

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

“ALMIRANTE MIGUEL GRAU”

Programa Académico de Marina Mercante

Especialidad de Máquinas



PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE UN SENSOR DE NIVEL PARA EL SISTEMA DE LASTRE DEL BUQUE TANQUE GASERO SANTA CLARA B

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
OFICIAL DE MARINA MERCANTE**

PRESENTADA POR:

**MARTINEZ ALVARADO, ALEXANDER PAUL
CUBA MORAN, GEBORKEN**

CALLAO, PERÚ

2017

PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE UN SENSOR DE NIVEL PARA
EL SISTEMA DE LASTRE DEL BUQUE TANQUE GASERO SANTA
CLARA B

Martínez Alvarado, Alexander Paul

DEDICATORIA:

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mis padres Alfonso y Carmen, con todo mi amor por ser los pilares más importantes y demostrarme siempre su apoyo incondicional, por los consejos y por guiarme durante toda mi vida para ser una persona con principios y valores, a ustedes por siempre mi corazón y amor infinito. A mi hermano Eduardo, por estar conmigo cuando lo necesito y apoyarme siempre, pero sobre todas las cosas por ser mi ejemplo a seguir, te amo mucho.

Cuba Moran, Geborken

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo principalmente a Dios que me ha dado fuerza para continuar. De igual forma dedico esta tesis a mis padres Betty y Heracleo que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos difíciles.

A mi hermano Farleib que siempre ha estado junto a mí para brindarme su apoyo, lo cual aprecio bastante hasta el día de hoy.

Martínez Alvarado, Alexander Paul

AGRADECIMIENTO:

A mis asesores, quienes fueron constantes y orientaron durante este proyecto. A mi tío Eduardo, por apoyarme en las visitas al buque y durante mi formación.

Cuba Moran, Geborken

AGRADECIMIENTO:

A mis asesores, quienes fueron constantes y orientaron durante este proyecto. A mi padre Heracleo, por apoyarme en la parte electrónica de este proyecto.

ÍNDICE

	Pág.
Portada.....	i
Título.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	v
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xix

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problema específico.....	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación de la investigación.....	5
1.4.1. Justificación teórica.....	5
1.4.2. Justificación práctica.....	5
1.4.3 Justificación social.....	6
1.4.4. Justificación económica.....	6
1.5. Limitaciones de la investigación.....	7
1.6. Viabilidad de la investigación.....	7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. ¿Qué es un estudio de factibilidad?.....	12
2.2.2. Sensor de nivel.....	12
2.2.2.1. Clasificación.....	14
2.2.2.2. Descripción del sensor analógico de presión hidrostática tipo membrana.....	26
2.2.3. Controlador lógico programable (PLC) S7 – 1200.....	28
2.2.3.1. Componentes del PLC.....	30
2.2.3.2. Software STEP 7 BASIC.....	35
2.2.4. Paneles HMI.....	40
2.2.5. Sistema de lastre.....	48
2.2.5.1. Agua de lastre.....	50
2.2.5.2. Tanque de lastre.....	50
2.2.5.3. Ciclo del lastre.....	52
2.2.5.4. Bomba de lastre.....	53
2.2.5.5. Necesidad de operación del agua de lastre.....	53
2.2.5.6. Procedimientos para la operación del agua de lastre.....	56
2.2.5.7. Retiro o reducción de los sedimentos del tanque de lastre.....	56
2.2.5.8. Deberes del oficial encargado de las operaciones del agua de lastre.....	57
2.3. Definiciones conceptuales.....	57

CAPÍTULO III: ANALISIS DEL CONTROL DE NIVEL EN LOS TANQUES DE LASTRE DE BUQUES PERUANOS

3.1. Evaluación de sensores de un control de nivel en un tanque.....	61
3.2. Control de medición de nivel utilizado en buques nacionales y extranjeros...	62
3.2.1. Nacionales.....	63
3.2.2. Internacionales.....	64
3.3. Distribución espacial de los sensores de nivel en tanques de lastre.....	65
3.3.1. Distribución de los sensores en el buque tanque gasero Santa Clara B	66
3.3.2. Distribución del sensor en el diseño	67
3.4. Instrumentos de medición en el tanque.....	68
3.4.1. Sondas.....	69
3.4.2. Sensor Vega typ507Z.....	70
3.4.2.1. Vega D35G.....	71
3.4.2.2. Danfoss AKS 4100 Cable versión.....	72
3.4.3. Convertidor Sinamics G110.....	75

CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL SISTEMA DE LASTRE

4.1. Procedimiento actual del sistema de lastre.....	78
4.2. Dimensionamiento del sistema de lastre.....	80
4.2.1. Dimensionado del diseño	80
4.2.2. Selección de componentes.....	81
4.2.3. Diseño y construcción del módulo.....	83

4.3. Selección del variador.....	85
4.3.1. Botones y funciones en los paneles BOP.....	90
4.3.2. Esquema del variador de frecuencia Sinamics G110.....	91
4.3.3. Conexión de red y del motor.....	91
4.3.4. Bornes.....	92
4.3.5. Control de velocidad escalonado.....	93
4.4. Selección del HMI.....	98
4.4.1. Mando por impulso inicial virtual.....	98
4.4.2. Mando virtual de una salida virtual.....	104
4.4.3. Monitoreo del tiempo de accionamiento de una lámpara.....	108
4.4.4. Imágenes y conteo.....	111
4.5. Operación del software de programación del PLC S7 – 1200.....	122
4.5.1. Creación del proyecto.....	122
4.5.2. Ver dispositivos accesibles.....	123
4.5.3. Agregar dispositivos.....	125
4.5.4. Asignar una dirección IP a la CPU.....	130
4.6. Programación del dispositivo.....	133
4.6.1. Bloques de organización (OBs).....	134
4.6.1.1. Los OB de ciclo.....	134
4.6.1.2. Los OB de arranque	134
4.6.1.3. Los OB de alarma cíclica.....	134
4.6.1.4. Los OB de alarma de proceso.....	135
4.6.1.5. Un OB de alarma de error de tiempo.....	135
4.6.1.6. Los OB de alarma de diagnóstico	136
4.6.1.7. Insertar instrucciones en el programa.....	138
4.7. Cargar el programa en el proyecto.....	140
4.7.1. Cambio de interfaz PC/PG.....	140
4.7.2. Visualizar el dispositivo Online.....	145
4.7.3. Configuración del SET POINT.....	146

CAPÍTULO V: ANALISIS ECONOMICO DEL SISTEMA

5.1. Factibilidad financiera.....	150
5.2. Presupuesto del diseño.....	151
5.3. Variables de selección.....	153
5.4. Análisis de selección de los equipos.....	154
5.5. Recuperación de la inversión.....	159

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.....	160
6.2. Recomendaciones.....	163

FUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias.....	165
------------------	-----

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de visita	169
-------------------------------------	-----

Anexo 2.	Plano del sistema de lastre del buque tanque gasero Santa Clara B	171
Anexo 3.	Hoja técnica VEGAMET 507Z	172
Anexo 4.	Hoja técnica sensor DANFOSS 4100.....	173
Anexo 5.	Hoja técnica SINAMICS G110.....	175
Anexo 6.	Hoja técnica PLC S7-1200.....	176
Anexo 7.	Hoja técnica HMI.....	181
Anexo 8.	Hoja técnica RJ45 PLUG 180 Industrial Ethernet.....	184
Anexo 9.	Certificaciones Germanischer Lloyd.....	186

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Características de los tanques de lastre del buque tanque gasero Santa Clara B.....	66
Tabla 2: Dimensiones de los tanques del proceso.....	85
Tabla 3: Lista de variables.....	95
Tabla 4: Panel de bloque de datos.....	99
Tabla 5: Variables PLC.....	99
Tabla 6: Panel de bloque de datos.....	104
Tabla 7: Variables PLC.....	104
Tabla 8: Variables PLC.....	108
Tabla 9: Panel de bloque de datos 1: CONTROL.....	112
Tabla 10: Panel de bloque de datos 2: PANEL.....	112
Tabla 11: Variables PLC.....	112
Tabla 12: Presupuesto en el sistema de lastre del buque tanque gasero Santa Clara B.....	151
Tabla 13: Tabla de selección respecto a marcas.....	155
Tabla 14: Tabla de comparación de marcas de sensores.....	155

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Sensores para medición y control de nivel.....	13
Figura 2: Flotador conectado directamente.....	16
Figura 3: Flotador Acoplado Magnéticamente.....	17
Figura 4: Flotador tipo desplazamiento.....	18
Figura 5: Sensor de burbujeo.....	20
Figura 6: Sensor de capacitancia.....	22
Figura 7: Sensor ultrasónico.....	24
Figura 8: Control y medida de nivel de líquido por medio de un sensor de presión diferencial.....	25
Figura 9: Elementos del PLC.....	29
Figura 10: Signal Board.....	30
Figura 11: Signal Boards en el software.....	31
Figura 12: Módulos de señales.....	32
Figura 13: Módulos de comunicación.....	33
Figura 14: Ampliación de módulos.....	34
Figura 15: PLC S7 – 1200.....	35
Figura 16: Instalador de Step 7 Basic.....	36
Figura 17: Vista Principal del TIA Portal STEP 7.....	37
Figura 18: Componentes del Proyecto.....	37
Figura 19: Comunicación Profinet.....	39

Figura 20:	Clasificación.....	40
Figura 21:	Panel HMI.....	41
Figura 22:	Diferentes modelos de paneles HMI.....	42
Figura 23:	HMI KTP 600 Basic Panel.....	44
Figura 24:	Interfaz Profinet.....	45
Figura 25:	Vista posterior del HMI.....	46
Figura 26:	Gráficos HMI de una Caldera.....	47
Figura 27:	Teclas de función.....	48
Figura 28:	Tanque de lastre Buque tanque gasero Santa Clara B.....	51
Figura 29:	Ciclo del lastre.....	52
Figura 30:	Microbios diminutos en el agua de lastre.....	55
Figura 31:	Medidores de nivel de líquidos.....	65
Figura 32:	Foto de la maqueta del sistema de lastre.....	68
Figura 33:	Cadena de sondeo o sondaleza.....	69
Figura 34:	Medidor de señal VEGAMET 507 Z.....	71
Figura 35:	Sensor de membrana D35G VEGA.....	72
Figura 36:	Sensor Danfoss AKS 4100.....	73
Figura 37:	Accesorios sensor Danfoss AKS 4100 Cable versión.....	75
Figura 38:	Variador de frecuencia SINAMICS G110.....	76
Figura 39:	Variador de frecuencia en sistema automatizado.....	77
Figura 40:	Tablero de válvulas de hidráulicas.....	79
Figura 41:	Dimensiones del módulo de control.....	81
Figura 42:	PLC S7 - 1200 y módulos de expansión.....	81
Figura 43:	Fuente de alimentación.....	82
Figura 44:	Pantalla HMI.....	82
Figura 45:	Variador de frecuencia.....	83
Figura 46:	Switch doble posición MOA.....	83
Figura 47:	Construcción del módulo.....	84
Figura 48:	Dimensiones de los tanques y relación con la tabla 2.....	85
Figura 49:	Botones y funciones en los paneles BOP.....	90
Figura 50:	Esquema del variador de frecuencias Sinamics G110.....	91
Figura 51:	Bornes de red y del motor.....	91
Figura 52:	Bornes.....	92

Figura 53:	Esquema de fuerza N°1.....	93
Figura 54:	Esquema de fuerza N°2.....	94
Figura 55:	Diagrama Ladder N°1.....	97
Figura 56:	Conexiones del PLC S7 - 1200 CPU 1214C N°1.....	97
Figura 57:	Imagen HMI.....	98
Figura 58:	Diagrama Ladder N°2.....	100
Figura 59:	Impulso inicial.....	100
Figura 60:	Esquema de fuerza N°3.....	102
Figura 61:	Conexiones del PLC S7 - 1200 CPU 1214C N°2.....	103
Figura 62:	Arranque directo.....	103
Figura 63:	Diagrama Ladder N°3.....	105
Figura 64:	Mando virtual.....	105
Figura 65:	Conexiones del PLC S7 - 1200 CPU 1214C N°3.....	107
Figura 66:	Prueba del circuito.....	108
Figura 67:	Diagrama Ladder N°4.....	109
Figura 68:	Temporizador.....	109
Figura 69:	Conexiones del PLC S7 - 1200 CPU 1214C N°4.....	111
Figura 70:	Diagrama Ladder N°5.....	113
Figura 71:	Control.....	113
Figura 72:	Contador.....	116
Figura 73:	Barra de nivel.....	117
Figura 74:	Conexiones del PLC S7 - 1200 CPU 1214C N°5.....	119
Figura 75:	Prueba del programa.....	119
Figura 76:	Prueba del programa pantalla 2.....	120
Figura 77:	Abrir el TIA Portal.....	122
Figura 78:	Crear proyecto.....	122
Figura 79:	Vista de proyecto.....	123
Figura 80:	Dispositivos accesibles.....	124
Figura 81:	Interfaz PG/PC.....	124
Figura 82:	Tipo de interfaz.....	125
Figura 83:	Agregar dispositivos.....	126
Figura 84:	Selección del PLC.....	126
Figura 85:	Selección del HMI.....	127

Figura 86:	Agregar dispositivo.....	128
Figura 87:	Código del PLC S7 – 1200.....	129
Figura 88:	Catálogo del hardware.....	129
Figura 89:	Asignación de IP.....	130
Figura 90:	Configuración de dispositivos.....	130
Figura 91:	Vista de dispositivos.....	131
Figura 92:	Interfaz profinet.....	132
Figura 93:	Creación de bloque (Main).....	133
Figura 94:	Agregar nuevo bloque.....	137
Figura 95:	Bloque de organización.....	137
Figura 96:	Agregar Bloques.....	138
Figura 97:	Instrucciones del programa.....	138
Figura 98:	Selección de instrucciones.....	139
Figura 99:	Instrucción en el segmento.....	139
Figura 100:	Indicación de instrucción.....	139
Figura 101:	Ajuste de interfaz.....	140
Figura 102:	Ajuste de interfaz Ethernet.....	141
Figura 103:	Cargar en dispositivo.....	142
Figura 104:	Cargar PLC mediante conexiones.....	142
Figura 105:	Configuración de interfaz.....	143
Figura 106:	Cargar dispositivo.....	143
Figura 107:	Cargar vista preliminar.....	144
Figura 108:	Finalizar carga.....	144
Figura 109:	Establecer conexión online.....	145
Figura 110:	Vista preliminar.....	145
Figura 111:	Conexión del variador de frecuencia SINAMICS G110.....	146
Figura 112:	Segmento 1 Configuración del SETPOINT “SP”.....	147
Figura 113:	Segmento 7 Marca de paro del variador.....	147
Figura 114:	Tabla de variables estándar.....	148
Figura 115:	Pantalla principal HMI.....	148
Figura 116:	Pantalla de control de nivel HMI.....	149

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo la medición y control de los niveles del sistema de lastre mediante sensores analógicos de presión hidrostática tipo membrana en el buque tanque gasero Santa Clara B. Se elaboró un marco teórico en base a los diversos sensores que existen hoy en día, los atributos de medición y precisión fueron evaluados, además se describe el Controlador Lógico Programable (PLC) como tecnología inteligente a implementar a bordo. De igual manera el variador de frecuencia SINAMICS G110 y la pantalla virtual Human Machine Interface (HMI).

Se diseñó un sistema de lastre piloto para su simulación, con la automatización industrial adecuada, donde se evaluaron los siguientes parámetros en el variador de frecuencia para obtener el nivel de llenado de los tanques de una manera mucho más precisa que las sondas manejadas en un buque. Para la programación se utilizó el software TIA PORTAL V13 en la comunicación del PLC y el HMI donde se plasmaran los resultados deseados respecto al control y nivel de los tanques.

Con los resultados obtenidos se aprecia que el llenado y control de los tanques presentan una mayor precisión en la pantalla HMI. Se demostró en relación a seguridad que ya no existiría el riesgo de ingresar a un espacio cerrado, con respecto a la inversión esta se manifestará en la reducción de horarios de trabajos para el personal, así como también para la operatividad del sistema de lastre.

Palabras clave: Hmi, Plc, Sensores, Sistema de Lastre, Software, Variador de Frecuencia.

ABSTRACT

The present project has an objective of measurement and control of the ballast system levels working with analog sensors of hydrostatic pressure membrane type in the gas tanker Santa Clara B. A theoretical framework was based on the different sensors currently; attributes of measurement and precision were evaluated, besides the Programmable Logic Controller (PLC) is described as an intelligent technology to apply on board. In the same way, the SINAMICS G110 frequency inverter and the Human Machine Interface (HMI) virtual display.

A pilot ballast system was designed for its simulation with the appropriate industrial automation. Parameters were evaluated in the frequency inverter to obtain the level of filling in tanks that has been more accurate way than the probes handled in a ship. Regarding the program, the software TIA PORTAL V13 worked for communication of PLC and HMI where the results were obtained regarding the control and level of the tanks.

With the results obtained it is appreciated that the filling and the control of the tanks show accuracy in the Hmi board. Regarding to the safety, it will not exist risk of getting in to a close space, however, the investment will be shown in a schedule reduction of crew member's work as well as for the operability of the ballast system.

Key words: Hmi, Plc, Sensors, Ballast System, Software, Frequency Inverter.

INTRODUCCIÓN

El Buque Tanque Gasero Santa Clara B, con año de construcción en 1985 construido en el astillero por Schiffwerft P.Lindenau.Kiel.Germany, que en sus inicios hasta el día de hoy desempeña como buque gasero y posee certificación como nave doble casco a través de Germanischer Lloyd se encuentra ahora operando en la bahía del Callao, realizando operaciones de carga y descarga de su producto para la empresa TRANSGAS SHIPPING LINES.

En la actualidad se observa la importancia de mejorar un sistema mediante la automatización, en el caso del buque tanque gasero Santa Clara B el sistema de lastre cuya medición respecto a los tanques se efectúa de forma manual, mediante sondas y métodos convencionales.

Para ello, se llevó a cabo una investigación la cual se busca controlar el nivel en el sistema de lastre haciendo uso de sensores, además de la visualización en una pantalla donde se mostrara la condición y llenado de los tanques.

El presente trabajo muestra en el primer capítulo el planteamiento del problema y se formula una descripción de la realidad problemática. Además, se muestra el objetivo general, los objetivos específicos, su justificación, limitación y viabilidad.

El segundo capítulo inicia con los antecedentes de la investigación, seguido de las bases teóricas indicando la definición de sensores de nivel, tipos de sensores de nivel analógico y digital, Plc, Hmi y sistema de lastre. El tercer capítulo habla sobre el análisis del control de nivel en los tanques de lastre de buques peruanos y los instrumentos utilizados para poder medir en el tanque donde se trabajará.

Luego en el cuarto capítulo se desarrolla el diseño del sistema de lastre y el procedimiento a ejecutar en el proceso de lastrado y deslastrado tanto en el PLC y HMI. En el quinto título se analiza el presupuesto de la instalación, el costo de los equipos. Se finaliza con las conclusiones del estudio y las recomendaciones.

Ante lo expuesto, deseamos que este proyecto sirva como referente para posteriores estudios relacionados con el tema en mención.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La tecnología en estos últimos años ha avanzado vertiginosamente y el ser humano va dependiendo cada vez más de los equipos automatizados, ya que sin ellos su labor quedaría recargada. Es más, existen riesgos que atentan contra la vida de los tripulantes debido a la falta de dispositivos automatizados. Un ejemplo de este riesgo se da en el ingreso a las bodegas, ya que son lugares cerrados con poca ventilación, donde la ayuda de la tecnología sería indispensable para evitar accidentes. Aquí urge la implementación de dispositivos electrónicos llamados sensores.

Los sensores ayudan a repotenciar los sistemas convencionales que no brindan una medición exacta (tal como el uso de sondas), las que permiten realizar mediciones en forma manual en cada tanque, para luego ser interpretadas en una tabla con el fin de conocer el volumen, llegando este

procedimiento a tomar una cantidad considerable de tiempo. Para alcanzar una mejor precisión y una respuesta inmediata del nivel requerido del fluido se tendría que optar por un sistema automatizado de control abordo.

Las técnicas utilizadas para automatizar procesos industriales es un factor prioritario que marca la competitividad de una empresa. En un sistema automático se busca principalmente aumentar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad, la calidad, la precisión y disminuyendo los riesgos que normalmente se tendrían en la tarea si fuese realizada en forma manual por un operador.

El proyecto se enfocará en la mejora tecnológica mediante la automatización y la simulación en vivo de cómo trabajaría el sensor de nivel en un tanque de lastre, visualizándose en una pantalla virtual técnicamente factible y económicamente viable para solucionar en gran medida los problemas existentes que impiden una mejora substancial en lo que a tarea, personal y tiempo se refiere.

Puesto que el Buque Tanque Gasero Santa Clara B presenta situaciones que pueden ser mejoradas y optimizadas, se ha visto adecuado proponer la implementación de la mencionada tecnología para poder así aplicarlas en otras naves en un futuro próximo, no solo en el sistema de lastre sino también en otros sistemas que involucren tanques o mediciones de fluidos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la factibilidad para el control de nivel mediante un sensor en el diseño del sistema de lastre para el buque tanque gasero Santa Clara B?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los requerimientos necesarios para mejorar el sistema de lastre mediante un sensor de nivel en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B?
- ¿Qué parámetros son requeridos para seleccionar el sensor de nivel del sistema de lastre?
- ¿Cuál es el diseño de un sistema de lastre como prototipo con un sensor de nivel para un tanque de lastre?
- ¿Cuál es el costo económico del proyecto para el uso del sensor de nivel en el sistema de lastre para el buque tanque gasero Santa Clara B?

- ¿Cuál es la factibilidad del proyecto de selección del sensor de nivel y del diseño para el sistema de lastre para el buque tanque gasero Santa Clara B?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Realizar un estudio de factibilidad para el uso de sensor de nivel y diseño para el sistema de lastre en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los requerimientos necesarios para mejorar el sistema de lastre mediante un sensor de nivel en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B.
- Determinar los parámetros requeridos para seleccionar el sensor de nivel del sistema de lastre.
- Diseñar un sistema de lastre como prototipo con un sensor de nivel para un tanque de lastre.

- Determinar el costo económico del proyecto para el uso del sensor de nivel en el sistema de lastre para el buque tanque gasero Santa Clara B.
- Evaluar la factibilidad del proyecto de selección del sensor de nivel y diseño para el sistema de lastre para el buque tanque gasero Santa Clara B.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Esta investigación ayudará a llenar el vacío de conocimientos referentes al uso de automatización del sistema de lastre mediante un sensor en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B. A su vez permitirá generalizar los resultados a otros estudios y contribuirá como modelo de futuras investigaciones más amplias y complejas.

1.4.2. Justificación práctica

Se justifica el trabajo porque ayudará a disminuir el problema de demora y la cantidad de personal requerido puesto que actualmente en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B se requiere de tripulantes para la apertura de las tapas de las bodegas. Los resultados del trabajo ayudarán a crear una mayor demanda en el manejo de los dispositivos electrónicos de

automatización como el PLC, el HMI, el variador de frecuencia y el sensor de nivel.

1.4.3. Justificación social

El proyecto se enfoca en la aplicación de un sistema automatizado para controlar el nivel de un tanque de lastre; de esta manera se aportará directamente en el manejo de personal, tiempo y riesgos. La trascendencia de este trabajo para en especial para el Buque Tanque Gasero Santa Clara B es ser el primero en su tipo y puede servir de modelo e inspiración a otros trabajos que desarrollen el tema de automatización.

1.4.4. Justificación económica

La inversión del prototipo en el sistema de lastre es de S/. 10.250 justificando el costo de su inversión. Se demuestra que la inversión en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B sea de acuerdo al número de tanques y sensores a implementar, descartando la adquisición de la bomba de lastre en el proyecto. El factor humano queda eliminado, permitiéndole al operador residente realizar otras actividades de importancia abordo.

1.5. Limitaciones de la investigación

Durante el desarrollo del proyecto de investigación se presentaron distintas limitaciones, que se mostrará a continuación:

- El personal de abordaje desconoce la tecnología de automatización eléctrica y electrónica vía aparatos modernos de automatización.
- Los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en lo que corresponde a automatización eléctrica no se llevaría de una forma autónoma, reduciendo así el nivel de participación del personal de abordaje en cuestiones de automatización a emprenderse.

1.6. Viabilidad de la investigación

La investigación es viable, pues se dispone de recursos necesarios, como por ejemplo:

- Autorización de ingreso en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B. (Anexo 1)
- Disposición de asesores: teórico y metodológico.
- Disponibilidad de materiales y documentos informativos respecto al tema de forma general.
- Se tiene el visto bueno por ambos asesores para dicho estudio.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes Internacionales

El presente proyecto se respalda en los antecedentes internacionales siguientes:

Romero y Fernández (2016), en España hicieron una investigación en la Universidad Politécnica de Catalunya. Teniendo como objetivo el diseño de un sistema automático de amarre y desatraque que se adapte a las necesidades actuales, reduciendo el número de accidentes producidos en las operaciones de amarre. La investigación está titulada como "Análisis y automatización de los sistemas de amarre de un buque".

El proyecto se ha realizado durante los meses comprendidos entre febrero y julio de 2016, siendo el 10 de julio la fecha límite de finalización. Durante este periodo, se han realizado diferentes etapas del proyecto. En los meses de febrero

y marzo se realizó la parte del trabajo que hacía referencia a la búsqueda de información sobre sistemas de amarre. Durante el mes de abril, se estudió qué sistema de los que había en el mercado podía ser mejorado, a la vez que se aprendía cómo funcionaba el programa que se iba a utilizar para diseñar el software. Finalmente, en los últimos dos meses se desarrolló el programa.

Se puede afirmar, que mediante el software creado en el proyecto se puede reducir notablemente la carga de trabajo de los operarios de puerto en las operaciones de amarre y desatraque. Este hecho permite que se asignen más recursos humanos a las tareas de control y supervisión reduciendo de este modo el peligro de accidentes. Por otro lado, la reducción de carga de trabajo para la tripulación del buque ha sido escasa, aunque se les proporciona una información detallada del estado de las amarras, para que los ajustes de la tensión de estas mediante la adición de líneas de amarre, sean más efectivos.

Peñaranda, Silva y Gómez (2014), en Colombia realizaron la investigación titulada “Instrumentación y control de nivel para un sistema de tanques acoplados en el Laboratorio de Control e Instrumentación de la E3T-UIS” desarrollada en la Universidad Industrial de Santander. En mencionada investigación plantearon el montaje y la instrumentación para un sistema de tanques acoplados que permitió regular el nivel de líquido en el tanque de salida empleando un controlador industrial de referencia HONEYWELL UDC 1200.

Se realizó el cálculo para los parámetros del sistema representados por resistencias y capacitancias hidráulicas mediante el método de Ziegler & Nichols.

Posteriormente se obtuvo un modelo para la función de transferencia del sistema, relacionando el caudal de entrada con respecto al nivel del tanque de salida.

Concluyeron que futuros trabajos adecuarán sistemas de recirculación de líquido, la implementación de sensores ayudaron a que se acerquen a los valores reales, además de un sistema de control que contemple la interacción de flujo entre los dos tanques y la re-calibración del sistema para mejorar la respuesta del controlador al incorporar parámetros manuales. Se tuvo en cuenta que se ajustó la potencia de salida del controlador al 40% debido a que es mayor la cantidad de flujo de líquido suministrado.

Castro y Jácome (2012), en Ecuador realizaron la investigación titulada “Diseño e implementación de un sistema de control para el proceso de tinturado de hilo en la planta textil IMBATEX” realizada en la Escuela Politécnica Nacional. Diseñaron e implementaron un sistema de control para el proceso de tintura de hilos de lana, ubicada en la ciudad de Ibarra, con el fin de disminuir pérdidas por proceso, mejorar la calidad de los acabados e incrementar el volumen de producción.

La planta cuenta con tres etapas como son hilatura, tintorería y terminados de hilo de lana. En la etapa de tintura el proceso es lento y se presentan errores en los tonos de los colores producidos, debido a que el control de temperatura y la circulación de la mezcla tintórea dentro de la olla de tintura no se realizan adecuadamente ya que el operador cuenta únicamente con un motor sin control y

un termómetro. Estos hechos generaron la necesidad de mejorar el proceso de tintura con la implementación de un sistema de control para disminuir pérdidas, aumentar la producción y mejorar la calidad del producto.

El sistema de control implementado cuenta con un PLC (Controlador Lógico Programable) que es la unidad central de sistema, dos gabinetes de control y una pantalla de operador tipo táctil, que son los encargados de controlar el proceso. El PLC recibe las señales provenientes del panel de operador y sensores, procesa la información y la envía hacia los elementos actuadores conectados a sus salidas.

En los gabinetes de control se alojan los elementos necesarios para el correcto funcionamiento del proceso tales como el controlador, variador de frecuencia, módulo de señal, relés, elementos de protección y sensores; y en su exterior se encuentran las alarmas sonora y luminosa. En el panel de operador se puede visualizar el estado del tinturador 2, así como poder ingresar para elegir el modo de operación ya sea manual o automático.

Como conclusión se disminuyeron las pérdidas en la producción, mejorando la calidad en los acabados y de esta forma se incrementó el volumen de producción. Por los resultados logrados en las pruebas de funcionamiento, se consideró que los objetivos del proyecto se cumplieron en cabalidad.

Antecedentes Nacionales

Cabe precisar que para realizar el presente proyecto, no se han encontrado antecedentes nacionales al respecto, siendo así nuestra tesis, la primera

desarrollada para buques de bandera Peruana, por lo que estaríamos dejando un antecedente para futuros proyectos del mismo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. ¿Qué es un estudio de factibilidad?

El estudio de factibilidad es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación (Miranda, 2001).

El presente proyecto es un estudio de factibilidad que mediante la simulación del sistema de lastre se podrá implementar sensores con la adecuada automatización abordado, mejorando la eficiencia del sistema y la reducción de responsabilidades.

2.2.2. Sensor de nivel

Un sensor es todo aquel instrumento que emite una señal eléctrica, que reflejan los valores de propiedades químicas o físicas como por ejemplo intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, presión, movimiento, etc. En este caso mide el nivel de un tanque cerrado o abierto. Se entiende que el sensor como instrumento no altera la medida de la propiedad, siendo

ajeno a la masa o algún contacto que influya en la medición (Arias y Marulanda, 2010).

Abellán (2008), clasifica el sensor de nivel en señales analógicas y digitales. La señal analógica permite conocer el valor o nivel preciso en el tiempo deseado y la señal digital proporciona el nivel en un determinado punto. Las dificultades se presentan cuando se requiere una gran precisión en mediciones dentro de recipientes muy pequeños o muy grandes, entre otras características. La medición de nivel puede ser mediante dispositivos mecánicos, de caída de presión, eléctricos y electrónicos. El tipo de sensor a implementar dependerá del material que contenga, la clase de recipiente y la precisión deseada respecto a la medición o el control.

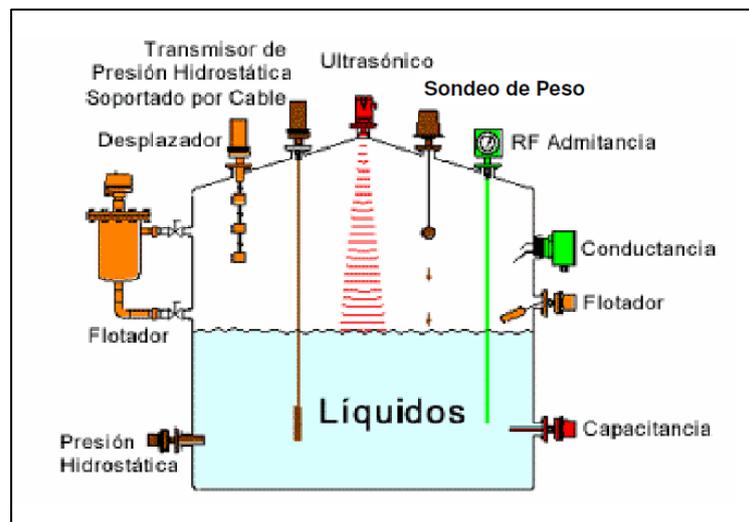


Figura 1. Sensores para medición y control de nivel

Fuente: Recuperado de http://userscontent2de.emazecom/images/247bbaf061484dc1ab233b95015c5dbc/635380284694677104_1.png

2.2.2.1. Clasificación

En el 2008, Abellán clasificó los sensores en:

-Sensores de Nivel Analógicos

Los sensores son dispositivos que interpretan las señales físicas y emiten una señal que varía en el transcurso del tiempo, la cual es proporcional a los valores que van midiendo. Debido a esta razón son llamados también sensores de nivel continuo ya que brindan una medida continua de nivel desde el punto más bajo al más alto, ya sea que se trate de líquidos como de sólidos.

En la actualidad, existen diversos sensores de nivel para líquidos, y se clasifican según su utilidad, rango de medida, precisión, entre otros factores. Entre los tipos más utilizados son el de flotador, presión hidrostática, capacitancia, radar o microondas y ultrasónicos. Los cuáles serán descritos a continuación:

-Sensor de Flotador

En referencia a los sensores de nivel para líquidos, el tipo de sensor cuyo funcionamiento y uso es el más sencillo, es el sensor de flotador. Para este sensor es necesario que el transductor de nivel de líquidos a movimiento mecánico, este conectado a un segundo

transductor para obtener una salida eléctrica que sea proporcional al nivel. En el caso de tanques o depósitos cerrados, al vacío o bajo presión deben estar sellados herméticamente.

Se usarán flotadores con brazos de torsión, flotadores magnéticamente acoplados y dispositivos hidráulicos operados con flotador respectivamente. Para ello, se coloca un flotador en el líquido a experimentar el cual es conectado al exterior del tanque que indicará el nivel directamente. La conexión relacionada al sensor puede ser de distintas maneras, ya sea directa, magnética o hidráulica.

En el 2008, Abellán subdivide a los sensores tipo flotador en:

- **Flotador Conectado Directamente**

Este sensor se caracteriza y se denomina como flotador conectado directamente, debido a que es un mecanismo tradicional de flotador y una cinta o también llamada usualmente cadena. Los cuales son deslizados a través de poleas para hacer una unión entre el flotador y el mecanismo indicador o de registro. En caso se desee controlar en forma remota el material, se debe emplear el transductor para convertir el movimiento angular del eje giratorio conocido como polea en una señal eléctrica para su transmisión.

Este tipo de sensor presenta unos inconvenientes, como son las partes móviles ya que están constantemente expuestas al fluido y podrían llegar a romperse y el siguiente inconveniente es que el tanque no puede estar sometido a presión. Así mismo, se debe tener en cuenta que el flotador debe mantenerse siempre limpio. Los mecanismos de flotador y cable pueden en algunas aplicaciones llegar a restringirse porque es complicado llegar a mantener las operaciones de manera limpia y eficiente.

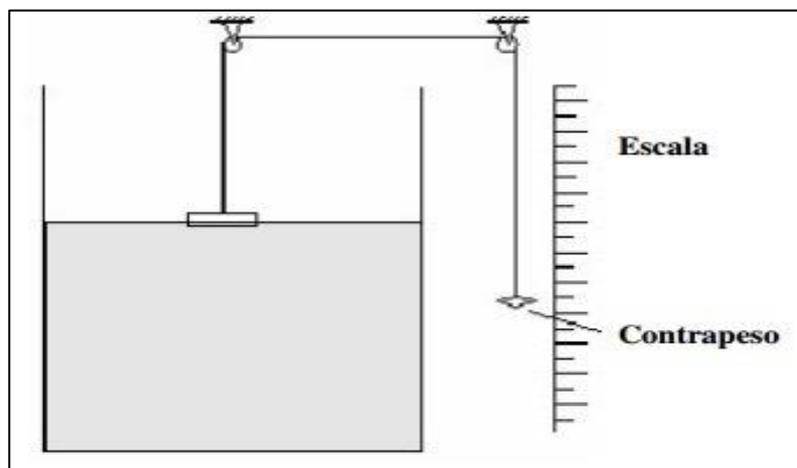


Figura 2. Flotador conectado directamente
Fuente: Recuperado de <https://hbcso-luciones.files.wordpress.com/2015/03/2.jpg>

- **Flotador Acoplado Magnéticamente**

El sensor utiliza un tubo sumergible no magnético para poder soportar la temperatura y la presión a la que serían sometidos en el tanque. Los tubos sumergibles estarán posicionados de manera vertical en el interior del tanque. El sistema requiere de dos

magnetos, además cuenta con interruptores y un transmisor incorporados.

En la conexión magnética el tubo contiene un flotador, insertado de un imán orientado de cintas magnéticas a lo largo del tubo. Según el imán exterior ascienda o descienda por fuera del tubo, el imán interno se desplazará en la misma dirección debido a la atracción mutua.

La precisión en la medición del nivel trabajara respecto a la fuerza de acoplamiento en fricción del sistema, es decir, el flotador se moverá libremente en los sistemas magnéticos en la medición de nivel, teniendo como desventaja a cualquier objeto que obstaculice u obstruya el movimiento o haga que el flotador cambie de peso originando un error en la medición.

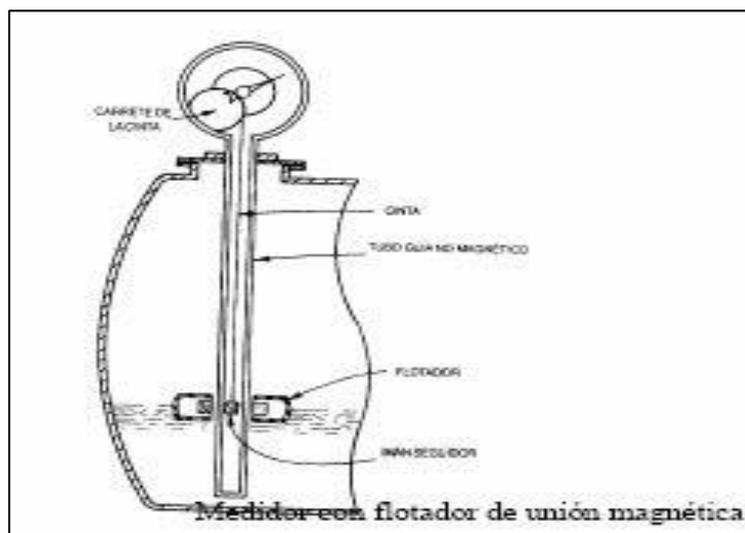


Figura 3. Flotador Acoplado Magnéticamente

Fuente: Recuperado de http://1.bp.blogspot.com/_JQw1qMPMk7U/Sgid76x_gRI/AAAAAAAAAFg/esprNIY1Uno/s400/2.bmp

- **Flotador de tipo desplazamiento**

El sensor de flotador por desplazamiento aplica según el principio de Arquímedes. Refiriéndose, a un flotador parcialmente sumergido en el líquido a medir y conectado mediante un brazo a un tubo de torsión unido al tanque. Dentro del tubo y unido a un extremo, presenta una varilla que transmite el movimiento de giro a un transmisor al exterior del tanque.

