



idat

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

**PROGRAMA DE ESTUDIOS EN ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL**

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE
PRODUCCIÓN DE HIDROGENO POR REACCIÓN QUÍMICA PARA
UNA EMPRESA DE VIDRIO**

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

**CARLOS EDUARDO PADILLA GONZALES
(0009-0005-6744-1366)**

Lima – Perú

2024

Dedicatoria

Quiero dedicar este proyecto a todas las personas que siguen sus sueños y no se rinden, conscientes que pequeños cambios constantes generan resultados extraordinarios revoluciones, a las personas que son capaces de dejar su ego a un lado y son empáticas con el dolor ajeno, para las personas que creen en los demás y se esfuerzan por superarse día a día.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios, y de manera especial a nuestras madres, quienes han sido un ejemplo de mujeres en nuestras educaciones, y apoyo extraordinario en cada etapa de nuestras vidas, la familia de cada uno, quienes nos enseñaron a valorar, la búsqueda del conocimiento, en base a sus investigaciones en el mundo de la Mecatrónica Industrial.

INDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| Capítulo I: Generalidades | 13 |
| Planteamiento del problema | 13 |
| Justificación del Estudio..... | 14 |
| Antecedentes del Proyecto | 15 |
| Nacionales | 15 |
| Internacionales..... | 18 |
| Normativa y Reglamentación | 21 |
| Normas Técnicas Nacionales | 21 |
| Normas Técnicas Internacionales..... | 25 |
| Capítulo II: Objetivos y Soluciones | 27 |
| Objetivos del proyecto | 27 |
| Objetivo general | 27 |
| Objetivos específicos..... | 27 |
| Planteamiento de soluciones | 28 |
| Soluciones alternativas | 28 |
| Solución elegida | 28 |
| Ventajas..... | 28 |
| Actividades y tiempo de planificación | 30 |
| Marco Teórico..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Introducción: | 33 |
| Marco conceptual | 34 |
| Reactores químicos | 34 |
| Variadores de frecuencia | 36 |
| Contactores..... | 39 |
| Guarda motor | 41 |
| Interfaz Hombre Máquina-HMI..... | 42 |
| Motor Eléctrico | 43 |
| Llave Termomagnética..... | 44 |
| Interruptor diferencial..... | 45 |
| Capítulo III: Memoria Descriptiva | 48 |
| Descripción General del Proyecto..... | 48 |
| Funcionamiento de las etapas del proyecto..... | 49 |
| Etapas de encendido..... | 49 |
| Etapas de reacción: | 49 |
| Etapas de filtrado: | 49 |
| Diseño mecánico general | 50 |
| Diagramas en bloque del proyecto | 51 |
| Diagrama de bloques del proyecto | 53 |
| Diagrama de flujo del proceso | 54 |
| Especificaciones Técnicas Generales..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Descripción técnica de componentes | 56 |
| Sensor de nivel | 56 |
| Sensor de temperatura NTC | 57 |
| Controlador de temperatura..... | 58 |
| PLC S7 1212C siemens..... | 59 |
| Medidor de caudal..... | 61 |
| ELECTRO VALVULA..... | 62 |
| Filtro desecador de gases..... | 63 |
| Pantalla HMI..... | 64 |
| Bomba | 65 |
| Correa calefactora..... | 66 |
| Cálculos y consideraciones de Diseño | 67 |
| Formación de la capa de óxido de aluminio (Al_2O_3)..... | 67 |
| Disolución de la capa de óxido | 68 |
| Reacción redox del aluminio con el agua..... | 68 |
| Formación del hidróxido de aluminio o aluminato | 68 |
| Reacción global en medio alcalino..... | 69 |
| Reacción en agua pura (sin medio alcalino)..... | 69 |
| Cálculos de producción de hidrógeno | 70 |
| Sistema mecánico..... | 72 |

| | |
|---|----|
| Sistema eléctrico | 76 |
| Circuito de potencia | 77 |
| Circuito de control..... | 77 |
| Sistema de software..... | 79 |
| Capítulo IV: Operación y Mantenimiento..... | 87 |
| OPERACION | 87 |
| Consideraciones de seguridad | 87 |
| Equipo de Protección Personal..... | 87 |
| Corte general de energía:..... | 87 |
| Manual de Usuario u Operación de Puesta en Marcha | 88 |
| Inicio de Operación | 88 |
| Verificar las Conexiones: | 88 |
| Conectar alimentación eléctrica | 88 |
| Configurar el sensor de flujo:..... | 88 |
| Iniciar el Sistema..... | 88 |
| Monitoreo del sistema | 89 |
| Apagado del sistema..... | 89 |
| Desconectar fuente de Alimentación:..... | 89 |
| Mantenimiento periódico | 89 |
| Seguridad en el mantenimiento: | 89 |

| | |
|--|----|
| Mantenimiento preventivo | 90 |
| Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo | 90 |
| Procedimiento de Mantenimiento Preventivo | 91 |
| Materiales, Equipos y Herramientas | 92 |
| Materiales y Productos de Limpieza | 93 |
| Conclusiones | 94 |
| Conclusión 1: | 94 |
| Conclusión 2: | 94 |
| Conclusión 3: | 94 |
| Conclusión 4: | 95 |
| Recomendaciones | 95 |
| Referencias | 96 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: VENTAJA COMPARATIVAS | 29 |
| Tabla 2: DIAGRAMA DE GANTT | 30 |
| Tabla 3: Especificaciones técnicas generales | 56 |
| Tabla 4: Especificaciones técnicas del sensor de nivel | 57 |
| Tabla 5: Especificaciones técnicas del sensor de temperatura | 58 |

