UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCIÓN REY BALDUINO DE BÉLGICA

MODIFICACIÓN Y HABILITACIÓN DE LA PLANTA CONTROL CASCADA

Trabajo de Titulación para optar al Titulo
De Técnico Universitario en
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Alumno:
Moises Choque Michaga

Profesor Guía:
Sr Ivan Acencio Barrientos

2019

Contenido

1° Capítulo 9

1.1 Introducción 1

1.2 Descripción del problema 2

1.3 Alcance 2

1.4 Objetivo general 2

1.5 Objetivos específicos 2

2° Capítulo 10

2 Marco teórico 4

2.1 Control de procesos 4

2.1.1 Diagrama en bloques: 4

2.1.2 Lazo abierto 6

2.1.3 Sistema de control en Lazo cerrado:… 6

2.1.4 Control cascada 7

2.2 Método de sintonización PID 11

2.2.1 Método de Ziegler y Nichols en Lazo Cerrado 11

2.2.2 Método de Tyreus y Luyben en Lazo Cerrado. 11

2.3 Controlador Lógico Programable 12

2.3.1 Clasificación de los PLC 12

2.3.2 PLC Twido Suite 13

2.4 Controlador 15

2.4.1 Características principales 15

2.4.2 Conexiones eléctricas 16

2.5 Transmisor de flujo 17

2.5.1 Principio de funcionamiento 17

2.5.2 Especificaciones 17

2.6 Medición de nivel por presión hidrostática 18

2.6.1 Principio de medición: 18

2.7 Bomba 20

2.7.1 Principio de funcionamiento bomba periférica. 21

2.7.2 Empleos e instalaciones para la bomba PK-60 21

2.8 Variador de frecuencia: ATV 58HU18N4 21
2.9 HMI Human Machine Interface..... 23
2.9.1 Tipos de HMI..... 23
2.9.1.1 Terminal de Operador..... 23
2.9.1.2 PC + software……..... 23
3° Capítulo 4
3 Descripción del proceso 20
3.1 Estrategia del control cascada en el proyecto 20
3.2 Diagrama en bloque 21
3.3 Esquema P&ID 22
3.4 Esquema teórico de montaje 23
4° Capítulo 24
4 Estructura y diseño..... 25
4.1 Estructura 25
4.1.1 TAG de componentes de planta 26
4.1.2 Descripción de los TAGs de planta 26
4.2 Diseño ……..... 27
4.2.1 Diseño tablero de control 27
4.2.2 Diseño tablero de fuerza 29
5° Capítulo 31
5Parametrización y sintonización 32
5.1 Parametrización VDF ALTIVAR 58 32
5.1.1 Manejo consola Variador 32
5.1.2 Parametrización o programación 33
5.2 Parametrización controlador universal NOVUS N1100 35
5.2.1 Manejo consola Controlador NOVUS 35
5.2.2 Total de parámetros controlador NOVUS N1100 36
5.2.3 Ajuste de parámetros del controlador 36
5.3 Parametrización y sintonización PLC TWIDO SUITE 38
5.3.1 Parametrización y selección de PLC en programa TWIDO SUIT.....38
5.3.2 Tratamiento de señales analógicas 39
5.3.3 Sintonización lazo interno de flujo 40

5.3.4 Sintonización lazo externo nivel 42

5.3.5 Programa de PLC 43

5.4 Programa de HMI 54

6° Capítulo 57

6 Materiales de construcción y restricciones del sistema 58

6.1 Materiales de construcción 58

6.1.1 Estructura 58

6.1.2 Tuberías 59

6.2 Restricciones y recomendaciones del sistema 61

6.2.1 Del transmisor de flujo 61

6.2.2 Del programa 61

6.2.3 Del sistema de válvulas de nivel 62

6.2.4 De la válvula de perturbación de flujo 62

Conclusiones 67

linkografía 69

Índice de ilustraciones

Ilustración 2.1 Bloque 4

Ilustración 2.2 Señal 4

Ilustración2. 3 Bloque Sumador 4

Ilustración 2.4 Función del Bloque 5

Ilustración 2.5 Combinación de señales 5

Ilustración 2.6 Diagrama en bloque Lazo Abierto..... 6

Ilustración 2.7 Diagrama en bloque Lazo Cerrado 6

Ilustración 2.8 Diagrama en -bloque Control Cascada 7

Ilustración 2.9 Lazo secundario o interior 8

Ilustración 2.10 Alarma temprana 9

Ilustración 2.11 Representación Periodo de oscilación 11

Ilustración 2.12 CPU Twido Suite 13

Ilustración 2.13 Módulo ampliación analógica 14

Ilustración 2.14 Controlador N1100 15

Ilustración 2.15 Conexiones del controlador N1100 16

Ilustración 2.16 Princio de funcionamiento transmisor de flujo 17

Ilustración 2.17 Representación medición de nivel hidrostático 18
Ilustración 2.18 Diferencia medición de nivel Hidrostático presurizado y atmosférico 19
Ilustración 2.19 Bomba PK-60 370w 20
Ilustración 2.20 VDF ALTIVAR 58 21
Ilustración 2.21 Principio de variador de frecuencia 21
Ilustración 3.22 Diagrama en bloques del control cascada a implementar ……..... 21
Ilustración 3.23 Esquema P&ID 22
Ilustración 3.24 Esquema de montaje 23
Ilustración 4.25 Estructura Proyecto control cascada 25
Ilustración 4.26 Descripción de los TAGs de planta 26
Ilustración 4.27 Ubicación de componentes en tablero de control 27
Ilustración 4.28 Ubicación de componentes en tablero de fuerza 29
Ilustración 5.29 Ejemplo de parametrización VDF 32
Ilustración 5.30 Panel controlador NOVUS N1100 34
Ilustración 5.31 Inicio programa TWIDO SUITE 38
Ilustración 5.32 Tratamiento de señales analógicas 39
Ilustración 5.33 Programa Ladder Sintonización flujo 40
Ilustración 5.34 Parametrización proporcional lazo de flujo 40
Ilustración 5.35 Representación oscilaciones constantes lazo de flujo 40
Ilustración 5.36 Respuesta proceso sintonización PI lazo flujo 41
Ilustración 5.37 Programa Ladder sintonización Nivel 42
Ilustración 5.38 Representación oscilaciones constantes lazo de Nivel 42
Ilustración 5.39 Respuesta proceso sintonización PI lazo nivel 43
Ilustración 5.40 Diagrama Ladder Control Cascada..... 44
Ilustración 5.41 Configuración bloque funcional PID 52
Ilustración 5.42 Inicio programa Vijeo Designer..... 54
Ilustración 5.43 software panel 1..... 56
Ilustración 5.44 software panel 2..... 56
Ilustración 5.45 software panel 3..... 57
Ilustración 5.46 software panel 3..... 57
Ilustración 7.46 panel emergente..... 57
Ilustración 6.42 perfil canal 30x30x30x2mm 62
Ilustración 6.43 ángulo de 20 x20x2mm 62
Ilustración 6.44 copla artesanal de bronce para FT 62
Ilustración 6.45 Placas de Trupán 62
Ilustración 6.46 Tornillos auto perforantes 62

Ilustración 6.46.1 ruedas metálicas..... 62
Ilustración 6.47 Tubería de PVC 63
Ilustración 6.48 Válvula de bola plástica 63
Ilustración 6.49 Válvula de bola de acero inoxidable de 1/2" 63
Ilustración 6.50 Válvula de bola de acero inoxidable de 3/4" 63
Ilustración 6.51 Conector de bronce hembra hembra 63
Ilustración 6.52 Conector hembra para aire 63
Ilustración 6.53 Codo de PVC 63
Ilustración 6.54 Copla de PVC 63
Ilustración 6.55 Unión americana de PVC 64
Ilustración 6.56 Conector T de PVC 64
Ilustración 6.57 Válvula de retención 64
Ilustración 6.58 Salida de tubo 64
Ilustración 6.59 Conector de PVC con hilo exterior 64
Ilustración 6.60 Tubo de acrílico 64
Ilustración 6.61 Bidón de 60Lts blanco transparente 64
Ilustración 6.62 bidón de 60Lts gris 64
Ilustración 6.63 Gráfica frecuencia V/S caudal del FT 65

Índice de tablas

Tabla 2.1 Ventajas y Limitaciones del control cascada 10
Tabla 2.2 Fórmulas cálculos PID Ziegler Nichols..... 11
Tabla 2.3 Fórmulas cálculos PID Tyreus y Luyben 11
Tabla 2.4 Funciones de un PLC 12
Tabla 2.5 Características CPU Twido Suite 14
Tabla 2.5.1 Características HMI Magelis…..... 14
Tabla 2.6 Características Módulo ampliación analógica Twido 15
Tabla 2.7 Características controlador N1100 16
Tabla 2.8 Descripción de pines Controlador N1100 17
Tabla 2.9 Materiales de construcción 18
Tabla 2.10 Parámetros de operación 18
Tabla 2.11 Relación de bombas altura manométrica V/S Caudal 21
Tabla 2.12 Características eléctricas del variador de frecuencia ATV 58 ……..... 23
Tabla 4.13 Descripción de los TAGs de la planta 26
Tabla 5.14 Consola ALTIVAR 58 32
Tabla 5.15 Menú de ajustes VDF 33
Tabla 5.16 Menú de accionamientos VDF 34
Tabla 5.17 Menú de control VDF 34
Tabla 5.18 Menú afectación entradas y salidas VDF 34
Tabla 5.19 Total de parámetros configurables del controlador 36

Tabla 5.20 parámetros ajustados del controlador 36
Tabla 5.21 Cálculos valores Kc-TI lazo flujo 41
Tabla 5.22 Cálculo valores Kc y TI lazo nivel 43
Tabla 5.23 Especificación Ladder 1 Rung 0 46
Tabla 5.24 Especificación Ladder 1 Rung 1 47
Tabla 5.25 Especificación Ladder 2 Rung 0 47
Tabla 5.26 Especificación Ladder 2 Rung 1 48
Tabla 5.27 Especificación Ladder 3 48
Tabla 5.28 Especificación Ladder 4 49
Tabla 5.29 Especificación Ladder 5 49
Tabla 5.30 Especificación Ladder 6 50
Tabla 5.31 Especificación Ladder 7 50
Tabla 5.32 Especificación Ladder 8 Rung 0 51
Tabla 5.33 Especificación Ladder 8 Rung 1 51
Tabla 5.34 Especificación Ladder 9 Rung 0 51
Tabla 5.35 Especificación Ladder 9 Rung 1 52
Tabla 5.36 Especificación Ladder 9 Rung 2 52
Tabla 5.37 Especificación Ladder 10 Rung 0 52
Tabla 5.38 Especificación Ladder 10 Rung 1 53
Tabla 5.39 Especificación Ladder 10 Rung 2 53
Tabla 5.34 Descripción y ajuste bloques PID 53
Tabla 6.35 materiales utilizados en la estructura de la planta ……..... 55
Tabla 6.36 Materiales utilizados en circuito de tuberías 56
Tabla 7.40 Descripción de relación de variables desde el Vijeo Designer 60

1° Capítulo

1.1 Introducción

El concepto de automatización gana terreno en la cotidianidad del quehacer humano, desde la automatización de procesos comunes en la vida doméstica, como lo puede ser la iluminación, robótica etc. Hasta la automatización de procesos industriales, donde esta es requerida al momento de querer obtener calidad y cantidad de los productos. La reducción de costos es otro factor importante que nos entrega esta rama, donde eficiencia puede ser lo que mejor define el concepto.

