

Tabla de Contenidos

RESUMEN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
TABLA DE CONTENIDOS	V
ABREVIACIONES.....	VII
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2. ESTADO DEL ARTE	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES	3
1.5. PROPUESTA SOLUCIÓN	3
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	4
2.1. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO DE FLUIDIZACIÓN	4
2.1.1 <i>Propiedades de fluido que adquiere el lecho fluidizado</i>	7
2.1.2 <i>Clasificación de las partículas de un lecho fluidizado</i>	7
2.2. COMBUSTOR DE LECHO FLUIDIZADO	8
2.3. TURBINAS A VAPOR	9
2.3.1 <i>Historia de la Turbina a Vapor</i>	9
2.3.2 <i>Partes de una Turbina a Vapor</i>	11
2.3.3 <i>Clasificación de las Turbinas a Vapor</i>	11
2.3.4 <i>Funcionamiento de una Turbina a Vapor</i>	12
2.3.5 <i>Gobernador de velocidad Woodward TG-13</i>	13
2.4. GENERADOR ELÉCTRICO.....	17
2.4.1 <i>Principio de generación</i>	17
2.4.2 <i>Turbogenerador</i>	17
2.4.3 <i>Tablero Generador</i>	18
2.5. MÓDULOS DE ADQUISICIÓN DATOS	21
2.5.1 <i>Computador Embebido</i>	21
2.5.2 <i>Módulos Adquisición de Datos</i>	23
2.5.3 <i>Sistema en Conjunto</i>	24
CAPÍTULO 3. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	25
3.1. CONSTRUCCIÓN DE TOBERAS	25
3.2. CONSTRUCCIÓN DISTRIBUIDOR	27
3.3. CONSTRUCCIÓN DEL CUERPO DEL LECHO FLUIDIZADO	29
3.4. CONSTRUCCIÓN DEL GENERADOR DE VAPOR.....	30
3.5. CONSTRUCCIÓN DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO.....	31
3.6. CONSTRUCCIÓN SERPENTINES	34
CAPÍTULO 4. INSTRUMENTACIÓN DE TURBOGENERADOR	36
4.1. ASPECTOS DE SEGURIDAD	36
4.2. MEDICIÓN VOLTAJE AC	38
4.2.1 <i>Medición Voltaje AC – Primera etapa: Reducción de Tensión</i>	38
4.2.2 <i>Medición Voltaje AC – Segunda Etapa: Envío de señal en corriente</i>	40
4.2.3 <i>Medición voltaje AC – Tercera Etapa: Transformación de corriente a Voltaje DC</i>	42
4.3. MEDICIÓN DE CORRIENTE	46
4.4. MEDICIÓN DE FRECUENCIA Y RPM.....	47
4.5. MEDICIÓN DE TEMPERATURA	51
4.5.1 <i>Efectos de la Temperatura en una Turbina</i>	51
4.5.2 <i>Selección de Sensor</i>	51

4.6.	MEDICIÓN DE PRESIÓN	54
4.6.1	<i>Efectos de la presión en una Turbina</i>	54
4.6.2	<i>Selección de Sensor</i>	54
4.7.	ASPECTOS DE MONTAJE	56
4.7.1	<i>Detalles técnicos de seguridad, instrumentos e envío de información</i>	57
CAPÍTULO 5. PROGRAMACIÓN COMPUTADOR EMBEBIDO		62
5.1.	COMUNICACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS	62
5.1.1	<i>Norma física RS-232</i>	62
5.1.2	<i>Norma física RS-485</i>	63
5.2.	COMO CARGAR UN .EXE AL CE	64
5.3.	COMO GENERAR UN .EXE PARA EL CE.....	67
5.4.	COMANDOS DE MÓDULOS ADAM	70
CAPÍTULO 6. INTERFAZ GRÁFICA		76
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES		79
7.1.	CONCLUSIONES	79
7.2.	TRABAJOS FUTUROS.....	79
REFERENCIAS.....		80
ANEXO A. CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN		82
	CÓDIGO FUENTE PARA COMPUTADOR EMBEBIDO	82
	CÓDIGO FUENTE DE INTERFAZ GRÁFICA C#.....	87
ANEXO B. PLANOS CONSTRUCTIVOS.....		93
	ÍNDICE DE PLANOS CONSTRUCTIVOS	93
ANEXO C. MANUAL DE OPERACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS ADAM Y COMPUTADOR EMBEBIDO.....		114
	<i>CONEXIÓN AL PC</i>	114
	<i>PROGRAMACIÓN Y CREACIÓN DE PROGRAMAS</i>	119
	<i>Modulo ADAM 4060</i>	128
	<i>Módulos de entrada/salida</i>	129
	<i>Configuración de módulos</i>	130
	<i>Módulo ADAM 4016</i>	130
	<i>Comprobación del BUS RS485</i>	134



