



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECÁNICA

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Ingeniero
Electromecánico

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL DE BAJO COSTO
EN LA PLANTA DE NIVEL DEL LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE LA UNIVERSIDAD DE
LAS FUERZAS ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA

Autores:

Cueva Mogro, Leonardo Daniel

Pérez Yáñez, Christian Xavier

Ing. Milton Fabricio Pérez Gutiérrez, *Director*



ESQUEMA CAPITULAR

I. EL PROBLEMA

II. MARCO TEÓRICO

III. METODOLOGÍA

IV. PROPUESTA DE DISEÑO

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

VI. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO



I. EL PROBLEMA

1. Introducción

4. Justificación e importancia

7. Metas

2. Antecedentes

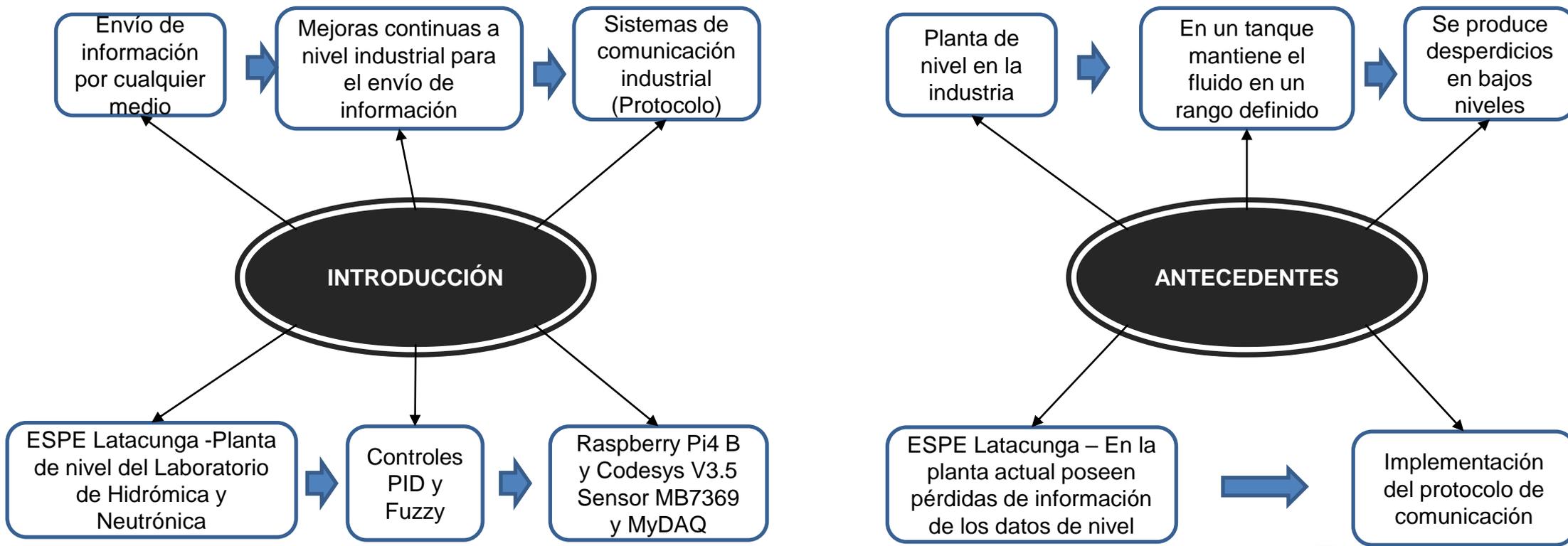
5. Proyectos relacionados

8. Variables de la investigación

3. Planteamiento del Problema

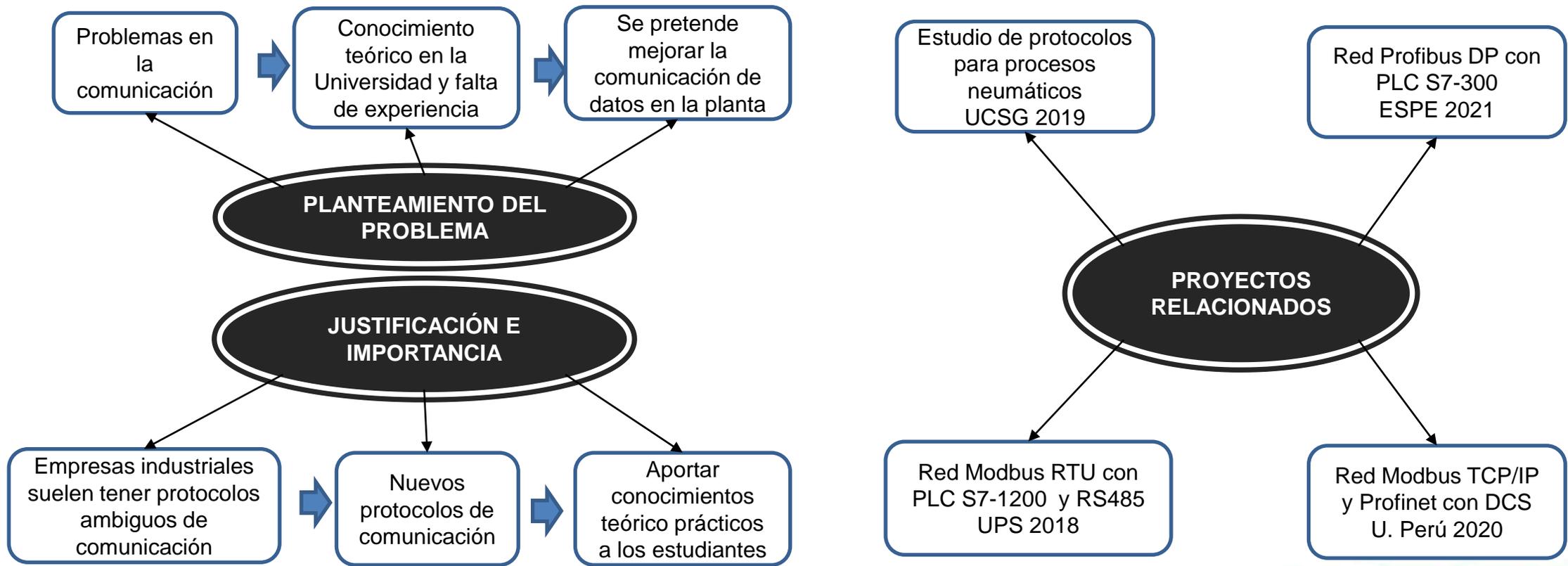
6. Objetivos

9. Hipótesis



CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1. Introducción	2. Antecedentes	3. Planteamiento del Problema
4. Justificación e importancia	5. Proyectos relacionados	6. Objetivos
7. Metas	8. Variables de la investigación	9. Hipótesis



CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1. Introducción

2. Antecedentes

3. Planteamiento del Problema

4. Justificación e importancia

5. Proyectos relacionados

6. Objetivos

7. Metas

8. Variables de la investigación

9. Hipótesis

Investigación
Protocolos de
comunicación
industrial

Diseño de
protocolo
compatible
con la
planta

Selección
del
protocolo

Adquisición
del protocolo
a bajo costo
y sensor de
nivel

Implementación
del protocolo

Verificación
de la planta
con el nuevo
protocolo

Validación
de pruebas
a través de
la tesis
anterior

Independiente:
protocolo de
comunicación
industrial

Dependiente:
eficiencia de
planta de nivel

**OBJETIVOS
METAS**

**VARIABLES DE
INVESTIGACIÓN
HIPÓTESIS**

Búsqueda
Protocolos
4 sem.

Diseño
de
protocolo
4 sem.

Selección
del
protocolo
4 sem.

Adquisición
de
dispositivos
5 sem.

Implementación
del protocolo
6 sem.

Verificación
con el
nuevo
protocolo
5 sem.

Validación
de
pruebas 4
sem.

Implementación
del protocolo de
comunicación
industrial a bajo
costo

Mejorará la eficiencia
de la Planta de Nivel
aplicando las mismas
experimentaciones
realizadas en la tesis
anterior



II. MARCO TEÓRICO

1. La pirámide de la automatización

2. Control de nivel de fluidos

3. Sistemas de control

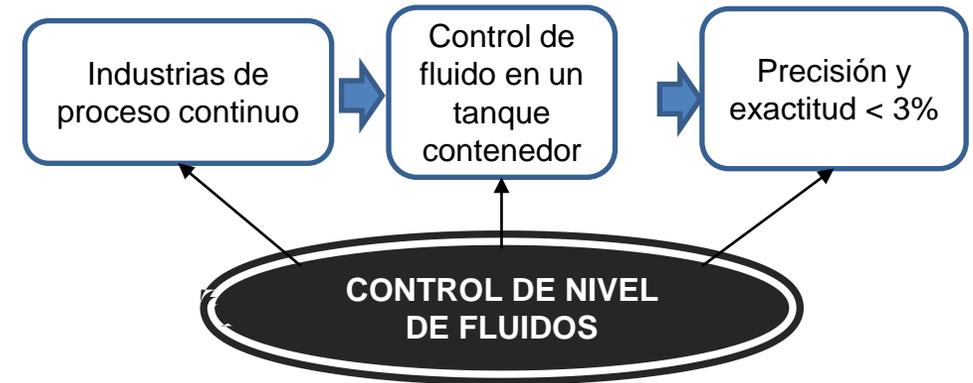
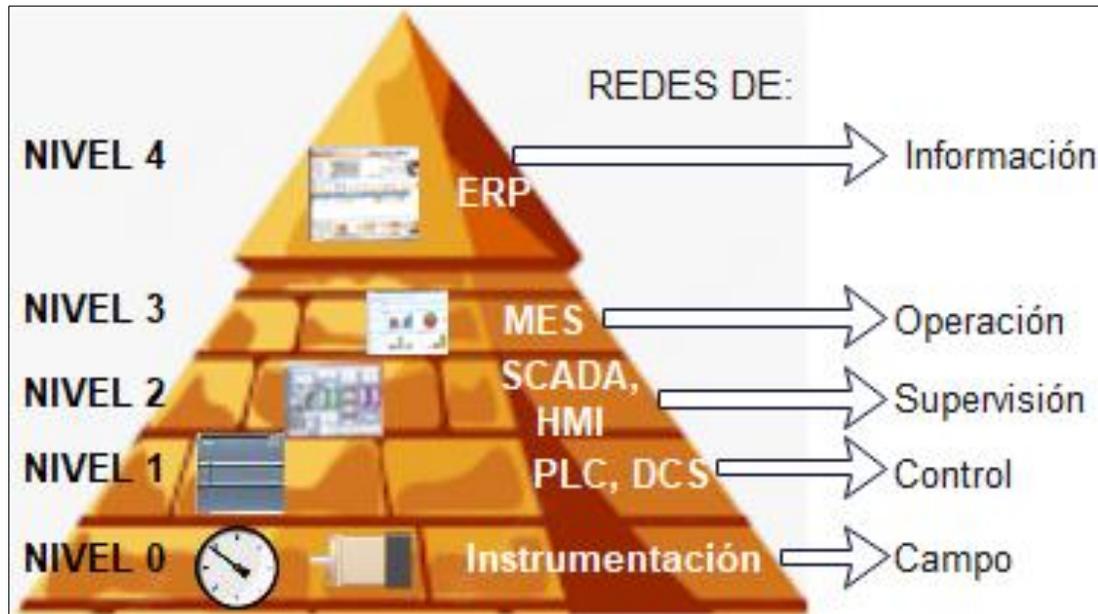
4. Sensor