La automatización no tan solo es requerida al momento de buscar mejoras en los indicadores de productividad, también se debe hacer mención al importante rol que cumple en la seguridad, liberando al operador de roles en los que probablemente se puedan ocasionar lesiones e incluso corres riego de vida.

automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho,

Los sistemas de control insertos en los procesos industriales, tienen como objetivo principal lograr que las variables involucradas en ellos, se mantengan dentro de los valores esperados. La opción de lograr este objetivo, está a través de las estrategias de control que se pueden implementar, una de ellas es la basada en el Control Cascada, donde la única condición para su implementación, es la interacción de dos variables en un solo proceso, de lo cual tenemos bastante en las industrias.

La implementación de un control cascada en un proceso, es suficiente para otorgar una respuesta rápida y mejorada de la variable principal a analizar, aparte de quitar del camino en gran porcentaje las perturbaciones que en ningún caso son deseadas. Esta estrategia de control, está sujeta a modificaciones, donde se puede integrar protocolos de comunicación entre estaciones para posteriores aplicaciones, ya sea de control o supervisión de las variables y del mismo proceso.

Por ende y buscando algunas alternativas, se encontró esta planta de control cascada en el laboratorio, el cual como tal era una opción de tomarla para desarrollar un mejoramiento, debido a que requiere ser habilitada y actualizada para así dejarla operativa en su totalidad, a fin que se le de el uso correspondiente como tal, con el objetivo de ir conociendo más y de mejor manera el control cascada.

1.2 Descripción del problema

La falta de utilidad de la planta de procesos bajo estrategia control cascada.

1.3 Alcance

Dejar operativa en su totalidad la planta control cascada con la pantalla HMI y su fácil movilidad.

1.4 Objetivo general

Restaurar la planta cascada recuperando su funcionalidad para ser utilizada de manera frecuente para el uso en experiencias en clase, agregar equipos de manera de facilitar la visualización de las variables del proceso, por medio de una pantalla HMI.

1.5 Objetivos específicos

- Levantamiento del estado actual de la planta.
- Estudio de información previa de este trabajo.
- Propuesta de modificación estructura mecánica que permita movilidad de la planta.
- Planos distribución de componentes tablero de control.
- Revisión y modificación programación existente.
- Pruebas de funcionamiento

2° Capítulo

2 Marco teórico

En el siguiente capítulo se exponen los materiales fundamentales que nos ayudarán a implementar la estructura de nuestro control cascada.

En los inicios de la era industrial, los procesos se llevaban a cabo mediante experiencias acumuladas, donde las cantidades y calidades de los productos eran de un rango mucho menor al de hoy en día. Es por ello, que con el pasar de los años, se fue exigiendo más calidad, acompañada de un alza en la demanda de cantidad y diversidad de productos, esto conllevó a que las industrias realizaran estudios de cómo mejorar el rendimiento, y se dieron cuenta que la clave estaba en el control de procesos.

2.1 Control de procesos

Los sistemas de control son un conjunto de dispositivos que actúan entre sí llevando a cabo una acción o conjunto de acciones que buscan conformar una magnitud variable, o conjunto de magnitudes variables, en un patrón de comportamiento determinado.

2.1.1 Diagrama en bloques:

Un sistema de control puede constar de cierta cantidad de componentes. Para mostrar las funciones que realizan, existen representaciones esquemáticas denominadas diagrama en bloques. Estas representaciones utilizan tres símbolos:

Bloque: Se utiliza para representar un sistema al que llega información de la variable de entrada, y donde se procesa información para luego obtener la variable de salida. Se identifica con una letra mayúscula, que da el valor del bloque.

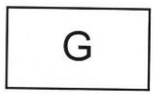


Ilustración 2.1 Bloque

Señal: Representación de la variable de entrada o de salida. La dirección del flujo de información viene dado por el sentido de la flecha. Se caracteriza con una letra minúscula.

Ilustración 2.2Señal

Sumador: Elemento que sirve para combinar dos señales de entrada generando una salida que es su suma (o resta).

Ilustración2. 3 Bloque Sumador

Operaciones Principales de diagramas en bloque:

Existen dos operaciones elementales definidas para los Diagramas en bloque. Una función es aquella que define la función del bloque, y la otra función esquematiza la combinación de señales:

Ilustración 2.4 Función del Bloque

La variable de entrada "a" esta individualizada por la dirección de la flecha. La variable de salida es "b" y la relación matemática entre ella es: **b = G x a**

Esta fórmula da a conocer una relación causa-efecto. La variable de entrada "a" influye (causa) en el sistema determinado por el bloque G, que genera una variable de salida que es la "consecuencia" de la entrada "a" y de la naturaleza del sistema "G". Cada bloque tiene solo una entrada y una salida "b".

La combinación de señales se hace a través del sumador, donde ingresan dos señales de entrada y de resultado una señal de salida, que corresponde al resultado de la suma o de la resta de las entradas.

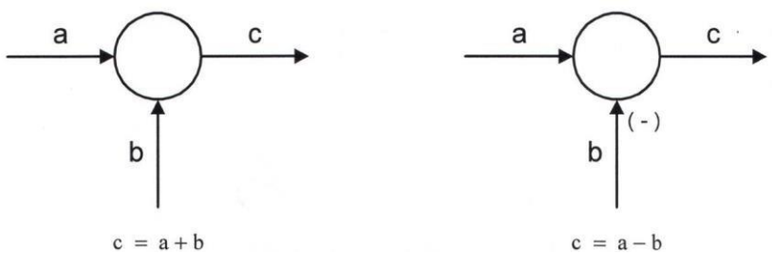


Ilustración 2.5 Combinación de señales

2.1.2 Lazo abierto

La principal característica de un lazo de control abierto, es aquella en los que la decisión y la acción, se realiza con la intervención del elemento humano.

Características del control de lazo abierto:

- Precisas, con calibración adecuada
- Independientemente del proceso, hay estabilidad.
- Es barato y sencillo.
- El control depende de la experiencia del operador.
- No se pueden compensar todas las perturbaciones.

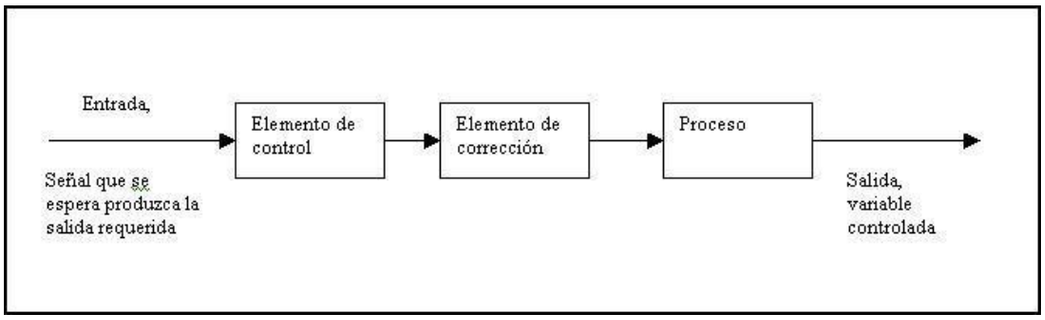


Ilustración 2.6 Diagrama en bloque Lazo Abierto

2.1.3 Sistema de control en Lazo cerrado:

Es aquel sistema donde la señal de salida (Variable controlada), mantiene una relación directa sobre la variable manipulada (Variable de entrada), comparándolas y utilizando la diferencia entre ellas (Retroalimentación) para el valor de salida de la variable controlada. El uso del nombre de Lazo cerrado implica siempre el uso de un control retroalimentado para disminuir el error en el sistema.

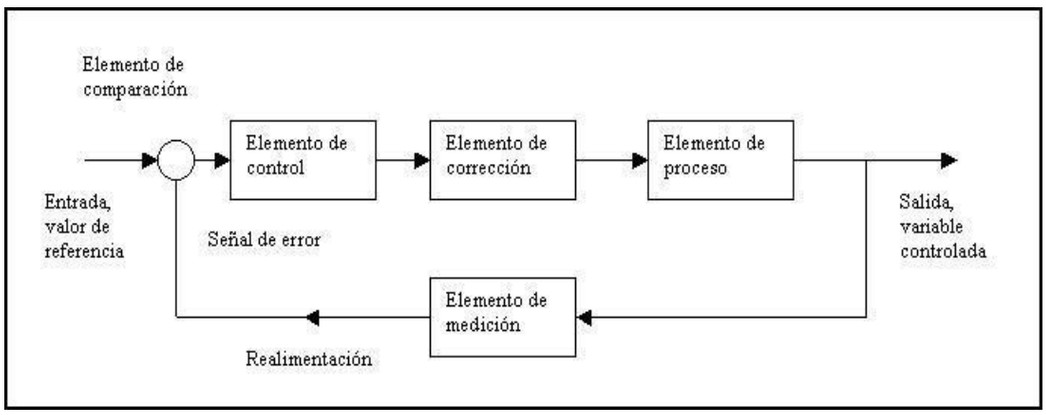


Ilustración 2.7 Diagrama en bloque Lazo Cerrado

2.1.4 Control cascada

Nos referimos al control cascada como la configuración donde la salida de un controlador de realimentación, o de un lazo cerrado es el punto de ajuste para otro controlador de realimentación, por lo menos. Más exactamente, el control de cascada involucra sistemas de control de realimentación o circuitos que estén ordenados uno dentro del otro.

