



idat

**INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO
“IDAT”**

PROGRAMA DE ESTUDIOS EN MECATRÓNICA INDUSTRIAL

**CONTROL Y SUPERVISION DE NIVEL MEDIANTE SISTEMA DE
BOMBAS PARA UN GRUPO HIDRICO DE AGUA POTABLE PARA EL
AA. HH SAN PABLO II-SJL**

**Trabajo de aplicación profesional para obtener el título de Técnico de Mecatrónica
Industrial**

**MILLA HUIMAN, MARCO GERARDO
(0009-0000-4124-8895)**

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

"Dedico este proyecto con profundo cariño y gratitud a mi amada esposa e hijos, por su apoyo incondicional y por ser mi fuente inagotable de inspiración y pilares en mi desarrollo profesional. También, quiero expresar mi gratitud a mis padres, por su apoyo incondicional y dándome la oportunidad de terminar mi carrera profesional, cuya colaboración y dedicación fueron piezas fundamentales en la realización de este proyecto. Este logro lleva consigo el amor, esfuerzo y dedicación de cada uno de ustedes. Gracias por estar siempre a mi lado."

Agradecimiento

"Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi respetado profesor y asesor, cuya orientación y sabiduría fueron fundamentales en cada etapa de este proyecto. Su guía experta y apoyo inquebrantable iluminaron el camino hacia el éxito. También quiero reconocer y agradecer a todos los profesores que he tenido el honor de conocer durante mi carrera. Cada uno de ustedes ha aportado significativamente a mi crecimiento académico y profesional. Sus consejos y conocimientos han sido invaluable. Este proyecto es el resultado del aprendizaje que he adquirido gracias a su dedicación y pasión por la enseñanza. Mi gratitud hacia todos ustedes es eterna."

Índice General

Índice General	4
Índice de Figuras	8
Resumen Ejecutivo	11
Capítulo 1: Generalidades	12
Planteamiento del Problema.....	12
Justificación de Estudio	14
Antecedentes del Proyecto	16
Nacionales.....	16
Internacional	21
Normativa y Reglamentación internacional.....	24
Normas y Estándares.....	24
Normas Y Estándares Específicos	26
Capítulo 2: Objetivos y Soluciones	27
Objetivos.....	27
Objetivo General.....	27
Objetivos Específicos.....	27
Planteamiento De Soluciones	27
Soluciones Alternativas	27
Solución Elegida Y Justificación.....	28
Ventajas Comparativas	29
Planteamiento De Soluciones	30
Diagrama de Gannt	30
Marco Conceptual.....	31
Tipos De Reservorios Para Abastecer De Agua Potable A Una Población.....	31
Elementos De Un Sistema De Bombeo	40
Capítulo 3: Memoria Descriptiva	52
Descripción General del Proyecto	52
Arquitectura de Control del grupo Hídrico.....	52
Equipamiento para grupo hídrico.....	53
Arquitectura de Comunicaciones.....	56
Equipamiento de proceso.....	59
Medidor de presión de bomba.....	59
Medidor de presión en Línea de Impulsión	59
Medidor de Caudal de línea de impulsión(caudalímetro).....	59
Sensor de nivel (Ultrasónico).....	59
Sensor Intruso Caseta.....	59
Sensor Nivel (Respaldo).....	60
Sensor Nivel para cada bomba.....	60
Módulo de baterías.....	60
Fuente de 24 VDC	60
Sensor de apertura puerta.....	60
Sirena	61
Controlador Lógico Programable	61
SCADA	62