5. Tarjeta de desarrollo

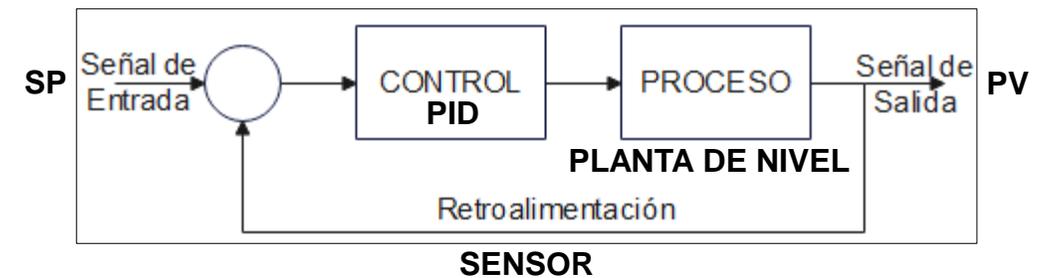
6. Raspberry Pi

7. Buses de campo

PIRÁMIDE DE LA AUTOMATIZACIÓN



SISTEMA DE CONTROL - PID



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1. La pirámide de la automatización

2. Control de nivel de fluidos

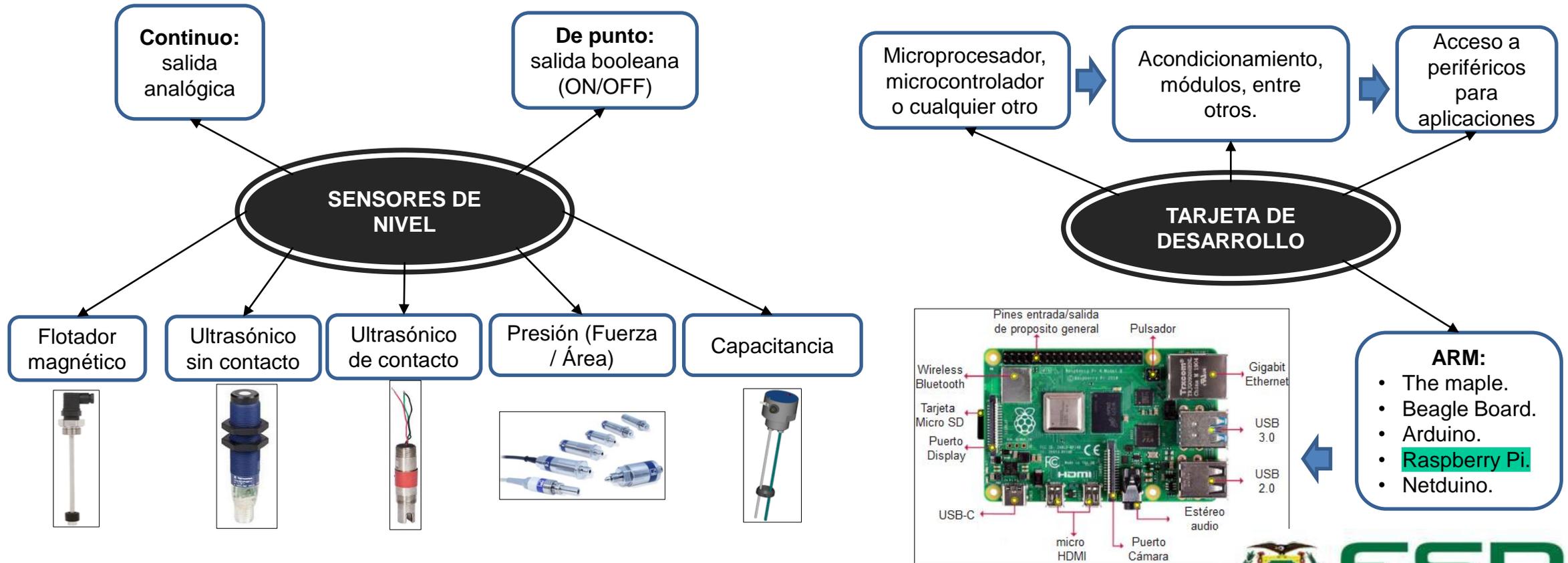
3. Sistemas de control

4. Sensor

5. Tarjeta de desarrollo

6. Raspberry Pi

7. Buses de campo



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1. La pirámide de la automatización

2. Control de nivel de fluidos

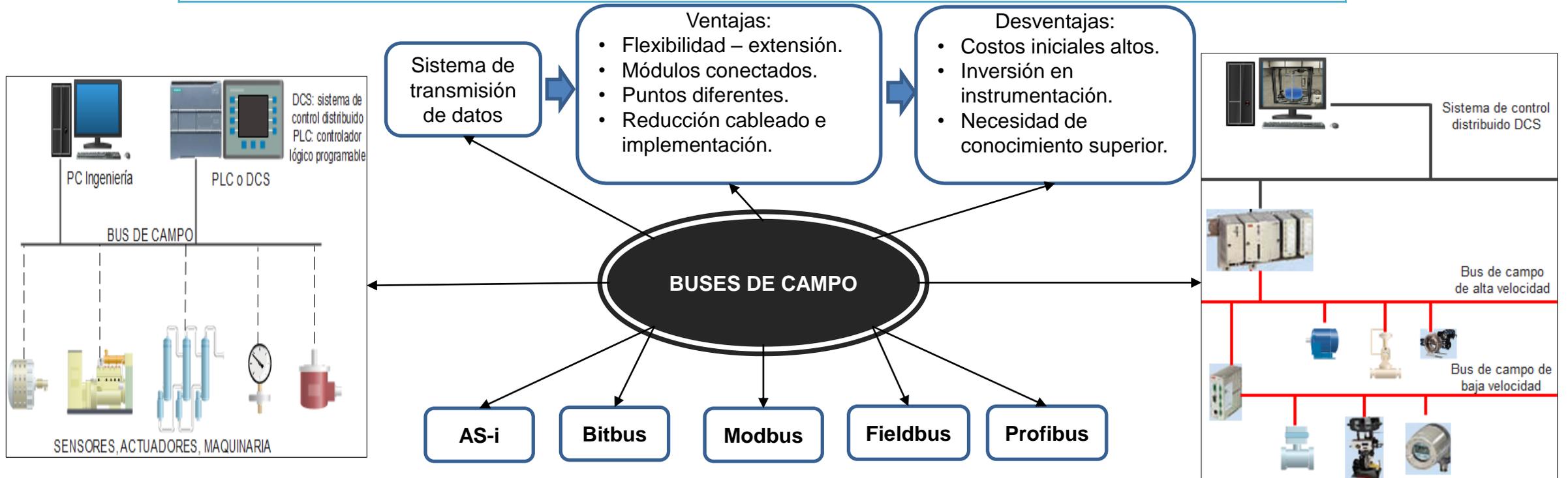
3. Sistemas de control

4. Sensor

5. Tarjeta de desarrollo

6. Raspberry Pi

7. Buses de campo



III. METODOLOGÍA

1. Modalidad

Bibliográfico documental.

Experimental.

2. Tipos de investigación

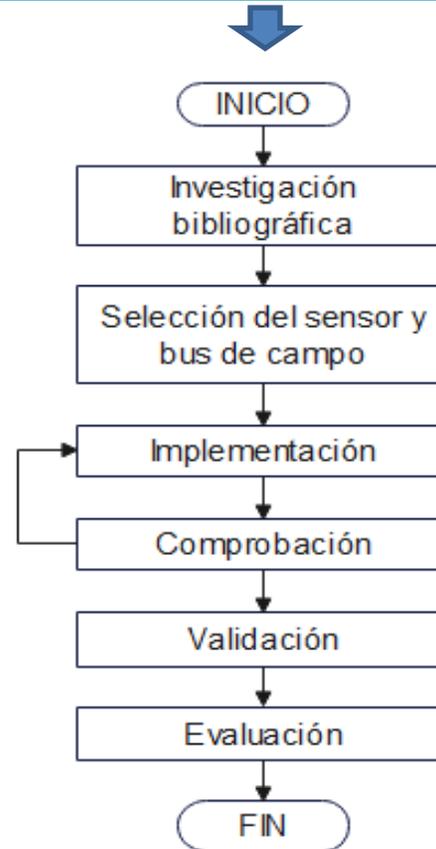
Cuantitativo: PV vs t(s)

3. Diseño Investigación

4. Técnicas Recolección Datos

De campo.

Documental.