Existen dos propósitos para usar control cascada:

Eliminar el efecto de algunas perturbaciones haciendo la respuesta de regulación del sistema más estable y más rápido. Y mejorar la dinámica del lazo de control.

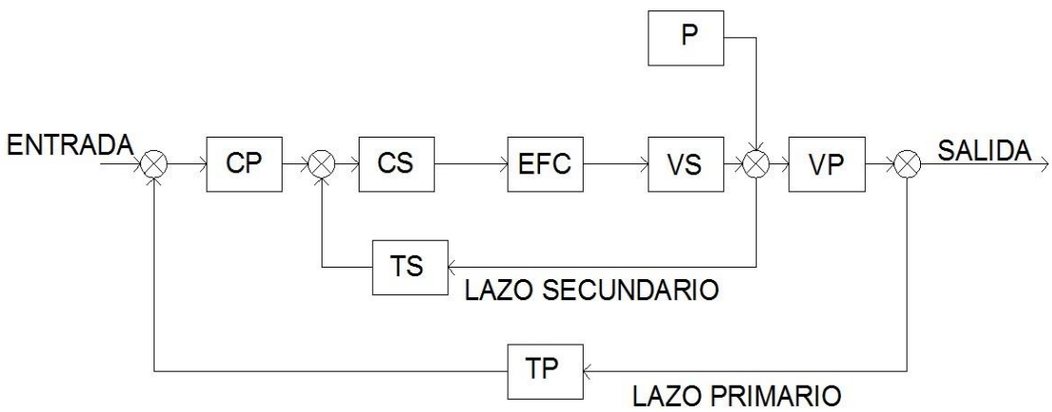


Ilustración 2.8 Diagrama en -bloque Control Cascada

CP: Controlador primario o maestro

CS: Controlador secundario o esclavo

EFC: Elemento final de control

VS: Variable secundaria

VP: Variable Primaria

P: Perturbación

TS: Transmisor secundario

TP: Transmisor primario

2.1.4.1 Lazo Secundario Interior

La línea discontinua en el diagrama de bloques encierra un lazo de control retroalimentado, notar que se ha agregado el número 2 para cada etiqueta.

SP2 = SP secundario interior.
CO2 = CO controlador secundario interior.
PV2 = PV medida secundaria interior.

D2 =Variable perturbación interior (frecuentemente no medida o disponible como una señal).

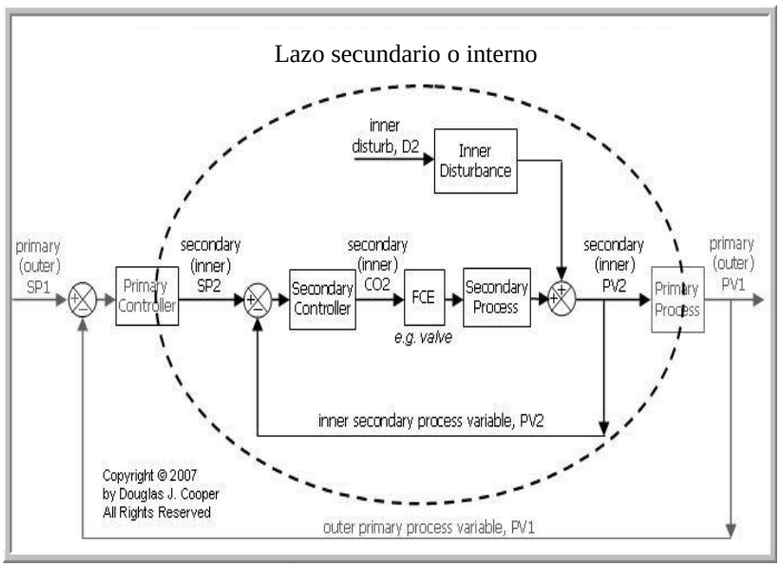


Ilustración 2.9 Lazo secundario o interior

FCE = Elemento final de control

Para construir una arquitectura cascada, literalmente se anida un lazo de control secundario dentro de un lazo primario como se muestra en la figura anterior.

Notar que el valor primario exterior PV1 es nuestra variable de interés en esta implementación. PV1 es la variable a ser medida y controlada si se hubiese escogido una arquitectura de lazo simple de control en lugar de cascada.

La arquitectura cascada presenta:

- ✓ Dos controladores (uno secundario interior y un controlador primario exterior).
- ✓ Dos sensores de medida para PV (PV2 interior y PV1 exterior).
- ✓ Y sólo un elemento final de control, FCE, como válvula, compresor o bomba.
- ✓ La interrelación entre los dos controladores, si pensamos que sólo hay un FCE. Esto se explica porque la señal de salida del controlador primario exterior, CO1, se convierte en el valor de set point del controlador secundario interior, SP2.

2.1.4.2 Alarma temprana

En la arquitectura cascada, PV2 secundario interior sirve como variable de proceso de alarma temprana. Dado esto la característica esencial de diseño para seleccionar PV2 incluye que:

Debe ser medida con un sensor. El mismo elemento final (FCE) usada para manipular PV1 también manipula PV2. Las mismas perturbaciones que modifican PV1 también alteran PV2. PV2 responde antes de PV1 por las perturbaciones correspondiente a la manipulación del FCE. PV2 ve primero las perturbaciones, esto provee la alarma temprana que una perturbación ha ocurrido y esta con dirección hacia PV1. El controlador secundario interior puede comenzar inmediatamente una acción correctiva. Y desde la primera respuesta de PV2 para las manipulaciones del elemento final de control, el rechazo de perturbaciones puede ser baja, incluso aunque antes PV1 haya sido sostenidamente modificada por la perturbación.

Con tal arquitectura cascada el control de la variable de proceso externa PV1 se beneficia desde la acción correctiva aplicada a la medida PV2 de alerta temprana de la medida aguas arriba.

El Control Cascada depende de una alarma temprana en el lazo interno

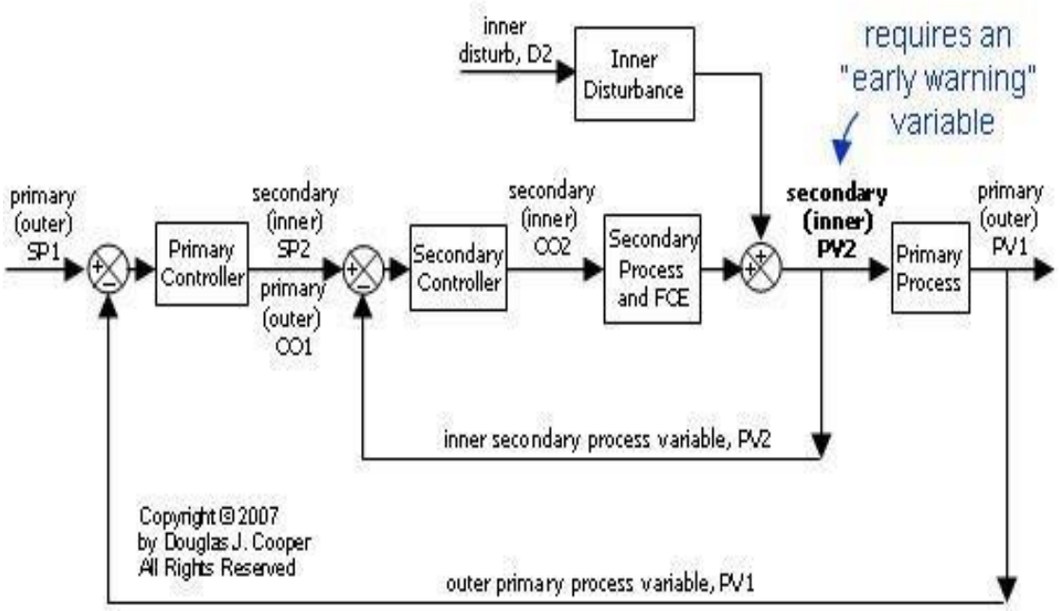


Ilustración 2.10 Alarma temprana

2.1.4.3 Consideraciones en el control cascada

Mejorar el rendimiento de un control involucra un precio. Esta estrategia requiere adicionalmente la adquisición de más instrumentación instalada y mantenida. También requiere más horas de trabajo de ingeniería para estrategias de diseño, sintonización e implementación.

La arquitectura cascada posee varios atractivos beneficios adicionales, como la habilidad de direccionar múltiples perturbaciones para nuestro proceso, y mejorar el rendimiento de la respuesta del SP.

Ventajas	Limitaciones
Produce estabilidad en la operación	Es aplicable solo cuando pueden obtenerse mediciones de variables adicionales de proceso.
Las perturbaciones en el lazo interno o secundario son corregidas por el controlador secundario, antes de que ellas puedan afectar a la variable primaria.	Requiere medir las perturbaciones en forma explícita, y además es necesario un modelo para calcular la salida del controlador.
Las constantes de tiempo asociadas al proceso secundario son reducidas drásticamente por el lazo secundario.	En algunas aplicaciones la variable controlada no puede medirse y la realimentación no puede realizarse.
Incremento de la capacidad de producción.	

Tabla 2.1 Ventajas y Limitaciones del control cascada

Usualmente es sencillo medir las perturbaciones que puedan afectar a la salida de los actuadores. La idea es evitar que el efecto se acumule y afecte a la salida. Una perturbación a la entrada de la planta modifica el nivel de acción de control esperado por el controlador.