Interfaz de operación Hombre – Máquina (HMI).....	62
Representación Grafica.....	63
Modificación de órdenes y consignas.....	63
Monitoreo de la estación.....	63
Monitorea local.....	63
Monitoreo Remoto.....	64
Control de Bombeo.....	64
Selección de Modo de Operación.....	64
Local.....	65
Local - Manual.....	65
Local - Automático.....	65
Local - Off.....	65
Remoto.....	66
Proceso en Automático Llenado de Reservorio Destino Mediante Reservorio Fuente por Rebombeo.....	66
Abastecimiento Al Reservorio De Bombeo.....	66
Condición De Arranque De Las Bombas De La Estación De Bombeo.....	66
Condición De Parada De Las Bombas De La Estación De Bombeo.....	67
Abastecimiento Al Reservorio Final.....	67
Condición De Arranque De Las Bombas Del Reservorio De Bombeo.....	67
Condición De Parada De Las Bombas Del Reservorio De Bombeo.....	67
Condición De Parada De Las Bombas Del Reservorio De Bombeo.....	68
Selección De Instrumentación Y Equipos Principales.....	73
Selección Del Sensor De Nivel.....	73
Selección del sensor de presión.....	74
Selección del sensor de flujo.....	76
Selección del Sensor de Intrusismo.....	77
Selección de Sirena.....	78
Selección de Rebose.....	79
Listado de Instrumentación por Estación.....	80
Selección Del Bus De Campo.....	81
Selección del controlador lógico programable PLC.....	81
Selección del HMI.....	83
Cálculos Previos.....	84
Criterios Generales para diseño de redes de agua potable.....	84
Diseño de líneas de impulsión de agua potable.....	84
Electrobombas Del Sistema SB-1.....	89
Sustento Técnico De La Selección De Baterías Para Los Tableros Rectificadores De Red De Agua Potable.....	91
Reservorio Apoyado Con Ingreso Por Impulsión + Aducción.....	91
Reservorio De Rebombeo Con Ingreso Por Impulsión Y 01 Salida Por Impulsión De 2 Bombas + Aducción.....	93
Reservorio De Rebombeo Con Ingreso Por Impulsión Y 01 Salida Por Impulsión De 2 Bombas + Aducción.....	95
Lista De Señales Al Plc Por Estación.....	97
Reservorio Apoyado Con Ingreso Por Impulsión + Aducción.....	97

Lista De Señales Al Plc.....	98
Reservorio De Rebombeo Con Ingreso Por Impulsión Y 2 Línea De Impulsión De 2 Bombas + Aducción.....	99
Lista De Señales Al Plc Para Reservorio De Rebombeo.....	99
Cisterna bombeo Con Ingreso Por Impulsión Y 2 Línea De Impulsión De 2 Bombas	102
Lista De Señales Al Plc Para Cisterna de bombeo.	102
Sistema Eléctrico	105
Diagrama Eléctricos.....	105
Tablero General	105
Fuente de Alimentación	106
Tablero de Arranque de Bomba.....	108
Circuito de Fuerza y Control Tablero de Arranque de Bomba.....	109
Tablero de Banco de condensadores.....	111
Sistema Mecánico	112
Sistema mecánico de estación destino RAP-02	112
Sistema mecánico de Cisterna CR-112.....	113
Sistema Electrónico	116
Diagramas Electrónicos	116
Tablero De Automatización Y Control.....	116
Controlador principal (S7-1500).....	116
Panel Operador (HMI)	117
Tablero Rectificador y UPS-DC	124
Tablero Telemetría.....	126
Sistema De Software.....	130
Diagrama de flujo y/o bloques.....	130
Diagrama de flujo secuencia de arranque de bombas de manera automática.....	130
Firmware y Software.....	132
Aplicaciones.....	137
Ámbito de Eficiencia energética.....	137
Ámbito de Calidad	137
Análisis de Costos.....	137
Aplicaciones y Resultados	138
Capítulo 4: Operación y Mantenimiento	142
Introducción	142
Objetivos.....	142
Alcance	142
Responsables.....	142
Operación Del Tablero De Automatización Y Control (Tac).....	143
Mantenimiento Preventivo.....	143
Tablero De Automatización Y Control (Tac).	143
Tablero Rectificador (Tr).....	146
Tablero De Telemetría (Tt).....	147
Mantenimiento de periodicidad Mensual.....	148
Mantenimiento de periodicidad Trimestral.....	149
Mantenimiento de periodicidad Semestral.....	149

Mantenimiento de periodicidad Anual.....	150
Mantenimiento de periodicidad Quinquenal.....	151
Procedimiento Para El Mantenimiento De Instrumentos De Medición Y Control	151
Mantenimiento De Sensor Y Transmisor Indicador De Caudal (Fe/Fit).....	155
Mantenimiento De Sensor De Nivel Hidrostático (Lit).....	159
Mantenimiento De Sensor De Nivel Ultrasónico (Le/Lit).....	163
Mantenimiento De Sensor De Detección De Intrusos (Ye).....	166
Mantenimiento De Alarma Sonora Y Luminosa (Ya).....	167
Mantenimiento De Sensores De Nivel Sumergible (Le).....	168
Mantenimiento De Switch De Rebose Y/O Inundación (Lshh/Yx).....	170
Mantenimiento De Electrodo De Nivel (Lsl/Lsh).....	171
Mantenimiento De Actuador Eléctrico (Mov).....	172
Conclusiones	174

