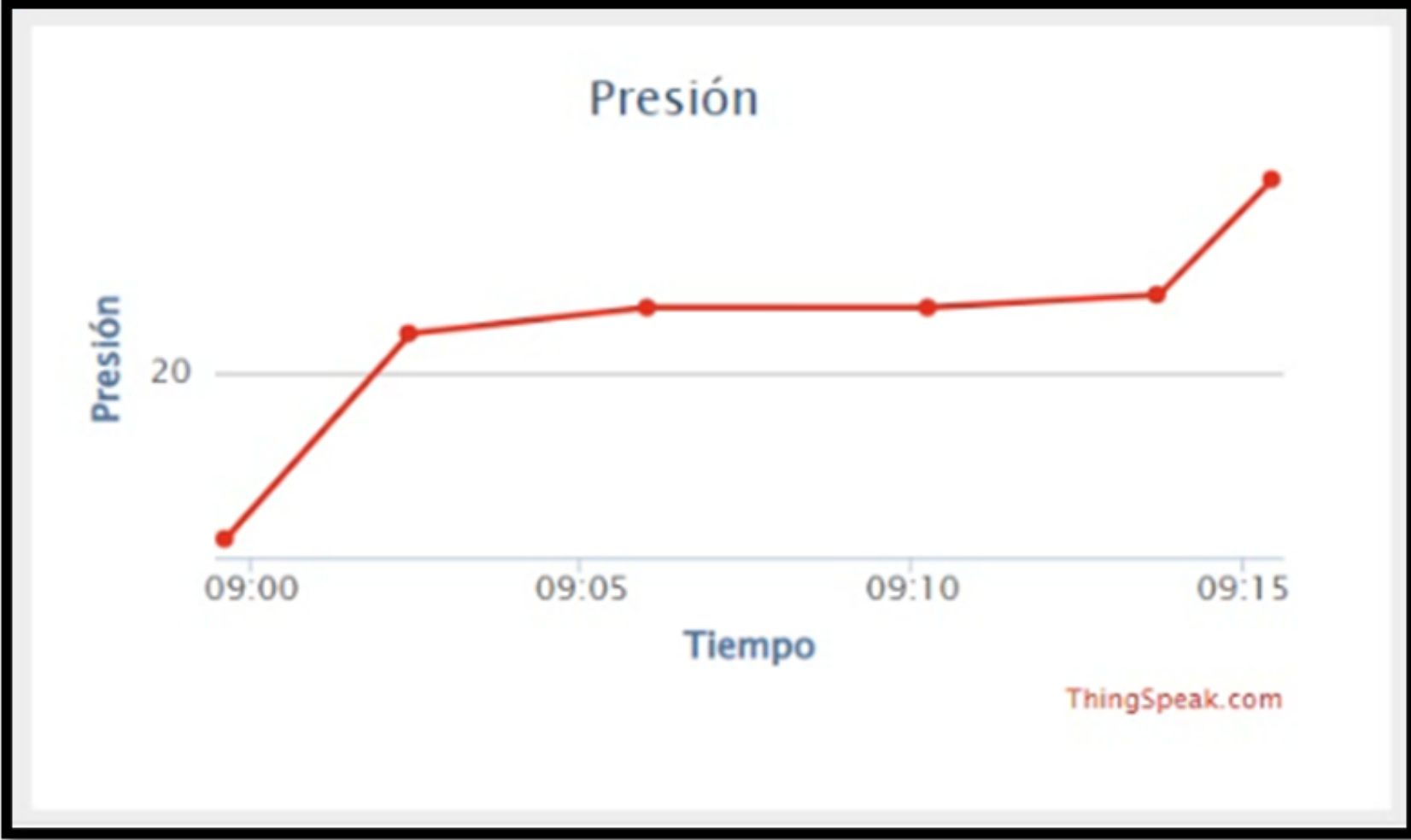
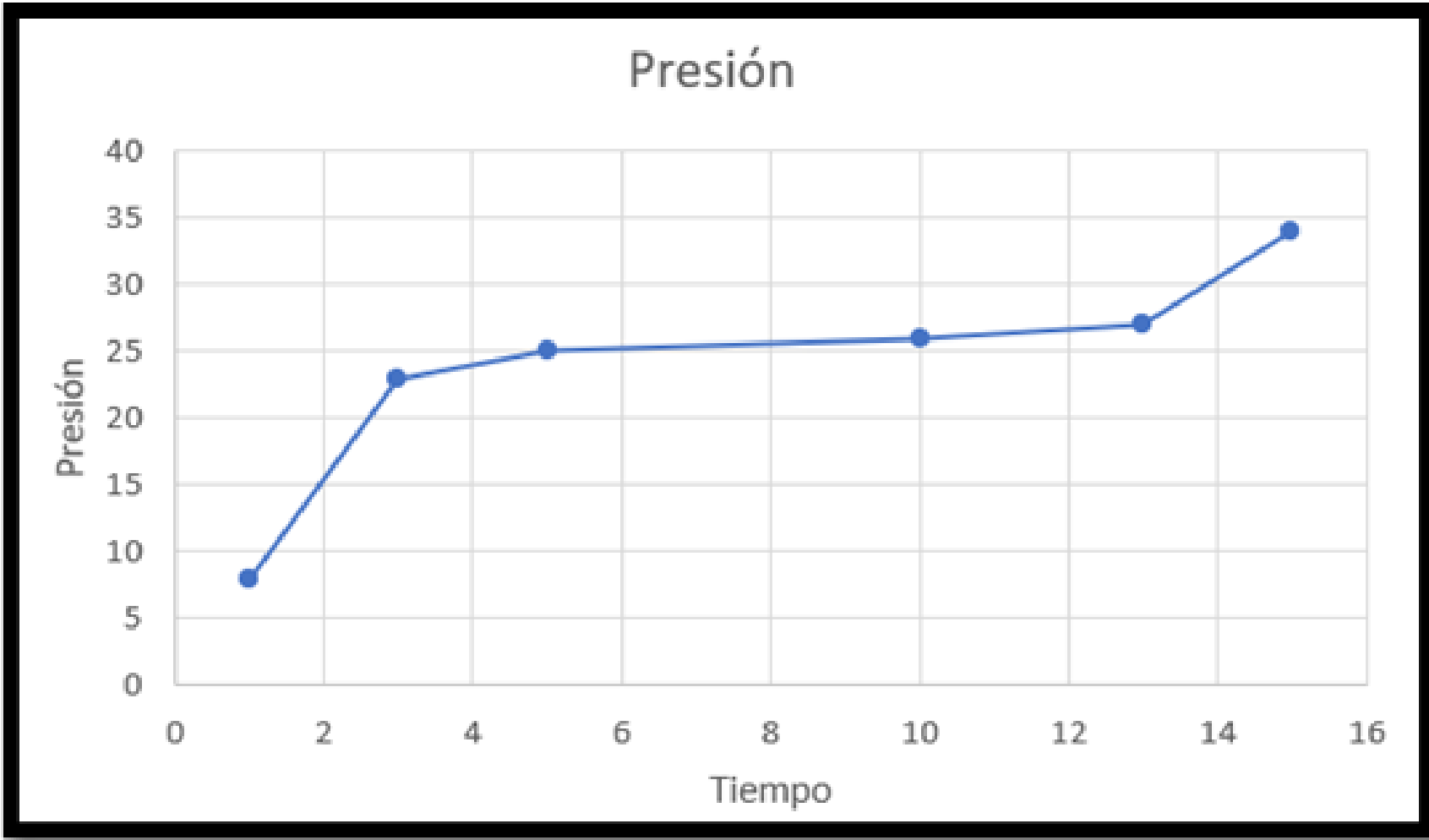
Prueba del sistema subiendo la presión de aire con un manómetro de 100 PSI.