IV. PROPUESTA DE DISEÑO

1. Condiciones físicas de la planta de nivel

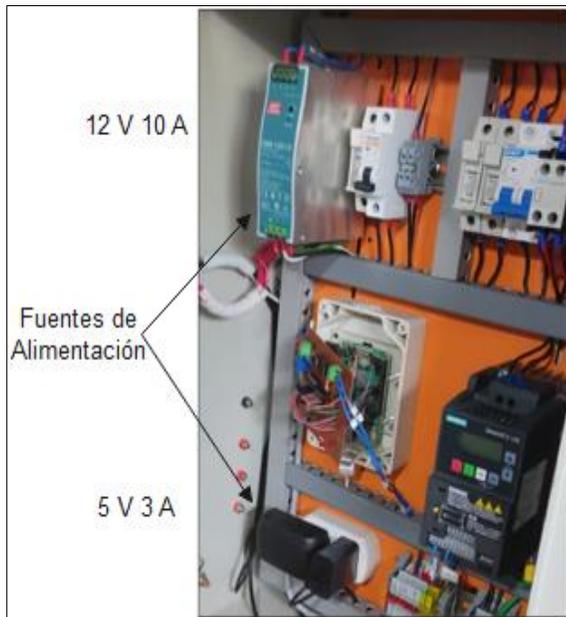
2. Selección del sensor de nivel

3. Selección del bus de campo

4. Selección del dispositivo modbus

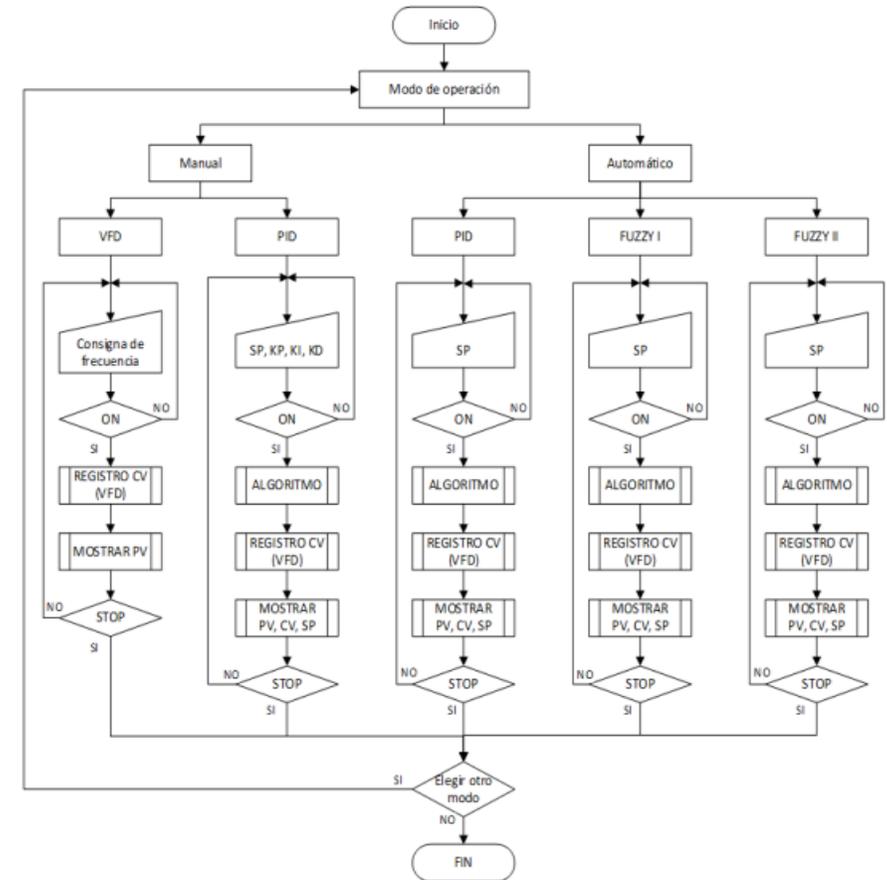
5. Protocolo de comunicación Modbus RTU

6. Diseño de la interfaz gráfica HMI



Planta de Nivel – Condiciones actuales

- Tanque principal: altura (0.7 m), diámetro (0.15 m) y volumen (12.37 lts).
- Fuentes de alimentación: 12 V 10 A (acondicionamiento MB7369), 5 V 3 A (Raspberry Pi y MB7369) y 5 V 3 A (pantalla táctil).
- Raspberry Pi 4 modelo B.
- Modos de operación: manual y automático.



CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE DISEÑO

1. Condiciones físicas de la planta de nivel

2. Selección del sensor de nivel

3. Selección del bus de campo

4. Selección del dispositivo modbus

5. Protocolo de comunicación Modbus RTU

6. Diseño de la interfaz gráfica HMI

Selección del sensor de nivel

Características	MB7369	EAMPPT-136	LVU 816	UE 3001	nMi-3
					
Voltaje de alimentación Vcc	2,7-5,5 ✓	10-30 ✓	12-28 ✓	12 ✓	10-28 ✓
Señal de salida mA	-	4-20 ✓	4-20 ✓	4-20 ✓	4-20 ✓
V	Vcc/5120 ✗	-	-	0/1-5 ✗	-
Temperatura de operación °C	-4,4 a 65 ✓	-20 a 60 ✓	-20 a 60 ✓	0-50 ✓	-40 a 80 ✓
Protección integral IP	67 ✓	68 ✓	65 ✓	65 ✓	68 ✓
Rango de medición Mts	0-5 ✓	0-5 ✓	0,2-5 ✗	0-15 ✓	0,1-3 ✗
Precisión %	1,0 ✓	0,5 ✓	0,2 ✓	0,5 ✓	1,0 ✓
Exactitud %	1,0 ✓	0,2 ✓	0,05 ✓	0,1 ✓	0,06 ✓
Precio comercial \$	126,44 ✗ (medio)	55,44 ✓ (bajo)	1.579 ✗ (alto)	120 ✗ (medio)	-

Selección del bus de campo

Detalles	AS-i	Bitbus	Fieldbus	Profibus	Modbus
Acceso al medio	M/E ✓	M/E ✓	MM ✓	M/E y MM ✓	M/E y MM ✓
Esclavos	32 ✓	240 ✓	240 ✓	240 ✓	64 ✓
Medio físico	PT (par trenzado) ✗	PT, coaxial, FO (fibra óptica) ✗	PT (Rs-485), FO, RF (radio frecuencia), RJ45 (Ethernet) ✗	PT (Rs-485), FO ✗	PT (Rs-485), FO, 4-20 mA, 0-5/10V RJ45 (Ethernet) ✓
Protocolo	Abierto ✓	Abierto ✓	Abierto ✓	Abierto ✓	Abierto ✓
Precio mínimo comercial	\$20 (bajo) ✓	- ✗	\$100 (alto) ✗	\$30 (bajo) ✗	\$20 (bajo) ✓
Uso en la industria	Bajo ✗	Bajo ✗	Alto ✓	Alto ✓	Alto ✓

Selección del dispositivo modbus

Características de conexión	Taidacent AD multicanal	USR-DR302	USR-M511	Taidacent 8 analógico
				
Alimentación	10 – 30 V ✓	5 – 36 V ✓	5 – 36 V ✓	5 – 30 V ✓
Entrada	4 – 20 mA ✓	RS485 ✗	RS232/485/422 ✗	4 – 20 mA ✓
Salida	RS485 ✓	Ethernet ✓	Ethernet ✓	RS485 ✓
Precio comercial	(\$ 22,58) ✓ Bajo	(\$ 38,72) ✓ Bajo	(\$ 225,00) ✗ Alto	(\$ 59,95) ✗ Medio



CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE DISEÑO

1. Condiciones físicas de la planta de nivel

2. Selección del sensor de nivel

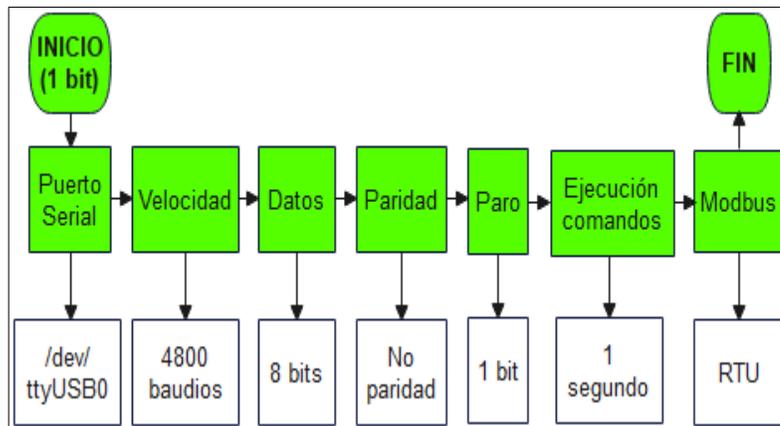
3. Selección del bus de campo

4. Selección del dispositivo modbus

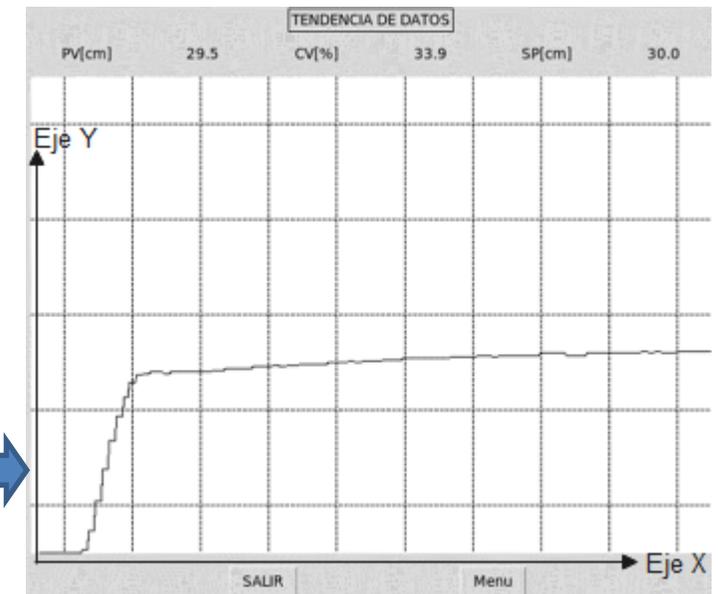
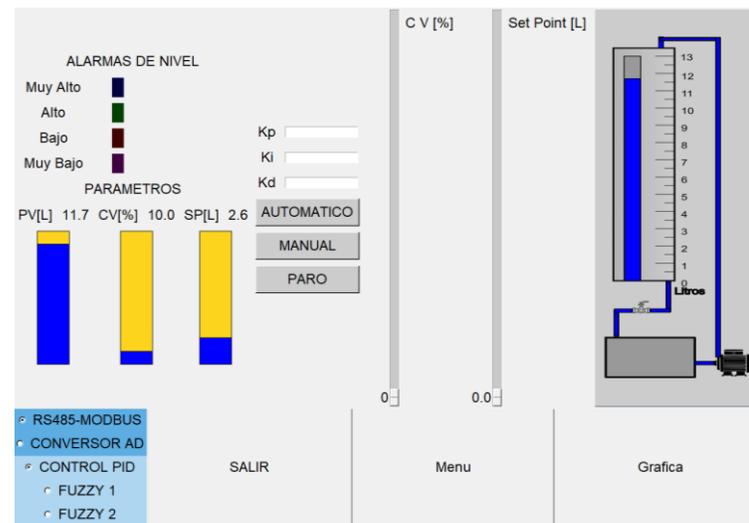
5. Protocolo de comunicación Modbus RTU