Al aumentar el nivel, el líquido provoca un empuje sobre el flotador siendo igual al volumen de la parte sumergida multiplicada por la densidad. El sensor puede usarse en tanques abiertos y cerrados sometiéndose a presión o a vacío teniendo una sensibilidad, presentando el inconveniente de crecimiento de cristales en el flotador que afectan la precisión de medición.

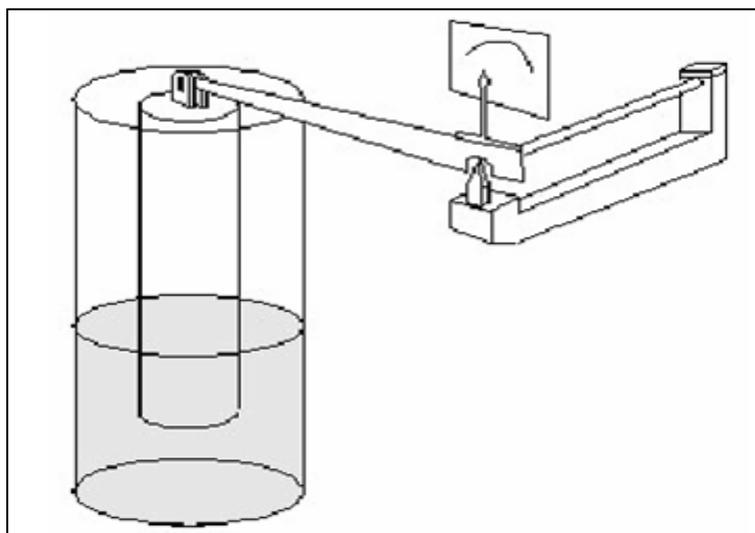


Figura 4 .Flotador tipo desplazamiento

Fuente: Recuperado de <http://4.bp.blogspot.com/-I9RbwKkxBww/TI sJ0eVGG9I/AAAAAAAAADJY/pQbSxoEM3AI/s1600/Imagen7.png>

- Sensor de presión hidrostática

En el 2008, Abellán subdivide los sensores de presión hidrostática en:

- **Sensor Manométrico**

El sensor se conecta directamente en la parte inferior del tanque, midiendo la presión respecto a la altura de líquido que existe entre el nivel del tanque y el eje del instrumento. Los líquidos contaminados o sucios debilitarían la elasticidad del fuelle, por ese motivo el sensor se empleará en fluidos limpios. La medición será limitada a tanques abiertos y se tendrá en cuenta que el nivel pueda distorsionarse por las variaciones de densidad en el líquido.

- **Sensor de Membrana**

Este tipo de sensor, es denominado de tal manera debido a que utiliza una membrana, la cual se encuentra ubicada y unida a un tubo que hace estanco al instrumento receptor. Ésta fuerza que se ejerce por la columna del líquido sobre el área de la membrana comprime el aire que se encuentra interiormente a una presión, la cual corresponde a la columna de líquido. Este sensor es muy delicado debido a que cualquier fuga de aire presente en el diafragma, y por más pequeña que sea, destruiría la calibración del sensor.

- **Sensor de Burbujeo**

Este tipo de sensor es uno de los más utilizados en la industria, ya que se caracteriza por ser uno de los pocos sistemas que se pueden aplicar a líquidos corrosivos con materiales en suspensión, lo cual es útil en determinadas aplicaciones. El sensor de burbujeo es operado a través de un regulador de caudal ya que éste hace pasar por un tubo que se encuentra sumergido en el depósito hasta el mínimo nivel; un pequeño caudal de aire o gas inerte hace que se genere una corriente continua de burbujas. Se requiere una presión para poder producir el flujo continuo de burbujas, la cual se da por la columna de líquido.

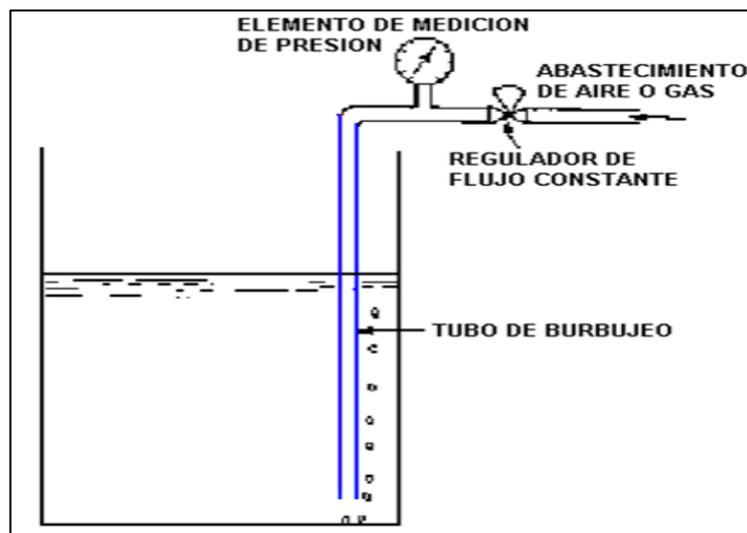


Figura 5. Sensor de burbujeo

Fuente: Recuperado de <http://1.bp.blogspot.com/KkPAFWP DhTg/TIsJ2JDEYhl/AAAAAAAAADJg/bOXPTwoNO0c/s1600/Imagen5.png>

- **Sensor de Presión Diferencial**

El funcionamiento de este tipo de sensor se da en un tanque o depósito, el cual consiste en un diafragma que está en contacto con el

líquido el cual mide la presión hidrostática en un punto del fondo del tanque. En un tanque abierto la presión será proporcional a la altura del líquido en ese punto y a su peso específico. El diafragma forma parte de un transmisor neumático o electrónico de presión diferencial. La precisión de los sensores de presión diferencial es considerablemente buena. El material del diafragma debe ser compatible con el fluido que se encuentra en el tanque para evitar alguna imprecisión.

-Sensor de Capacitancia

Este tipo de sensores, se caracterizan por utilizar un electrodo metálico aislado que se inserta en la pared del tanque como una de las placas del capacitor. La pared del tanque es la otra placa del capacitor. Se encuentran variaciones dieléctricas del material entre el electrodo y la pared, según ascienda o descienda la interfaz entre el aire y el líquido del tanque. La capacitancia respectiva del sistema se mide con un puente de capacitancia, que comprende un circuito electrónico que alimenta el electrodo a una frecuencia elevada, disminuyendo la reactancia capacitiva del conjunto y permitiendo aliviar en parte el inconveniente del recubrimiento del electrodo por el producto.

La capacitancia se mide, y provee un valor directo del nivel del líquido en el tanque. Si el líquido al que se desea medir es conductor, entonces se recubre el electrodo con un material aislante. El electrodo

se comporta como una placa conductora, mientras que la otra placa es el líquido a medir, que al estar en contacto con el tanque se conecta eléctricamente a la referencia del sistema. Al subir el nivel del líquido comenzara a haber cambio en la capacitancia, y la medida brindara un valor proporcional al nivel de la sustancia.

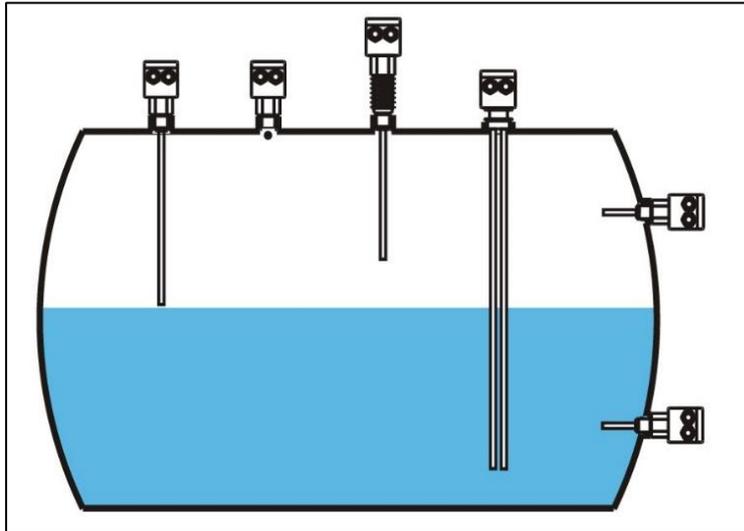


Figura 6. Sensor de capacitancia

Fuente: Recuperado de <http://blog.gaherma.com/wp-content/uploads/2014/03/11.jpg>

-Sensor de Radar o Microondas

El sensor de radar o microondas utiliza ondas electromagnéticas en la banda para tenerlo como base de mediciones. En la actualidad, el uso de un sensor de radar o microondas es una tecnología que realiza mediciones continuas del nivel del líquido. Su funcionamiento se basa en la transmisión de las ondas en el tanque, desde la parte más alta hacia la más baja, en donde un sensor ubicado en el transmisor captura la cantidad de energía reflejada por el líquido. El tiempo que demora las ondas reflejadas en volver al transmisor se

utiliza como base para determinar la altura del líquido dentro del tanque.

-Sensor de Ultrasónicos

En la parte superior del tanque se ubica un transductor que transmite las ondas sonoras hacia la superficie del líquido. La operación consiste en ráfagas de ondas que son producidas por un cristal piezoeléctrico que convierte los impulsos eléctricos en energía sonora que se transmite en forma de onda a la frecuencia establecida y a una velocidad constante en un medio determinado, sea gas, aire u otro material. Las frecuencias están comprendidas entre los 20 kHz y los 200 kHz en forma de ráfagas.

Los ecos de éstas ráfagas se reflejan al transductor; se calcula la distancia midiendo el tiempo entre la generación de las ráfagas y sus ecos, respectivamente. Cabe mencionar, que el método de medición abarca varios inconvenientes, como la velocidad del sonido en el medio que dependerá de la temperatura del mismo, por lo que se deben compensar los cambios de temperatura en el tanque. También, la superficie del líquido puede actuar como absorbente del sonido, llegando a no reflejar ninguna onda. Por último, se podrían presentar irregularidades en la forma de la superficie del líquido y así causar mediciones fluctuantes.

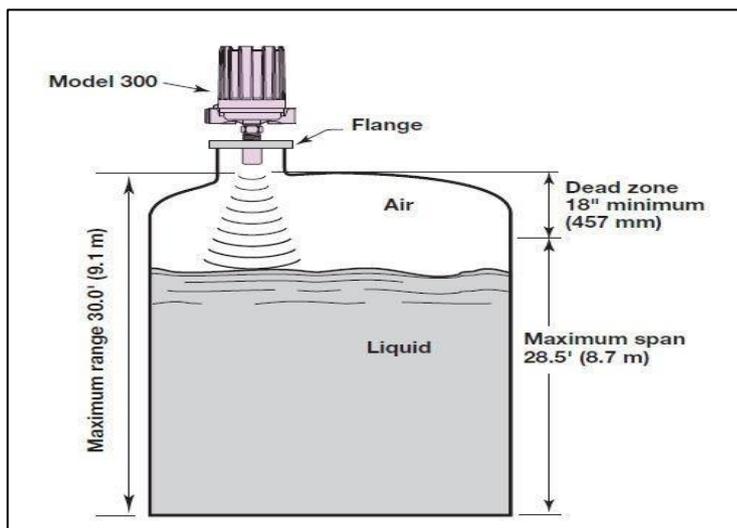


Figura 7. Sensor ultrasónico

Fuente: Recuperado de http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/6020-8670959.jpg

-Sensores de Nivel Digitales

Los sensores de nivel tipo digital brindan una medida de uno o varios puntos fijos determinados. Éstos se clasifican en líquidos y sólidos. Entre los sistemas más empleados para la medición de líquidos se encuentra el conductivo o resistivo.

En el 2008, Abellán clasificó los sensores digitales en:

- **Sensor Conductivo o Resistivo**

En el sensor conductivo tiende a instalar dos electrodos en los puntos de alto y bajo nivel. Cuando el nivel del líquido se incrementa hasta el electrodo superior, un relé eléctrico o electrónico es excitado, y con ello se cierra un circuito eléctrico o electrónico circulando una corriente de aproximadamente 2 mA.

Se destaca a comparación de los otros tipos, respecto a las unidades del tipo electrónico, se pueden utilizar para servicios donde haya presencia de vapores explosivos sobre el líquido; las del tipo eléctrico no son aptas para el ambiente mencionado.

El sensor trabaja como alarma o control de nivel alto y bajo, utilizando relés eléctricos para líquidos de buena conductividad y relés electrónicos para líquidos de baja conductividad. Una de las ventajas del sensor mencionado es su versatilidad, sin partes móviles; su campo de medida es grande con la limitación física de la longitud de los electrodos.

Aspectos a tener en cuenta al decidir si los sensores son apropiados para una aplicación determinada:	
<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de respuesta, tiempos de reacción, velocidad de conmutación • Sistema de conexiones (sistema de 2, 3 ó 4 hilos, conexión serie o paralela, etc.) • Seguridad del funcionamiento, frecuencia de fallos, fiabilidad • Posibilidad de control automático) • Margen de la temperatura de funcionamiento • Posibilidad de ajustar los puntos de detección, la sensibilidad y el umbral de respuesta • Resolución, precisión de la medición • Resistencia a la corrosión • Duración, vida útil • Límites del rendimiento, margen de rendimiento • Propiedades del objeto (material, grado de remisión, estructura de la superficie, etc.) • Montaje (dimensiones, masa, condiciones para el montaje, adaptación al lugar de la detección) • Redundancia de la unidad de evaluación de datos • Ausencia de reacciones secundarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia de detección • Variación del punto de detección, histéresis del punto de detección • Clase de protección • Alimentación de tensión (tensión de funcionamiento, fluctuación de la tensión, picos de tensión, • Supresión de interferencias (insensibilidad frente a interferencias externas, tales como vibraciones, golpes, luz externa, etc.) • Disponibilidad • Resistencia a temperaturas • Protección ante sobrecargas (anticortocircuitaje, polos inconfundibles, resistencia a sobrecargas) • Economía (relación entre costo y rendimiento, incluyendo los costos de montaje y puesta en funcionamiento) • Homologación para aplicaciones especiales (sala limpia, resistencia a explosiones, protección de operarios, etc.) • Precisión de repetición del punto de detección

Figura 8. Control y medida de nivel de líquido por medio de un sensor de presión diferencial

2.2.2.2. Descripción del sensor analógico de presión hidrostática tipo membrana

El funcionamiento del sensor estará vinculado a la presión del líquido que va ir aumentando con la subida del nivel en el llenado. Esta presión hidrostática se transmite a la célula de medición mediante una membrana de acero inoxidable. Se tiene en cuenta que la espuma, la formación de depósito, las fluctuaciones en las propiedades eléctricas del líquido y la forma del recipiente no tendrán ninguna influencia sobre los valores de la medición del sensor. (Pepperl Fuchs, s.f).

-Lectura de nivel

Jiménez (2010) destacó la altura del nivel de un líquido que se puede determinar mediante la presión hidrostática, con la ayuda de una célula de medición piezoresistente que es una membrana de separación de acero inoxidable y un centrador de presión. El valor de la célula de medición se puede convertir, mediante un acondicionador de señal, en una de las siguientes señales de salida:

- señal analógica de 4 - 20 mA
- señal analógica de 0 - 10 V

- Ventajas y desventajas en tanques no cerrados

Los sensores que se utilizan en contacto directo con el fluido, como es natural, presentan tanto ventajas como desventajas (Jiménez, 2010).

Ventajas

- Generan buena exactitud, son adaptables para amplias gamas de nivel, están disponibles en muchos materiales de construcción, sus costos son moderados.

Desventajas

- Las variaciones de densidad producen errores.

- Ventajas y desventajas en tanques cerrados

- En este caso, los elementos de medida se aíslan del fluido del proceso. Con la mejora, los sistemas son ya aptos para sólidos en suspensión y materiales corrosivos o altamente viscosos.

Ventajas

- Presenta alto intervalo de medición.

- Tienen aceptable exactitud.
- Sirven para recipientes abiertos o cerrados.
- Sirven para temperaturas relativamente elevadas.
- Son aceptables a materiales corrosivos, altamente viscosos y sólidos en suspensión.

Desventajas

- Cuando se desmontan las unidades, es necesario parar el equipo de proceso.
- Las variaciones de densidad del fluido causan errores.

2.2.3. Controlador lógico programable (PLC) S7-1200

Siemens (2009) Define al PLC como Controlador lógico programable que es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones, las cuales implementan funciones específicas del tipo lógico, secuencial, temporizado, conteo y aritmético, para controlar a través de módulos de entradas y salidas ya sean discretas o analógicas varios tipos de máquinas o procesos. El PLC es diseñado para controlar en tiempo real y en medio industrial los procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática.

Respecto al S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de marca Siemens. El controlador corresponde al modelo compacto-modular para pequeños sistemas de automatización que requieren funciones simples o avanzadas para lógica como HMI o redes. Gracias a su diseño, bajo costo y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas.

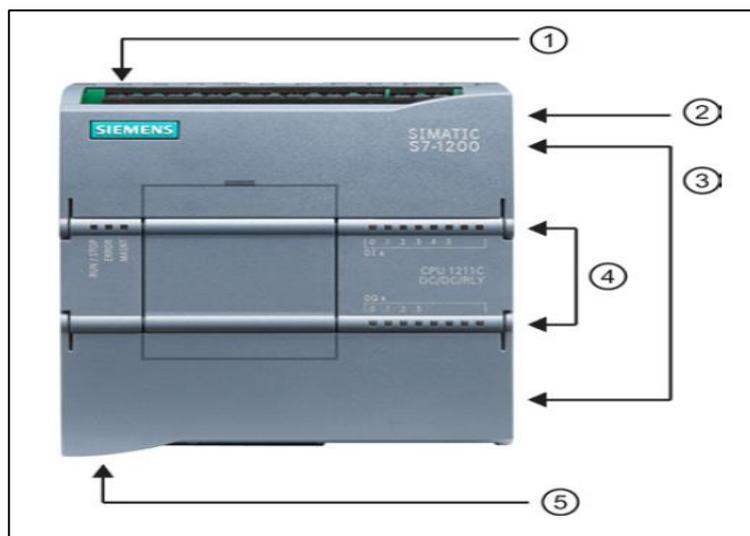


Figura 9. Elementos del PLC

Fuente: Recuperado de <http://s7-scl.pl/wp-content/uploads/2015/04/Ogolnie.png>

- 1 - Conexión de alimentación
- 2 - Ranura de la tarjeta de memoria (debajo de la solapa)
- 3 - Conector para la instalación de cables
- 4 - Señalización LEDs
- 5 - Puerto de comunicación PROFINET

2.2.3.1. Componentes del PLC

En el 2009, Siemens clasificó los componentes del PLC en:

-Signal Boards

Un Signal Board (SB) permite agregar entradas y salidas a la CPU. Es factible agregar una SB con Entradas y salidas digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU. Pueden ser de diversos tipos por la naturaleza de sus entradas y salidas como se aprecia a continuación.

- SB con 4 entradas y salidas digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC).
- SB con 1 entrada analógica.



Figura 10. Signal Board

Fuente: Recuperado de http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_S71200/PublishingImages/caract300.jpg

Contienen 2 partes importantes los cuales son:

- LEDs de estado en la SB.
- Conector extraíble para el cableado de usuario.

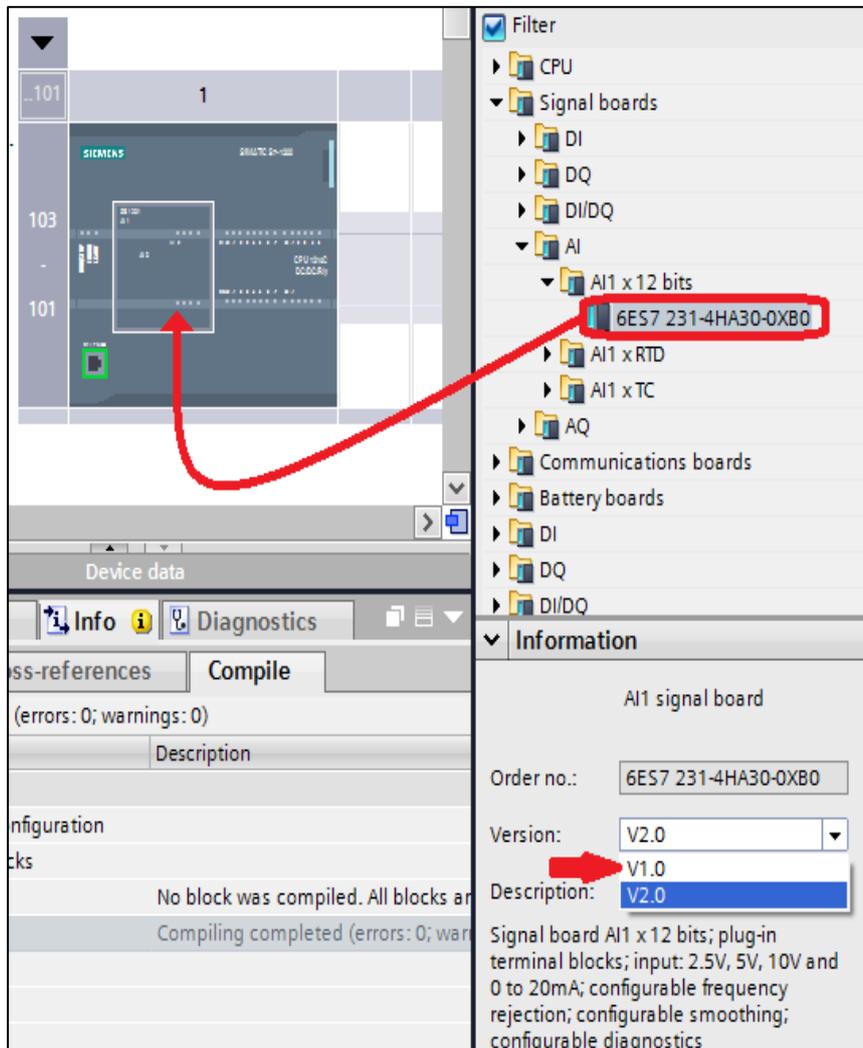


Figura 11. Signal boards en el software

Fuente: Recuperado de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/632/85239632/img_75682/v1/s7-1200_signalboards_fw_versionsunterschied_01_e.png

-Módulos de señales

Siemens (2009) utiliza el módulo de señales para agregar entradas o salidas discretas, así como también entradas y salidas análogas a la CPU. El módulo de señales se conecta a la derecha de la CPU como se

aprecia en la siguiente figura, así como la cantidad máximo de módulos a instalar del PLC S7-1200.

- 1.- LEDs de estado para las E/S del módulo de señales.
- 2.- Conector de bus.
- 3.- Conector extraíble para el cableado de usuario.

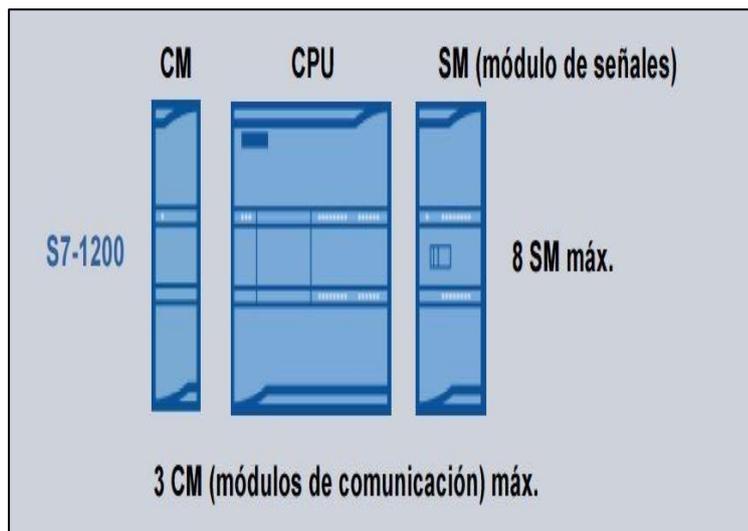


Figura 12. Módulos de señales

Fuente: Recuperado de <http://www.tecnopl.com/wp-content/uploads/2016/03/C3%BAmero-m%C3%A1ximo-de-m%C3%B3dulos-de-expansi%C3%B3n-en-S7-1200.jpg>

-Módulos de comunicación

- La gama S7-1200 provee CMs (Módulos De Comunicación), que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485, siendo el RS232 el cable más común y usado para comunicación entre computadoras.
- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación.
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM).

- Comprende de unos LEDs de estado del módulo de comunicación y un conector de comunicación



Figura 13. Módulos de comunicación

Fuente: Recuperado de https://www.solucionesyservicios.biz/WebRootops/64466233/5292/48B4/9727/12B9/DC24/C0A8/28B8/5D97/SIMATIC_S7-1200_CONFIGURACION_m.png

-Ampliación de capacidad de la CPU

Siemens (2009) destaca a la gama S7-1200 que ofrece una gran variedad de módulos de señales y Signal Boards que se mencionaron anteriormente permitiendo ampliar los beneficios de la CPU. También es factible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación.

The S7-1200 family provides a variety of signal modules and signal boards for expanding the capabilities of the CPU.

Module		Input only	Output only	Combination in/out
Signal module (SM)	Digital	8 x DC In	8 x DC Out 8 x Relay Out	8 x DC In/8 x DC Out 8 x DC In/8 x Relay Out
		16 x DC In	16 x DC Out 16 x Relay Out	16 x DC In/16 x DC Out 16 x DC In/16 x Relay Out
	Analog	4 x Analog In 8 x Analog In	2 x Analog Out 4 x Analog Out	4 x Analog In/2 x Analog Out
Signal board (SB)	Digital	-	-	2 x DC In/2 x DC Out
	Analog	-	1 x Analog Out	-
Communication module (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> • RS485 • RS232 				

Figura 14. Ampliación de módulos

Fuente: Recuperado de http://images.slideplayer.com/39/10945657/slides/slide_5.jpg

-Estados operativos de la CPU

Siemens (2009) considera tres estados operativos, a saber: STOP, START y RUN que se describirán en los siguientes puntos. Los LEDs de estado en el frente de la CPU indican el estado operativo actual.

- En estado operativo “STOP”, la CPU no ejecuta el programa, por lo que es posible cargar un proyecto en la CPU.
- En estado operativo “START”, la CPU ejecuta la lógica de arranque. Los eventos de alarma no se procesan durante el arranque.
- En estado operativo “RUN”, el ciclo se ejecuta repetidamente. Pueden aparecer eventos de alarma que se procesan en cualquier fase del ciclo del programa.

La CPU no dispone de interruptores físicos como se aprecia en la siguiente imagen para cambiar de estado operativo STOP o RUN. Al configurar la CPU en la configuración de dispositivos, es posible definir el comportamiento en arranque en las propiedades de la CPU.



Figura 15. PLC S7-1200

Fuente: Recuperado de con <http://www.tecnopl.com/wp-content/uploads/2015/06/3.-PLC-S7-1200-con-los-LED-indicadores-del-estado-actual-de-la-CPU..jpg>

2.2.3.2. Software STEP 7 BASIC

Siemens (2014) destaca al software STEP 7 Basic que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLCs y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación KOP y FUP siendo el primero una programación por diagrama de contactos “KONTAKTPLAN” representando contactos eléctricos y el segundo en una programación basada en bloques lógicos del estilo “OR”

y “AND”. Los lenguajes mencionados permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto. Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

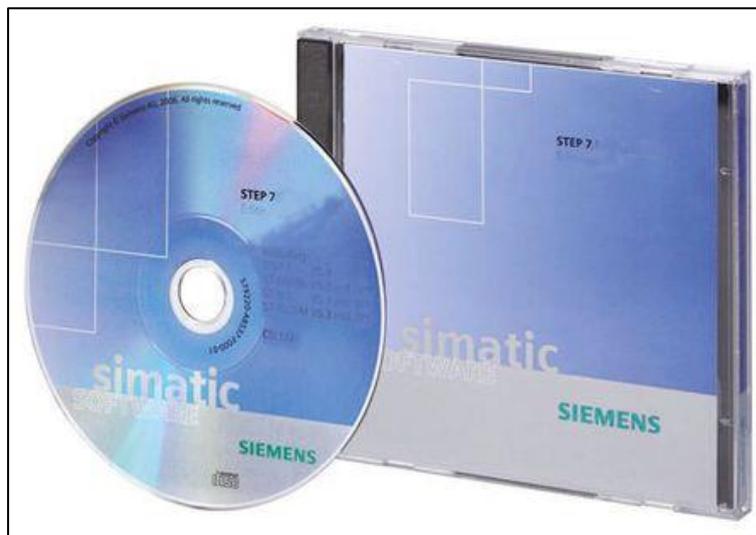


Figura 16. Instalador de Step 7 Basic

Fuente: Recuperado de <http://pt.rs-online.com/largeimages/R6722879-20.jpg>

En el 2014, Siemens clasificó el Software STEP 7 BASIC de la siguiente manera:

-Vistas de trabajo

STEP 7 Basic ofrece dos vistas diferentes del proyecto; vista del portal y la vista del proyecto. La vista del portal ofrece una vista funcional de las tareas del proyecto organizando las funciones de las

herramientas según las tareas que deban realizarse, como configurar los componentes de hardware y las redes.

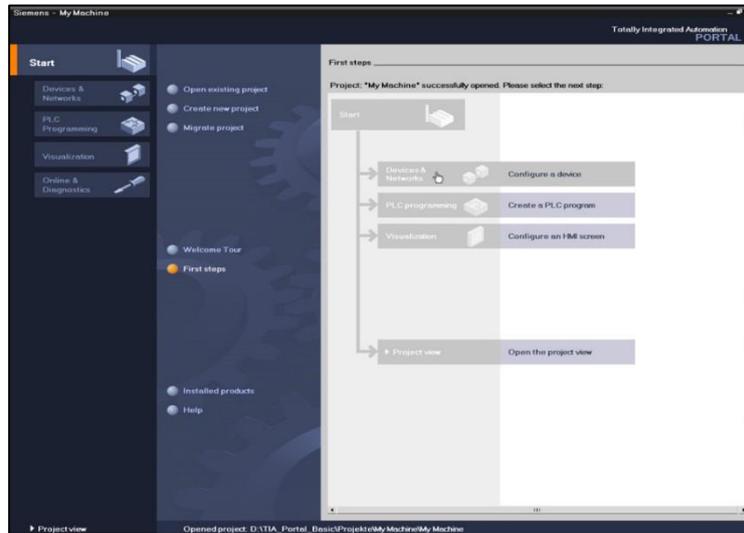


Figura 17. Vista Principal del TIA Portal STEP 7

Fuente: Recuperado de <http://www.totallyintegratedautomation.com>

La vista del proyecto ofrece acceso a todos los componentes. Puesto que todos estos se encuentran en un solo lugar, facilitando el acceso a todas las áreas del proyecto. Conteniendo todos los elementos que se han creado, viéndose en la siguiente figura.

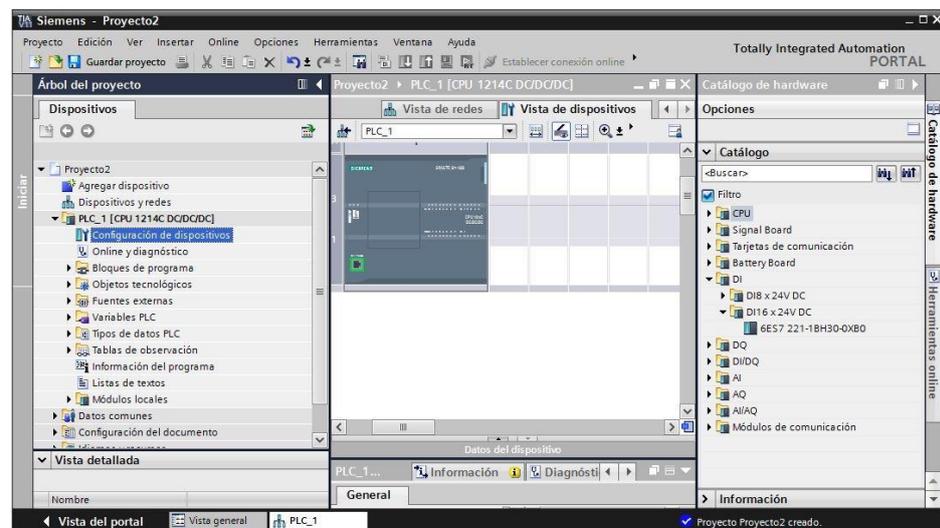


Figura 18. Componentes del Proyecto

Fuente: Recuperado de <http://www.tecnopl.com/wp-content/uploads/2011>

-Interfaz Profinet PLC

Siemens (2014) plantea la interfaz PROFINET que puede aplicarse para la programación o para la comunicación de CPU a HMI o de CPU a CPU. Además, accede a la comunicación fabricantes de otros dispositivos, mediante protocolos abiertos de Ethernet. Esta interfaz ofrece una conexión RJ45 con función Autocrossing y permite velocidades de transferencia de datos de 10/100 Mbits/s.

La interfaz PROFINET integrada permite la comunicación con:

- Dispositivo programador (PC)
- Dispositivos HMI
- Otros controladores SIMATIC

Los siguientes protocolos son compatibles:

- TCP/IP
- ISO on TCP
- Comunicación S7



Figura 19. Comunicación Profinet

Fuente: Recuperado de http://www.siemens.com/press/pool/de/pressebilder/industry_automation/iaas2008031626_072dpi.jpg

-Paneles visualizadores

Siemens (2009) señala que la visualización se está convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los Basic Panels SIMATIC HMI ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión.

1.6 Visualizadores

Puesto que la visualización se está convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los Basic Panels SIMATIC HMI ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión. Todos los paneles tienen el tipo de protección IP65 y certificación CE, UL, cULus y NEMA 4x.



- KTP 400 Basic PN**
- Mono (STN, escala de grises)
 - Pantalla táctil de 4 pulgadas con 4 teclas táctiles
 - Vertical u horizontal
 - Tamaño: 3.8"
 - Resolución: 320 x 240
- 128 variables
 - 50 pantallas de proceso
 - 200 alarmas
 - 25 curvas
 - 32 KB memoria de recetas
 - 5 recetas, 20 registros, 20 entradas



- KTP 600 Basic PN**
- Color (TFT, 256 colores) o monocromo (STN, escala de grises)
 - Pantalla táctil de 6 pulgadas con 6 teclas táctiles
 - Vertical u horizontal
 - Tamaño: 5.7"
 - Resolución: 320 x 240
- 128 variables
 - 50 pantallas de proceso
 - 200 alarmas
 - 25 curvas
 - 32 KB memoria de recetas
 - 5 recetas, 20 registros, 20 entradas



- KTP1000 Basic PN**
- Color (TFT, 256 colores)
 - Pantalla táctil de 10 pulgadas con 8 teclas táctiles
 - Tamaño: 10.4"
 - Resolución: 640 x 480
- 256 variables
 - 50 pantallas de proceso
 - 200 alarmas
 - 25 curvas
 - 32 KB memoria de recetas
 - 5 recetas, 20 registros, 20 entradas



- TP1500 Basic PN**
- Color (TFT, 256 colores)
 - Pantalla táctil de 15 pulgadas
 - Tamaño: 15.1"
 - Resolución: 1024 x 768
- 256 variables
 - 50 pantallas de proceso
 - 200 alarmas
 - 25 curvas
 - 32 KB memoria de recetas (memoria flash integrada)
 - 5 recetas, 20 registros, 20 entradas

Figura 20. Clasificación

Fuente: Recuperado de <https://image.slidesharecdn.com/manualdesistemasitcs7-1200ed-130930194733-phpapp01/95/manual-de-sistema-simatic-s7-1200-21-638.jpg?cb=1380570521>

2.2.4. Paneles HMI

Siemens (2009), destaca al interfaz Hombre-Máquina (Human Machine Interface) como un sistema que presenta datos a un operador que, a través del HMI puede controlar un determinado proceso. Tiene como objetivo de estudio el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas interactivos de computadoras para el uso humano.

La industria del HMI surgió esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorear y controlar múltiples sistemas remotos, PLCs y otros mecanismos de control, con la necesidad de tener un control más preciso y

agudo respecto a las variables de producción, a fin de contar con información relevante de los distintos procesos en tiempo real.



Figura 21. Panel HMI

Fuente: Recuperado de <https://i.ytimg.com/vi/S8IXPRS8IXPR/S8IXPR9AXE4/maxresdefault.jpg>

En el 2009, Siemens clasificó la gama Simatic HMI Basic Panels de la siguiente manera:

-Modelos HMI basic panels

- KP300 básica mono
- KTP400 básica mono
- KTP600 básica mono
- KTP600 color básico

- KTP1000 color básico
- kTP1500 color básico

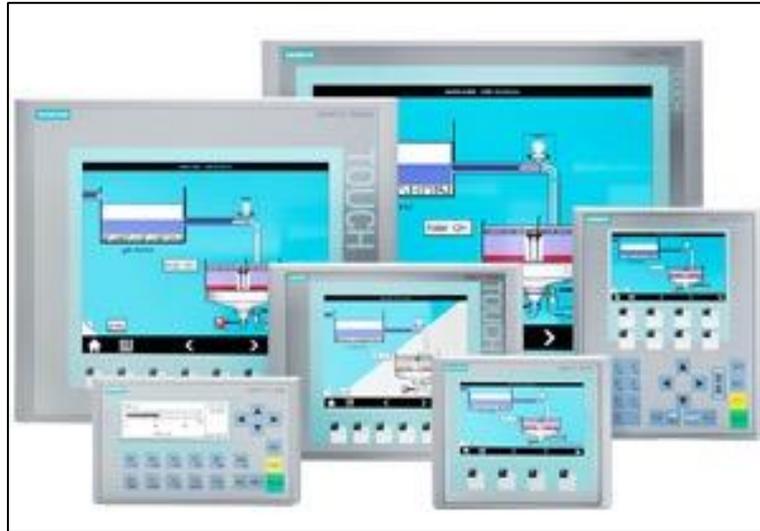


Figura 22. Diferentes modelos de paneles HMI

Fuente: Recuperado de http://w5.siemens.com/spain/web//es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_S71200/Publi hingImages/paneles300.jpg

-Características del panel HMI

Siemens (2009) destaca el hardware estándar para distintas aplicaciones el cual permite controlar varias tareas dependiendo el requerimiento del operador. Posibilidad de modificaciones futuras sin parar el proceso; mediante el software se puede modificar las condiciones de trabajo para la obtención del proceso deseado, se nombran las siguientes características correspondientes al panel HMI.