Índice de Imágenes

Imagen 1 Reservorio fuente del Proyecto de control y supervisión de nivel mediante sistema de bombeo para grupo hídrico de agua potable para el AAHH Juan Pablo II – SJL.....	13
Imagen 2 Reservorio final del Proyecto de control y supervisión de nivel mediante sistema de bombeo para grupo hídrico de agua potable para el AAHH Juan Pablo II – SJL.....	13
Imagen 3 Grupo hídrico a utilizar.....	15
Imagen 4 Cisterna de agua	15
Imagen 5 Estación de bombeo.....	16
Imagen 6 Implementación de PROCETRADI	18
Imagen 7 Implementación de RTI.....	19
Imagen 8 Esquema del proceso del bombeo de agua	21
Imagen 9 Etapa de un proceso en una planta de tratamiento de agua potable	22
Imagen 10 Vista de elementos de planta	24
Imagen 11 Topología Hidráulica	32
Imagen 12 Ubicación de Cisterna CR-112.....	33
Imagen 13 Cisterna CR-112.....	33
Imagen 14 Esquema P&ID de cisterna CR-112	34
Imagen 15 Ubicación de CR-113	34
Imagen 16 CR-113.....	35
Imagen 17 Esquema P&ID de CR-113	35
Imagen 18 Ubicación de RAP-02	36
Imagen 19 RAP-02	36
Imagen 20 Esquema P&ID de RAP-02.....	37
Imagen 21 Reservorio terminal.....	38
Imagen 22 Reservorio de rebombeo.....	39
Imagen 23 Cisterna	40
Imagen 24 Válvula Control de Bomba.....	41
Imagen 25 Válvula control de nivel con piloto de altitud.....	41
Imagen 26 Válvula de control anticipadora de onda	42
Imagen 27 Válvula mariposa	42
Imagen 28 Válvula compuerta	43
Imagen 29 Bomba Tipo Turbina	44
Imagen 30 Motor Vertical.....	44
Imagen 31 Protocolo de Comunicaciones	46
Imagen 32 Niveles de Automatización	47
Imagen 33 Sensor de Presión	48
Imagen 34 Caudalímetro Electromagnético	48
Imagen 35 Trasmisor de Caudal	48
Imagen 36 Trasmisor de Nivel ultrasónico	49
Imagen 37 CPU PLC	49
Imagen 38 SIMATIC HMI	50
Imagen 39 SCADA SURVALENT	50
Imagen 40 SCADA SURVALENT	51
Imagen 41 Topología de Telemetría	57
Imagen 42 IP de PLC para comunicación entre estaciones de manera local, utilizando sistema de comunicaciones.....	58
Imagen 43 Modo de Operación.....	64
Imagen 44 Diagrama de Bloque General de Sistema de Control y Supervisión de Nivel	69
Imagen 45 Sensor de nivel Microcyber y sensor de nivel Silver.....	74