Abreviaciones

OPAM: Amplificador operacional (Operational Amplifiers).

AC: Corriente Alterna (Altern Current).

DC: Corriente Directa (Direct Current).

TC: Termocupla.

RTD: Resistencia detector de Temperatura (Resistance Temperatura Detector).

RPM: Revoluciones por Minuto.

RPS: Revoluciones por Segundo.

CLF: Combustor de Lecho Fluidizado.

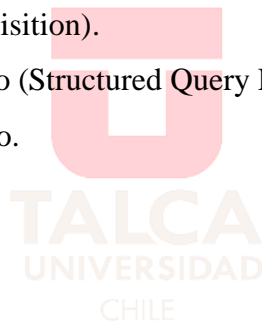
TA: Termoalambres.

CE: Computador Embebido.

DAQ: Adquisición de datos (Data Acquisition).

SQL: Lenguaje de Consulta estructurado (Structured Query Language).

CNC: Control Numérico Computarizado.



Lista de Tablas

<i>Tabla 2-1. Características del turbogenerador disponible en el proyecto.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 2-2 . Características computador Embebido.</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2-3. Rangos de funcionamiento de los relé del módulo ADAM 4060.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3-1. Características del ventilador Centrífugo.</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 4-1. Compración norma IP v/s NEMA</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4-2. Significado de dígitos de la norma IP.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 4-3. Rangos de Funcionamiento de diferentes tipos de TC.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4-4. Ventajas y desventajas de sensores piezoeléctricos.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4-5. Características de transductor de presión.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4-6. Características manómetro BTU CONTROLS.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 5-1. Comandos y programas mas usados para CE.</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 5-2. Comandos mas utilizados en algunos módulos de entrada analógica.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 5-3. Códigos de entrada para módulo 4016.</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 5-4. Código Baud Rate para módulos de entrada analógica.</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 5-5. Comandos máss usados en módulos de I/O digitales y relé.</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 5-6. Resumen de sensores y módulo a utilizar.</i>	<i>73</i>