2.2 Método de sintonización PID

Existen diversos métodos para sintonizar un controlador PID, donde se establecen valores que deben tener los parámetros de Ganancia, Tiempo Integral y Tiempo derivativo, para que el sistema responda en una forma adecuada. Podemos encontrar muchas formas para ajustar los parámetros de controladores PID, pero todos caen dentro de dos tipos, métodos de lazo cerrado y lazo abierto.

Método en Lazo Cerrado: la información de las características del lazo se obtienen a partir de un test realizado en lazo cerrado, usualmente con una parametrización con acción proporcional pura.

2.2.1 Método de Ziegler y Nichols en Lazo Cerrado

El Método consiste en obtener la respuesta de la señal medida a una perturbación (por ejemplo un cambio de escalón en el setpoint) con controlador proporcional. Se observa la respuesta y si es amortiguada, se incrementa la ganancia hasta lograr Oscilaciones Sostenidas (oscilación con amplitud constante).

La ganancia del controlador (proporcional) en este caso se denomina "Ganancia Última" y se nota Kcu y el período de la oscilación se llama "Último Período" Tu. Los valores recomendados de sintonización son:

Controlador	Kc	TI	TD
P	Kcu/2	∞	0
PI	Kcu/2.2	Tu/1.2	0
PID	Kcu/1.7	Tu/2	Tu/8

Tabla 2.2 Fórmulas cálculos PID Ziegler Nichols

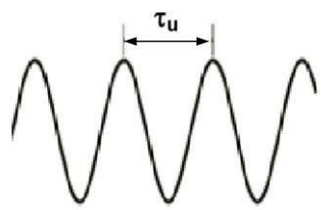


Ilustración 2.11Representación Periodo de oscilación

2.2.2 Método de Tyreus y Luyben en Lazo Cerrado.

Este método, como el anterior, evalúa los parámetros del controlador a partir de la Ganancia Última Kcu y el Período Último" Tu. Propone ajustes más relajados que el de Ziegler y Nichols y se aplica fundamentalmente a plantas que poseen un integrador. Los valores recomendados de sintonización son:

Controlador	Kc	TI	TD
PI	Kcu/3.2	Tu/0.45	0
PI	Kcu/2.2	Tu/0.45	Tu/0.63

Tabla 2.3 Fórmulas cálculos PID Tyreus y Luyben

2.3 Controlador Lógico Programable

El PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo. Contiene todo lo necesario para operar, por tener todos los registros necesarios para funcionar en los ambientes hostiles que se encuentran en la industria.

Funciones de los PLC
Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
Tomar decisiones en base a criterios pre-programados.
Almacenar datos en la memoria.
Generar ciclos de tiempo.
Realizar cálculos matemáticos.
Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
Comunicarse con otros sistemas externos.

Tabla 2.4 Funciones de un PLC

2.3.1 Clasificación de los PLC

PLC Nano*:* Generalmente es un PLC de tipo compacto (es decir, que integra la fuente de alimentación, la CPU y las entradas y salidas) que puede manejar un conjunto reducido de entradas y salidas, generalmente en un número inferior a 100.

PLC Compacto: Estos PLC tienen incorporada la fuente de alimentación, su CPU y los módulos de entrada y salida en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas entradas y salidas hasta varios cientos (alrededor de 500 entradas y salidas), su tamaño es superior a los PLC tipo Nano

PLC Modular*:* Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final. Estos son:

- El Rack
- La fuente de alimentación
- La CPU
- Los módulos de entrada y salida.

2.3.2 PLC Twido Suite

El taller eléctrico cuenta con algunas opciones de PLC que nos sirven en nuestro proyecto, una buena opción es el TWIDO SUITE, el que es fácil de manipular y programar, además de ser amigable.

La gama de controladores programables compactos Twido ofrece una solución “todo en uno” con unas dimensiones reducidas, lo que permite reducir el tamaño de las consolas o de los cofres en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial. Los controladores de tipo compacto tiene integradas en el mismo cuerpo las entradas y salidas, este dependerá del modelo, pudiendo elegir: 10 E/S, 16 E/S, 24 E/S y 40 E/S.

Los controladores Twido compactos ya tienen integrada la fuente de alimentación y utilizan: Una alimentación de corriente alterna comprendida entre 100 y 240 Vca (que garantiza la alimentación 24 Vcc de los captadores), o una alimentación de corriente continua comprendida entre 19,2 y 30 Vcc.

2.3.2.1 Características principales CPU Twido Suite

Modelo: TWDLCAA24DRF

Ilustración 2.12 CPU Twido Suite

Características Principales	
Tipo de producto	Controlador compacto
I/O discretas (N°)	24
Entradas discretas (N°)	14
Voltaje entradas discretas	24VCC
Salidas discretas (N°)	10 (Relé).
Expansión de módulos I/O	4
Rango de alimentación	100… 240 VAC
Datos complementario	
Lógica de entradas discretas	Fuente de tensión o de corriente
Límite de tensión entradas lógicas	20.4-28.8Vcc

Tabla 2.5 Características CPU Twido Suite

2.3.2.2 Características principales módulo de ampliación analógica

Las señales analógicas son aquellas que varían en forma continua entre un máximo y un mínimo. El PLC las representa como una cantidad entera que indica el nivel de la señal analógica, independientemente que esta sea de tensión o corriente.

Desde el punto de vista de la programación, las direcciones %IW3.0, %IW3.1, %IW5.0, etc, son cantidades que varían según las entradas de terreno y el tratamiento numérico que hacemos con ellas es el mismo que con cualquier otra variable numérica presente en nuestra aplicación.

Las salidas analógicas son valores numéricos enteros cuyos valores mínimo y máximo los define el usuario en la configuración de los módulos respectivos de salidas analógicas.

Desde el punto de vista de la programación, las direcciones %QW4.0, %QW4.1, %QW2.0, etc, son cantidades que la aplicación impone a los módulos de salida analógica para convertirse en señales que salen a terreno.

Modelo:

TM2AMM3HT

Ilustración 2.13 Módulo ampliación analógica

Características principales	
Tipo de producto	Módulo de expansión, entradas y salida análogas
N° de entradas	2
Tipo de entrada Análoga	-Entrada de tensión 0-10v -Entrada de corriente 4-20mA
N° de salida análoga	1
Tipo de salida Análoga	-Salida de tensión 0-10v -Salida de corriente 4-20mA
Resolución análoga entrada	12 Bits
Resolución análoga salida	12 Bits

Tabla 2.6 Características Módulo ampliación analógica Twido

2.4 Controlador

El Controlador de características universal Novus N1100, acepta en un único modelo la mayoría de los sensores y señales utilizados en la industria, y proporciona todos los tipos de salidas necesarias para actuadores en los diversos procesos.

La configuración del controlador es hecha a través del teclado, sin cualquier alteración en el circuito. Así, la selección del tipo de entrada y de salida, de la forma de actuación de las alarmas, además de otras funciones especiales, son todas programadas vía teclado frontal.

Ilustración 2.14 Controlador N1100

2.4.1 Características principales
Entrada multi-sensor universal sin el cambio del hardware.
Protección para sensor abierto en cualquier condición.
Salidas de control del tipo relé, 4 -20mA y de pulso
Auto sintonía de los parámetros PID.
Función automática / manual con transferencia “bumpless”.
Tres salidas de alarma, con funciones de mínimo, máximo, diferencial (desvío) sensor abierto y seguimiento.
Temporización para dos alarmas.
Retransmisión de PV o SP en 0 - 20 mA o 4 - 20mA.
Entrada para set-point remoto. Entrada digital con 5 funciones.
Soft-start programable.
Comunicación serial RS-485, protocolo MODBUS RTU.

Tabla 2.7 Características controlador N1100

2.4.2 Conexiones eléctricas

El circuito interno del controlador puede ser removido sin deshacer las conexiones en el panel trasero. La disposición de las señales en el panel trasero del controlador son las siguientes:

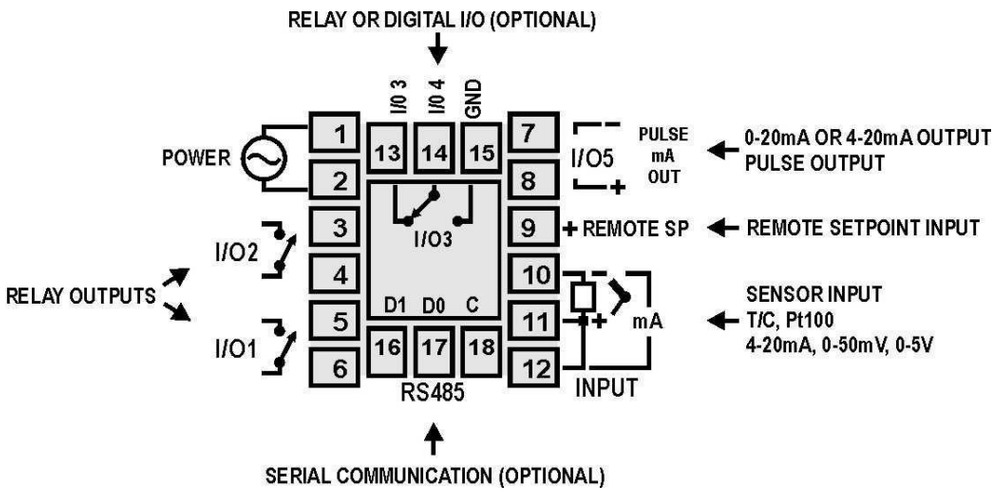


Ilustración 2.15 Conexiones del controlador N1100

Número de Pin	Descripción
1 y 2	Alimentación 100-240 Vac/Dc, 50/60Hz
3 y 4	Salida de Relé I/O2; 1.5A/240V
5 y 6	Salida de Relé I/O2; 1.5A/240V
7 y 8	Salida de 0-20mA, 4-20mA, o de pulso.
9	Entrada remota de Set Point
10, 11 y 12	Entrada de sensor PT100, 4-20mA, 0-5V
13, 14 y 15	Salida/entrada digital, o salida de relé (Opcional). Pin 15 (Gnd)
16, 17 y 18	Comunicación serial Modbus Rs-485

Tabla 2.8 Descripción de pines Controlador N1100

2.5 Transmisor de flujo

2.5.1 Principio de funcionamiento

El transmisor utilizado es "*Turbine Flow Meter 1100*". El fluido que pasa a través de la turbina del flujómetro, hace que ésta gire a una velocidad proporcional a la velocidad del fluido. A medida que cada álabe de la turbina pasa a través del campo magnético, la cuchilla genera un impulso de voltaje de CA en la bobina de recogida en la base de la pastilla magnética (Figura 2.15). Estos impulsos producen una frecuencia de salida proporcional al flujo volumétrico. La frecuencia de salida representa la velocidad de flujo y / o la totalización de fluido que pasa a través del medidor de flujo de turbina.

