



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”

Tesis presentada previo a la obtención del título de Ingeniero en Electromecánica

Autores:

Basantes Pulloquina Oscar Xavier

Pilatásig Mallitásig Cristian Carlos

Director:

Ing. Moreano Martínez Edwin Homero Msc.

Latacunga – Ecuador

Enero 2014





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Latacunga - Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

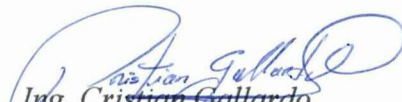
- Basantes Pulloquina Oscar Xavier
- Pilatásig Mallitásig Cristian Carlos

Con la tesis, cuyo título es: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acta de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.


Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de Enero del 2014

Para constancia firman:


Ing. Cristian Gallardo
PRESIDENTE


Ing. Marcelo Bautista
MIEMBRO

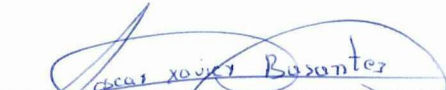

Ing. Alvaro Mullo
OPOSITOR


Ing. Moreano Edwin Msc.
TUTOR (DIRECTOR)

**DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD
AUTORÍA DE TESIS**

Este documento es de exclusiva autoría de los investigadores: **Basantes Pulloquina Oscar Xaviery Pilatásig Mallitásig Cristian Carlos**, quienes nos responsabilizamos por las ideas y comentarios emitidos en la elaboración de este proyecto.

Latacunga, 22 de Enero de 2014


.....
Sr. Basantes Pulloquina Oscar Xaviery
C.C. 050303603-0


.....
Sr. Pilatásig Mallitásig Cristian Carlos
C.C. 050286170-1

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes **Oscar Xavier Basantes Pulloquina** y **Cristian Carlos Pilatásig Mallitásig**, han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.


Latacunga, 15 de Enero del 2014.


.....
Ing. Edwin Homero Moreano Martínez Msc.
DIRECTOR DE TESIS

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Director técnico del trabajo de Investigación sobre el Tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”**, cuyos postulantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica son: Sr. **Oscar Xavier Basantes Pulloquina** y Sr. **Cristian Carlos Pilatásig Mallitásig**; se ha considerado, que los estudiantes han realizado el respectivo banco didáctico de instrumentación para el laboratorio de electromecánica del CIYA, cumpliendo con los objetivos planteados para ser sometidos a aprobación por el Honorable Consejo Académico de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, 17 de Enero del 2014.



Ing. Álvaro Mullo

COORDINADOR

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por darme la vida, paciencia, la fortaleza necesaria para culminar este trabajo pese a las dificultades y protección brindada día a día.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y docentes de la sabiduría quienes me impartieron su conocimiento y mostraron valores para que un día como hoy pueda defenderme como un profesional, a ello especial gratitud y respeto.

De manera muy especial agradezco a mi madre quien en todo momento difícil en el que me encontraba me alentaba a seguir, mis hermanas y a toda la familia por brindarme ese apoyo necesario para poder cumplir mis metas propuestas.

Al Ing. Edwin Moreano por su valioso y desinteresado asesoramiento técnico y por su conocimiento impartido para el desarrollo de este proyecto.

O. Xavier

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero y grande agradecimiento al Ing. Edwin Moreano por habernos guiado, compartiendo conocimientos y por ayudarnos en la realización de nuestro tema de tesis.

De manera especial al Ing. Oscar Mallitásig por compartir sus vivencias y experiencias.

Al Ing. Alfonso Echeverría por la confianza depositada y por apoyarnos incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto.

Nuestro sincero reconocimiento y gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirnos las puertas de la Institución, para podernos formar como profesionales, impartiendo conocimientos de vital importancia para nuestro desempeño en el campo profesional.

CRISTIAN

DEDICATORIA

A Dios (Señor de la misericordia).

Por haberme permitido llegar a un sueño, de ser profesional, haberme dado salud, lograr mis objetivos y además de su infinita bondad y amor.

A mi madre.

Carmen Amella Pulluquina por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

A mis familiares.

Quienes me apoyaron mutuamente en mi formación profesional y que hasta ahora, los considero una familia.

O. Xavier

DEDICATORIA

El presente trabajo le dedico a Dios por darme la vida y fortaleza para cumplir con este objetivo.

A mis padres Julio Pilatásig y María Rosario Mallitásig.

A mi abuelita y hermanos por ser el pilar fundamental en el transcurso de toda mi carrera universitaria y por su apoyo incondicional; a Betty por ser una mujer extraordinaria y tan especial en mi vida.

Y a toda mi familia que de una u otra forma me guiaron con sus consejos.

CRISTIAN

ÍNDICE GENERAL

Preliminares	Pág.
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
INDICE DE TABLAS.....	xxii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xxiv
RESUMEN.....	xxviii
ABSTRACT.....	xxix
AVAL DE REVISIÓN DEL RESUMEN EN INGLÉS	xxx
INTRODUCCIÓN	xxxi

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. INSTRUMENTACIÓN	1
1.1.1. Fundamentos teóricos	1
1.1.1.1. Campo de medida o rango (range).....	1
1.1.1.2. Alcance	2
1.1.1.3. Error	2
1.1.1.4. Precisión.....	2
1.1.1.5. Zona muerta (Dead band)	3
1.1.1.6. Sensibilidad.....	3
1.1.1.7. Repetibilidad.....	3
1.1.1.8. Histéresis.....	4
1.1.2. Escalas de temperatura.....	4
1.1.2.1. Absolutas.....	4
1.1.2.2. Relativa	5
1.1.2.3. Factores de conversión.....	5
1.2. TRANSDUCTORES	6
1.2.1. Elementos de transductores.....	7
1.2.2. Principios de transducción	8
1.2.3. Tipo de Transductores.....	9
1.2.1.1. Transductores pasivos.....	10
1.2.1.2. Transductores activos.....	10

1.3. TRANSDUCTOR DE TEMPERATURA.....	10
1.3.1. Sensor de Temperatura (Pt-100).....	11
1.3.1.1. Ventajas del Pt-100.....	11
1.3.1.2. Principio de funcionamiento.....	11
1.3.1.3. Conexión de los tres hilos (Pt-100).....	13
1.3.1.4. Trasmisor de temperatura.....	13
1.4. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN	14
1.4.1. Características.....	15
1.4.2. Manómetro de presión.....	15
1.5. TRANSDUCTOR DE NIVEL	16
1.6. TRANSDUCTORES DE CAUDAL	17
1.6.1. Medidor tipo switch de caudal mediante pulsos.....	18
1.7. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	18
1.8. CONTROLADORES.....	19
1.8.1. Tipos de sistemas de control.....	19
1.8.1.1. Control Manual.....	19
1.8.1.2. Control Automático.....	20
1.8.1.3. Control sin realimentación (en lazo abierto).....	20
1.8.1.4. Control con realimentación (en lazo cerrado).....	21
1.9. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	22
1.9.1. Características técnicas.....	23
1.9.2. Ventajas.....	23

1.9.3. Desventajas	23
1.9.4. Componentes internos de un PLC.....	23
1.10. SISTEMA SCADA INTOUCH.....	25
1.10.1. Características.....	25
1.10.2. Manejo y aplicación del sistema Software.....	26
1.10.3. Interface con Rj-45 y USB del control	26
1.11. VARIADOR DE FRECUENCIA	28
1.11.1. Características y funciones de los bornes de potencia.....	28
1.12. MOTOR DE INDUCCIÓN.....	31
1.13. SISTEMAS DE BOMBEO.....	32
1.13.1. Bombas de desplazamiento positivo.....	33
1.13.2. Bombas rotodinámicas.....	33
1.14. BOMBAS CENTRÍFUGAS	33
1.14.1. Terminología básica en bombas.....	36
1.14.1.1. Descarga.....	36
1.14.1.2. Cabeza.....	37
1.14.1.3. Potencia y Eficiencia.....	38
1.14.2. Curvas Características de las Bombas Centrífugas.....	39
1.14.3. Rendimiento de las bombas	41
1.14.3.1. La capacidad	41
1.14.3.2. La carga total.....	41
1.14.3.3. La velocidad a la cual funciona la bomba.....	41

1.14.4. Variables	43
1.15. TUBERÍAS Y ACCESORIOS.....	43
1.15.1. Válvula de bola y codos.....	44

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. ANÁLISIS, RESULTADOS Y COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	46
2.1.1. Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes que dictan la cátedra de instrumentación de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi	47
2.1.2. Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes que reciben la cátedra de instrumentación, de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi	55
2.1.3. Verificación de hipótesis.....	63

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

3.1. Desarrollo de la propuesta	67
3.1.1. Tema:	67
3.2. PRESENTACIÓN.....	67

3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	68
3.4. OBJETIVOS.....	69
3.4.1. Objetivo general.....	69
3.4.2. Objetivos específicos	69
3.5. ALCANCE.....	70
3.6. FACTIBILIDAD DE LA APLICACIÓN DEL BANCO DIDACTICO DE INSTRUMENTACION.....	71
3.7. IMPACTO	71
3.8. DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS PARA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.	71
3.8.1 Partes que conforma la estructura metálica del banco de pruebas.....	71
3.9. SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA DEL CONTROL DE FLUIDO.....	72
3.9.1. Sensor de temperatura Pt-100	73
3.9.2. Transmisor de temperatura	73
3.9.3. Transmisor de presión.....	74
3.9.4. Manómetro.....	74
3.9.5. Emisor de impulsos.....	75
3.9.6. Sensor de nivel tipo flotador.....	75
3.9.7. Resistencia de calentamiento	76
3.9.8. Relais de estado sólido.....	76
3.9.9. Controlador Lógico-Programable (PLC).....	77

3.9.10. Fuente eléctrica	78
3.9.11. Cable TSX CUSB 485 (Rj-45 e USB).....	78
3.9.12. Bomba centrífuga.....	79
3.9.13. Variador de Frecuencia	80
3.9.14. Contactor de línea	80
3.9.15. Borneras	81
3.9.16. Porta fusibles y Breaker de 1 polo	82
3.9.17. Switch principal del Equipo.....	82
3.9.18. Válvula de bola	83
3.10. CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DEL PROTOTIPO	84
3.10.1. Construcción de la Estructura metálica	84
3.10.1.1. Corte de Tubos.....	85
3.10.1.2. Ensamblaje de la Estructura.....	85
3.10.1.3. Montaje de los instrumentos e elementos y Conexión en el banco	86
3.11. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE TWIDOSUITE	87
3.11.1. Guía de instalación.....	87
3.11.2. Instalación del controlador para Windows	87
3.11.3. Instalación del Intouch.....	90
3.11.4. Configuración utilizada para twidoswite – (PLC)	92
3.11.5. Comunicación del software TwidoSwite al PLC.....	94
3.12. LÓGICA DE CONTROL.....	95
3.13. DESARROLLO DE LA INTERFACE HMI	98
3.13.1. Requerimientos e instalación del sistema Intouch.....	98

3.13.2. Configuración de un I/O server.....	99
3.13.3. Creación de Topic Definitions.....	100
3.14. INTERFAZ DESARROLLADA EN INTOUCH.....	101
3.14.1. Visualización de estado del sensor de temperatura.....	102
3.14.2. Visualización on/off del motor y variación de frecuencia.....	103
3.14.3. Visualización de la presión, nivel y caudal.....	104
3.14.4. Pantalla de histórico y grafico.....	106
3.15. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE GUÍAS PRÁCTICAS DE	
LABORATORIO	107
3.15.1. Práctica N° 1.....	107
3.15.2. Práctica N° 2.....	111
3.15.3. Práctica N° 3.....	116
CONCLUSIONES.....	126
RECOMENDACIONES.....	127
BIBLIOGRAFÍA.....	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Figura	Pág.
FIGURA 1.1. Transductores	6
FIGURA 1.2. Sensor de temperatura (pt-100).....	11
FIGURA 1.3. Conexión del sensor de temperatura (pt-100).....	13
FIGURA 1.4. Transductor de temperatura.....	14
FIGURA 1.5. Transductor de presión.....	14
FIGURA 1.6. Manómetro	16
FIGURA 1.7. Transductores de nivel	16
FIGURA 1.8. Switch de caudal mediante pulsos.....	18
FIGURA 1.9. Sistema de control en lazo abierto	20
FIGURA 1.10. Sistema de control en lazo cerrado.....	21
FIGURA 1.11. Controlador lógico programable (PLC).....	22
FIGURA 1.12. Componentes internos de un PLC.....	24
FIGURA 1.13. Programa intouch	25
FIGURA 1.14. Interface con RJ - 45 Y USB.....	27
FIGURA 1.15. Interfaz con RJ - 45 Y USB del control.....	27
FIGURA 1.16. Motor de inducción	32

FIGURA 1.17. Sistemas de bombeo.....	33
FIGURA 1.18. Bomba centrífuga.....	34
FIGURA 1.19. Parte de la bomba.....	35
FIGURA 1.20. Cabeza.....	37
FIGURA 1.21. Diseño flujo de (%).....	40
FIGURA 1.22. Comportamiento del sistema-bomba.....	41
FIGURA 1.23. Características de rendimiento de la bomba.....	42
FIGURA 1.24. Selección de tuberías y accesorios.....	44
FIGURA 1.25. Selección de tuberías y accesorios.....	44

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

FIGURA 2.1. Resultado de la pregunta 1.....	48
FIGURA 2.2. Resultado de la pregunta 2.....	49
FIGURA 2.3. Resultado de la pregunta 3.....	50
FIGURA 2.4. Resultado de la pregunta 4.....	51
FIGURA 2.5. Resultado de la pregunta 5.....	52
FIGURA 2.6. Resultado de la pregunta 6.....	53
FIGURA 2.7. Resultado de la pregunta 7.....	54
FIGURA 2.8. Resultado de la pregunta 1.....	56
FIGURA 2.9. Resultado de la pregunta 2.....	57

FIGURA 2.10. Resultado de la pregunta 3.	58
FIGURA 2.11. Resultado de la pregunta 4.	59
FIGURA 2.12. Resultado de la pregunta 5.	60
FIGURA 2.13. Resultado de la pregunta 6.	61
FIGURA 2.14. Resultado de la pregunta 7.	62

CAPÍTULO II

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

FIGURA 3.1. Sensor de temperatura (PT-100)	73
FIGURA 3.2. Transdutor de temperatura.....	74
FIGURA 3.3. Transdutor de presión.....	74
FIGURA 3.4. Manómetro	75
FIGURA 3.5. Emisor de impulsos tipo “REEDSWITCH”	75
FIGURA 3.6. Sensor de nivel tipo flotador	76
FIGURA 3.7. Resistencia de calentamiento	76
FIGURA 3.8. Relais de estado sólido.....	77
FIGURA 3.9. Control lógico-programable (PLC).....	77
FIGURA 3.10. Fuente electrica	78
FIGURA 3.11. Cable RJ45-USB	79
FIGURA 3.12. Bomba centrifuga.....	79
FIGURA 3.13. Variador de frecuencia.....	80

FIGURA 3.14. Contactor de línea	81
FIGURA 3.15. Borneras para el tablero	81
FIGURA 3.16. Portafusibles y breaker de 1 polo	82
FIGURA 3.17. Switch principal	83
FIGURA 3.18. Válvula de bola	83
FIGURA 3.19. Corte de la tubería de 1”	85
FIGURA 3.20. Ensamble de la estructura.....	85
FIGURA 3.21. Colocacion de las planchas	86
FIGURA 3.22. Montaje de los instrumentosy conexiones.....	87
FIGURA 3.23. Selección de lenguaje.....	88
FIGURA 3.24. Instalacion de software.....	88
FIGURA 3.25. Instalacion de software.....	89
FIGURA 3.26. Instalacion de software.....	89
FIGURA 3.27. Instalacion del intouch	90
FIGURA 3.28. Instalacion del intouch	91
FIGURA 3.29. Instalación modbus.....	91
FIGURA 3.30. Twidoswite.....	92
FIGURA 3.31. Crear un proyecto twidoswite	92
FIGURA 3.32. Selección del autómeta.....	93
FIGURA 3.33. Selección del autómeta.....	93
FIGURA 3.34. Selección de la entrada y salidas del PLC.....	94
FIGURA 3.35. Ejecucion con el controlador.....	94

FIGURA 3.36. Ejecucion con el controlador.....	95
FIGURA 3.37. Control loguico sección 1.....	96
FIGURA 3.40. Control loguico sección 2.....	97
FIGURA 3.41. I/O Server.....	99
FIGURA 3.42. Cuadro de communication port settings.....	100
FIGURA 3.43. Configure/topic definition.....	100
FIGURA 3.44. Topic definition.....	101
FIGURA 3.45. Intouch.....	102
FIGURA 3.46. Indicador de temperatura.....	103
FIGURA 3.47. Indicador on/off del motor y variador.....	103
FIGURA 3.48, (A). Indicadores de nivel de flujo	104
FIGURA 3.48, (B). Indicador del caudal.....	105
FIGURA 3.48, (C). Indicador de caudal.....	105
FIGURA 3.48. (D). Idndicador del calentador	106
FIGURA 3.49. Forma de onda.....	106
FIGURA 3.50. Forma de onda.....	107

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Tabla	Pág.
TABLA 1.1. Principio de funcionamiento	12
TABLA 1.2. Características (PLC)	23
TABLA 1.3. Características del variador de frecuencia	28

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABLA 2.1. Interpretación pregunta 1.	47
TABLA 2.2. Interpretación pregunta 2.	49
TABLA 2.3. Interpretación pregunta 3.	50
TABLA 2.4. Interpretación pregunta 4.	51
TABLA 2.5. Interpretación pregunta 5.	52
TABLA 2.6. Interpretación pregunta 6.	53
TABLA 2.7. Interpretación pregunta 7.	54
TABLA 2.8. Interpretación pregunta 1.	55
TABLA 2.9. Interpretación pregunta 2.	57
TABLA 2.10. Interpretación pregunta 3.	58

TABLA 2.11. Interpretación pregunta 4.	59
TABLA 2.12. Interpretación pregunta 5.	60
TABLA 2.13. Interpretación pregunta 6.	61
TABLA 2.14. Interpretación pregunta 7.	62
TABLA 2.15. Tabulación de encuestas a los docentes	63
TABLA 2.16. Resumen de frecuencias observables	64
TABLA 2.17. Resumen de frecuencia esperadas.....	64
TABLA 2.18. Resumen del cálculo de χ^2	65

CAPÍTULO III

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

TABLA 3.1. Lista de materiales.....	84
--	----

ÍNDICE DE ECUACIONES

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Ecuaciones	Pág.
Ec. (1.1) Fórmula para los factores de conversión.....	5
Ec. (1.2) Fórmula para los factores de conversión.....	5
Ec. (1.3) Fórmula para los factores de conversión.....	5
Ec. (1.4) Fórmula para los factores de conversión.....	5
Ec. (1.5) Fórmula para la resistencia de la bomba.....	12
Ec. (1.6) Fórmula para el caudal de volumen.....	37
Ec. (1.7) Segunda fórmula para el caudal del volumen.....	38
Ec. (1.8) Fórmula para la alturas de la bomba.....	39
Ec. (1.9) Segunda fórmula para la altura de la bomba.....	39
Ec. (1.10) Fórmula para la potencia.....	39
Ec. (1.11) Fórmula para la eficiencia hidráulica.....	39
Ec. (1.12) Fórmula para la eficiencia mecánica.....	40
Ec. (1.13) Fórmula para eficiencia expresada.....	40
Ec. (1.14) Fórmula para la eficiencia total.....	40
Ec. (1.15) Segunda fórmula para la eficiencia total.....	40
Ec. (1.16) Fórmula de la fuerza del motor.....	43
Ec. (1.17) Fórmula para la eficiencia de la bomba.....	44

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS DE RESULTADOS

Ec. (2.1) Fórmula para la frecuencia observable (SI).....	65
Ec. (2.2) Fórmula para la frecuencia observable (NO).....	65
Ec. (2.3) Fórmula para la χ^2	66
Ec. (2.4) Fórmula para el grado de libertad.....	66
Ec. (2.5) Segunda fórmula para el grado de libertad.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPÍTULO III

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

- ANEXO 1:** Guías de encuestas para la investigación de campo grupo de investigación a los docentes.
- ANEXO 2:** Guías de encuestas para la investigación de campo grupo de investigación a los estudiantes.
- ANEXO 3:** Datos de la encuesta aplicada a los docentes de las carreras de ingeniería electromecánica, eléctrica industrial.
- ANEXO 4:** Datos de la encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica, eléctrica industrial.
- ANEXO 5:** Diseño de la estructura, diagrama de fuerza del banco de pruebas
- ANEXO 6:** En el modo de conexión a 3 hilos.
- ANEXO 7:** Detalles técnicos del transmisor de temperatura.
- ANEXO 8:** Detalles del transmisor de presión.
- ANEXO 9:** Detalles del manómetro.
- ANEXO 10:** Esquema de cableado e posiciones de instalación esquema de cableado.
- ANEXO 11:** Características sensor de nivel tipo flotador.
- ANEXO 12:** Conexiones y características de la resistencia del calentado de fluido.
- ANEXO 13:** Características y conexiones del solid state relay.
- ANEXO 14:** Tensión de alimentación monofásica del PLC.
- ANEXO 15:** Características y funciones de la fuente para el PLC.
- ANEXO 16:** Características y detalles del cable TSX CUSB 485(RJ-45 E USB).
- ANEXO 17:** Conexiones de la bomba centrifuga.
- ANEXO 18:** Diagramas de conexión y cableado general de variador.

- ANEXO 19:** Característica y funciones de un contactor de línea.
- ANEXO 20:** Características de conexiones de los bornes para el tablero de instrumentos.
- ANEXO 21:** Detalles y características del porta fusibles y breaker de 1 polo.
- ANEXO 22:** Detalles del switch principal.
- ANEXO 23:** Válvula de bola 2 vías.
- ANEXO 24:** Manual de operación del banco didáctico de instrumentación.



RESUMEN

En la actualidad es muy útil que nuestros conocimientos se proyecten hacia el mundo real en dispositivos que puedan ayudar al desarrollo cognoscitivo de las nuevas generaciones de profesionales del país, por esa razón el presente trabajo investigativo está desarrollado en base a la necesidad de un banco didáctico de instrumentación para realizar prácticas con las cuatro variables de medición, Temperatura, Presión, Nivel y Caudal realizado en las Carreras de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica e Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Por lo antes explicado; el proyecto corresponde a la implementación y fue desarrollado para observar y controlar las variables, mediante una interfaz hombre máquina (HMI). Se compone principalmente de una estructura metálica diseñada para contener los elementos necesarios, software de visualización y control. El objetivo del proyecto es experimentar con las variables antes mencionada, utilizadas en la industria, señales digitales, analógicas y protocolos de comunicación conformando un prototipo que fácilmente puede ser escalado hacia una operación industrial en tiempo real.

El Sistema de Control cuenta con un mando de operación en el sitio del proceso mediante un tablero de control para el estudiante; además ofrece la posibilidad de una conexión remota mediante el protocolo de comunicación Modbus y una interface HMI, con pantalla de ingeniería que se integran al control y supervisión de las variables involucradas en el sistema.

Palabras claves: automatización, control, flujo, nivel, interfaz hombre-máquina.

.....
Ing. Edwin Homero Moreano Martínez Msc.

050260750-0

xxviii



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TOPIC:"IMPLEMENTATION OF A TEST BENCH FOR EDUCATIONAL INSTRUMENTATION LABORATORY PRACTICE STUDENT ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, PERIOD 2012".

ABSTRACT

Nowadays it is very helpful that our knowledge will project toward the real world devices that can help the cognitive development of new generations of professionals in the country, for that reason this research work is developed based on the need for a training bench instrumentation for doing practice with the four variable of measurement, Temperature, Pressure, Level and Flow Racing made in Electromechanical Engineering, Electrical and Industrial Technical University of Cotopaxi.

The project belongs to the implementation and was developed to monitor and control variables by a Human Machine Interface (HMI). It consists mainly of a metal structure designed to contain the necessary elements, display and control software. The goal of the project is to experiment with the variables mentioned and, used in industry, digital signals, analogical and communication protocols forming a prototype that can easily be scaled to an industrial real-time operation.

The system has a control operation on the site of the process through a control panel for the student , also it offers the possibility of a remote connection using Modbus communication protocol and interface HMI screen that integrate engineering the control and supervision of the variables involved in the system.

Keywords: automation, control, flow, level, interface man-machine.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Latacunga – Cotopaxi – Ecuador

AVAL DE REVISIÓN DEL RESUMEN EN INGLÉS

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo M.Sc. Sonia Jimena Castro Bungacho con C.C. 050197472-9 **CERTIFICO** que he realizado la respectiva revisión del Abstract; con el tema. **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”**. Cuyos autores son Basantes Pulloquinga Oscar Xavier; Pilatásig Mallitásig Cristian Carlos y el director de Tesis Ing. Edwin Moreano.

Latacunga, 15 de Enero de 2014

Docente:

M.Sc. Sonia Jimena Castro Bungacho

ENGLISH TEACHER

INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como propósito implementar al laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con un banco didáctico de control, funcional y práctico; el mismo que permitirá desarrollar prácticas demostrativas con variables de Temperatura, Presión, Nivel y Caudal. El prototipo construido da la facilidad al estudiante de visualizar el estado de cada una de las variables en tiempo real.

Se utilizó como partes principales para la implementación de este Prototipo ; una bomba centrífuga monofásica de inducción de 1 caballo de fuerza [hp], así como un variador de frecuencia, y elementos de instrumentación de medida para el sistema de fluido, también se dispone de elementos de protección, los cuales fueron seleccionados en base a los catálogos del fabricante, es decir que este equipo está garantizado para su buen uso y desempeño práctico en lo que se refiere a pruebas y prácticas de parámetros de medición.

Este trabajo está considerado de la siguiente estructura:

En el capítulo uno se describe de manera general conceptos básicos que fue necesario de su estudio, además se enfoca en parámetros requeridos para la selección de instrumentos que fueron utilizados en la implementación del banco didáctico de instrumentación.

El capítulo dos hace un análisis de los resultados obtenidos en las encuestas efectuadas a estudiantes y docentes quienes serán los beneficiarios directos de la ejecución de la investigación.

El capítulo tres contiene cada uno de los instrumentos eléctricos y electrónicos que fueron seleccionados para la implementación del banco didáctico según requerimientos técnicos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. INSTRUMENTACIÓN

Se denomina instrumentación a todo sistema de instrumentos y dispositivos asociados utilizados para detectar, señalar, observar, medir, controlar o comunicar cualidades de un objetivo físico o proceso.

También llamado instrumentación a la disciplina que estudia las técnicas de diseñar, construir y utilizar correctamente los sistemas de medida.

En todo proceso industrial es imperiosa la necesidad de realizar mediciones, específicamente de ciertas variables físicas como la presión, caudal, nivel, temperatura. Según **Dr. Corrales Luis. (2007).**

1.1.1. Fundamentos teóricos

Los fundamentos teóricos se lo puede clasificar en las siguientes mediciones:

1.1.1.1. Campo de medida o rango (range).

El conjunto de valores dentro de los límites superior e inferior de medida, en los cuales el instrumento es capaz de trabajar en forma confiable. Viene expresado y



estableciendo los valores extremos, para dar mayor confiabilidad a la estructura del sistema. Según, **Prof. Amendola Luis (2010)**.

Es el rango de medida en valores precisos que se podrá establecer en un instrumento industrial. Es decir que la valoración de un instrumento permite obtener la confiabilidad del mismo en un proceso o sistema de trabajo.

1.1.1.2. Alcance.

Es la diferencia entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento, para encontrar el resultado deseado. Según, **Creus Sole Antonio. (2010)**.

Es decir que podemos obtener una medida de temperatura con el termómetro en lugares térmicos, para identificar una cifra de temperatura.

1.1.1.3. Error.

Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida por el instrumentos. Según, **Prof. Beatriz Cruz Muñoz, (2007)**.

Es decir que el error realizaríamos un calculado algebraico y el instrumento de precisión obtendremos la diferencia de medición en la variable que se podrá medir.

1.1.1.4. Precisión.

Se denomina precisión a la capacidad que posee un instrumento para dar el mismo resultado en medidas diferentes realizadas en las mismas condiciones. No debe

confundirse con exactitud ni con reproducibilidad. Según, **Prof. Carnero Mercedes. (2005)**.

Es la mínima división de escala de un instrumento indicador con precisas medidas y una constante que se percibe en las medidas frecuentes.

1.1.1.5. Zona muerta (Dead band).

Es el máximo campo de variación de la variable en el proceso real, para el cual el instrumento no registra ninguna variación en su indicación, es el campo de valores de la variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento. Según, **Ing. Amendola Luis. (2010)**.

Es una medida que el instrumentó no podría detectar en la zona, o no podría ser visible en el campo de medición.

1.1.1.6. Sensibilidad.

Es la relación entre la variación de la lectura del instrumento y el cambio en el proceso que causa este efecto, después de haberse alcanzado el estado de reposo. Según, **Creus Sole Antonio. (2010)**.

1.1.1.7. Repetibilidad.

Es la capacidad de un instrumento de repetir el valor de una medición, de un mismo valor de la variable real en una única dirección de medición, recorriendo todo el campo del sistema de instrumentación. Según, **Prof. Castaño John Fabio. (2013)**.

Es decir que repetibilidad se realizaría a una medición en caso que no podríamos obtener la medición correcta en una variable.

1.1.1.8. Histéresis.

Es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice o la pluma del instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida del instrumento a medir las variables. Según, **Prof. Castaño John Fabio. (2013)**.

Es la variación del indicador analógico en que recorre en las posiciones correspondientes de medición.

1.1.2. Escalas de temperatura

Uno de los requisitos para medir la temperatura es establecer una escala de temperatura que se puede usar en el instrumento registrado o indicador. Según, **Ing. Rodríguez José Ma. (2007)**.

Esencialmente existen dos tipos de escalas: absolutas y relativas; desprendiéndose en las siguientes.