- Posibilidades de ampliación al reemplazar y añadir dispositivos de acuerdo al crecimiento del proceso en industria.

- Interconexión y cableado exterior baja ya que es sustituido por sistemas cableados; elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, LEDs por sistemas programables compactos.
- Tiempo de implantación es muy corto.
- Mantenimiento fácil ya que se lo realiza mediante el programa que fue previamente cargado en el proceso que está siendo objeto de control.
- Módulo de proceso, ejecuta las acciones de mando pre programado a partir de los valores actuales de variables leídas.
- Gestión y archivo de datos en almacenamiento, procesado ordenado de datos; de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

-Aspecto destacable de los paneles HMI KTP 600 Basic Panel

Siemens (2009) destaca que los paneles SIMATIC HMI Basic Panels han sido diseñados para operar a la perfección con el nuevo controlador SIMATIC S7-1200. La gama SIMATIC HMI Basic Panels ofrecen una solución que puede adaptarse a la perfección a las necesidades específicas de visualización: potencia y funcionalidad optimizada, gran variedad de tamaños de pantalla y un montaje sencillo que facilita la ampliación.



Figura 23. HMI KTP 600 Basic Panel

Fuente: Recuperado de http://www.carven-shop.com/270-large_default/simatic-hmi-ktp600-basic-color-pn-siemens.jpg

-Interfaz Profinet HMI

Todas las variantes de los nuevos modelos SIMATIC HMI Basic Panels llevan integrado una interfaz PROFINET. Los nuevos paneles integrados permiten a la SIMATIC HMI Basic Panels con interfaz PROFINET visualización de máquinas y procesos de una manera sencilla e intuitiva, además de la comunicación con el controlador conectado y la transferencia de datos con los parámetros y configuración adecuada. Esto es parte esencial de la interacción con el PLC S7-1200.

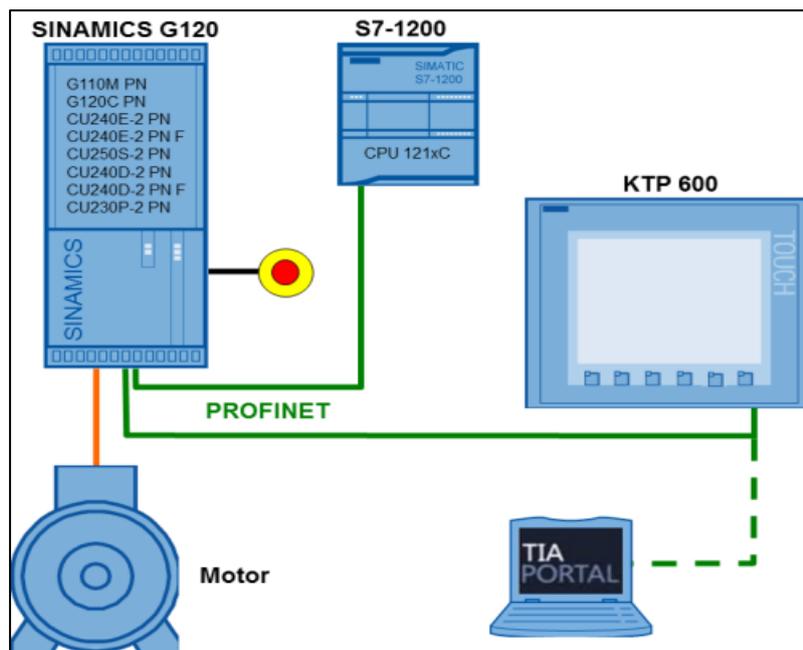


Figura 24. Interfaz Profinet

Fuente: Recuperado de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/469/70155455469/img_20471/v1/70155469_sinamics_g120_at_s7-1200_pn.png

-Diseño del panel HMI

Siemens (2009) destaca los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels como perfectos para el uso en entornos industriales duros. Su diseño compacto los hace adecuados también para aplicaciones con poco espacio de montaje. En los casos de espacios extremadamente reducidos, las variantes de 4" y 6" incluso pueden configurarse y montarse en vertical.

El panel KTP600 Basic Panel está equipado con una dimensión de 5,7 pulgadas TFT-pantalla de 256 colores. Una resolución de 320 x 240 píxeles permite la representación de las pantallas de menor complejidad en un tamaño conveniente.



Figura 25. Vista posterior del HMI

Fuente: Recuperado de <https://projectmerseburg.files.wordpress.com/2015/03/hmi-ktp400-basic-reverse.jpg>

-Funcionalidades

Siemens (2009) destaca que todos los modelos de SIMATIC HMI Basic Panels están equipados con todas las funciones básicas necesarias, como sistema de alarmas, administración de recetas, diagramas de curvas y gráficos vectoriales. También es posible administrar los usuarios en función de las necesidades de los diferentes sectores mediante nombre de usuario y contraseña.

-Pantalla y gráficos

Siemens (2009) destaca en los paneles SIMATIC HMI Basic Panels una pantalla táctil que proporciona un manejo intuitivo, el uso de pantallas gráficas abre nuevas perspectivas a la visualización como en los gráficos vectoriales, los diagramas de curvas, barras, textos, mapas de bits y campos

de entrada y salida hacen posible una visualización clara y fácil de usar en las pantallas de control.

Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels pueden configurarse fácilmente con SIMATIC WinCC Basic, un software integrado hasta el último detalle en el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 Basic.



Figura 26. Gráficos HMI de una Caldera

Fuente: Recuperado de http://www.sbs.hr/uploads/pics/image_sbsACC1B2.jpg

-Teclas de función

Siemens (2009) destaca el manejo táctil en los equipos de 4", 6" y 10" que están provistos de teclas de función configurables, a las que pueden asignarse funciones de manejo individuales dependiendo de la pantalla seleccionada. Teniendo en cuenta el feedback táctil para una mayor comodidad de uso y seguridad durante el manejo.



Figura 27. Teclas de función

Fuente: Recuperado de https://img.milanuncios.com/fg/2211/88/221188587_1.jpg

2.2.5. Sistema de lastre

Mendoza (2015) define que el sistema de lastre tiene como principal función brindar al buque la inmersión y estabilidad adecuada. Para llegar a la estabilidad del buque se carga agua de mar en los tanques de lastre.

Este sistema comprende depósitos y líneas de aguas de lastre asegurando la estabilidad de los buques, así también asegura el calado para diversos tipos de condiciones meteorológicas y para las operaciones de carga y descarga.

Las operaciones relativas al lastre y deslastre en los buques son llevados a cabo por oficiales experimentados y capacitados ya que se encuentra

relacionada de manera directa con el principal factor que es la estabilidad del buque. Normalmente éste sistema de lastre puede diferenciarse de un buque a otro, pero los principales elementos de todos los sistemas que comprende el lastre permanecen intactos tales como: el llenado, remoción y transferencia de agua de un tanque a otro para obtener la estabilidad deseada para un buque.

Tener una adecuada familiarización con este sistema para todos los buques mercantes es una prioridad, conocer todas las válvulas que operan con este sistema y saber que normalmente estas válvulas son operadas hidráulicamente desde el cuarto del control de carga es muy importante para llevar a cabo un buen funcionamiento del sistema de lastre.

Las válvulas de succión y descarga de la bomba de lastre junto con otras válvulas, en caso de cualquier inconveniente permanecerán abiertas para efectuar el funcionamiento de lastre. De la misma manera, las válvulas de descarga del sistema tienen su propia seguridad para cualquier inconveniente.

Cabe resaltar que el sistema de operación de válvulas hidráulicas son manejadas directamente con el departamento de ingeniería, por lo que al implementar los sensores para los tanques de lastre no comprometería al sistema respectivamente.

En este proyecto hemos puesto como objetivo el implementar sensores de nivel para los tanques de lastre, teniendo como propósito la seguridad plena de que los sensores de nivel funcionen de forma adecuada con la finalidad que se controle el nivel de agua de lastre del Buque Tanque Gasero Santa Clara B.

2.2.5.1. Agua de lastre

El agua de lastre es esencial para compensar los buques y darle una estabilidad adecuada. Durante la navegación sin carga, se succiona agua de mar para los tanques. Cuando el buque inicie su carga, éste tiene que mantenerse con una estabilidad adecuada, razón por la cual el agua de lastre es descargada por la borda. El trabajo de succión y descarga las asumen las bombas de lastre (Transgas Shipping, 2000).

2.2.5.2 Tanque de lastre

Las estructuras de acero en los diversos tipos de embarcaciones marinas se encuentran en los tanques de lastre de los buques, ya que representan la superficie más importante. La estructura de los tanques es fundamental para la operatividad y la eficiencia del buque, de la misma manera para su vida útil. Por esta razón se elige el mejor sistema de protección para los tanques de lastre (Transgas Shipping, 2000).



Figura 28. Tanque de lastre Buque Tanque Gasero Santa Clara B
Fuente: Recuperado de Buque Tanque Gasero Santa Clara B

- Funciones

La función principal que cumple el lastre en los buques es mantenerlos en equilibrio cuando hay un peso de carga insuficiente. Muchas veces un buque toma lastre extra cuando navega por mares agitados con la finalidad de aumentar su estabilidad o para hacer que éste se hunda más de lo normal en el agua en caso requiera ingresar bajo un puente (Transgas Shipping, 2000).

- Tipos

Antiguamente, los buques usaban rocas, conchas marinas, trozos de mar y bolsas de arena con el mismo propósito; el objetivo era brindarle peso para obtener una estabilidad deseada. Hoy en día, los buques utilizan agua de mar para poder compensar el peso, ya que es mucho

más fácil la carga y descarga de ésta, haciendo económica toda la operación (Simm, 2005).

2.2.5.3. Ciclo del lastre

Después de que el buque haya descargado toda la carga, éste debe tomar agua de lastre para poder alcanzar nuevamente la estabilidad ya que el peso del buque no es lo mismo con carga que sin ella. Es por ello que se debe reemplazar el peso. Cuando nuevamente el buque está cargado, el agua de lastre es bombeada nuevamente hacia la mar. Internacionalmente y anualmente, entre 3.000 a 5.000 millones de toneladas de agua son transportadas y una cantidad en relación a lo mencionado se distribuye al interior de puertos locales (Simm, 2005).

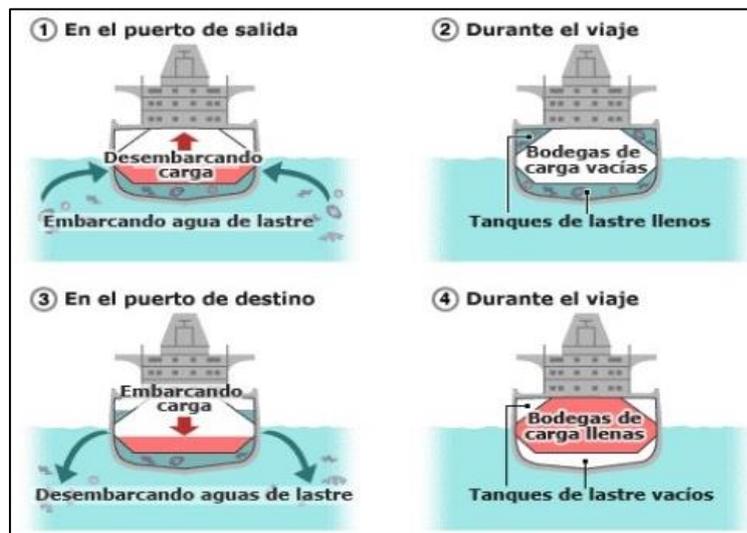


Figura 29. Ciclo del lastre

Fuente: Recuperado de <http://iies.es/wp-content/uploads/2017/01/aguas-de-lastre.jpg>

2.2.5.4. Bomba de lastre

SILI (s.f.) define como la transferencia o descarga de agua de lastre que cumple por principio básico el mismo propósito de las demás bombas, cual es la de transferir o descargar un fluido. Normalmente la bomba de lastre la podemos encontrar en una sala de bombas.

Estas bombas son de mucha utilidad para el correcto funcionamiento de la mayoría de los buques. El agua de mar es bombeada hacia los tanques ya conocidos y definidos como tanques de lastre. Los tanques van siendo llenados con la finalidad de darle peso al buque. Una vez que toda la carga ha sido descargada, se utiliza para mejorar y dar una buena estabilidad al buque.

La principal función de las bombas de lastre es la de transferir de manera eficiente gran cantidad de agua de mar. Usualmente, la bomba son del tipo centrifuga, debido a que pueden ser más eficaces. En el tema de presión, puede ser aumentada si se instala un sistema el cual haga tratamiento de agua de lastre.

2.2.5.5. Necesidad de operación del agua de lastre

La necesidad de la gestión de agua de lastre comprenderá el convenio internacional y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, la cual entrará en vigor el 08 de Septiembre del 2017 y

fue adoptado el 13 de Febrero del 2017 según la Organización Marítima Internacional (OMI, s.f.).

Los estudios realizados en distintos países han mostrado que muchas especies de bacterias, plantas y animales pueden sobrevivir en una forma viable en el agua de lastre y/o en los sedimentos acumulados en los buques después de las travesías de varias semanas de duración. La subsecuente descarga del agua de lastre o de los sedimentos acumulados hacia las aguas de los puertos puede producir el establecimiento de colonias de especies dañinas y patógenas que pueden afectar seriamente el balance ecológico existente.

A pesar que se han identificado otros métodos por el cual los organismos se transfieren entre áreas de mar separadas geográficamente, la descarga del agua de lastre de los buques parece haber sido eminente en aquellos métodos identificados. La posibilidad que la descarga de agua de lastre cause daño ha sido reconocida no solamente por la Organización Marítima Internacional, sino también por la Organización Mundial de la Salud, que se encuentra relacionada con el papel del agua de lastre como un medio de propagación de bacterias causantes de epidemias (Transgas Shipping, 2000).

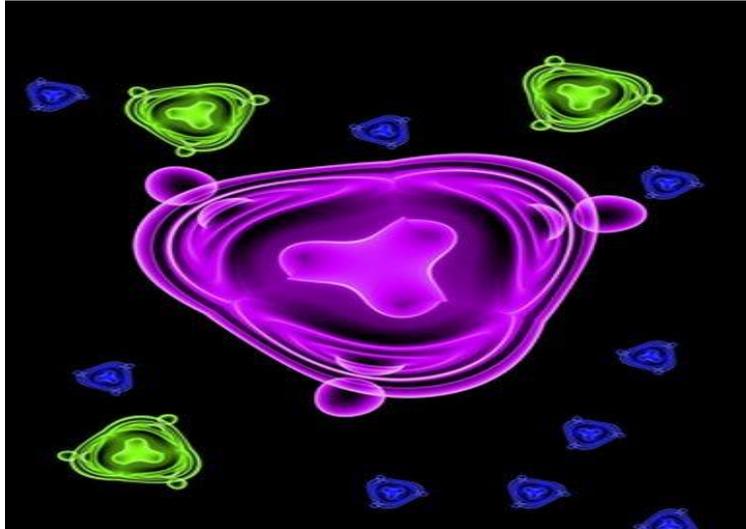


Figura 30. Microbios diminutos en el agua de lastre
Fuente: Recuperado de http://img.aws.ehowcdn.com/intl385/dsphoto/12/201/fotolia_2461658_XS.jpg

- Requisitos para la no contaminación

Algunos estados han establecido controles en la descarga del agua de lastre de los buques para que disminuya la posibilidad de colonización de especies no nativas en sus ríos y estuarios. La opción preferida es el cambio del agua de lastre en medio del Océano antes del arribo.

De este modo, los países más involucrados han brindado asesoramiento a los buques para la operación del lastre, junto con una solicitud para su cooperación en aplicar las técnicas voluntariamente. Se han desarrollado procedimientos normales que serán aceptados por las Autoridades de Sanidad lográndose el nivel de aceptación deseado por el estado (Transgas Shipping, 2000).

2.2.5.6. Procedimientos para la operación del agua de lastre

Un plan de operación del lastre para un viaje en lastre debe planificarse por adelantado de una manera similar a la preparación de un plan de carga, y con el mismo nivel de perfección. Esta pre-planificación es necesaria con el fin de mantener la estabilidad y esfuerzos del buque en caso de cambio de lastre u otro tratamiento de agua de lastre o las opciones de control requeridas. La información de seguridad debe ser tomada en cuenta cuando se prepara el plan de viaje. Esta sección señala una pauta sobre los procedimientos de operación del lastre a ser seguidos en navegación (Transgas Shipping, 2000).

2.2.5.7. Retiro o reducción de los sedimentos del tanque de lastre

El procedimiento actual del retiro o reducción de los sedimentos se basa en la limpieza de los tanques de lastre para retirar los sedimentos. Cuando se efectúe la limpieza de los tanques de lastre los sedimentos NO deberán ser echados al mar. Los sedimentos retirados serán tratados como basura (Garbage) y retirados a una instalación de recepción de tierra cuando las circunstancias lo permitan (Transgas Shipping, 2000).

2.2.5.8. Deberes del oficial encargado de las operaciones del agua de lastre

- Asegurar que el tratamiento o cambio del agua de lastre siga los procedimientos del Plan de Operación del Agua de Lastre.
- Informar al Capitán cuando comienza el cambio del agua de lastre y cuando se termina.
- Preparar el formulario de reporte del agua de lastre antes del arribo a puerto.
- Estar disponible para asistir al control del estado de puerto y de los Oficiales de Sanidad marítima para cualquier muestra que se necesite llevar a cabo.
- Las inspecciones que se llevan a cabo con las operaciones del agua de lastre se deben tener registradas en el libro o bitácora del sistema correspondiente (Transgas Shipping, 2000).

2.3. Definiciones conceptuales

a) Automatización

Se denomina a la consecuencia de automatizar, es decir, al desarrollo de tareas de producción realizadas por un conjunto de elementos tecnológicos que operan sin la participación directa de un individuo. La automatización se desarrolla en el ámbito de la industria.

b) Buque mercante

Se define como una embarcación diseñada y fabricada para que pueda flotar y ser propulsada a través del mar, llevando carga y pasajeros. Dado que tiene que estar en muchos casos lejos de tierra, debe reunir las condiciones de ser autónomo y seguro.

c) Bombas

Se define bomba a una máquina que absorbe energía que proviene de un motor ya sea eléctrico, térmico, etc., y la transforma en energía que la transfiere a un fluido con la finalidad de transportarlo de un lugar a otro.

d) Cuarto de control de carga

Es el lugar donde el oficial de guardia puede monitorear y controlar las operaciones de carga y descarga del buque.

e) Estabilidad

Es la tendencia que debe tener el buque en recobrar su posición inicial cuando ha sido apartado de ella por acción de fuerzas exteriores como puedan ser la mar o el viento.

f) HMI

Human machine interface. La traducción al español es interfaz hombre – máquina y forma parte de un programa operativo con el usuario.

g) LED

LED (Light Emitting Diode) es un diodo compuesto por la superposición de varias capas de material semiconductor que emite luz en una o más longitudes de onda (colores) cuando es polarizado correctamente.

h) PLC

Programmable logic controller. La traducción al español es controlador lógico programable y se define como dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario para el control industrial.

i) Presión

La presión se define como la fuerza que se ejerce a un área determinada, ésta fuerza resultante es determinada mediante una línea en un fluido. En un fluido esta presión es llamada hidrostática o hidrodinámica.

j) Sensor

Un sensor se define como un dispositivo que detecta estímulos externos como magnitudes físicas o químicas y las transforma en variables eléctricas. Las magnitudes físicas pueden ser temperatura, presión, humedad, etc. y las variables eléctricas como pueden ser tensión, corriente o resistencia eléctrica.

k) Simatic

Se define como el amplio portafolio de productos para todos los requisitos de la automatización manufacturera, desde el nivel de campo hasta el nivel de gestión y control de la producción.

l) Software

Se define como conjunto de datos y programas que maneja el ordenador. Es la parte lógica o inmaterial de un sistema informático. Almacenados en el ordenador en forma de ceros y unos.

m) Sonda

Es un instrumento que se utiliza para medir la altura a la que se encuentra un fluido en un tanque; éste se expresa en metros y centímetros.

n) Transductor

Se define como a un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida.

o) Variador de velocidad

También llamado variador de frecuencia, se define como un sistema para el control de velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

p) Wincc

Se define así al sistema de supervisión sobre PC ejecutable bajo Microsoft Windows 95 y Windows NT. WinCC está concebido para la visualización y manejo de procesos, líneas de fabricación, máquinas e instalaciones.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL CONTROL DE NIVEL EN LOS TANQUES DE LASTRE DE BUQUES PERUANOS

3.1. Evaluación de sensores de un control de nivel en un tanque

Arias y Marulanda (2010) destacaron la utilización de sensores en un control de nivel, ya sea a bordo de un buque o para propósitos de almacenamiento agua o combustible en tanques, se ha incrementado con el pasar de los años. Esto ha originado el interés por conocer más sobre los sensores de un control de nivel y que la disponibilidad de estos se incrementen.

No obstante, como respuesta a esta evaluación, surgió la necesidad de contar con un dispositivo que permita y ayude a controlar el nivel de un tanque. Este dispositivo que se implementara como respuesta a dicha evaluación será el PLC S7-1200. Esto conlleva a obtener parámetros exactos de un tanque, en otras palabras, a la evaluación del recurso. Puntualmente, estos datos que se

obtendrán serán los parámetros de flujo, caudal, tiempo, eficiencia y eficacia en el llenado del tanque.

En adición, este dispositivo estará perenne por lo cual su uso puede darse en cualquier momento ya sea durante la navegación o cuando se encuentre en puerto. De esta forma podremos evaluar y decidir sobre esa base si el parámetro existente en la nave es viable o no.

Es por ello que en las visitas hechas al Buque Tanque Gasero Santa Clara B, el oficial encargado de todo a lo que sistema de lastre respecta, dio a conocer algunos de los inconvenientes que se pueden encontrar en el llenado de éste, así como también el riesgo humano.

En base a la información obtenida a bordo del Buque Tanque Gasero Santa Clara B, hemos evaluado los datos que nos fueron proporcionados y hemos propuesto a su vez como incentivo e impulso el poder aportar el PLC S7-1200 como alternativa duradera, así como también lograr la eficacia en el llenado del tanque.

3.2 Control de medición de nivel utilizado en buques nacionales y extranjeros

Un control de medición como concepto simple comprende la correcta medición que se emplea en los tanques de buques. En este proyecto nos enfocamos en un control de medición para el Buque Tanque Santa Clara B, el cual se define como

la medición de agua de mar que es succionada y transferida hacia los tanques de lastre.

Abellán (2008) considero que cada tanque de lastre cuenta con una cierta capacidad expresada en metros cúbicos; por ende, al ser llenado, estos tanques requieren de un correcto control de medición para lastrar cada tanque. Estos tanques pueden ser medidos por medio de sensores de nivel, como por ejemplo: sensores de nivel analógico y sensores de nivel digital. Los tanques de lastre tienen diversos tipos de sensores para poder tener buenos resultados como consecuencia del control de medición.

3.2.1. Nacionales

Sciortino (1995) destaco que los controles de nivel utilizados en buques peruanos poseen una cantidad limitada de medición respecto a tanques, siendo la medición de sonda la única en buques de bandera peruana, ya que no dispone de sensores en el campo de agua de lastre.

Como parte de la medición de nivel que se emplean abordo está el uso de sondas, las cuales hasta el día de hoy son tomadas en cuenta. Debido a que brindan resultados que son importantes, se utilizan para la estabilidad de la nave, como también para referencia de información que ya se tiene en el buque.

Cada vez que se necesite lastrar o deslastrar los tanques de lastre, se recurre al uso del método del sondeo tipo brazo ya que éste es el más usado y a la vez el método tradicional en los buques peruanos y como resultado brinda una medida expresada en metros y centímetros de la altura del agua de lastre en un tanque. Por consiguiente, en el cuadro de mediciones que se encuentra abordo se puede obtener el volumen en metros cúbicos, el cual ayuda a los oficiales al llenado de los tanques a un cierto nivel.

En cuanto a ubicación, los tanques se ubican a lo largo de la nave, específicamente en las bodegas, las cuales abordo son referidas con números de tanques y con la terminología náutica utilizada por la tripulación las cuales son proa, popa, estribor y babor.

3.2.2. Internacionales

VEGA (s.f.) destaca en buques de bandera extranjera, los sensores de nivel para mediciones exactas en los diversos tanques abordo se han vuelto una necesidad debido al tiempo en que se logra la medición. Sin embargo, al implementar un sensor no solo se busca el tiempo de respuesta, sino la fiabilidad del sensor gracias a una medición de nivel exacta, rentabilidad en la aplicación universal del sensor para distintas mediciones de nivel a bordo, comodidad en el montaje sencillo y funcionamiento sin mantenimiento.

Para una medición fiable y exacta del nivel estos sensores disponen de una carcasa encapsulada con salida de cable integrada para proteger la

electrónica y la celda de medición de forma fiable contra inundaciones. Además, la robusta celda de medición resiste los cambios bruscos de presión en mala mar y la elevada resistencia contra la corrosión del agua de mar gracias a la carcasa de dúplex o titanio.

Medidores de nivel de líquidos

Instrumento	Campo de medida	Precisión % escala	Pres. Máx. bar	Temp. Máx. fluido °C	Desventajas	Ventajas
Sonda	Limitado	0.5 mm	Atm.	60	Más al sin olas. Tanques abiertos	Barato, preciso
Cristal flotador	0-10 m	+/- 1-2 %	150 400	200 250	Sin transmisión posible agarrotamiento	Seguro, preciso Simple, independiente, naturaleza líquida.
manométrico	Alt. tanque	+/- 1%	Atm.	60	Tanques abiertos fluidos limpios	barato
Membrana burbujeo	0-25 m alt. tanque	+/- 1% +/- 1%	- 400	60 200	Tanques abiertos Mantenimiento Contaminación líquido	Barato, Barato, versátil
Presión diferencial	0.3m	+/- 0.15% a +/-0.5%	150	200	Possible agarrotamiento	Interfase líquido
Desplazamiento	0-25 m	+/-0.5%	100	170	Expuesto a corrosión	Fácil limpieza, robusto interfases
Conductivo Capacitivo	ilimitado 0.6 m	- +/- 1%	80 80-250	200 200-400	Líquido conductor Recubrimiento electrodo	Versátil, resistencia corrosión
ultrasónico	0.30 m	+/- 1%	400	200	Sensible a densidad	Todo tipo tanques y líquidos
radar	0-30 m	+/- 2.5mm			Sensible a la constante dieléctrica	Todo tipo de tanques y líquidos con espuma
Radiación	0-2.5 m	+/- 0.5-2%	-	150	Fuente radiactiva	Todo tipo de tanques y sin contacto líquido
Láser	0-2 m	+/- 0.5-2%	-	1500	láser	

Figura 31. Medidores de nivel de líquidos
Fuente: Recuperado de <https://image.slidsharecdn.com>

3.3. Distribución espacial de los sensores de nivel en tanques de lastre

Transgas Shipping (2012) señala las especificaciones del buque tanque gasero Santa Clara B, se cuenta con 19 tanques de lastre, los cuales están distribuidos a lo largo del buque, donde se ubicarán los sensores, además de la distribución eléctrica-electrónica adecuada para la correcta medición de los tanques e interpretación que se mostrará en la pantalla del HMI.

3.3.1. Distribución de los sensores en el buque tanque gasero Santa Clara B

Transgas Shipping (2012) destaca al buque tanque gasero Santa Clara B se presentan diversos tanques. Estos varían considerablemente de acuerdo a la capacidad del fluido y el tipo que contienen unitariamente. Por consiguiente, al tratar con agua de mar, estas son succionadas desde la proa del buque y se comienza el llenado respectivamente.

En la siguiente tabla se apreciará el nombre de cada tanque, así como su ubicación y capacidad en metros cúbicos (Anexo 2), para tener una correcta referencia al momento de instalar los sensores.

Tabla 1
Características de los tanques de lastre del buque tanque gasero Santa Clara B

Tipo	Numero	Ubicación	Capacidad M3
Fore peak			270
Double bottom	1	port side	279.8
Double bottom	1	starboard side	290.1
Double bottom	2	port side	40
Double bottom	2	starboard side	40
Double bottom	3	port side	186.7
Double bottom	3	starboard side	186.7
Double bottom	4	centerline	331.5
Double bottom	5	centerline	380.5

Double bottom	6	centerline	331.6
Double bottom	7	port side	240
Double bottom	7	starboard side	240
Double bottom	8	port side	168.6
Double bottom	8	starboard side	186.6
Water tank	1	port side	65.9
Water tank	1	starboard side	65.9
Water tank	2	port side	74.2
Water tank	2	starboard side	74.2
After peak			311.9

Cabe resaltar que los sensores tienen una masa despreciable, la cual no influirá en la capacidad de los tanques.

3.3.2 Distribución del sensor en el diseño

Según investigaciones realizadas en este proyecto y haciendo visitas al buque tanque gasero Santa Clara B, se ha optado por implementar un sensor de nivel a un tanque específico siendo apropiado el tanque de lastre por los siguientes motivos:

La aproximación de densidades entre el agua de mar y el agua dulce beneficiará en la prueba de llenado del tanque, debido a que la densidad del agua dulce es 1000 kg/m³ y el agua de mar 1027 kg/m³.

Siendo agua dulce el objeto a utilizar en el diseño se implementará un tanque en la parte derecha de la maqueta y un sensor en la parte inferior del tanque. El sensor a usar en el diseño a simular es el VEGA D35G, sensor hidrostático tipo membrana y como tarjeta Vega typ507z.



Figura 32. Foto de la maqueta del sistema de lastre

3.4. Instrumentos de medición en el tanque

Las mediciones en los tanques de lastre que se llevan a cabo comúnmente se efectúan por intermedio del sondeo o sensores, los cuales interactúan con el líquido en contacto, brindando resultados casi exactos de una altura a la que se encuentra el agua de mar. En consecuencia, por datos registrados en la nave se puede saber el volumen en un tanque de lastre, respectivamente.

Esta medición se hace con una sonda, la cual es un instrumento que determina de manera vertical la distancia entre el fondo y una parte determinada del sensor, para saber de manera inmediata el nivel actual. (Sciortino, 1995)

3.4.1. Sondas

Sciortino (1995) destacó también el cordel o sondaleza graduada por divisiones entre centímetros y metros. Contienen un objeto de plomo en la parte baja del cordel que también es llamado escandallo.

Estos componentes de medición son necesarios para obtener un resultado adecuado en el control de nivel de un tanque.

En la figura 33 se puede apreciar cómo se efectuaba antes estos tipos de sondeos.

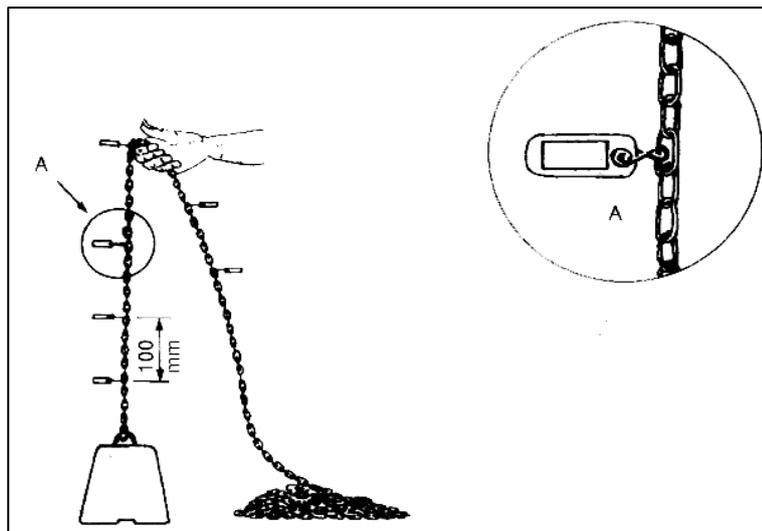


Figura 33. Cadena de sondeo o sondaleza
Fuente: Recuperado de [http://www.fao.org/docrep /003](http://www.fao.org/docrep/003)

3.4.2 Sensor Vega typ507z

VEGAMET 507 Z (1994) destaca al medidor de señal para la medición continua del nivel de un fluido líquido. El equipo de acondicionamiento de señales VEGAMET 507 Z (Anexo 3) se utiliza para aplicaciones de colector para medición de nivel continuo. La configuración del equipo de acondicionamiento de señal es en tecnología y se puede instalar en un soporte respectivo o en una carcasa de plástico.

Un sensor (transmisor de presión o electrodo de medición capacitivo) se puede conectar a través de una línea de dos hilos al instrumento de acondicionamiento de señal. Esta línea es responsable de la alimentación desde el acondicionamiento de la señal al sensor. Las corrientes de medición se transmiten analógicamente desde el sensor hasta el instrumento de evaluación y se evalúan.

El instrumento de acondicionamiento de señales puede ser calibrado y adaptado a la medida por el usuario mediante el ajuste de parámetros. Estos ajustes se hacen sin instalaciones adicionales y herramientas a través de un teclado de 5 botones integrados en el panel frontal.

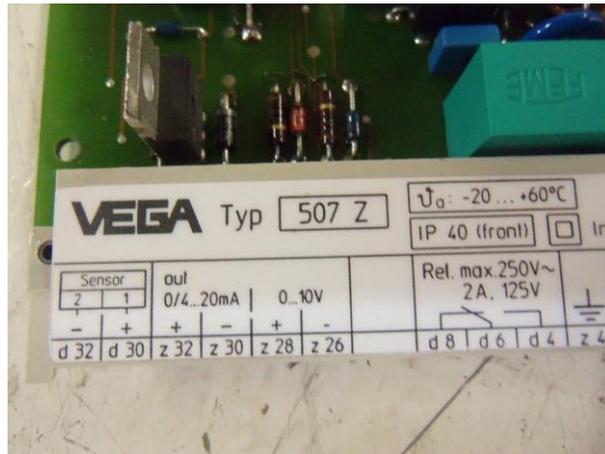


Figura 34. Medidor de señal VEGAMET 507 Z

Fuente: Recuperado de https://imagesna.sslimagesamazon.com/images/I/71qDCgAL5VL._SL1500_.jpg

3.4.2.1. Vega D35G

VEGA (s.f.) destaca al sensor de membrana VEGA D35G transmisor de presión resistente para aplicaciones de nivel. Su empleo universal es posible gracias a una concepción de carcasa optimizada para la aplicación, sensores resistentes al medio y gran precisión. Posibilidades amplias de configuración y visualización así como piezas electrónicas con salidas de señales de 4 a 20 mA/HART, posibilitan la integración fácil en el entorno del sistema.

El sensor está concebido especialmente para las mediciones en pozos, estanques y depósitos abiertos. Los mismos brindan diferentes conexiones a proceso, carcasas y tipos de protección. Para las piezas en contacto con el medio existen a disposición materiales de alta resistencia. De esta forma se pueden medir los medios más diferentes desde agua/residuales hasta combustibles y medios agresivos

- Ventajas del usuario
 - ✓ Desviación de curva característica pequeña <0,1 %
 - ✓ Hasta 150 veces más resistente a sobrecarga
 - ✓ Temperatura del medio hasta 100 °C
 - ✓ Seguridad funcional según IEC 61508-4/61511 hasta SIL3
 - ✓ Módulo de visualización y configuración intercambiable
 - ✓ Puesta en marcha rápida mediante guía de menú simple
 - ✓ Amplias funciones de control y diagnóstico



Figura 35. Sensor de membrana D35G VEGA
Fuente: Recuperado de <http://i.ebayimg.com/thumbs/images/g/xcYAAOSwjDZYfetY/s-l225.jpg>

3.4.2.2. Danfoss AKS 4100 Cable version

Danfoss (2012) destacó al transmisor electrónico de nivel de líquido AKS 4100 (Anexo 4) versión cable ha sido diseñado específicamente

para la medida de niveles de líquido en un amplio espectro de aplicaciones; una de ellas para medir niveles de refrigerantes.

Su diseño responde a una tecnología de eficacia probada que recibe el nombre de “reflectometría en el dominio del tiempo” (TDR, por sus siglas en inglés) o “microondas guiadas”. El transmisor electrónico de nivel de líquido AKS 4100 se puede usar para medir el nivel de un gran número de líquidos diferentes en depósitos, acumuladores, recipientes, tuberías verticales, etc.

La salida eléctrica corresponde a una señal de salida (4-20 mA) generada por 2 conductores con alimentación en bucle y proporcional al nivel del líquido. Cabe resaltar que ni el polvo, ni la espuma, ni el vapor, ni las superficies agitadas, ni las superficies en ebullición, ni los cambios en la densidad o en la constante dieléctrica, afectan en modo alguno al funcionamiento del transmisor electrónico de nivel de líquido AKS 4100.



Figura 36 Sensor Danfoss AKS 4100

Fuente: Recuperado de <http://industrialrefrigeration.danfoss.com/assets/0/114/137/138/17179871081/17179873079/cf5ecc9a-bb70-40ac-9d16-f2b1ba8223d0.jpg>

- Características

Danfoss (2012) destacó al producto como comprobado y homologado para su uso en aplicaciones de líquidos. Un sólo producto válido para diferentes longitudes de sonda. La versión con cable requiere menos espacio por el extremo superior para las operaciones de instalación y mantenimiento.

La versión con cable no exige limpieza si en algún momento queda completamente cubierta de aceite; además es compacta y fácil de manipular, transportar, instalar y usar con diferentes longitudes.

La versión con cable permite adaptar el transmisor electrónico de nivel de líquido AKS 4100 a cualquier longitud comprendida entre 800 mm (31.5 in) y 5000 mm (169.9 in).

- Elementos

- ✓ Convertidor de señal (con o sin interfaz IHM).
- ✓ Conexión de procesamiento mecánico con cable de acero inoxidable de 5 m (197 in), Ø 2 mm (0.08 in).
- ✓ Contrapeso.

- ✓ Bolsa de accesorios con tornillos de ajuste de 3 mm. Cubierta de color rojo para proteger la conexión de procesamiento mecánico antes de instalar el convertidor de señal.
- ✓ Etiqueta adhesiva de ajustes.



Figura 37. Accesorios sensor Danfoss AKS 4100 Cable versión
Fuente: Recuperado de http://img.diytrade.com/smimg/1990313/44727063-6448467-KS4100U_AKS41_10_level_controller/4b98.jpg

3.4.3. Convertidor Sinamics G110

Sinamics G110 (2005) destacó a los convertidores de frecuencia para regular la velocidad de los motores trifásicos. Los diferentes modelos que se suministran cubren un margen de potencia que va de 120 W a 3,0 kW en redes monofásicas. Con sus ajustes por defecto realizados en fábrica, Sinamics G110 (Anexo 5) es ideal para una gran gama de aplicaciones sencillas de control de motores V/f.