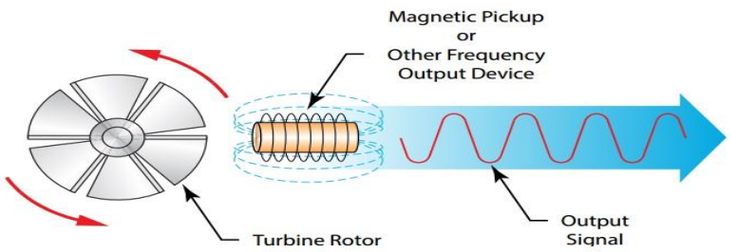


Ilustración 2.16 Princio de funcionamiento transmisor de flujo

2.5.2 Especificaciones

Materiales de construcción

Cuerpo	316 acero inoxidable
Rotor	CD4MCU acero inoxidable
Soporte rotor	316 acero inoxidable
Rotor, eje y cojinete	Carburo de tungsteno

Tabla 2.9 Materiales de construcción

Parámetros de operación

Temperatura	–150…350° F (–101…177° C).
Presión	Presión máxima: 5000 psi conexiones NPT de 2".
Exactitud	±1% de la lectura para 7/8".
Repetibilidad	±0.1%
Alimentación	Vmax 30VDC (Instrumento tipo pasivo)
Salida	0 Lts/min; 4mA. --- 28,4Lts/min 20mA

Tabla 2.10 Parámetros de operación

2.6 Medición de nivel por presión hidrostática

2.6.1 Principio de medición:

Este método se basa en la medición de la presión hidrostática correspondiente a la columna de líquido de una altura determinada. El cálculo de presión de la columna se basa en la siguiente formula:

P= h x p x g;

Donde

g = Aceleración de gravedad

p = Densidad relativa del liquido

(constante en un lugar determinado)

h = Altura de la columna de líquido

P = Presión

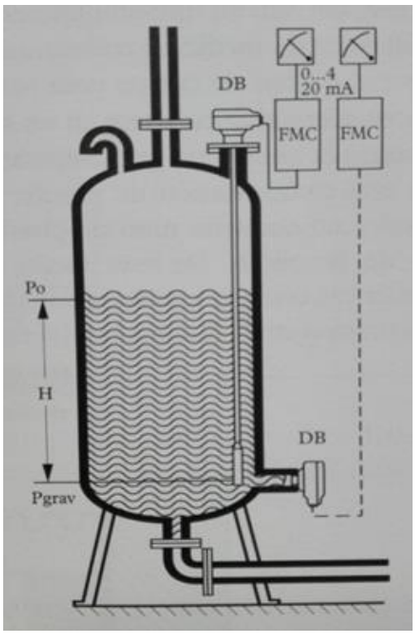


Ilustración 2.17 Representación medición de nivel hidrostático

A partir de la formula expresada anteriormente se puede inferir que la densidad efectiva del medio es constante, además de la aceleración de gravedad (dependiendo del lugar), por lo tanto, la única variable es la altura (h), y así poder inferir que la presión (P) es directamente proporcional a la altura (h) o directamente proporcional al nivel de líquido existente.

$$h = \frac{P}{p \times g}$$

Dónde:

H = Altura del liquido
P = Presión hidrostática
p= Densidad del liquido
g = Aceleración de gravedad

$$\mathbf{P = P_{grav} + P_0}$$

$\mathbf{P_{grav}}$ = Presión de gravedad; $\mathbf{P_0}$ = Presión estática (0 para estanques atmosféricos). En la figura se puede observar que la presión medida es la suma de la columna de agua (H) + la presión de la superficie (P_0).

En estanques atmosféricos la presión de la superficie es cero ($P_0 = 0$), mientras que para estanques presurizados la presión de la superficie es mayor a la atmosférica por lo tanto se debe emplear un transmisor de presión diferencial (PDT) y así hacer lectura de la presión

de la columna de agua mediante el lado de alta presión, y la otra toma de presión (lado de baja presión) se posiciona en la parte superior, midiendo así la presión ejercida sobre la columna de líquido. A la lectura total de prensión, el transmisor realiza una sustracción de la presión leída en el lado de baja y así enviando la señal de control correspondiente totalmente solo a la columna de líquido.

Ejemplo de medición de presión hidrostática en un estanque presurizado y otro atmosférico mediante un PDT.

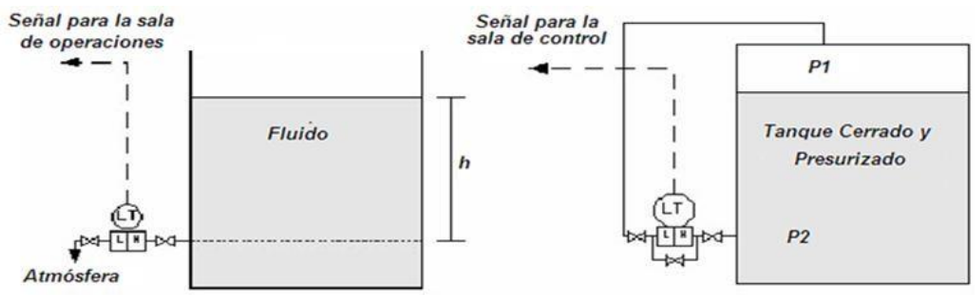


Ilustración 2.18 Diferencia medición de nivel Hidrostático presurizado y atmosférico

2.7 Bomba

2.7.1 Principio de funcionamiento bomba periférica.

Las bombas periféricas, son un tipo de bomba hidráulica que utiliza la energía mecánica de un impulsor, en este caso generada a través de energía eléctrica, para succionar y luego descargar el líquido que se encuentra asociado a la bomba. El impulsor, instalado sobre el eje motor, se halla directamente delante de la boca de aspiración del cuerpo bomba.

Ilustración 2.19 Bomba PK-60 370w

La forma del rodete es la adecuada para realizar la succión del líquido con las menores pérdidas hidráulicas posibles. El fluido circula radialmente desde el centro hacia la periferia, así que los álabes situados en el canal del rodete, ceden al fluido energía tanto en forma de presión, como de aumento de velocidad. La bomba que se utilizara en el proyecto es de marca Pedrollo modelo PK60 de 0.37Kw (0.5Hp).

La relación de altura manométrica con respecto al caudal que entrega la bomba se ve reflejada en el siguiente cuadro:

MODELO		POTENCIA (P_2)		Q	m^3/h	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.3	4.2	4.8	5.4
Monofásica	Trifásica	kW	HP		l/min	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	55	70	80	90
PKm 60®	PK 60®	0.37	0.50			40	38	33.5	29	24	19.5	15	10	5					
PKm 60®-MD	PK 60®-MD	0.37	0.50			22	21	19	17.5	15.5	13.8	12	10	8.5	5	3			
PKm 65	PK 65	0.50	0.70			55	50	45.5	40.5	36	31	27	22	17	8				
PKm 70	PK 70	0.60	0.85			65	62	57	52	47	42	37	32	27	18				
PKm 80	PK 80	0.75	1	H	metros	70	66	61	56	51	46	41	36.5	31	22				
PKm 90	PK 90	0.75	1			90	82	71	60	49	38	27	17	5					
PKm 100	PK 100	1.1	1.5			85	80	75	70	65	60	55	50	45	35	30	15		
PKm 200	PK 200	1.5	2			90	86	81	76	71	65.5	60	55	50	40	35	20	10	
–	PK 300	2.2	3			100	95	90	85	80	75	70	65	60	50	45	30	20	10

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

Tabla 2.11 Relación de bombas altura manométrica V/S Caudal

Como muestra la tabla, el caudal de la bomba dependerá de la altura que se quiera levantar, pudiendo variar desde 5L/min a 38mts de altura manométrica hasta los 40L/min a 5mts de altura manométrica, siendo esta pendiente lineal.

2.7.2 Empleos e instalaciones para la bomba PK-60

- Se aconseja bombear agua limpia que no contenga partículas abrasivas o líquidos químicamente agresivos para los materiales que constituyen la bomba.
- La instalación se debe efectuar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

2.8 Variador de frecuencia: ATV 58HU18N4

El variador de frecuencia para motor asíncrono, suministra a partir de una red de corriente alterna de frecuencia fija, una tensión alterna trifásica, de valor eficaz y frecuencia variables (Ilustración 20).

El principio general de los variadores de frecuencia, es que son alimentado a tensión y frecuencia fijas por la red, y las suministra al motor jaula de ardilla, en función de las exigencias de velocidad que dicho elemento las requiera. Por lo tanto convierte la alimentación en corriente alterna a tensión y frecuencia variables. Para alimentar correctamente un motor asíncrono jaula de ardilla a par constante, sea cual sea la velocidad es necesario mantener el flujo magnético constante. Por lo tanto, se necesita que la tensión y la frecuencia varíen simultáneamente y en las mismas proporciones.

El circuito de potencia está constituido por un rectificador y un ondulador (Inversor), que a partir de la tensión rectificada, produce una tensión de amplitud y frecuencia variables (ilustración 20).