1.1.2.1. Absolutas.

➤ *Escala kelvin*

Es la unidad de temperatura en el S.I. (Sistema Internacional) el cero de la escala coincide con el cero absoluto ($-273,15^{\circ}\text{C}$); mientras que el punto de hielo vale $273,15^{\circ}\text{K}$ y el punto de vapor $373,15^{\circ}\text{K}$, es decir que $1^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{K}$.

➤ *Escala Rankin*

Es una escala de temperatura absoluta relacionada con la escala Fahrenheit, puesto que existe diferencia (180°F) entre los puntos de hielo y de vapor. El cero

absoluto significa 0°R ($-459,7^{\circ}\text{F}$); mientras que el punto de hielo equivale a $491,7^{\circ}\text{R}$ y el punto de vapor es de $671,7^{\circ}\text{R}$. Además $1^{\circ}\text{F} = 1^{\circ}\text{R}$.

Las dos escalas anteriores son empleadas en aplicaciones científicas y de ingeniería respectivamente.

1.1.2.2. Relativa.

➤ *Escala centígrada*

Llamada también Celsius, tiene 100 divisiones partiendo de cero, entre los puntos de hielo y de vapor del agua.

➤ *Escala Fahrenheit*

Se basa en el termómetro de mercurio con el punto de hielo definido a 32°F y el punto de vapor a 212°F . La diferencia entre estos dos punto es de 180.

1.1.2.3. Factores de conversión.

$$^{\circ}\text{C} = (5/9) * (^{\circ}\text{F} - 32) \quad \text{Ec. (1.1)}$$

$$^{\circ}\text{F} = (9/5) * ^{\circ}\text{C} + 32 \quad \text{Ec. (1.2)}$$

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15 \quad \text{Ec. (1.3)}$$

$$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459,7 \quad \text{Ec. (1.4)}$$

Dónde:

$^{\circ}\text{C}$ = Grados Centígrados

$^{\circ}\text{F}$ = Grados Fahrenheit

$^{\circ}\text{k}$ = Grados Kelvin

$^{\circ}\text{R}$ = Grados Rankin

1.2. TRANSDUCTORES

Es un dispositivo que convierte la potencia eléctrica de una corriente en potencia acústica o mecánica o viceversa.

Los transductores son mecanismos que traducen los valores de una cierta magnitud física a valores de otra magnitud física con la que existe una relación matemática bien definida, denominada relación de entrada-salida. Según, **La Enciclopedia Salvat (2007)**.

La mayoría de los transductores actuales transforman una señal de entrada en una señal electromagnética que, a su vez se traducen en la señal de salida deseada. En general, un traductor electromagnético consta de un elemento sensor o captador de la señal de entrada, que transforma las variables de una cierta magnitud en variaciones de señal electromagnética; en la etapa de tratamiento de la señal, la señal captada por el transductor es filtrada y amplificada en función de las necesidades de la señal de salida; la etapa de salida comprende relés, transmisores y diversos circuitos para alimentar la carga de salida, como se muestra en la Figura 1.1.

FIGURA 1.1. TRANSDUCTORES



FUENTE: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/transductores.htm>

1.2.1. Elementos de transductores

Produce una señal relacionada con la magnitud que está siendo medida. En algunos transductores, la generación de la salida eléctrica a partir del mensurado físico se verifica en dos etapas. Según: **Ing. Rodríguez José Ma. (2007)**.

Existe un elemento detector, que responde directamente a la variable a medir denominado también sensor, se lo ubica lo más cerca posible a la variable física y un elemento de transducción en el que se origina la salida eléctrica.

Otro de los elementos son los circuitos electrónicos para el acondicionamiento y el procesamiento de las señales, se pueden encapsularse integralmente con el transductor.

Estas funciones son:

- Generación de voltaje y frecuencia, de excitación o de referencia
- Generación de la señal de salida típicamente por medio de un circuito puente o de un circuito potenciométrico.
- Acondicionamiento de la señal; es decir, amplificación de salida de bajo nivel y Ajuste de los valores de voltaje o corriente de salida a nivel de estándares.
- Supresión de ruido filtrado o aislamiento de tierra
- Conversión de señales tales como de corriente alterna/corriente continua(AC/DC), o de corriente continua(A/D) y viceversa
- Procesamiento de señales, tales como liberalización de salida inherentemente no lineales.

Es decir que la salida de un voltaje determinado se puede aislar su distribución de ruido por medio de un filtro que viene a condensar el voltaje a través de un aislamiento que se esparce en la tierra, lo que provoca una salida de bajo nivel de los estándares del sonido.

1.2.2. Principios de transducción

Estos principios es la transformación de un tipo de energía en señal eléctrica o viceversa por medio de un transductor. Según, **Ing. José Ma. Rodríguez (2007)**.

Los principios de transducción son el fundamento físico sobre el cual se asienta la conversión de una magnitud física a otra. Los transductores para detectar una variable física pueden estar basados en principios diferentes.

Entre los más importantes tenemos:

- **Transducción reluctiva:** Convierte un cambio de la variable física de entrada en un cambio de tensión alterna, debido al cambio en la reluctancia del camino magnético entre dos o más devanados, con una excitación alterna aplicada al sistema.
- **Transducción electromagnética:** Convierte el cambio de una señal de entrada en una f.e.m. (fuerza electromotriz) de salida inducida en una conducción debido a un cambio en el flujo magnético en la ausencia de excitaciones.
- **Transducción piezoeléctrica:** Convierte un cambio de la señal a medir en un cambio en la carga electrostático (Q) o extensión (E) generada por cierto material cuando se encuentran sometidos a un esfuerzo mecánico.
- **Transducción fotoconductora:** Convierte el cambio de la señal de entrada en un cambio de resistencia de un material semiconductor, debido a un cambio de iluminación incidente sobre el material.
- **Transducción fotovoltaica:** Los cambios de la señal de entrada ocasiona un cambio en la tensión generada cuando la iluminación incidente sobre una unión entre ciertos materiales distintos cambia.

- **Transducción termoeléctrica:** Convierte un cambio de la variable física a medir en un cambio en la f.e.m. generada por la diferencia de temperatura existe generada entre las dos uniones de dos materiales distintos relacionados debido al efecto Seebeck (Diferencia de temperatura debido a un voltaje eléctrico).
- **Transducción por ionización:** Convierte un cambio de la magnitud a medir en un cambio de la corriente de ionización ejercida sobre un gas entre dos elementos.

1.2.3. Tipo de Transductores

Existe una diversidad de transductores que sirven para diferentes clases de mediciones, entre los más utilizados cabe destacar los siguientes. Según, **La Enciclopedia Salvat (2004)**.

Transductores de Posición: Sirve para detectar la posición de un objeto respecto del transductor, suelen ser detectores digitales.

Los transductores de proximidad: Les permiten destacar la posición del objetivo a distancia; para ellos disponen de captadores inductivos, ópticos o magnéticos, según el sistema utilizado.

Los transductores de desplazamiento: Suelen ser binarios y utilizados sensores láser o ultrasónicos.

Entre los transductores de temperatura, cabe destacar los termostatos, los termopares, los termómetros de resistencia termo sensible y los pirómetros, cuando se trata de muy alta temperatura. De acuerdo al principio eléctrico los transductores son de dos tipos: **PASIVOS** y **ACTIVOS**:

1.2.1.1. Transductores pasivos.

Son aquellos que cambian sus características en un elemento pasivo, tal como: resistencias, inductancia, reluctancia o capacitancia. Otra característica importante de este tipo de transductores es que requiere de una fuente de polarización.

1.2.1.2. Transductores activos.

Se denominan también de autogeneración, son aquellos que generan una corriente o voltaje como resultado de una forma de energía, transductores activos son aquellos que requieren corriente o voltaje para trabajar. Ejemplo de transductores activos son galgas de tensión, detectores de resistencia en temperatura (o en inglés RTDS).

1.3. TRANSDUCTOR DE TEMPERATURA

La medida de la temperatura es una de las más comunes y las más importantes que se efectúan en los procesos industriales casi todos los fenómenos físicos están afectados por ella la temperatura se utiliza, frecuentemente para inferir el valor de otras variables del proceso. Según, **CREUS SOLEANTONIO (2010)**.

Es decir que la temperatura es la parte fundamental en todo proceso industrial y es necesario definir ciertos términos de medición. Hay que tomar en cuenta los cambios de sistemas para saber las diferencias de temperaturas.

Tipos de transductores de temperatura:

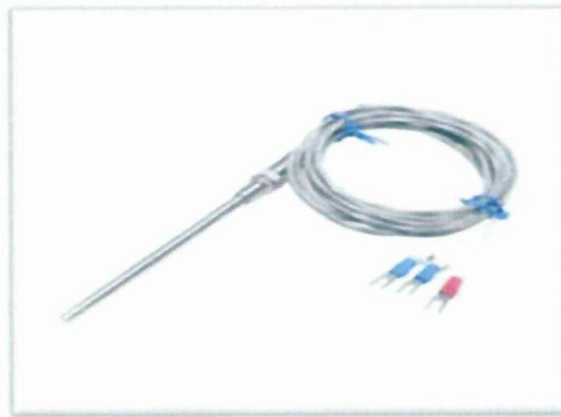
- Termómetro de vidrio
- Termómetros bimetalicos
- Termómetros de bulbo y capilar



1.3.1. Sensor de Temperatura (Pt-100)

Un Pt-100 es un sensor de temperatura, consiste en un alambre de platino que a 0°C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde, como se muestra en la Figura 1.2.

FIGURA 1.2. SENSOR DE TEMPERATURA (PT-100)



FUENTE: <http://www.aliexpress.com/price/pt100-sensor-price.html>

1.3.1.1. Ventajas del Pt-100.

La Pt 100 superan temperaturas especialmente en aplicación que oscila entre rangos de 100 y 200°. La Pt-100 puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema (hasta unos 30 metros) utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión.

1.3.1.2. Principio de funcionamiento.

Su funcionamiento se basa en la variación de resistencia eléctrica a cambios de temperatura del medio. El elemento 0°C tiene 100 ohms.

El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. Según, **Ing. OCHOA AMOROSO. (2011)**.

El material que forma el conductor (platino), posee un coeficiente de temperatura de resistencia α , el cual determina la variación de la resistencia del conductor por cada grado que cambia su temperatura según la siguiente ecuación.

$$R_t = R_o (1 + \alpha t) \quad \text{Ec. (1.5)}$$

Dónde:

R_o = Resistencia en Ω (ohms) a 0°C

R_t = Resistencia en Ω (ohms) a t°C

t = Temperatura actual

α =coeficiente de temperatura de la resistencia cuyo valor entre 0°C y 100°C es de $0.003850\Omega \times (1/\Omega) \times (1/^\circ\text{C})$ en la escala práctica de temperaturas Internacionales (IPTS-68). Como podemos observar en la **Tabla 1.1**.A continuación se despliegan las características el Platino comparadas con otros materiales:

TABLA 1.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Materia I	Resistividad $\mu\Omega/\text{cm}$	Coeficiente de t° $\Omega/\Omega, ^\circ\text{C}$	Intervalo útil temp. $^\circ\text{C}$	Resistencia 0°C Ω	Precisión $^\circ\text{C}$
Platino	9,83	0.003850	-200 a 950	25, 100, 130	0,01
Níquel	6,38	0,0063 0.0066	-15 a 300	100	0,50

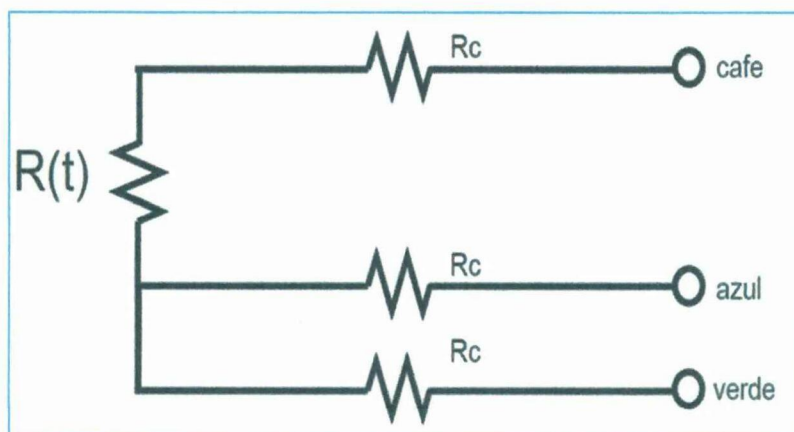
Cobre	1,56	0,00425	-200 a 120	10	0,10
--------------	------	---------	------------	----	------

FUENTE: <http://www.slideshare.net/angelicarinconc/que-es-pt100>

1.3.1.3. Conexión de los tres hilos (Pt-100).

El modo de conexión de 3 hilos es el más común y resuelve bien el problema de error generado por los cables. El único requisito es que los tres cables tengan la misma resistencia eléctrica pues el sistema de medición se basa (casi siempre) en el “puente de Wheatstone”. Según, **Dr. CORRALES. (2007)**. Por supuesto el lector de temperatura debe ser para este tipo de conexión, como se indica en el Figura 1.3.

FIGURA 1.3. CONEXIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA (PT-100)



Fuente: http://www.bdigital.unal.edu.co/917/1/3349761_2009.pdf

1.3.1.4. Trasmisor de temperatura.

Este es un dispositivo electrónico al cual se conecta el sensor de temperatura para obtener una señal estandarizada de 4 a 20mA o en otros casos de 0 a 10V, pues este tipo de señal es requerida por el banco analógico del Control Lógico Programable (PLC) para su normal funcionamiento. Según, **Ing. Bustillos, O. (2009)**.

Se puede obtener señales de 0–10V del Pt-100, temperatura que se mide para transferir a un banco analógico del PLC. Como se muestra en la Figura 1.4.

FIGURA 1.4. TRASDUCTOR DE TEMPERATURA



FUENTE: <http://www.aliexpress.com/wholesale/pt100-temperature-transmitter.html>

1.4. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN

Los transductores de presión se utilizan para el control de sistemas de presión. Por otro lado, los transductores de presión también se pueden usar para controlar presiones en calderas y dirigirlas mediante un sistema de regulación y control. Según, **CREUS SOLEANTONIO (2010)**.

Es decir que en este tipo de transductores se aplican para controlar y regular todo proceso industrial, como se muestra en la Figura 1.5.

FIGURA 1.5. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN



Fuente: <http://www.tme.eu/es/details/p3276b088020/transformadores-de-presion/tecsis>

1.4.1. Características

Model Wika	Tiempo de respuesta
Presión de entrada	Rango de temperatura
Conexión de presión	Temperatura compensada
Entrada eléctrica	Conexión eléctrica
Alimentación	Potencia eléctrica
Carga máxima	Líquido de transmisión
Exactitud	

Tipos de transductores de presión:

- Transductores mecánicos.
- Elementos neumáticos.
- Elementos electromecánicos y electrónicos.

1.4.2. Manómetro de presión

Un manómetro es un instrumento que permite medir la presión de flujo contenido en recipientes cerrados, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases. Según, **Ing. DIEGO PATRICIO (2011)**.

Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor de presión manométrica; dichos aparatos reciben el nombre de manómetros.

Los manómetros son los instrumentos utilizados para medir la presión de fluidos (líquidos y gases). Lo común es que ellos determinen el valor de la presión relativa, aunque pueden construirse también para medir presiones absolutas. La presión manométrica se expresa ya sea por encima, o bien por debajo de la presión atmosférica, como se muestra en la Figura 1.6.

FIGURA 1.6. MANÓMETRO



FUENTE: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/wika-pressure-gauge.html>

1.5. TRANSDUCTOR DE NIVEL

Los transductores de nivel pueden ser de tipo continuo o discreto. A partir de la medida de nivel de un líquido en un tanque conociendo su geometría, dimensiones y densidad, puede determinarse el volumen y la masa. La medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto del funcionamiento correcto. Como se muestra en la Figura 1.7. Puede ser utilizado en tanques de agua salada, agua dulce, la jardinería, en acuario de peces, en conjunto con bombas de agua, en bandejas de drenaje de aire acondicionado, en máquinas de hielo, con relés, o cualquier tipo de proyecto que desee, este sensor se trata de un mini interruptor flotador, no contiene mercurio. Según, **CREUS SOLEANTONIO (2010)**.

FIGURA 1.7. TRANSDUCTORES DE NIVEL



FUENTE: <http://www.abcelectronica.net/productos/sensores/flujo-agua>

Características sensor de nivel con ángulo 90°:

Rango de contacto máximo: 10W	Material cuerpo: Plástico
Voltaje máximo de contacto: 100VDC	Rango de temperatura: -10°C a 85°C
Máxima corriente de contacto: 0.5A.	Tamaño flotador: 10mm x 15mm
Voltaje máximo de ruptura: 220VDC	Diámetro rosca: 11.5mm
Resistencia de contacto: 100m Ohms	Diámetro tuerca: 21mm
	Largo del sensor: 53.7mm
	Altura del sensor: 28.2mm
	Largo del cable: 36cm

Tipos de transductores de nivel:

- Medidores de nivel de líquidos
- Medidores de nivel de sólidos

1.6. TRANSDUCTORES DE CAUDAL

El transductor de caudal es un elemento que se basa en distintos principios según se trate de fluidos compresibles o no. Son aplicados en procesos industriales, de plantas piloto en las que son importantes la medición de los caudales de líquidos o de gases.

Medidores volumétricos determinan el caudal en volumen del fluido (desplazamiento). Hay que señalar que la medida de caudal en la industria se efectúa principalmente con elementos que dan lugar a una presión diferencial al paso del fluido. Según, **CREUS SOLE ANTONIO (2010)**.

Entre estos elementos se encuentran los caudalímetros de obstrucción; la placa-orificio o diafragma, la tobera, y el tubo Venturi.

1.6.1. Medidor tipo switch de caudal mediante pulsos

Emisor de impulsos tipo “reedswitch” para medidores de chorro o fluido único y múltiple con Salida de Pulsos para registrador de datos al Controlador Lógico-Programable PLC.

El emisor, en combinación con el imán instalado en serie en la relojería del medidor, transmite un número de impulsos proporcional al flujo.

Es apropiado para lectura a distancia, sistemas de dosificación. Según, **MADDLENA S.P.A. (2010)**, como se muestra en la Figura 1.8.

FIGURA 1.8. SWITCH DE CAUDAL MEDIANTE PULSOS



FUENTE: <http://mbv.8k.com/cap6.html>

Tipos de transductores de presión:

- Extensómetro
- Capacidad variable
- Piezoeléctrico
- Contacto con el material medido
- Señal de salida

1.7. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS

Un instrumento se considera calibrado cuando en todos los puntos de su campo de medida, la diferencia entre el valor real de la variable y el valor indicado,

registrado o transmitido, está comprendido entre los límites determinados por la premiación del instrumento. Según, **Ing. Rodríguez José Ma. (2007)**.

En un instrumento ideal, la relación entre los valores reales de la variable comprendidos dentro del campo de medida y los valores de lectura es lineal.

En condiciones de funcionamiento estático, las desviaciones respecto a la relación lineal indicada dan lugar a los errores de calibración de los instrumentos.

1.8. CONTROLADORES

En el estudio y análisis de los sistemas de control se busca la manera de manipular a conveniencia estas variables de proceso en base a condiciones iniciales y herramientas adicionales que permitan hacer que el sistema cumpla con las especificaciones de funcionamiento deseadas. Por otra parte, **Ing. Rodríguez José Ma. (2007)**.

1.8.1. Tipos de sistemas de control

En el ambiente industrial se reconocen dos tipos de sistemas de control que son: **Control Manual y Control Automático.**

1.8.1.1. Control Manual.

En la operación manual los sentidos humanos constituyen los elementos de medición, el cerebro humano el controlador y las señales son transmitidos a través del sistema nervioso. Según, **Ing. Rodríguez José Ma. (2007)**.

No es factible la recolección de datos sobre el comportamiento de las variables del proceso, y un operador sólo puede atender unas cuantas variables del proceso.

1.8.1.2. Control Automático.

En este tipo de control, el hombre no interviene en las decisiones de control, su función es reemplazada por un **controlador**, el mismo que se encarga de efectuar la acción de control pertinente. Según, **Ing. Rodríguez José Ma. (2007)**.

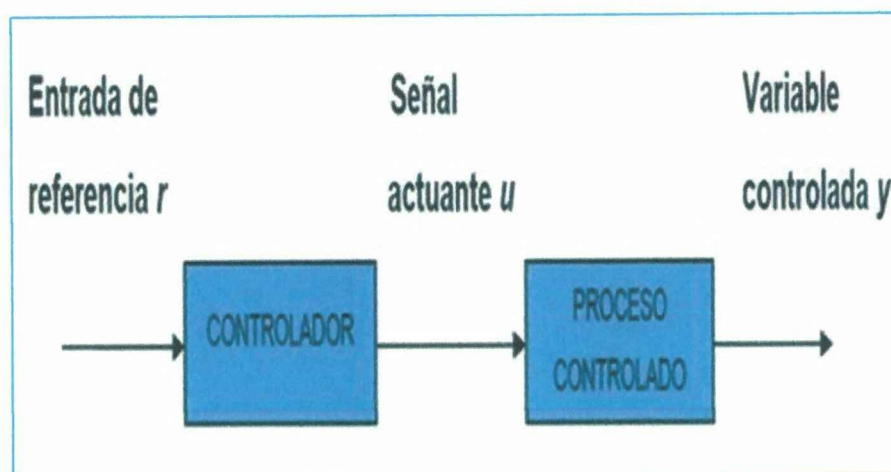
Los sistemas de control automático producen una señal de control que domina la desviación a cero a un valor pequeño, se clasifican en sistemas de lazo abierto y de lazo cerrado.

1.8.1.3. Control sin realimentación (en lazo abierto).

Una señal de entrada o comando r se aplica al controlador, cuya salida actúa como señal actuante u . La señal actuante controla Y el proceso controlado de tal forma que la variable controlada se desempeñe de acuerdo con estándares preestablecidos. Según, **Katsuhiko OGATA (1998)**.

El sistema de lazo abierto o sistema si realimentación. La salida no tiene efecto sobre el sistema. Como se muestra en la Figura 1.9.

FIGURA 1.9. SISTEMA DE CONTROL EN LAZO ABIERTO



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos67/tecnologia-control/tecnologia-control.shtml>



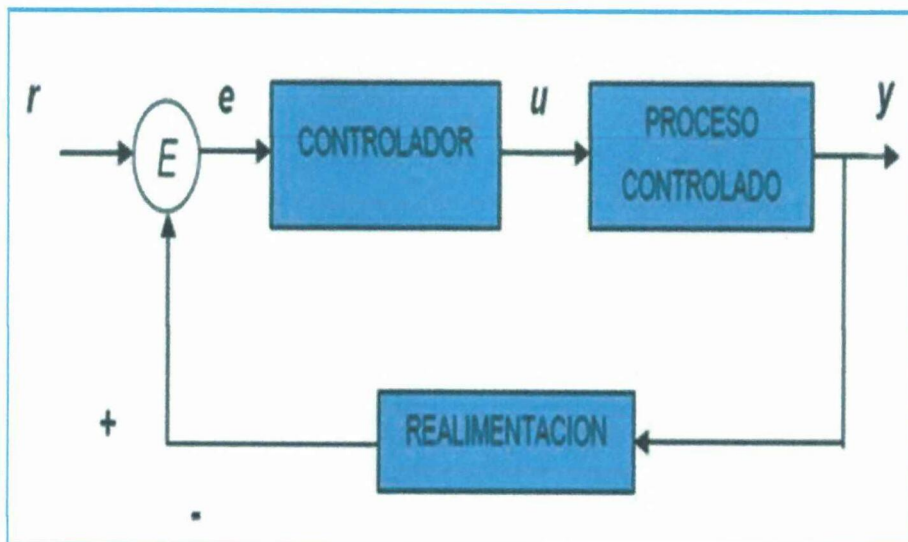
1.8.1.4. Control con realimentación (en lazo cerrado)

Para obtener un control más exacto, la señal controlada debe ser realimentada y comparada con la entrada de referencia r , y se debe enviar una señal actuante u proporcional a la diferencia de la entrada y la salida e , a través del sistema para corregir el error. Según, **OGATA Katsuhiko, (2007)**.

En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la salida de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas o integrales) a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente.

El término control de lazo cerrado implicará siempre el uso de acciones de control con retroalimentación con el fin de reducir el error del sistema. Un sistema con una o más trayectorias de realimentación se denomina **sistema en lazo cerrado**, como se muestra en la Figura 1.10.

FIGURA 1.10. SISTEMA DE CONTROL EN LAZO CERRADO



FUENTE: <http://guinea-edeso.blogspot.com/2012/02/ejemplos-de-control-en-lazo-cerrado.html>

1.9. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Un PLC, denominado así por sus siglas en inglés de Controlador Lógico Programable, es un conjunto de dispositivos electrónicos que fue inventado para reemplazar los circuitos secuenciales de relés utilizados en el control de máquinas y en el control de procesos. Según, **OGATA Katsuhiko, (2005)**.

Las primeras industrias realizaban el control de las variables de forma manual, a través de operadores que visualizaban el estado del proceso mediante indicadores ubicados en las cañerías y/o recipientes y equipos.

Se basaba en un programa de control escrito por el usuario y almacenado en memoria, monitorea los equipos conectados a las entradas/salidas y controla el estado de los equipos que están conectados como salidas, como se indica en la Figura 1.11.

FIGURA 1.11. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)



FUENTE: <http://www.technoserve.co.za/twido.htm>

1.9.1. Características técnicas

TABLA 1.2. CARACTERÍSTICAS (PLC)

Número de I/O	Entradas	Salidas	Memoria Programa	Peso Kg.
24I/O	14/24VCD	10 salidas de relé	3000instrucciones	0.305

FUENTE: Grupo de investigación

Un controlador lógico programable es por consiguiente nada más que una computadora, que apunta a las tareas del mando específicas con toda seguridad.

1.9.2. Ventajas

- Control más preciso
- Mayor rapidez de respuesta
- Flexibilidad control de procesos
- Seguridad en el proceso
- Mejor monitoreo del funcionamiento
- Mejor mantenimiento

1.9.3. Desventajas

- Mano de obra especializada
- Centraliza el proceso
- Condiciones ambientales apropiadas
- Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas

1.9.4. Componentes internos de un PLC

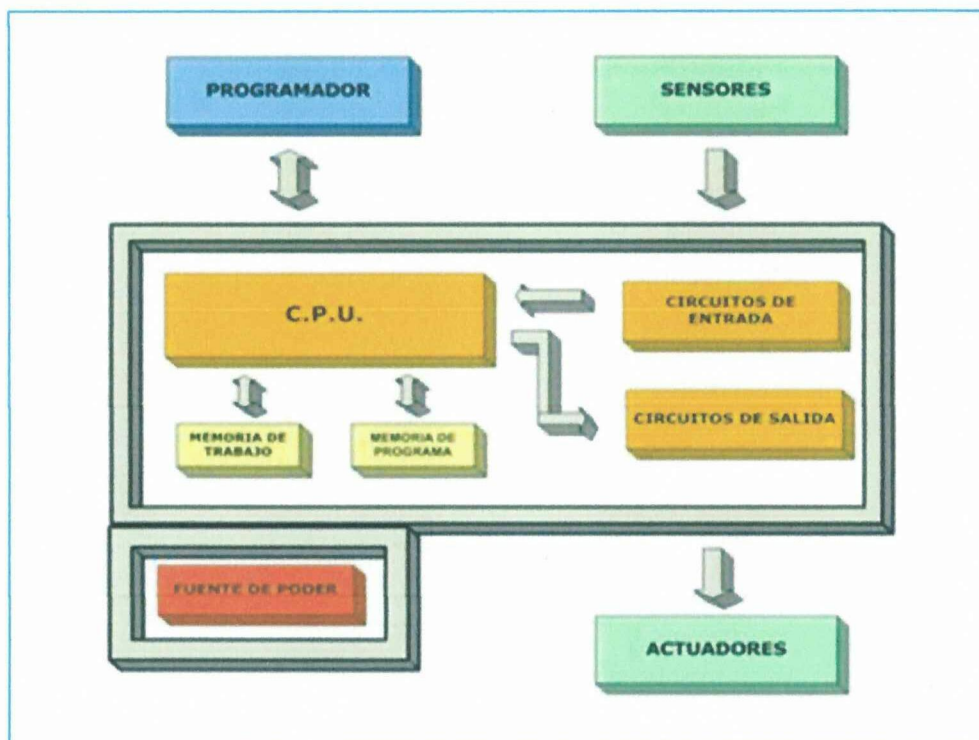
Un autómata programable lee entradas, escribe salidas y resuelve lógica basada en un programa de control. La creación de un programa de control para un autómata,

consiste en escribir una serie de instrucciones en uno de los lenguajes de programación.

El PLC (Programmable Logic-Controller) es un equipo electrónico programable diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente industrial un proceso secuencial. Se puede obtener especificación técnicas de entradas y salidas para conexiones de instrumentos o elementos que se podrían comunicar mediante un programa como podemos observar en la Figura 1.12.

- Bloques de entrada.
- Bloques de salida.
- Unidad central de procedimiento (CPU).
- Memoria del PLC.
- Fuente de alimentación eléctrica.
- Dispositivos de programación.