Imagen 46 Sensor de presión Microcyber.....	75
Imagen 47 Sensor de flujo o caudal SITRANS FM MAG5100+ SITRANS F M MAG 5000.....	77
Imagen 48 Sensor de reboce de ZPC 5	79
Imagen 49 cálculo de diámetro económico	85
Imagen 50 Resultados técnicos tramo: CR-112 – CR-113.....	86
Imagen 51 Cálculo de diámetro económico	87
Imagen 52 Resultados técnicos tramo: CR-113 – RAP-02.....	88
Imagen 53 Fuente de Alimentación media tensión	106
Imagen 54 Fuente de Alimentación media tensión	107
Imagen 55 Parda de emergencia, Selector y relés auxiliares	107
Imagen 56 Fuente de Alimentación media tensión (señales al tablero de control).....	108
Imagen 57 Circuito de Fuerza y control.....	109
Imagen 58 Circuito de Fuerza y control.....	109
Imagen 59 Circuito de Fuerza y control.....	110
Imagen 60 Circuito de Fuerza y control.....	110
Imagen 61 Circuito de Fuerza y Control.....	111
Imagen 62 Circuito de Fuerza y Mando.....	111
Imagen 63 Circuito de Fuerza y Mando.....	112
Imagen 64 Ubicación de equipamiento en estación	112
Imagen 65 Ubicación de equipamiento en estación	113
Imagen 66 Diseño de bombas tipo turbinas vertical dentro de la cisterna CR-112	113
Imagen 67 Diseño de bombas tipo turbinas vertical dentro de la cisterna CR-112	114
Imagen 68 Detalle de ubicación de equipamiento de la cisterna CR-112.....	115
Imagen 69 Protocolo de comunicación Ethernet de estación	117
Imagen 70 Protocolo de comunicación Profibus DP de la estación.....	118
Imagen 71 Alimentación 24 Vdc de equipos electrónicos que vienen de Tablero Rectificador	119
Imagen 72 Alimentación de válvulas de control de bomba.....	119
Imagen 73 Módulo de entradas digitales 01	120
Imagen 74 Módulo de entradas digitales 02.....	121
Imagen 75 Módulo de entradas digitales 04.....	122
Imagen 76 Módulo de salida digitales 05.....	123
Imagen 77 Fuente de alimentación en 24 Vdc	124
Imagen 78 Fuente de alimentación en 24 Vdc	125
Imagen 79 Fuente de alimentación en 24 Vdc	125
Imagen 80 Fuente de alimentación en 24 Vdc	126
Imagen 81 Diseño eléctrico de alimentación 220VAC del tablero telemetría	127
Imagen 82 Diseño eléctrico de alimentación 24VDC del tablero telemetría	128
Imagen 83 Diseño eléctrico de alimentación 24VDC del tablero telemetría	129
Imagen 84 Programación KOP	136
Imagen 85 Pantalla de inicio	139
Imagen 86 Pantalla de operaciones y consignas.....	140
Imagen 87 Módulo de sensor y conexión.....	152
Imagen 88 Conexión de ductos para alimentación VDC y comunicación.....	153
Imagen 89 Conexión de la comunicación en PROFIBUS DP.....	154
Imagen 90 Instalación remota (izquierda) e instalación compacta (derecha)	156
Imagen 91 Conexión del transmisor de caudal.....	157
Imagen 92 Módulo de sensor y conexión.....	160
Imagen 93 Conexión de ductos para alimentación VDC y comunicación.....	161
Imagen 94 Conexión de la comunicación en PROFIBUS.....	162
Imagen 95 Montaje de caja de conexiones (vista superior).....	164
Imagen 96 Montaje de caja de conexiones (vista lateral).....	164

Imagen 97 Conexión de la alimentación VDC	165
Imagen 98 Montaje de sensor de nivel sumergible	168

Resumen Ejecutivo

El Proyecto de control y supervisión de nivel mediante sistema de bombeo para grupo hídrico de agua potable para el AAHH Juan Pablo II - SJL representa un hito crucial en la evolución de las operaciones industriales; debido a, la necesidad de un manejo más controlado del sistema de producción de agua potable. Esta iniciativa ha transformado por completo la forma en que se almacena y distribuye el agua potable, impulsando una mejor eficiencia y calidad. Al integrar un sistema de automatización, comunicación y Scada con tecnologías de vanguardia como sensor de flujo electromagnético con transmisor, sensor de nivel hidrostático, transmisor e indicador de presión piezoresistivo, arrancador, válvulas de control, electrobomba de tipo turbina vertical, controladores lógicos programables (PLC), interfaz humano maquina (HMI), switch y radios de comunicaciones este proyecto garantiza no solo la automatización, sino la integración al Scada. Capacidad para supervisar, controlar y adquirir datos remotamente, optimizando la distribución del agua a zonas a las zonas periféricas más altas de Lima. Este enfoque integral hacia la automatización no solo ha mejorado la eficiencia operativa, sino que también ha redefinido la forma en que se manejan los recursos. La reducción significativa en tiempo de trabajo manual, promoviendo una fuerza laboral más capacitada y motivada.