| | |
|---|----|
| Tabla 6: Especificaciones técnicas del controlador de temperatura | 59 |
| Tabla 7: Especificaciones técnicas del PLC..... | 60 |
| Tabla 8: Especificaciones técnicas del medidor de caudal | 62 |
| Tabla 9: Especificaciones técnicas de electroválvula..... | 63 |
| Tabla 10: Especificaciones técnicas del filtro desecador | 64 |
| Tabla 11: Especificaciones técnicas de pantalla HMI..... | 65 |
| Tabla 12: Especificaciones técnicas de bomba centrífuga | 66 |
| Tabla 13: Especificaciones técnicas de correa calefactora..... | 67 |
| Tabla 14: Posibles fallos y solución..... | 89 |
| Tabla 15: Diagrama de Gantt de mantenimiento preventivo..... | 90 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Prueba de generación de hidrogeno | 16 |
| Figura 2. Membrana tipo PEM..... | 17 |
| Figura 3. Distribucion del uso de hidrogeno | 17 |
| Figura 4. Vista aérea del espacio de instalación de la planta de hidrogeno | 18 |
| Figura 5. Central geotérmica | 19 |
| Figura 6. Estructura del tanque para hidrogeno | 20 |
| Figura 7. Reactor discontinuo de tanque agitado | 34 |
| Figura 8. Reactor discontinuo de tanque agitado (RDTA) | 34 |

| | |
|--|----|
| Figura 9. Reactor semicontinuo de tanque agitado (RSCTA)..... | 35 |
| Figura 10:Reactor continuo tubular de flujo de pistón..... | 36 |
| Figura 11.Proceso de conversión de corriente AC-AC a diferentes frecuencias..... | 37 |
| Figura 12. Variador de frecuencia..... | 37 |
| Figura 13.Partes de un contactor | 40 |
| Figura 14.Partes del guarda motor | 41 |
| Figura 15.Partes de la pantalla HMI..... | 43 |
| Figura 16.Pates del motor eléctrico..... | 44 |
| Figura 17.Llave Termomagnética | 45 |
| Figura 18.Llave diferencial | 46 |
| Figura 19.Diseño mecánico general | 50 |
| Figura 20.Tanque de hidróxido de sodio..... | 51 |
| Figura 21.Diagrama P&id del sistema | 52 |
| Figura 22.Diagrama de bloques del proyecto..... | 53 |
| Figura 23.Diagrama de flujo del proyecto | 55 |
| Figura 24.Sensor de nivel..... | 57 |
| Figura 25.Sensor de temperatura NTC..... | 58 |
| Figura 26.Controlador de temperatura | 59 |
| Figura 27.PLC siemens 7S-1200..... | 60 |
| Figura 28.vista interna del sensor de caudal por turbina..... | 61 |
| Figura 29.sensor de caudal | 61 |
| Figura 30. Electroválvula de líquidos..... | 62 |

| | |
|--|----|
| Figura 31.filtro desecador | 63 |
| Figura 32.pantalla HMI..... | 64 |
| Figura 33.Bomba Centrifuga | 65 |
| Figura 34.correa calefactora | 66 |
| Figura 35. Tanque de Almacenamiento..... | 72 |
| Figura 36. Tubería de Acople..... | 74 |
| Figura 37. Tubería de Distribución | 74 |
| Figura 38. Reactor | 75 |
| Figura 39. Filtro | 75 |
| Figura 40.Circuito eléctrico general..... | 76 |
| Figura 41.circuito eléctrico de potencia | 77 |
| Figura 42.Circuito eléctrico de control | 78 |
| Figura 43. Entorno de Desarrollo TIA PORTAL..... | 80 |
| Figura 44.bloque de inicio..... | 81 |
| Figura 45.bloque de activación de electroválvulas..... | 81 |
| Figura 46.bloque de activación de calefactor | 82 |
| Figura 47.bloque de paro..... | 82 |
| Figura 48.Bloque para simulación 1 | 83 |
| Figura 49.bloque para simulación 2..... | 83 |
| Figura 50.Bloque para simulación 3 | 84 |
| Figura 51.Simulacion pantalla HMI..... | 85 |
| Figura 52.Simulacion del sistema | 86 |

RESUMEN EJECUTIVO

Frente a la creciente demanda por la energía limpia y sostenible, para la aplicación en la industria, se necesita que la producción de gas hidrógeno llegue a ser accesible a los diferentes sectores industriales, entre ellos la industria del vidrio para laboratorio de cuarzo, este sector requiere para su desarrollo que el gas hidrógeno llegue a ser asequible. Este proyecto se dedica al diseño de automatización de una planta piloto de producción de hidrógeno por reacción química para una empresa de vidrio, para brindar de una opción a esta industria.

El objetivo principal de este proyecto, es crear un sistema que automatice la reacción entre el hidróxido de sodio y el aluminio, elementos que reaccionan para producir hidrógeno, esta reacción se da dentro de un reactor, usando dispositivos que permitan controlar el flujo del reactante, se pretende automatizar la producción de hidrógeno.