FIGURA 1.12. COMPONENTES INTERNOS DE UN PLC



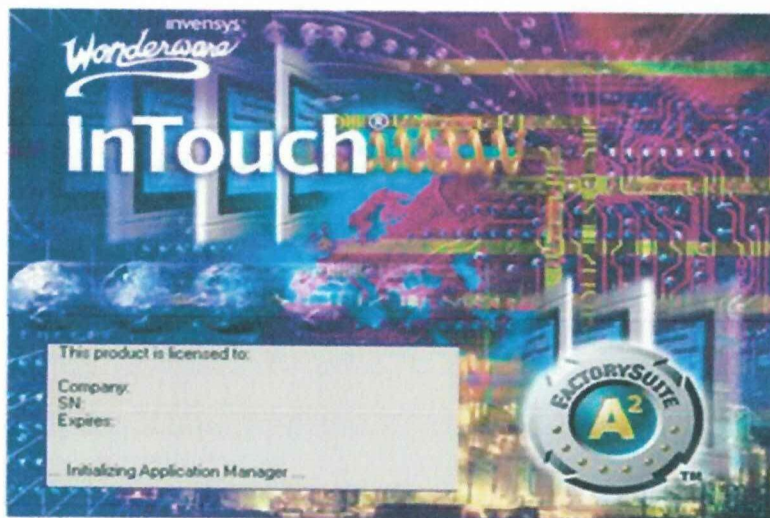
FUENTE:<http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/Presentaci%P.L.C.pdf>

1.10. SISTEMA SCADA INTOUCH

Primeramente podemos definir que el término Scada viene de las siglas “Supervisory Control and Data Adquisition”, es decir adquisición de datos y control de supervisión, por lo tanto InTouch es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de interface hombre-máquina bajo entorno PC. InTouch utiliza como sistema operativo el entorno WINDOWS 95/98/NT/2000. Según, **Ing. Guilbert Paúl. (2005).**

El Intouch es un software que fue diseñado para crear y desarrollar interfaces graficas las cuales permitirán interactuar al usuario con la maquina o proceso que se podrán utilizar al desarrollo de control industrial. Como se muestra en la Figura 1.13.

FIGURA 1.13. PROGRAMA INTOUCH



FUENTE: Grupo de Investigación

1.10.1. Características

Es una herramienta potente y flexible, diseñada para automatizar, monitorear, supervisar y controlar procesos. Pueden exportar las principales características del Microsoft Windows, incluye el intercambio Dinámico de datos (Dynamic Data

Exchange -DDE), enlace de objetos y empotrado (ObjectLinking and Embedding-OLE) y gráficos.

Características de Transmisión:

- Comunicación serial, tasa de transmisión recomendada 9600 bps o 19200bps
- Bits de parada: 1 o 2 bits
- Modo de transmisión para bits de datos:
- 8 bits para RTU
- 7 bits para ASCII
- Paridad: Ninguna, par o impar. Ninguna paridad recomendado para Modbus RTU e integración con I/O Server Modbus de HMI
- Tiempo de desconexión variable. Por defecto 5000ms

1.10.2. Manejo y Aplicación del Sistema Software

Intouch Interfaz Humano Maquina (HMI) para monitoreo y control de procesos industriales ofrece una sobresaliente facilidad de uso, creación y configuración de gráficos. Por otra parte, **Basantes Hidalgo Guilbert Paúl. (2005).**

Permite a los usuarios la creación y puesta en marcha de aplicaciones para la captura de información en tiempo real. Las aplicaciones creadas con Intouch son lo suficientemente flexibles para cubrir las necesidades y permitir su ampliación para el acondicionamiento a futuros requerimientos. En esta primera parte al estudiante se le ofrecen un pequeño sustento teórico, con los conceptos básicos que se deben conocer, para entender como está concebido el ambiente HMI que ofrece el InTouch.

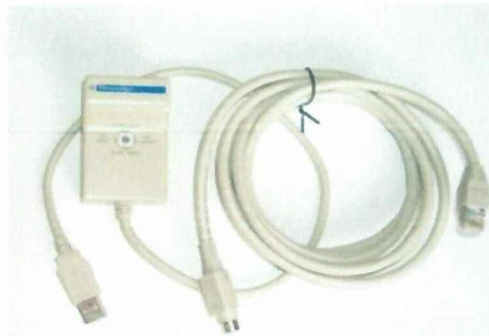
1.10.3. Interface con Rj-45 y USB del control

Cada autómatas Twido tiene un puerto terminal EIA RS485 integrado, con su propia fuente de alimentación interna, en el puerto 1.

El puerto EIA RS232C del PC se puede conectar al puerto 1 del autómata con el cable TSX PCX1031.

Este cable convierte las señales comprendidas entre EIA RS232 y EIA RS485. El cable TSX PCX1031 incorpora un conmutador rotativo de cuatro posiciones para seleccionar distintos modos de funcionamiento. El CPU incluye en puertos USB, el conector RJ-45 del puerto serial es el situado en la parte inferior del PLC. Aunque el conector RJ-45 es el mismo que es usado en redes de datos Ethernet, el cableado y las señales eléctricas son diferentes. Como se muestra en la Figura N° 1.14.

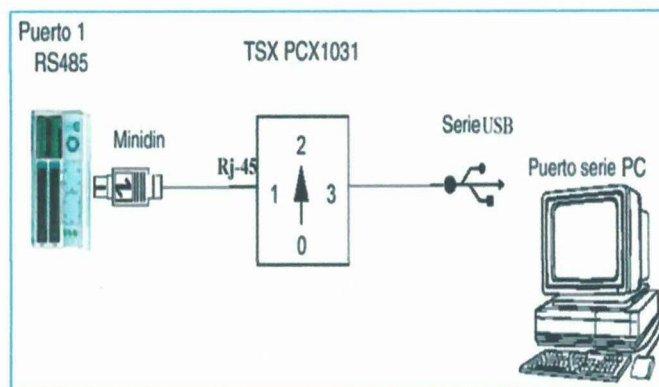
FIGURA 1.14. INTERFACE CON RJ-45 Y USB



FUENTE: Universidad de Alicante

El control para el sistema que se ha planteado para este banco es el indicado a continuación. Como se muestra en la Figura 1.15.

FIGURA 1.15. INTERFAZ CON RJ-45 Y USB DEL CONTROL



FUENTE: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/402/Tesis_t154si.pdf?sequence

1.11. VARIADOR DE FRECUENCIA

Consiste en un sistema para el control de velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada a un motor.

Un variador con capacidad para motores hasta de 5 Hp de potencia, puede ser conectado con alimentación monofásica o trifásica.

1.11.1. Características y funciones de los bornes de potencia

Las características y funciones como se muestra compuesto el variador de frecuencia.

TABLA 1.3. CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Bornero	Función	Característica eléctricas
R1A	Contacto NA del relé	Poder de conmutación mínima: ➤ 5 mA para 24 Vc Poder de conmutación máxima: ➤ 2 A para 250V a y para 30Vc carga inductiva ($\cos\Phi = 0,4$ y $L/R = 7$ ms)
R1B	Contacto NC del relé	➤ 3 A para 250V a y 4A para 30Vc en carga de resistencia ($\cos\Phi = 1$ y $L/R = 0$)
R1C	Común del relé	➤ Tiempo de respuesta: 30 ms máximo.

COM	Común de las E/S analógicas y lógicas	
AI1	Entrada analógica en corriente o tensión	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resolución: 10 bits. ➤ Precisión: $\pm 1\%$ a 25 °C (77 °F). ➤ Linealidad: $\pm 0,3\%$ (escala plena). ➤ Tiempo de muestreo: 20 ms \pm 1 ms <p>Entrada analógica de tensión de 0 a +5 V o de 0 a +10 V (tensión máxima 30 V), impedancia: 30 kΩ</p> <p>Entrada analógica de corriente de x a y mA, impedancia: 250 Ω.</p>
5 V	Alimentación eléctrica de consigna para potenciómetro de referencia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Precisión: $\pm 5\%$ ➤ Intensidad máxima: 10 Ma
AO1	Salida analógica de corriente o de tensión (colector)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resolución: 8 bits. ➤ Precisión: $\pm 1\%$ a 25 °C (77 °F). ➤ Linealidad: $\pm 0,3\%$ (escala plena). ➤ Tiempo de muestreo: 4 ms (máximo 7 ms). ➤ Salida analógica de tensión: 0 a +10 V (tensión máxima +1%). ➤ Impedancia de salida mínima: 470 Ω. ➤ Salida analógica de corriente: x a 20 mA. ➤ Impedancia de salida máxima: 800 Ω.

LO1	Salida lógica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tensión: 24 V (máxima 30 V). ➤ Impedancia: 1 kΩ, máximo 10 mA (100 mA en colector abierto). ➤ Linealidad: ± 1%. ➤ Tiempo de muestreo: 20 ms ± 1 ms.
CLO	Común de la salida lógica (emisor)	
LI1 LI2 LI3 LI4	Entradas lógicas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entradas lógicas programables. ➤ Alimentación eléctrica +24 V (máximo 30 V). ➤ Impedancia: 3,5 kΩ. ➤ Estado: 0 si < 5 V, estado 1 si > 11 V en lógica positiva. ➤ Estado: 1 si < 10 V, estado 0 si > 16 V o desconectado en lógica negativa. ➤ Tiempo de muestreo: < 20 ms ± 1 ms.
+24V	Alimentación de +24 V proporcionada por el variador	+ 24 V -15% +20% protegido contra cortocircuitos y sobrecargas. Corriente máxima del cliente disponible 100mA.

FUENTE: Grupo de investigación



1.12. MOTOR DE INDUCCIÓN

Dado que la mayoría de las máquinas utilizadas en la industria están en movimiento por motores asíncronos alimentados por corriente alterna trifásica, en este trabajo daremos unas ideas muy generales de este tipo de motores.

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. El motor de inducción, es el motor de corriente alterno más utilizado, debido a su fortaleza y sencillez de construcción.

Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de *hp* hasta varios miles de caballo de fuerza (*hp*), y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

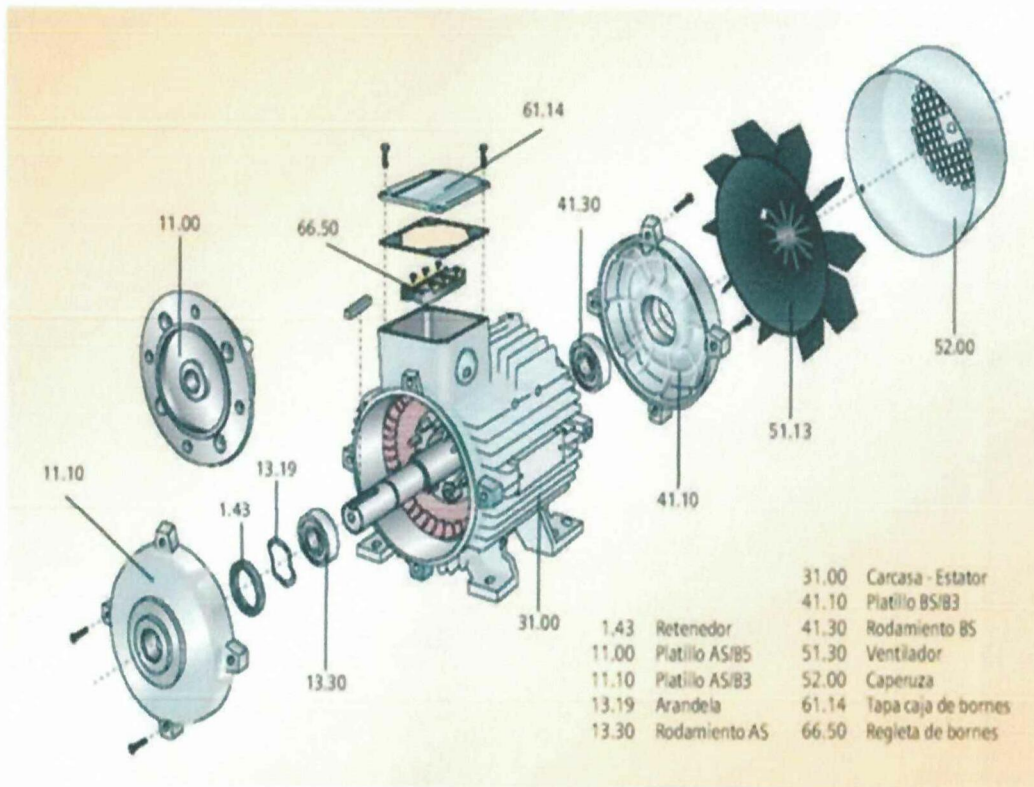
El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla; b) bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras.

Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° en el espacio. Según el Teorema de Ferraris, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120° , se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Las máquinas de inducción es un transformador generalizado que:

- Transforma energía eléctrica del estator hacia el rotor.
- Cambia la frecuencia.

Se basa en el flujo de energía mecánica. Por esta razón, si a una máquina rotatoria se alimenta con energía eléctrica en el estator se obtendrá energía mecánica en el rotor, en caso contrario operara como generador. Como se muestra en el Figura 1.16.

FIGURA 1.16. MOTOR DE INDUCCIÓN



FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos91/motor-asincrono/motor>

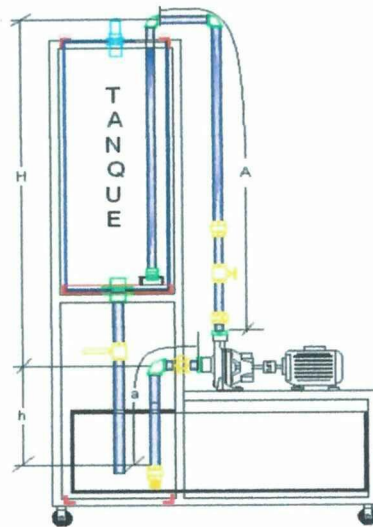
Las máquinas de inducción son las más usadas en la industria gracias su robustez, mínimos o nulos requerimientos de mantención y menores costos de operación.

1.13. SISTEMAS DE BOMBEO

La acción de bombeo es la adición de energías cinética y potencial a un líquido con el fin de moverlo de un punto a otro. Esta energía hará que el líquido efectúe trabajo, tal como circular por una tubería o subir a una mayor altura. Según, **Naughton, K. "Bombas, Uso y Mantenimiento (2005).**

El sistema de bombeo es realizado en los procesos de caudal que se pretende utilizar, el nivel estático y el nivel dinámico para el caudal deseado. Como se puede detallar en la Figura 1.17.

FIGURA 1.17. SISTEMAS DE BOMBEO



FUENTE: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1/D-42146.pdf>

Este proceso se lleva a cabo por medio de máquinas denominadas bombas, que según su principio de funcionamiento se dividen en:

1.13.1. Bombas de desplazamiento positivo

Un principio de la bomba centrífuga se basa en guiar el fluido que se desplaza a lo largo de su trayectoria, variaciones de presión, gracias a los desplazamientos de volumen en el órgano de retención.

1.13.2. Bombas rotodinámicas

Son máquinas que manejan fluidos, en las cuales el intercambio de energía (de la máquina al fluido) es debido a la variación del momento cinético del fluido al paso por los conductos de un órgano, que se mueve con movimiento de rotación dotado de álabes o paletas que se denomina rotor.

1.14. BOMBAS CENTRÍFUGAS

En una bomba centrífuga, el líquido es forzado por la presión atmosférica u otra hacia un grupo de paletas en rotación que viene a ser un impulsor que descarga el

líquido a una presión más alta y a mayor velocidad en su periferia. Según, **Baumeister, Manual del Ingeniero Mecánico, (2009).**

La mayor parte de la energía de velocidad se convierte en energía de presión por medio de una voluta (bombas de voluta) o con un grupo de paletas de difusión estacionarias (bombas de difusor) que rodean la periferia del impulsor.

Las bombas son dispositivos que se encargan de transferir energía a la corriente del fluido impulsándolo, desde un estado de baja presión estática a otro de mayor presión.

La bomba centrífuga es una maquina elaborada para trasladar líquidos de un pozo, tanques, etc. Manipulada de un motor eléctrico a una alta velocidad alta o mayor, como se demuestra en la Figura 1.18.

FIGURA 1.18. BOMBA CENTRÍFUGA



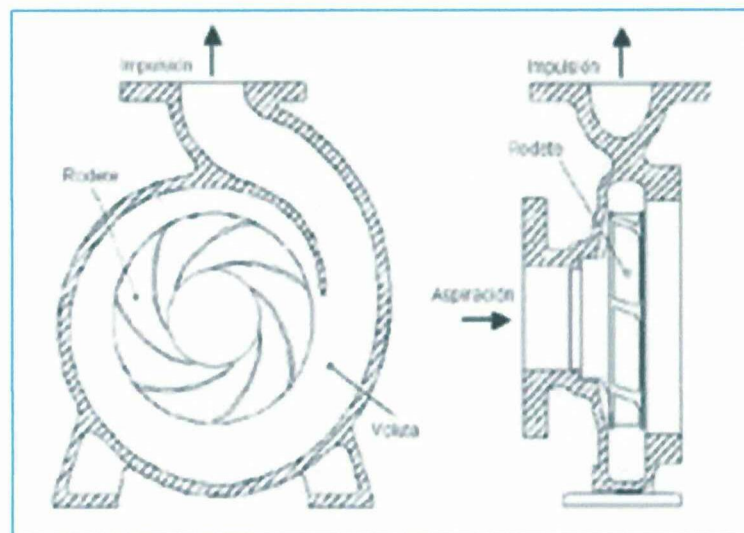
FUENTE: <http://bombas/882-bomba-centrifuga-3-4hp-ekkon-expertos.html>

Los elementos de que consta una instalación de bomba centrífuga son:

- Una tubería de aspiración, que concluye prácticamente en la brida de aspiración.

- El impulsor o rodete, formado por un conjunto de álabes que pueden adoptar diversas formas y que giran dentro de una carcasa circular. El rodete es accionado por un motor, y va unido solidariamente al eje, siendo la parte móvil de la bomba.
- La voluta es un órgano fijo que está dispuesta en forma de caracol alrededor del rodete, a su salida, de tal manera que la separación entre ella y el rodete es mínima en la parte superior, y va aumentando hasta que las partículas líquidas se encuentran frente a la abertura de impulsión. Como se puede mostrar en el Figura 1.19.

FIGURA 1.19. PARTE DE LA BOMBA



FUENTE: Universidad de Cantabria, “Máquinas Hidráulicas”

Las bombas centrífugas se dividen en diversas categorías, de las cuales en su mayoría dependen del impulsor.

En primer lugar, los impulsores se clasifican de acuerdo a la dirección principal del flujo con respecto al eje de rotación, de allí que las bombas centrífugas pueden tener impulsores de flujo radial, axial y mixto. Según, **Baumeister, “Manual del Ingeniero Mecánico (2009).**

Se clasifican de acuerdo a la disposición del flujo en bombas centrífugas de succión sencilla con una sola entrada en un lado; de succión doble, en que el agua fluye en forma simétrica hacia el impulsor desde ambos lados. La finalidad básica de una bomba centrífuga, en cualquier sistema para manejo de fluidos, es agregarle energía al fluido y dado que la bomba es una máquina dinámica, depende por completo de los cambios en las relaciones de velocidad para producir la energía.

1.14.1. Terminología básica en bombas

Los términos básicos utilizados para definir y por lo tanto medir el funcionamiento de las bombas son:

1. Descarga o caudal
2. Cabeza
3. Potencia y Eficiencia

1.14.1.1. Descarga.

También llamado caudal o capacidad de una bomba, es el volumen de líquido bombeado por unidad de tiempo. La medición del caudal de fluidos, constituye uno de los aspectos más importantes del control de procesos industriales. Según, **Baumeister, Manual (2009)**.

El valor de un caudal se determina midiendo generalmente la velocidad del fluido que pasa por una conducción de sección determinada. Mediante este procedimiento indirecto lo que se logra medir es el caudal volumétrico (Q_v) que en su forma más simple sería:

$$Q_v = V * A \quad \text{Ec. (1.6)}$$

Dónde:

A: es la sección transversal del tubo (m^2)

V: la velocidad lineal del fluido (m/s)

El principio de operación se basa en medir la caída de presión que se produce a través de una restricción que se coloca en la línea de un fluido en movimiento, esta caída de presión es proporcional al flujo, y se expresa de la siguiente forma:

$$Q_v = \frac{C_d * A \sqrt{2 * p * dp_o}}{p} \quad \text{Ec. (1.7)}$$

Dónde:

C_d: es el coeficiente de descarga en el instrumento de medida

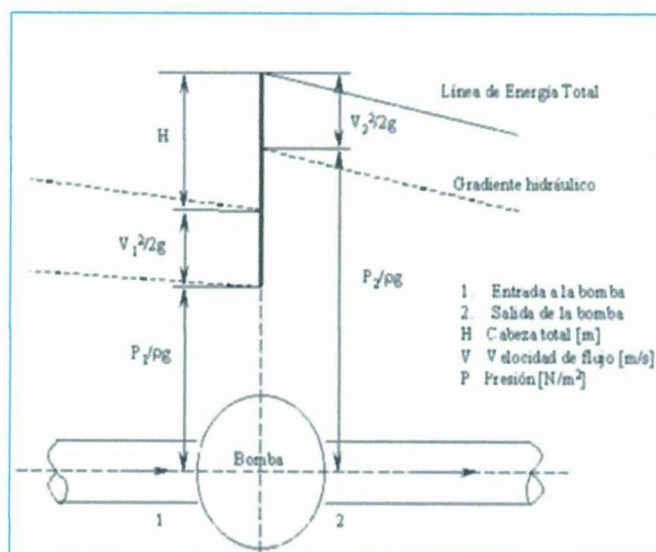
A: es la sección transversal de la tubería (m²)

dp_o: es el diferencial de presión medido por el instrumento (Pa).

1.14.1.2. Cabeza.

La energía proporcionada por una bomba a un sistema se expresa como la cabeza equivalente del líquido que está siendo bombeado y se conoce como la cabeza total de la bomba. La cabeza total es la diferencia entre la cabeza de energía total a la salida y la cabeza de energía total a la entrada, como se muestra en el Figura 1.20.

FIGURA 1.20.CABEZA



FUENTE: <http://www.monografias.com/bombas-centrifugas/bombas-centrifugas2.shtml>

La cabeza total de la bomba viene dada por:

$$H = \left(\frac{P_2}{\gamma} - \frac{P_1}{\gamma} \right) + \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) \quad \text{Ec. (1.8)}$$

De encontrarse la entrada a la bomba a un nivel distinto al de la salida de la bomba, la cabeza total se expresa como:

$$H = (Z_2 - Z_1) \left(\frac{P_2}{\gamma} - \frac{P_1}{\gamma} \right) + \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) \quad \text{Ec. (1.9)}$$

Siendo $Z_2 - Z_1$ la diferencia de altura entre la entrada y salida de la bomba.

1.14.1.3. Potencia y Eficiencia.

La potencia **P** consumida por el fluido al producir la cabeza total dinámica de la bomba **H** a la descarga, es dada por la siguiente ecuación:

$$P = \rho * g * Q * H \quad \text{Ec. (1.10)}$$

Dónde:

ρ : es la densidad del fluido (Kg/m^3)

g : gravedad (m/s^2)

Q : Caudal (m^3/s)

Sin embargo, las pérdidas por fricción del fluido en la bomba influyen en la eficiencia hidráulica E_h que se define como:

$$E_h = \frac{\text{Potencia util absorbida por el fluido (Pu)}}{\text{Potencia dada por el impulso (Ph)}} * 100\% \quad \text{Ec. (1.11)}$$

Además las pérdidas mecánicas en los cojinetes, etc., requieren una eficiencia mecánica E_m definida como:

$$E_m = \frac{\text{Potencia util absorbida por el fluido } (P_h)}{\text{Potencia dada por el impulso } (P_m)} * 100\% \quad \text{Ec. (1.12)}$$

Existe otra eficiencia expresando las perdidas electromecánicas en el motor definida por la siguiente ecuación:

$$E_e = \frac{\text{Potencia util absorbida por el fluido } (P_h)}{\text{Potencia dada por el impulso } (P_h)} * 100\% \quad \text{Ec. (1.13)}$$

De allí que la eficiencia total se definiría entonces como:

$$E_t = \frac{\text{Potencia util absorbida por el fluido } (P_u)}{\text{Potencia dada por el impulso } (P_{gr})} * 100\% \quad \text{Ec. (1.14)}$$

$$E_t = \frac{p * g * Q * H}{P_{gr}} * 100\% \quad \text{Ec. (1.15)}$$

1.14.2. Curvas Características de las Bombas Centrífugas.

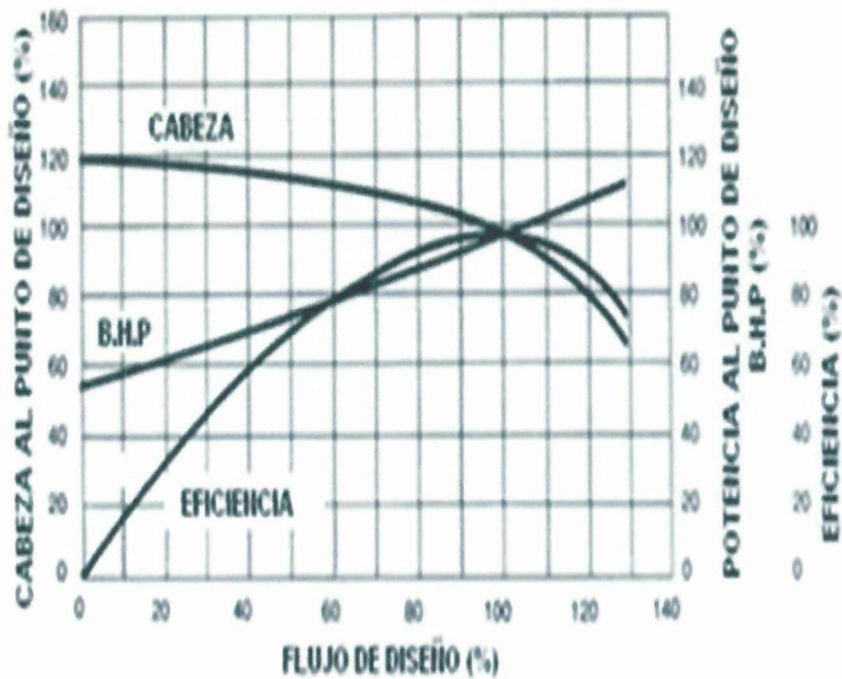
Una curva de bombeo o curva característica de una bomba, es una representación gráfica de una característica específica del rendimiento de una bomba. Según, **Fernández, P. Bombas centrífugas y volumétricas. (2008)**

En esta gráfica es de utilidad, tanto para especificar las bombas para una aplicación, como para determinar si una bomba que ya ha sido instalada está rindiendo al nivel de su capacidad.

En este tipo de mecanismos las características operativas más importantes para su selección y definición de comportamiento se pueden resumir en tres relaciones, como se encuentra en el Figura 1.21.

- Flujo volumétrico y cabeza (energía proporcionada al fluido)
- Flujo volumétrico y potencia.
- Flujo volumétrico y eficiencia.

FIGURA 1.21. DISEÑO FLUJO DE (%)



Fuente: www.monografias.com

Esta curva del sistema es la que representa el comportamiento de todo el sistema en cual se encuentra la bomba instalada.

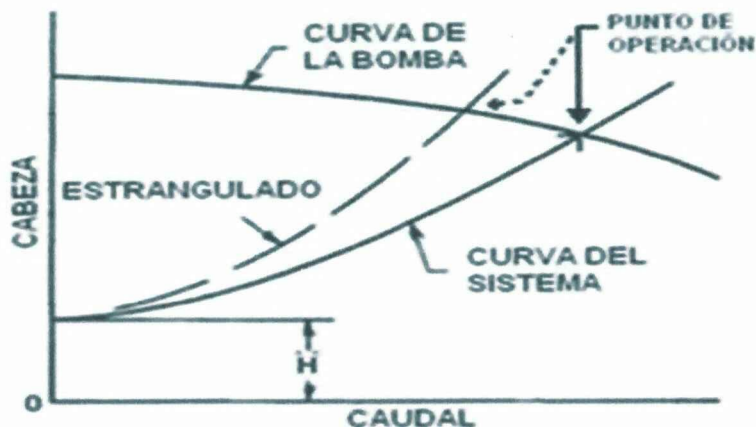
La energía entregada por la bomba al fluido, despreciando la transferencia de calor y el trabajo viscoso está dada por H , (en términos de cabeza).

Dado que existen pérdidas internas en las bombas de tipo hidráulica, volumétrica y mecánica; cobra sentido definir la eficiencia de la bomba.

El punto de operación de una bomba es aquel donde su curva característica se intercepta con la curva característica del sistema. Como se muestra en el Figura 1.22.



FIGURA 1.22.COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA-BOMBA



FUENTE: www.monografias.com

1.14.3. Rendimiento de las bombas

El rendimiento hidráulico de una bomba centrífuga incluye tres factores básicos:

1.14.3.1. La capacidad.

Expresada en unidad de volumen por unidad de tiempo, como rpm.

1.14.3.2. La carga total.

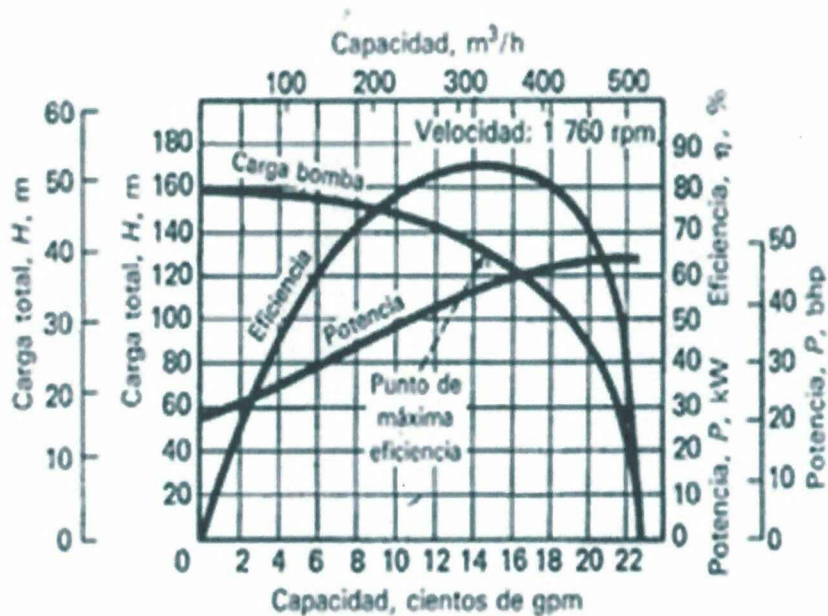
Expresada en unidades de longitud del líquido que se bombea.