Lista de Figuras

Figura 1.1. Propuesta solución para la adquisición de datos.	3
Figura 2.1. Etapas de fluidización.	5
Figura 2.2. Tipos de Lechos fluidizados circulantes.	6
Figura 2.3. Clasificación de partículas Geldart.	8
Figura 2.4. Procesos que tienen lugar dentro del lecho.	9
Figura 2.5. Turbina de Herón.	10
Figura 2.6. Turbina De Laval.	10
Figura 2.7. Diagrama de velocidad y presión en una turbina monoetapa.	12
Figura 2.8. Triángulo de velocidades de una Turbina de Vapor.	13
Figura 2.9. Gobernador TG-13.	13
Figura 2.10. Esquemático de funcionamiento de Gobernador TG-13.	16
Figura 2.11. Turbogenerador disponible en el proyecto.	18
Figura 2.12. Esquemático de conexión del tacómetro CT-20.	19
Figura 2.13. Esquemático del VAF39A-1.	19
Figura 2.14. Esquemático y funcionamiento de VMR D2.	20
Figura 2.15. Esquema Tablero Turbogenerador.	21
Figura 2.16. Computador Embebido 7188.	22
Figura 2.17. Sistema en conjunto.	24
Figura 3.1. Calidad de la fluidización dependiendo del número de perforaciones.	26
Figura 3.2. Toberas distintas secciones. (a) Tobera completa. (b) Detalle de los agujeros. (c) Sección transversal de tobera.	27
Figura 3.3. Distribuidor Externo.	28
Figura 3.4. Distribuidor interno.	28
Figura 3.5. Distribuidor.	29
Figura 3.6. Lecho fluidizado y sus partes.	30
Figura 3.7. Cuerpos del Generador de Vapor.	31
Figura 3.8. Aspas de ventilador centrífugo.	32
Figura 3.9. Plato del rodete del ventilador.	32
Figura 3.10. Rodete del ventilador.	33
Figura 3.11. Ventilador y rodete en su interior.	33
Figura 3.12. Unión de serpentines.	34
Figura 3.13. Grupos de intercambiadores de calor.	35
Figura 4.1. Circuito de reducción de Voltaje AC.	38
Figura 4.2. Circuito para transformación de voltaje a corriente (4-20 mA).	40
Figura 4.3. Gráfico de adaptación de voltaje a corriente.	41
Figura 4.4. Circuito propuesto para transformar el voltaje leído en voltaje entre 0-200mV.	43
Figura 4.5. Gráfico de adaptación de corriente a voltaje.	44
Figura 4.6. Conexión Estándar para TRUE-RMS.	45
Figura 4.7. Transductor de Corriente de efecto Hall.	46
Figura 4.8. Divisor de tensión resistivo para salida de sensor de corriente.	47
Figura 4.9. Función de la compuerta Schmitt trigger.	48
Figura 4.10. Esquema para medición de RPM.	48
Figura 4.11. Grafica de respuesta de circuito LM2907-N con alimentación de 24 [V].	49
Figura 4.12. Divisor de tensión para adecuar voltaje para módulos DAQ.	50
Figura 4.13. Esquema de conexión para medición de RPM.	50
Figura 4.14. Partes de una Termocupla. (a) Cabezal. (b) Loza conectora. (c) Loza Separadora. (d) Termo alambres. (e) Unión cono compresión.	53
Figura 4.15. Transductor de presión marca BTU CONTROLS.	55
Figura 4.16. Manómetro con glicerina BTU CONTROLS.	57

<i>Figura 4.17. Correcto montaje de instrumento para medir presión.</i>	58
<i>Figura 4.18. Esquema de conexión para transductor de presión.</i>	59
<i>Figura 4.19. Montaje correcto de TC en cañería.</i>	59
<i>Figura 4.20. Conexión errónea de termopares.</i>	60
<i>Figura 4.21. Correcta conexión de Termopares.</i>	60
<i>Figura 4.22. Diagrama P&ID para turbogenerador.</i>	61
<i>Figura 5.1. Transmisión de datos con interferencia en RS-485.</i>	63
<i>Figura 5.2. Conexión PC embebido a Servidor.</i>	64
<i>Figura 5.3. Inicio de programa entregado por el fabricante.</i>	65
<i>Figura 5.4. Interfaz de CE.</i>	65
<i>Figura 5.5. Carga de un ejecutable al CE.</i>	66
<i>Figura 5.6. Interfaz de BC 3.1.</i>	68
<i>Figura 5.7. Carga de archivos al proyecto.</i>	69
<i>Figura 5.8. Programa en BC 3.1.</i>	70
<i>Figura 5.9. Equivalente binario y significado para cada bits del código FF.</i>	72
<i>Figura 5.10. Red generada con módulos y Pc embebido.</i>	74
<i>Figura 5.11. Diagrama de flujo de datos para CE.</i>	75
<i>Figura 6.1. Interfaz gráfica.</i>	77
<i>Figura 6.2. Interfaz de alarmas.</i>	77
<i>Figura 6.3. Modificaciones a tablero para poder activar bobinas desde interfaz gráfica.</i>	78