Valor de presión medido por el usuario	Valor de presión medido por el sistema	$X - X_i$
8	10	2
23	24	1
25	25	0
26	25	1
27	26	1
Imprecisión absoluta		1



Prueba del sistema subiendo la presión de aire con un manómetro de 100 PSI.



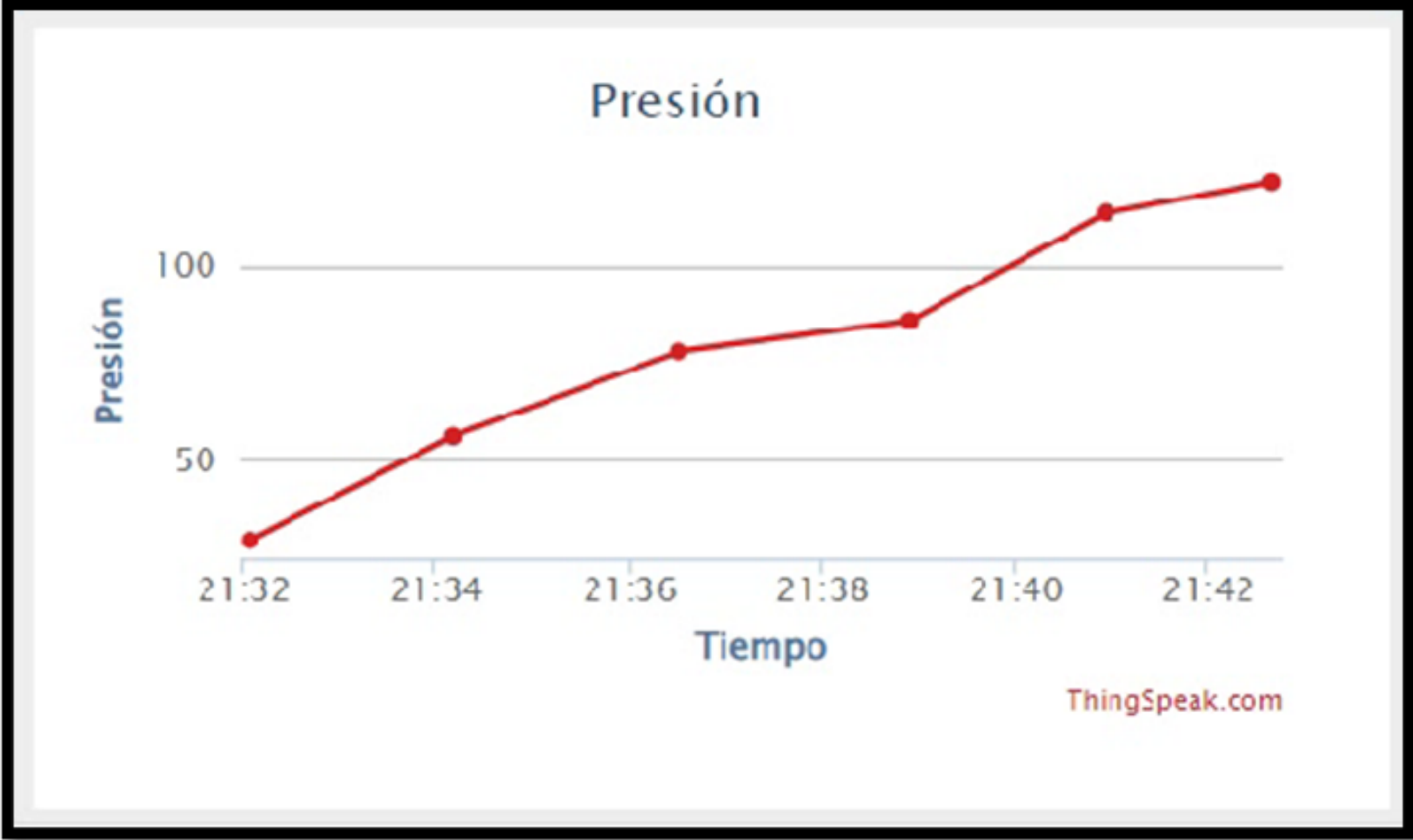
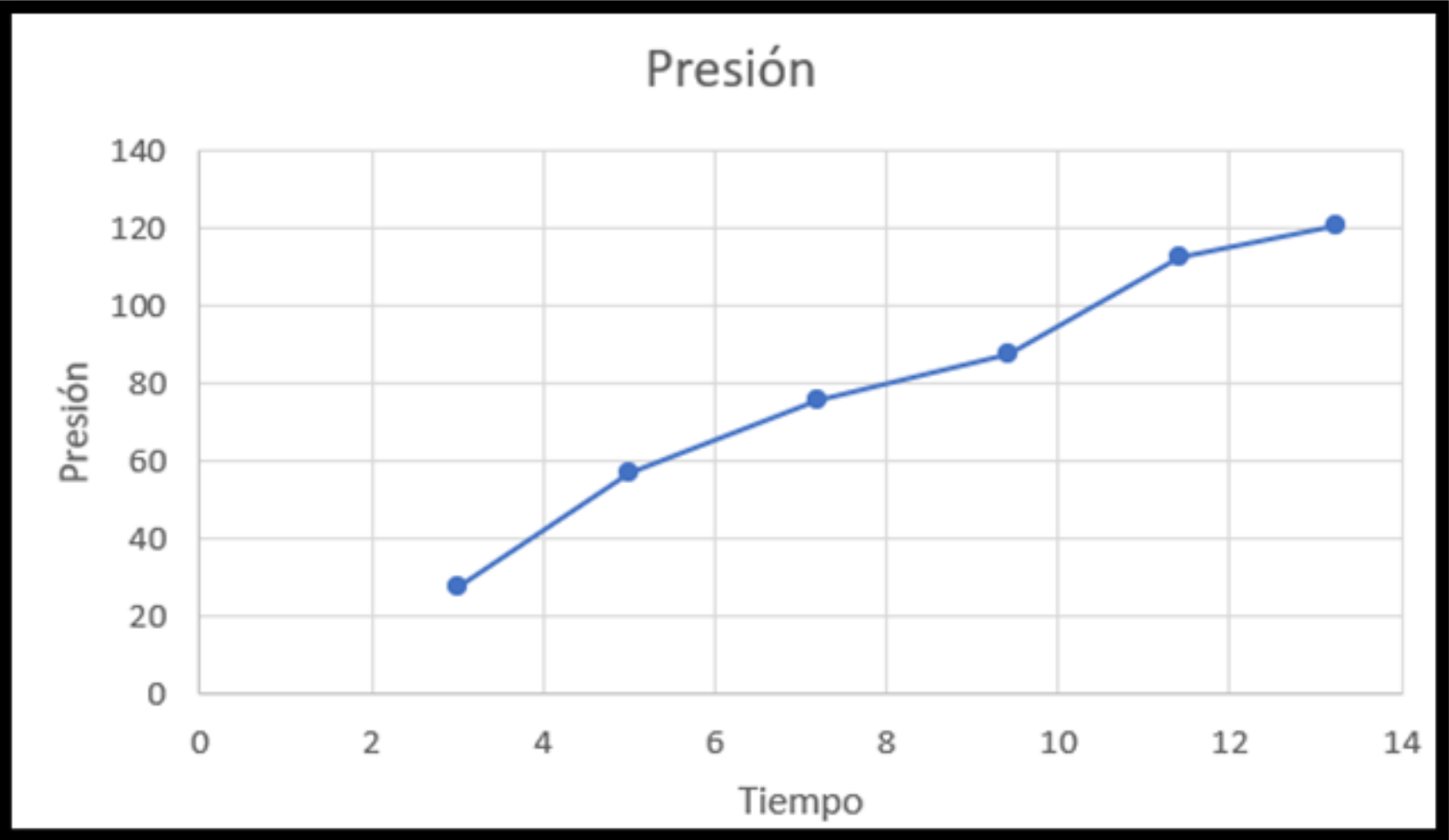
Prueba del sistema subiendo la presión de aire con un manómetro de 300 mm Hg.