1.14.3.3. La velocidad a la cual funciona la bomba.

Generalmente expresada en RPM. Aunque la fuerza centrífuga producida depende tanto de la velocidad en la periferia del impulsor como de la densidad del líquido, la energía que se aplica por unidad de masa del líquido es independiente de la densidad del líquido. Por tanto, en una bomba dada que funcione a cierta

velocidad y que maneje un volumen definido de líquido, la energía que se aplica y transfiere al líquido, en pascales (Pa), metros múltiplo de la unidad columna de agua (m.c.a.) o pies libras sobre libras(pie-lb/lb) de líquido es la misma para cualquier líquido sin que importe su densidad. La curva también indica el caballaje al freno requerido con diversos flujos y la eficiencia correspondiente de la bomba. La capacidad a la cual la bomba trabaja con más eficiencia se llama punto de máxima eficiencia. Como se muestra en el Figura 1.23.

FIGURA 1.23. CARACTERÍSTICAS DE RENDIMIENTO DE LA BOMBA



FUENTE: Mc Naughton, K. Bombas – selección, uso y mantenimiento

Sería más correcto llamar a *WHP* caballos de líquido, que se determinan con:

$$WHP = \frac{QH(sp*gr)}{3960} \quad \text{Ec. (1.16)}$$

Dónde:

WHP = caballos de agua,

Q = capacidad de la bomba, rpm.

H = carga total, ft.

sp.gr = gravedad específica.

La potencia requerida para la propulsión de la bomba son los caballos de agua divididos entre la eficiencia (η) de la bomba. Por lo tanto al dividir la ecuación anterior entre esta eficiencia se tiene:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1} ; \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 ; \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \quad \text{Ec. (1.17)}$$

Cabe destacar que generalmente ocurren ciertas desviaciones de estas leyes incluso con reducciones más o menos pequeñas de diámetro de impulsor.

1.14.4. Variables

Dichas variables pueden clasificarse, según el campo a la cual están dedicadas en: variables térmicas (como la temperatura, calor específico, valor calorífico, etc.), variables de radiación (nuclear y electromagnéticas), variables de fuerza, velocidad, cantidad, tiempo, geométricas, variables de propiedades físicas (como densidad y peso específico, viscosidad), variables de composición química y variables eléctricas. Según, **Bustillos, O. (2009)**.

La medición de las cantidades involucradas permite controlar el proceso, las variables son conocidas como variable controlada y variable manipulada. La variable manipulada es la cantidad o condición variada por el controlador y que se utiliza para mantener a la variable controlada en su punto de fijación (punto de control o régimen) corrigiendo o limitando las desviaciones de la variable medida al valor deseado.

1.15. TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Para esta aplicación no fue necesario aplicar tubería galvanizada, ya que la presión no esta tan grande, se aplicó tubería PVC de 1" para la parte de succión y de descarga. Como se muestra en la Figura 1.24.

FIGURA 1.24. SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS



FUENTE: <http://www.tuberiasyaccesorios.com>

1.15.1. Válvula de bola y codos.

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso.

Los accesorios básicamente fueron bushing, uniones universales, válvula unidireccional, codos de 90 grados como se puede, como se puede ver en la Figura 1.25.

FIGURA 1.25. SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS



FUENTE: Grupo de investigación

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación muestra la factibilidad para llevar a cabo la implementación de un banco didáctico de control de caudal, nivel, presión, y temperatura, para mejorar el aprendizaje práctico de las Carreras de Electromecánica, Eléctrica, Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que al contar con este tipo de instrumentos permitirá a los estudiantes desarrollar destrezas, habilidades en cuanto al proceso académico de los estudiantes de la Carrera antes mencionada.

Los tipos de investigación utilizados para desarrollar el proyecto fueron:

Descriptiva.

Al aplicar este tipo de investigación se pudo conocer la realidad que enfrentan los estudiantes de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica, Industrial al no poseer equipos de instrumentación para la ejecución de prácticas.

De campo.

Fue desarrollada en la Universidad específicamente en las Carreras de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica, Industrial para entender cuál es el tipo de problema que ésta presenta y poder encontrar las posibles soluciones.

La técnica utilizada para esta investigación se describe a continuación:

Encuesta.

Esta técnica se empleó con el fin de recopilar información que proporcionarán los docentes y estudiantes de la Carreras de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica, Industrial la cual se encuentra en el **ANEXO 1**.

Esta fue la base para establecer si la investigación era factible de realizarla.

2.1. ANÁLISIS, RESULTADOS Y COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La encuesta aplica por el grupo investigador, está dirigida a los docentes y estudiantes de la carreras de Ingeniería Electromecánica, Electrónica e Industrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, con la información obtenida se podrá establecer que es necesario la implementación de un banco didáctico de instrumentación, la misma que cuenta con la aplicación de instrumentos industriales, para controlar el sistema de fluido, el cual permitirá crear un sistema automatizado por medio de un PLC, tanto el diseño mecánico, eléctrico y el desarrollo del manual de operación y mantenimiento del equipo para el desarrollo de prácticas en los laboratorio de las carreras mencionadas.

La encuesta se aplica a 15 docentes y 180 estudiantes de las tres carreras mencionadas y los resultados se muestra en el **ANEXO 1-2**, ya que es importante conocer la opinión de cada uno de los docentes y estudiantes de cada carrera de Ingeniería Electromecánica, Electrónica e Industrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

2.1.1. Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes que dictan la cátedra de instrumentación de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

En el ANEXO 1 se puede observar los resultados detallados de la encuesta realizada a 15 docentes de las carreras de Ingeniería Electromecánica, Electrónica e Industrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. A la vez en el ANEXO 2 se observar el modelo de la encuesta realizada a los docentes de la UTC esta consta de siete preguntas claras y concretas las cuales son de tipo cerradas debido a que sus datos son de fácil reconocimiento.

A continuación se presenta de una forma clara y precisa los resultados obtenidos en el proceso de investigación, mediante diversas tablas y gráficos para un mejor entendimiento de los resultados obtenidos en las encuestas.

Con esto se conseguirá que los docentes compartan experiencias en el campo de instrumentación aplicada a las cuatro variables, Nivel, Caudal, Presión, Temperatura, para realizar prácticas a los estudiantes y así de esta manera contribuir con el desarrollo del conocimiento de los futuros profesionales.

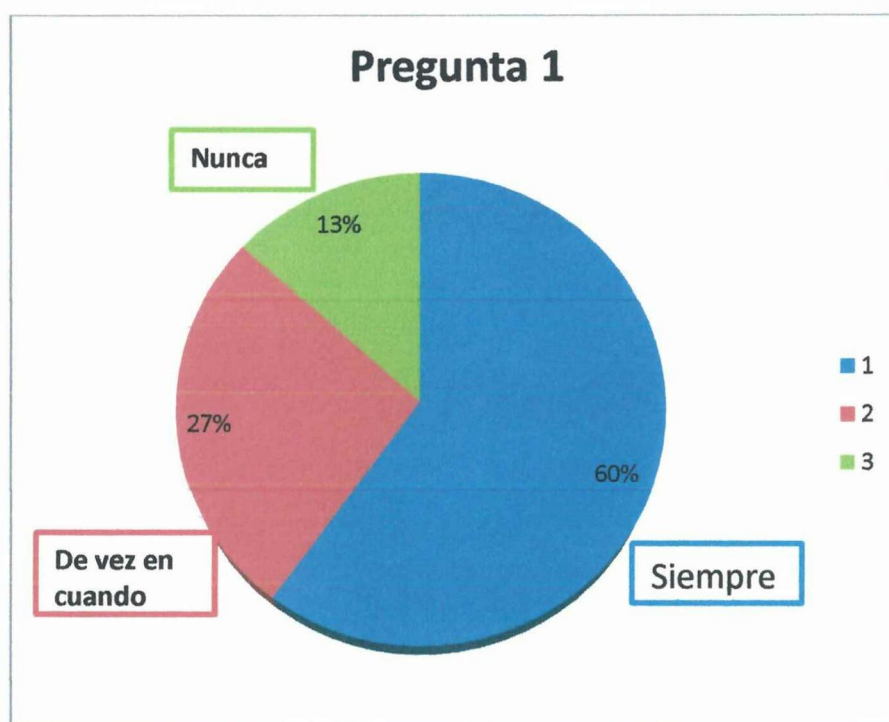
1. ¿Con que frecuencia utiliza usted el laboratorio con sus estudiantes?

TABLA 2.1 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 1.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	9	60%
De vez en cuando	4	27%
Nunca	2	13%
Total	15	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.1. RESULTADO DE LA PREGUNTA 1.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

Con relación a esta pregunta el 60% de profesores opinan que siempre utilizan los laboratorios de las carreras de Electromecánica, Eléctrica e Industrial, el 27% de vez en cuando y el 13% que nunca.

De lo que se desprende que más de la mitad de encuestados manifiestan que siempre utilizan los laboratorios de las carreras de Electromecánica, Eléctrica e Industrial para el trabajo con sus estudiantes porque aquí se realizan prácticas de la cátedra de instrumentación, comprobaciones de experimentos y una variedad de fenómenos que necesitan ser demostrados por medio del método científico que se encarga de esta clase de estudios.

2. ¿Cree usted que es necesario la complementación práctica luego de haber realizado una clase teórica?

TABLA 2.2 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 2.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
SI	14	93%
No	1	7%
Total	15	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.2. RESULTADO DE LA PREGUNTA 2.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

De acuerdo a la pregunta planteada el 93% de encuestados expresan si es necesario la complementación práctica luego de la teoría y el 7% que no es necesario.

Por consiguiente una porcentualización muy grande manifiesta que si es necesario e indispensable que luego de exponer teóricamente, se comprueba con la demostración práctica del mismo para aplicar de mejor manera el conocimiento en el estudiante y más bien cuando se trate de temas netamente técnicos como es la electromecánica.

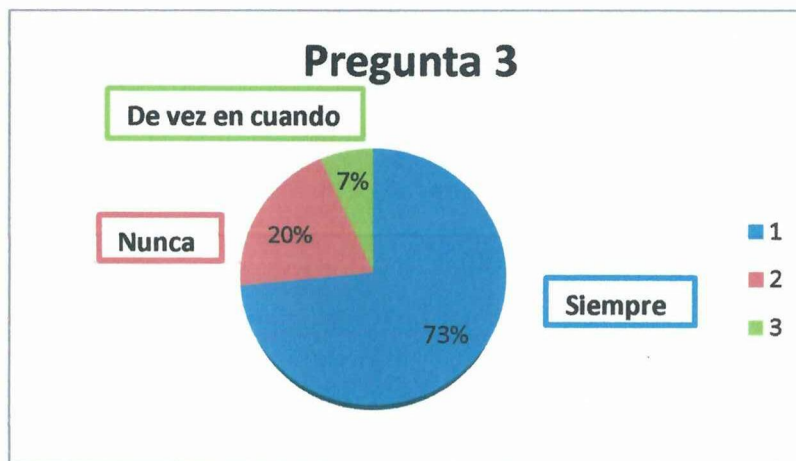
3. ¿Cree que las prácticas en el laboratorio ayudan en el estudiante a desarrollar habilidades y destrezas en la manipulación de los instrumentos?

TABLA 2.3 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 3.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	11	73%
De vez en cuando	3	20%
Nunca	1	7%
Total	15	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.3. RESULTADO DE LA PREGUNTA 3.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

El 73% de profesores expresan que las prácticas de laboratorio siempre ayudan al estudiante a desarrollar sus habilidades y destrezas, el 20% de vez en cuando y el 7% nunca.

Por consiguiente tenemos una gran mayoría de encuestados manifiestan que siempre las prácticas de laboratorio permiten a los estudiantes a adquirir ciertas habilidades y destrezas para la manipulación de instrumentos ya que si no tienen estas habilidades que se adquieren con la práctica real pueden mejorar los variados instrumentos de las maquinarias que integra la electromecánica, de ahí que siempre para admitir a un empleado en una empresa.



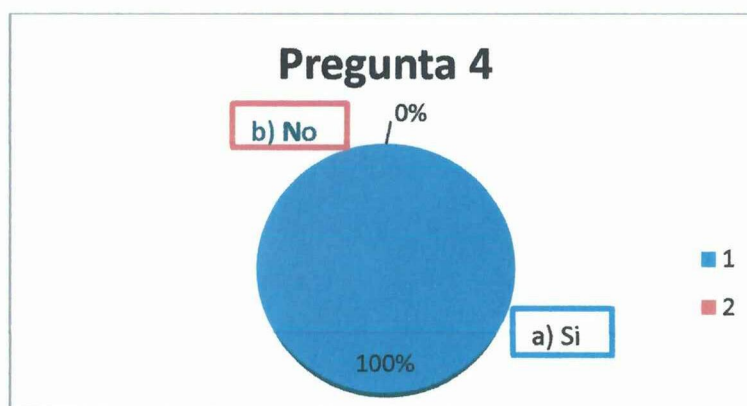
¿Está de acuerdo con disponer de un banco de instrumentación donde se puedan realizar diferentes prácticas?

TABLA 2.4 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 4.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
SI	15	100%
No	0	0%
Total	15	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.4. RESULTADO DE LA PREGUNTA 4.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

En referencia a esta pregunta el 100% de profesores si están de acuerdo que se debe disponer de un modelo de instrumentación para las prácticas que realizan los estudiantes de electromecánica.

Por consiguiente, la mayoría absoluta de encuestados manifiestan que si es importante y necesario que la UTC disponga de un modelo de instrumentación donde se puedan realizar las diferentes practicas porque es una especialidad eminentemente práctica y es necesario demostrar mediante la observación directa e indirecta los diferentes fenómenos que se desea comprobar en forma objetiva y técnica.

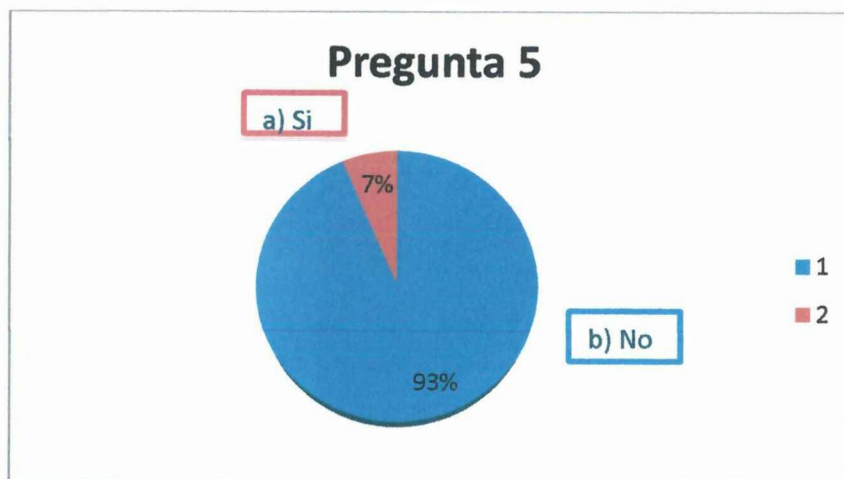
4. ¿Cuentan los laboratorios y talleres con un banco didáctico de instrumentación de caudal, temperatura, presión, y nivelen el área de control?

TABLA 2.5 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 5.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
SI	1	7%
No	14	93%
Total	15	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.5. RESULTADO DE LA PREGUNTA 5.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

El 7% de profesores manifiestan que si cuentan con este modelo y el 93% que no poseen.

En consecuencia una gran mayoría de encuestados expresan que no cuentan con laboratorios y talleres , con un modelo didáctico de instrumentación en el área de control de presión y si lo hay, es porque son alguna vez existió es porque fueron alquilados o prestados hasta que la universidad los implemente en forma definitiva, lo que servirá para mejorar la enseñanza- aprendizaje de una manera objetiva y técnica y este modelo de didáctica de instrumentación están indispensable que está en el carácter de prioritario su dotación.

5. ¿Cree que es importante el conocimiento acerca de la presión, caudal nivel, temperatura por parte de los estudiantes para su futuro desempeño profesional en la industria?

TABLA 2.6 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 6.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
SI	15	100%
No	0	0%
Total	15	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.6. RESULTADO DE LA PREGUNTA 6.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

En referencia a esta pregunta el 100% de encuestados expresan que si creen en la importancia de estos conocimientos para el desempeño profesional de los egresados.

De lo que se desprende que la mayoría absoluta de profesores manifiestan los conocimientos acerca de la presión, el caudal, el nivel, la temperatura son tan importantes que el futuro profesional domine y tenga las suficientes habilidades y destrezas para poner en práctica en la industria donde le designen su trabajo, porque constituyen los fundamentos en que se basa el manejo de cualquier maquinaria en donde sea necesario la utilización de este sistema de operaciones.

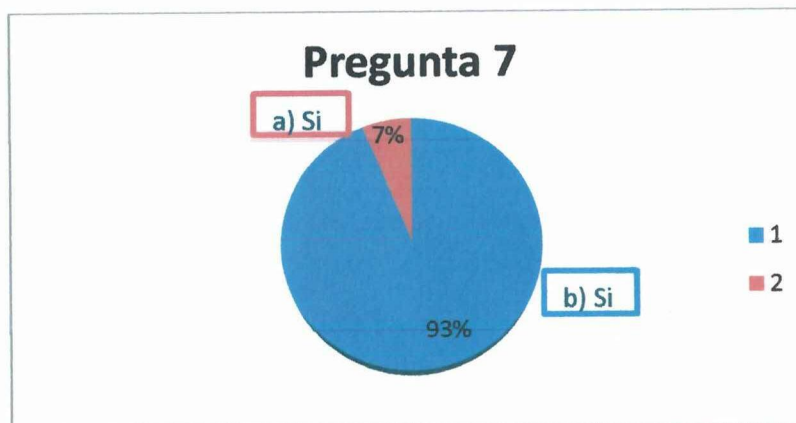
6. ¿Usted como docente se encuentra capacitado para realizar un sistema de instrumentación industrial?

TABLA 2.7 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 7.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
SI	14	93%
No	1	7%
Total	15	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.7. RESULTADO DE LA PREGUNTA 7.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

El 93% de profesores opinan, se encuentran capacitados para realizar un sistema de instrumentación industrial y el 7% que no.

Por consiguiente un gran porcentaje de encuestados manifiestan que si se encuentran capacitados para realizar un sistema de instrumentación industrial, ya que ellos tuvieron que especializarse para poder desempeñar su trabajo y si no aprendieron en las universidades, siguieron cursos de pos grado para sentirse capacitados para realizar este trabajo y así demostrar a sus estudiantes las habilidades y destrezas que poseen que se sienten seguros de desempeñar sus funciones con eficiencia y eficacia.

2.1.2. Análisis de los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes que reciben la cátedra de instrumentación, de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, de la Universidad Técnica de Cotopaxi

En el ANEXO 4 se puede observar los resultados detallados de la encuesta realizada a 180 estudiantes de las Carreras de Ingeniería Electromecánica, Electrónica e Industrial de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. A la vez observamos en el ANEXO 3 se observar el modelo de la encuesta realizada a los estudiantes de la UTC esta consta de siete preguntas claras y concretas las cuales son de tipo cerradas debido a que sus datos son de fácil reconocimiento.

A continuación se presenta de una forma clara y precisa los resultados obtenidos en el proceso de investigación, mediante diversas tablas y gráficos para un mejor entendimiento de los resultados obtenidos en las encuestas.

Con esto se conseguirá que los estudiantes, experimenten nuevas alternativas en el campo de instrumentación industrial de acuerdo a las cuatro variables, Nivel, Caudal, Presión y Temperatura, mediante prácticas y así de esta manera obtener desarrollo, y buen conocimiento de los futuros profesionales.

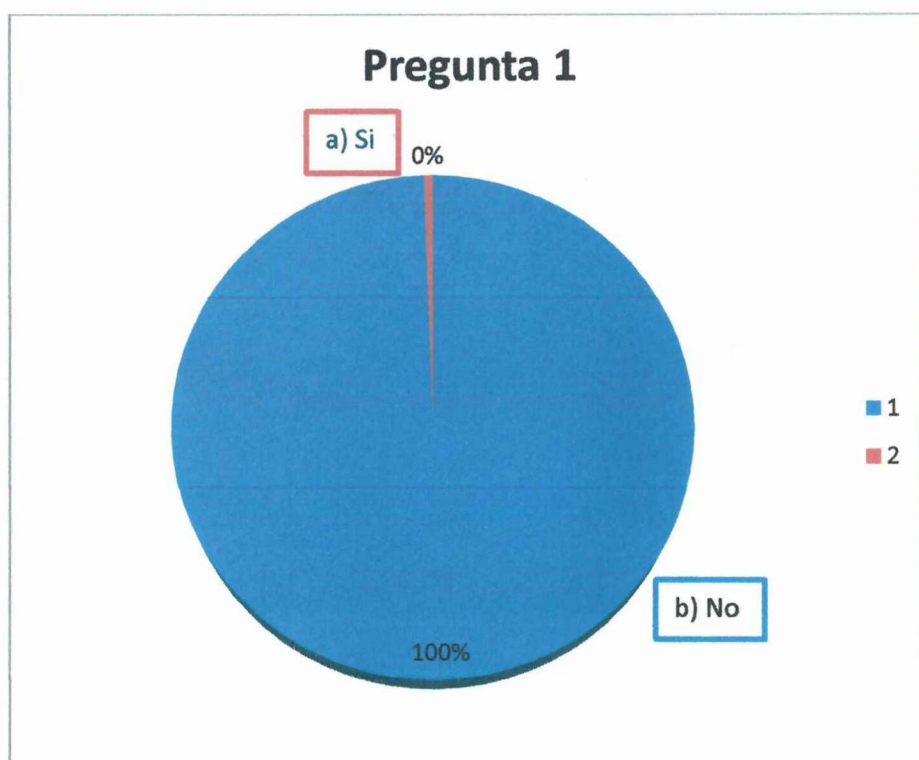
1. ¿Cree usted que la universidad cuenta con todos los equipos de instrumentación para realizar prácticas en el laboratorio?

TABLA 2.8 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 1.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	180	100%
Total	180	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.8. RESULTADO DE LA PREGUNTA 1.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

En referencia a esta pregunta sobre si la universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con los equipos necesarios de instrumentación para las prácticas de laboratorio no hay nadie que exprese que sí y el 100% dicen que no.

Por consiguiente la mayoría absoluta de los estudiantes encuestados expresan que la universidad Técnica de Cotopaxi todavía no ha dotado de los equipos de instrumentación de cuatro variables caudal, presión, temperatura y nivel para realizar prácticas en los laboratorios de las carreras Electromecánica, Eléctrica e Industrial, siendo las enseñanzas rectamente teóricas y las prácticas se han tenido que realizar fuera de la universidad.

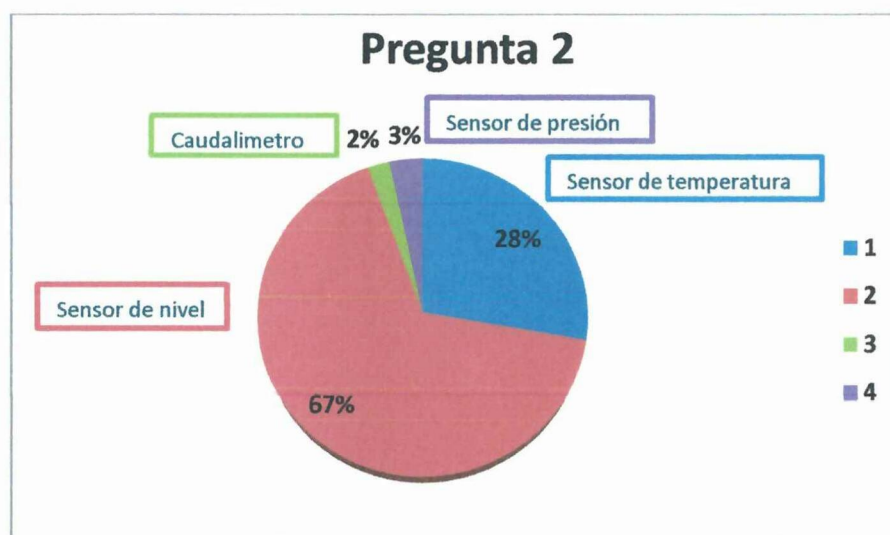
2. ¿Conoce usted características y funcionamiento de los aparatos de instrumentación que se detalla a continuación?

TABLA 2.9 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 2.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Sensor de temperatura	50	28%
Sensor de nivel	120	67%
Caudalimetro	4	2%
Sensor de presión	6	3
Total	180	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.9. RESULTADO DE LA PREGUNTA 2.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

Con respecto a esta pregunta el 28% de estudiantes conocen el Sensor de temperatura, el 67% el Sensor de nivel, el 2% el caudalimetro y el 3% el sensor de presión.

De lo que desprende que más de la mitad de encuestados conocen el variador de velocidad, por cuanto es algo básico que el estudiante debe conocer y manejar en forma constante, para rendir la velocidad de un sistema en donde esta inmensa una maquinaria.

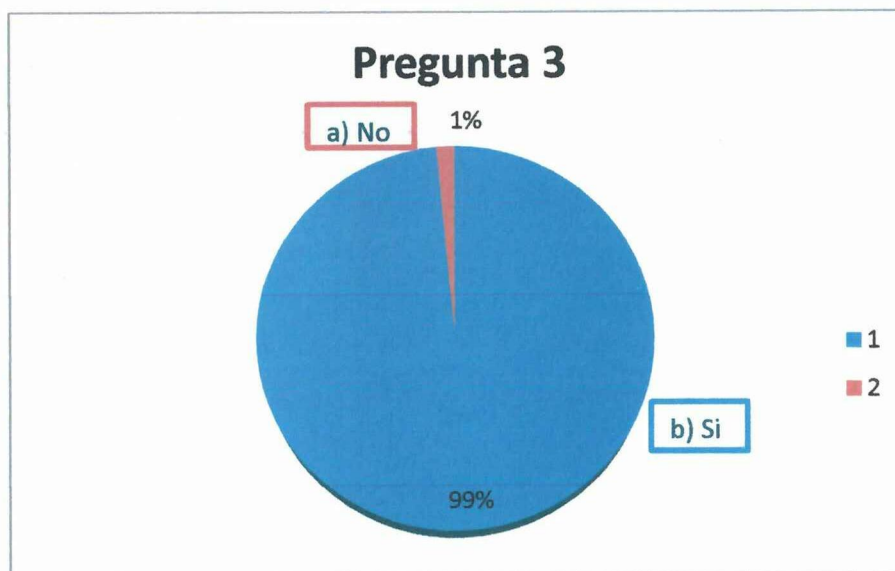
3. ¿Conoce usted parámetros de instalación de un Caudalimetro?

TABLA 2.10 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 3.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
no	2	1%
si	178	99%
Total	180	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.10. RESULTADO DE LA PREGUNTA 3.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

El 1% de estudiantes expresan que si conocen la manera de instalación en caudalimetro y el 99% que no.

Por lo tanto un porcentaje casi totalitario de encuestados manifiestan que no conocen las formas de instalación de un caudalimetro ya que desconocen en qué consisten sus características para poder imaginarse, por lo menos la manera de instalación lo que constituye una de las falencias con que cuenta esta especialidad de la universidad.

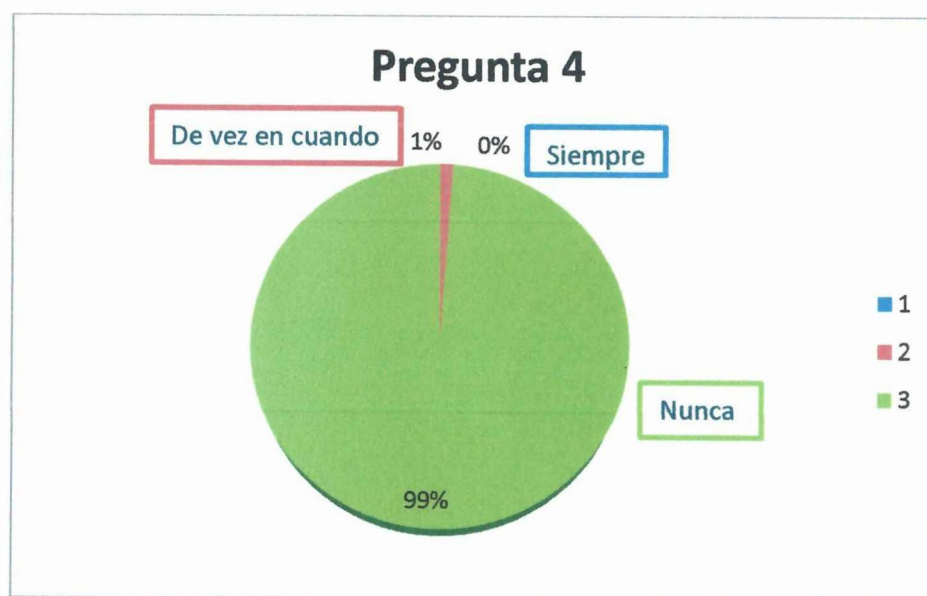
4. ¿Alguna vez usted ha realizado prácticas con sensores de presión?

TABLA 2.11 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 4.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	0	0%
De vez en cuando	2	1%
Nunca	178	99%
Total	180	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.11. RESULTADO DE LA PREGUNTA 4.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

Nadie contesta que siempre han tenido prácticas con sensores de presión, el 1% de vez en cuando y el 99% que nunca.

En consecuencia una gran mayoría de encuestados manifiestan que nunca han realizado ninguna practica con sensores de presión, siendo una de las dificultades y problemas que se presentan en la vida profesional si les toca actuar en su trabajo, con estas maquinarias.