6. Diseño de la interfaz gráfica HMI

Protocolo de comunicación Modbus RTU



Diseño de la interfaz gráfica HMI



V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

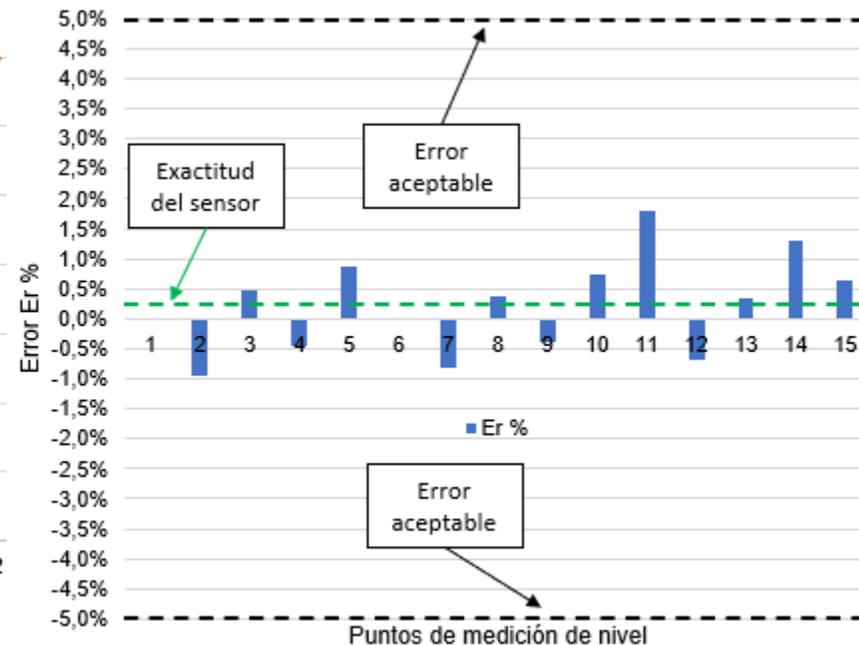
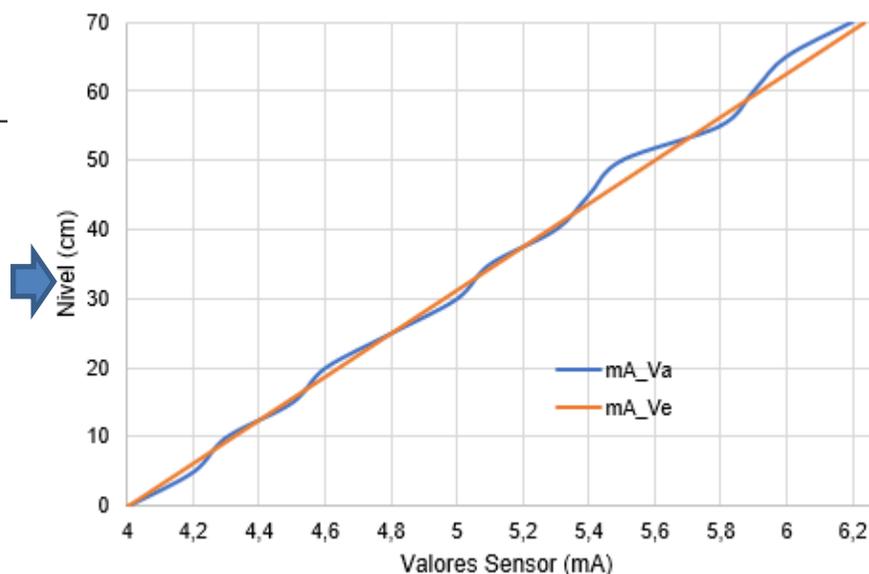
1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

Errores de medición en el sensor EAMPPT-136

Volumen del tanque (lts)	Nivel (cm)	Datos (mA)		Er (%)	Volumen del tanque (lts)	Nivel (cm)	Datos (mA)		Er (%)
		Exacto	Medido				Exacto	Medido	
		Ve	Va				Ve	Va	
0	0	4	4	0	7,07	40	5,28	5,3	-0,4
0,88	5	4,16	4,2	-1	7,95	45	5,44	5,4	0,7
1,77	10	4,32	4,3	0,5	8,84	50	5,6	5,5	1,8
2,65	15	4,48	4,5	-0,4	9,72	55	5,76	5,8	-0,7
3,53	20	4,64	4,6	0,9	10,60	60	5,92	5,9	0,3
4,42	25	4,8	4,8	0,0	11,49	65	6,08	6	1,3
5,30	30	4,96	5	-0,8	12,37	70	6,24	6,2	0,6
6,19	35	5,12	5,1	0,4					



CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

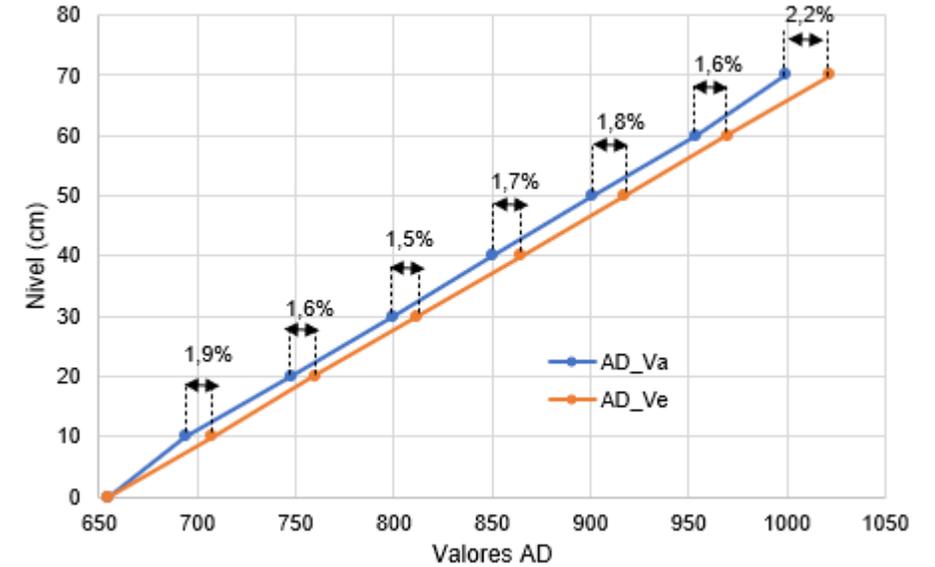
2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

Errores de medición en el sensor EAMPPT-136 + MODBUS en Raspberry Pi

$$\text{Nivel} = 70\text{cm} * \frac{\text{AD} - 655}{999 - 655} = 70\text{cm} * \frac{800 - 655}{999 - 655} = 29,5 \text{ cm}$$

Nivel (cm)	Valores de los datos AD		Er (%)
	Exacto Ve	Medido Va	
0	655	655	0
10	707	694	1,9
20	760	748	1,6
30	812	800	1,5
40	865	850	1,7
50	917	901	1,8
60	970	954	1,6
70	1022	999	2,2



CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

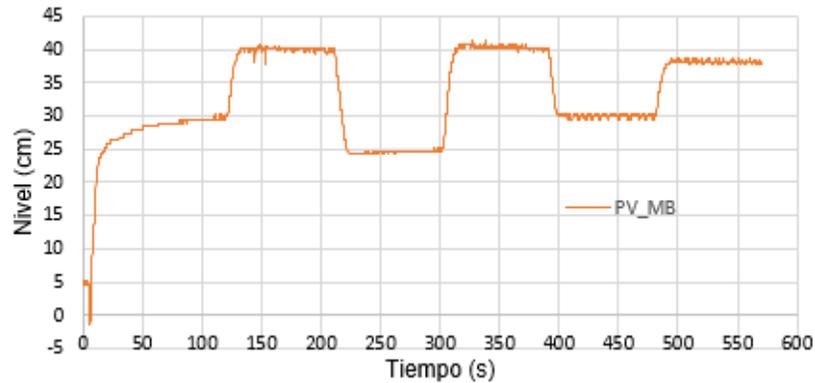
PRUEBAS CON EL CONTROLADOR PID – PARTE 1

T(s)	T. actual	T. previa	T(s)	T. actual	T. previa
	PV (cm)	PV (cm)		PV (cm)	PV (cm)
0	2,84883721	5,0257732	48	27,6744186	27,8350515
3	2,44186047	4,76804124	51	27,6744186	28,3505155
6	5,0872093	-1,41752577	54	28,0813953	28,3505155
9	14,244186	11,9845361	57	28,0813953	28,3505155

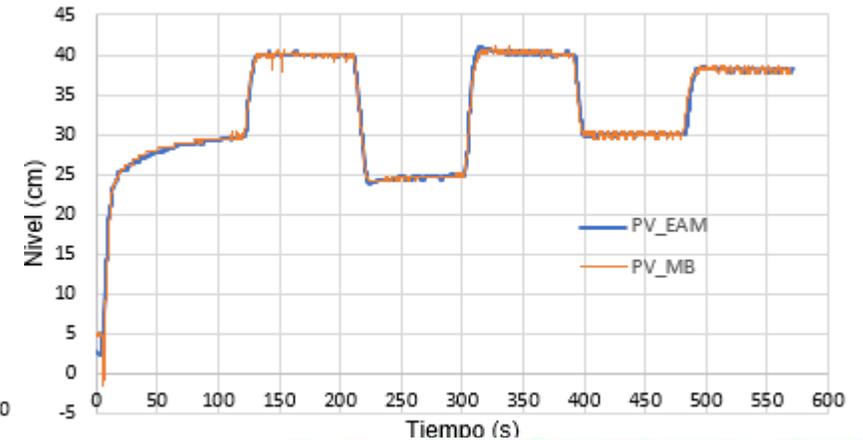
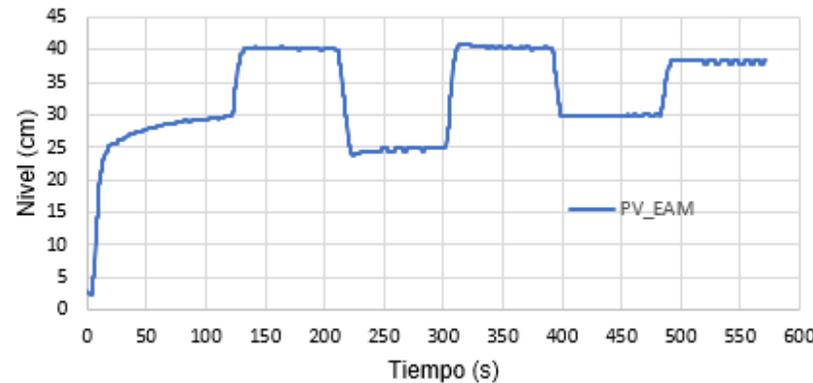
SP (cm)	PV mínimo (cm)	PV máximo (cm)	Tolerancia permitida	
			(mm)	%
30	28,50	31,50	±15,0	±5
40	38,00	42,00	±20,0	±5
25	23,75	26,25	±12,5	±5
40	38,00	42,00	±20,0	±5
30	28,50	31,50	±15,0	±5
38	36,10	39,90	±19,0	±5

SP (cm)	Δt (s)	Tesis previa			Tesis actual		
		Ess (mm)	Ess (%)	Ts (s)	Ess (mm)	Ess (%)	Ts (s)
30	0 – 120	±11,3	±3,8 ✓	63,56	±13,1	±4,4 ✓	67,19
40	120 – 210	±8,2	±2,1 ✓	32,93	±15,4	±3,9 ✓	8,30
25	210 – 300	±7,7	±3,1 ✓	10,35	±11,9	±4,8 ✓	10,54
40	300 – 390	±18,6	±4,6 ✓	9,74	±15,4	±3,9 ✓	8,68
30	390 – 480	±14,4	±4,8 ✓	6,68	±5,2	±1,7 ✓	7,85
38	480 – 570	±14,0	±3,7 ✓	7,18	±15,8	±4,1 ✓	8,01