Haciendo uso del gran número de parámetros de ajuste de que dispone, también puede utilizarse SINAMICS G110 en aplicaciones más avanzadas para control de accionamientos. Los valores de parámetros para el SINAMICS G110 se pueden modificar con el panel BOP (Basic Operator Panel) o bien mediante la interface USS. El SINAMICS G110 puede utilizarse tanto en aplicaciones donde se encuentre aislado como integrado en sistemas de automatización.



Figura 38. Variador de frecuencia SINAMICS G110

Fuente: Recuperado de https://www.ledcontrols.co.uk/media/catalog/product/g/1/g110_80_1.jpg

- Características
 - ✓ Puesta en marcha sencilla
 - ✓ 3 entradas digitales sin separación galvánica
 - ✓ 1 entrada analógica AIN: 0 – 10 V
 - ✓ Las información de estado y alarmas se visualizan en el panel BOP (obtenible como opción)
 - ✓ Interface interna RS485 (solo en la variante USS)

- Funciones
 - ✓ Freno por inyección de corriente continua integrado
 - ✓ Frecuencias fijas
 - ✓ Función de potenciómetro motorizado
 - ✓ 150% de sobrecarga en 60 segundos
 - ✓ Control con 2-hilos/3-hilos control
 - ✓ Rearranque automático después de cortes de red

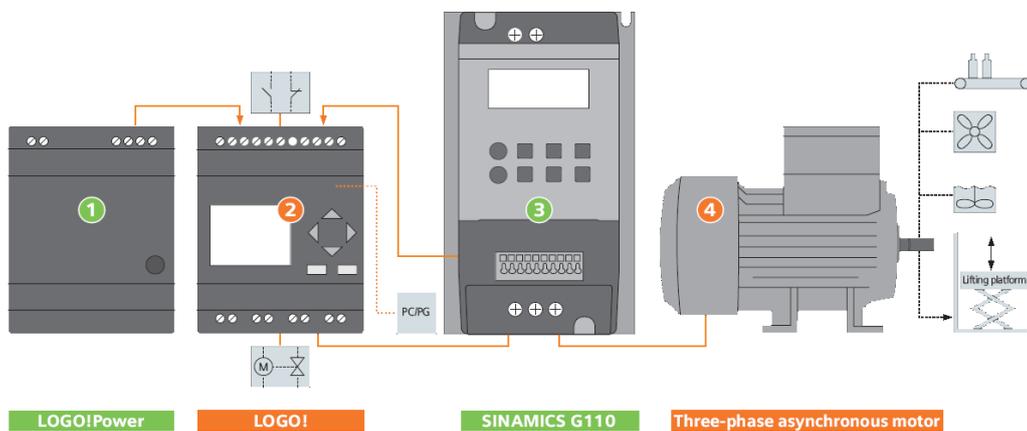


Figura 39. Variador de frecuencia en sistema automatizado

Fuente: Recuperado de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/068/21690068/img_17494/v1/aufbau_en.gif

CAPITULO IV: DISEÑO DEL SISTEMA DE LASTRE

4.1 Procedimiento actual del sistema de lastre

Actualmente en el buque tanque gasero Santa Clara B, el procedimiento a efectuar en el sistema de lastre comprende desde el lastrado al deslastrado de los tanques de lastre, los cuales previamente son sondeados para saber la altura en la que se encuentran.

Se informa al oficial guardia sobre la medición ya obtenida así como los números de los tanques; con la información obtenida el oficial procede a dar indicaciones con respecto al lastrado o deslastrado. En consecuencia, se comunica al área de ingeniería para que se efectúe la operación del lastre.

El departamento de máquinas procede a recibir órdenes para la apertura de las válvulas hidráulicas respecto al llenado de la bomba de lastre y así esta pueda trabajar sin alguna avería. Al conocer el tanque que será llenado, se procede a la apertura de válvulas hidráulicas pertenecientes al mencionado tanque; así mismo

se verifica que las válvulas pertenecientes a los otros tanques estén cerradas; luego se procede a energizar la bomba y comenzar con la operación de lastre.



Figura 40. Tablero de válvulas de hidráulicas

Teniendo 3 tripulantes se procede al ingreso de la bodega, donde ellos informarán respecto a la altura del llenado del tanque a la vez informarán sobre algún inconveniente que se pueda presentar durante esta operación de lastre.

Se tiene en cuenta que se sondeará el tanque cada cierto tiempo para saber el nivel del líquido.

Al haber pasado las horas y teniendo el nivel deseado se informa al oficial de guardia respecto al llenado de un tanque; luego el oficial comunicará al departamento de ingeniería para detener la operación de lastre. Los tripulantes se encargarán del cerrado de la bodega y su notificación. En el área de máquinas se procede a parar la bomba y, por consiguiente, el cerrado de válvulas hidráulicas y la finalización de la operación del lastrado.

4.2. Dimensionamiento del sistema de lastre

El buque tanque gasero Santa Clara B presenta 19 tanques de lastre los cuales están ubicados en el anexo. Para el diseño de la instalación del sensor de nivel en el Buque tanque gasero Santa Clara B, se dispone de diferentes opciones en cuanto a la distribución y ubicación de los sensores en el sistema de lastre para el control de nivel mediante tecnología inteligente llamada automatización, por lo cual se realizará todas las opciones de cálculo para tener resultados exactos.

4.2.1. Dimensionado del diseño

En el tablero se colocara dispositivo de control monitoreo y de alimentación como son un PLC siemens S7-1200 (Anexo 6) de alta gama un módulo combinado de 16 entrada digitales y 16 salida digitales tipo relé además de un módulo de 8 entrada digitales los cuales nos servirán para poder controlar los distintos sensores y actuadores para monitoreo habrá una pantalla HMI simatic de 5.7" full color, también cuenta de una fuente de alimentación de 5 amp y 24 voltios para la alimentación de las entrada del PLC y sus módulos.

Todos estos elementos estarán sobrepuesto en RIELES DIN de 25mm, las mismas que servirán como un canal de comunicación entre las entradas y salidas del PLC evitando que se dañen los pines de contactos del PLC por la manipulación constante de los mismos, a su vez a las borneras llegan las señales de los sensores que se almacenan en la interfaz ABE7 por medio de

Cables de conexión pre equipados para módulos de E/S equipados con conectores de 40 contactos propio de la interfaz ABE7. , a la interfaz llegan todas las señales de los distintos sensores, actuadores, motores, etc. Que se encuentra conectado en la bancada del módulo.

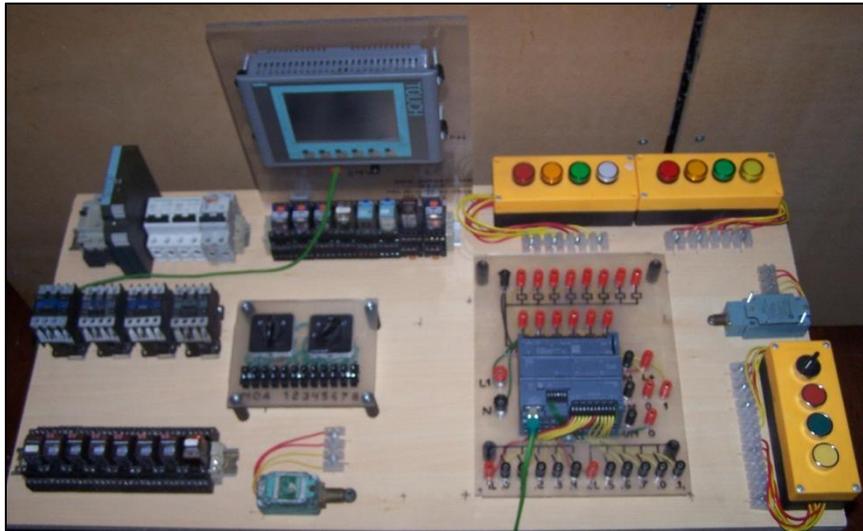


Figura 41. Dimensiones del módulo de control

4.2.2. Selección de componentes.

El tablero tendrá la siguiente distribución a lo largo del diseño de control

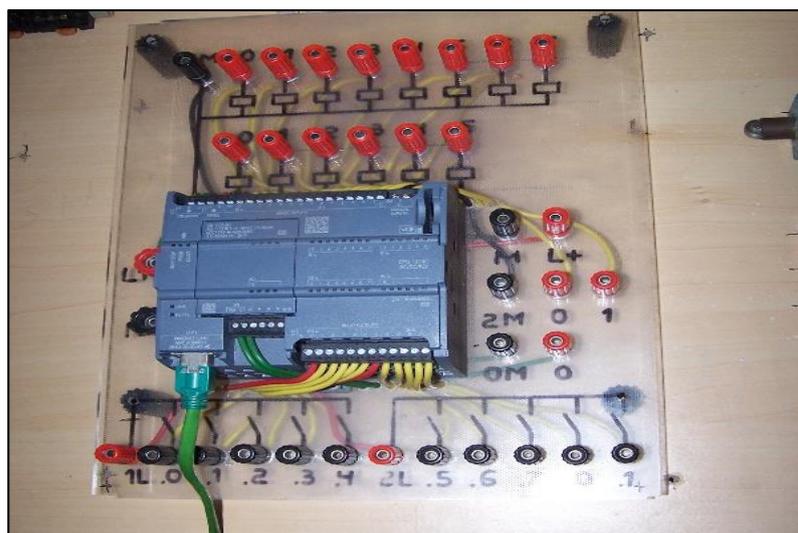


Figura 42. PLC S7-1200 y módulos de expansión



Figura 43. Fuente de alimentación



Figura 44. Pantalla HMI

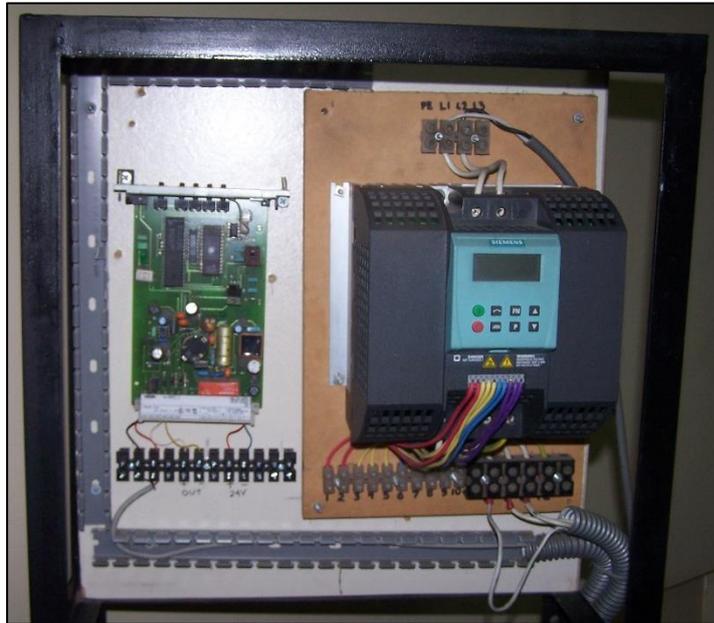


Figura 45. Variador de frecuencia

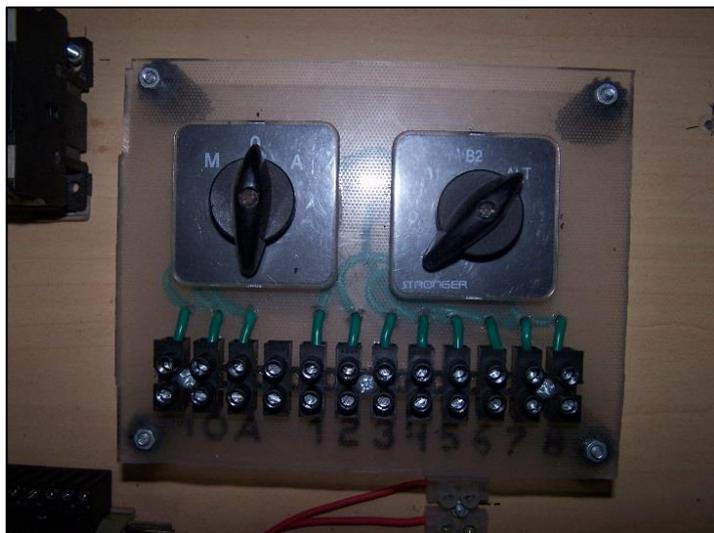


Figura 46. Switch doble posición MOA

4.2.3. Diseño y construcción del módulo

El presente diseño tiene medidas de 175 centímetros de alto y 117 centímetros de ancho, dispone de dos tanques por separado, que se ubicarán en un lado contrario al otro representando la toma de agua de mar y el tanque de lastre respectivamente.

Los tanques mencionados estarán comunicados mediante unas tuberías y válvulas manuales, para habilitar o interrumpir el flujo hacia dicho tanque. Se ubicará una bomba entre dichos tanques que permanecerá encendida y las válvulas abiertas hasta que se llene el tanque. Se ubicará en la parte superior el variador de frecuencia y al lado izquierdo del mismo la tarjeta electrónica del sensor de nivel. En el tanque a llenar se implementa un sensor de membrana en la parte inferior.

El diseño tendrá un armazón de metal que sostendrá los elementos mencionados, así mismo ayudará en el orden del cableado entre los dispositivos de control. El diseño contará con seis ruedas para el adecuado transporte. Para efectos prácticos el contenido del tanque TK2 es recirculado, logrando así que el proceso sea práctico y didáctico al ejecutarlo.



Figura 47. Construcción del módulo

Tabla 2
 Dimensiones de los tanques del proceso

	Tanque 1	Tanque 2
Largo	18 cm	18 cm
Ancho	15 cm	42 cm
Alto	120 cm	40 cm

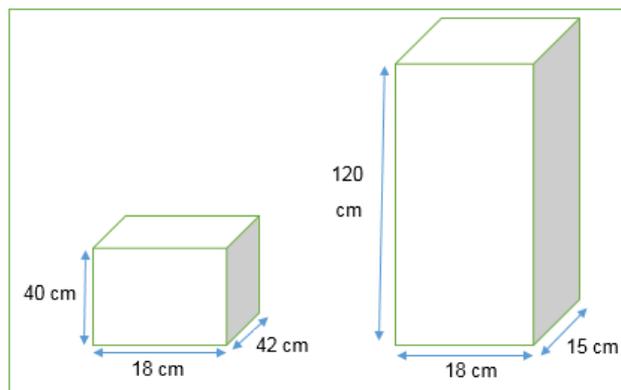


Figura 48. Dimensiones de los tanques y relación con la tabla 2

4.3. Selección del variador

La puesta en servicio rápido del variador de frecuencia Sinamics G110 requiere del siguiente comisionamiento:

- P0010

Puesta en servicio rápido

Recuerde que P0010 debe retornarse siempre a 0 antes de poner en marcha al motor. Sin embargo, si tras la puesta en servicio se ajusta P3900 = 1, esto se hace automáticamente.

- P0100

Europa / Norteamérica

0 = kW / 50 Hz

1 = HP / 60 Hz

2 = kW / 60 Hz

Para los ajustes 0 y 1, use interruptor DIP2

Para el ajuste 2, use P0100

- P0304

Tensión nominal del motor

10V – 2000V

Tensión nominal del motor (V) tomada de la placa de características

- P0305

Corriente nominal del motor

0 – 2 In

Corriente nominal del motor (A) tomada de la placa de características

- P0307

Potencia nominal del motor

0kW – 2000kW

Potencia nominal del motor (kW) tomada de la placa de características.

Si P0100 = 1, los valores deberán estar en HP.

- P0310

Frecuencia nominal del motor

12 Hz – 650 Hz

Frecuencia nominal del motor (Hz) tomada de la placa de características.

- P0311

Velocidad nominal del motor

0 – 40 000 RPM

Velocidad nominal del motor (RPM) tomada de la placa de características.

- P0700

Selección de la fuente de órdenes

(on / off / inverso)

1 = BOP

2 = Bornes / terminales (Ajuste de fábrica)

P1000

Selección de la consigna de frecuencia

1 = BOP

2 = Consigna analógica (Ajuste de fábrica)

- P1080

Frecuencia mínima del motor

Ajuste del mínimo de la frecuencia del motor (0 – 650 Hz) a partir de la cual girará el motor con indiferencia de la consigna de frecuencia

ajustada. El valor aquí ajustado es válido tanto para giro horario como anti horario.

- P1082

Frecuencia máxima del motor

Ajuste del máximo de la frecuencia del motor (0 – 650 Hz) a partir de la cual girará el motor con indiferencia de la consigna de frecuencia ajustada. El valor aquí ajustado es válido tanto para giro horario como anti horario.

Si la frecuencia máxima ajustada en P1082 es mayor que la frecuencia por defecto, entonces el mismo valor debe ajustarse en P2000

- P1120

Tiempo de aceleración

0 – 650 s

Tiempo que lleva al motor acelerar de la parada a la frecuencia máxima ajustada

- P1121

Tiempo de deceleración

0 – 650 s

Tiempo que lleva al motor decelerar de la frecuencia máxima del motor a la parada.

- P3900

Fin de puesta en servicio rápido

0 = Finaliza la puesta en servicio rápido basándose en los ajustes actuales (sin cálculo del motor).

1 = Finaliza la puesta en servicio rápido basándose en los ajustes de fábrica (con cálculo del motor).

(Recomendado)

2 = Finaliza la puesta en servicio rápido basándose en los ajustes actuales (con cálculo del motor y reseteo de E/S).

3 = Finaliza la puesta en servicio rápido basándose en los ajustes actuales (con cálculo del motor, sin reseteo de E/S).

NOTA

Reseteo a los ajustes de fábrica.

Para reponer todos los parámetros a los ajustes de fábrica, se deben ajustar los siguientes parámetros como se indica:

P0010 = 30

P0970 = 1

Este proceso de reset tarda aproximadamente 10 segundos en completarse.

4.3.1. Botones y funciones en los paneles BOP

5 BOP (Opción)		
5.1 Botones y sus funciones en los paneles		
Panel/ Botón	Función	Efectos
	Indicación de estado	La pantalla de cristal líquido muestra los ajustes actuales del convertidor.
	Marcha	Al pulsar este botón se arranca el convertidor. Por defecto está bloqueado. Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15
	Parada	OFF1 Pulsando este botón se para el motor siguiendo la rampa de deceleración seleccionada. Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15 OFF2 Pulsando el botón dos veces (o una vez prolongada) el motor se para de forma natural (inercia hasta parada). Esta función está constantemente activada.
	Invertir sentido	Pulsar este botón para cambiar el sentido de giro del motor. El inverso se indica mediante un signo negativo (-) o un punto decimal intermitente. Por defecto está bloqueado. Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15.
	Jog motor	Pulsando este botón en estado "listo" el motor arranca y gira a la frecuencia Jog preseleccionada. Pulsando este botón mientras el convertidor no tiene salida hace que el motor arranque y gire a la frecuencia Jog preseleccionada. El motor se detiene cuando se suelta el botón. Pulsar este botón cuando el motor está funcionando carece de efecto.
	Función	Este botón sirve para visualizar información adicional. Funciona pulsándolo y manteniéndolo apretado. Muestra lo siguiente comenzando por cualquier parámetro durante la operación: 1. Tensión en circuito intermedio (indicado mediante d - unidades en V). 2. Frecuencia de salida (Hz) 3. Tensión de salida (o - unidades en V). 4. El valor seleccionado en P0005. (Si P0005 se ha configurado de tal forma que se muestra uno de los datos indicados arriba (1 - 3), no aparece el valor correspondiente de nuevo). Cualquier pulsación adicional hace que vuelva a visualizarse la sucesión indicada anteriormente. Función de salto Pulsando brevemente el botón Fn es posible saltar desde cualquier parámetro (rxxx o Pxxxx) a r0000, lo que permite, si se desea, modificar otro parámetro. Una vez retornado a r0000, si pulsa el botón Fn irá de nuevo a su punto inicial. Acusar Cuando aparecen mensajes de alarma y error, se pueden acusar, pulsando el botón Fn.
	Acceder a parámetros	Pulsando este botón es posible acceder a los parámetros.
	Subir valor	Pulsando este botón se sube el valor visualizado.
	Bajar valor	Pulsando este botón se baja el valor visualizado.



Figura 49. Botones y funciones en los paneles BOP

Fuente: Recuperado de <https://image.slidesharecdn.com/sinamicsg110-151202055338-lva1-app6892/95/sinamics-g110-10-638.jpg?cb=1449035692>

4.3.2. Esquema del variador de frecuencias Sinamics G110

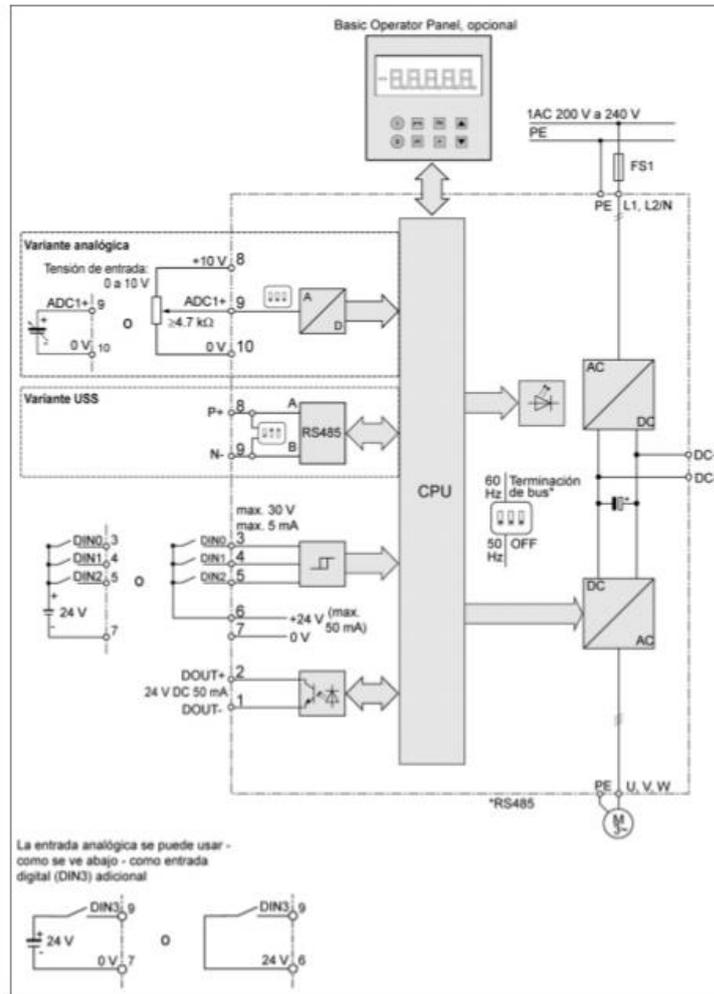


Figura 50. Esquema del variador de frecuencias Sinamics G110
Fuente: Recuperado de <https://image.slidesharecdn.com/sinamicsg110-151202055338-lva1-app6892/95/sinamics-g110-6-638.jpg?cb=1449035>

4.3.3. Conexión de red y del motor

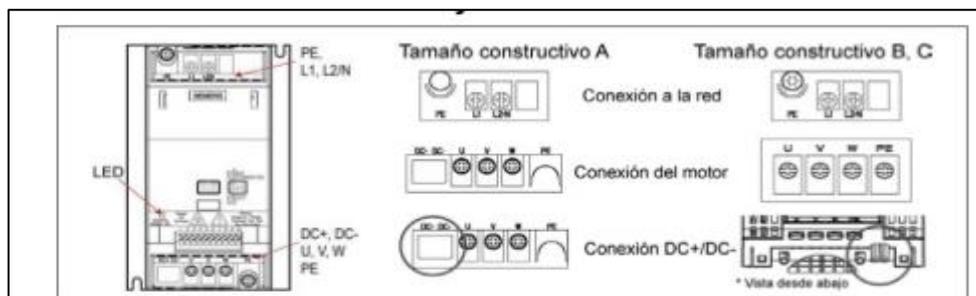


Figura 51. Bornes de red y del motor
Fuente: Recuperado de <https://image.slidesharecdn.com/sinamicsg110-151202055338-lva1-app6892/95/sinamics-g110-5-638.jpg?cb=1449035692>

4.3.4. Bornes

Borne	Significado	Funciones	
1	DOUT-	Salida digital (-)	
2	DOUT+	Salida digital (+)	
3	DIN0	Entrada digital 0	
4	DIN1	Entrada digital 1	
5	DIN2	Entrada digital 2	
6	-	Salida +24 V / máx. 50 mA	
7	-	Salida 0 V	
	Variante	Analógica	USS
8	-	Salida +10 V	RS485 P+
9	ADC1	Entrada analógica	RS485 N-
10	-	Salida 0 V	



Figura 52. Bornes

Fuente: Recuperado de <https://image.slidesharecdn.com/sinamicsg110-151202055338-lva1-app6892/95/sinamics-g110-5-638.jpg?cb=1449035692>

Comisionamiento del variador

Presionar Fn hasta que aparezca r000, después de haber esperado 5 minutos. Capturarlo con ▼.

Verificar que el nivel de parámetros esté en el nivel 1.

P0003 = 1

P0010 = 1

P0100 = 2

P0304 = 220

P0305 = 1.9

P0307 = 0.37

P0310 = 60

P0311 = 1690

P0700 = 2

P1000 = 2

P1080 = 60

P1082 = 60

P1120 = 10

P1121 = 10

P3900 = 0

P0010 = 0

El esquema de fuerza es el siguiente:

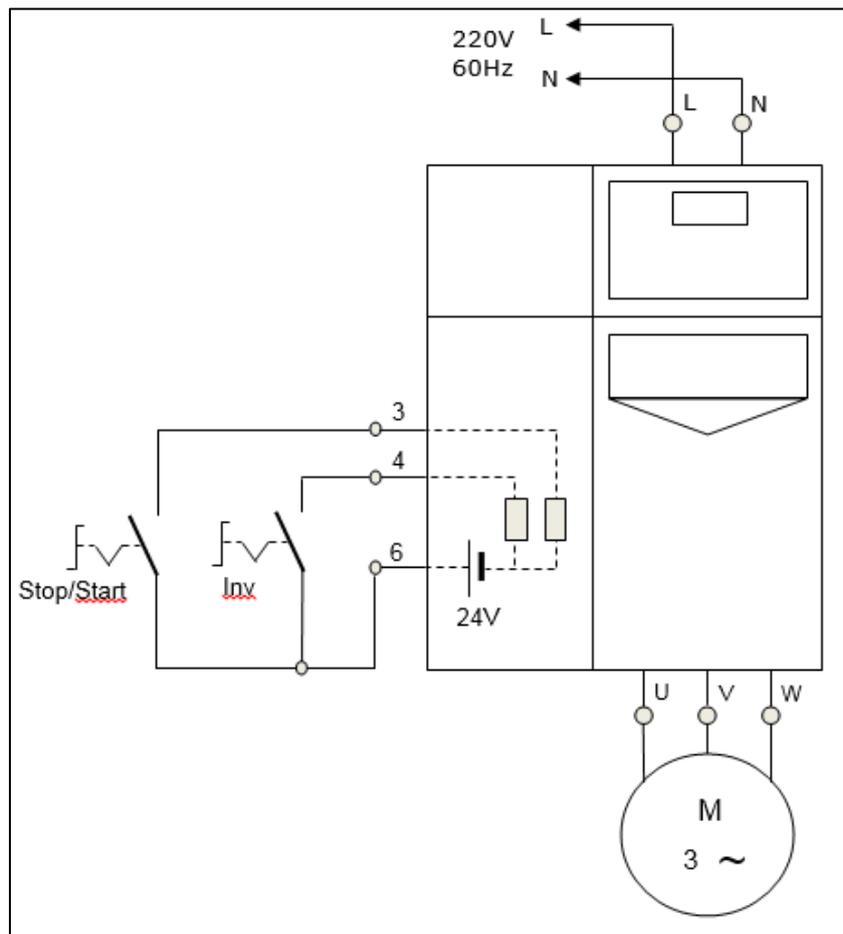


Figura 53. Esquema de fuerza N°1

4.3.5. Control de velocidad escalonado

Presionar Fn hasta que aparezca r000, después de haber esperado 5 minutos. Capturarlo con ▼.

Verificar que el nivel de parámetros esté en el nivel 1.

P0003 = 1

P0010 = 1

P0100 = 2

P0304 = 220

P0305 = 1.9

P0307 = 0.37

P0310 = 60

P0311 = 1690

P0700 = 2

P1000 = 2

P1080 = 0

P1082 = 60

P1120 = 10

P1121 = 10

P3900 = 0

P0010 = 0

Esquema de fuerza

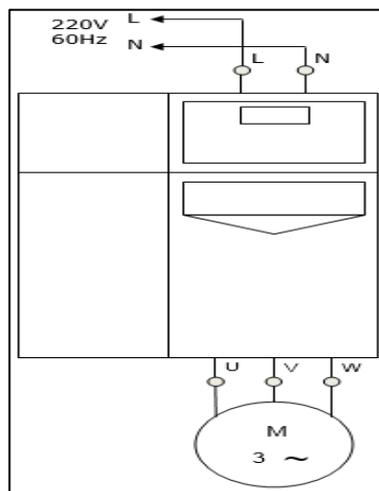


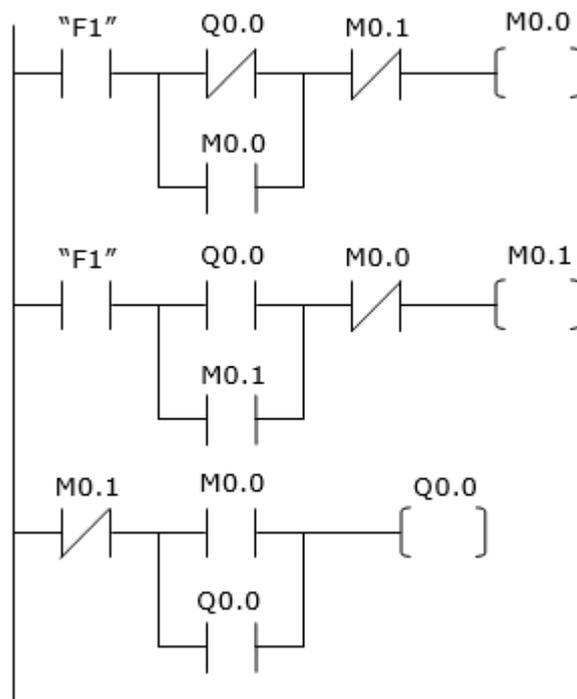
Figura 54. Esquema de fuerza N°2

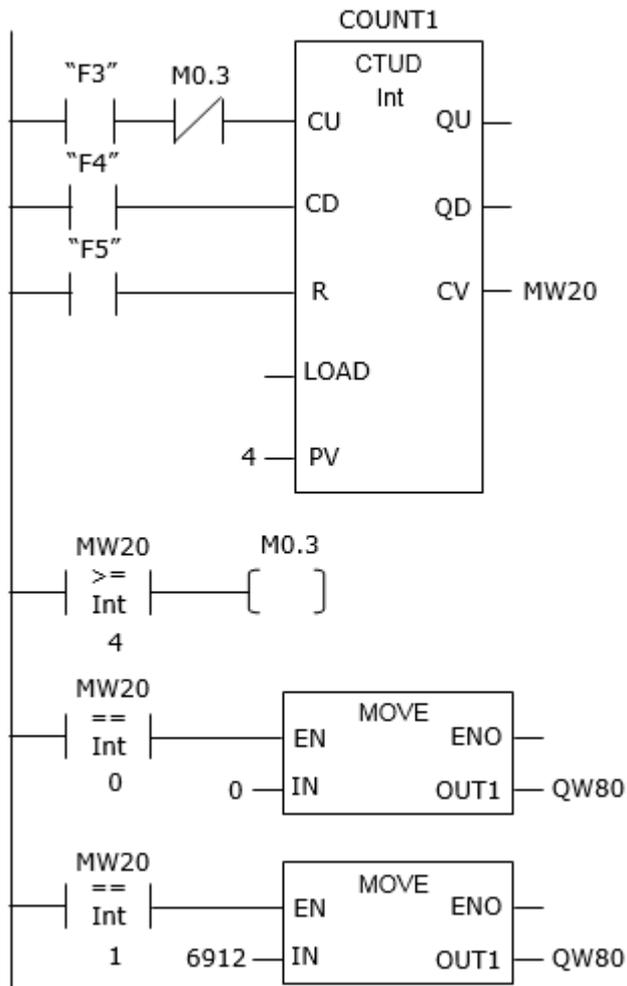
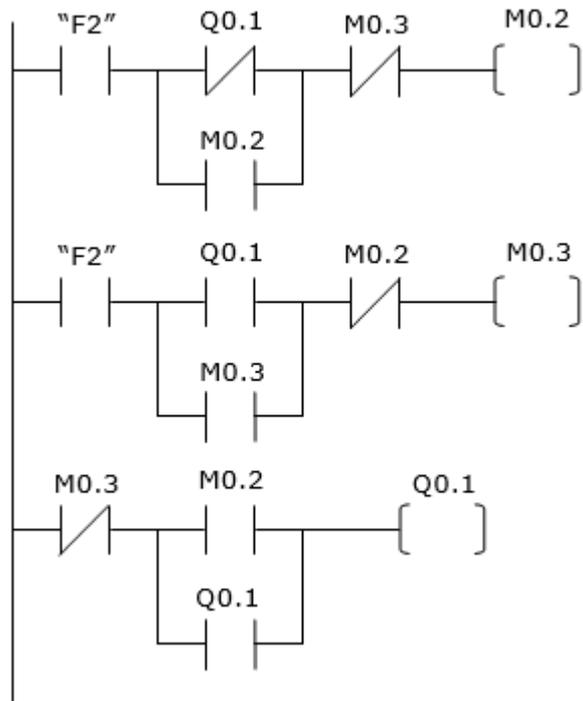
Tabla 3

Lista de variables

Tipo de			
Nombre	datos	Dirección	Comentario
F1	BOOL	%M4.1	Marca bit ligada a la tecla F1, ON/OFF
F2	BOOL	%M4.2	Marca bit ligada a la tecla F2, Inv. de giro
F3	BOOL	%M4.3	Marca bit ligada a la tecla F3, Aum. Vel.
F4	BOOL	%M4.4	Marca bit ligada a la tecla F4, Dism. Vel.
F5	BOOL	%M4.5	Marca bit ligada a la tecla F5, Reset. Vel.

Diagrama Ladder





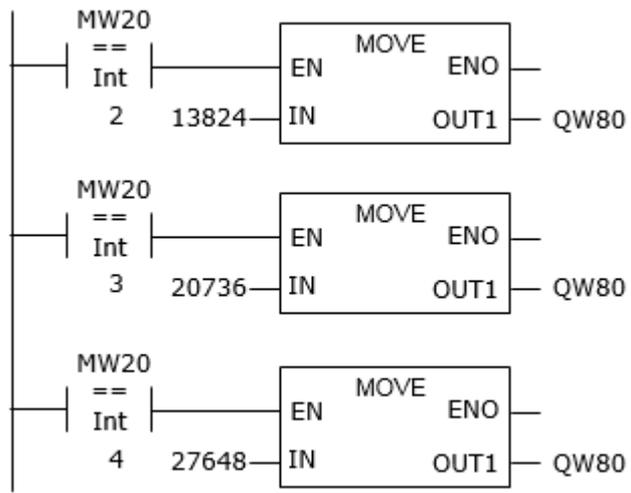


Figura 55. Diagrama Ladder N°1

Esquema de conexiones del PLC S7-1200 CPU 1214C

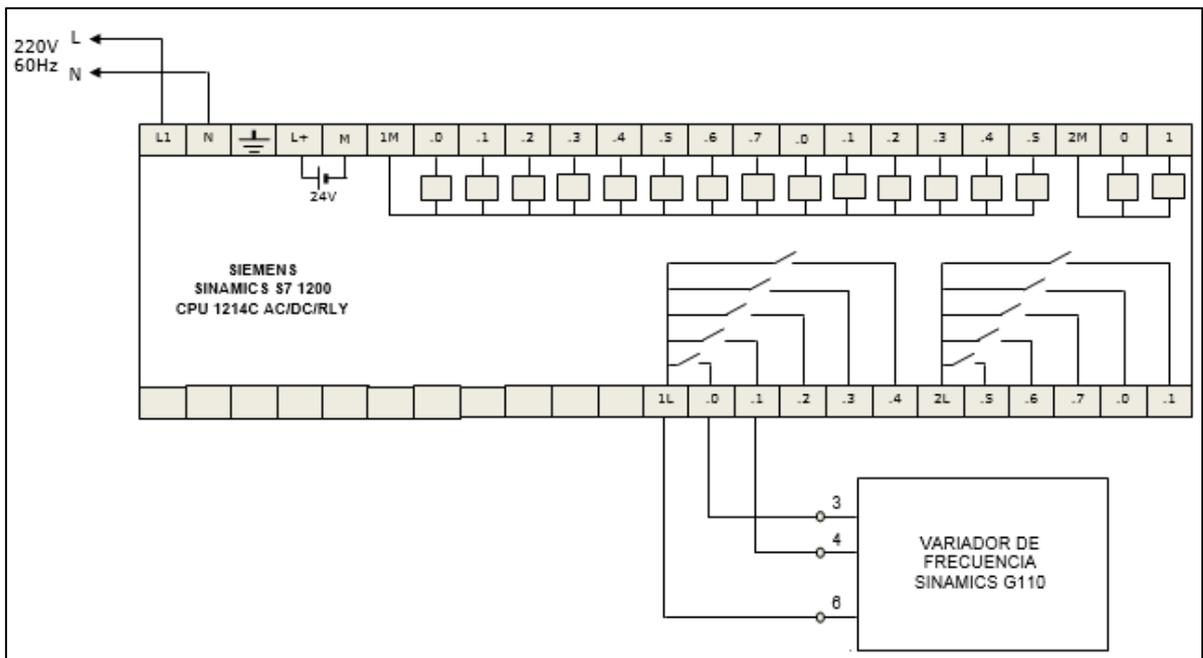


Figura 56. Conexiones del PLC S7-1200 CPU 1214C N°1

4.4. Selección del HMI

En el HMI KTP 600 PN (Anexo 7) se insertarán botones, campos, barras, figuras y textos lo cual nos permitirá crear una imagen virtual en la pantalla que representará el funcionamiento de un proceso industrial para su control y supervisión.