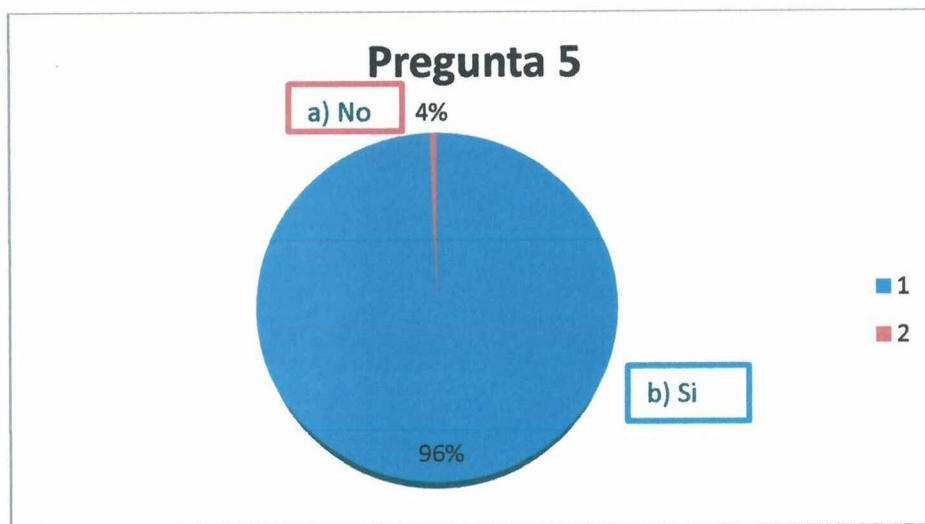
5. ¿Cree usted que las variables físicas de presión, caudal, nivel temperatura son aplicables en la industria?

TABLA 2.12 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 5.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	173	96%
No	7	4%
Total	180	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.12. RESULTADO DE LA PREGUNTA 5.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

El 96% de estudiantes expresan que las variables indicadas en la pregunta si son aplicables a la industria y un 4% que no.

Por consiguiente una inmensa mayoría de encuestados están de acuerdo que las variables físicas de presión caudal nivel y temperatura, si son aplicables a la industria, porque en el manejo de cualquier maquinaria pesada como se utilizan en las industrias, se conocerán y se medirán o controlaran cualquiera de estas variables para el funcionamiento de una maquinaria lo hago a su máxima capacidad de rendimiento.



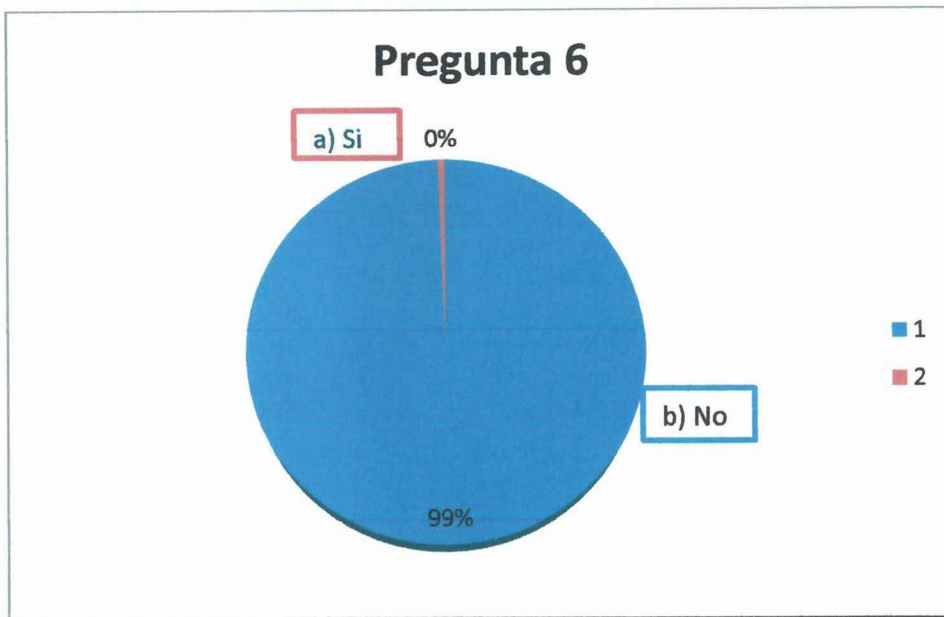
6. ¿Conoce usted la utilidad y funcionamiento del programa grafico intouch?

TABLA 2.13 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 6.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	180	100%
Total	180	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.13. RESULTADO DE LA PREGUNTA 6.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

En lo que se refiere a la pregunta planteada el 100% de estudiantes desconocen la utilidad y funcionamiento del programa grafico intouch.

Por consiguiente existe una gran mayoría absoluta de encuestados que manifiestan desconocer el programa grafico intouch, y quisieran saberlo ya que se necesita tener un conocimiento exacto y experimental de su totalidad y funcionamiento para poner en práctica cuando las circunstancias lo aumentan en su vida profesional.

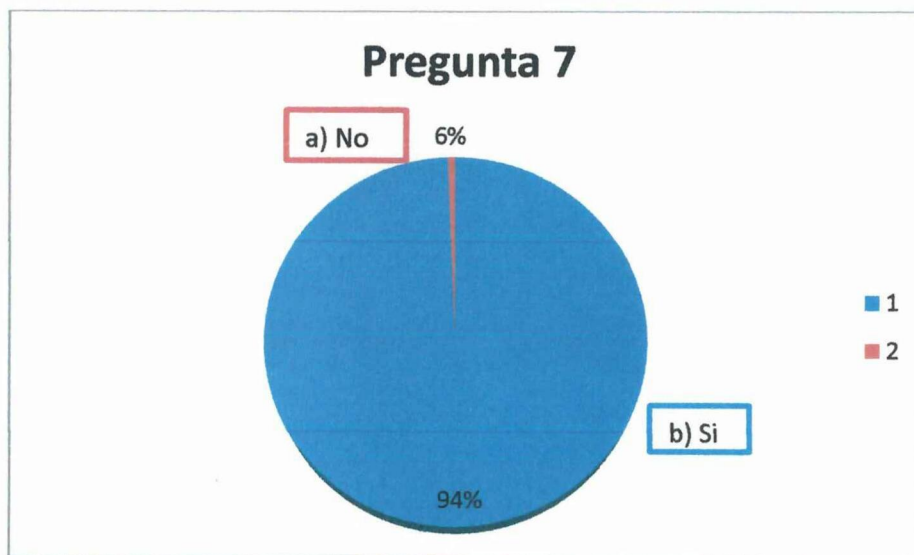
7. ¿Considera usted que es importante la implementación de un banco de pruebas de instrumentación industrial?

TABLA 2.14 INTERPRETACIÓN PREGUNTA 7.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
SI	170	94%
No	10	6%
Total	180	100%

ELABORADO POR: Los postulantes

FIGURA 2.14. RESULTADO DE LA PREGUNTA 7.



ELABORADO POR: Los postulantes

Análisis e interpretación

El 94% de estudiantes expresan que si es importante la implementación de un banco de pruebas de instrumentación industrial y el 6% que no.

De lo que se desprende que una gran mayoría de encuestados manifiestan que si es indispensable y necesario que el estudiante conozca el banco de pruebas de instrumentación industrial para que se sienta capaz de manejar, operacionalizar y poner en práctica cualquier instrumento que se encuentra inmiscuido en el banco de pruebas, lo que permitiría al egresado un mejor desempeño en sus labores diarias en la vida profesional.

2.1.3. Verificación de hipótesis

Hipótesis

“La implementación de un módulo didáctico de control de caudal, nivel, presión y temperatura para la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mejorara el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos que reciban la cátedra de instrumentación”.

Hipótesis nula H_0

“La implementación de un módulo didáctico de control de caudal, nivel, presión y temperatura para la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, no mejorara el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos que reciban la cátedra de instrumentación”.

Hipótesis alternativa H_1

“La implementación de un módulo didáctico de control de caudal, nivel, presión y temperatura para la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, si mejorara el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos que reciban la cátedra de instrumentación”.

TABLA 2.15 TABULACIÓN DE ENCUESTAS A LOS DOCENTES

Nº	Si	No	Total
1	13	2	15
2	14	1	15
3	14	1	15
4	15	0	15
5	1	14	15
6	15	0	15
7	14	1	15

ELABORADO POR: Los postulantes

TABLA 2.16. RESUMEN DE FRECUENCIAS OBSERVABLES

N°	Si	No	Total
1	13	2	15
2	14	1	15
3	14	1	15
4	15	0	15
5	1	14	15
6	15	0	15
7	14	1	15
Total	86	19	105

ELABORADO POR: Los postulantes

Donde es SI:

$$f_e = \frac{L_f * t_c}{t_g} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

$$f_e = \frac{15 * 86}{105}$$

$$f_e = 12,29$$

Donde es NO:

$$f_e = \frac{t_f * t_c}{t_g} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

$$f_e = \frac{15 * 19}{105}$$

$$f_e = 2,71$$

TABLA 2.17. RESUMEN DE FRECUENCIA ESPERADAS

N°	Si	No
1	12,29	2,71
2	12,29	2,71
3	12,29	2,71
4	12,29	2,71
5	12,29	2,71
6	12,29	2,71

7	12,29	2,71
Total	12,29	2,71

ELABORADO POR: Los postulantes

Calculo del Xc^2 :

$$Xc^2 = \frac{(fo-fe)^2}{fe} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

TABLA 2.18. RESUMEN DEL CÁLCULO DE Xc^2

Nº	fo	fe	fo - fe	$(fo - fe)^2$	Xc^2 $= \frac{(fo - fe)^2}{fe}$
1	13	12,29	0,71	0,50	0,04
2	14	12,29	1,71	2,92	0,24
3	14	12,29	1,71	2,92	0,24
4	15	12,29	2,71	7,34	0,60
5	1	12,29	-11,29	127,46	10,37
6	15	12,29	2,71	7,34	0,60
7	14	12,29	1,71	2,92	0,24
8	2	2,71	-0,71	0,50	0,18
9	1	2,71	-1,71	2,92	1,08
10	1	2,71	-1,71	2,92	1,08
11	0	2,71	-2,71	7,34	2,71
12	14	2,71	11,29	127,46	47,03
13	0	2,71	-2,71	7,34	2,71
14	1	2,71	-1,71	2,92	1,08
				Total	68,2

ELABORADO POR: Los postulantes

Entonces:

$$gl = (nf - 1) * (m - c1) \quad \text{Ec. (2.4)}$$

fo = Frecuencia observadas

fe = Frecuencia esperadas

tf = Valores de fila

tc = Valores de columna

tg = Valores generales

gl = Grados de libertad

$$gl = (7 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 6 * 1$$

$$gl = 6$$

$$xt^2 = 12,6xt^2 < xc^2$$

$$xc^2 = 68,2$$

$$12,6 < 68,2$$

Una vez determinado el xt^2 y el xc^2 se establece que el $xt^2 = 12,6$ es el menor que el $xc^2 = 68,2$; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1) que dice:

“La implementación de un módulo didáctico de control de caudal, nivel, presión y temperatura para la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, si mejorara el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos que reciban la cátedra de instrumentación.”

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

3.1. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1.1. Tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”.

3.2. PRESENTACIÓN

En el presente capítulo se realizará la descripción del banco didáctico de instrumentación, con el cual se podrán simular a pequeña escala en tiempo real las cuatro variables físicas aplicables en una industria.

El banco didáctico de instrumentación construido da la facilidad al estudiante de cambiar los valores en las variables de un proceso de fluido y obtener diferentes resultados de control con pequeñas variaciones de acuerdo con el control cargado al PLC. La meta es conseguir la mayor exactitud posible en el control de Nivel, Caudal, Presión y Temperatura, mediante la visualización del HMI. Este banco posee una muestra de instrumentos industriales que podemos encontrar cotidianamente en los diferentes tipos de industrias, tales como:

- Caudal (señal de pulsos),
- Temperatura (señal de 0 -10 voltios)
- Presión (señal de 4 a 20 mA)
- Nivel (señal digital de flotadores)

Estas señales ingresan directamente al PLC, permiten tener información del comportamiento del proceso, lo cual nos permite ejecutar el programa de control HMI, a través de una salida analógica de 4–20 mA, el PLC ordena al Variador de Frecuencia modificar su velocidad hasta un valor deseado, el cual puede ser programado de manera manual o automática según el modo de operación.

Mediante protocolo de comunicación Modbus, el PLC entrega información al sistema de supervisión INTOUCH versión 9.5 educacional, instalada en un computador de escritorio cargado con Windows XP, el cual posee un interface hombre–máquina HMI, que permite visualizar las cuatros variables de medición, Temperatura, Presión, Nivel y Caudal en tiempo real y el comportamiento de todo el sistema de fluido del banco didáctico de instrumentación.

3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La implementación y equipamiento del Laboratorio de Electromecánica, para realizar prácticas demostrativas, es la justificación más importante del presente proyecto del banco didáctico, siendo los principales beneficiados los estudiantes y docentes de las Carreras de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica e Industrial.

Por tal razón es indispensable la implementación del laboratorio de Electromecánica de la cátedra de Instrumentación con este banco, elaborar trabajos preparatorios y prácticas de laboratorio, orientadas a darles a los estudiantes la oportunidad de manipular las variables de medición Temperatura, Presión, Caudal y Nivel en la cúspide de sus aplicaciones en la Instrumentación Industrial.

En nuestro caso en particular, el poder contar con un Banco de pruebas de laboratorio de Electromecánica, el cual reproduzca a pequeña escala las señales analógicas y digitales que se encuentran presentes en todos los procesos industriales modernos, así como también los protocolos de comunicación, programación de PLCs y sistemas de supervisión HMI.

Es de suma importancia la formación de los profesionales del futuro en las Industrias de Instrumentación tal que es la oportunidad de Implementar un banco de instrumentación para los estudiantes, a la vez se cuenta con la colaboración de las autoridades, cuerpo docente y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.4. OBJETIVOS

3.4.1. Objetivo general:

- Implementar un banco didáctico de instrumentación para las prácticas de laboratorio aplicando las variables de Nivel, Caudal, Presión y Temperatura con tecnología moderna para las carreras de ingeniería eléctrica, electromecánica e industrial de la unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas de la UTC.

3.4.2. Objetivos específicos:

- Desarrollar una investigación teórica, recopilando información de libros, folletos y manuales de instrumentación, para la búsqueda de instrumentos útiles que permitan la construcción del banco didáctico de instrumentación.
- Construir un banco didáctico de pruebas para instrumentación que cubrirá las necesidades de los estudiantes y docentes que lo utilizarán en prácticas de laboratorio en las carreras Electromecánica, Eléctrica e Industrial de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Realizar guías prácticas de laboratorio que permitan la correcta y segura utilización del banco didáctico de pruebas para las carreras de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica e Industrial en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.5. ALCANCE

Con la implementación del banco didáctico de instrumentación de la presente tesis, los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica e Industrial podrán elaborar adecuadamente su trabajo preparatorio con la asistencia del catedrático, para ejecutar de manera eficaz y segura las prácticas de laboratorio, en estas condiciones será capaz de:

- Entender las distintas variables que se usan en la industria para obtener lecturas acondicionadas de magnitudes físicas reales.
- Conocer los tipos de transductores de instrumentación más comunes que se usan en la industria.
- Visualizar y entender el funcionamiento de un Controlador Lógico-Programable (PLC).
- Conocer e identificar las funciones del banco didáctico de instrumentación, para manipular adecuadamente los instrumentos con las cuatro variables de medición.
- Conocer y comprender el funcionamiento del lenguaje de programación del PLC para la comunicación con el software HMI.
- Identificar el proceso y toma de lecturas análogas y digitales de los instrumentos de las cuatro variables mencionadas de medición por medio del PLC.
- Familiarizarse con el software del protocolo de comunicación modbus para la lectura con el PLC.
- Conocer el sistema de programación del software INTOUCH, en su versión educacional para el diseño de las prácticas a realizarse en el laboratorio.
- Familiarizarse con la elaboración de sistemas de supervisión e Interfaz Hombre-Máquina (HMI).



3.6. FACTIBILIDAD DE LA APLICACIÓN DEL BANCO DIDACTICO DE INSTRUMENTACION

El grupo investigador considera que este proyecto es factible ya que en el mercado existe el software que realizaría la manipulación del sistema de fluido, los instrumentos y los elementos necesarios para el desarrollo y construcción del banco didáctico de instrumentación para las variables de Presión, Temperatura, Caudal y Nivel, que está acorde con la tecnología actual para el funcionamiento del banco didáctico.

3.7. IMPACTO

El banco didáctico de instrumentación causó una gran acogida entre los estudiantes y docentes de las carreras de Electromecánica, Eléctrica e Industrial. Debido a que simula procesos industriales reales, por lo tanto los estudiantes podrán familiarizarse con el banco de instrumentación y a su vez manipular las variables de Presión, Temperatura, Caudal y Nivel.

3.8. DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS PARA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.

La realización del banco didáctico, partiendo desde su diseño hasta concluir en su construcción e instalación, son en gran parte la clave de una correcta reestructuración de los laboratorios y talleres dentro de nuestra institución educativa. Este banco didáctico trata de instrumentos industriales, presentando en forma de diseño experimental, para ejecutar pruebas acerca de instrumentación como Temperatura, Presión, Nivel y Caudal. Como se muestra en la **Anexo (5) 2.1**.

3.8.1 Partes que conforma la estructura metálica del banco de pruebas

Consideremos al banco didáctico de instrumentación como una sola estructura, el cual tendrá características como elementos e instrumentos que permitan a los estudiantes de

Electromecánica, Eléctrica e Industrial ejecutar prácticas de instrumentación Industrial, que realizará secuencias de trabajo, las mismas que deberán ser ejecutadas de acuerdo a un manual de guías prácticas el cual también fue elaborado en el presente trabajo.

Previo al banco didáctico vamos a realizar el estudio de los diferentes instrumentos y elementos para la estructura metálica del panel de control, además establecemos contacto con las diferentes empresas que existen en el Ecuador, las cuales nos podrán proveer con los diferentes materiales que necesitemos para realizar un trabajo de excelente calidad pero abaratando costos.

En el plano de dimensionamiento para la estructura se tomara en cuenta los aspectos más importantes de cada uno de los instrumentos y elementos en el presente trabajo de investigación.

Las prácticas empleadas por el docente en cada clase, nos da una idea de la forma que debería tener éste banco didáctico, el objetivo del banco didáctico que tendrá el mismo.

Planeamos un modelo como el esquematizado en el **Anexo (5) 2.2**, con el cual se consigue el funcionamiento de los diferentes instrumentos por medio y elementos de control del flujo.

Gracias a todo lo propuesto anteriormente hemos llegado a un diseño que se elaboro como proyecto de tesis final.

3.9. SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA DEL CONTROL DE FLUIDO

Para llevar a cabo este proyecto, demanda una inversión que a la par debe significar una optimización de recursos y equipos destinados al empleo dentro de los laboratorios. La selección de los instrumentos que cubrirá las necesidades de los estudiantes con un banco

didáctico de instrumentación para la instalación de cuatro variables de medición práctico como son: Temperatura, Presión, Caudal y Nivel.

De acuerdo al banco didáctico de instrumentación se procede a ubicare instalar los instrumentos y elementos, que se presentan en detalle a continuación.

3.9.1. Sensor de temperatura Pt-100

El sensor de temperatura Pt-100, como se indica en la **Figura 3.1**. La ubicación del Pt-100 fue colocada en la parte interna del tanque de agua, ya que el sensor nos ayuda con lecturas de variación de señales eléctricas de 1mA, al producirse un cambio de temperatura obtenemos las señales para ser transmitidas al controlador lógico-programable. Dichas conexiones y características del transmisor de temperatura se indican en el **Anexo 6**.

FIGURA 3.1. SENSOR DE TEMPERATURA (PT-100)

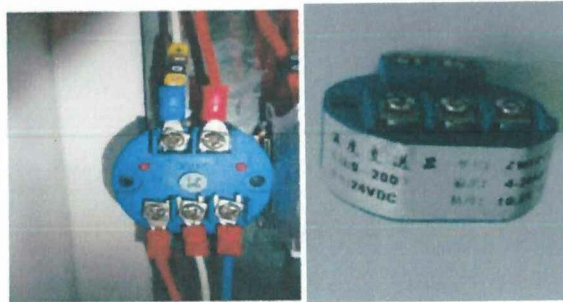


Fuente: Grupo de Investigación

3.9.2. Transmisor de temperatura

Este dispositivo, es mostrado en la **Figura 3.2**. Nos permite recibir la lectura del sensor de temperatura Pt-100, el cual se encuentra instalado en el tablero de control, ya que con este transductor se envía señales estandarizadas de 4-20mA, pues este tipo de señal es requerida por el controlador lógico-programable. Los detalles del transmisor de temperatura se localizan en el **Anexo 7**.

FIGURA 3.2. TRANSDUSTOR DE TEMPERATURA

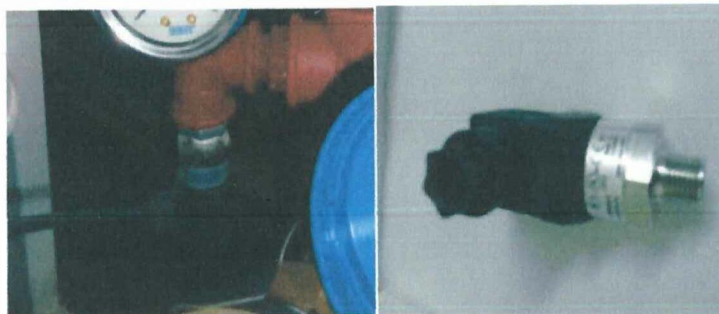


Fuente: Grupo de Investigación

3.9.3. Transmisor de presión

Para la ubicación del transductor de presión como se muestra en la **Figura 3.3**, de un diámetro externo de $\frac{1}{4}$ con un rango de presión 0-10 bar el cual es acoplado en la tubería de fluido, se toma en cuenta las conexiones estimadas de salidas de 4-20mA, donde las señales eléctricas del transductor son transferidas al controlador lógico-programable. Características y detalles del transmisor de presión se inician en el **Anexo 8**.

FIGURA 3.3. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.4. Manómetro

El banco didáctico de instrumentación del sistema de fluido consta de un manómetro de rango de 7 bares a 100 psi, este elemento nos permite visualizar la presión del fluido, mediante el transductor de presión se puede visualizar las señales en el HMI.

El manómetro de presión se muestra en la **Figura 3.4**. Los detalles del manómetro se identifican en el **Anexo 9**.

FIGURA 3.4. MANÓMETRO



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.5. Emisor de impulsos

El instrumento emisor de impulsos tipo “reedswitch”, como se indica en la **Figura 3.5**. Es instalado en serie a la relojería del medidor, en el emisor de pulsos (caudalímetro) se encuentra acoplado con un sensor de combinación tipo imán, el imán transmite pulsos proporcionales de señal al Controlador Lógico-Programable, el cual nos permitirá la visualización del caudal en el HMI. Las conexiones y detalles se identifican en el **Anexo 10**.

FIGURA 3.5. EMISOR DE IMPULSOS TIPO “REEDSWITCH”

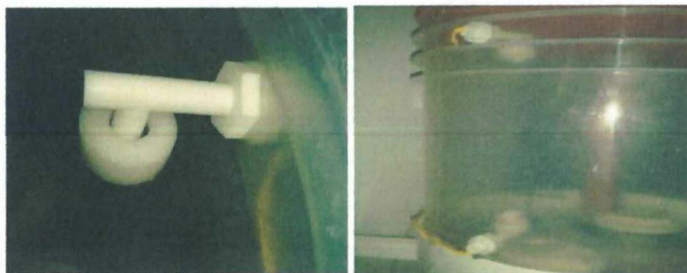


Fuente: Grupo de Investigación

3.9.6. Sensor de nivel tipo flotador

El sensor de nivel tipo flotador con una corriente de 0.5A, que se muestra en la **Figura 3.6**. Se lo instala en la parte interna de tanque para el nivel del agua, el flotador envía señal es eléctricas que son transmitidos al Controlador Lógico-Programable para el funcionamiento del sistema de flujo. Sus conexiones se indican en el **Anexos 11**.

FIGURA 3.6. SENSOR DE NIVEL TIPO FLOTADOR



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.7. Resistencia de calentamiento

En el banco didáctico de instrumentación se instala una resistencia de calor al interior del tanque que está conectado con un elemento Relais de estado sólido que envía señales de corriente de 4-20 mA al Controlador Lógico-Programable. La resistencia de calor se muestra en la **Figura 3.7**. Las conexiones de la resistencia de calentamiento se identifican en el **Anexo 12**.

FIGURA 3.7. RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.8. Relais de estado sólido

Este elemento es instalado en el panel de control, el relays es diseñado para recibir señales eléctricas de la resistencia de calentamiento. Este elemento relays mostrado en la **Figura 3.8**, es un dispositivo de estado sólido de la conmutación electrónica. Para la conexión de solenoide pueden requerir una corriente de 0.5-400A, el dispositivo activa la resistencia del calentador y las señales eléctricas son enviadas al Controlador Lógico-Programable. Las características se identifican en el **Anexo 13**.

FIGURA 3.8.RELAIS DE ESTADO SÓLIDO



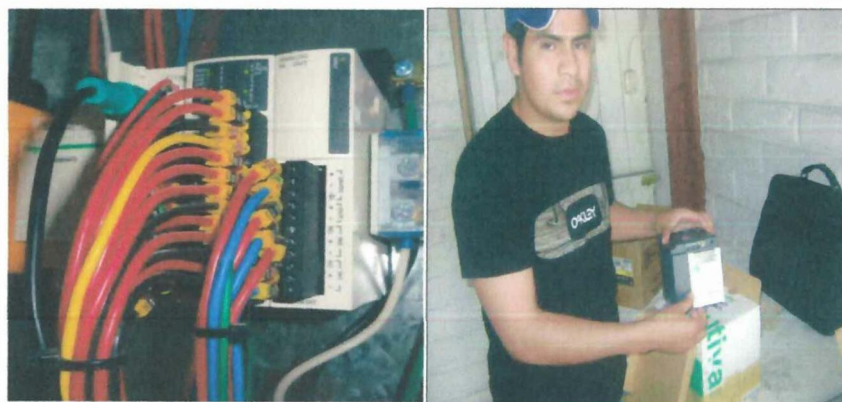
Fuente: Grupo de Investigación

3.9.9. Controlador Lógico-Programable (PLC)

El PLC, como se identifica en la **Figura 3.9**, realizamos conexiones de entradas Analógicas/Digitales para los instrumentos y elementos del sistema de fluido.

Se puede decir que un PLC es un aparato en el que existen terminales de entrada a los que se conectan pulsadores, sensores, detectores, tiene además terminales de salida a los que se conectan lámparas indicadoras, variador de frecuencia, contactores, de tal forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que están activadas a un programa almacenado en el PLC que está basado en el Microsoft Windows, la interface realizamos con el cable de comunicación TSX CUSB 485 para el HMI. Las conexiones y características necesarias se indican en el **Anexos 14**.

FIGURA 3.9. CONTROL LÓGICO-PROGRAMABLE (PLC)

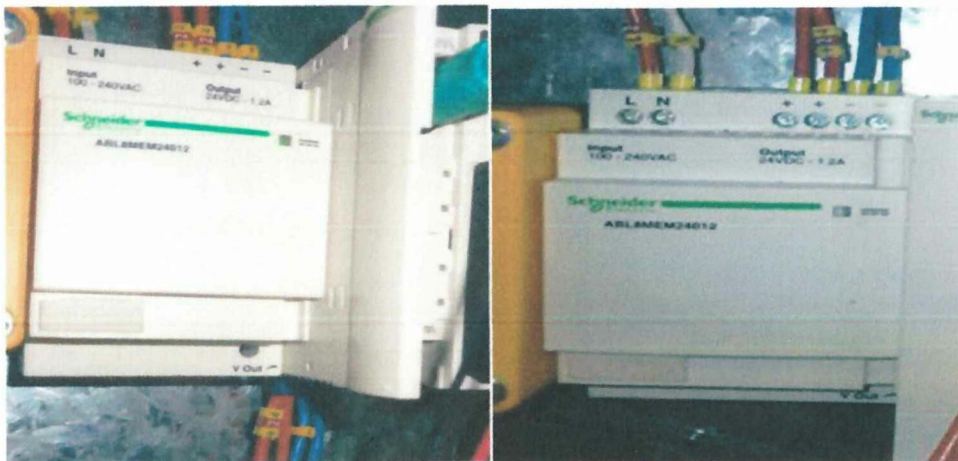


Fuente: Grupo de Investigación

3.9.10. Fuente eléctrica

La instalación de la fuente en el panel de control proporciona todos los niveles de voltaje necesarios para la operación interna del control. Esta fuente eléctrica de alimentación es de 100-240 VAC de entrada y salidas eléctricas que será tomado del voltaje de la línea, y convertir el voltaje necesario que va desde 5-24 VDC, corriente 1.2 A, para la alimentación del PLC. La fuente se indica en la **Figura 3.10**. Como las características y funciones se indican en el **Anexo 15**.

FIGURA 3.10. FUENTE ELECTRICA



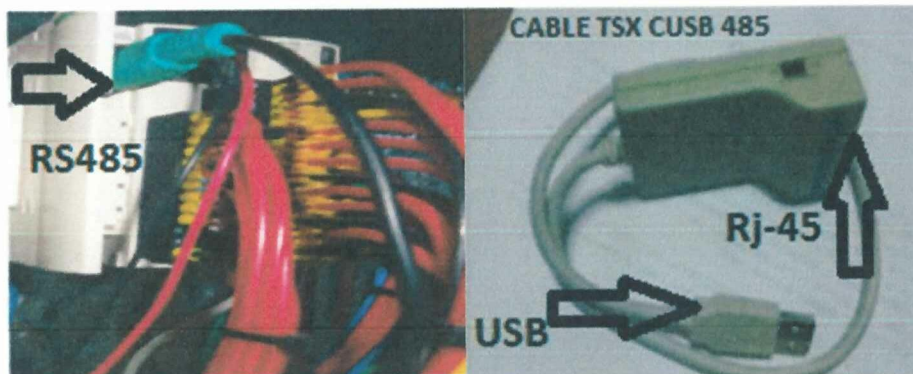
Fuente: Grupo de Investigación

3.9.11. Cable TSX CUSB 485 (Rj-45 e USB)

El cable TSX CUSB 485, es utilizado para la interface con el Controlador Lógico-Programable al UPC.