Valor medido por usuario	Valor de presión por el sistema	Valor de presión medido por el sistema	$X - X_i$
28	29	29	1
57	56	56	1
76	78	78	2
88	86	86	2
113	114	114	1
121	122	122	1
Imprecisión absoluta			1.33



Prueba del sistema subiendo la presión de aire con un manómetro de 300 mm Hg.





Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conclusiones

1

Los datos recolectados del manómetro analógico mediante visión por computadora son analizados y almacenados en tiempo real, con esta información generada se puede mejorar la productividad, mantener los niveles de calidad y aumentar el rendimiento del equipo en un período de mejora constante

2

Como se ha podido observar en las pruebas realizadas, la Visión Artificial tiene diversas aplicaciones en la industria, por lo que posee un futuro prometedor, con un mercado en desarrollo que se espera que crezca a largo plazo.

3

El proyecto se desarrolló en softwares de código abierto tanto para la parte de visión artificial, el cual permite realizar procesamiento de imágenes y para la parte de transmisión de datos en tiempo real, lo cual es muy importante en los sistemas actuales.

4

Se ha podido unir el manómetro analógico a procesos digitales ya que mediante las pruebas realizadas se obtuvieron una tolerancia mínima de ± 1.22 PSI de error en los datos que el sistema recopiló en el manómetro de rango de 0 a 100 PSI

5

Se ha podido unir el manómetro analógico a procesos digitales ya que mediante las pruebas realizadas se obtuvieron una tolerancia de ± 3 mm Hg en el manómetro de rango de 20 a 300 mm Hg



Recomendaciones

1

En este proyecto es necesario tener una buena iluminación y se debe evitar en lo posible que no exista sombras, para generar valores más precisos.

2

Si se va a cambiar de manómetro es necesario configurar los parámetros de rango inicial y final del nuevo medidor analógico y reiniciar la plataforma ThingSpeak.

3

Usar una cámara de iguales o mejores características para el para poder tener un procesamiento de imagen optimo y a la vez el resultado final sea más preciso

4

Tratar de usar manómetros con agujas que no sean muy delgados o pequeñas para tener una mejor precisión en el valor final.

5

Si se desea disminuir el tiempo en la transmisión de datos se puede hacer uso de la opción pagada de ThingSpeak



Trabajos Futuros

1

Fortalecer el algoritmo para poder leer más de un manómetro a la vez, con lo cual se podrán digitalizar los datos de una manera más sencilla

2

Hacer más robusto el algoritmo para poder leer los datos del manómetro mediante una cámara de visión nocturna, para poder leer datos en la oscuridad.

3

Mejorar el tiempo de procesamiento de imagen y transmisión de datos, para no perder valores y llevar un mejor registro de datos.