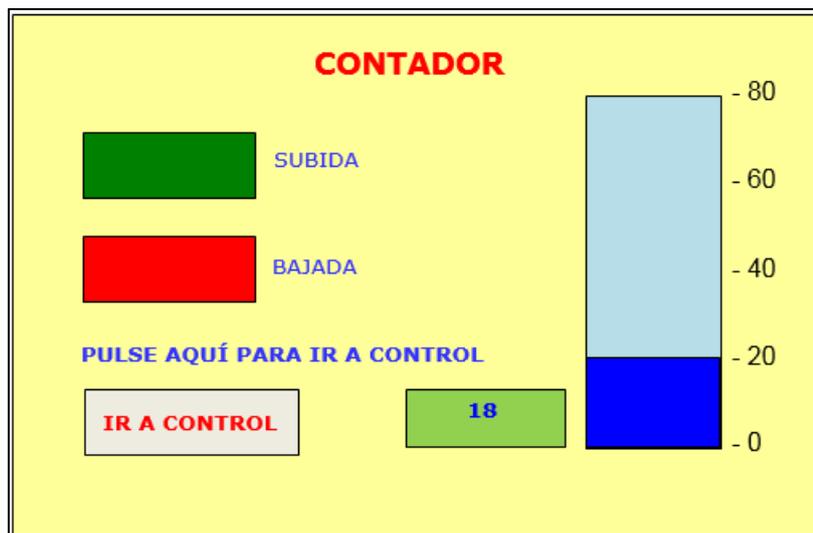


Figura 57. Imagen HMI

4.4.1. Mando por impulso inicial virtual

Este mando nos permite efectuar el mando de un arranque directo de un motor trifásico desde un panel visualizador. La secuencia de pasos para elaborar este mando son los siguientes.

1. Elaboramos una tabla denominada Bloque de datos (DB) que lista a los botones de mando virtuales de marcha y parada. A este Bloque de datos le asignaremos un nombre: PANEL.

Tabla 4

Panel de bloque de datos

	Tipo de	Valor	
Nombre	datos	inicial	Comentario
PAR	BOOL	FALSE	Pulsador virtual de paro NA
ARR	BOOL	FALSE	Pulsado virtual de marcha NA

2. Elaboramos una lista de variables relacionadas con los elementos de control: captadores y actuadores.

Tabla 5

Variables PLC

	Tipo de		
Nombre	datos	Dirección	Comentario
F2F	BOOL	%I0.0	Relé térmico NA
K1M	BOOL	%Q0.5	Contacto
H1	BOOL	%Q0.0	Lámpara de marcha
H2	BOOL	%Q0.1	Lámpara de sobrecarga

3. Elaboramos el Diagrama Ladder correspondiente al mando de un arranque directo de un motor trifásico.

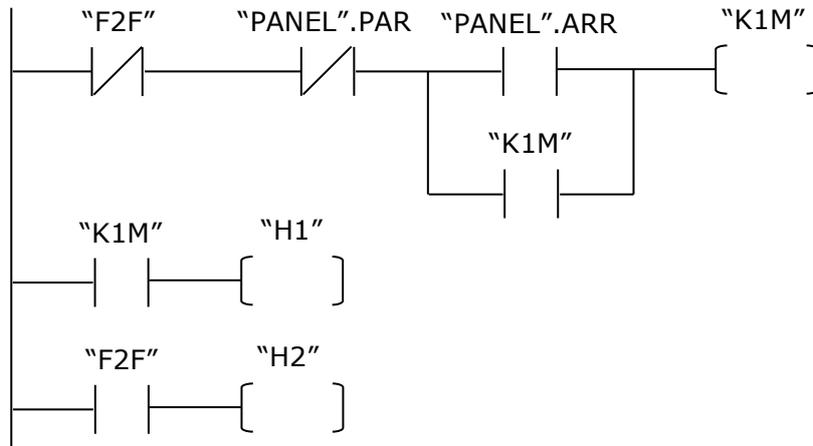


Figura 58. Diagrama Ladder N°2

4. Se procede a añadir una imagen que tendrá como nombre Imagen_1: IMPULSO INICIAL. La imagen a crear deberá tener la siguiente presentación.



Figura 59. Impulso inicial

Al dar click derecho en la pantalla, abrimos Propiedades / Modelo y procedemos de la siguiente manera.

- Color de fondo: Gris
- Color cuadrícula: Gris

Añadimos luego el texto "ARRANQUE DIRECTO" y dos botones con sus respectivos textos de PARADA y MARCHA.

Procedemos a continuación a configurar los botones de control.

- Botón rojo

Este botón de control está vinculado a "PANEL".PAR y tendrá como apariencia Fondo rojo.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: (Vacío)

Pulsado: PARO

Dentro de Eventos elegimos Pulsar / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / Panel / Panel.PAR

- Boton verde

Este botón de control está vinculado a "PANEL".ARR y tendrá como apariencia Fondo verde.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: (Vacío)

Pulsado: MARCHA

Dentro de Eventos elegimos Pulsar / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / Panel / Panel.ARR

5. Para descargar la imagen procedemos a:

- En el PLC: Compilar, Cargar.
- En el HMI: Compilar, Cargar
- En el PLC: Activar observación, Run.

6. Verificamos la conexión del circuito de fuerza.

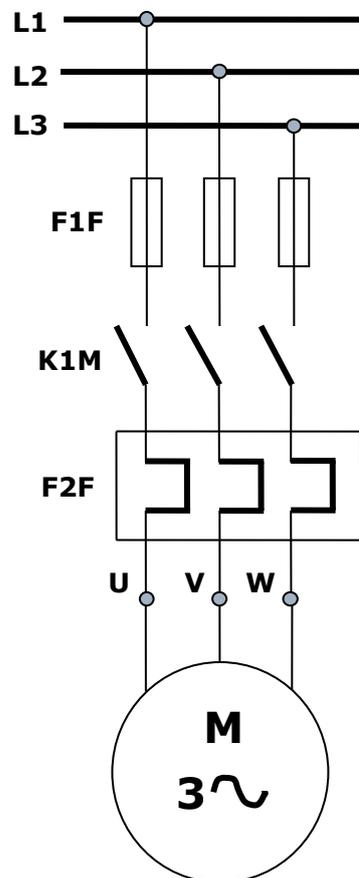


Figura 60. Esquema de fuerza N°3

7. Verificamos la conexión del PLC.

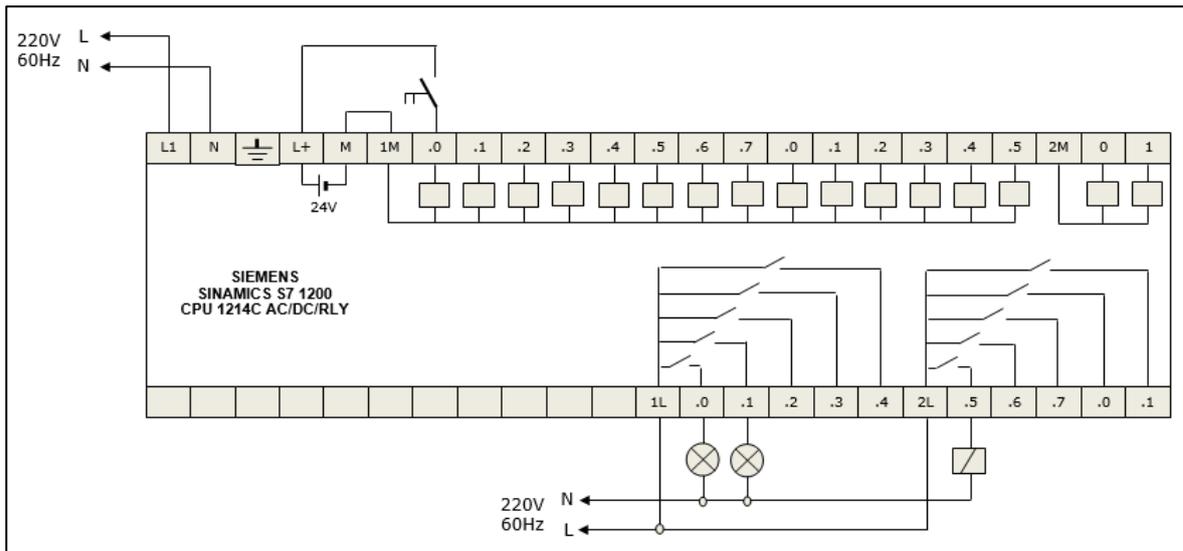


Figura 61. Conexiones del PLC S7-1200 CPU 1214C N°2

8. Procedemos a probar el circuito. Al hacer click en el botón verde, el motor deberá empezar a funcionar. Luego, al hacer click en el botón rojo, el motor deberá empezar a detenerse.

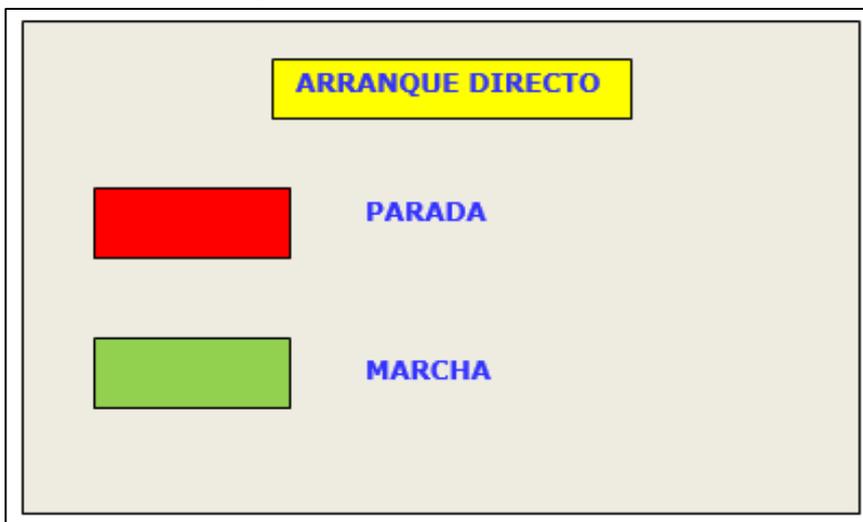


Figura 62. Arranque directo

4.4.2. Mando virtual de una salida virtual

Esta tarea nos permite controlar una lámpara virtual con un mando por impulso inicial virtual, en la pantalla del panel visualizador.

1. Elaboramos una tabla de Bloque de datos (DB) que lista a los botones de mando virtuales de paro y marcha. A este Bloque de datos le asignaremos un nombre: PANEL.

Tabla 6

Panel de bloque de datos

	Tipo de	Valor	
Nombre	datos	inicial	Comentario
PARO_VIR	BOOL	FALSE	Pulsador virtual de paro NA
MAR_VIR	BOOL	FALSE	Pulsado virtual de marcha NA

2. Elaboramos una lista de variables relacionadas con la única salida virtual.

Tabla 7

Variables PLC

	Tipo de		
Nombre	datos	Dirección	Comentario
Lámpara	BOOL	%M6.6	Lámpara virtual

3. Elaboramos el Diagrama Ladder correspondiente al mando virtual de una lámpara virtual.

Diagrama Ladder

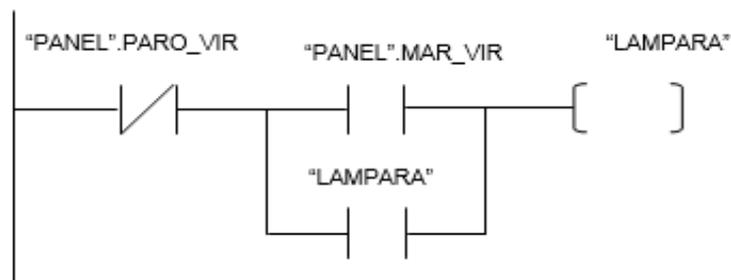


Figura 63. Diagrama Ladder N°3

4. Procedemos a insertar una imagen que tendrá como nombre "Imagen_1: MANDO VIRTUAL. La imagen a crear deberá tener la siguiente presentación.

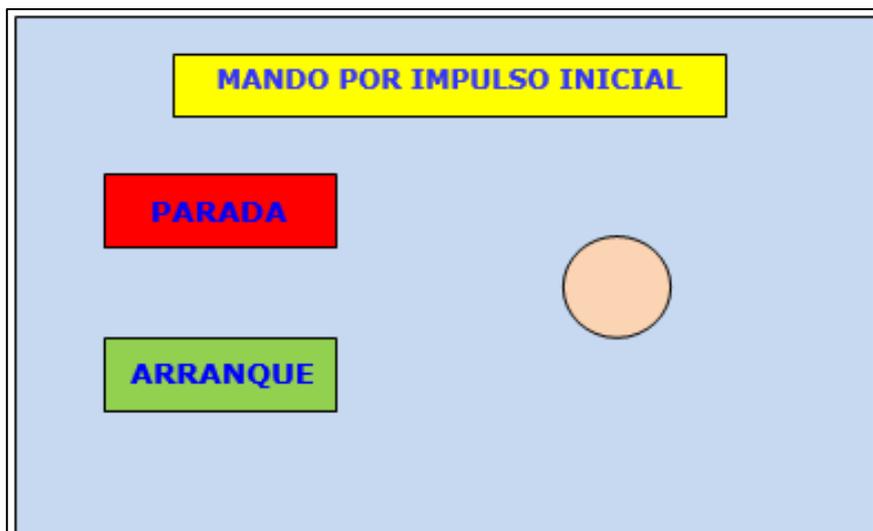


Figura 64. Mando virtual

Al dar click derecho en la pantalla, abrimos Propiedades / Modelo y procedemos de la siguiente manera.

- Color de fondo: Celeste
- Color de cuadrícula: Amarillo

Añadimos luego el texto "MANDO POR IMPULSO INICIAL" y dos botones con sus respectivos textos de PARADA y ARRANQUE y un círculo.

Procedemos a continuación a configurar los botones de control.

- Botón rojo

Este botón de control está vinculado a "PARO_VIR" y tendrá como apariencia Fondo rojo.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: PARADA

Pulsado: YA

Dentro de Eventos elegimos Pulsar / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / Panel / "PARO_VIR"

Botón verde

Este botón de control está vinculado a "MAR_VIR" y tendrá como apariencia Fondo verde.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: ARRANQUE

Pulsado: OK

Dentro de Eventos elegimos Pulsar / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / Panel / "MAR_VIR"

- Círculo rosado

Este grafico de control está vinculado a "LAMPARA" y tendrá como apariencia fondo rosado.

Dentro de Animaciones elegimos Apariencia/ Variable/Tipo de rango.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / Panel / "LAMPARA"

En Tipo de rango elegimos: 0 para el color rojo

1 para el color verde

5. Verificamos el esquema de conexiones: No debe haber conectado ninguna entrada ni salida.

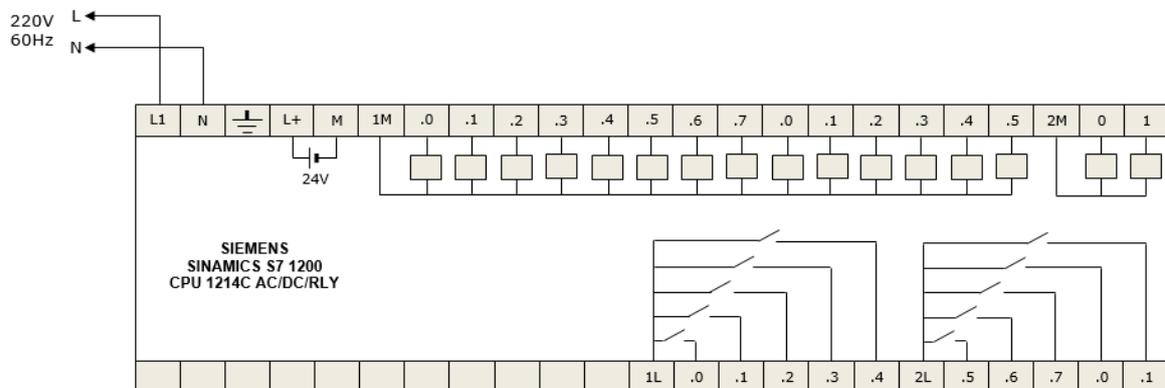


Figura 65. Conexiones del PLC S7-1200 CPU 1214C N°3

Procedemos a probar el circuito. Al hacer click en el botón verde el círculo cambiará de color de rojo a verde. Al hacer click en el botón rojo, el círculo cambiará de color de verde a rojo.

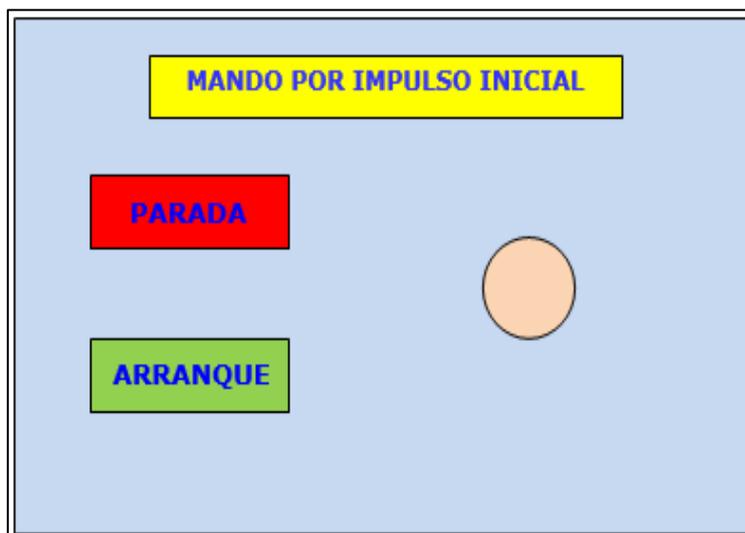


Figura 66. Prueba del circuito

4.4.3. Monitoreo del tiempo de accionamiento de una lámpara

Este mando nos permite visualizar el tiempo de conteo de un temporizador, así como poder introducir el tiempo de actuación de una salida a voluntad. Elaboramos la lista de variables relacionadas con los elementos de control: captadores, actuadores y tiempos.

Tabla 8
Variables PLC

Nombre	Tipo de		Comentario
	datos	Dirección	
SELECTOR	BOOL	%I0.0	Selector
LAMPARA	BOOL	%Q0.0	Lámpara de señalización
TIEMPO	TIME	%MD4	Tiempo de preseleccion
CONTEO	TIME	%MD8	Valor actual de conteo

Elaboramos el Diagrama Ladder correspondiente al Monitoreo del tiempo de accionamiento de una lámpara.

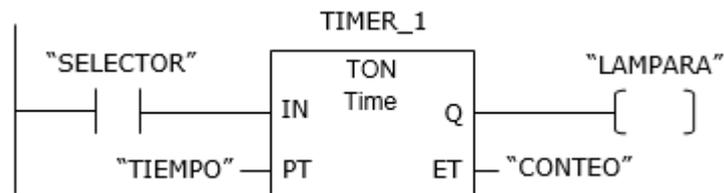


Figura 67. Diagrama Ladder N°4

Procedemos a insertar una imagen que tendrá como nombre Imagen_1: TEMPORIZADOR. La imagen a crear deberá tener la siguiente presentación.



Figura 68. Temporizador

Al dar click derecho en la pantalla, abrimos Propiedades / Modelo y procedemos de la siguiente manera.

- Color de fondo: Lila
- Color cuadrícula: Amarillo

Añadimos luego el texto "TEMPORIZADOR EN EL PANEL" y dos campos de entrada/salida E/S.

4. Procedemos a continuación a configurar los campos E/S.

Campo E/S celeste

Este botón de control está vinculado a TIEMPO y tendrá como apariencia Fondo celeste.

Dentro de Propiedades / General, elegimos:

Proceso: variable.

Dentro de Variable PLC: "TIEMPO"

Dentro de Tipo de datos: "TIME"

Tipo de campo ES

Modo: Entrada.

Formato

Formato de visualización: Decimal

Decimales: 0

- Campo E/S verde

Este campo E/S está vinculado a "CONTEO" y tendrá como apariencia

Fondo verde.

Dentro de Propiedades / General, elegimos:

Proceso: variable.

Dentro de Variable PLC: "CONTEO"

Dentro de Tipo de datos: "TIME"

Tipo de campo ES

Modo: Entrada/Salida

Formato

Formato de visualización: Decimal

Decimales: 0

5. Verificamos la conexión del PLC.

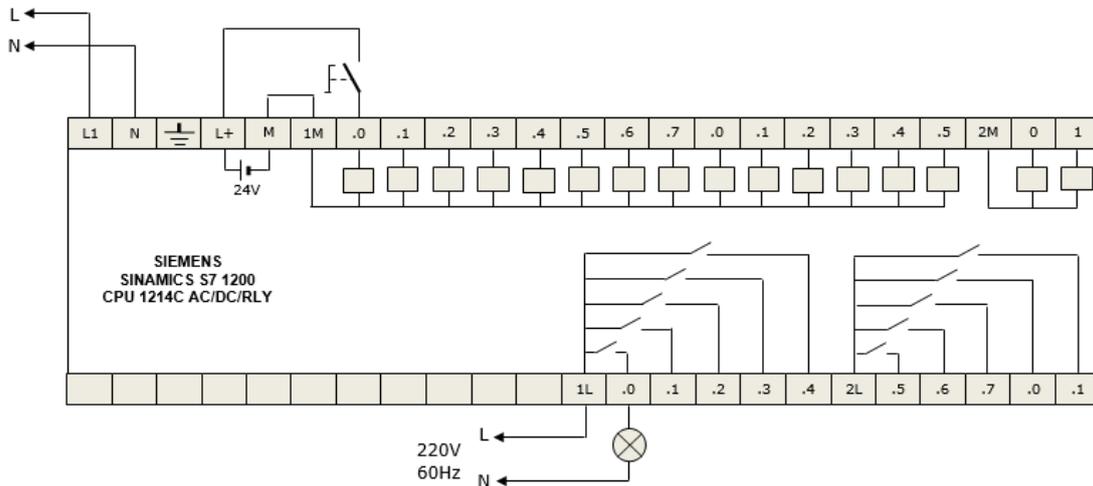


Figura 69. Conexiones del PLC S7-1200 CPU 1214C N°4

Procedemos a probar el circuito

Hacemos click en el campo E/S Tiempo deseado y le asignamos el valor 4000ms. A continuación cerramos el selector. Se visualizará automáticamente cómo aumenta progresivamente el tiempo de conteo en el campo E/S Tiempo contado. Al cabo de 4s se encenderá la lámpara. Si a continuación se abre el selector, la lámpara se apagará inmediatamente y el Tiempo contado se pondrá a 0 automáticamente.

4.4.4. Imágenes y conteo

Se desea crear dos imágenes de un control de nivel ascendente-descendente que puedan ser accesibles desde las propias imágenes.

Crear dos Bloques de datos (DB) que lista a los botones de mando virtuales de paro, marcha, pase, subida y bajada. A estos Bloques de datos le asignaremos nombres de CONTROL y PANEL, respectivamente.

Tabla 9

Panel de bloque de datos 1: CONTROL

	Tipo de	Valor	
Nombre	datos	inicial	Comentario
Paro	BOOL	FALSE	Pulsador virtual de paro NA
Marcha	BOOL	FALSE	Pulsador virtual de marcha NA
Pase	BOOL	FALSE	Contactador auxiliar virtual de pase

Tabla 10

Panel de bloque de datos 2: PANEL

	Tipo de	Valor	
Nombre	datos	inicial	Comentario
Subida	BOOL	FALSE	Pulsador virtual de subida NA
Bajada	BOOL	FALSE	Pulsador virtual de bajada NA

Tabla 11

Variables PLC

	Tipo de		
Nombre	datos	Dirección	Comentario
LLENO	BOOL	%M2.0	Marca de llenado
CONTEO	INT	%MW40	Valor actual de conteo

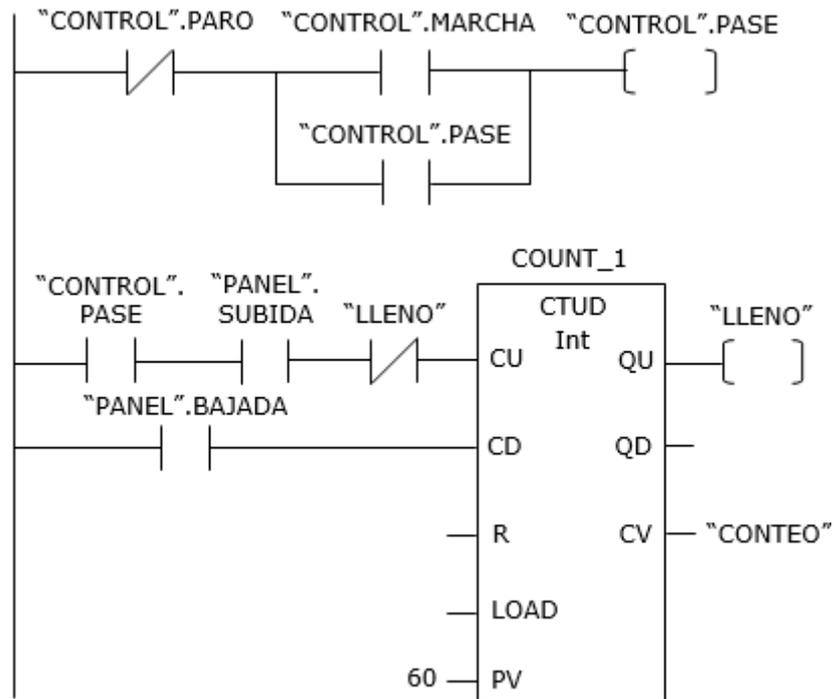


Figura 70. Diagrama Ladder N°5

Elaborar el Diagrama Ladder correspondiente al Sistema de seguridad del sistema y el mando de llenado y vaciado de nivel.

Crear una imagen que tendrá como nombre CONTROL. La imagen a crearse deberá tener la siguiente presentación.

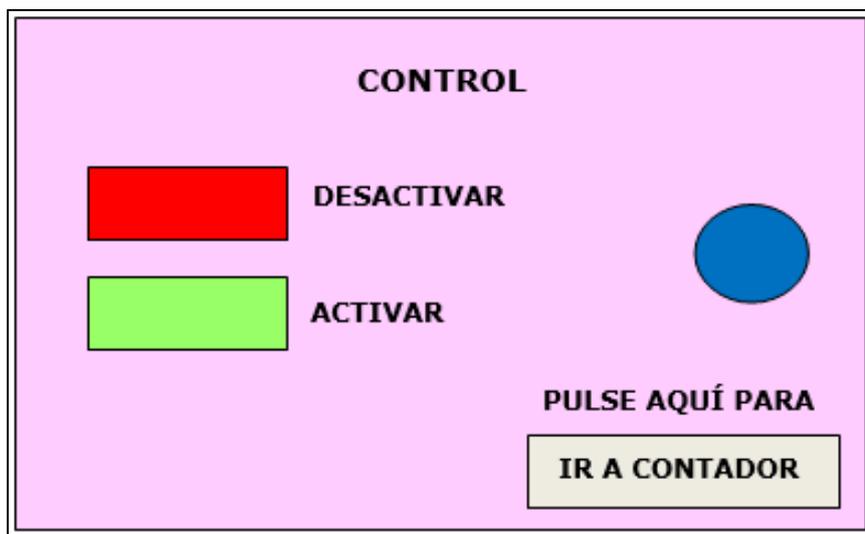


Figura 71. Control

Al dar click derecho en la pantalla, abrimos Propiedades / Modelo y procedemos de la siguiente manera.

1. Color de fondo: Lila
2. Color cuadrícula: Lila
3. Añadimos luego el texto CONTROL, dos botones, un círculo y un botón.
4. Procedemos a continuación a configurar los botones de control.

- Botón rojo

Este botón de control está vinculado a "CONTROL".PARO y tendrá como apariencia Fondo rojo.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: (Vacío)

Pulsado: PARO

Dentro de Eventos elegimos PULSAR / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / CONTROL / "CONTROL".PARO

- Boton verde

Este botón de control está vinculado a "CONTROL".MARCHA y tendrá como apariencia Fondo verde.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: (Vacío)

Pulsado: MARCHA

Dentro de Eventos elegimos PULSAR / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / CONTROL / "CONTROL".MARCHA

- Círculo azul

Este gráfico de control está vinculado a "CONTROL".PASE y tendrá como apariencia fondo azul.

Dentro de Animaciones elegimos Apariencia/ Variable/Tipo de rango.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / Control / "CONTROL".PASE

En Tipo de rango elegimos: 0 para el color azul

1 para el color verde

- Botón gris

Este botón activa la imagen "CONTADOR" tendrá como apariencia Fondo gris.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: IR A CONTADOR

Pulsado: (vacío)

Dentro de Eventos elegimos ACTIVAR / Activar imagen

En activar imagen elegimos CONTADOR como nombre de imagen.

Crear una imagen que tendrá como nombre CONTADOR. La imagen a crearse deberá tener la siguiente presentación.

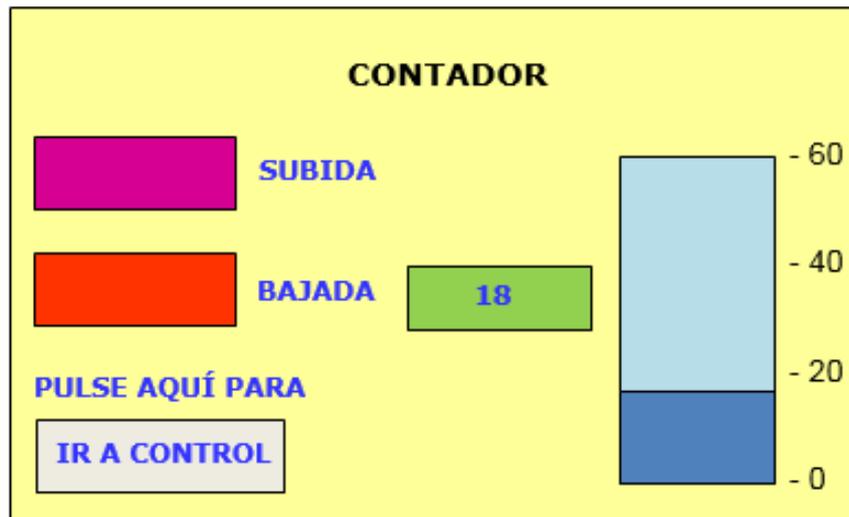


Figura 72. Contador

Al dar click derecho en la pantalla, abrimos Propiedades / Modelo y procedemos de la siguiente manera.

1. Color de fondo: Amarillo
2. Color cuadrícula: Amarillo
3. Añadimos luego el texto CONTADOR, dos botones, una barra, un campo E/S y un botón.
4. Procedemos a continuación a configurar los botones de control.

- Botón rojo

Este botón de control está vinculado a "PANEL".SUBIDA y tendrá como apariencia Fondo morado.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado : (Vacío)

Pulsado: SUBE 1

Dentro de Eventos elegimos PULSAR / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / PANEL / "PANEL".SUBIDA

- Boton anaranjado

Este botón de control está vinculado a "PANEL".SUBIDA y tendrá como apariencia Fondo morado.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulacion elegimos:

Soltado : (Vacío)

Pulsado: BAJA 1

Dentro de Eventos elegimos PULSAR / Agregar función / Procesamiento por bits / Activar bit mientras tecla pulsada / Variable.

En variable realizamos el direccionamiento: PLC / Bloques de programa / PANEL / "PANEL".BAJADA

Barra_1

Esta barra está vinculada a "CONTEO"

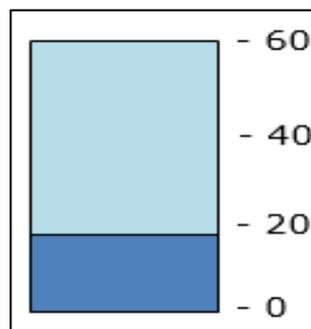


Figura 73. Barra de nivel

Dentro de Propiedades/General, elegimos el proceso: valor.

Dentro de valor elegimos Estatico/Variable: "CONTEO"

Dentro de Apariencia/Barra, elegimos "azul" como color de primer plano y "celeste" como color de fondo.

- Boton gris

Este botón de control activa la imagen CONTROL y tendrá como apariencia Fondo gris.

Dentro de Propiedades/General, elegimos el Modo: Texto.

Dentro de Rotulación elegimos:

Soltado: IR A CONTROL

Pulsado: (vacío)

Dentro de Eventos elegimos ACTIVAR / Activar imagen y damos nombre: CONTROL

6. Para descargar el programa procedemos como sigue:

- En el PLC: Compilar, Cargar.
- En el HMI: Compilar, Cargar
- En el PLC: Activar observación, Run.

7. Verificamos el esquema de conexiones

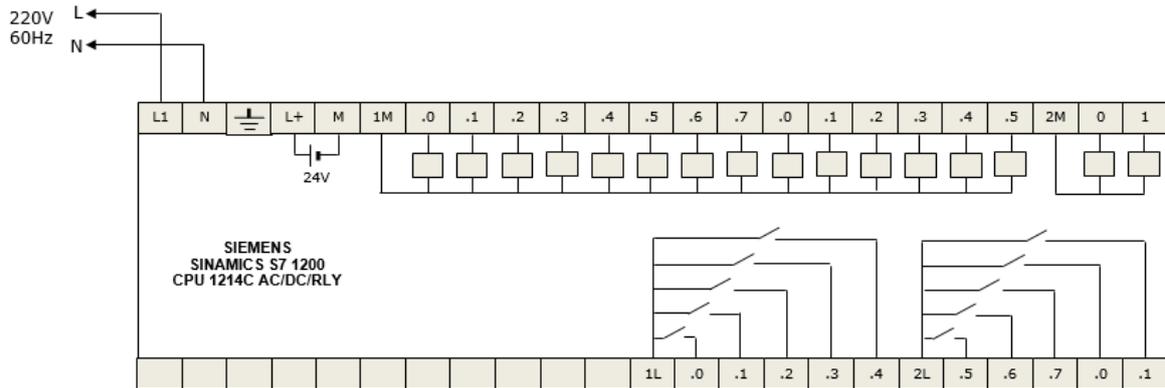


Figura 74. Conexiones del PLC S7-1200 CPU 1214C N°5

8. Procedemos a probar el programa.

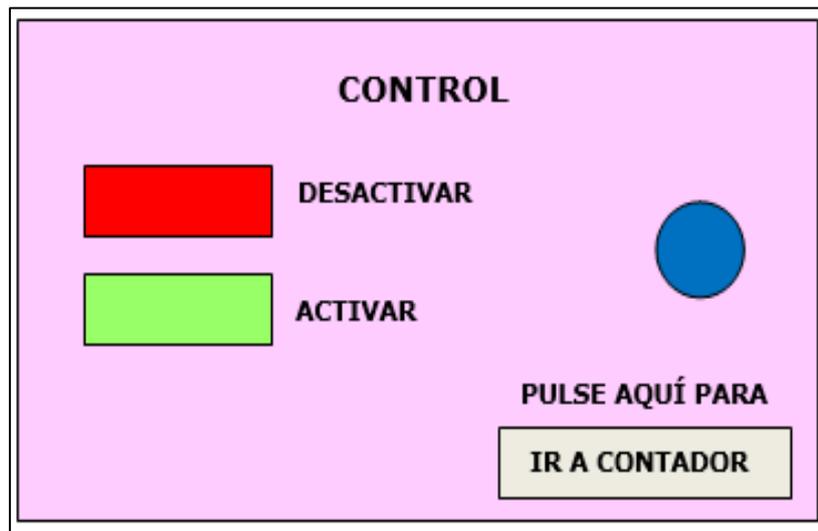


Figura 75. Prueba del programa

En la pantalla CONTROL hacemos click en el botón ACTIVAR. El círculo cambiara de color a VERDE. Esto indicara que la habilitación del pase se ha efectuado. Hacemos click en el botón IR A CONTADOR. Automáticamente se activará la pantalla CONTADOR.

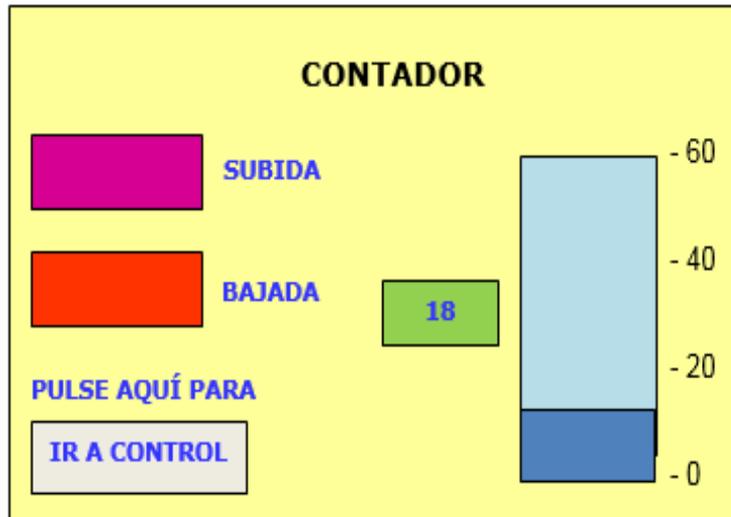


Figura 76. Prueba del programa pantalla 2

Al hacer click sucesivamente en el botón SUBIDA el nivel de la BARRA empieza a subir sucesivamente. Y al hacer click sucesivamente en el botón BAJADA, el nivel empieza a bajar sucesivamente también. Si alternamos el clickeo de los dos botones, el nivel subirá y bajará alternadamente.

Al hacer click en el botón IR A CONTROL, se activara automáticamente la pantalla CONTROL. En esta pantalla, si hacemos click en DESACTIVAR, el círculo se podrá de color AZUL, indicando que el pase se ha desactivado. Si vamos a la ahora a la pantalla CONTADOR, solo se podrá bajar de nivel mas no de subir.

Nota: Se toma como operación matemática, la fórmula del volumen consistiendo en el producto del área de la base por el nivel de agua. Este volumen se visualiza en tiempo real en el panel HMI.

Como segunda fuente información para el maneja de datos, se busca obtener el caudal, aplicándose la fórmula matemática correspondiente $Q = \text{Volumen} / \text{tiempo}$. El caudal se visualiza en tiempo real en el HMI.

Se considera una alarma de nivel superior en los tanques correspondientes, llegando a activarse al alcanzar el nivel establecido, comparando el nivel actual con el nivel máximo permitido, siendo parte de la programación de TIA Portal y visualizado en tiempo real en el panel HMI.

Como segunda medida a tomar y posible mediante la programación se puede definir en el panel HMI la visualización del peso en tiempo real mediante la operación matemática, $\text{Densidad} \times \text{Volumen} \times \text{Aceleración de la Gravedad}$, expresándose la medida en kilogramos y/o toneladas según corresponda.