Este cable tiene tres puertos, primero es RS485 que es el interface al PLC, el segundo puerto de comunicación es un puerto Rj-45 que envía señales al CPU, el tercer puerto es USB de comunicación Morbus conectado al CPU para la programación HMI. Mediante el cable podemos realizar el funcionamiento del equipo o dicho sistema del fluido. Como se indica en la **Figura 3.11**. Sus características se indica él en **Anexo 16**.

FIGURA 3.11. CABLE R-J45 E USB



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.12. Bomba centrífuga

La ubicación de la bomba centrífuga, como se denomina en la **Figura 3.12**, es de un motor trifásico, tipo jaula de ardilla de 3000VA, de 1 rpm, con una alimentación de 220V, 60Hz, potencia 0.37Kw.

La bomba centrífuga, es necesario en este proyecto para que el caudal circule en el sistema, cambiando la frecuencia, el rodete acoplado al motor impulsa con las menores pérdidas hidráulicas, el flujo radiante desde la base del tanque hacia la periferia, en el canal del rodete cede el flujo en forma de presión, como aumenta la velocidad de frecuencia de la bomba. Sus conexiones y funciones se identifican en el **Anexo 17**.

FIGURA 3.12. BOMBA CENTRIFUGA



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.13. Variador de Frecuencia

La instalación del validador de frecuencia en el panel de control con alimentación de 220V para la bomba centrífuga.

El variado de frecuencia siendo un variador con capacidad de motores hasta 5Hp de potencia, con una alimentación monofásica para a la bomba centrífuga, el variador envía señales eléctricas al Controlador Lógico-Programable que nos permite realizar el control del flujo del banco. El variador se muestra en la **Figura 3.13**. Las características técnicas obtenemos en el capítulo I de la **Tabla 2**. Funciones y conexiones obtenemos del **Anexo 18**.

FIGURA 3.13.VARIADOR DE FRECUENCIA



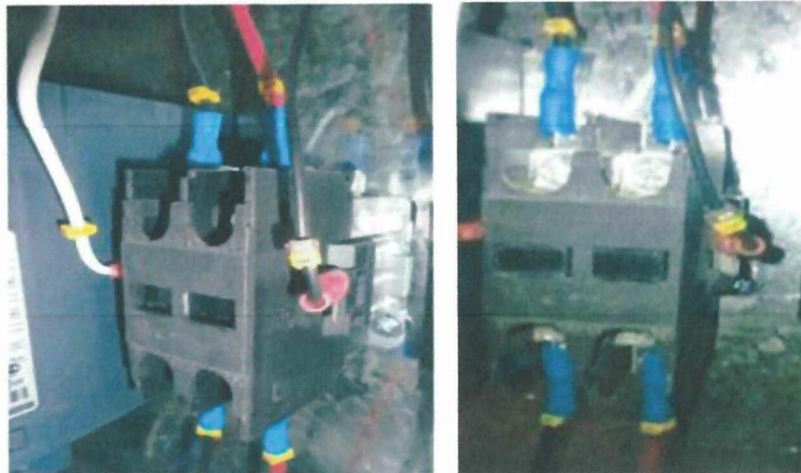
Fuente: Grupo de Investigación

3.9.14. Contactor de línea

La ubicación del contactor de línea es un elemento mecánico que su funciona con la alimentación 110V, con dos fases de entrada y salida.

El contactor de línea de alimentación dos fases eléctrica de 220V que nos permite el funcionamiento del variador de frecuencia para la ejecución del control del flujo. El contactor de línea se puede observar en la **Figura 3.14**. Las características se identifican en el **Anexo 19**.

FIGURA 3.14. CONTACTOR DE LÍNEA



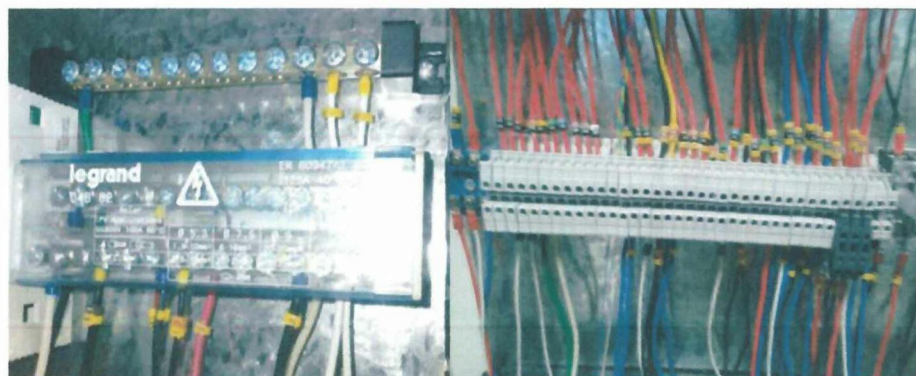
Fuente: Grupo de Investigación

3.9.15. Borneras

En el panel de control es necesario utilizar borneras con resistencia de 0 a 220V para las conexiones eléctricas de los instrumentos y elementos instalados en el banco de instrumentación, ya que es factible realizar modificaciones de conexiones en panel de control, como su funcionamiento del control de flujo.

Las borneras utilizadas se indican en la **Figura 3.15**. Las características se lo identifican en el **Anexo 20**.

FIGURA 3.15. BORNERAS PARA EL TABLERO



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.16. Porta fusibles y Breaker de 1 polo

En el banco didáctico de instrumentación, se utiliza dos portas fusible para la alimentación del variador de frecuencia, así mismo realizar una protección de voltaje del equipo, con el breaker de un polo es ubicado para casos de emergencia del control de flujo o protección de los elementos. Los porta fusibles y breaker de un polo se muestra en la **Figura 3.16**.

Las características lo podemos observar en el **Anexo 21**.

FIGURA 3.16. PORTA FUSIBLES Y BREAKER DE 1 POLO



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.17. Switch principal del Equipo

En el banco didáctico se coloca un switch principal, es de tipo ON/OFF con una resistencia de 220V, la instalación del switch en el banco de instrumentación es importante para la protección del sistema, con este elemento se podrá suspender el control eléctrico del equipo en caso de problemas o fallas eléctricas. El switch se muestra en la **Figura 3.17**. Los detalles se indican en el **Anexo 22**.

FIGURA 3.17. SWITCH PRINCIPAL



Fuente: Grupo de Investigación

3.9.18. Válvula de bola

Para sistema de fluido se ubica una válvula de bola manual es usada para la restricción o paso de fluido. Ya que con el manómetro podemos visualizar una medida de presión del flujo a la necesidad del sistema del caudal. Como se muestra en la **Figura 3.18**. Los detalles se identifican en el **Anexo 23**.

FIGURA 3.18. VÁLVULA DE BOLA



Fuente: Grupo de Investigación

3.10. CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DEL PROTOTIPO

Una vez realizado el diseño del banco didáctico de instrumentación la construcción y ensamblaje del prototipo se tomará en cuenta los aspectos más importantes que nos permita realizar un trabajo que cumpla con todas las expectativas de acuerdo al diseño establecido.

A continuación se detalla los pasos de la construcción de la estructura metálica del control de fluido:

3.10.1. Construcción de la Estructura metálica

Para la elaboración de la estructura metálica se utilizó material es que se detallan en la **Tabla 3.1.**

TABLA 3.1. LISTA DE MATERIALES

MATERIALES	
Descripción	cantidad
Tubo estructural de 1"	5 tubos
Plancha de Tol	½ plancha
Plancha de madera	1
Ruedas de soporte	5
Electrodo # 6011	15 lb.
Pintura	2 litros

Fuente: Grupo de Investigación

3.10.1.1. Corte de Tubos

Se inicia con el corte del tubo cuadrado de 1 plaga, de acuerdo a las medidas especificadas en el diseño en el plano que se encuentran debidamente detallados. El corte de los tubos se muestra en la **Figura 3.19**.

FIGURA 3.19. CORTE DE LA TUBERÍA DE 1”

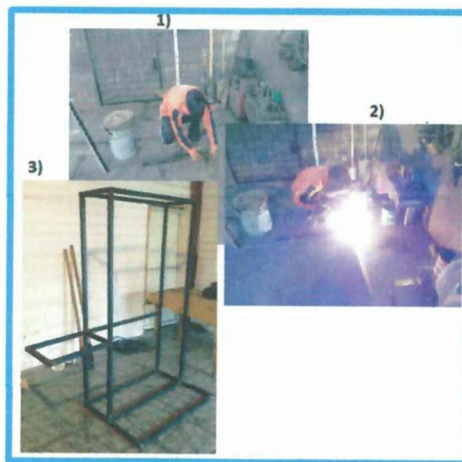


Fuente: Grupo de Investigación

3.10.1.2. Ensamblaje de la Estructura

Una vez realizado el corte de los tubos, se comienza con la construcción de la estructura metálica con una máquina de soldar de acuerdo con las dimensiones indicadas en el plano. Como se muestra en la **Figura 3.20**.

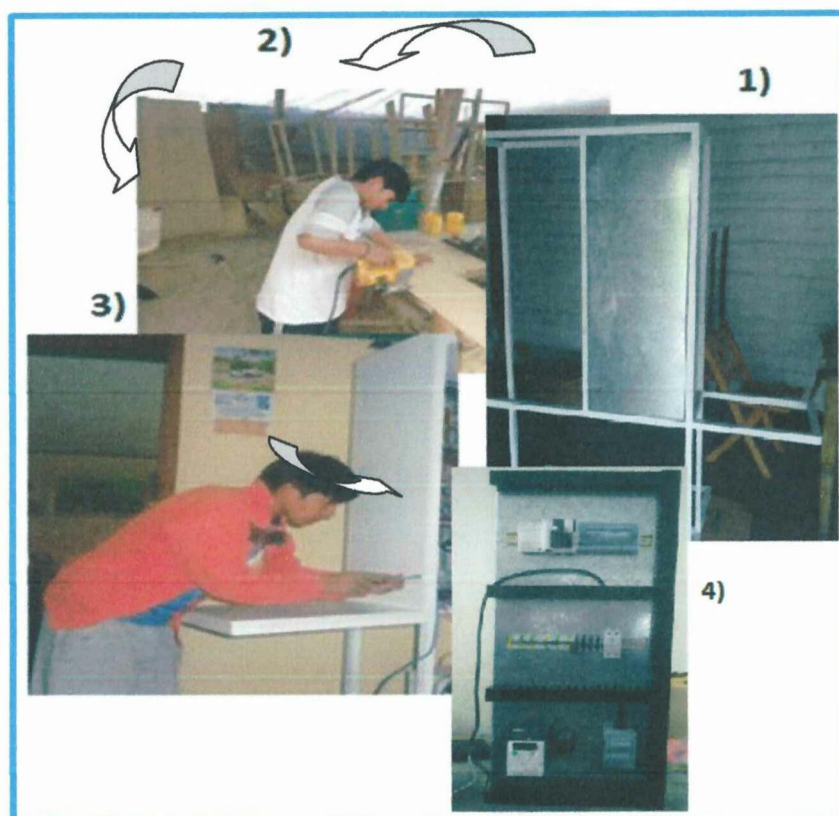
FIGURA 3.20. ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Grupo de Investigación

Para la ubicación de los instrumentos y elementos realizamos el panel de control se adquiere una plancha de 0,3 mm (tol galvanizado) que se coloca en la estructura metálica, que fue dimensionado y cortado, También fue colocado una plancha de 0,9 mm (aglomerado) para la protección del panel de control, en la base y protección del panel de control. Como se muestra en la **Figura 3.21**.

FIGURA 3.21. COLOCACION DE LAS PLANCHAS

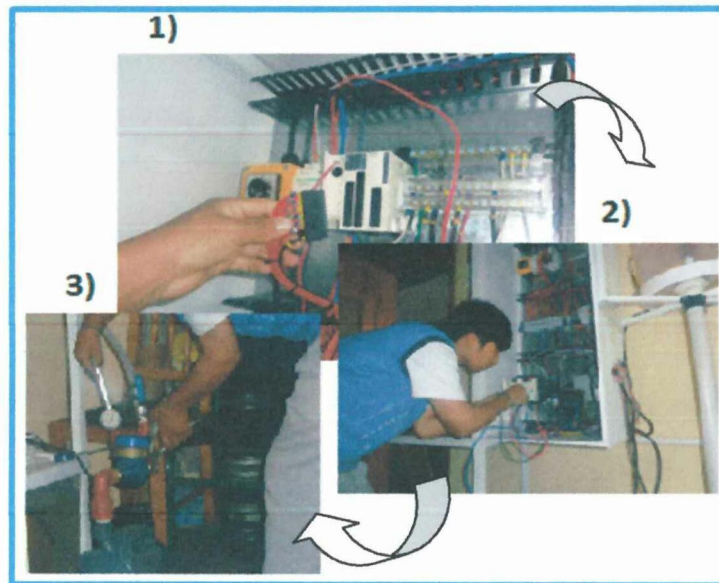


Fuente: Grupo de Investigación

3.10.1.3. Montaje de los instrumentos e elementos y Conexión en el banco

Se fue colocando cada uno de los instrumentos y elementos en sus respectivos sitios del banco didáctico, para sujeción se realizó con tornillo broca en el panel de control, su funcionamiento de los instrumentos y diferentes elementos se realiza las conexiones de acuerdo al sistema de fluido. Como se puede mostrar en la **Figura 3.22**.

FIGURA 3.22. MONTAJE DE LOS INSTRUMENTOS Y CONEXIONES



Fuente: Grupo de Investigación

3.11. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE TWIDOSUITE

3.11.1. Guía De Instalación

Para el funcionamiento del (PLC) puede arrancar y ser instalado de los siguientes sistemas operativos.

- Windows98SE/XP/2000

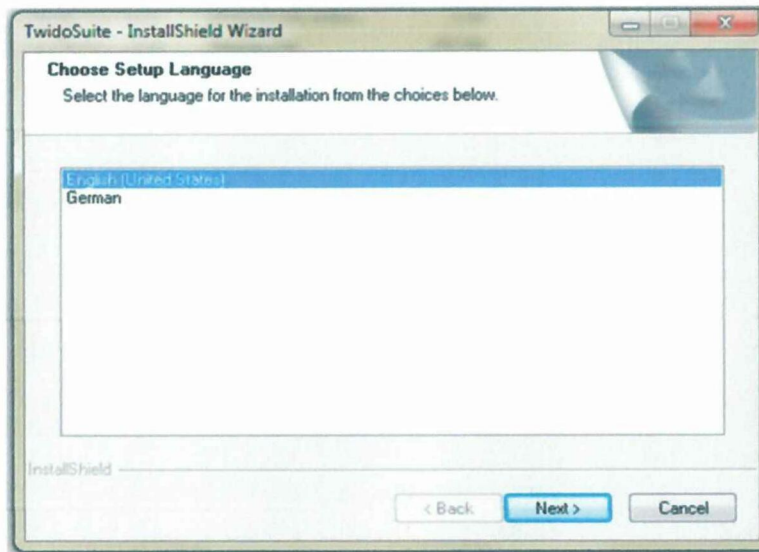
3.11.2. Instalación del controlador para Windows

Esta guía está basada para windows XP. Para una satisfactoria instalación del controlador en su computadora, siga estos pasos:

Paso 1: Para la instalación del software twidosuite ingresamos en la carpeta **twido windows7**.

Paso 2: Realizando doble clic en el botón **setup**, Aparecerá una pantalla, selección de lenguaje. Como se muestra en la **Figura 3.23**.

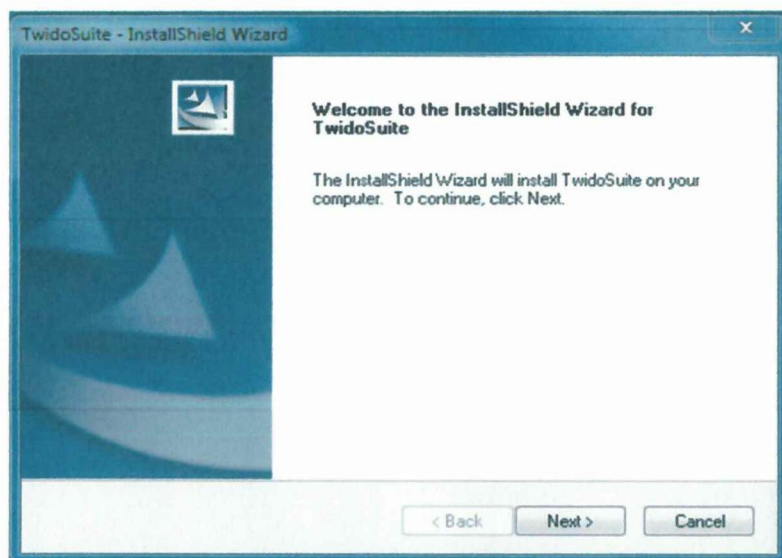
FIGURA 3.23. SELECCIÓN DE LENGUAJE



Fuente: Grupo de Investigación

Paso 3: Luego de seleccionar el idioma, realice doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.24**.

FIGURA 3.24. INSTALACION DE SOFTWARE



Fuente: Grupo de Investigación

Paso 4: Seleccione “**I accept the terms of the license agreement**”, y haga doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.25**.

FIGURA 3.25. INSTALACION DE SOFTWARE



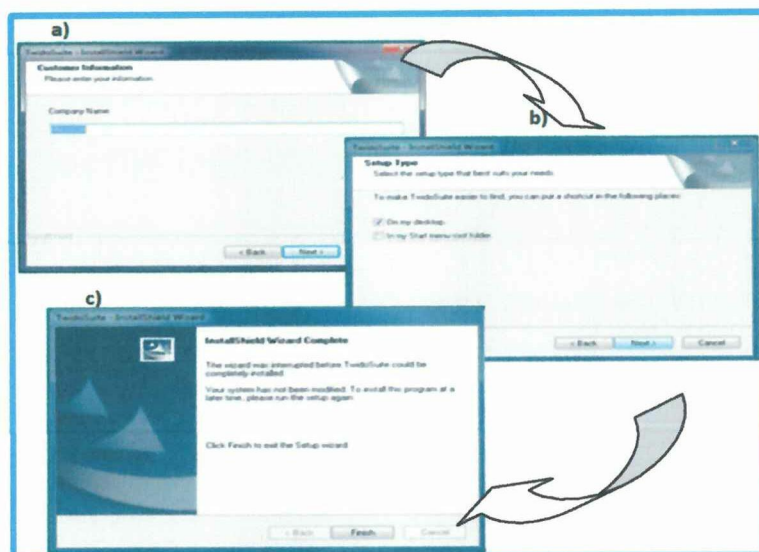
Fuente: Grupo de Investigación

Paso 5: Seleccione **Company Name** y realice doble click en **Next** para continuar. Como se observa en la **Figura 3.26 (a)**.

Paso 6: Seleccione **On my desktop** Haga doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.26 (b)**.

Paso 7: Cuando una ventana automática inicia **“installation completed”** haga doble click en **OK**, luego doble click en **Finish** para terminar la instalación. Quizás usted necesite reiniciar su computador para terminar la instalación. Como se observa en la **Figura 3.26 (c)**.

FIGURA 3.26. INSTALACION DE SOFTWARE



Fuente: Grupo de Investigación

3.11.3. Instalación del Intouch

Para una satisfactoria instalación del software Intouch en su computadora, siga estos pasos:

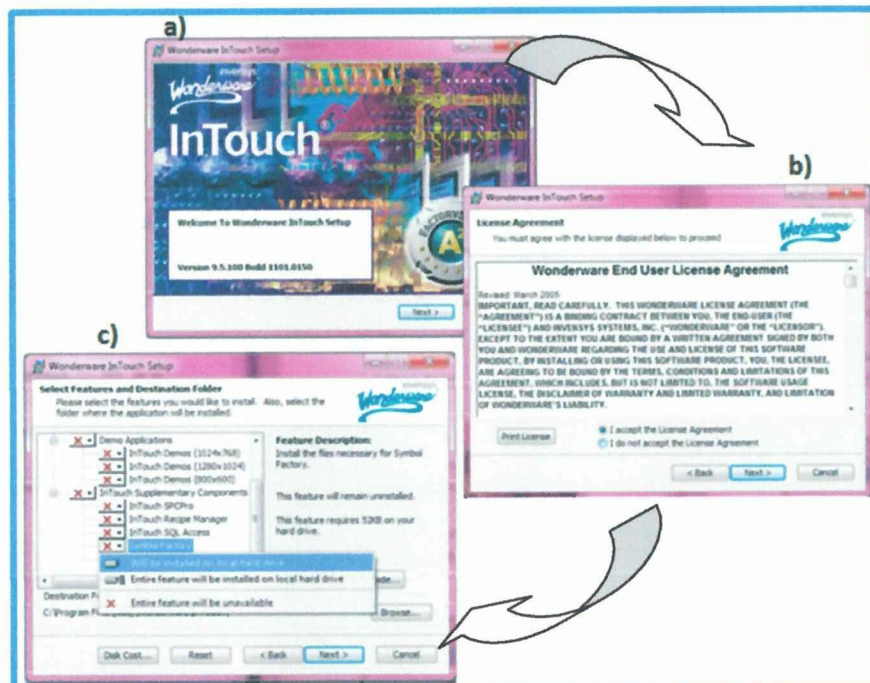
Paso 1: Para instalar del software Intouch, ingresamos la carpeta **InTouch 9.5 SP1**.

Paso 2: Realice doble clic en el botón **setup**, para correr el software haga doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.27 (a)**.

Paso 3: Seleccione **“I accept the terms of the license agreement”**, haga doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.27 (b)**.

Paso 4: Seleccione **Symbol Factory**, haga doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.27 (c)**.

FIGURA 3.27. INSTALACION DEL INTOUCH



Fuente: Grupo de Investigación

Paso 5: Realice doble click en **Install** y se cargara el software. Como se observa en la **Figura 3.28 (a)**.

Paso 6: Cuando una ventana automática inicia “**installation completed**” haga doble click en **OK**, luego doble click en **Finish** para terminar la instalación. Como se observa en la **Figura3.28 (b)**.

FIGURA 3.28. INSTALACION DEL INTOUCH



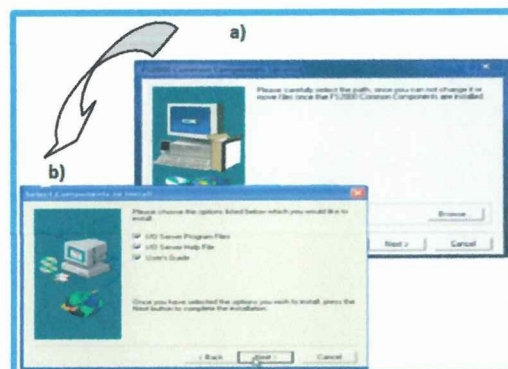
Fuente: Grupo de Investigación

Paso 7: Para la Instalamos del **modbus** interface al PLC, abrimos la carpeta **Common**, realizamos doble click en **Setup**.

Paso 8: Realizamos doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.29 (a)**.

Paso 9: Aparecerá una ventana que seleccionara **I/O**, haga doble click en **Next**. Como se observa en la **Figura 3.29 (b)**. Y así terminaremos la instalación de los programas para el HMI.

FIGURA 3.29. INSTALACIÓN MODBUS



Fuente: Grupo de Investigación

3.11.4. Configuración utilizada para twidoswite – (PLC)

Toda la programación se realiza, de una forma bastante sencilla. Nos permite La visualización del programa que realizaremos a continuación. Para la programación del TwidoSwite es importante saber el manejo de los iconos del software que se programara del fluido. Abrimos el TwidoSwite y escogemos la Modo “Programación”. Como se indica en la **Figura 3.30**.

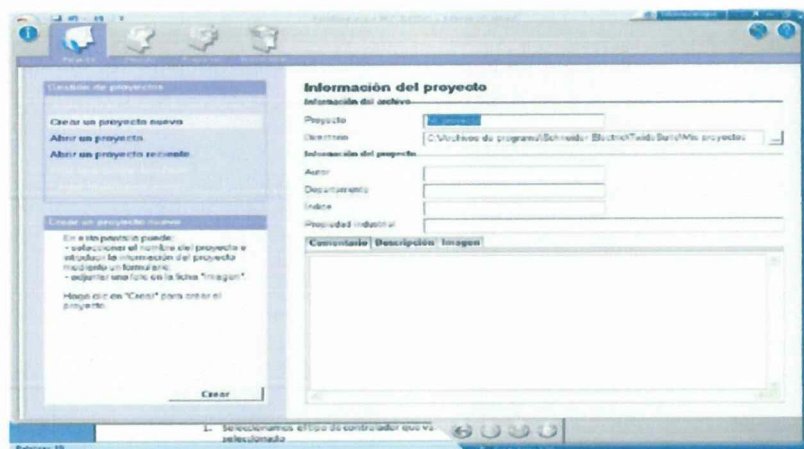
FIGURA 3.30. TWIDOSWITE



Fuente: Grupo de Investigación

Al iniciar twidoSwite nos permite crear un nuevo proyecto al cual se lo debe dar un nombre. Como se indica en la **Figura 3.31**.

FIGURA 3.31. CREAR UN PROYECTO TWIDOSWITE



Fuente: Grupo de Investigación

Luego de generar el proyecto seleccionar el autómata para lo cual pulsaremos sobre la barra de menú superior. La ventana nos brinda un catálogo, seleccionamos nuestro autómata de acuerdo al modelo que para nuestro caso es TWDLMD20DRT el programa nos indica las características del PLC en la parte inferior derecha. Como lo indica en la **Figura 3.32**.

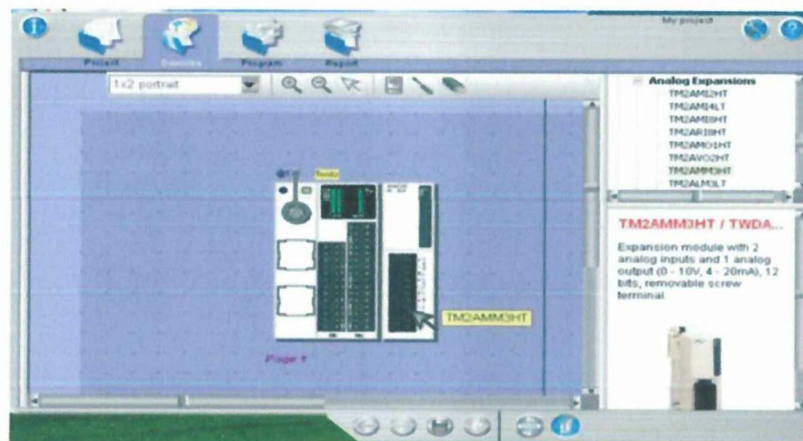
FIGURA 3.32. SELECCIÓN DEL AUTÓMATA



Fuente: Grupo de Investigación

Al realizar los pasos correspondientes seleccionamos un elemento necesario del control lógico-programable, que nos podrá servir como un banco de extensión analógica par el controlador que es TM2AMM3HT. Como se indica en la **Figura 3.33**.

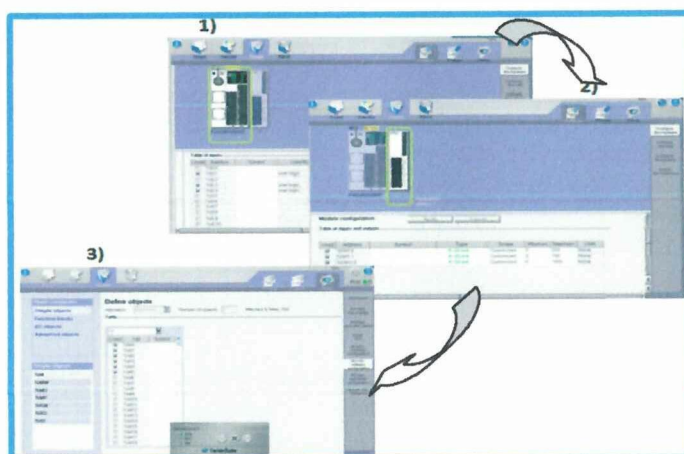
FIGURA 3.33. SELECCIÓN DEL AUTÓMATA



Fuente: Grupo de Investigación

Posteriormente se configura el equipo utilizando direcciones, símbolos, filtrado, eventos, prioridades, funciones especiales. Una vez seleccionado el PLC se debe dar doble click sobre el botón programar de la barra de menú superior en el cual el programador debe definir las entradas y salidas sobre el cual trabajara nuestro PLC, como se muestra en la **Figura 3.34**.

FIGURA 3.34. SELECCIÓN DE LA ENTRADA Y SALIDAS DEL PLC

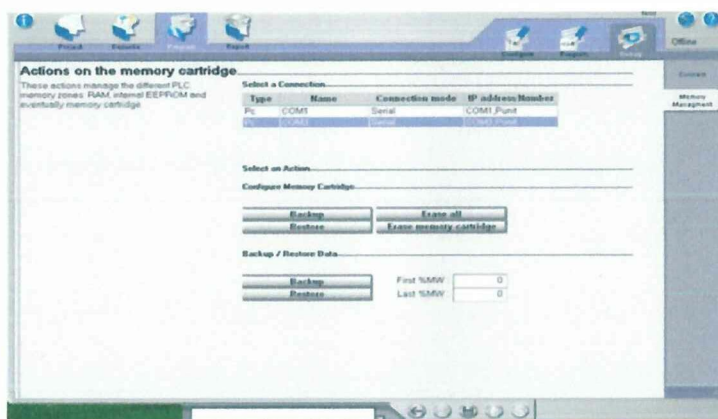


Fuente: Grupo de Investigación

3.11.5. Comunicación del software TwidoSwite al PLC

Conexión entre el software twidiSuit con el PLC, realizamos doble clic en icono COM 3 como se ilustra en la **Figura 3.35**.