SENSOR ANTERIOR



SENSOR ACTUAL



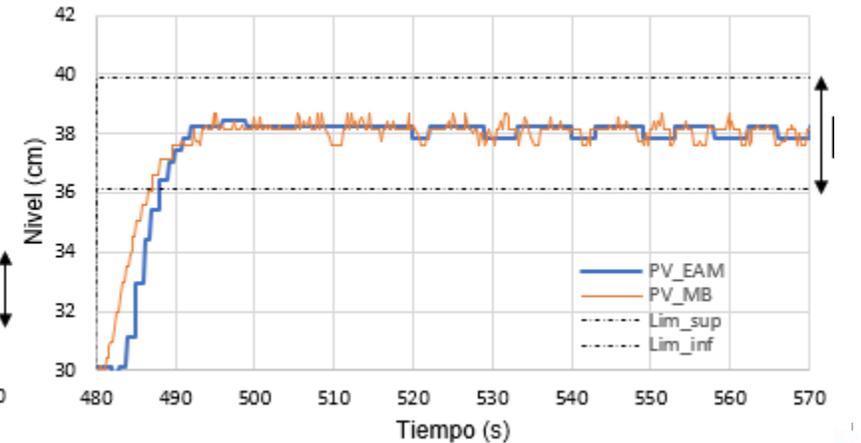
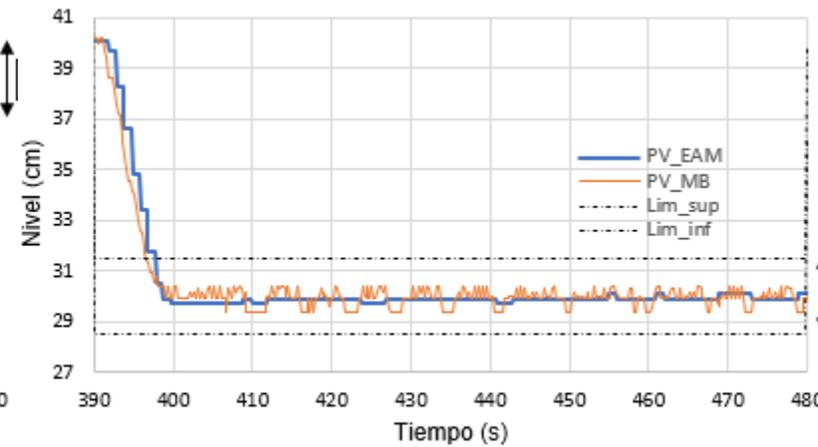
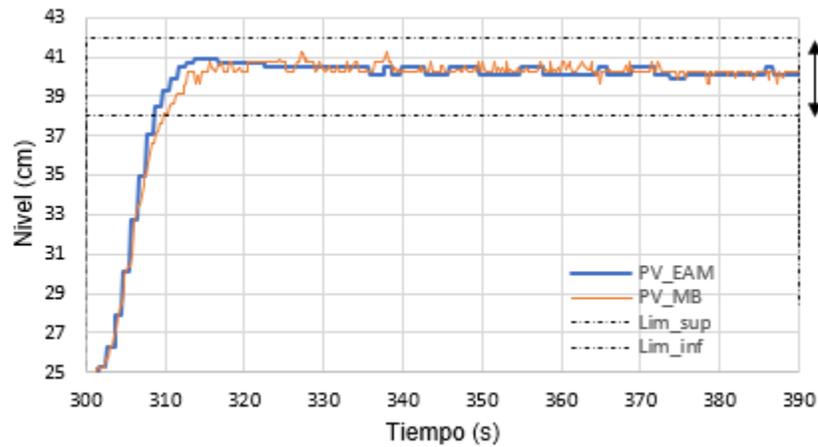
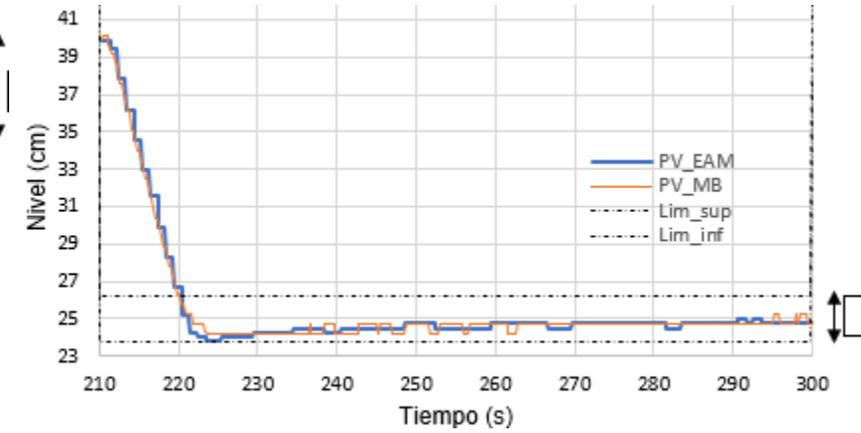
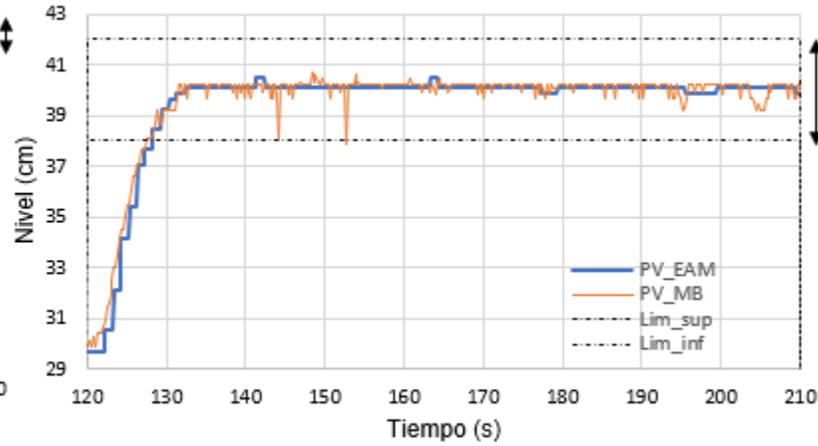
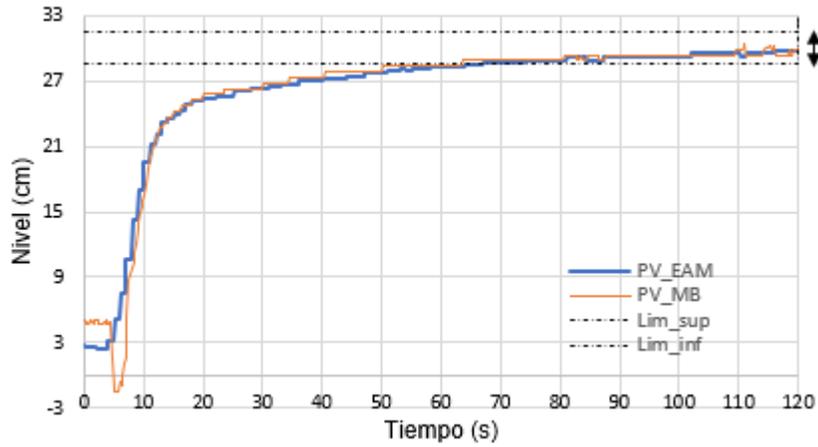
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

PRUEBAS CON EL CONTROLADOR PID – PARTE 2



CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

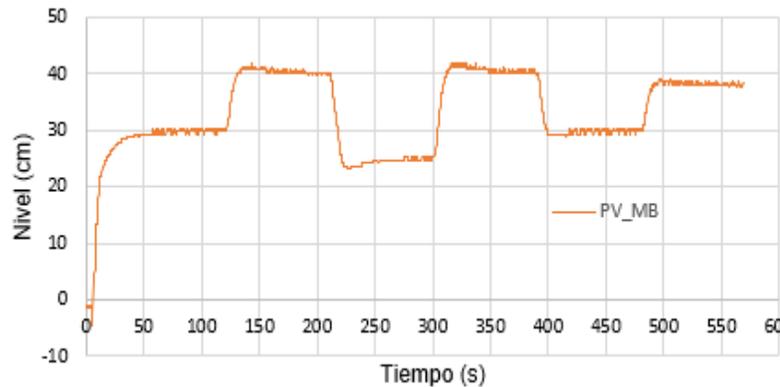
PRUEBAS CON EL CONTROLADOR FUZZY I – PARTE 1

T(s)	T. actual	T. previa	T(s)	T. actual	T. previa
	PV (cm)	PV (cm)		PV (cm)	PV (cm)
0	0	-1,15979381	48	30,1162791	29,3814433
3	0	-1,03092784	51	30,1162791	29,3814433
6	0,40697674	-2,70618557	54	30,1162791	29,3814433
9	8,54651163	12,8865979	57	29,9127907	29,8969072

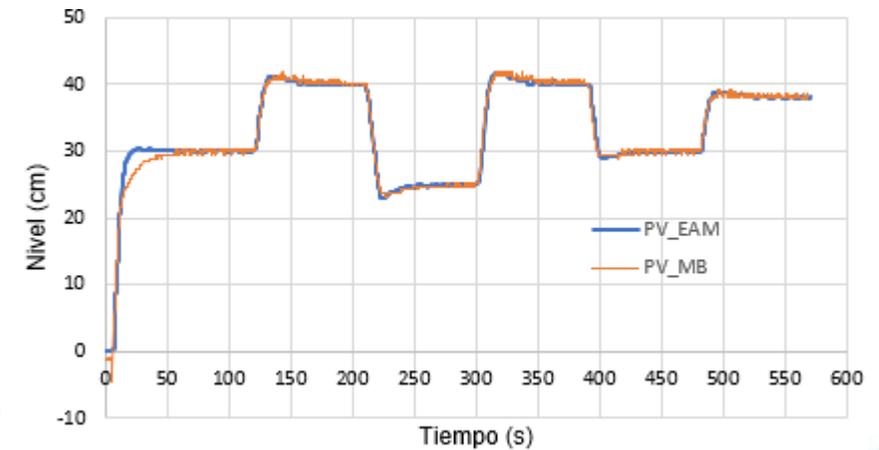
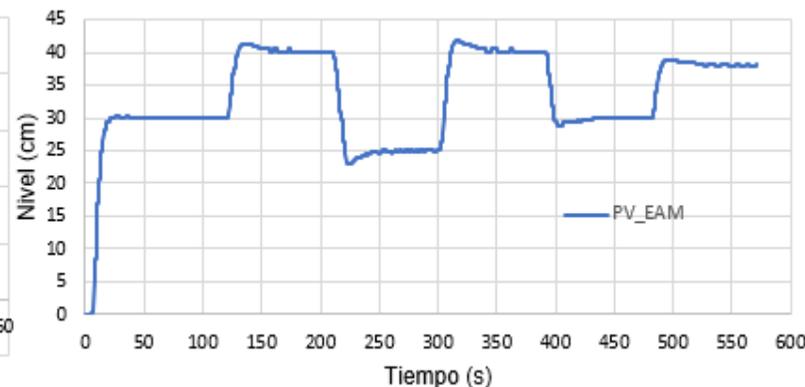
SP (cm)	PV mínimo (cm)	PV máximo (cm)	Tolerancia permitida	
			(mm)	%
30	28,50	31,50	±15,0	±5
40	38,00	42,00	±20,0	±5
25	23,75	26,25	±12,5	±5
40	38,00	42,00	±20,0	±5
30	28,50	31,50	±15,0	±5
38	36,10	39,90	±19,0	±5