Se considera 5 imágenes para visualizar el proceso siendo:

- 1.- Menú principal
- 2.- Visualización de nivel del tanque
- 3.- Visualización del volumen del tanque
- 4.- Visualización del caudal de ingreso
- 5.- Visualización del peso del agua insitu

4.5. Operación del software de programación del PLC S7 1200

4.5.1 Creación del proyecto.

Abrimos el programa Inicio/Programas/Siemens Automation/TIA Portal V13

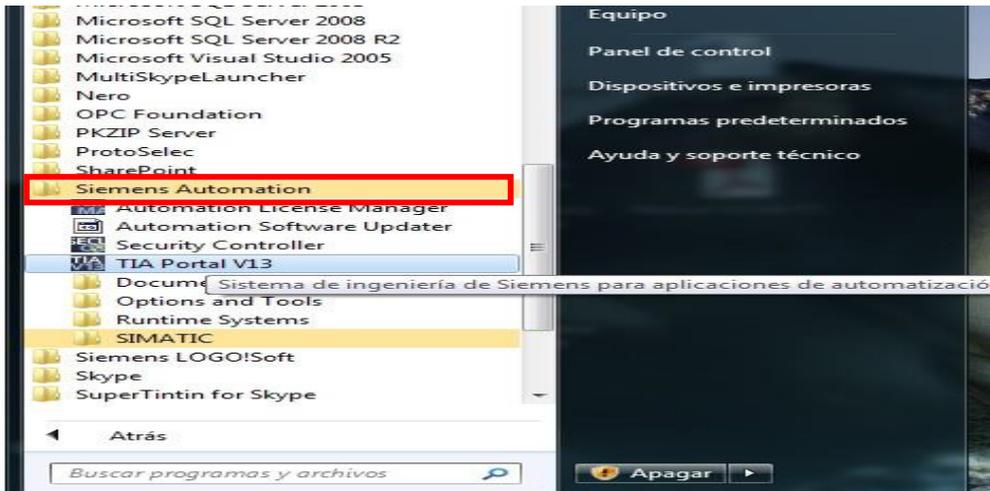


Figura 77. Abrir el TIA Portal

Seleccionamos “Crear Proyecto”

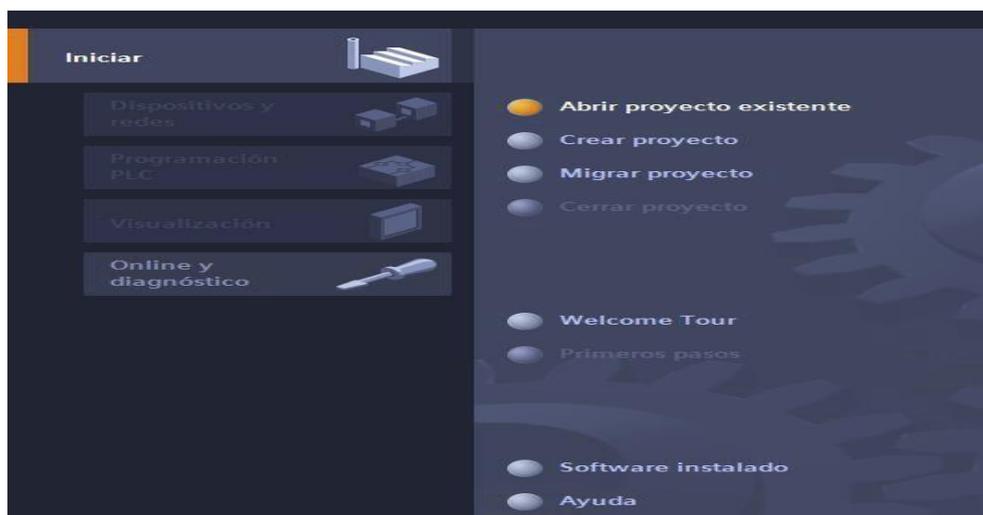


Figura 78. Crear proyecto

Nombramos el proyecto, damos la ubicación donde guardar el proyecto, el autor y comentarios sobre algunas consideraciones que deseen dejar sobre su proyecto a crear, para finalizar seleccionamos crear.

Una vez creado el proyecto se mostrara la siguiente ventana, seleccionamos “Abrir vista del proyecto” para acceder a la ventana donde trabajaremos.

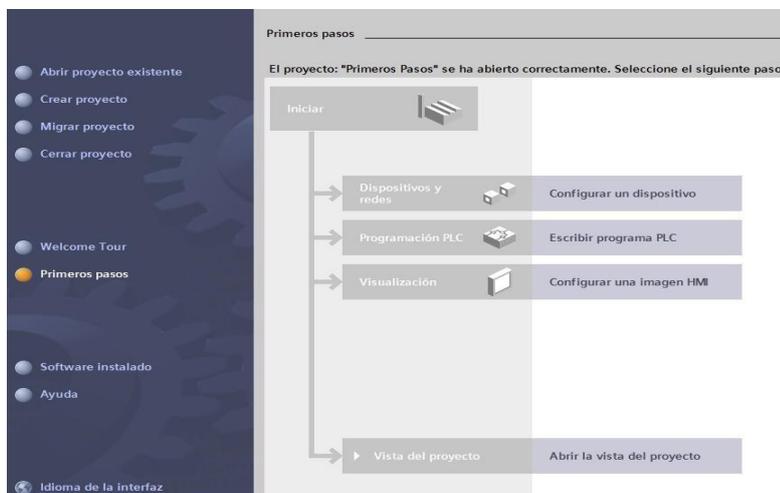


Figura 79. Vista de proyecto

Con esto hemos creado el proyecto y accedemos a la ventana donde se desarrollara nuestro programa.

4.5.2. Ver dispositivos accesibles

Al seleccionar la opción ver dispositivos accesibles lo que hacemos es ver que equipos están conectados dentro de la red de automatización, pueden ser PLC, HMI, Estaciones de ingeniería.

Lo primero que debemos hacer es conectar nuestra programadora (PC donde tenemos instalado el TIA PORTAL y haremos la programación del equipo) a la red de equipos o al equipo con el que trabajaremos.

Seleccionamos “Mostrar estaciones accesibles”

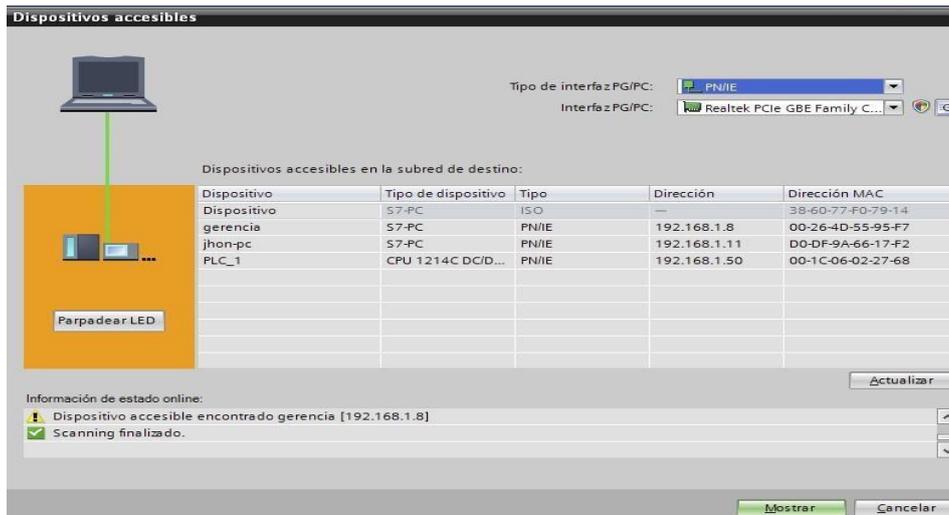


Figura 80. Dispositivos accesibles

Nos aparecerá la siguiente pantalla con todos los equipos accesibles en nuestra red (antes debimos haber definido el tipo de interfaz PG/PC e interfaz PG/PC).

Tipo de interfaz: La manera como estamos accediendo al equipo sea por Profinet, Profibus, MPI, etc.



Figura 81. Interfaz PG/PC

Interfaz PG/PC: En esta parte definimos físicamente por donde se conecta la PC con la RED, en mi caso estoy conectándome a un S7-1200 por Ethernet conectado a la tarjeta de Red de mi PC.

Se recuerda que se debe definir tipo de interfaz y la interfaz que se usará. Al visualizar los dispositivos online sabremos qué equipos tenemos conectados en nuestra red.

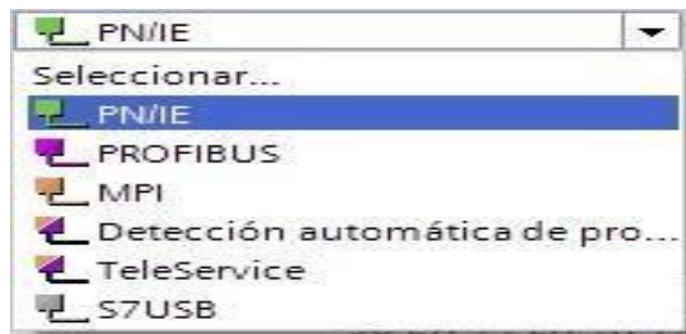


Figura 82. Tipo de interfaz

4.5.3. Agregar dispositivos

Seleccionamos "Agregar dispositivos" y elegimos el dispositivo que deseemos y tengamos habilitado. Eso va a depender de la versión de Step 7 y WinCC que tengamos; en este caso se instala el Step7 Professional y el WinCC Professional.

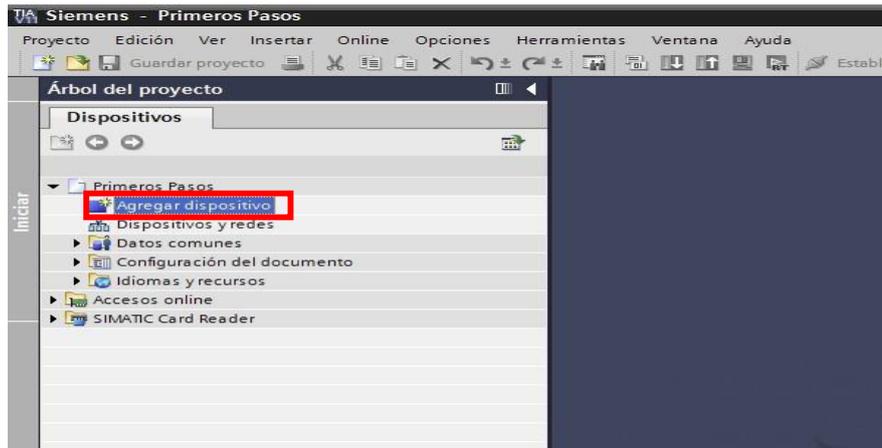


Figura 83. Agregar dispositivos

Selección del PLC. En la versión del STEP 7 profesional se tiene la opción de programar el S7-1200, S7-300/400 y las ET-200.

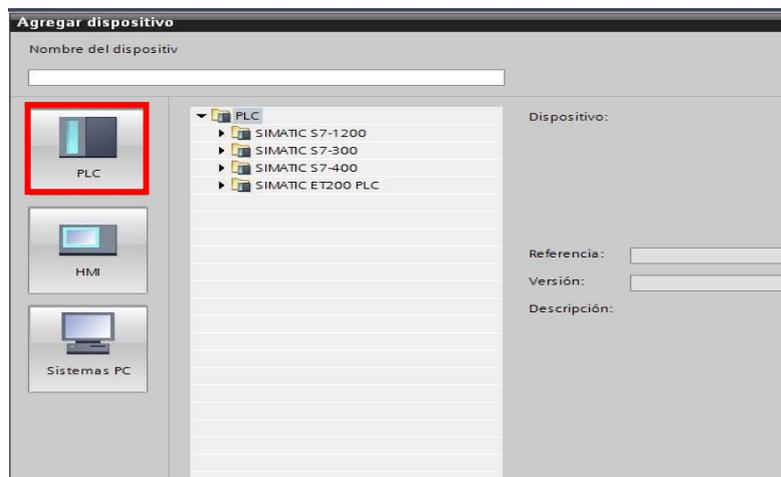


Figura 84. Selección del PLC

Selección de HMI. En la versión del Wincc Comfort y Professional se tienen habilitado para su programación toda la gama de pantalla de SIEMENS.

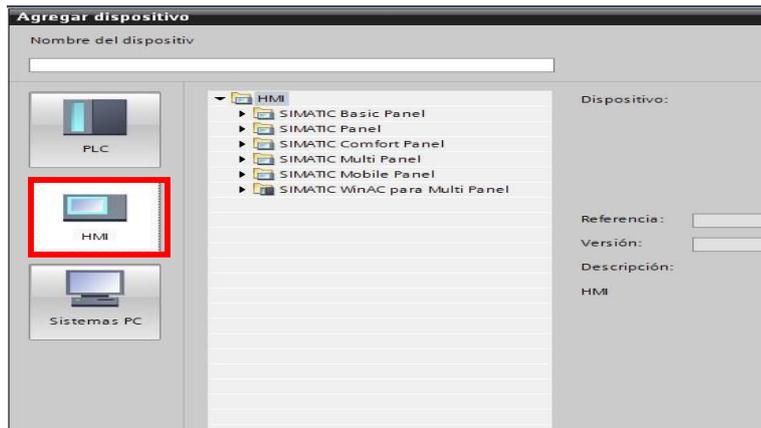


Figura 85. Selección del HMI

Para ingresar el dispositivo PLC en nuestro proyecto, listamos los equipos que tenemos.

PLC S7-1200 CPU 1414C AC/DC/RLY.....6ES7214-1AD30-0XB0

Módulo de Comunicación R2485.....6ES7241-1CH30-0XB0

Módulo de Comunicación R2432.....6ES7241-1AH30-0XB0

Módulo de entradas y salidas digitales.....6ES7223-1BH30-0XB0

Módulo de entradas y salidas analógicas.6ES7223-1BH30- 0XB0

Signal Board 1AO.....6ES7232-4HA30- 0XB0

Como se hace en el STEP7 clásico, se debe insertar el PLC y desde el catálogo de hardware insertar uno a uno los módulos a usar.

Insertamos el PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RLY según el código que tengamos y seleccionamos aceptar.

Una vez insertado el CPU nos mostrara el CPU insertado dentro del proyecto como se muestra en la imagen.

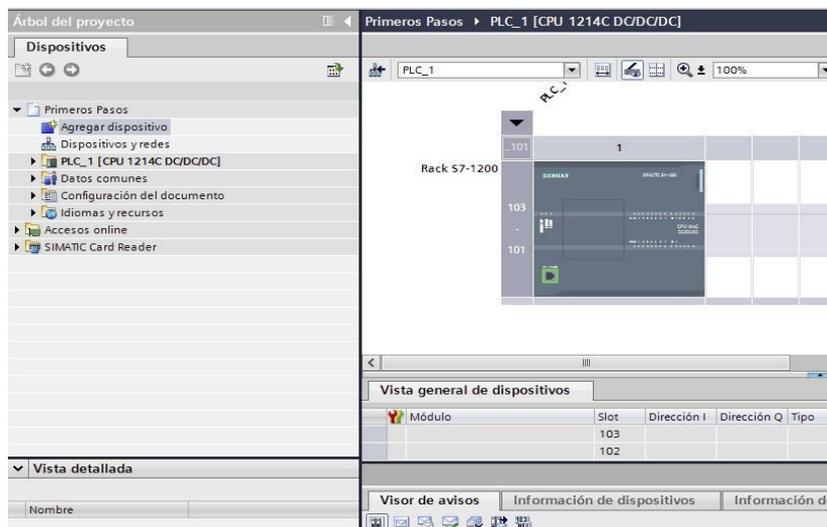


Figura 86. Agregar dispositivo

Procedemos a ingresar los módulos del S7-1200 a través del catálogo de hardware, según los códigos descritos líneas arriba, y estos se irán agregando.

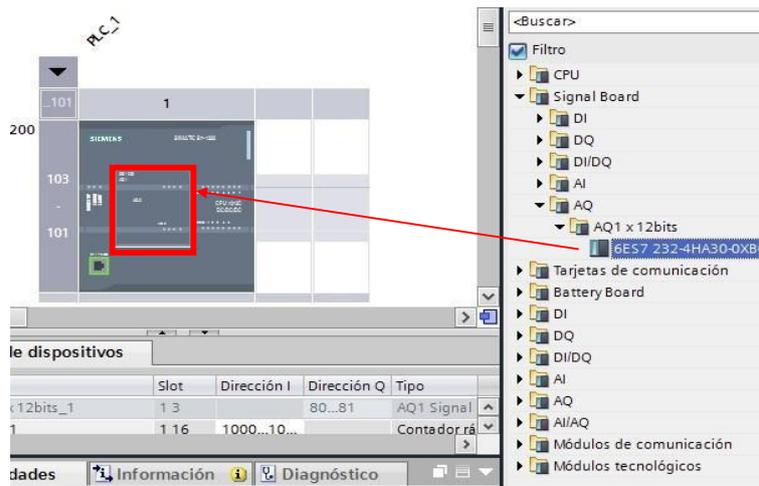


Figura 87. Código del PLC S7-1200

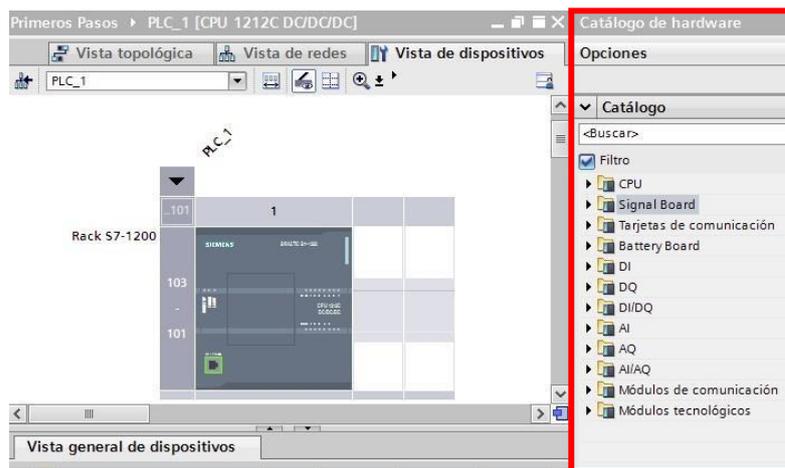


Figura 88. Catálogo del hardware

De esta forma se agrega el CPU y todos los módulos que usaremos en nuestro sistema de automatización.

4.5.4. Asignar una dirección IP a la CPU

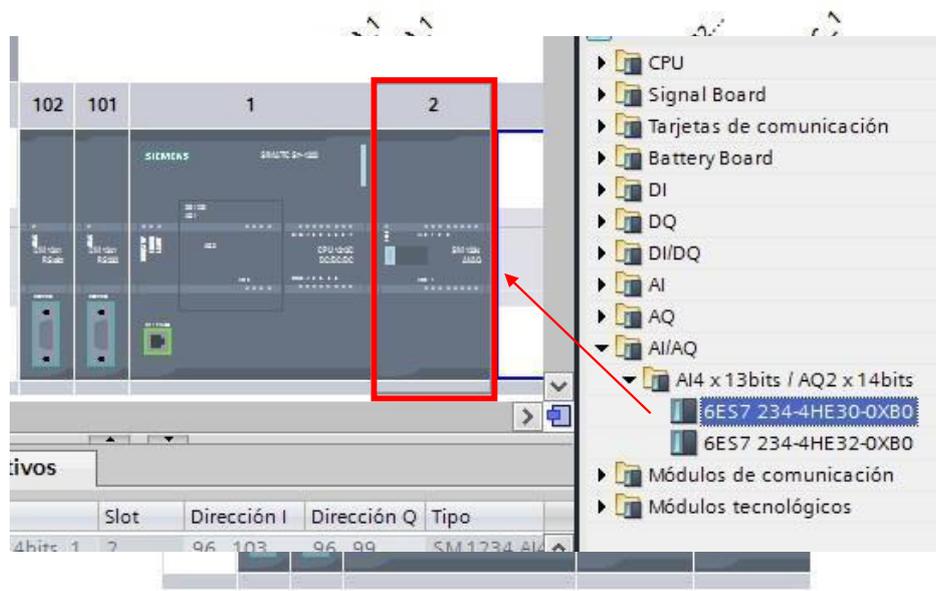


Figura 89. Asignación de IP

Vamos al árbol de proyecto y seleccionamos “configuración de dispositivo”.

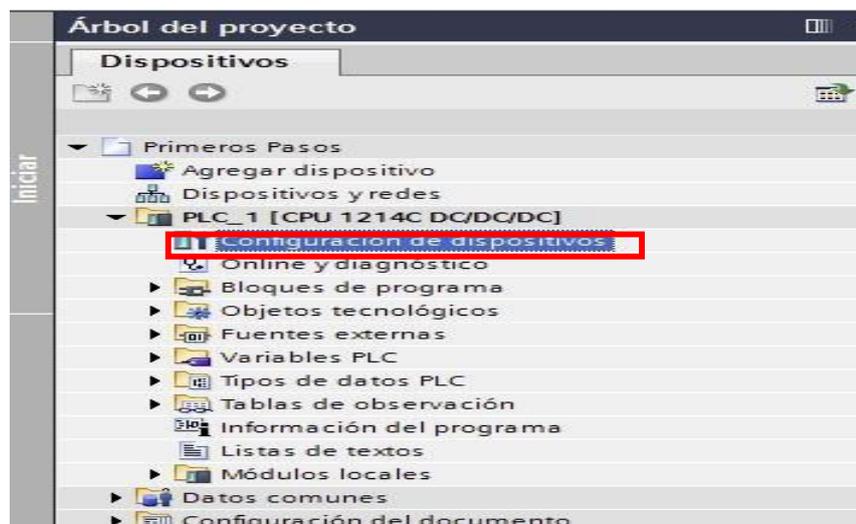


Figura 90. Configuración de dispositivos

Se nos abre una ventana que nos ofrece tres vistas: Vista topológica, vista de redes y vista de dispositivos. En esta última es donde configuramos la forma cómo se comportará la CPU (asignación de IP, configuración de los módulos, forma de arranque de la CPU, protección contra escritura y escritura, entre otras).

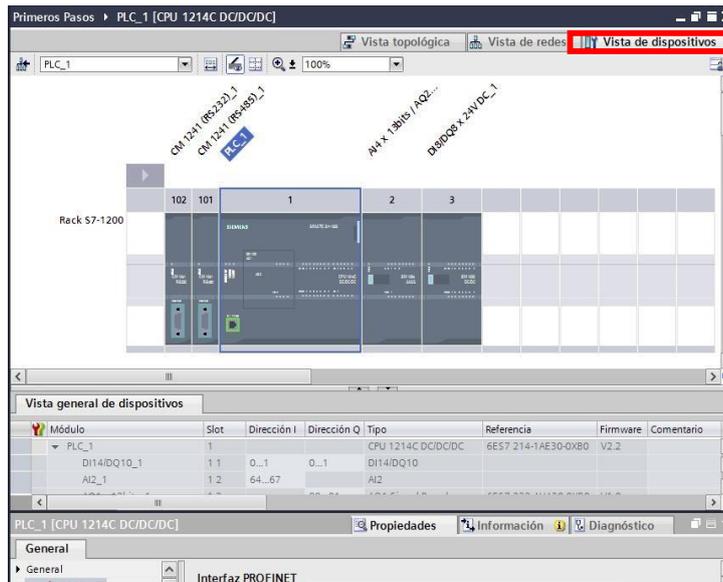


Figura 91. Vista de dispositivos

La Vista de dispositivo nos muestra los equipos agregados en nuestro proyecto. También nos muestra una vista general de los equipos dentro del proyecto, como los módulos usados con el CPU y las direcciones de entradas y salidas físicas de la CPU y módulos insertados. Esto es importante para tener en cuenta cuando programemos. Por ejemplo, viendo esto sabemos que hay un módulo analógico de 4 entradas y dos salidas cuya dirección de entrada inicia en 96 y termina en 103.

Esto indica que las entradas analógicas del módulo tendrán las siguiente direcciones: AI1= IW96; AI2= IW98; AI3= IW100; AI4 = IW1.

También tenemos una ventana que nos muestra los datos generales del dispositivo, si seleccionamos la CPU veremos que en la parte inferior de la vista de dispositivos nos habilita la visión de datos generales de la CPU. Aquí es donde configuramos el comportamiento de la CPU en el proyecto, como también configurar la dirección IP del dispositivo, para ello seleccionamos “Interfaz Profinet”

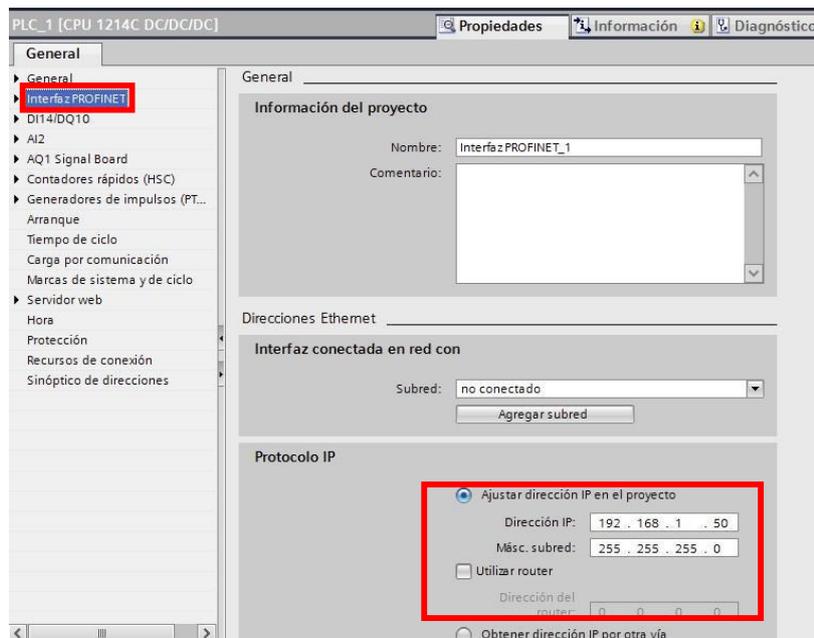


Figura 92. Interfaz profinet

Aquí es donde configuramos la IP del dispositivo para ser usado en la red. Tener en cuenta que cuando ingresamos un equipo desde catálogo de hardware, la CPU que se agrega tiene una IP por defecto de fábrica 192.168.0.1

4.6. Programación del dispositivo

Una vez insertado los equipos y los módulos dentro del proyecto, lo podemos observar en el árbol del proyecto.

Se crea una carpeta donde se contiene todos los archivos a configurar y programar del PLC seleccionado. Por defecto se crea un bloque organizacional “Main” donde se realiza parte o toda la programación. Eso dependerá de cómo estructuren sus trabajos.

En la Carpeta “bloque de programas” se puede apreciar los bloques de Programación que creamos y usamos, entre otras demás carpetas de configuración y manejo del dispositivo.

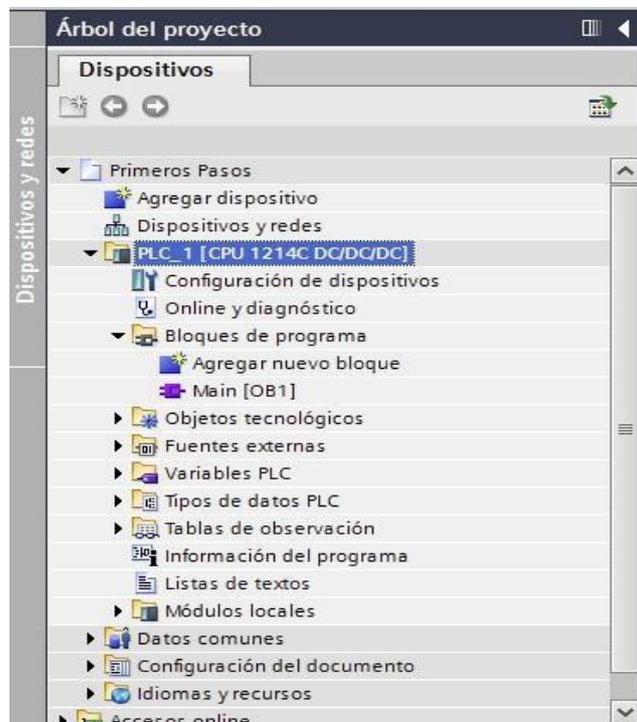


Figura 93. Creación de bloque (Main)

4.6.1. Bloques de organización (OBs)

Los bloques de organización controlan la ejecución del programa de usuario, existen diferentes tipos de OBs.

4.6.1.1. Los OB de ciclo

Se ejecutan cíclicamente cuando la CPU se encuentra en estado operativo RUN. El bloque principal del programa es un OB de ciclo. Éste contiene las instrucciones que controlan el programa y permite llamar otros bloques de usuario. Es posible utilizar varios OB de ciclo. Éstos se ejecutan en orden numérico. El OB 1 es el bloque predeterminado. Los demás OB de ciclo deben identificarse como OB 200 o superior.

4.6.1.2. Los OB de arranque

Se ejecutan una vez cuando el estado operativo de la CPU cambia de STOP a RUN. Una vez finalizado, se comienza a ejecutar el OB de ciclo. Es posible utilizar varios OB de arranque. El OB 100 es el bloque predeterminado.

4.6.1.3. Los OB de alarma cíclica

Se ejecutan en intervalos periódicos. Los OB de alarma cíclica interrumpen la ejecución cíclica del programa en intervalos definidos, p.

ej. cada 2 segundos. Es posible configurar como máximo un total de 4 eventos de retardo y cíclicos en cualquier momento. Por cada evento de retardo o cíclico configurado se permite un OB. El número del OB debe ser 200 o superior.

4.6.1.4. Los OB de alarma de proceso

Se ejecutan cuando ocurre el evento de hardware correspondiente, incluyendo flancos ascendentes y descendentes en las entradas digitales integradas y eventos de contadores rápidos (HSC). Los OB de alarma de proceso interrumpen la ejecución cíclica del programa como reacción a una señal de un evento de hardware. Los eventos se definen en las propiedades de la configuración hardware. Por cada evento de hardware configurado se permite un OB. El número del OB debe ser 200 o superior.

4.6.1.5. Un OB de alarma de error de tiempo

Se ejecuta cuando se excede el tiempo de ciclo máximo o se produce un evento de error de tiempo. El OB para procesar la alarma de error de tiempo es el OB80. Si se dispara, se ejecuta, interrumpiendo la ejecución cíclica normal del programa o cualquier otro OB de evento. A continuación se describen los eventos que disparan la alarma de error de tiempo y la reacción de la CPU a dichos eventos:

Rebase del tiempo de ciclo máximo: el tiempo de ciclo máximo se configura en las propiedades de la CPU. Si el OB 80 no existe, la reacción de la CPU al excederse el tiempo máximo es cambiar a STOP.

Errores de tiempo: Si el OB 80 no existe, la reacción de la CPU es permanecer en RUN.

Los errores de tiempo se producen cuando un evento de hora del día falta o se repite, una cola se desborda, o bien cuando se inicia un OB de evento (evento de retardo, evento de hora del día o una alarma cíclica) antes de que la CPU finalice la ejecución del primero. La aparición de cualquiera de esos eventos genera una entrada en el búfer de diagnóstico que describe el evento. La entrada del búfer de diagnóstico se genera independientemente de la existencia del OB 80.

4.6.1.6. Los OB de alarma de diagnóstico

Se ejecutan cuando se detecta y notifica un error de diagnóstico. Los OB de alarma de diagnóstico interrumpen la ejecución cíclica del programa cuando el módulo apto para diagnóstico detecta un error (si se ha habilitado la alarma de diagnóstico para ese módulo). El OB 82 es el único número de OB soportado para el evento de error de diagnóstico. Es posible incluir una instrucción STP (poner CPU a STOP) en el OB 82 para que la CPU pase al estado operativo STOP en cuanto

reciba este tipo de error. Si no hay ningún OB de diagnóstico en el programa, la CPU ignora el error (permanece en RUN).

Para insertar un bloque de organización, seleccionamos “agregar nuevo bloque”

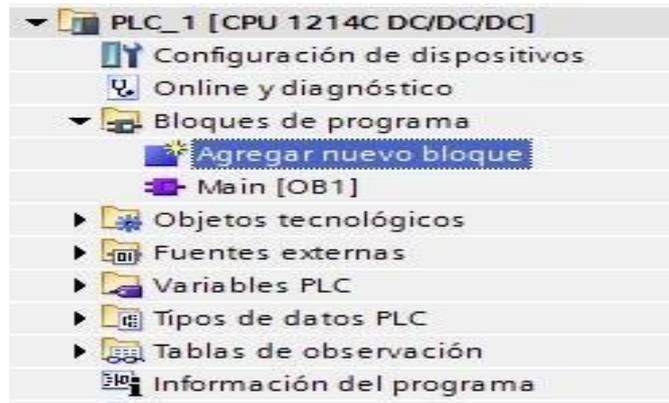


Figura 94. Agregar nuevo bloque

Sale la siguiente ventana y nos da los bloques organizacionales como el tipo de lenguaje que usaremos para programarlos.

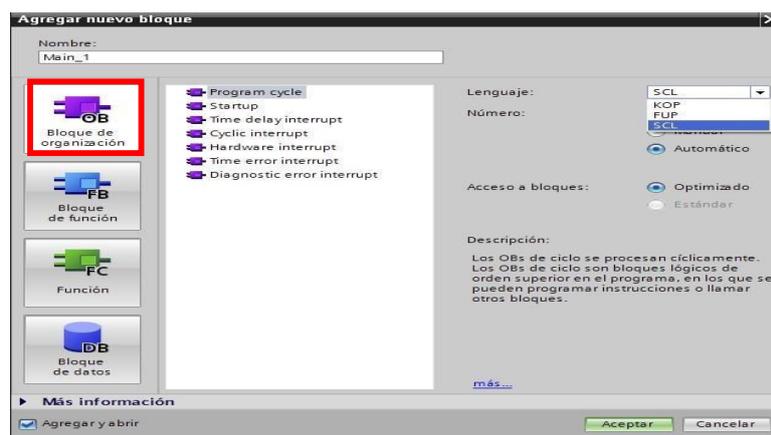


Figura 95. Bloque de organización

También podemos agregar los FC (Función), FB (Bloque de función) y los bloques de datos desde esta pantalla

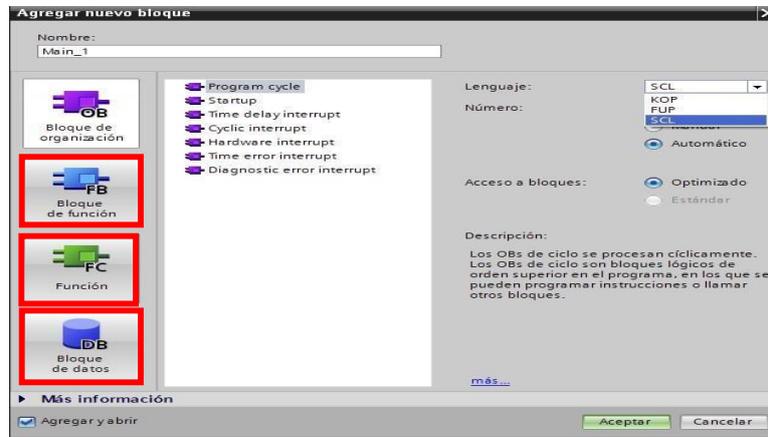


Figura 96. Agregar Bloques

4.6.1.7. Insertar instrucciones en el programa

Podemos encontrar una lista las instrucciones que podemos usar dentro del programa de usuario.

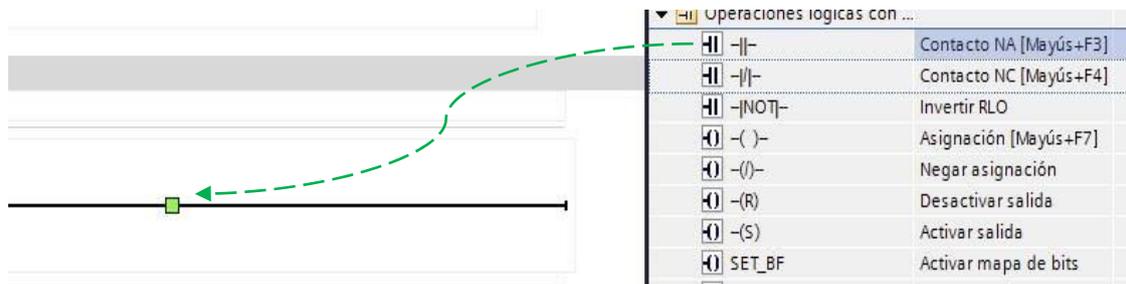


Figura 97. Instrucciones del programa

Seleccionamos la instrucción que deseemos usar y la arrastramos hacia el segmento y de esta forma ingresamos la instrucción.

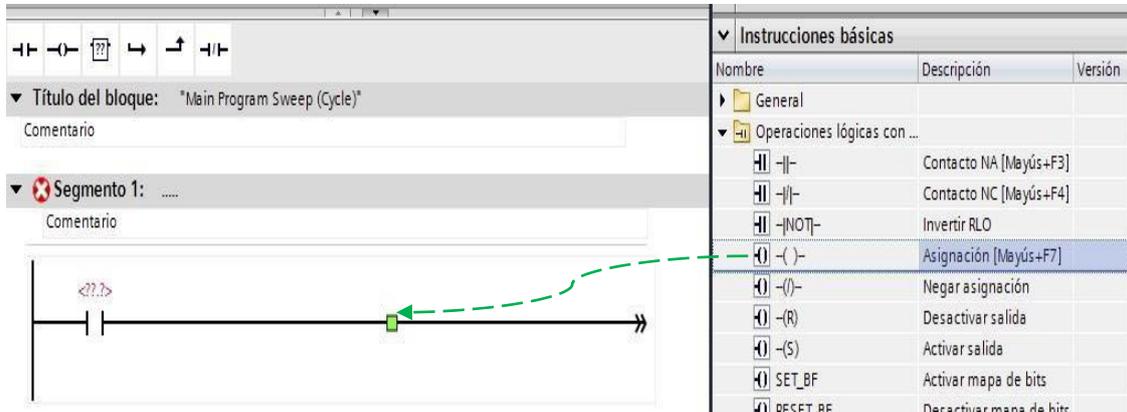


Figura 98. Selección de instrucciones



Figura 99. Instrucción en el segmento

-Definir variables

Podemos definir accediendo a la tabla de variables e ir colocando las variables que usaremos indicando dirección, tipo y nombre.