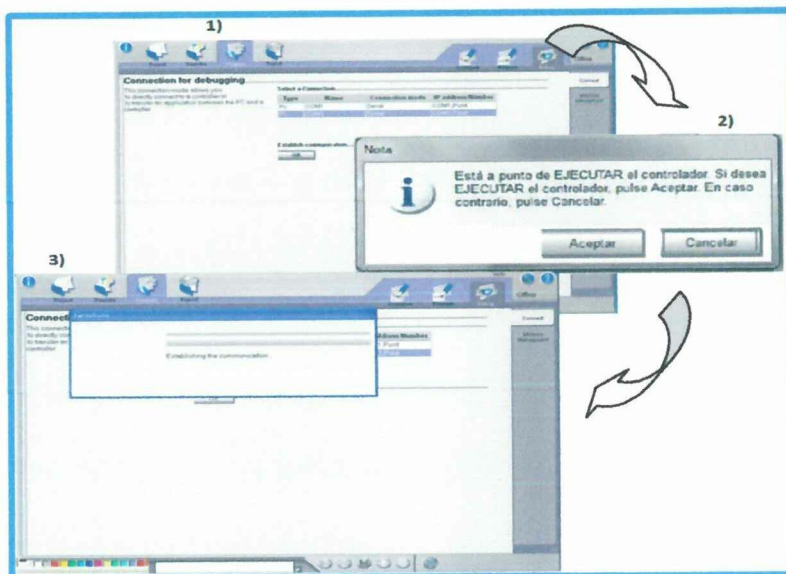
FIGURA 3.35. EJECUCION CON EL CONTROLADOR



Fuente: Grupo de Investigación

Comprobar que el programa este cargando en el PLC, para finalizar hacemos doble clic en **aceptar** para ejecutar el programa. Como se indica en la **Figura 3.36**.

FIGURA 3.36. EJECUCION CON EL CONTROLADOR



Fuente: Grupo de Investigación

3.12. LÓGICA DE CONTROL

En lo correspondiente a la lógica de control del sistema, basada en programación del ladder, se ha utilizado 2 secciones ordenadas de la siguiente forma:

- 1.- Sección 1. Control
- 2.- Sección 2. Control

Sección 1. Con él contacto **%M5** activamos la operación del sistema, por ende se activan los contactos **%I0.3 - %Q0.5**, como tenemos un contacto cerrado **%I0.4** se activaran el variador y la motor a la vez. Al tener un nivel alto en el tanque se abre el contacto **%I0.4** para desconectar el variador y la bomba, el nivel de agua desciende y se activaran **%I0.3 - %Q0.5** y se inicia nuevamente la lógica de programación, como se muestra en la **Figura 3.37**. Cuenta con 2 redes (Rung #) distribuidos de la siguiente forma:

Contactos:

%M5: Contacto arranque remoto

%I0.3: Contacto nivel Bajo

%I0.4: Contacto nivel Alto

%Q0.5: Contacto auxiliar para on/off del Variador de Velocidad.

Bobinas:

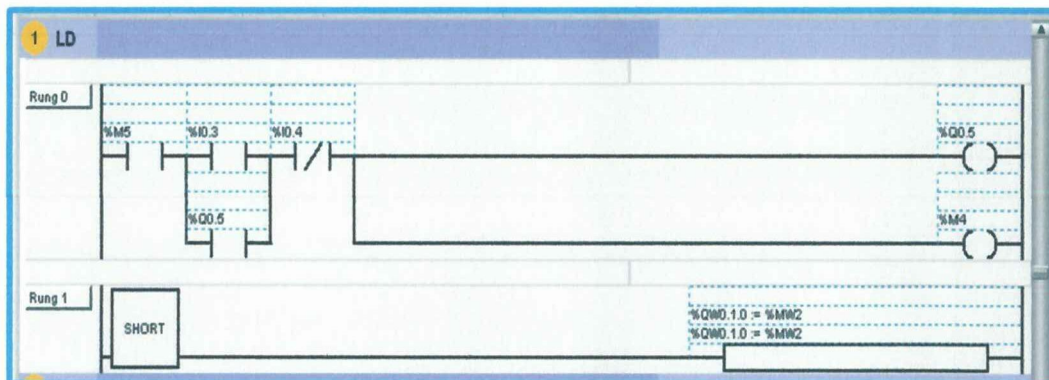
%Q0.5: Bobina start del Variador de Velocidad

%M4: Bobina del Variador de Velocidad

Bloque de operación:

%QW1.0 = %MW2: Toma el valor para la variación o control de velocidad de la bomba mediante el variador de frecuencia y pasa a un objeto de palabra para su conexión con el desarrollo de la HMI.

FIGURA 3.37. CONTROL LOGUICO SECCIÓN 1



Fuente: Grupo de Investigación

Sección 2. Con el contacto %I0.1 se actúa a la bobina del sensor de caudal, el cual nos permite obtener un conteo de pulsos del caudal, seguidamente del contacto %M3 el mismo que acciona la niquelina. Cuenta con 5 redes (Rung #) y utiliza 4 contactos y 4 bobinas distribuidas de la siguiente forma. Como se muestra en la **Figura 3.40**:

Contactos:

%I0.1: Contacto conteo de pulsos del caudal

%I0.3: Contacto nivel bajo del tanque

%I0.4: Contacto de nivel alto del tanque

%M3: Contacto on/off de la niquelina

Bobinas:

%M0: Bobina pulso del caudalimetro

%M1: Bobina nivel bajo del tanque

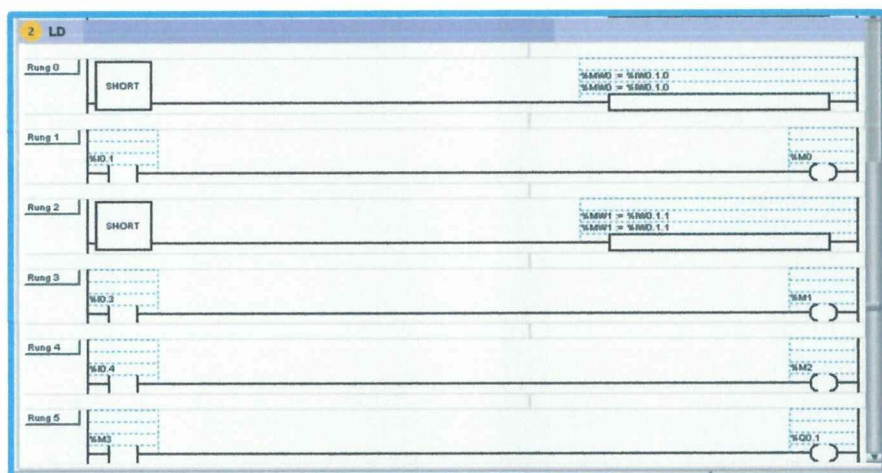
%M2: Bobina del nivel alto del tanque

%Q0.1: Bobina de la niquelina

Bloque de operación:

%MW0: = %IW1.0: y **%MW1: = %IW1.1:** Estos bloques de operaciones realizan el funcionamiento del sensor de temperatura y transductor de presión asumiendo valores de las variables medidas y la pasa a un objeto de palabra para su conexión con el desarrollo de la HMI.

FIGURA 3.40. CONTROL LOGICO SECCIÓN 2



Fuente: Grupo de Investigación

3.13. DESARROLLO DE LA INTERFACE HMI

La Interface Hombre-Máquina (HMI) es un conjunto de pantallas que muestran una representación del diseño de control o del equipamiento en forma gráfica. Además de la adquisición de datos, el desarrollo de la aplicación puede integrar herramientas para acciones de control hacia un proceso. El sistema puede tener varias pantallas, dependiendo de los requerimientos para el control y monitoreo del proceso, y el estudiante pueda seleccionar las más relevantes en cualquier momento.

Para el desarrollo de la interface del sistema de control y monitoreo de las variables, nivel, caudal, temperatura, presión, realizamos en el software Intouch Versión 9.5. Este es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de interface hombre-máquina bajo entorno PC. InTouch utiliza como sistema operativo el entorno WINDOWS XP. El paquete consta básicamente de dos elementos: WINDOWMAKER y WINDOWVIEWER.

WINDOWMAKER es el sistema de desarrollo que permite todas las funciones necesarias para crear ventanas animadas interactivas conectadas a sistemas de entradas/salidas externos o a otras aplicaciones basadas en la plataforma de Windows.

WINDOWVIEWER es el sistema utilizado para ejecutar las aplicaciones creadas con WINDOWMAKER. Además de estos elementos, Intouch consta con utilidades para manejo de los drivers en los distintos protocolos de comunicación disponibles en los PLC, conocidos como I/O Servers.

3.13.1. Requerimientos e Instalación del Sistema Intouch

- Cualquier PC compatible IBM con procesador Pentium 2 GHz o superior
- Mínimo 2 Gb de disco duro
- Mínimo 520 Mb RAM
- Adaptador display SVGA (recomendado 2 Mb mínimo)
- Puntero (mouse, trackball, touchscreen)

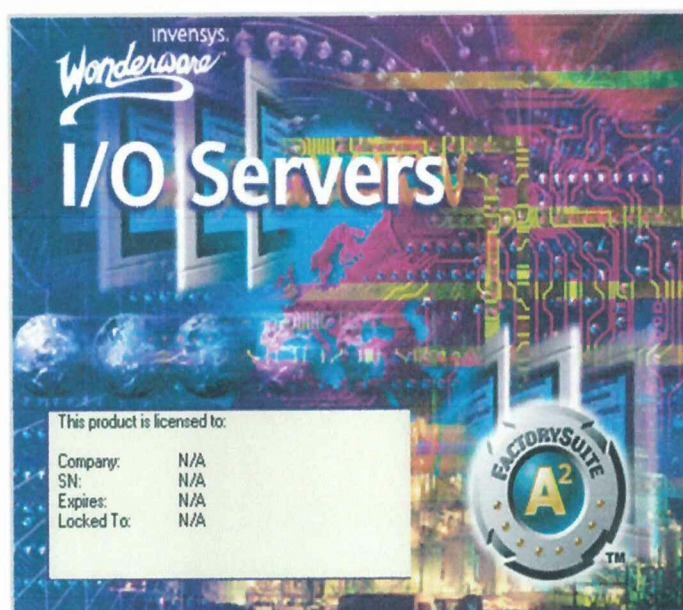
- Adaptador de red
- Microsoft Windows XP

Intouch y sus utilidades disponen de un sencillo programa para su instalación, que muestra el sistema operativo sobre el que va a trabajar y sitúa a un autoarranque cuando ha sido detectado por la unidad.

3.13.2. Configuración de un I/O server

Una vez que el I/O server ha sido instalado, se requiere configurarlo. Esta configuración se almacena de forma automática en la carpeta de instalación del I/O server, como se indica en la **Figura 3.41**.

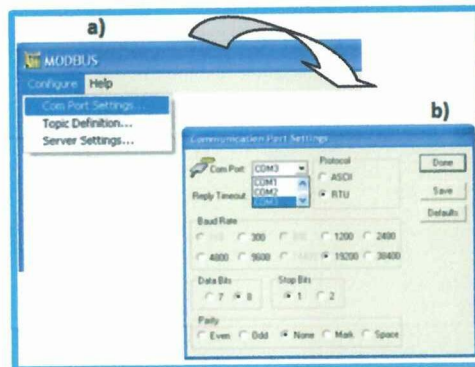
FIGURA 3.41. I/O SERVER



Fuente: Grupo de Investigación

Se hace doble click en Configure, entonces aparece el cuadro de diálogo **Communication Port Settings**. En este cuadro se tienen que ingresar los parámetros de la comunicación en nuestro caso aplicamos el COM3, como se muestra en la **Figura 3.42**.

FIGURA 3.42. CUADRO DE COMMUNICATION PORT SETTINGS



Fuente: Grupo de Investigación

Para finalizar se hace doble click en **Save** luego en **Done**.

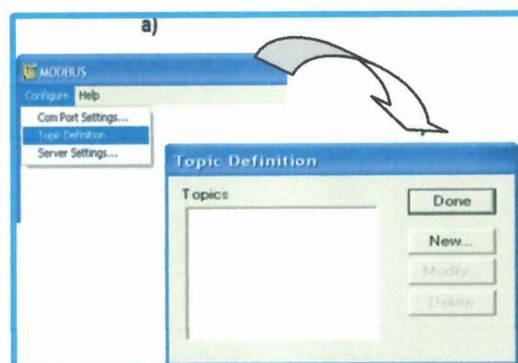
3.13.3. Creación de Topic Definitions

Para nuestro caso existe un topic definitions en el PLC llamado Twido, con el que el I/O server se va a comunicar. Cada topic definition debe contener un único nombre por cada PLC asociado con este. Para la creación de un topic definition se siguen los siguientes pasos:

Paso 1: Hacer doble click en **Configure / Topic Definition**, entonces aparece el cuadro de diálogo **Topic Definition**, como se muestra en la **Figura 3.43, (a)**.

Paso 2: Hacer doble click en **New**, entonces aparece el cuadro de diálogo **Topic Definition**, como se muestra en la **Figura 3.43, (b)**.

FIGURA 3.43. CONFIGURE/TOPIC DEFINITION



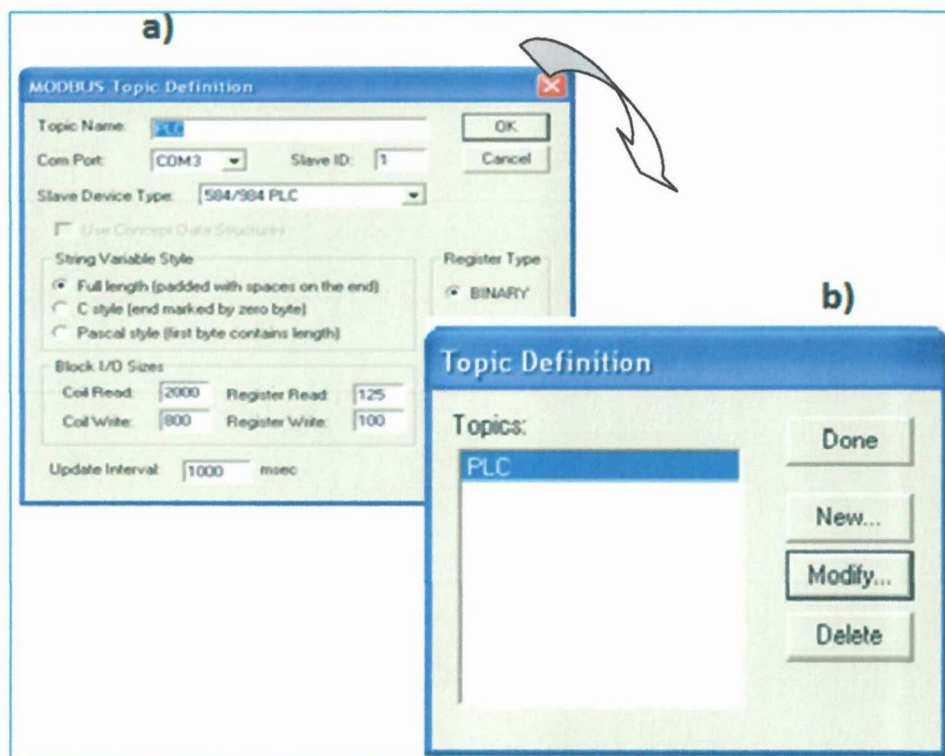
Fuente: Grupo de Investigación



Paso 3: Ingresamos el nuevo nombre del **Topic Definition**, como se muestra en la **Figura 3.44, (a)**.

Paso 3: Finalmente se observa que el nuevo **Topic Definition**, en nuestro casa llamado **PLC**, como se muestra en la **Figura 3.44, (b)**.

FIGURA 3.44. TOPIC DEFINITION



Fuente: Grupo de Investigación

3.14. INTERFAZ DESARROLLADA EN INTOUCH

El sistema de control y monitoreo desarrollado en el HMI, está conformado por tres ventanas, distribuidas de la siguiente manera:

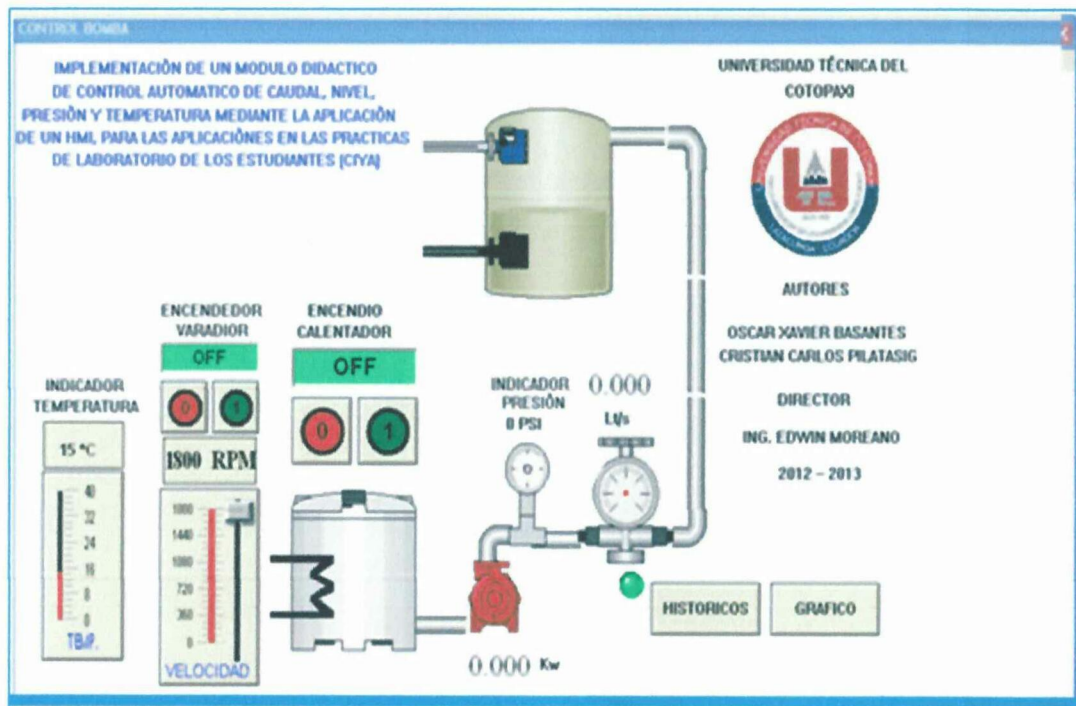
- Ventana de Inicio
- Ventana de Control de Temperatura: Operación Automática
- Ventana de Control de Variador de Velocidad: Operación Manual

Todas las ventanas utilizan el control Wisard Selection para las presentaciones en los títulos de cada ventana y animaciones de imágenes en algunas de ellas. Para la elaboración de los botones en los menús de las ventanas a ser utilizado.

En la ventana principal contiene gráficos que nos permiten controlar la temperatura, accionamiento de la resistencia, y regular el variador de frecuencia.

Además de estos existe un segundo y tercer menú de instrucciones para ingresar a las ventanas **histórico** y **grafico** del sistema, como se muestra en la **Figura 3.45**.

FIGURA 3.45. INTOUCH

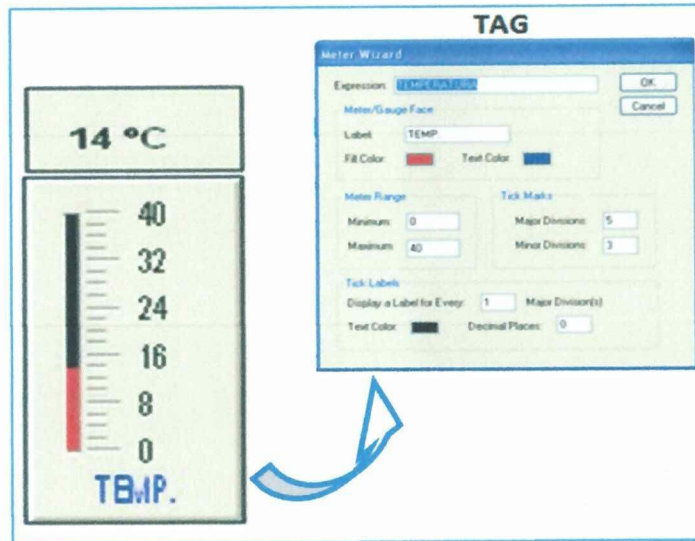


Fuente: Grupo de Investigación

3.14.1. Visualización de estado del sensor de temperatura

Los valores de temperatura se muestran en una barra numérica que tiene un rango de apreciación de 0-40°C, en el cual la temperatura variara en función tiempo, como se muestra en la **Figura 3.46**.

FIGURA 3.46. INDICADOR DE TEMPERATURA

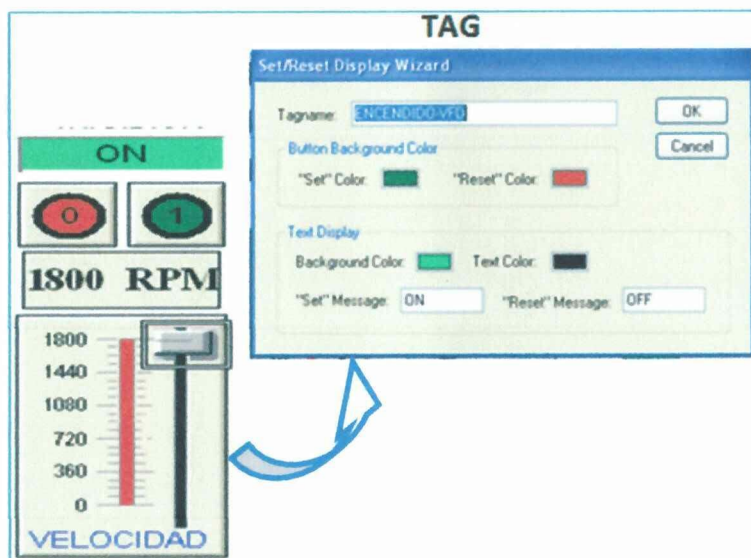


Fuente: Grupo de Investigación

3.14.2. Visualización on/off del motor y variación de frecuencia

Contiene dos botones de control on/off con el cual accionamos al variador y el arranque de motor, así también se puede controlar la velocidad del motor (RPM) a convenir y observar las variables físicas en una forma dinámica, como se observa en la **Figura 3.47.**

FIGURA 3.47. INDICADOR ON/OFF DEL MOTOR Y VARIADOR



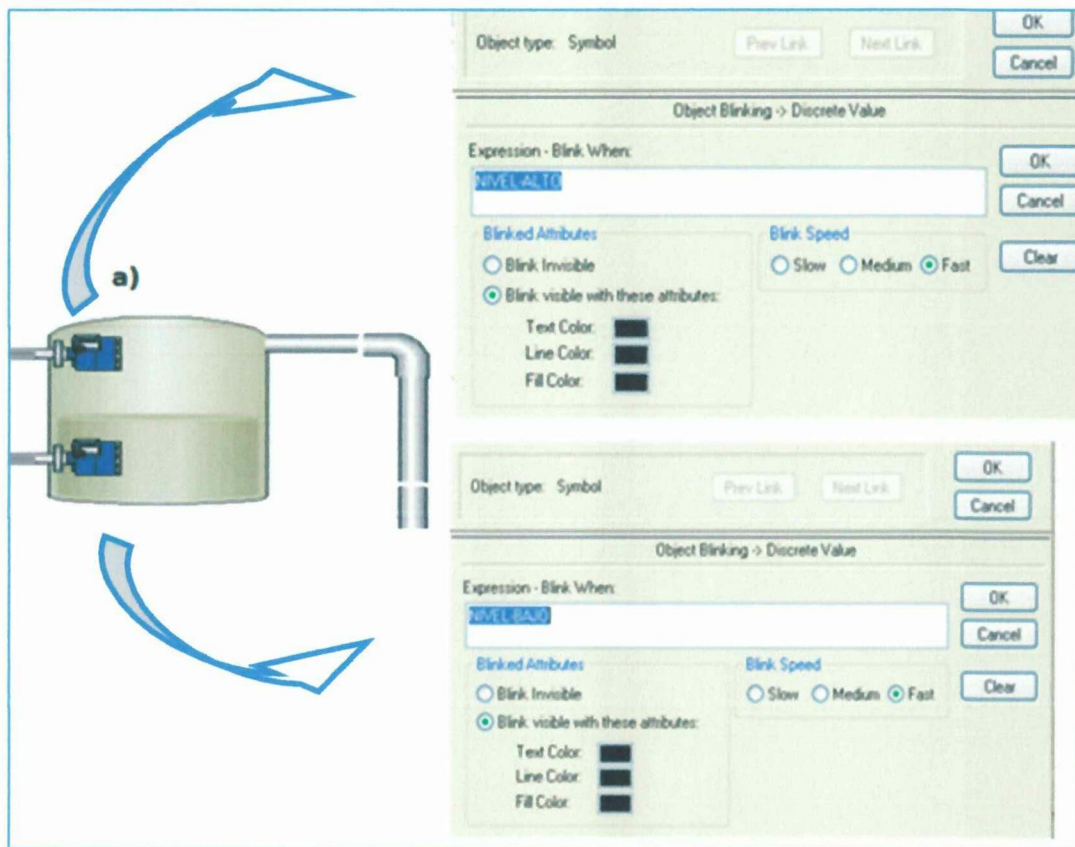
Fuente: Grupo de Investigación

3.14.3. Visualización de la presión, nivel y caudal

En estas ventanas podemos observar las variables físicas indicando la selección de instrumentos, como se indica a continuación:

- a) Podemos observar el nivel bajo y nivel alto de caudal con dos sensores ON/OFF y como se indica los tag de cada uno de los sensores, como se muestra en la **Figura 3.48, (a)**.

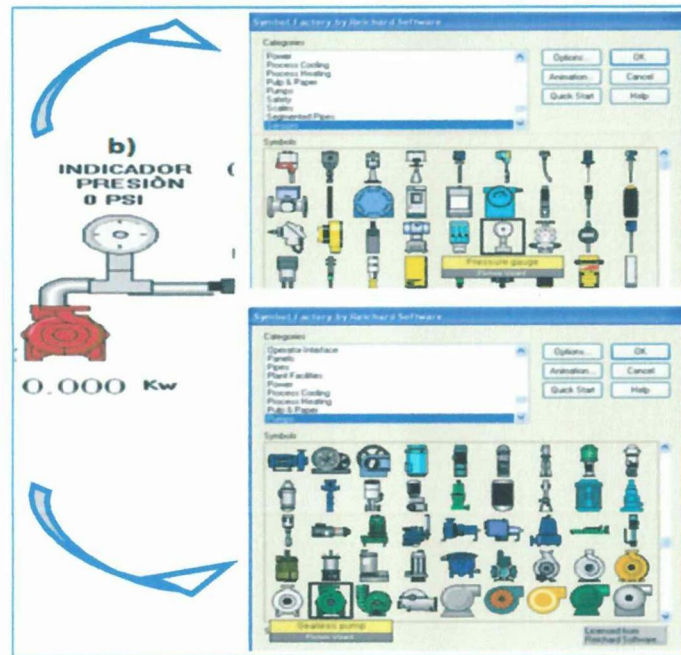
FIGURA 3.48, (A). INDICADORES DE NIVEL DE FLUJO



Fuente: Grupo de Investigación

- b) Podemos apreciar la presión en carga siempre y cuando el sistema esté en funcionamiento, para lo cual se seleccionó un indicador de presión con rangos de apreciación de 0-100 psi, como se muestra en la **Figura 3.47, (b)**.

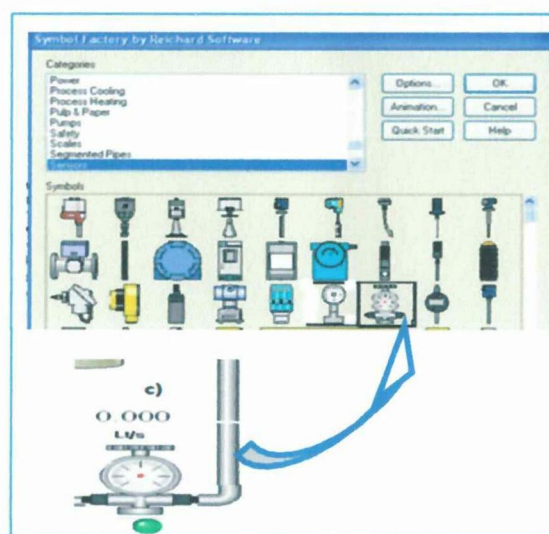
FIGURA 3.48, (B). INDICADOR DEL CAUDAL



Fuente: Grupo de Investigación

- c) Podemos visualizar la cantidad del caudal (Lt/s) que circula a través del caudalímetro mismo que es depositado al tanque para que se cumpla los niveles de caudal, como se indica en la **Figura 3.47, (c)**.

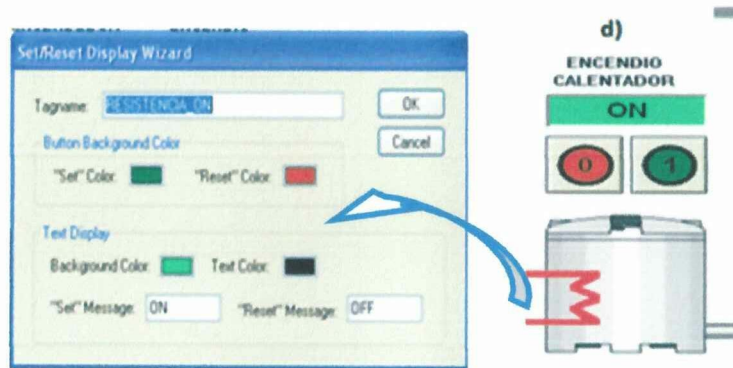
FIGURA 3.48, (C). INDICADOR DE CAUDAL



Fuente: Grupo de Investigación

- d) Es un indicador de control on/off de la resistencia, para calentar del fluido que circula por el tanque, como se muestra en la **Figura 3.47, (d)**.