SP (cm)	Δt (s)	Tesis previa			Tesis actual		
		Ess (mm)	Ess (%)	Ts (s)	Ess (mm)	Ess (%)	Ts (s)
30	0 – 120	±11,3	±3,8 ✓	36,83	±11	±3,7 ✓	17,27
40	120 – 210	±18,6	±4,6 ✓	7,62	±13,4	±3,3 ✓	7,43
25	210 – 300	±7,7	±3,1 ✓	29,30	±11,9	±4,8 ✓	20,64
40	300 – 390	±18,6	±4,6 ✓	9,11	±17,2	±2,3 ✓	9,83
30	390 – 480	±14,4	±4,8 ✓	6,45	±11	±3,7 ✓	8,01
38	480 – 570	±14,0	±3,7 ✓	7,57	±17,8	±4,7 ✓	7,06

SENSOR ANTERIOR



SENSOR ACTUAL



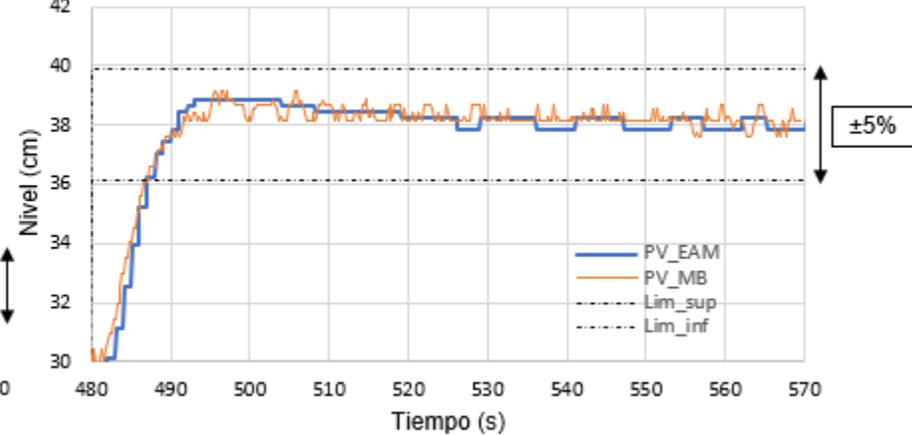
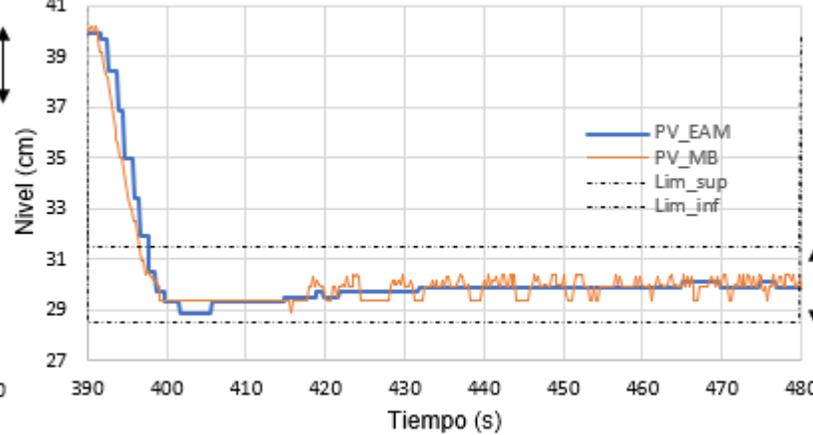
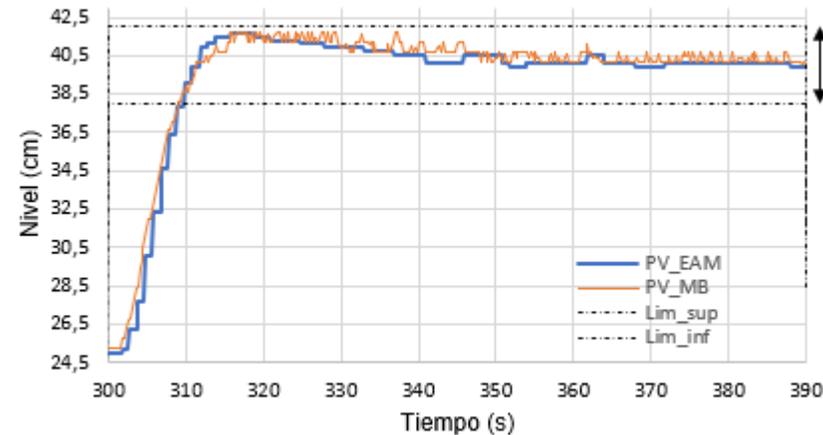
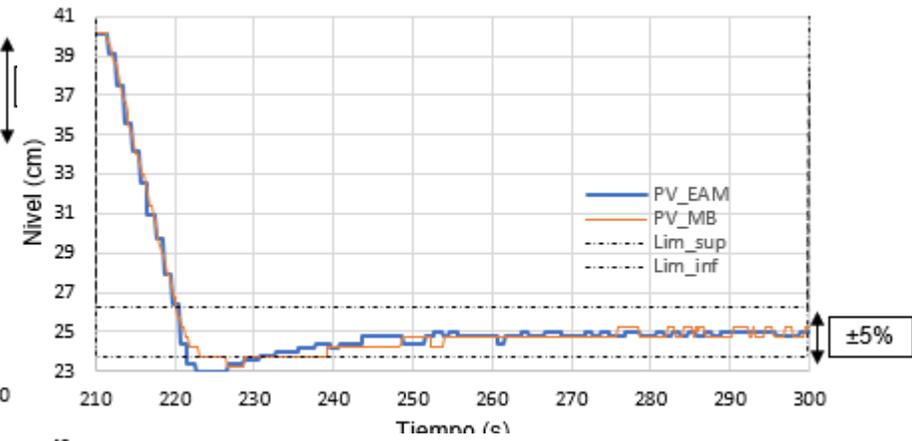
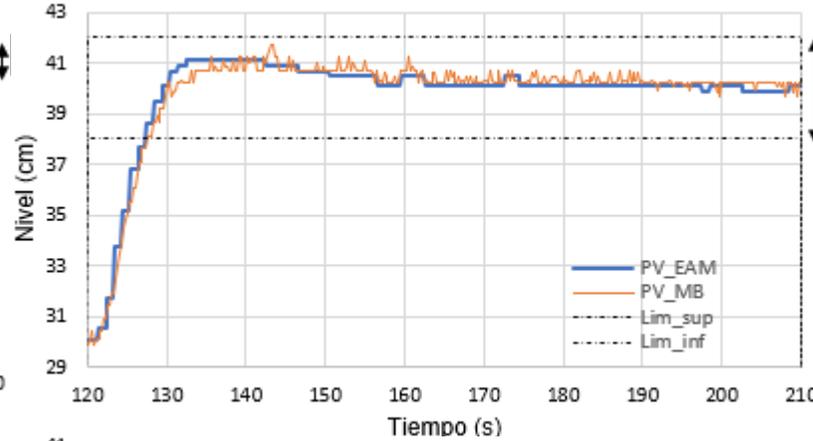
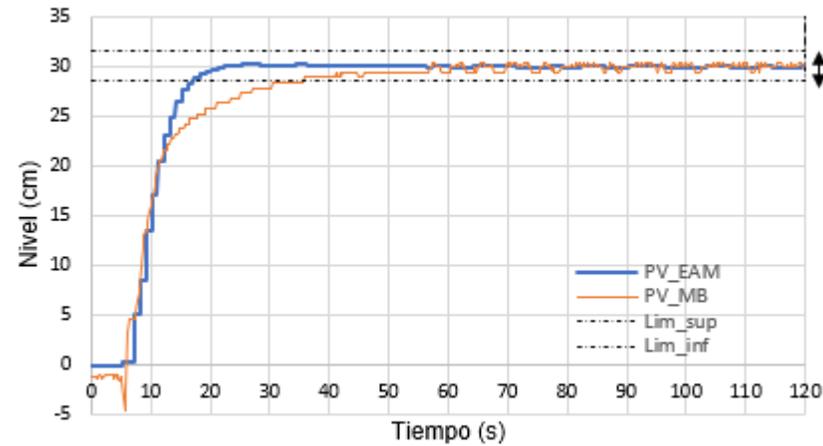
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

PRUEBAS CON EL CONTROLADOR FUZZY I – PARTE 2



CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

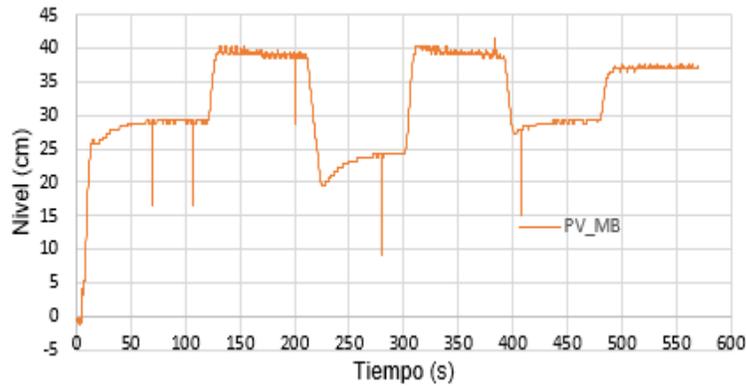
PRUEBAS CON EL CONTROLADOR FUZZY II – PARTE 1

T(s)	T. actual	T. previa	T(s)	T. actual	T. previa
	PV (cm)	PV (cm)		PV (cm)	PV (cm)
0	0	-0,51546392	48	29,7093023	28,8659794
3	0	-1,03092784	51	29,7093023	28,8659794
6	0,40697674	4,12371134	54	29,7093023	28,8659794
9	8,95348837	12,242268	57	29,7093023	28,8659794