Ilustración 2.20 VDF ALTIVAR 58

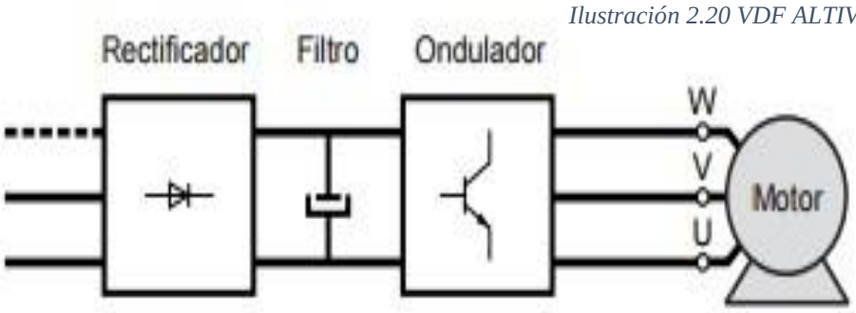


Ilustración 2.21 Principio de variador de frecuencia

Tensión de entrada	Entrada trifásica de 400 V -15% a 460 V +20%1
Frecuencia	50/60 Hz ±5%
Tensión de	Salida trifásica, tensión máxima igual a la tensión de entrada
Aislamiento	Aislamiento galvánico entre la alimentación y el control
Frecuencia	Desde 0,1 a 60 Hz (se puede configurar hasta 500 Hz con
Frecuencia de conmutación	4 kHz, se puede configurar con accesorios de programación2 ATV58HU09M2–D12M2 y ATV58HU18N4–D23N4: 0,5 - 1 - 2 - 4 - 8 kHz sin reducción de la capacidad nominal
Regulación de velocidad	1% de la velocidad nominal del motor sin ajustes o retroalimentación. ±0,1% de la velocidad nominal del motor con la tarjeta opcional de E/S analógicas y retroalimentación por tacómetro apropriado. ±0,02% de la velocidad nominal del motor con la tarjeta opcional de E/S digitales y retroalimentación por codificador apropiado. 3% típico para los variadores ATV58HC10N4X–C33N4X
Eficiencia	97% a plena carga típicamente
Factor de	98% de la gama de velocidad
Algoritmo de	El control de flujo vectorial sin sensor con una forma de onda
Frenado por	Automáticamente en paro tan pronto y la frecuencia cae por
Par de	30% del par nominal del motor sin frenado dinámico (valor
Protección del variador de velocidad	Protección contra cortocircuitos: entre las fases de salida entre las fases de salida y tierra
Citado textual especificaciones tecnicas; catalogo Schneider Atv 58HU18N4	

Tabla 2.12 Características eléctricas del variador de frecuencia ATV 58

2.9 HMI [Human Machine Interface]

es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso

2.9.1 Tipos de HMI:

2.9.1.1 Terminal de Operador, consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen)

2.9.1.2 PC + Software, esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio

Modelo: XBTGT1335

Ilustración 2.12 HMI Magelis

Características Principales	
Tipo de producto	Panel de pantalla táctil avanzada
Tensión de alimentación	24VDC
Resolución y tamaño de pantalla	320 x 240 pixels 3,8 pulg.
Tipo de software y designación	Software de configuración Vijeo Designer
Tipo de pantalla y color	LCD TFT a color retro iluminado (256 colores)
Nombre del procesador	CPU RISC
Frecuencia de procesador	200 MHz

Datos complementario	
Panel táctil	Analógico
Límite de tensión alimentación	19.2-28.8Vcc
Corriente de entradas	<= 60A

Tabla 2.5.1 Características HMI Magelis

3° Capítulo

3. Descripción del proceso

En este capítulo se hará mención a la descripción del proceso, indicando las partes que lo constituyen, haciendo mención a la arquitectura de control utilizada, apoyándose en los diagramas de bloque, esquemas, etc.

3.1 Estrategia del control cascada en el proyecto

Como ya se ha mencionado, a través de esta estrategia se buscará mejorar la respuesta del proceso ante cambios de escalón (setpoint) y/o perturbaciones externas al proceso.

Dentro del lazo primario o externo del proceso, se busca controlar el nivel, en él estarán asociados elementos como el transmisor de nivel, y el controlador de nivel (Novus N1100).

En el lazo interno o secundario, el que también es el más rápido, están asociados el transmisor de caudal, el controlador de flujo (PLC) y el variador de frecuencia, que en conjunto con la bomba, forman el elemento final de control.

La señal de salida del controlador de nivel, también es el setpoint del controlador de flujo, el que también recibe la señal del transmisor de flujo y de acuerdo a estas dos señales, se mejorará la respuesta de salida mediante los parámetros que sean pertinentes.

3.2 Diagrama en bloque

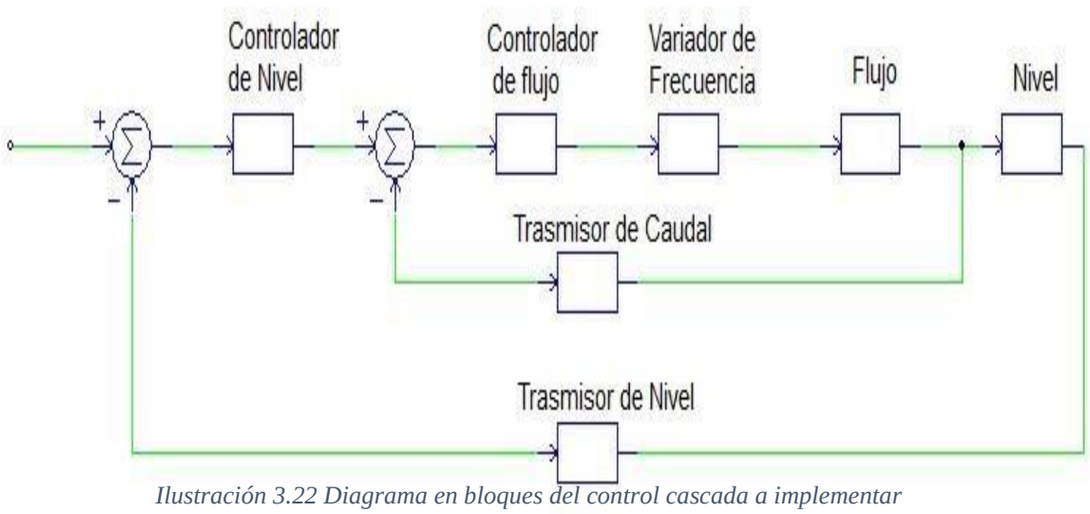


Ilustración 3.22 Diagrama en bloques del control cascada a implementar

El diagrama en bloque representa la estructura que se implementará en el proyecto, se indican los elementos fundamentales que constituyen el control cascada. En el lazo secundario (interior), se observa el control retroalimentado mediante el transmisor de caudal, el que está enviando la señal del proceso al controlador de flujo que corresponde al PLC Twido, donde se realiza la resta en el bloque sumador. El lazo primario está compuesto del por el transmisor de nivel, el que envía la señal del proceso al controlador de nivel, el cual es el controlador N1100, el que a la vez estará enviando la señal de setpoint al VDF.

3.3 Esquema P&ID

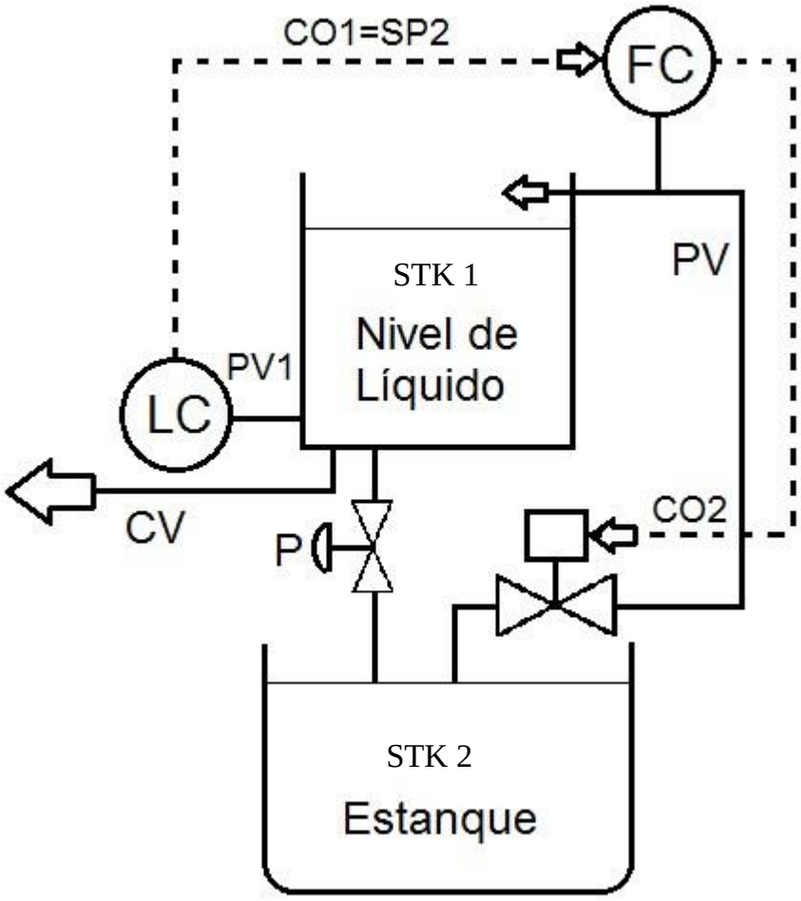


Ilustración 3.23 Esquema P&ID

CO1: Salida del controlador primario
SP2: Setpoint secundario
FC: Controlador de Flujo
LC: Controlador de nivel
CV: Variable controlada
PV: Variable del proceso
CO2: Salida del controlador secundario
P: Perturbaciones
PV1: Variable del Proceso primario
STK: Estanque

La ilustración 20 muestra el esquema P&ID, donde se muestran las partes principales del proceso. Se observa que la salida del controlador de nivel es el setpoint del controlador de flujo, y este es el que actúa sobre el elemento final de control, que en este caso es la bomba. Se observa también la arquitectura de control cascada, la que hace mención a la medición de dos variables y el control de una.

Este esquema muestra la manipulación del nivel para controlar el nivel.