FIGURA 3.48, (D). INDICADOR DEL CALENTADOR



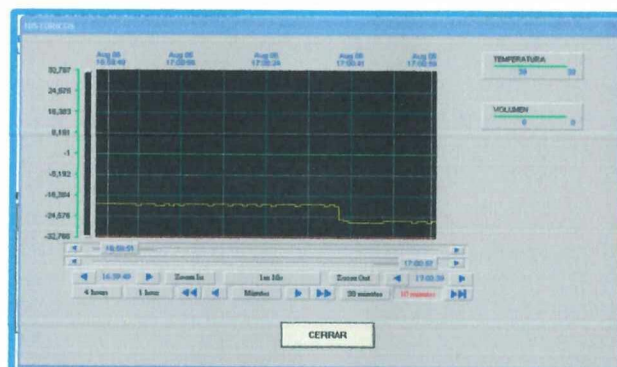
Fuente: Grupo de Investigación

3.14.4. Pantalla de histórico y grafico

Como se puede observar en la parte inferior derecha de la ventana principal como se muestra en la figura 3.42, existen dos botones que son **históricos** y **grafico** los cuales se indican a continuación:

- **Históricos.-** En esta ventana podemos observar el historial de la trayectoria de la forma de onda de la Temperatura y Volumen del fluido, como se indica en la **Figura 3.49**.

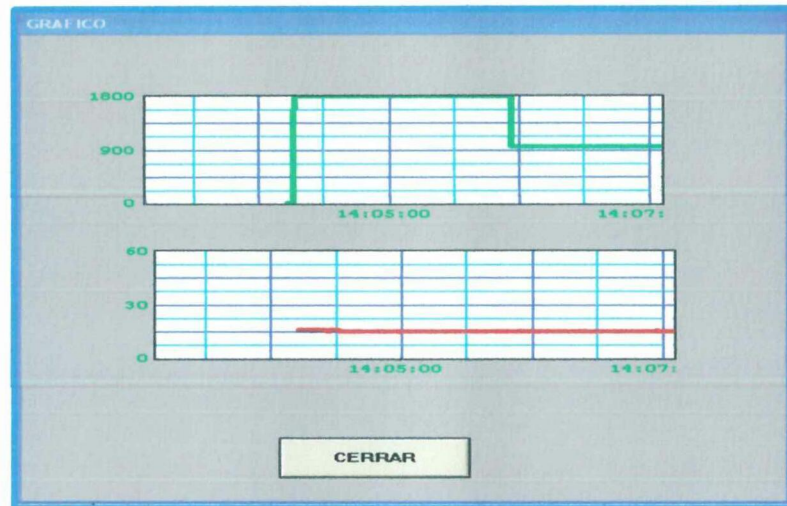
FIGURA 3.49. FORMA DE ONDA



Fuente: Grupo de Investigación

- **Grafico.-** En esta ventana identificamos la trayectoria de la forma de onda del variador de frecuencia del motor. Como se indica en la **Figura 3.49**.

FIGURA 3.50. FORMA DE ONDA



Fuente: Grupo de Investigación

3.15. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE GUÍAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

3.15.1. Práctica N° 1

RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS

OBJETIVOS:

- Identificar los elementos que forman parte del banco de pruebas de instrumentación, sus funciones, características de placa, rangos y propiedades.
- Conocer la funcionalidad del banco de pruebas, el proceso industrial que se simula y las opciones que presenta para desarrollar por parte del estudiante en la realización de prácticas.

EQUIPO:

- Banco didáctico de Pruebas de Instrumentación
- Agua potable en buenas condiciones

INFORMACION SOBRE EL EQUIPO:

El banco didáctico de pruebas, fue desarrollado para observar y controlar las variables de nivel, presión, temperatura y de flujo de agua, mediante una interfaz hombre máquina (HMI).

Se compone principalmente de una estructura diseñada para contener los elementos físicos, PLC y transductores necesarios, además de sostener el computador que posee el software INTOUCH de visualización y control.

La meta es experimentar con la mayoría de las variables ampliamente utilizadas en la industria, señales digitales, analógicas y protocolos de comunicación conformando un prototipo que fácilmente puede ser escalado hacia una operación industrial en el entorno real.

El prototipo posee una muestra de cada una de las señales que podemos encontrar cotidianamente en los diferentes tipos de industrias, tales como:

- Caudal (señal de pulsos),
- Temperatura (señal de 0 -10 voltios)
- Presión (señal de 4 a 20 mA)
- Nivel (señal digital de flotadores)

Estas señales ingresan directamente al PLC y permiten tener información del comportamiento del proceso, lo cual nos permite ejecutar el programa de control deseado.

Además, a través de una salida analógica de 4–20 mA, el PLC ordena al Variador de Frecuencia modificar su velocidad hasta un valor deseado, el cual puede ser programado de manera manual o automática según el modo de operación.

Mediante protocolo de comunicación Ethernet, el PLC entrega información al sistema de supervisión INTOUCH versión educacional, instalado en un computador de escritorio cargado con Windows XP, el cual posee un interface hombre – máquina HMI, que permite visualizar las variables en tiempo real y el comportamiento de todo el sistema, pudiendo inclusive variar las condiciones del proceso a través del sistema supervisorio INTOUCH usando el mouse del computador.

TRABAJO PREPARATORIO:

Consultar acerca de los elementos usados en la industria para medir:

- Temperatura
- Presión
- Caudal
- Nivel
- Y sus protocolos o señales de salida estándar.
- Consultar acerca de los autómatas programables PLC, sus características, funciones, tipos de entradas y protocolos de comunicación más usuales.
- Consultar acerca de los sistemas supervisorios y HMI, sus características, funciones y protocolos de comunicación más usuales.

PROCEDIMIENTO

Con el debido cuidado, inspeccionar todos los elementos que constituyen el banco de pruebas de instrumentación, tomar datos de las placas de cada elemento.

Revisar detenidamente el diagrama de conexiones del equipo e identificar las tarjetas de entrada del PLC y bancos de comunicación.

El asistente de laboratorio arranca el sistema ingresando las claves de usuario y confirma que la licencia educacional del INTOUCH nos permite 120 minutos de trabajo como máximo en una sola sesión.

El asistente de laboratorio muestra a los estudiantes la estructuración del programa del PLC y del HMI, luego corre la aplicación del INTOUCH.

El asistente de laboratorio arranca la bomba y manipula los parámetros físicos y del HMI para mostrar al estudiante las bondades del Banco de Pruebas de Instrumentación.

INFORME

- Presentar el resumen de elementos constitutivos del banco de pruebas de Instrumentación y sus características individuales.
- Presentar y explicar el circuito de conexionado del banco de pruebas, separando las señales de entrada y las señales de salida en cuadros esquemáticos.
- Hacer un cuadro de las señales físicas que recibe el PLC y el protocolo o tipo de señal utilizado para cada una. Explicar qué mide cada señal y en qué punto del proceso.
- Hacer un cuadro de las señales físicas que emite el PLC y el protocolo o tipo de señal utilizado para cada una. Explicar qué controla el PLC.

CONCLUSIONES / RECOMENDACIÓN

BIBLIOGRAFIA



3.15.2. Práctica N°2

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA

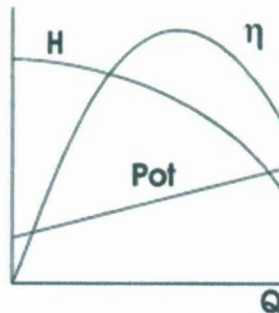
INTRODUCCION:

La representación gráfica de la energía específica, la potencia consumida y el rendimiento de la bomba en función del caudal se denominan curvas características de la bomba.

Estas curvas constituyen la información básica necesaria para predecir las magnitudes de operación de la bomba en un circuito dado, y por lo tanto suelen ser aportadas por los fabricantes en sus catálogos y demás documentación técnica.

La dependencia entre la energía demandada por el circuito y el caudal (típicamente parabólica) da lugar a la llamada curva resistente del circuito. Así pues, si se varía la curva resistente de un circuito en el que opera una cierta bomba, por ejemplo estrangulando en mayor o menor medida con una válvula parcialmente abierta, se producirá una modificación en el valor del caudal circulante, hasta el punto en que se vuelva a alcanzar un equilibrio entre la altura de elevación de la bomba y la energía demandada por el circuito. En concreto, el caudal aumentará si una válvula se abre más, y disminuirá si se cierra.

Las curvas a obtenerse en laboratorio deben ser semejantes a las mostradas en el siguiente gráfico:



OBJETIVOS:

- En esta práctica se obtendrán las curvas características de funcionamiento de una bomba centrífuga accionada a velocidad constante y a velocidad variable.
- Los ensayos se llevarán a cabo en el banco de pruebas disponible en el laboratorio. Los objetivos concretos de la práctica son:
- Obtención de la curva de la altura de elevación (=energía específica útil por unidad de peso de fluido) o presión en función del caudal.
- Obtención de la curva de la potencia consumida por la bomba en función del caudal.
- Obtención de la curva de rendimiento de la bomba en función del caudal.

EQUIPO:

- Banco de pruebas de instrumentación
- Agua potable en buenas condiciones

TRABAJO PREPARATORIO:

- Consultar acerca de la curva característica de la bomba centrífuga.
- Consultar acerca de las ecuaciones que se generan para caracterizar las variables: H (altura), Q (caudal) y Eficiencia.

PROCEDIMIENTO

Para la determinación de las curvas características de la bomba de ensayo, se necesita por un lado poder ir imponiendo sucesivamente distintos puntos de funcionamiento para la bomba, es decir, distintos caudales y presiones, sea variando la velocidad de giro de la bomba o variando la restricción de circulación de flujo con la válvula manual.

Para cada punto de funcionamiento se tomarán las medidas necesarias con los instrumentos disponibles, cuya información se despliega en el sistema supervisorio, para

posteriormente, ingresar en tablas los valores correspondientes de presión, caudal y potencia eléctrica consumida.

Las curvas características se terminarán construyendo por repetición del proceso para un suficiente número de puntos de funcionamiento, entre los valores máximo y mínimo de caudal del equipo.

Curva Presión vs. Caudal

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 50 Hz o 1500 rpm
3. Cerrar totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio
6. Tomar las lecturas de presión y caudal, abriendo lentamente la válvula en pequeños pasos. Se recomienda realizar la apertura en pasos de 2 psi, desde el máximo valor hasta el mínimo de 8 psi, tal como se muestra en las tablas adjuntas. Es importante esperar al menos 30 segundos para estabilizar el sistema, antes de tomar el dato y cambiar nuevamente las condiciones.
7. Repetir el procedimiento para una velocidad de 60 Hz o 1800 rpm.

PARA 50 (60) HZ PRESION VS CAUDAL

MEDICION	CAUDAL (GPM)	PRESION (PSI)
1		24
2		22
3		20
4		18
5		16
6		14
7		12
8		10
9		8
10		6

Curva Potencia vs. Caudal

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 0 Hz o 0 rpm
3. Abrir totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio.
6. Subir la velocidad de la bomba desde el supervisorio, en pasos de 200 rpm, hasta llegar a 1800 rpm, tomar las lecturas de potencia y caudal para cada punto de trabajo y llenar la tabla, dejando que el sistema se estabilice al menos 30 segundos para tomar la lectura y variar las condiciones.

PARA FRECUENCIA VARIABLE POTENCIA VS CAUDAL

FRECUENCIA (HZ)	CAUDAL (GPM)	POTENCIA (W)
200		
400		
600		
800		
1000		
1200		
1600		
1800		

Curva Rendimiento de la Bomba vs. Caudal

1. Elaborar una hoja electrónica que calcule el rendimiento de la bomba en función de la ecuación simplificada, usando los datos obtenidos:

$$n = (P \text{ (kw)}) / (\text{Presión (PSI)} \times \text{Caudal (GPM)})$$

PARA FRECUENCIA VARIABLE, RENDIMIENTO VS CAUDAL

POTENCIA (W)	PRESION X CAUDAL	RENDIMIENTO
200		
400		
600		
800		
1000		
1200		
1600		
1800		

INFORME

2. Presentar las tablas y hojas de datos llenas con la información obtenida del equipo.
3. Presentar los gráficos correspondientes a los datos obtenidos.
4. Comentar cada una de las curvas obtenidas.

CONCLUSIONES / RECOMENDACIÓN

BIBLIOGRAFIA

3.15.3. Práctica N° 3

USO Y APLICACIÓN DE LAS LEYES DE AFINIDAD PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS

INTRODUCCION:

Las bombas se dividen en dos categorías principales: Bombas de desplazamiento positivo y bombas rotodinámicas.

En las bombas de desplazamiento positivo, un volumen fijo de fluido es forzado de una cámara a otra. Uno de los diseños más antiguos y más conocidos es el motor de intercambio, utilizando un pistón que se mueve dentro de un cilindro. Bombas de vapor, las bombas de estribo y cilindros hidráulicos son de este tipo.

La bomba centrífuga del banco didáctico, es por el contrario, una máquina rotodinámica. Las bombas rotodinámicas (o simplemente dinámicas) imparten momento un a un fluido, lo que provoca que este se desplace hacia la cámara de salida o descarga. Las turbinas y las bombas centrífugas están dentro de esta categoría.

El desarrollo y utilización de bombas en la práctica de ingeniería se ha beneficiado en gran medida de la aplicación del análisis dimensional. Las variables de funcionamiento de mayor interés en una bomba son la potencia consumida, la energía por unidad de peso comunicada al fluido y el rendimiento.

Las variables de las que dependen las tres anteriores pueden agruparse de la siguiente manera:

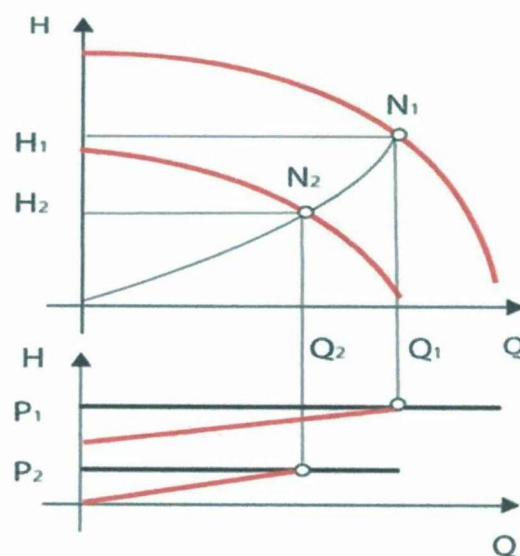
- Propiedades del fluido: densidad (ρ) y viscosidad (μ).
- Características del flujo a través de la bomba: caudal (Q).
- Características de la propia máquina: velocidad de giro (ω), diámetro característico (D) y rugosidad absoluta del material (ϵ).

El rendimiento de la bomba o rendimiento global es la relación entre la potencia útil o hidráulica y la potencia al freno. Este es, en general, suministrado por los constructores de la bomba, y considera las pérdidas por fugas (rendimiento volumétrico) y por rozamientos en ejes y caras del impulsor (rendimiento mecánico). Las leyes de afinidad expresan la relación matemática entre varias variables involucradas en el rendimiento de las bombas.

Al seleccionar una bomba para un sistema, es prácticamente imposible probar el rendimiento de todos los tamaños de bomba en el rango de toda la velocidad a la que puede funcionar. Por tanto, es útil disponer de una solución matemática que nos permita hacer suposiciones sobre las características de funcionamiento de una bomba a una velocidad, impulsor y tamaño determinado, a partir de los resultados experimentales tomados de otra bomba con condiciones de operación diferentes.

Las Leyes de Afinidad gobiernan las relaciones entre velocidad, presión de descarga y potencia de entrada de la bomba y permiten predecir el rendimiento de una bomba a una velocidad que no sea la característica.

La relación entre dos bombas geoméricamente similares con diámetros D_1 y D_2 operando a velocidades n_1 y n_2 se muestra en la figura siguiente.



Para cualquier par de puntos en los que los valores de (H/n^2D^2) y (Q/nD) son los mismos, se deduce que:

$Q_2 = Q_1 \times (n_2/n_1)$, donde (Q) es el caudal y (n) la velocidad en rpm

$P_2 = P_1 \times (n_2/n_1)^2$, donde (Q) es el caudal y (n) la velocidad en rpm

Las ecuaciones adimensionales dadas anteriormente, son la base de la cual se derivan las Leyes de Afinidad de bombas.

Estas leyes permiten predecir con bastante precisión y para fines prácticos, el funcionamiento de bombas geoméricamente similares pero de diferentes tamaños y velocidades

OBJETIVOS:

- Los Investigar el uso de las leyes de Afinidad en la predicción de las características de carga-caudal para una bomba.

EQUIPO:

- El banco didáctico de pruebas de Instrumentación
- Agua potable en buenas condiciones

TRABAJO PREPARATORIO:

- Consultar acerca de las Leyes de Afinidad para bombas centrífugas
- Consultar acerca de las ecuaciones que se generan para predecir el Caudal o la Presión de una misma bomba, trabajando a distintas condiciones de velocidad angular y con distinto diámetro de impulsor.

PROCEDIMIENTO

Para la determinación de la primera condición, la cual nos servirá como base para la práctica, se necesita por un lado poder ir imponiendo sucesivamente distintos puntos de funcionamiento para una misma velocidad de giro de la bomba (en este caso 1000 rpm), se cerrará la válvula completamente y de manera paulatina vamos abriendo la válvula para poder llenar la Tabla 1 y Tabla 2, adjuntas a la presente.

Para cada punto de funcionamiento se tomarán las medidas necesarias con los instrumentos disponibles, cuya información se despliega en el sistema supervisorio, para posteriormente, ingresar en tablas los valores correspondientes de presión y caudal en las correspondientes tablas.

Obtención de la Tabla 1 de Valores Medidos Caudal,

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 33.33 Hz o 1000 rpm
3. Cerrar totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio
6. Tomar las lecturas de presión y caudal, abriendo lentamente la válvula en pequeños pasos (según lo solicitado en la tabla adjunta). Es importante esperar al menos 30 segundos para estabilizar el sistema, antes de tomar el dato y cambiar nuevamente las condiciones.

PARA (33.33) HZ o 1000 rpm, PRESION VS
CAUDAL

MEDICION	CAUDAL (GPM)	PRESION (PSI)
1		10
2		9
3		8
4		7

5		6
6		5
7		4
8		3
9		2
10		1

Primera Predicción

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 46.66 Hz o 1400 rpm
3. Cerrar totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio
6. Tomar las lecturas de presión y caudal, abriendo lentamente la válvula en pequeños pasos (según lo solicitado en la tabla adjunta). Es importante esperar al menos 30 segundos para estabilizar el sistema, antes de tomar el dato y cambiar nuevamente las condiciones.
7. Hacer otra tabla del caudal calculado mediante fórmula para la nueva velocidad, utilizando las ecuaciones de las leyes de afinidad:

$Q_2 = Q_1 \times (n_2/n_1)$, donde (Q) es el caudal y (n) la velocidad en rpm

PARA (46.66) HZ o 1400 rpm, PRESION VS CAUDAL

MEDICION	CAUDAL (GPM)	PRESION (PSI)
1		20
2		18
3		16
4		14
5		12
6		10



7		8
8		6
9		4
10		2

Segunda Predicción

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 60 Hz o 1800 rpm
3. Cerrar totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio
6. Tomar las lecturas de presión y caudal, abriendo lentamente la válvula en pequeños pasos (según lo solicitado en la tabla adjunta). Es importante esperar al menos 30 segundos para estabilizar el sistema, antes de tomar el dato y cambiar nuevamente las condiciones.
7. Hacer otra tabla del caudal calculado mediante fórmula para la nueva velocidad, utilizando las ecuaciones de las leyes de afinidad:

$$Q_2 = Q_1 \times (n_2/n_1), \text{ donde } (Q) \text{ es el caudal y } (n) \text{ la velocidad en rpm}$$

PARA (60) HZ o 1800 rpm, PRESION VS
CAUDAL

MEDICION	CAUDAL (GPM)	PRESION (PSI)
1		32
2		28
3		24
4		20
5		18
6		14

7		10
8		8
9		4
10		2

Obtención de la Tabla 2 de Valores Medidos Presión:

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 33.33 Hz o 1000 rpm
3. Cerrar totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio
6. Tomar las lecturas de presión y caudal, abriendo lentamente la válvula en pequeños pasos (según lo solicitado en la tabla adjunta). Es importante esperar al menos 30 segundos para estabilizar el sistema, antes de tomar el dato y cambiar nuevamente las condiciones.

PARA (33.33) HZ o 1000 rpm, PRESION VS
CAUDAL

MEDICION	CAUDAL (GPM)	PRESION (PSI)
1	0.0050	
2	0.0100	
3	0.0150	
4	0.0200	
5	0.0250	
6	0.0300	
7	0.0350	
8	0.0400	
9	0.0500	
10	0.0550	

Tercera Predicción

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 46.66 Hz o 1400 rpm
3. Cerrar totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio
6. Tomar las lecturas de presión y caudal, abriendo lentamente la válvula en pequeños pasos (según lo solicitado en la tabla adjunta). Es importante esperar al menos 30 segundos para estabilizar el sistema, antes de tomar el dato y cambiar nuevamente las condiciones.
7. Hacer otra tabla de la Presión calculada mediante fórmula para la nueva velocidad, utilizando las ecuaciones de las leyes de afinidad:

$$P2 = P1 \times (n2/n1)^2, \text{ donde (Q) es el caudal y (n) la velocidad en rpm}$$

PARA (46.66) HZ o 1400 rpm, PRESION VS CAUDAL

MEDICION	CAUDAL (GPM)	PRESION (PSI)
1	0.0100	
2	0.0200	
3	0.0250	
4	0.0300	
5	0.0350	
6	0.0400	
7	0.0500	
8	0.0600	
9	0.0700	
10	0.0800	

Cuarta Predicción

1. Encender el Equipo.
2. Fijar la velocidad de la bomba en 60 Hz o 1800 rpm
3. Cerrar totalmente la válvula manual
4. Abrir totalmente los desagües del tanque elevado
5. Arrancar la bomba presionando el botón VERDE (ON) del supervisorio
6. Tomar las lecturas de presión y caudal, abriendo lentamente la válvula en pequeños pasos (según lo solicitado en la tabla adjunta). Es importante esperar al menos 30 segundos para estabilizar el sistema, antes de tomar el dato y cambiar nuevamente las condiciones.
7. Hacer otra tabla de la Presión calculada mediante fórmula para la nueva velocidad, utilizando las ecuaciones de las leyes de afinidad:

$P_2 = P_1 \times (n_2/n_1)^2$, donde Q es el caudal y n la velocidad en rpm

PARA (60) HZ o 1800 rpm, PRESION VS CAUDAL

MEDICION	CAUDAL (GPM)	PRESION (PSI)
1	0.0100	
2	0.0200	
3	0.0250	
4	0.0350	
5	0.0450	
6	0.0550	
7	0.0650	
8	0.0750	
9	0.0850	
10	0.0950	

INFORME

1. Presentar las tablas y hojas de datos llenas con la información obtenida del equipo.
2. Presentar los gráficos correspondientes a los datos obtenidos.
3. Presentar el informe de errores entre los datos leídos y los datos calculados de Caudal en la Primera y Segunda Predicciones.
4. Presentar el informe de errores entre los datos leídos y los datos calculados de Presión en la Tercera y Cuarta Predicciones.
5. Comentar sobre el porcentaje de error obtenido y la eficacia de predecir el comportamiento de la bomba centrífuga a una velocidad distinta a la original, usando las Leyes de Afinidad.

CONCLUSIONES / RECOMENDACIÓN

BIBLIOGRAFIA

CONCLUSIONES

- Con la compilación de la información documental nos permitió obtener la línea base de la investigación y determinar los posibles instrumentos utilizados en la industria para la construcción del banco didáctico.

- Al utilizar el banco didáctico de instrumentación permite al estudiante de las carreras de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica e Industrial conocer y manipular los sensores e instrumentos de instrumentación acordes al campo laboral de la industria que permite la utilización de un controlador lógico-programable, para realizar prácticas mediante la programación de las variables objeto de estudio.

- Con el interface hombre-máquina (HMI) se ha conseguido implementar un sistema flexible, con los instrumentos y elementos factibles, para controlar las variables eléctricas del banco didáctico.

- La construcción del banco didáctico fue realizada de tal manera que sus elementos puedan ser utilizados individualmente, siendo así útil a la hora de diseñar otros controladores u otros sistemas de visualización.

RECOMENDACIONES

- Antes de efectuar cualquier acción en el módulo, se debe leer detenidamente el manual de operación con el fin de utilizar correctamente todos los recursos del mismo y evitar daños irreversibles.
- Al implementar el banco didáctico de pruebas es recomendable ampliar este módulo ya que se podrá instalar nuevos dispositivos, eléctricos o electrónicos obteniendo como resultado nuevas prácticas.
- Al realizar las prácticas demostrativas en la variable de presión recomendamos no excederla manipulación de la válvula manual reguladora de flujo, ya que se podrá reducir la vida útil de la bomba centrífuga.
- Para el funcionamiento del banco didáctico es necesario verificar que el tanque reservorio de agua se encuentre en el nivel de agua adecuado para evitar daños en el sistema.
- Para un mayor entendimiento de las variables de estudio es necesario realizar nuevas programación con ayuda del profesor guía.

ANEXOS

ANEXO 1

GUÍAS DE ENCUESTAS PARA LA INVESTIGACION DE CAMPO GRUPO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”.

OBJETIVO:

Recopilar información que permita conocer si es factible implementación de un banco didáctico de control de caudal, nivel, presión, y temperatura, donde los estudiantes desarrollaran sus prácticas de instrumentación.

DIRIGIDO:

A docentes

INSTRUCCIONES: Al llenar el cuestionario se pide contestar las preguntas con la mayor seriedad del caso, puesto que de sus respuestas depende el desarrollo de la investigación. Marque con una **X** la opción que usted ha elegido como la más adecuada.

CUESTIONARIO

1. ¿Con que frecuencia utiliza usted el laboratorio con sus estudiantes?
Si No Nunca
2. ¿Cree usted que es necesario la complementación práctica luego de haber realizado una clase teórica?
Sí No
3. ¿Cree que las prácticas en el laboratorio ayudan en el estudiante a desarrollar habilidades y destrezas en la manipulación de los instrumentos?
Si No Nunca
4. ¿Está de acuerdo con disponer de un modelo de instrumentación donde se puedan realizar diferentes prácticas?
Sí No
5. ¿Cuentan los laboratorios y talleres con un banco didáctico de instrumentación de caudal, temperatura, presión, y nivelen el área de control?
Sí No
6. ¿Cree que es importante el conocimiento acerca de la presión, caudal nivel, temperatura por parte de los estudiantes para su futuro desempeño profesional en la industria?
Sí No
7. ¿Usted como docente se encuentra capacitado para realizar un sistema de instrumentación industrial?
Sí No

ANEXO 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2012”.

OBJETIVO:

Recopilar información que permita conocer si es factible la implementación de un banco didáctico de control de caudal, nivel, presión, y temperatura, donde los estudiantes desarrollaran sus prácticas.

DIRIGIDO:

A estudiantes

INSTRUCCIONES:

Al llenar el cuestionario se pide contestar las preguntas con la mayor seriedad del caso, puesto que de sus respuestas depende el desarrollo de la investigación. Marque con una X la opción que usted ha elegido como la más adecuada.

CUESTIONARIO

1. ¿Cree usted que la universidad cuenta con todos los equipos de instrumentación para realizar prácticas en el laboratorio?

Sí

No

2. ¿Conoce usted características y funcionamiento de los aparatos de instrumentación que se detalla a continuación?

a.- Sensor de temperatura

c.- Caudalimetro

b.- Sensor de Nivel

d.- Sesión de presión

3. ¿Conoce usted parámetros de instalación de un caudalimetro?

Sí

No

4. ¿Alguna vez usted ha realizado prácticas con sensores de presión?

Siempre

De vez en cuando

Nunca

5. ¿Cree usted que las variables físicas de presión, caudal, nivel temperatura son aplicables en la industria?

Sí

No

6. ¿Conoce usted la utilidad y funcionamiento del programa grafico intouch?

Sí

No

7. ¿Considera usted que es importante la implementación de un banco de pruebas de instrumentación industrial?

Sí

No

ANEXO 3

DATOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS DOCENTES DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA, ELÉCTRICA INDUSTRIAL.

PRIMERA PREGUNTA				
ITEMS	Electromecanica	Electrica	Industrial	Total
Siempre	5	4	0	9
De vez en cuando	0	1	3	4
Nunca	0	0	2	2
SEGUNDA PREGUNTA				
Si	5	5	4	14
No	0	0	1	1
TERCERA PREGUNTA				
Siempre	5	5	1	11
De vez en cuando	0	0	3	3
Nunca	0	0	1	1
CUARTA PREGUNTA				
Si	5	5	5	15
No	0	0	0	0
QUINTA PREGUNTA				
Si	1	0	0	1
No	4	5	5	14
SEXTA PREGUNTA				
Si	5	5	5	15
No	0	0	0	0
SÉPTIMA PREGUNTA				
Si	5	5	4	14
No	0	0	1	1

ANEXO 4

DATOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA, ELÉCTRICA INDUSTRIAL.

PRIMERA PREGUNTA				
ITEMS	Electromecanica	Electrica	Industrial	Total
Si	0	0	0	0
No	80	70	30	180
SEGUNDA PREGUNTA				
Sensor de temperatura	35	15	0	50
Sensor de nivel	40	50	30	120
Caudalimetro	2	2	0	4
Sensor de presión	3	3	0	6
TERCERA PREGUNTA				
No	2	0	0	2
Si	78	70	30	178
CUARTA PREGUNTA				
Siempre	0	0	0	0
De vez en cuando	1	1	0	2
Nunca	79	69	30	178
QUINTA PREGUNTA				
Si	76	70	27	173
No	4	0	3	7
SEXTA PREGUNTA				
Si	0	0	0	0
No	80	70	30	180
SÉPTIMA PREGUNTA				
Si	80	65	25	170
No	0	5	5	10