Figura 100. Indicación de instrucción

4.7. Cargar el programa en el proyecto

4.7.1 Cambio de Interfaz PC/PG

Primero debemos verificar que la interfaz PC/PG se encuentre bien configurada, para ello vamos a:

Panel de control - Ajustar Interfaz PC/PG

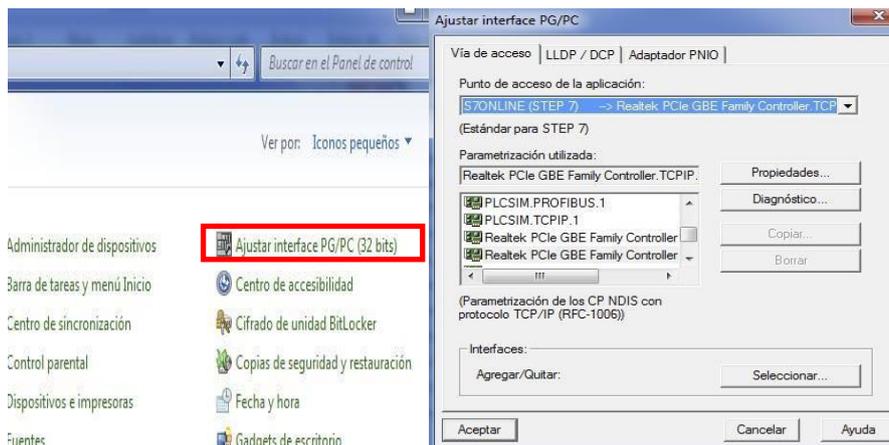


Figura 101. Ajuste de interfaz

En la ventana ajustar interface PG/PC se configura el dispositivo físico desde donde estamos conectándonos al equipo, en este caso conectamos el S7-1200 a la tarjeta de red de mi PC, por ello se verá S7ONLINE “Realtek PCI GBE Family Controller”, como siguiente paso es ver los parámetros de la tarjeta como TCP / IP trabajando por Ethernet (Anexo 8) y se aceptan los cambios.



Figura 102. Ajuste de interfaz ethernet

Lo segundo es verificar que la IP del PLC y la IP de la PC estén en la misma subred, como por ejemplo la siguiente:

IP S7-1200 = 192.168.1.50

IP Computadora = 192.168.1.10

Unas ves verificadas estas dos cosas, seleccionamos la carpeta del PLC y procedemos a cargar el programa en el PLC, mediante la flecha que indica “CARGAR EN DISPOSITIVO”

Saldrá el siguiente cuadro:

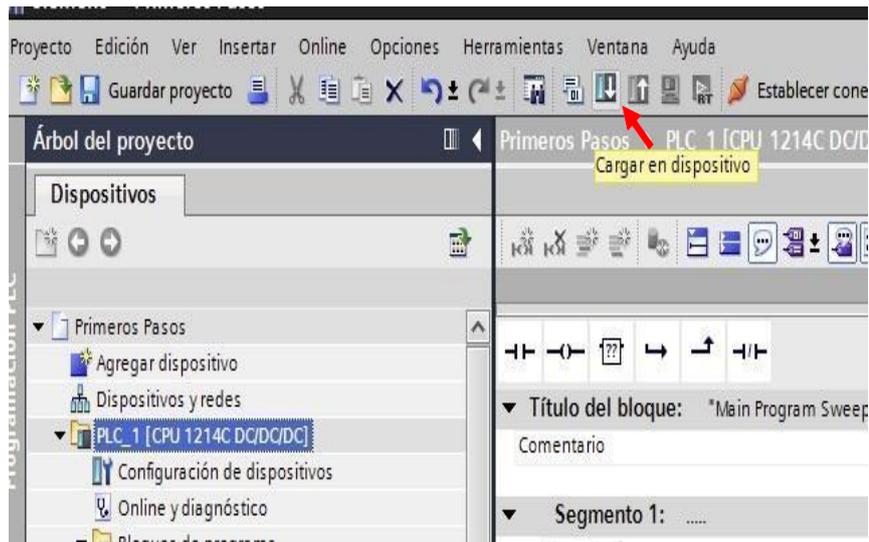


Figura 103. Cargar en dispositivo

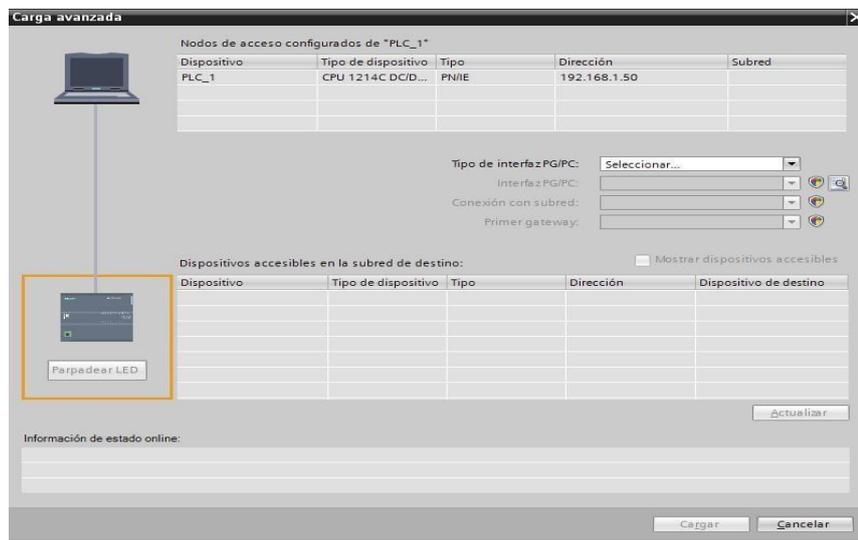


Figura 104. Cargar PLC mediante conexiones

Debemos configurar los campos según nuestras conexiones, al colocar el tipo de interfaz y la interfaz el programa empezara a buscar al dispositivo ONLINE conectado.

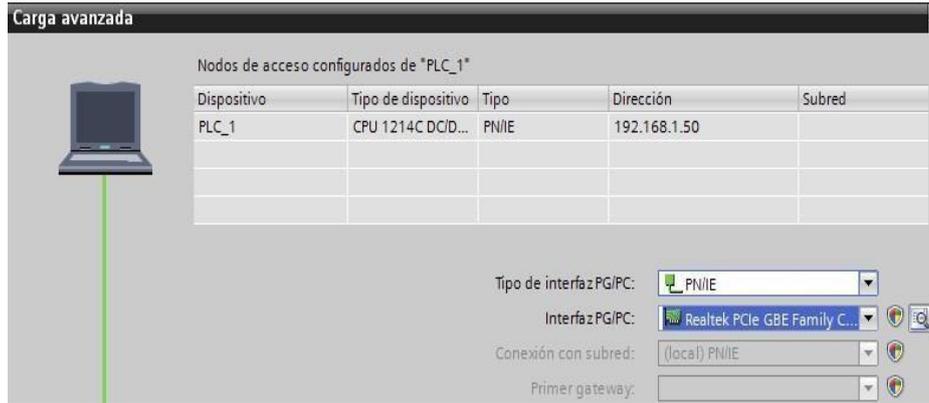


Figura 105. Configuración de interfaz

Una vez encontrado el dispositivo que deseamos programar, lo seleccionamos y cargamos el programa.



Figura 106. Cargar dispositivo

El programa compilara el programa y si no ay ningún error nos permitirá cargar el programa, seleccionamos cargar nuevamente.

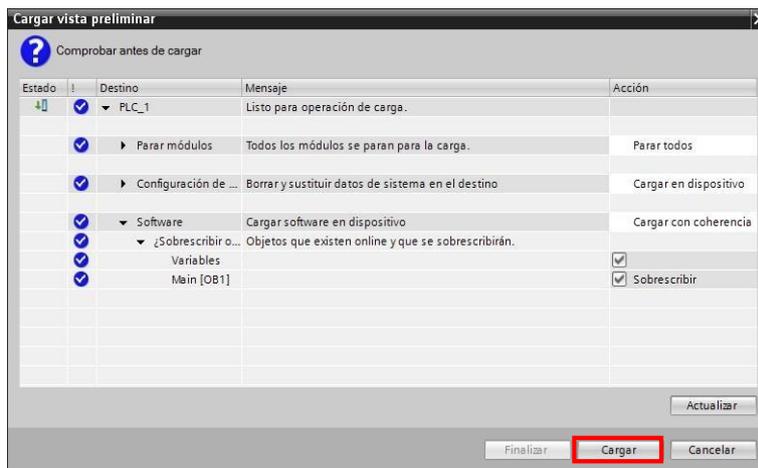


Figura 107. Cargar vista preliminar

Cuando el programa halla cargado en el PLC antes de finalizar nos saldrá un aviso pidiendo le confirmemos si deseamos dejar el PLC en STOP o pasarlo a RUN al finalizar, seleccionamos la casilla “arrancar módulos” para que pasemos al modo RUN al finalizar , si no hacemos esto , al finalizar la CPU quedara en modo STOP, con el S7-1200 a diferencia del S7-200/300/400 para pasar de RUN STOP, o viceversa , debemos conectarnos online y modificarlos desde software.

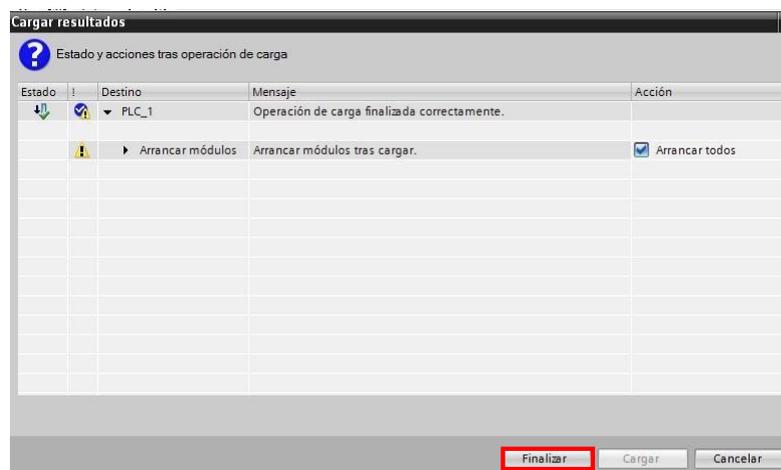


Figura 108. Finalizar carga

4.7.2. Visualizar el dispositivo Online

Damos click en “establecer conexión online” y luego seleccionamos “activar observación”

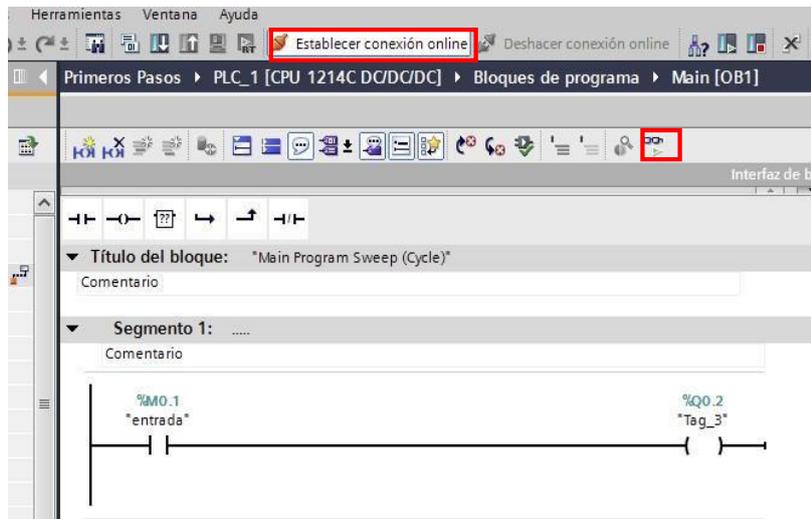


Figura 109. Establecer conexión online

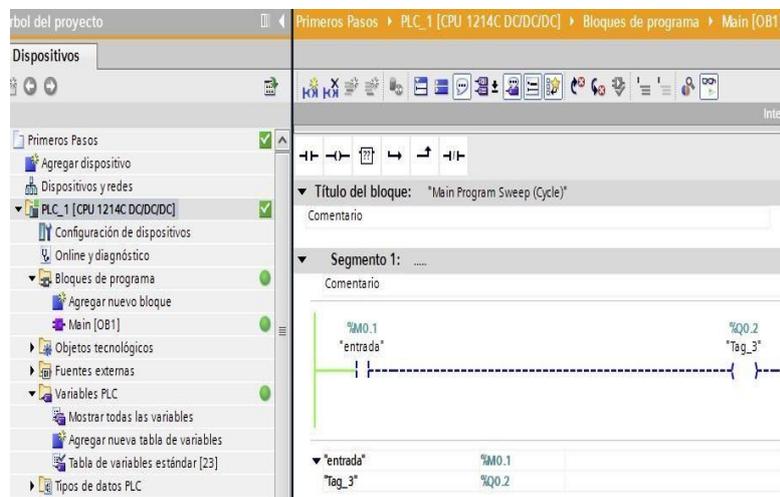


Figura 110. Vista preliminar

4.7.3. Configuración del SET POINT

Para empezar la configuración del SET POINT se empieza reconociendo las conexiones de los equipos en físico.

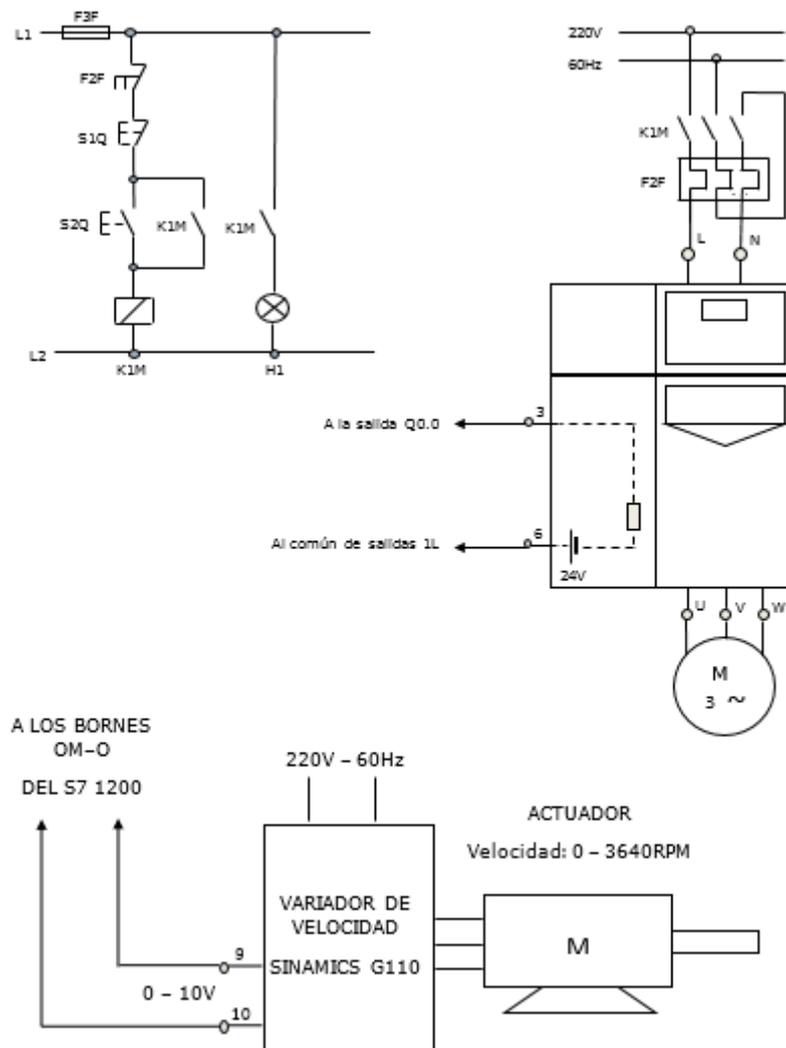


Figura 111. Conexión del variador de frecuencia SINAMICS G110

En el programa TIA PORTAL V13 se configuran los segmentos pertenecientes al diagrama ladder SET POINT para la altura deseada denominada en la siguiente figura como “SP”.

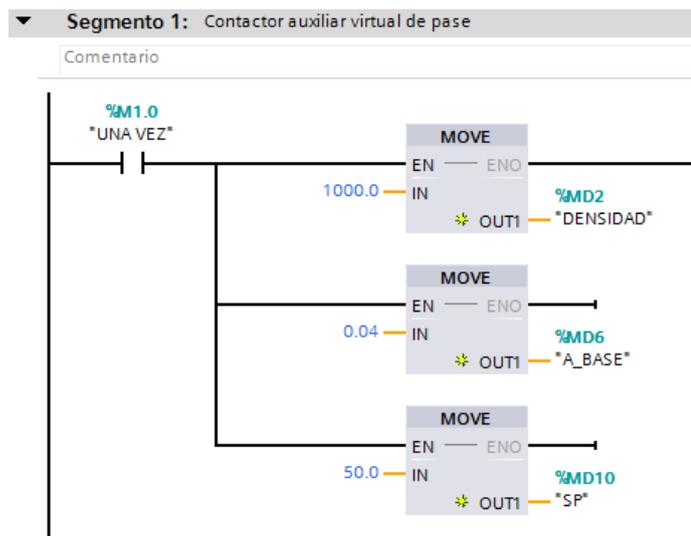


Figura 112. Segmento 1 Configuración del SET POINT “SP”

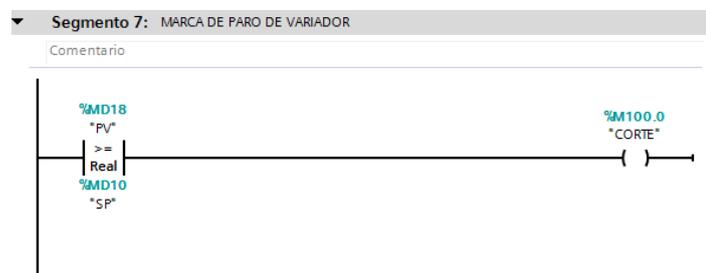


Figura 113. Segmento 7 Marca de paro del variador

A continuación, en la tabla de variables estándar se colocarán todos los elementos con su respectivo nombre y marca para su diseño en el programa.

		Tabla de variables estándar					
		Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
PROYECTO FINAL_V13_MODIFICADO	16	SET_MAN	Real	%MD40	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NIVEL DESTINO MODO MANUAL(CM)
	17	RAPIDEZ	Real	%MD44	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RAPIDEZ MODO AUTOMATICO
	18	SET_AUTO	Real	%MD48	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NIVEL DESTINO MODO AUTOMATICO(CM)
	19	TER	Bool	%IO.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	CONTACTOR NA RELE TERMICO
	20	CORTE	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DE PARO DE VARIADOR
	21	STOP_MAN	Bool	%M100.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DE PARO MANUAL DE VARIADOR
	22	STOP_AUTO	Bool	%M100.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DE PARO AUTOMATICO DE VARIA...
	23	STOP_FIS	Bool	%IO.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PULSADOR NA DE PARO DE VARIADOR
	24	START_MAN	Bool	%M100.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DE MANDO MANUAL DE VARIADOR
	25	START_AUTO	Bool	%M100.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MARCA DE MANDO AUTOMATICO DE VARI...
	26	START_FIS	Bool	%IO.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PULSADOR NA DE MARCHA VARIADOR
	27	CISTERNA	Bool	%IO.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NIVEL NA DE CISTERNA
	28	ENT_DIG	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ENTRADA DIGITAL DE CONEXION VARIADOR
	29	K1M	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BOBINA DE CONTACTOR DE EB
	30	SAL	Int	%QW80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VELOCIDAD DE VARIADOR ENTERO
	31	INTER3	Real	%MD52	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VALOR INTERMEDIO 3
	32	RAP_AUTO	Real	%MD56	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RAPIDEZ EN AUTOMATICO
	33	MAN_RAP1	Bool	%M200.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MANDO RAPIDEZ 1
	34	MAN_RAP2	Bool	%M200.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MANDO RAPIDEZ 2
	35	MAN_RAP3	Bool	%M200.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	MANDO RAPIDEZ 3

Figura 114. Tabla de variables estándar

En la pantalla HMI principal se agregará el cuadro de texto color verde SET POINT donde se apreciará en números reales la altura de parada llenado de agua de lastre para su configuración de medida máxima, donde se ejecutará de manera automática el paro de la bomba.

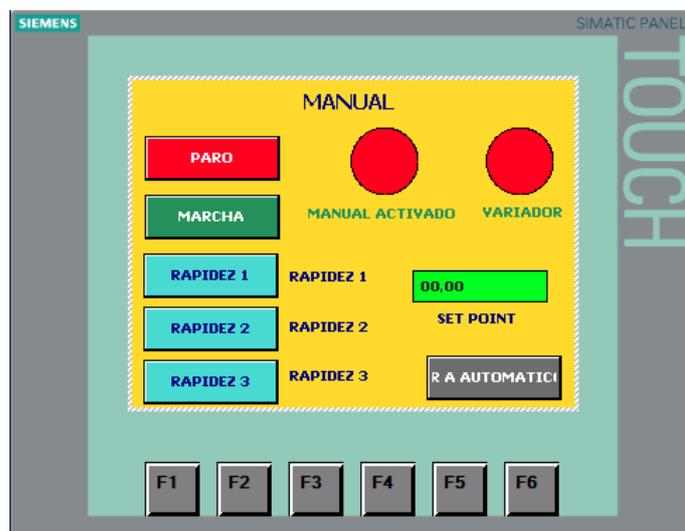


Figura 115. Pantalla principal HMI

En la pantalla visualizadora HMI respecto a la lectura de nivel también se podrá cambiar el SET POINT sin necesidad de volver a programar en el TIA PORTAL V13. Llegando a facilitar de esta manera el maneja a libertad de altura deseada en los tanques de lastre.

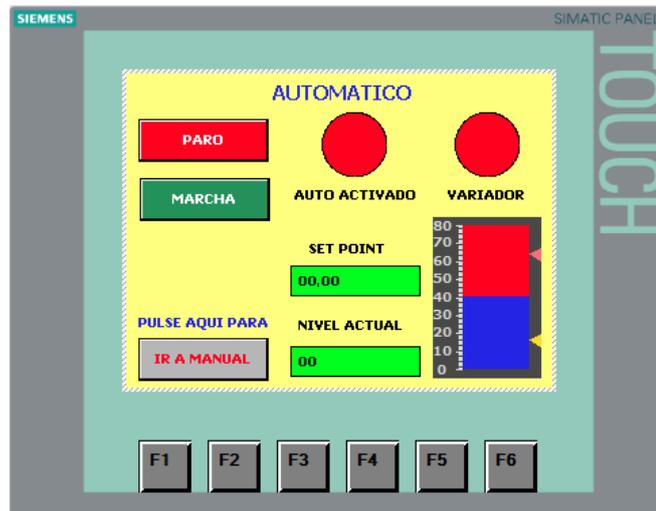


Figura 116. Pantalla de control de nivel HMI

De esta manera ayudara eficientemente al oficial encargado de lastre en la manipulación de llenado de tanques desde la pantalla HMI con la rapidez deseada en cualquier momento.

CAPITULO V: ANALISIS ECONOMICO DEL SISTEMA

5.1. Factibilidad financiera

En este capítulo se detallara de manera general el presupuesto que se requiere según los estudios efectuados durante este proyecto con el fin de implementar un sensor de nivel en el sistema de lastre del buque tanque gasero Santa Clara B.

5.2. Presupuesto en del diseño

Tabla 12

Presupuesto en el sistema de lastre del buque tanque gasero Santa Clara B

Cant.	Descripción	Precio Unitario	Precio Total	Costo de instalación
1	PLC S7-1200 CPU1214C	1900	1900	100
1	Módulo A	50	50	100
1	Módulo B	300	300	300
1	Fuente 24 VDC 5A	300	300	-
1	Variador de Frecuencia	900	900	50
1	Bomba trifásica	700*	700	50
1	Sensor de nivel	800	800	-
8	Luces pilotos a 24 Vdc	7.5	60	-
4	Pulsador NA + NC	10	40	-
1	Metros de cable #16	40	40	-
20	Metros de cable con banana macho	2	40	-
7	Borneras de caucho	4	28	-
1	Accesorios de metal varios(riel DIN)	5	5	-
24	Pernos y tornillos de sujeción	5	5	-
2	Tuberías.PVC ¾ x 1m	5	10	50
1	Relé térmico	50	50	-
2	Tanques acrílicos	150	300	200
2	Prensas metálicas	5	10	-
1	Canaleta de plástico x m	2	2	-
1	Rollo de cinta de teflón	5	5	-
1	Filtro de agua	10	10	-

2	Válvulas manuales	10	20	20
9	Accesorios de tubería PVC	2	18	20
1	HMI KTP 600	3000	3000	-
2	Finales de carrera	20	40	-
1	Interruptor rotativo O-B1-B2-ALT	20	20	-
40	Bananas hembras	2	80	-
2	Acrílicos de modulo A	30	60	-
1	Interruptor rotativo MOA	20	20	-
2	Cable bipolar vulcanizado	5	10	-
1	Cable tripolar vulcanizado	5	5	-
1	Interruptor Tripolar	50	50	-
2	Tomacorrientes dobles	10	20	-
4	Contactores	50	200	-
3	Interruptor Bipolar	20	60	-
1	Módulo de comunicación ETHERNET	50	50	-
2	Tubos espiralados x 1m	5	10	-
6	Ruedas	10	60	-
3	Cable de comunicación ETHERNET	30	90	-

5.3. Variables de selección

Las variables a considerar para la selección de estos equipos fueron:

- **Costo**

Se considera el valor de adquisición y los gastos para su reposición, siendo un punto importante a tratar en el proyecto respecto a la elección del equipo.

- **Confiabilidad**

La confiabilidad del equipo se reflejará en la vida útil ya que permitirá el tiempo de uso en el sistema de lastre y la especificación técnica en cuanto a la exactitud de la medición en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B.

- **Mercado Local**

Se hace referencia al lugar donde se adquieren las reposiciones del equipo, llegando a tomar en cuenta la cercanía dentro del país o región, teniendo una disponibilidad inmediata para la compra de repuestos o equipo completo.

- Mantenimiento

Respecto al mantenimiento del equipo, se tomaron en cuenta el mantenimiento correctivo y el mantenimiento predictivo, los cuáles se efectuarán la próxima vez que el Buque ingrese a Dique ya que el equipo requiere de personal capacitado para su operación de mantenimiento.

5.4. Análisis de selección de los equipos

En las siguientes tablas se puede visualizar los puntos que se tuvieron en cuenta para seleccionar el sensor, de acuerdo al costo, especificaciones técnicas, mercado local y mantenimiento.

En la tabla 13, se toma 3 puntos para valorar los equipos:

1 – Muy bueno

2 – Bueno

3 – Regular

Tabla 13

Tabla de selección respecto a marcas

MARCAS	COSTO	ESPECIFICACIONES	MERCADO	
		TÉCNICAS	LABORAL	MANTENIMIENTO
PEPPERL-FUCHS	1	3	2	3
VEGA	2	2	1	1
DANFOSS	3	1	3	2

Tabla 14

Tabla de comparación de marcas de sensores

MARCAS	COSTO (S/.)	ESPECIFICACIONES	MERCADO	
		TÉCNICAS	LABORAL	MANTENIMIENTO
PEPPERL-FUCHS	600.00	- Presenta membrana de Aluminio. - Salida Analógica de 4-20 mA. - Exactitud +/- 10 mm.	- Mercado: Lima.	- Correctivo.
VEGA	800.00	- Presenta membrana de Acero Inoxidable. - Salida Analógica de 4-20 mA. - Exactitud +/- 5 mm.	- Mercado: Lima / Provincia.	- Predictivo.

DANFOSS	1000.00	- No presenta membrana, presenta Cable.	- Mercado: Lima / Provincia.	- Predictivo.
		- Salida Analógica de 4-20 mA.		
		- Exactitud +/- 5 mm.		

Con el análisis efectuado se optó por la marca Vega debido a los diversos puntos tomados como referencia, dando a conocer ventajas sobre otros productos en costo, especificaciones técnicas, mercado local y mantenimiento.

Así mismo dentro del análisis efectuado en el proyecto se debe hacer mención que el sensor de la marca Vega es factible, debido a que cuenta con la certificación por la Clasificadora Germanischer Lloyd para el Buque Tanque Gasero Santa Clara B.

De igual manera, se debe tener presente que el Buque Tanque Gasero Santa Clara B debe estar directamente ligado con el Convenio Internacional Para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar (SOLAS) y el Código Internacional de Gaseros (CIG), debido a que el rol de la clasificadora Germanischer Lloyd como norma de construcción y equipamiento conforma al SOLAS Y CIG.

En tal sentido, se ha encontrado la certificación del equipo Vega (Anexo 9), que lo coloca apto para ser utilizado en el Buque Tanque Gasero Santa Clara B, debido a que cuenta con las características de la clasificadora para la certificación de equipos en el buque.

- **Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar**

Convenio Internacional de la OMI para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar (SOLAS 74/78) en su forma enmendada.

El capítulo II, de construcción, estructura, compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas.

Éste capítulo define como objetivo principal el especificar normas de construcción, equipamiento y explotación de buques para garantizar su seguridad y la de las personas embarcadas, de igual manera éste convenio hace referencia que los equipos que se instalen abordo no sean riesgosos para la tripulación. Sin embargo, el SOLAS cumple con características específicas que van ligadas directamente con la clasificadora para con el cuidado de la vida humana y la seguridad del Buque las cual es la seguridad de la vida humana y el no poner en riesgo a ellas.

- **Código Internacional de Gaseros**

El objetivo principal del Código Internacional de Gaseros es el de establecer unas normas de carácter internacional que regulen el transporte marítimo de gases licuados garantizando a la vez la seguridad de la tripulación, del buque y su carga, y del medioambiente.

Los capítulos los cuáles guardan relación al sensor y sus componentes, son:

El capítulo X, Instalaciones eléctricas.

En éste capítulo se describe los espacios y zonas peligrosas a causa del gas y se podrá instalar el equipo del tipo certificado como seguro de conformidad con las disposiciones que se indica debido a que en todos los espacios y zonas peligrosos a causa del gas, podrán instalarse equipo y cableado eléctricos intrínsecamente seguros. De igual forma, No se instalará equipo ni cableado eléctrico en espacios o zonas peligrosos a causa del gas, a menos que sean esenciales a fines operacionales. En este caso este sensor y su cableado a implementar son intrínsecamente seguros debido a que sería con fines operacionales.

El capítulo XIV, Protección del personal.

La protección del personal será efectuada de una manera adecuada, usando los equipos de seguridad necesarios para el cuidado de la vida humana abordo, es por ello que los tripulantes que se encuentren en las operaciones del sistema se proveerá equipo adecuado en caso hagan el ingreso a las bodegas, teniendo en cuenta la naturaleza de los productos presentes en la bodega del buque.

El personal abordo debe contar con el equipo suficiente para hacer el ingreso a la bodega debido a que al ser un espacio cerrado se tiene que cumplir lo establecido respecto a Seguridad y Protección del personal en el presente Código.

5.5. Recuperación de la inversión

Según el presupuesto del diseño realizado durante el proyecto, la recuperación de la inversión se manifestará de una manera productiva como es en la reducción de horarios de trabajos para el personal, mejorando considerablemente la operatividad del sistema de lastre debido a que en la simulación se presentan resultados satisfactorios de como trabajaría el sistema de lastre en la maqueta, obteniendo una operatividad óptima.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Los requerimientos utilizados para éste estudio con el fin de mejorar el sistema de lastre fueron los parámetros en calibración de equipos, aspecto respecto a marcas y factores a tomar en cuenta en la selección del equipo como el PLC, HMI, variador de frecuencia y el sensor de nivel para el sistema de lastre.
- Se emplearon los parámetros requeridos para el sensor nivel del sistema de lastre, teniendo resultados deseados en la aplicación de lastrado y deslastrado.

- El diseño de sistema lastre como prototipo fue óptimo, debido a que funcionó según los requerimientos técnicos llegando a responder las expectativas deseadas en el manejo del sistema en relación tiempo y respuesta.

- Se planteó el costo del proyecto presentado como puntos positivos:
 - La reducción de tiempo en el muelle debido a la operación de lastre.
 - La reducción de responsabilidades en el área de ingeniería debido a la presencia de la automatización.
 - La seguridad al llevarse a cabo en un espacio cerrado donde el acceso es restringido.

- Se planteó el costo del proyecto presentado como punto negativo:
 - La recuperación de la inversión no se efectuará de forma económica.

- La inversión de este proyecto se manifestará en la reducción de horarios de trabajos para el personal, así como también para la operatividad del sistema de lastre.

- La factibilidad del estudio ha sido evaluada en varios aspectos como en lo económico, tiempo y recursos humanos. Considerando dentro ellos la reducción de trabajo al personal, el tiempo ganado podría ser usado para otras labores, eliminar el riesgo de vida, conocer en todo momento la medida de nivel en los tanques de lastre, fomentar conciencia en el cuidado de la vida humana.
- Este proyecto permitirá el desarrollo con la ayuda tecnología, mejorando y modernizando el sistema de lastre mediante el sensor de nivel.
- Se confirma que todos los dispositivos a instalar en la zona de carga son intrínsecamente seguros.
- El mantenimiento del sensor del nivel se ejecutará de manera correctiva y predictiva según la fecha que el buque ingrese a Dique.

6.2. Recomendaciones

- Es recomendable tener una buena instalación del equipo en el sistema ya que ayudará de manera efectiva y eficaz la operatividad tanto en el sensor como en la conexión del PLC.
- Como otra alternativa al tener que implementar este sensor en el tanque de lastre, se da a conocer que no solo se tiene que perforar el tanque, también existe otros tipos de sensores los cuales facilitarían la implementación del sensor en los tanques de lastre, como fue detallado anteriormente.
- Es necesario que el oficial encargado de lo que a lastre pertenece haga un test de prueba primero del sensor para que se familiarice con el control y funcionamiento de este dispositivo y de esa manera pueda éste equipo brindar un correcto rendimiento de operatividad al sistema de lastre.
- Se recomienda implementar el mismo modelo y marca a fin de que no exista alguna incompatibilidad en la instalación.
- Se recomienda continuar las investigaciones en el campo marítimo con la finalidad de automatizar los sistemas abordo debido a que tienen el mismo principio de medición.

- Finalmente, se sugiere aplicar el siguiente proyecto en la próxima fecha que el buque irá a dique, puesto que se puede hacer el test de prueba así mismo implementar el sensor.

REFERENCIAS

- Abellán, L. (2008). *Sensores de nivel utilizados en la automatización industrial (Tesis de grado)*. Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Arias, J. & Marulanda, A., (2010). *Control y medida de nivel de líquido por medio de un sensor de presión diferencial, (Tesis de grado)*. Universidad tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia.
- Castro, M. & Jácome, S., (2012). *Diseño e implementación de un sistema de control para el proceso de tinturado de hilo en la planta textil IMBATEX, (Tesis de licenciatura)*. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- Danfoss (2012). *Transmisor electrónico de nivel de líquido AKS 4100/4100U. Marca Danfoss*. Nordborg, Dinamarca.
- Jiménez (2010). *Medición de nivel*. Recuperado de <http://medirvariables.blogspot.pe/2010/04/medicion-de-nivel.html>
- Montalvo, J. & Morocho, W., (2011). *Diseño e implantación de un sistema SCADA para control del proceso de un módulo didáctico de montaje FESTO utilizando PLC y una pantalla HMI, caso práctico: En el laboratorio de automatización de la FIE, (Tesis de grado)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Peñaranda, C., Silva, W. & Gómez, E., (2014). *Instrumentación y control de nivel para un sistema de tanques acoplados en el laboratorio de control e*

instrumentación de la E3T-UIS, (Tesis de grado). Universidad industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

Pepperl Fuchs. (s.f.) *Sensores de presión hidrostática*. Recuperado de https://www.pepperl-fuchs.com/global/es/classid_491.htm

Romero, S. & Fernández, R., (2016). *Análisis y automatización de los sistemas de amarre de un buque, (Tesis de grado)*. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.

SIEMENS (2009). *Manual S7-1200 serie SIMATIC marca SIEMENS*. Nuremberg, Alemania.

SIEMENS (2009). *Manual de panel operador serie SIMATIC Panel HMI KTP 600 basic marca SIEMENS*. Nuremberg, Alemania.

SIEMENS (2014). *Manual de sistema STEP 7 Basic V13 SP1 serie SIMATIC marca SIEMENS*. Nuremberg, Alemania.

SILI (s.f.) *Bomba de lastre*. Recuperado de <http://silipump.com/marine-pumps/ballast-pump/>

Simm, C., (2005). *¿Qué es el lastre de un barco?* Recuperado de http://www.ehowenespanol.com/lastre-barco-hechos_352205/

Sciortino J. (1995). *FAO training series, producción pesquera*. Roma, Italia.

Sinamics G110 (2005). *Instrucciones de uso SINAMICS G110 120 W- 3kW marca SIEMENS*. Núremberg, Alemania.

Transgas Shipping, (2000). *Plan de operación del agua de lastre*. Lima, Perú.

VEGAMET 507 Z (1994). *Technical information marca VEGA*. Bönningheim,
Alemania.

VEGA (s.f.). *Medición de nivel para navíos marca VEGA*. Bönningheim, Alemania.

ANEXOS

ANEXO 1

CONSTANCIA DE VISITA

“Año de la consolidación del mar de Grau ”

CONSTANCIA DE VISITA A BORDO DEL B/T GASERO SANTA CLARA B

SUPERINTENDENTE DEL B/T GASERO SANTA CLARA B

Por este conducto se hace constar que. El bachiller MARTINEZ ALVARADO ALEXANDER PAUL egresado de la Escuela Nacional De Marina Mercante Almirante Miguel Grau (ENAMM) realizó la visita al B/T Gasero Santa Clara B.

Al fin de recaudar información sobre tanque de lastre, sensores para así poder culminar con el proyecto de factibilidad que lleva por título “Proyecto de factibilidad de un sensor de nivel para el sistema de lastre del Buque Tanque Gasero Santa Clara B”.

LUGUSTO GARCÍA CÁRDENAS
SUPERINTENDENTE


Superintendente B/T Gasero Santa Clara B

“Año de la consolidación del mar de Grau ”

CONSTANCIA DE VISITA A BORDO DEL B/T GASERO SANTA CLARA B

SUPERINTENDENTE DEL B/T GASERO SANTA CLARA B

Por este conducto se hace constar que. El bachiller CUBA MORAN GEBORKEN egresado de la Escuela Nacional De Marina Mercante Almirante Miguel Grau (ENAMM) realizó la visita al B/T Gasero Santa Clara B.