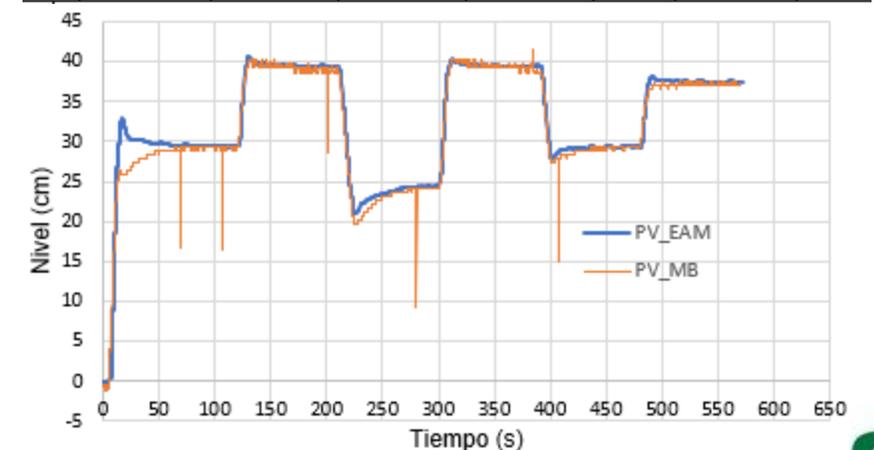
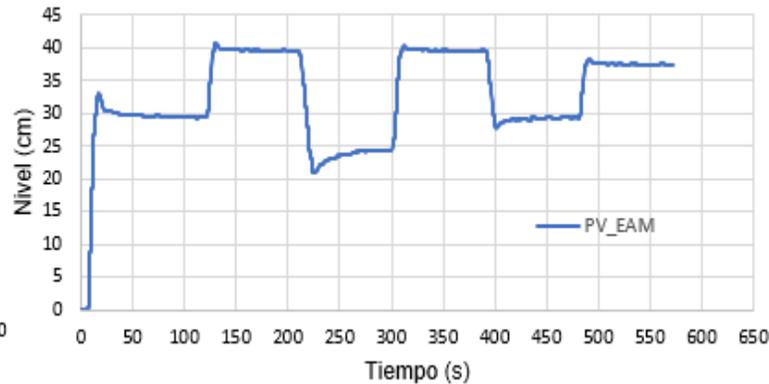
SP (cm)	PV mínimo (cm)	PV máximo (cm)	Tolerancia permitida	
	(cm)	(cm)	(mm)	%
30	28,50	31,50	±15,0	±5
40	38,00	42,00	±20,0	±5
25	23,75	26,25	±12,5	±5
40	38,00	42,00	±20,0	±5
30	28,50	31,50	±15,0	±5
38	36,10	39,90	±19,0	±5

SP (cm)	Δt (s)	Tesis previa			Tesis actual		
		Ess (mm)	Ess (%)	Ts (s)	Ess (mm)	Ess (%)	Ts (s)
30	0 – 120	No estable	> ±5 ❌	No estable	±9,3	±3,1 ✅	20,50
40	120 – 210	No estable	> ±5 ❌	No estable	±15,4	±3,9 ✅	6,54
25	210 – 300	No estable	> ±5 ❌	No estable	+11,9	+4,8 ✅	45,80
40	300 – 390	±18,6	±4,6 ✅	8,36	±15,4	±3,9 ✅	7,95
30	390 – 480	+12,6	+4,2 ✅	31,80	+13,1	+4,4 ✅	16,14
38	480 – 570	±15,3	±4,0 ✅	8,56	±15,8	±4,1 ✅	6,21

SENSOR ANTERIOR



SENSOR ACTUAL



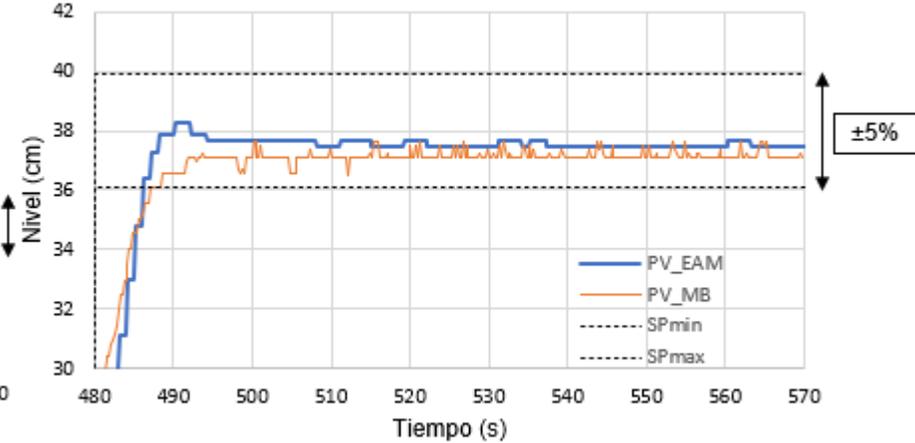
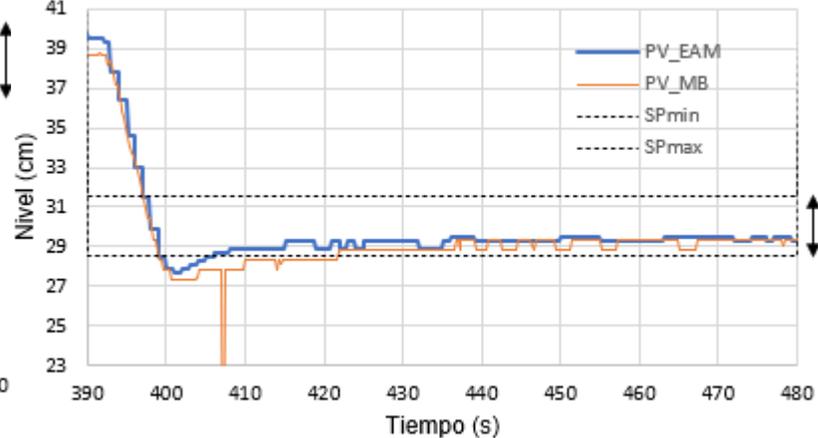
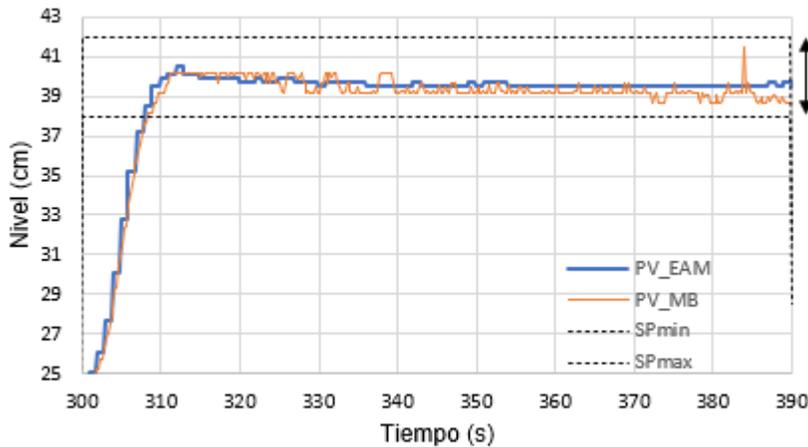
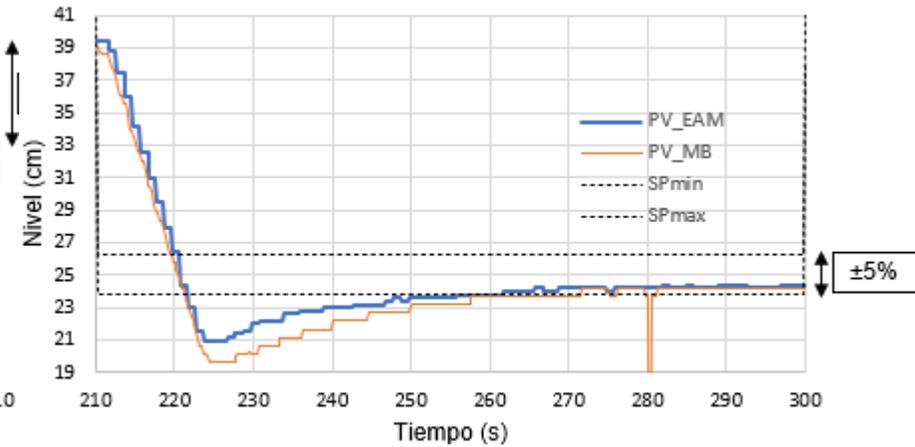
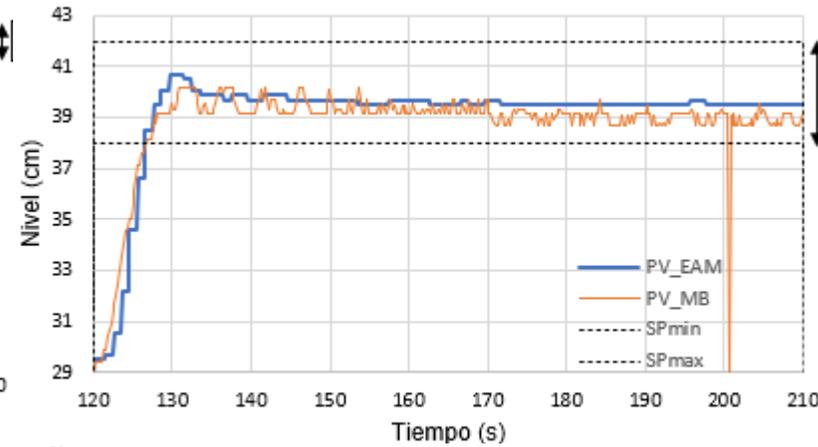
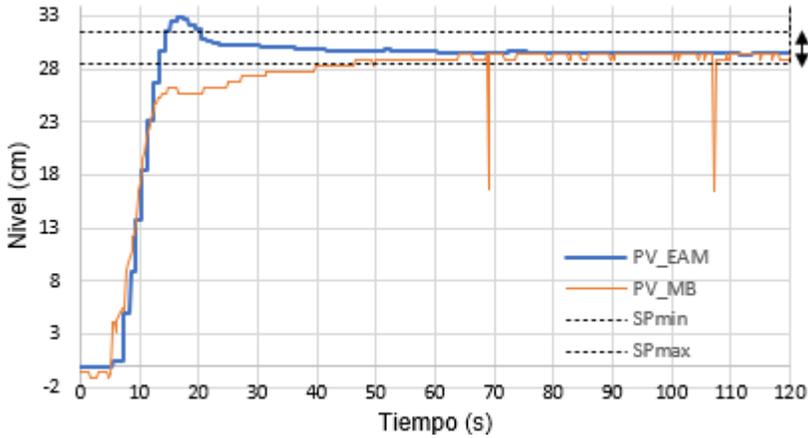
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