3.4 Esquema teórico de montaje

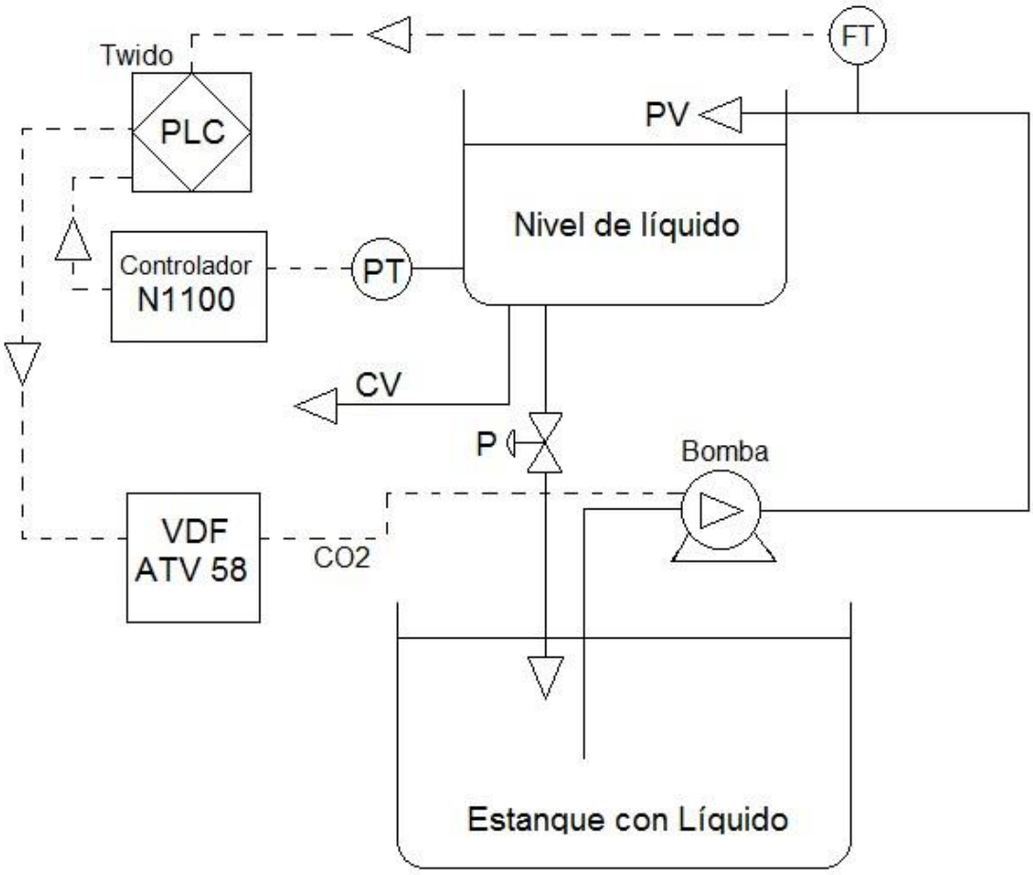


Ilustración 3.24 Esquema de montaje

La ilustración 21 muestra el esquema de montaje donde se detallan los materiales principales y fundamentales del proceso. Existe un estanque que será la fuente de donde se obtendrá el líquido, y un estanque de depósito, donde se controlará el nivel a través del transmisor de presión (PT), éste le enviará la señal al PLC el que a la vez estará controlando el lazo secundario a través de la señal que reciba del transmisor de flujo. De esta manera el PLC controlará el elemento final de control (VDF), el actuará directamente sobre la bomba.

La válvula P, es netamente una aplicación didáctica, ya que nos servirá para aplicar una perturbación al sistema y observar cómo se comporta este y cuál es su respuesta.

4° Capítulo

4.Estructura y diseño

4.1 Estructura

En los objetivos específicos se hace mención a la reutilización de materiales, es por eso que algunas partes de nuestro proyecto ya están definidas, como lo es la parte principal de la estructura, a la que se le realizarán pequeñas modificaciones, donde lo que quede definido estará presentado en este informe (ver anexo 1, estructura).

La siguiente ilustración muestra la arquitectura que tendrá la planta, en la cual se muestran los componentes principales que esta tendrá.

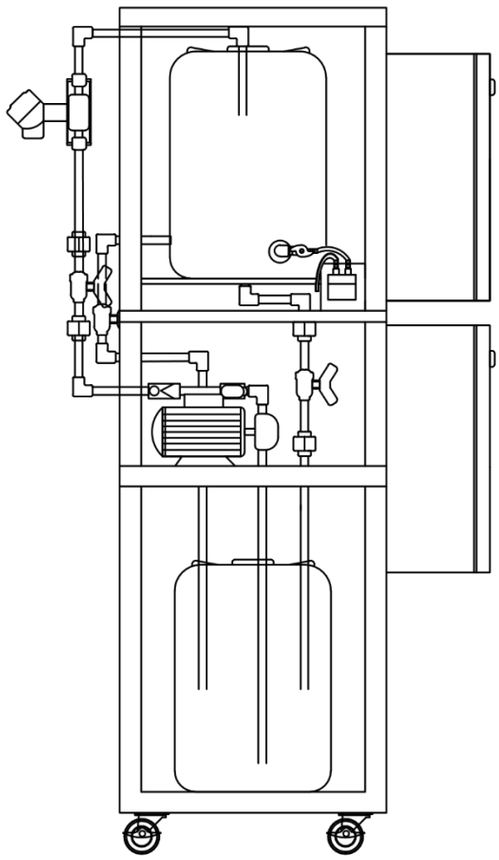


Ilustración 4.25 Estructura Proyecto control cascada

4.1.1 TAG de componentes de planta

Los TAG de los componentes de la planta nos indican tres componentes;

XXX – XXX - XXX
Área de ubicación – Descripción - Designación

Por ejemplo, el TAG de uno de los componentes de la planta es; “LA2-HV-007”; quiere decir que está ubicado en el área LA2 correspondiente a Laboratorio de automatismo 2, HV hace mención a HAND VALVE (o válvula manual) designado así de la tabla ISA (ver anexo), y la última cifra 007 corresponde a la designación, es decir, si existe otra HV en el área LA2 la designación debe ser diferente.

4.1.2 Descripción de los TAGs de planta

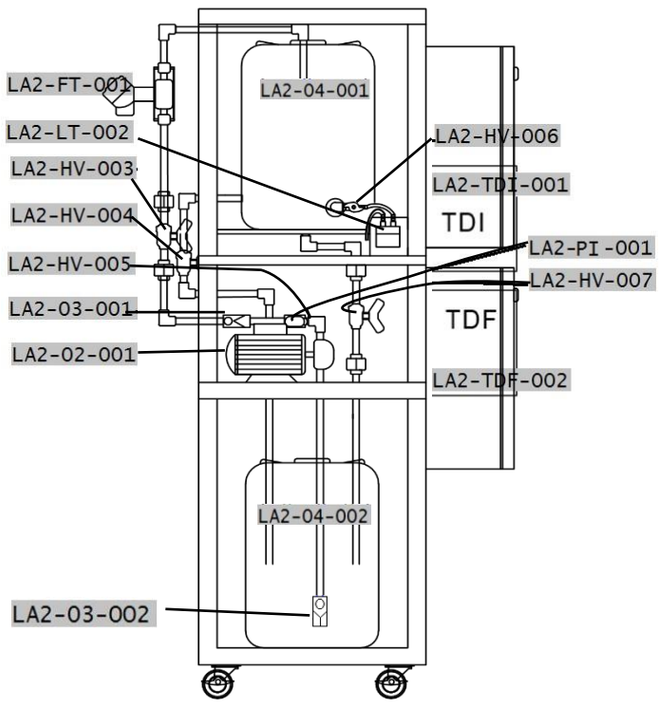


Ilustración 4.26 Descripción de los TAGs de planta

La ilustración muestra cada uno de los componentes presentes en la planta con sus respectivos TAG.

La tabla 4.22 no indica a que corresponde cada descripción de cada TAG.

Descripción de TAGs			
Descripción	Mención	Descripción	
FT	Transmisor de flujo	PI	Indicador de presión
LT	Transmisor de nivel	02	Bomba periférica
HV	Válvula manual	03	Válvula de check
TDI	Tablero de instrumentación	04	Estanque
TDF	Tablero de fuerza		

Tabla 4.13 Descripción de los TAGs de la planta

4.2 Diseño

4.2.1 Diseño tablero de control

La ilustración muestra la ubicación de los componentes eléctricos dentro del tablero de control.

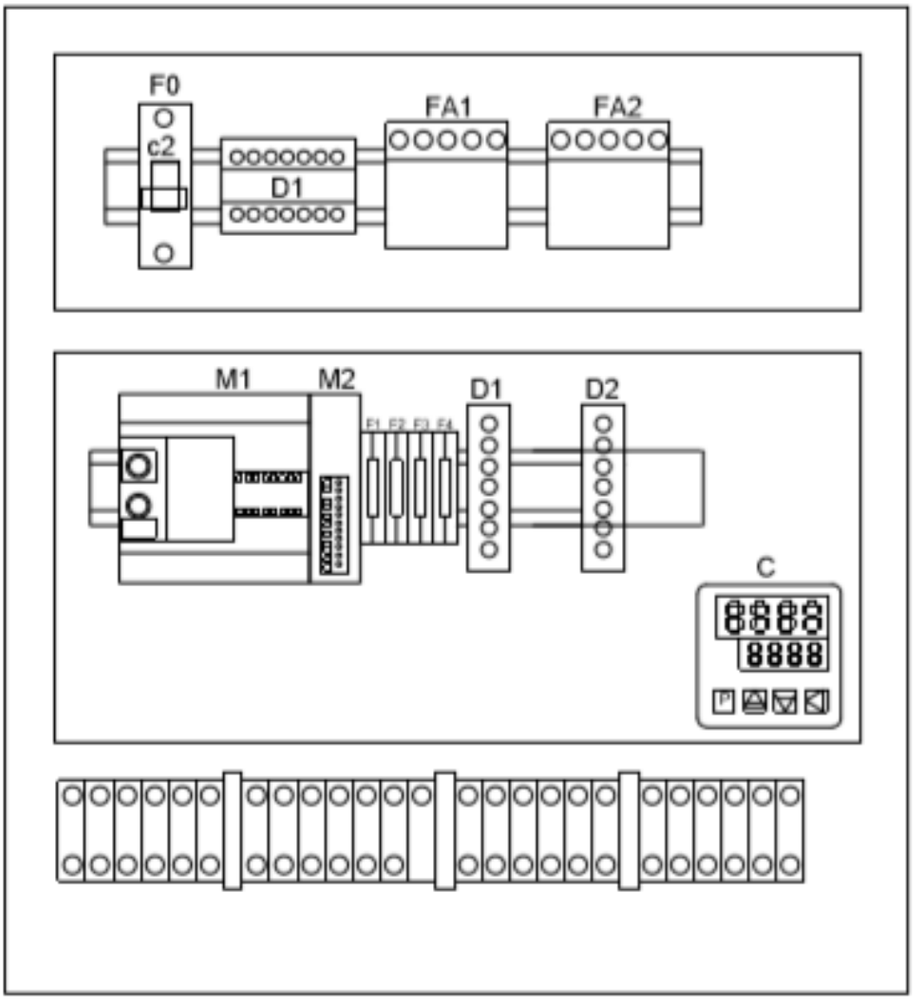


Ilustración 4.27 Ubicación de componentes en tablero de control

4.2.1.1 Descripción de componentes eléctricos

F0.- Disyuntor mono polar termo magnético de 2[A]

D1.- Repartidor riel de 2 polos y 7 contactos cada uno

FA1.- Fuente de poder de 220VCA de alimentación, 24VCC de suministro para el PLC y sus componentes.