Al fin de recaudar información sobre tanque de lastre, sensores para así poder culminar con el proyecto de factibilidad que lleva por título “Proyecto de factibilidad de un sensor de nivel para el sistema de lastre del Buque Tanque Gasero Santa Clara B”.

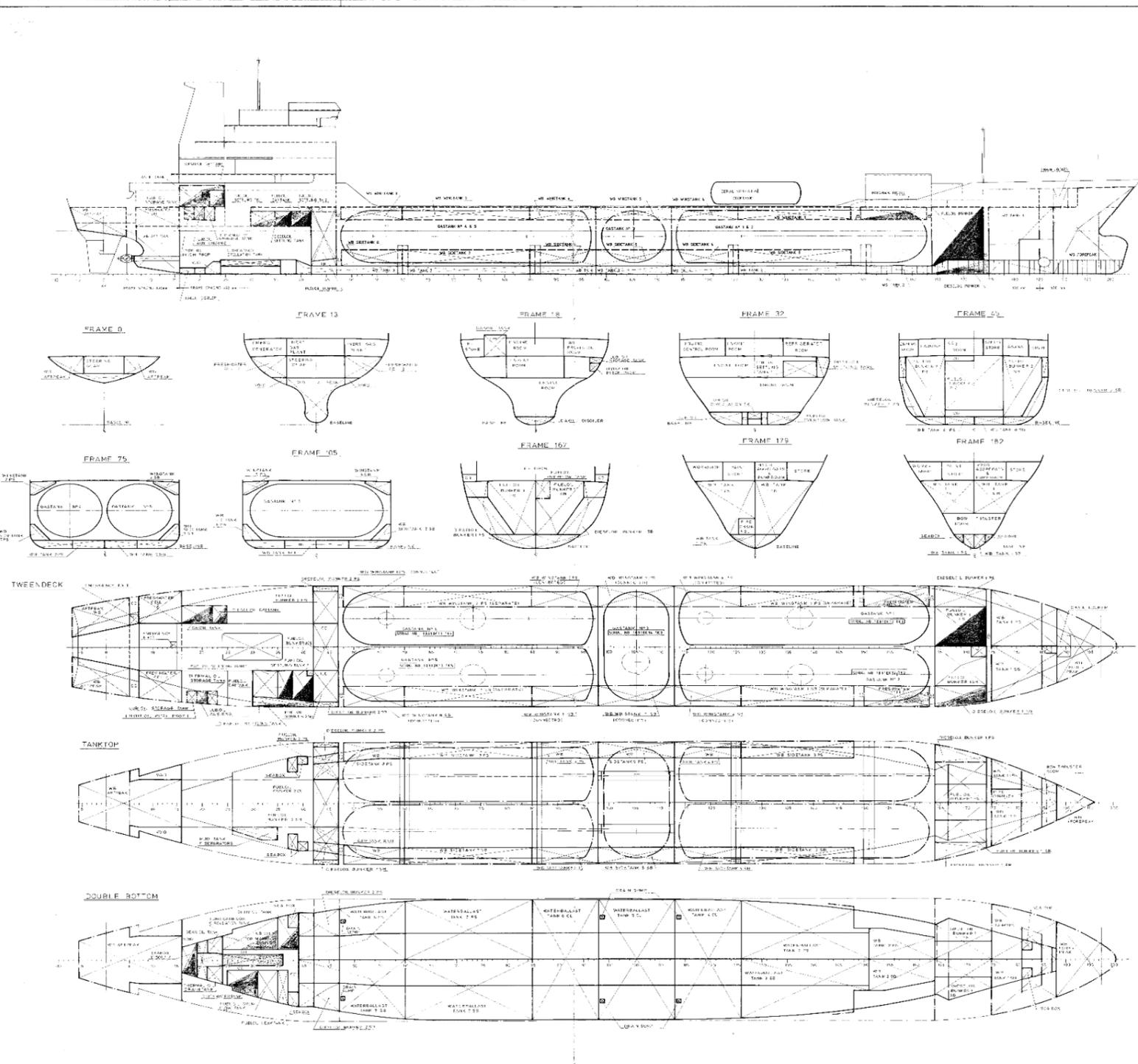
·UGUSTO GARCÍA CÁRDENAS
SUPERINTENDENTE

Superintendente B/T Gasero Santa Clara B

ANEXO 2

PLANO DEL SISTEMA DE LASTRE DEL BUQUE TANQUE GASERO SANTA CLARA B

DESIGNATION	FRAME Nº POS	VOLUME	M³	T	FORM	ASIDE
WATERBALLAST TANK LIQUID = 1,325 T / M³						
WATERBALLAST TANK 1	188 - 285 EL	273,03	276,33	736	PRINC. D.	↑
WATERBALLAST TANK 2	175 - 188 PS	279,74	284,75	1190	MAIN D.	
WATERBALLAST TANK 3	161 - 164 PS	298,38	297,53	1180		
WATERBALLAST TANK 4	151 - 164 SB	49,59	44,99	380		
WATERBALLAST TANK 5 TOTAL	174 - 151 SB	186,79	181,37	1600		
WATERBALLAST TANK 6 TOTAL	95 - 98 EL	231,44	239,21	1200		
WATERBALLAST TANK 7 TOTAL	98 - 111 EL	189,54	350,05	720		
WATERBALLAST TANK 8 TOTAL	65 - 85 EL	246,81	244,91	740		
WATERBALLAST TANK 9 TOTAL	19 - 45 SB	168,28	172,79	980		
WATERBALLAST TANK 10 TOTAL	19 - 45 SB	168,28	172,79	980		
WATERBALLAST TANK 11 TOTAL	5 - 16 EL	311,98	319,59	2500	↑	
WATERBALLAST TANK 12 TOTAL	124 - 148 SB	65,38	67,55	2700		
WATERBALLAST TANK 13 TOTAL	63 - 85 SB	74,74	74,18	1200		
TOTAL		3746,20	3879,91			
FRESHWATER TANK LIQUID = 1,000 T / M³						
FRESHWATER TANK 1	7 - 16 PS	59,68	59,68	7300	MAIN D.	
FRESHWATER TANK 2	7 - 16 PS	59,68	59,68	7300		
FRESHWATER TANK 3	150 - 162 PS	38,85	38,85	4800		
FRESHWATER TANK 4	59 - 162 SB	38,85	38,85	4800		
TOTAL		136,06	136,06			
DIESEL OIL TANK LIQUID = 0,937 T / M³						
DIESEL OIL TANK 1	23 - 47 PS	53,51	44,25	1000	MAIN D.	
DIESEL OIL TANK 2	39 - 47 SB	53,51	44,25	1000		
DIESEL OIL TANK 3	165 - 175 PS	192,56	167,51	700		
DIESEL OIL TANK 4	166 - 175 SB	182,54	157,51	700		
DIESEL OIL TANK 5	36 - 42 SB	31,52	27,42	900		
DIESEL OIL TANK 6	72 - 72 PS	72,54	72,54	1000		
TOTAL		579,48	489,17			
FUELOIL TANK LIQUID = 0,91 T / M³						
FUELOIL TANK 1	42 - 47 EL	145,75	179,32	1800	MAIN D.	
FUELOIL TANK 2	42 - 47 PS	145,75	179,32	1800		
FUELOIL TANK 3	42 - 47 SB	145,75	179,32	1800	TANK 1	
FUELOIL TANK 4	42 - 47 SB	145,75	179,32	1800		
FUELOIL TANK 5	35 - 42 SB	31,52	27,42	900	MAIN D.	
FUELOIL TANK 6	35 - 42 SB	31,52	27,42	900		
TOTAL		1094,53	574,34			
LUBRICATING OIL TANK LIQUID = 0,92 T / M³						
LUBRICATING OIL TANK 1	17 - 14 SB	1,89	1,73	740	POOP.	
LUBRICATING OIL TANK 2	24 - 35 PS	41,85	39,58	8500		
LUBRICATING OIL TANK 3	24 - 35 SB	14,80	13,23	8500		
TOTAL		48,54	54,54			
OTHER TANKS TANK LIQUID = 1,000 T / M³						
WATER TANK	23 - 31 SB	21,56	21,56	740	POOP.	
WATER TANK	177 - 175 SB	5,42	5,42	2500		
WATER TANK	31 - 35 SB	19,27	19,27	8500	POOP.	
WATER TANK	35 - 37 SB	11,09	11,09	1500		
WATER TANK	16 - 19 EL	11,26	13,76	740	POOP.	
WATER TANK	21 - 24 PS	7,52	7,52	8500		
WATER TANK	21 - 24 SB	7,52	7,52	8500	POOP.	
WATER TANK	21 - 24 SB	7,52	7,52	8500		
WATER TANK	25 - 35 SB	8,54	8,54	8500	POOP.	
WATER TANK	35 - 39 SB	19,23	19,23	740		
WATER TANK	17 - 19 SB	1,71	1,71	740	POOP.	
WATER TANK	17 - 19 SB	1,71	1,71	740		
TOTAL		123,29	123,29			
CARGO TANKS TANK LIQUID = 1,000 T / M³						
CARGO TANK 1	111 - 163 PS	1606,85	44,425	89,886	5,930	↑
CARGO TANK 2	111 - 163 SB	1606,85	44,425	89,886	5,930	
CARGO TANK 3	99 - 112 EL	773,25	0	67,775	5,930	
CARGO TANK 4	148 - 87 PS	1597,09	44,425	45,684	5,930	
CARGO TANK 5	148 - 87 SB	1597,09	44,425	45,684	5,930	
TOTAL		1211 - 138 EL	99,19	0	83,265	2,89



MT "SANTA CLARA"
LIQUEFIED GAS CARRIER
ETHENE/LPG/NH₃/VCM

CLASS: GL 100 A4 E1 "LIQUEFIED GAS CARRIER"
TYPE II G
+ ME E1 AUT INERT

SIGNALLETTERS: D P L S

MAIN PARTICULARS

LENGTH OVER ALL	ABT. 136,24 M
LENGTH B.W.P.	127,00 M
BREADTH MOL. (M)	19,00 M
DEPTH TO MAINDECK	10,35 M
DRAUGHT VCM	6,77 M
DRAUGHT ETHENE	5,42 M
DEADWEIGHT VCM	7810 T
DEADWEIGHT ETHENE	5889 T
GAS TANK VOLUME (M³)	7178 M³
JK TANK	99 M³
TANKAGE LONDON 1	2581 GJ
TANKAGE LONDON 2	7774 M³

PAUL LINDSAY
TANKPLAN
S 221 0010/05

ANEXO 3

HOJA TECNICA VEGAMET 507Z



Technical Information

Technical data		
Power supply	Operating voltage	U _N = 24 V AC, (16 ... 42 V), 50 / 60 Hz or U _N = 24 V DC, (16 ... 60 V)
	Power consumption	approx. 6 VA or 4 W
Measuring data input	Supply voltage for capacitive measuring electrode or pressure transmitter	max. 26 V, short-circuit proof, galvanically isolated analog
	Data transmission	2-core, unshielded (standard line)
	Connection cable	max. 200 Ω
	Resistance per conductor	2 ... 22 mA
	Valid measured values	< 2 mA; > 22 mA
	Fault signal at Min. level change	300 μA
Indication	LC-display	4-digit
	LED-analog indication	with 11 segments (10 %-steps)
Current output	Range	0 ... 20 mA or 4 ... 20 mA
	Load	max. 750 Ω
	Galvanical separation	to power supply unit and to input
	Resolution	0,05 % of range
	Linearity error	0,05 % of range
	Temperature error	0,06 % / 10 K of range
Voltage output	Range	0 ... 10 V, max. 1 mA
	Galvanical separation	to power supply unit and to input
	Resolution	0,05 % of range
	Linearity error	0,1 % of range
	Temperature error	0,06 % / 10 K of range
Fail safe relay	Relay data:	
	1 spdt	floating
	Contact material	Ag CdO and Au plated
	min. turn-on voltage	10 mV
	switching circuit	10 μA
		AC
max. turn-on voltage	U = 250 V	U = 60 V
switching circuit	I = 2 A	I = 1 A
max. breaking capacity	S = 125 VA	P = 54 W
Operating conditions	Permissible operating temp.	-20°C ... +60°C / -4 ... 140°F
	Storage and transport temp.	-20°C ... +70°C / -4 ... 158°F
Electrical connections in conjunction with	VEGAMET 507 Z carrier type 596 or housing type 589	multipoint connector DIN 41612, series F, 32-core, d, z connection to respective module connection to terminals (for max. 1,5 mm ²)
Electrical protective measures	Protection	mounted in carrier type 596: IP00, Front: IP 30
		mounted in housing type 589 (with blind plate): IP30 (in both cases observe the respective TIB)
	Protection class	mounted in housing type 589: II
Mechanical data	Series	mounting rack for carrier type 596 or housing type 589
	Dimensions loose	W = 25,4 mm (5 TE), H = 128,4 mm, D = 162 mm
	in the housing type 589 - 10 Ex Weight	W = 62,5 mm, H = 136 mm, D = 222 mm approx. 200 g

ANEXO 4

HOJA TÉCNICA SENSOR DANFOSS 4100



4100U

Measuring system

Measuring principle	2-wire loop-powered level transmitter; Time Domain Reflectometry (TDR)
Application range	Level measurement of liquid refrigerants. Approved refrigerants: Halogen Free / Environmentally friendly: R717 / NH ₃ , R744 / CO ₂ HFC: R22 HFC: R404A, R410A, R134A
Primary measured value	Time between the emitted and received signal
Secondary measured value	Distance or level

Design

Options	<p>Probe types</p> <p><i>Cable</i> Mechanical process connection with 5 m (197 in.) Ø2 mm (0.08 in.) stainless cable: Mechanical thread on the mechanical process connection AKS 4100: G1 in. pipe thread. Aluminium gasket included AKS 4100U: ½ in. NPT</p> <p><i>Coaxial</i> Mechanical process connection with 5 m (197 in.) Ø2 mm (0.08 in.) stainless cable: Mechanical thread on the mechanical process connection AKS 4100: G1 in. pipe thread. Aluminium gasket included AKS 4100U: ½ in. NPT Stainless steel tubes supporting the available probe length</p> <p>LCD display</p>
Max. measuring range	<p>Coaxial AKS 4100: 500, 800, 1000, 1200, 1500, 1700 and 2200 mm AKS 4100U: 19, 23, 30, 45, 55, 65, 85 in.</p> <p>Single cable Ø2 mm / 0.08 in.: 800-5000 mm (31.5-197 in.)</p>
Dead zone	This depends on the type of probe. (see pages 7 and 8)

Display and User interface

Display	Integrated LCD display 128 x 64 pixels in 8-step greyscale with 4-button keypad
Interface languages	English (default), German, French, Spanish

Operating conditions

Temperature:	
Ambient temperature	-40°C / +80°C (-40°F / +175°F) For HM: -20°C / +60°C (-4°F / +140°F)
Storage temperature	-40...+85°C / -40...+185°F
Process connection temperature	Standard -60°C / 100°C (-76°F / 212°F)

Pressure:

Operating pressure	Standard: -1 barg / 100 barg (-14.5 psig / 1450 psig)
--------------------	---

Other conditions:

Liquid dielectric constant (ε _r)	Cable version to be used in R717 / NH ₃ , HFC and HFC ε _r , liquid > 5.6 Coaxial version is mandatory in R744 / CO ₂ ε _r , liquid > 1.3
Vibration resistance	EN 60721-3-4 (1...9 Hz: 3 mm / 10...200 Hz: 1g; 10g shock half-wave sinusoidal: 11 ms)
Protection category	IP 66/67 equivalent to NEMA type 4X (housing) and type 6P (probe)

Installation conditions

Dimensions and weights	See page 10
------------------------	-------------

4100U
Material

Housing	Aluminium
Coaxial (segmented)	Standard: Stainless steel (1.4404 / 316L)
Single cable	Standard: Stainless steel (1.4401 / 316)
Process fitting	Standard: Stainless steel (1.4404 / 316L)
Gaskets	EPDM (-50...+150°C / -58...+300°F)
Cable gland	Plastic (black)

Process connections
Thread:

Single cable Ø2 mm / 0.08"	AKS 4100: G1 inch pipe thread. Aluminium gasket included AKS 4100U: 3/8 in. NPT
Coaxial	AKS 4100: G1 inch pipe thread. Aluminium gasket included AKS 4100U: 3/8 in. NPT

Electrical connections

Power supply	Terminals output 14-30V d.c. Min./Max. Value for an output of 22 mA at the terminal. Ambient temperature limitations -40°C/+80°C (-40°F / +176°F): 16-30V d.c. -20°C/+80°C (-4°F / +176°F): 14-30V d.c.
Current output load	RL [Ω] ≤ ((Uext - 14V) / 20 mA). - Default (Error output set to 3.6 mA) RL [Ω] ≤ ((Uext - 14V) / 22 mA). - (Error output set to 22 mA)
Cable gland	AKS 4100: PG 13, M20×1.5; (cable diameter: 6-8 mm (0.24-0.31 in.)) AKS 4100U: 1/2 in. NPT
Cable entry capacity (terminal)	0.5-1.5 mm ² (-20-15 AWG)

Input and output
Current output:

Output signal	4...20 mA or 3.8...20.5 mA acc. to NAMUR NE 43
Resolution	±3 µA
Temperature drift	Typically 75 ppm/K
Error signal	High: 22 mA; Low: 3.6 mA acc. to NAMUR NE 43; Hold (frozen value - not available with NAMUR NE 43 compliant output).

Approvals and certification

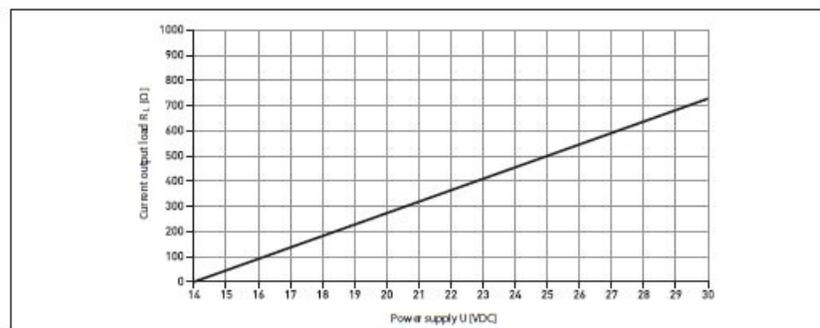
CE	This device fulfills the statutory requirements of the EMC directives. The manufacturer certifies successful testing of the product by applying the CE mark.
----	--

Other standards and approvals:

EMC	EMC Directives 2004/108/EC and 93/68/EEC in conjunction with EN 61326-1 (2006) and EN 61326-2-3 (2006). The device conforms to these standards if: - the device has a coaxial probe or - the device has a single probe that is installed in a metallic tank.
LVD	Low-Voltage Directives 2006/95/EC and 93/68/EEC in conjunction with EN 61010-1 (2001)
NAMUR	NAMUR NE 21 Electromagnetic Compatibility (EMC) of Industrial Process and Laboratory Control Equipment NAMUR NE 43 Standardization of the Signal Level for the Failure Information of Digital Transmitters

Minimum power supply voltage

Use this graph to find the minimum power supply voltage for a given current output load:



Minimum power supply voltage for an output of 22mA at the terminal

ANEXO 5

HOJA TÉCNICA SINAMICS G110

SIEMENS

Hoja de medición y de datos SINAMICS G110

Data sheet for SINAMICS G110

Datos de pedido

MLFB-Ordering data

6SL3211-0AB22-2UA1



Figura similar / Figure similar

Número de pedido del cliente / Client order no.:

Nº. de pedido Siemens / Order no.:

Número de oferta / Offer no.:

Nota / Remarks:

Nº. de ítem / Item no.:

Número de envío / Consignment no.:

Proyecto / Project:

Datos asignados / Rated data		Condiciones ambientales / Ambient conditions	
Entrada / Input		Altura de instalación / Installation altitude	
Número de fases / Number of phases	1 AC		1000 m
Tensión de red / Line voltage	200 ... 240 V ±10 %	Temperatura ambiente / Ambient temperature	
Frecuencia de red / Line frequency	47 ... 63 Hz	Funcionamiento / Operation	
Intensidad asignada / Rated current	27,20 A		-10 ... 40 °C
Salida / Output		Almacenaje / Storage	
Número de fases / Number of phases	3 AC		-40 ... 70 °C
Potencia asignada / Rated power	2,20 kW	Humedad relativa / Relative humidity	
Intensidad asignada (IN) / Rated current (IN)	11,00 A	Funcionamiento máx. / Max. operation	
Frecuencia de pulsación / Pulse frequency	8 kHz		95 % condensación no permitida / 95 % condensation not permitted
Frec. de salida con regulación por U/F / Output frequency for VF control	0 ... 650 Hz	Método de regulación / Closed-loop control techniques	
En cumplimiento de la normativa legal, existe una limitación a 550 Hz en producción. / As a result of legal stipulations, a limit to 550 Hz is in production.		U/F lineal / cuadrático / parametrizable / Uf linear / square-law / parametrizable	
		Sí / Yes	
Normas / Standards			
Datos técnicos generales / General tech. specifications		Conformidad con normas / Compliance with standards	
Factor de decalaje cos φ / Displacement cos φ	0,95	UL, cUL, CE, C-Tick (RCM) / UL, cUL, CE, C-Tick (RCM)	
Comunicación / Communication		Marcado CE / CE marking	
Comunicación / Communication	RS485 / 1545	Directiva de baja tensión 2006/95/CE / Low voltage directive 2006/95/EC	
Datos mecánicos / Mechanical data		Entradas / salidas / Inputs / outputs	
Grado de protección / Degree of protection	IP20 / IP20	Entradas digitales / Digital inputs	
Tamaño / Size	FSC	Número / Number	
Peso neto / Net weight	1,90 kg	3	
Anchura / Width	184,0 mm	Entradas analógicas / Analog inputs	
Altura / Height	181,0 mm	Número / Number	
Profundidad / Depth	152,0 mm	1 (Variante analógica, para consigna 0...10 V, escalable o usable como 4ª entrada digital) / 1 (Analog variant, for setpoint 0...10 V, can be scaled or used as 4th digital input)	
		Salidas digitales / Digital outputs	
		Número / Number	
		1 (Salida aislada por optoacoplador, tipo NPN) / 1 Isolated optocoupler output, NPN type)	

ANEXO 6

HOJA TÉCNICA PLC S7-1200

SIEMENS

Hoja de datos

6AG1214-1BG31-4XB0



SIPLUS S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RLY PARA ATMOSFERAS AGRESIVAS CON CONFORMAL COATING BASADO EN 6ES7214-1BG31-0XB0. CPU COMPACTA, AC/DC/RELE, ONBOARD I/O: 14 ED 24VDC; 10 SD RELE 2A; 2 EA 0 - 10V DC, ALIMENTACION: AC 85 - 264 V AC @ 47 -63 HZ, MEMORIA DE PROGRAMA/DATOS 75 KB

Figura similar

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1214C AC/DC/Relay
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V11 SP2 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
• 120 V AC	Si
• 230 V AC	Si
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
• Rango admisible, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible, límite superior	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V

Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	75 kbyte
• ampliable	No
Memoria de carga	
• integrada	4 Mbyte
Respaldo	
• existente	Si; sin mantenimiento
• sin pila	Si
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, tip.	0,085 µs; /instrucción
para operaciones a palabras, tip.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, tip.	2.5 µs; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadore y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
• Número, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
• Número, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones	
Área de direcciones de periferia	
• Entradas	1 024 byte
• Salidas	1 024 byte
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module

Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Si
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
• Desviación diaria, máx.	60 s/mes @ 25 °C
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (MP)	Si
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
Intensidad de entrada	
• para señal "1", tip.	1 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— parametrizable	0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Si
para contadores/funciones tecnológicas:	
— parametrizable	Si; Monofásica: 3 con 100 kHz y 3 con 30 kHz, Diferencial: 3 con 80 kHz y 3 con 30 kHz
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; Para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Protección contra cortocircuito	No; a prevenir externamente
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.

Protocolos	
Soporta protocolo para PROFINET IO	Si
PROFIBUS	Si
AS-interface	Si
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
Comunicación IE abierta	
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Si
Otros protocolos	
• MODBUS	Si
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
• Soporta	Si
• como servidor	Si
• Como cliente	Si
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Si
• UDP	Si
Servidores web	
• Soporta	Si
• Páginas web definidas por el usuario	Si
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
• Estado/forzado de variables	Si
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Si
Búfer de diagnóstico	
• existente	Si
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz
Frecuencímetro	Si
Posicionamiento en lazo abierto	Si
Regulador PID	Si
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
• entre los canales, en grupos de	1

• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Frecuencia de conmutación	
• de las salidas de impulsos, con carga óhmica, máx.	1 Hz
Salidas de relé	
• Nº de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
• Tensión	Si
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	Si
• Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	Si
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	Si
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
Norma física	Ethernet
con aislamiento galvánico	Si
Detección automática de la velocidad de transferencia	Si
Autonegociación	Si
Autocrossing	Si
Funcionalidad	
• PROFINET IO-Controller	Si

ANEXO 7

HOJA TÉCNICA HMI

SIEMENS

Hoja de datos

6AV6647-0AC11-3AX0

SIMATIC HMI KTP600 BASIC COLOR DP, BASIC PANEL, OPERACION TECLA/TACTIL, DISPLAY 6" TFT, 256 COLORES, INTERFAZ MPI/PROFIBUS DP CONFIGURABLE DESDE WINCC FLEXIBLE 2008 SP2 COMPACT/ WINCC BASIC V11/ STEP7 BASIC V11, CONTIENE SW OPEN SOURCE ENTREGADO GRATUITAMENTE. VER CD ADJUNTO



Información general	
Designación del tipo de producto	SIMATIC HMI KTP600 Basic color DP
Display	
Tipo de display	TFT
Diagonal de pantalla	5,7 in
Achura del display	115,2 mm
Altura del display	86,4 mm
Nº de colores	256
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	320 Pixel
• Resolución de imagen vertical	240 Pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	50 000 h
• Retroiluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	6

• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico/alfanumérico	
— Teclado numérico	Si; Teclado en pantalla
— Teclado alfanumérico	Si; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Si
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje vertical (formato retrato) posible	Si
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Si
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,35 A
Intensidad transitoria de conexión I ^t	0,5 A ^s
Potencia	
Consumo de potencia activa, tip.	9 W
Procesador	
Tipo de procesador	RISC 32 bits
Memoria	
Flash	Si
RAM	Si
memoria usable para datos de usuario	1 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
• Zumbador	Si
• Altavoz	No
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	No
• Reloj por software	Si
• Respaldo	No
• Sincronizable	Si

Interfaces	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	0
Nº de interfaces RS 485	1
Nº de interfaces RS 422	1
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	0
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	0
Protocolos	
PROFINET	No
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	Si
MPI	Si
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	No
• DHCP	No
• SNMP	No
• DCP	No
• LLDP	No
Propiedades WEB	
• HTTP	No
• HTML	No
Otros protocolos	
• CAN	No
• Soporta protocolo para EtherNet/IP	No
• MODBUS	Si; Modicon (MODBUS RTU)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Avisos de diagnósticos	
• Se puede leer la información de diagnóstico	No
Grado de protección y clase de protección	
IP (frontal)	IP65
Enclosure Type 4 en el frente	Si
Enclosure Type 4x en el frente	Si
IP (lado posterior)	IP20

ANEXO 8

HOJA TÉCNICA RJ45 PLUG 180 INDUSTRIAL ETHERNET

SIEMENS	
Hoja de datos	6GK1901-1BB10-2AB0
<p>Denominación del tipo de producto Descripción del producto</p>	<p>IE FC RJ45 Plug 180 (2x2) Conector M12 con inserto macho, 5 polos, código B IE FC RJ45 PLUG 180 2X2, CONECTOR RJ45 (10/100MBIT/S) C/ CAJA DE METAL ROBUST. Y TECNOLOGIA DE CONEX. FC PARA CABLE IE FC 2X2 SALIDA CABLE 180 GRADOS, 1 PAQUETE = 10 UNIDADES</p>
	
Aptitud para uso	Para conexión a cables IE FC TP 2x2, apto para montaje rápido con el sistema FastConnect
Velocidad de transf.	
Tasa de transferencia / con Industrial Ethernet	10 Mbit/s, 100 Mbit/s
Interfaces	
Número de conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • para cables Industrial Ethernet FC TP 4 • para componentes de red o equipos terminales 1
Tipo de conexión eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • para cables Industrial Ethernet FC TP contactos de desplazamiento del aislamiento integrados para cables de instalación TP FC de 4 hilos • para componentes de red o equipos terminales Conector RJ45
Tipo de conexión eléctrica / FastConnect	Sí
Datos mecánicos	
Material / de la caja	metal
Número de reutilizaciones	10
Tipo de enclavamiento	otros

Diseño, dimensiones y pesos	
Tipo de salida de cable	Salida de cable a 180°
Anchura	13,7 mm
Altura	16 mm
Profundidad	55 mm
Peso neto	35 g
Diámetro de cable conectable	6,5 ... 6,5 mm
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura ambiente	
<ul style="list-style-type: none"> • durante el funcionamiento • durante el almacenamiento • durante el transporte 	-40 ... +85 °C
humedad relativa del aire / con 25 °C / sin condensación / durante el funcionamiento / máx.	95 %
Grado de protección IP	IP20
Características, funciones y componentes del producto / Generalidades	
Propiedad del producto	
<ul style="list-style-type: none"> • apto para PoE • apto para PoE+ • sin silicona 	Si
Componente del producto	
<ul style="list-style-type: none"> • Alivio de tracción 	Si
Normas, especificaciones y homologaciones	
Certificado de aptitud	
<ul style="list-style-type: none"> • Conformidad con las Directivas sobre restricción de sustancias peligrosas (RoHS) • Homologación UL • Homologación cULus • aplicaciones ferroviarias según EN 50155 	Si
Norma para cableado estructurado	Cat5
Más información / Enlaces a Internet	
Enlace de Internet	
<ul style="list-style-type: none"> • a la página web: Guía de selección SIMATIC NET SELECTION TOOL • a la página web: Comunicación Industrial • a la página web: Industry Mall • a la página web: Centro de información y descarga • a la página web: Archivo gráfico • a la página web: CAx-Download-Manager • a la página web: Industry Online Support 	http://www.siemens.com/nst http://www.siemens.com/simatic-net https://mall.industry.siemens.com http://www.siemens.com/industry/infocenter http://automation.siemens.com/biddb http://www.siemens.com/cax http://support.automation.siemens.com

ANEXO 9

CERTIFICACIONES GERMANISCHER LLOYD

VEGA

Hoja de datos del producto

VEGABAR 87

4 ... 20 mA

Transmisor de presión con celda de medida metálica



Campo de aplicación

VEGABAR 87 es un transmisor de presión para mediciones de presión y de nivel de líquidos y productos viscosos con altas temperaturas en la industria química, alimentaria y farmacéutica. VEGABAR 87 brinda la posibilidad de detectar rangos de medición muy pequeños a partir de 0,1 bar. En conexión con un sensor esclavo el VEGABAR 87 también es adecuado para la medición electrónica de presión diferencial.

Su ventaja

- Máxima seguridad de medición incluso con variación rápida de la temperatura de proceso.
- Alta disponibilidad de la instalación gracias a la versión resistente al vacío
- Muy buena capacidad de limpieza y alta resistencia química gracias a materiales adecuados

Función

El corazón del transmisor de presión es la celda de medida, que transforma la presión aplicada en una señal eléctrica. Esa señal en función de la presión es evaluada por la electrónica integrada y convertida en una señal de salida normalizada. Para la detección de presión se emplean diferentes celdas de medida.

La celda de medida metálica METEC® posibilita versiones completamente soldadas y cubre también altas temperaturas. La celda de medida está dotada adicionalmente con un sensor de temperatura. El valor de temperatura está disponible para la indicación a través del módulo de indicación y configuración y para la evaluación a través de la salida de señal.

Datos técnicos

Rangos de medición	+0,1 ... +25 bar/+10 ... +2500 kPa (+1.45 ... +363 psig)
Rango de medición mínimo	+0,1 bar/+10 kPa (+1.45 psig)
Error de medición	< 0,1 %
Conexión a proceso	Abrazadera de suspensión, conexión roscada, rosca a partir de G 1½, 1½ NPT, bridas a partir de DN 32, 1½"
Temperatura de proceso	-12 ... +100 °C (-10 ... +212 °F)
Temperatura ambiente, de almacenaje y de transporte	-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F)
Tensión de trabajo	9,6 ... 35 V DC

Materiales

El sensor de valores medidos del equipo está hecho de 316L. La membrana de proceso está hecha de aleación C276, el cable portador de FEP.

Un resumen completo de todos los materiales y juntas disponibles se encuentran en el "Configurador" en www.vega.com y "VEGA Tools".

Versiones de carcasas

Las carcasas se pueden suministrar en versión de una cámara de material plástico, de aluminio o de acero inoxidable. Están disponibles en los grados de protección hasta IP 68 (25 bar) con electrónica externa así como en IP 69K.

Versiones electrónicas

Aparte de los sistemas electrónicos de dos hilos con 4 ... 20 mA o 4 ... 20 mA/HART son posibles también versiones totalmente digitales con Profibus PA, Fundación Fieldbus y Modbus. Adicionalmente hay disponible una versión como sensor esclavo para la medición electrónica de presión diferencial.

Homologaciones

Los equipos están homologados para el empleo en áreas bajo riesgo de explosión p. Ej. según ATEX e IEC. Los equipos tienen además diferentes homologaciones náuticas p. Ej. GL, LRS o ABS. Informaciones detalladas se encuentran en www.vega.com/download y "Homologaciones".

TYPE APPROVAL CERTIFICATE

DNV·GL

This is to certify that the undemoted product(s) has/have been tested in accordance with the relevant requirements of the DNV GL Type Approval System.

Certificate No. **11 587 - 10 HH**

Company **Siemens AG
DF FA AS SIMATIC Type Test
Werner-von-Siemens-Str. 50
92224 Amberg, GERMANY**

Product Description **Programmable Logic Controller SIMATIC S7 - 1200**

Type **6ES7 211, 6ES7 212, 6ES7 214, 6ES7 215, 6ES7 221...223; 6ES7 231, 6ES7 232,
6ES7 234; 6ES7 241, 6EP1 332, 6ES7 954, 6ES7 217**

Environmental Category **C, EMC1***

Technical Data /
Range of Application **Central Processing Units:
6ES7 211: CPU 1211C AC/DC/Relay, DC/DC/DC, DC/DC/Relay
6ES7 212: CPU 1212C AC/DC/Relay, DC/DC/DC, DC/DC/Relay
6ES7 214: CPU 1214C AC/DC/Relay, DC/DC/DC, DC/DC/Relay
6ES7 215: CPU 1215C AC/DC/Relay, DC/DC/DC, DC/DC/Relay
6ES7 217: CPU 1217C DC/DC/DC**
**Signal Modules:
6ES7 221: DI 8/16 x 24 V DC
6ES7 222: DO 8/16 x 24 V DC or 8/16 x Relay
6ES7 223: DI 8/16 x 24 V DC, DO 8/16 x Relay; DI/DO 8//8, 16/16 x 24 V DC
6ES7 231: AI 4/8
6ES7 232: AO 2/4
6ES7 234: AI 4 / AO 2**

**Tests and evidence according Requirement class 3
Firmware Version: V1.0; V3.0; V4.0**

Test Standard **Guidelines for the Performance of Type Approvals VI-7-2 Edition 2012
Regulations for the Use of Computers and Computer Systems**

Documents **Test report : I IA AS RD ST Type Test-2010-05 dated 25-06-2010, -2012-05
dated 24-05-2013; 6ES7 231; S36375-00-00AV dated 07-05-2013; 36371-00-
00BS dated 14-12-2012; SIMATIC Type Test-2014-02 dated 17-08-2015;
Operation Instruction C98130-A7569-A1-04-6419 PM 1207 dated June-2009;
System Manual A5E02486680-02 dated 11/2009 and A5E02486680-AJ dated
06/2015**

Remarks **Product(s) approved by this certificate is/are accepted for installation on all
vessels classed by DNV GL.**

Valid until **2020-09-15**

Page **1 of 2**

File No. **I.B.07**

Hamburg, 2015-09-16

Type Approval Symbol




Marco Rinkel


Andrea Grün

DNV GL

www.dnvgl.com

TYPE APPROVAL CERTIFICATE

DNV·GL

This is to certify that the undernoted product(s) has/have been tested in accordance with the relevant requirements of the DNV GL Type Approval System.

Certificate No.	47 292 - 03 HH
Company	Siemens AG DF FA AS SIMATIC Type Test Werner-von-Siemens-Str. 50 92224 Amberg, GERMANY
Product Description	SIMATIC HMI / Panel System
Type	OP: 270, 73, 77, 177B, 277; MP: 177-6, 270, 277, 370, 377-15" ; Basic: KTP400,600,1000; KP300, KPS; Comfort: KP/KTP400; KP/TP/KTP 700, 900, 1200 TP 170, .. 177 (A, B, B-4); .. 270; .. 277
Environmental Category	C; EMC1 (* see Remarks)
Technical Data / Range of Application	Rated Voltage: 24 V DC Power Consumption: approx. 0.6 A Operating System Environment: Windows CE No. of Colors: 256 MP 270 Key Active Screen: diagonal 10.4" Resolution: 640 x 480 (VGA) Keyboard: Membrane (38 System keys; 36 configurable Function keys) Processor: 32 bit CPU Configuration Memory: to 4 MByte OP 270 / TP 270 / MP 270 Touch Active Screen: diagonal 10.4" or 5.7" (only for OP270 and TP 270 6" option) Configuration Memory: to 2 MByte for OP 270 / TP 270 and to 4 MByte for MP 270 Keyboard: Membrane (36 System keys; 24 configurable Function keys) Processor: 64 bit RISC CPU
Test Standard	GL-Guidelines for the Performance of Type Approvals VI-7-2 Edition 2012 Regulations for the Use of Computers and Computer Systems.
Documents	Test report : 03-M558 dated 23-07-2003; 03-M311A dated 12-05-2003; E 2.506 dated 17-03-2003; 04-M0601052-A1 dated 23-10-2003 and A&D AS RD ST Type Test dated 13-01-2005; Technical Data: 6AV6591-1DC20-0A80 Tests and Evidence according Requirement Class 3
Remarks	Product(s) approved by this certificate is/are accepted for installation on all vessels classed by DNV GL.

Valid until **2018-04-20**

Page **1 of 3**

File No. **I.B.06**

Hamburg, 2015-09-21

DNV GL

www.dnvgl.com

Type Approval Symbol




Marco Rinkel


Andrea Grün