PRUEBAS CON EL CONTROLADOR FUZZY II – PARTE 2



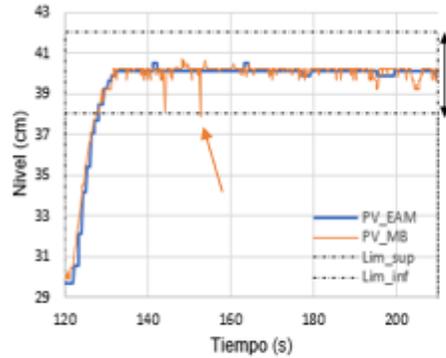
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comprobación envío de datos

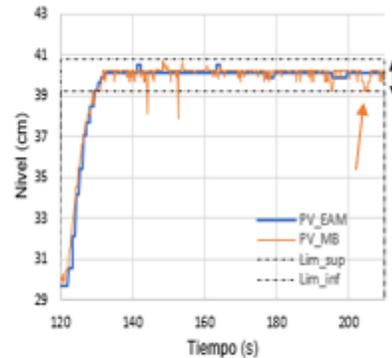
2. Validación de la planta

3. Evaluación de la planta

PRUEBAS PID

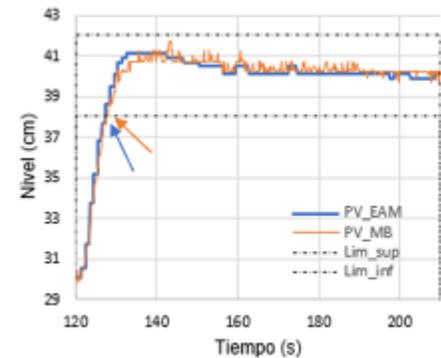


a) Bajo una estabilidad de $\pm 5\%$

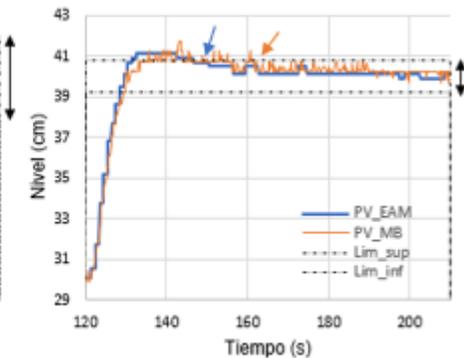


b) Bajo una estabilidad de $\pm 2\%$

PRUEBAS FUZZY I

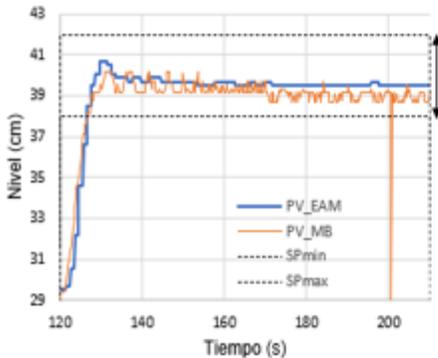


a) Bajo una estabilidad de $\pm 5\%$

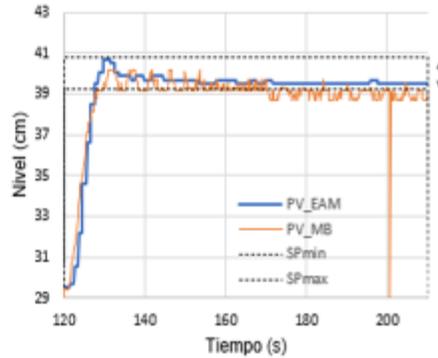


b) Bajo una estabilidad de $\pm 2\%$

PRUEBAS FUZZY II



a) Bajo una estabilidad de $\pm 5\%$



b) Bajo una estabilidad de $\pm 2\%$

Control	Tesis previa	Tesis actual		
PID - $\pm 5\%$	$\pm 2,1\%$	32,93 s	$\pm 3,9\%$	8,30 s
PID - $\pm 2\%$	$> \pm 2\%$	No estable	$\pm 1,8\%$	9,36 s
F1 - $\pm 5\%$	$\pm 4,6\%$	7,62 s	$\pm 3,3\%$	7,43 s
F1 - $\pm 2\%$	$\pm 5\%$	41,31 s	$\pm 1,7\%$	26,6 s
F2 - $\pm 5\%$	$> \pm 5\%$	No estable	$\pm 3,9\%$	6,54 s
F2 - $\pm 2\%$	$> \pm 2\%$	No estable	$\pm 1,7\%$	7,65 s

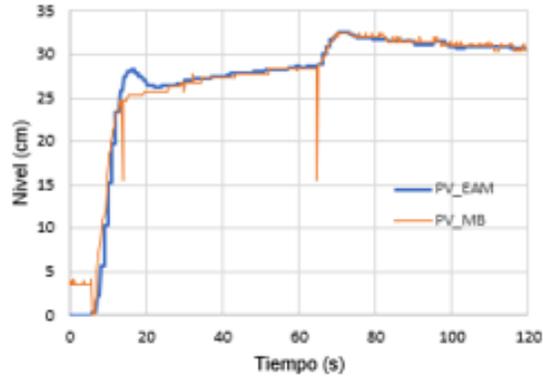


CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

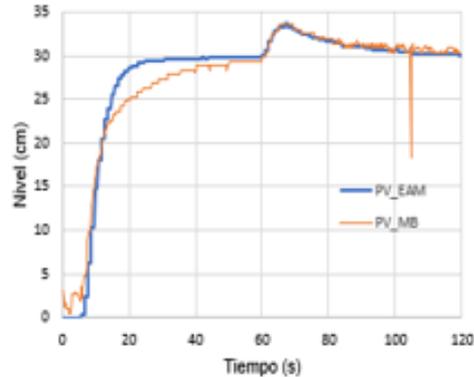
1. Comprobación envío de datos

2. Validación de la planta

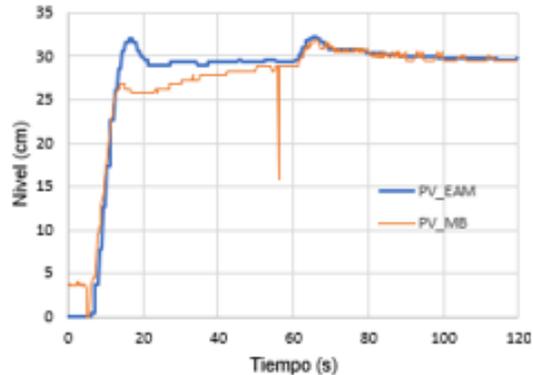
3. Evaluación de la planta



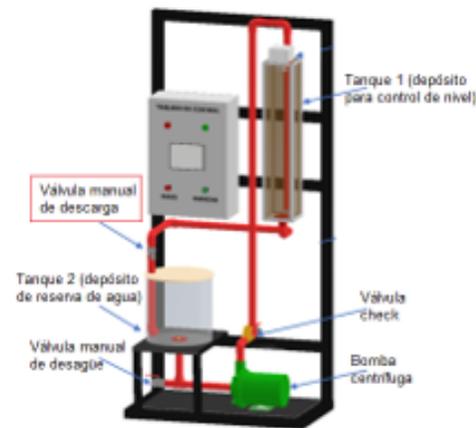
a) Prueba con PID



b) Prueba con Fuzzy I



c) Prueba con Fuzzy II



d) Válvula (perturbación)

Control	Tesis previa		Tesis actual	
PID - $\pm 5\%$	$\pm 3,8\%$	96,62 s	$\pm 4,8\%$	98,30 s
F1 - $\pm 5\%$	$\pm 3,8\%$	105 s	$\pm 4,8\%$	83,92 s
F2 - $\pm 5\%$	$\pm 3,8\%$	80,1 s	$\pm 4,8\%$	68,4 s



VI. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

SUBTEMAS

1. Conclusiones

2. Recomendaciones

3. Trabajo Futuro

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA – PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	Similar: operan bajo M/E y estándar abierto	Selección: Modbus	Posee conexión: 4 – 20 mA (sensor)
DISEÑO Y SELECCIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	Alimentación: 12 V Costo: Bajo	Conversión: 4-20 mA a RS485	Taidacent AD multicanal
SENSOR DE NIVEL PARA LA COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	Sensor EAMPPT-136 con IP68. Bajo costo.	Medición: 0 – 70 cm. Salida: 4 – 20 mA. Baja precisión y exactitud.	Taidacent AD multicanal y Waveshare (4-20 mA a USB)
IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	Configuración por Software	Modo modbus RTU	Bit de inicio, transmisión de datos, paridad y tiempo de espera.
VERIFICACIÓN DE LA PLANTA DE NIVEL CON EL MODBUS	Opera bien EAMPPT-136 ante perturbaciones (< 1,8%)	Conexión al modbus y controlador (< 1,9 %).	Ruido bajo (perturbación)
VALIDACIÓN EN BASE A LAS PRUEBAS DE LA TESIS ANTERIOR	Modo automático: PID, Fuzzy I y II. Estabilidad $\pm 5\%$ y SP variable	Sensor actual y modbus opera bien de 0 a 40 cm y salida más estable al anterior	E incluso opera bien ante una estabilidad de $\pm 2\%$



SUBTEMAS

Recomendaciones

1. Conclusiones

2. Recomendaciones

3. Trabajo Futuro

DISEÑO Y SELECCIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Disponibilidad de dispositivos en el mercado.

Prever tiempos de exportación.

Observar qué salidas y entradas tiene el Modbus.

SENSOR DE NIVEL PARA LA COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Si Instalación sensor está dentro del tanque y sumergido en líquido. Mínimo: IP58

IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Información insuficiente de la trama de comunicación del Taidacent AD multicanal.

Utilizar parámetros del Anexo 1 (1 bit inicio, 8 bits datos 4800 baudios, 0 bit paridad, 1 bit paro, Timeout = 1 s).

VERIFICACIÓN DE LA PLANTA DE NIVEL CON EL MODBUS

Generar medidas con cambios rápidos.

Conocer fiabilidad y exactitud.

Opere dentro de un rango tolerable.

VALIDACIÓN EN BASE A LAS PRUEBAS DE LA TESIS ANTERIOR

Usar EAMPPT-136.

Medición: 0 – 70 cm.

Rango adecuado para la planta.

Trabajo Futuro

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA – PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Fieldbus y/o Profibus.

Estándares abiertos.

Aplicados en la industria.

ADICIONAL

Expansión de la planta con varios sensores y actuadores.

Implementar Servidor IP para gestión de dispositivos y el sitio de destino.



**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECÁNICA

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Ingeniero
Electromecánico

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL DE BAJO COSTO
EN LA PLANTA DE NIVEL DEL LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE LA UNIVERSIDAD DE
LAS FUERZAS ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA

Autores:

Cueva Mogro, Leonardo Daniel

Pérez Yáñez, Christian Xavier

Ing. Milton Fabricio Pérez Gutiérrez, *Director*