FA1.- Fuente de poder de 220VCA de alimentación, 24VCC de suministro para los transmisores de nivel y caudal.

M1.- PLC modular Twido TWDLMDA20DRT con alimentación de 24VCC, 11 entradas digitales y 8 salidas digitales.

M2.- Módulo de ampliación analógica Twido TM2AMM3HT con alimentación de 24VCC, 2 entradas analógicas de 4-20mA, y 1 salida analógica de 4-20mA.

D1.- Repartidor riel mono polar de 7 conexiones, utilizado para repartir líneas positivas (+) de 24VCC.

D2.- Repartidor riel mono polar de 7 conexiones, utilizado para repartir líneas negativas (-) de 24VCC.

C.- Controlador universal NOVUS N1100 con alimentación de 220VCA, 1 entrada analógica de 4-20mA y 1 salida analógica de 4-20mA.

R1.- Regletas para la conexión de salidas digitales del PLC (Luces piloto)

R2.- Regletas para la conexión de entradas digitales del PLC (pulsadores)

R3.- Regletas para la conexión de entradas y salidas analógicas al PLC, Controlador y VDF (Transmisores)

R4.- Regletas para la conexión entre VDF y pulsadores de comando remoto.

4.2.2 Diseño tablero de fuerza

La ilustración muestra la ubicación de los componentes eléctricos dentro del tablero de fuerza.

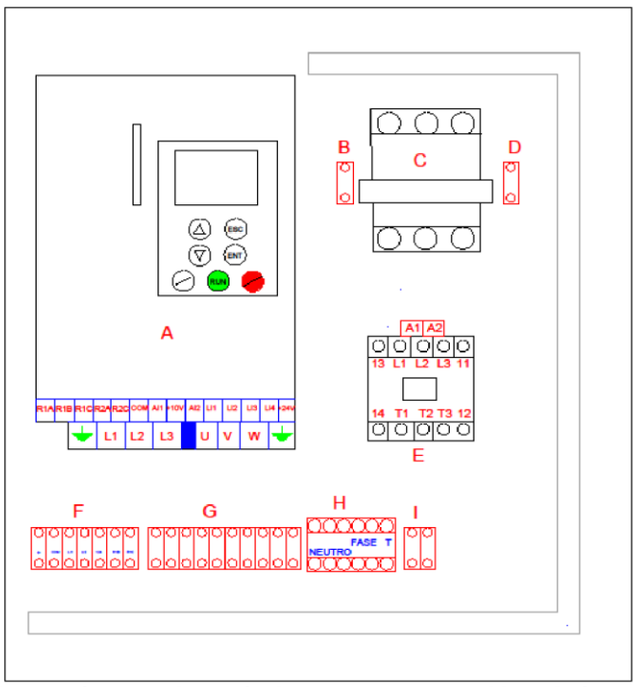


Ilustración 4.28 Ubicación de componentes en tablero de fuerza

4.2.2.1 Descripción de componentes eléctricos

A.- Variador de frecuencia telemecanique, modelo altivar 58.

B.- Regleta de conexión desde pulsador de partida a borne A1 del contactor.

C.- Disyuntor trifásico magneto térmico de 6 A, curva C legrand.

D.- Regleta de conexión neutro hacia borne A2 contactor.

E.- Contactor trifásico Mitsubishi S-N12, 220V- 13A - AC-3, 1 contacto NC, y 1 NO.

F.- Regletas de conexión control variador, Selector-Entrada análoga- Salida relé de falla.

G.- Regletas de conexión alimentación variador y salida de fuerza variador.

H.- Repartidor Riel bipolar 125A.

I.- Regletas de entrada desde terreno, parada de emergencia y pulsador de energización.

La alimentación hacia el tablero de control proviene de la fase T del tablero de fuerza, con su respectivo neutro, correspondientes a 220VCA. Esta alimentación, se encarga de proveer energía a las fuentes de poder, al controlador, y a las luces piloto, comandadas por el PLC.

Los tres pulsadores se encargan de comandar el control del PLC, ya sean start, stop y parada de emergencia.

Las luces piloto son indicaciones de los estados de start, stop, parada de emergencia y falla.

5° Capítulo

5. Parametrización y sintonización

Entrar en el mundo de la automatización abarca un sinfín de conocimientos, saber cómo manejar los componentes eléctricos inteligentes requiere de mucha concentración. Nuestro sistema cuenta con tres componentes eléctricos o electrónicos inteligentes; el PLC TWIDO, el controlador NOVUS y el variador de frecuencia ALTIVAR 58. Cada uno de estos requiere una parametrización que estará acorde a los a nuestro sistema, también una sintonización, como lo son el caso del PLC y controlador.

También es importante el cómo comandar cada uno de estos componentes, de esta manera se entenderá mejor cada procedimiento a seguir para parametrizar.

5.1 Parametrización VDF ALTIVAR 58

5.1.1 Manejo consola Variador

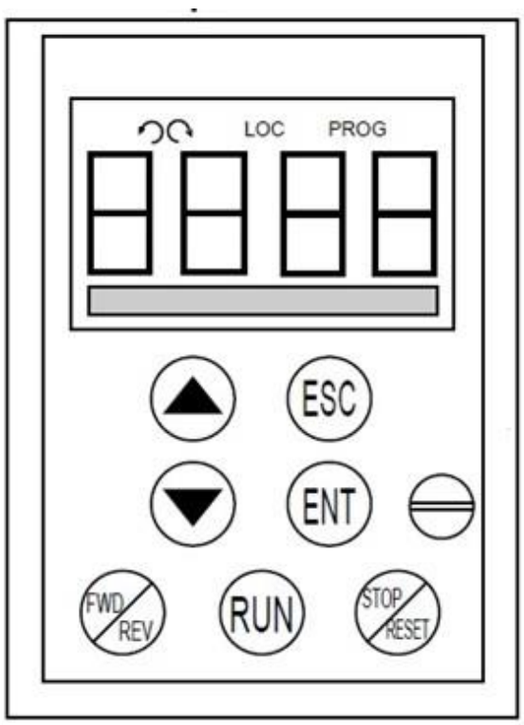


Tabla 5.14 Consola ALTIVAR 58

Desplazamiento por los menús y parámetros, ajuste de valor.

Retorno al menú anterior – abandono de ajuste en curso – retorno al valor original.

Selección de un menú - Validación de ajuste realizado.

Invierte el sentido de giro

Inicia la configuración parametrizada

Orden de parada del motor o reset ante una eventual falla.

5.1.2 Parametrización o programación

- Idioma: Este menú se puede modificar en parada o en marcha, y es subjetivo a criterio del usuario. Ejemplo:

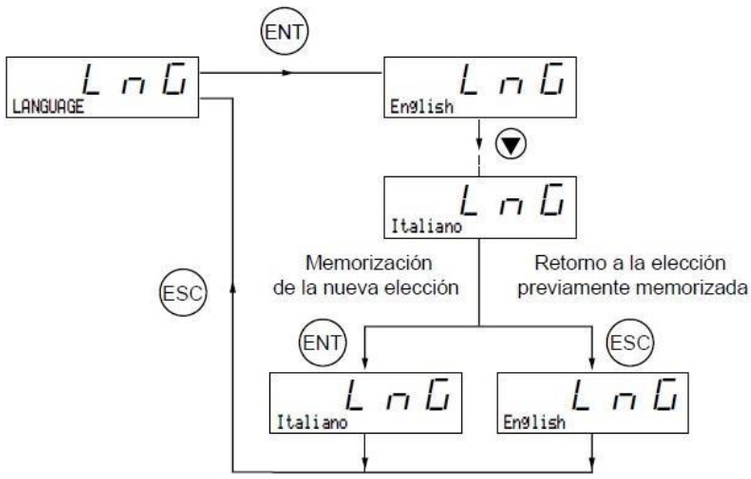


Ilustración 5.29 Ejemplo de parametrización VDF

- Menú de Ajustes: La modificación de los parámetros de ajuste se puede realizar en paro o en funcionamiento. Asegúrese de que los cambios durante el funcionamiento no sean de modo peligroso, pero preferentemente es recomendado realizarlos en paro.

La lista de parámetros de ajuste consta de una parte fija y de otra variable que varía en función de:

- La macro-configuración elegida.
- La presencia o no de una tarjeta extensión de entradas/salidas.
- Las asignaciones realizadas de las entradas/salidas, por el usuario.

Los siguientes parámetros son accesibles en la macro-configuraciones, pero para este caso utilizaremos los siguientes:

Código	Descripción	Rango de ajuste	Rango Ajustado
LSP	Velocidad Mínima (Hz)	0 hasta HSP	0 Hz
HSP	Velocidad Máxima (Hz)	LSP a TFR (Frecuencia de corte)	48 Hz
ITH	Corriente térmica (protección motor)	0.25In – 1.36In	1.5 A

Tabla 5.15 Menú de ajustes VDF

- Menú accionamiento: Los parámetros sólo se pueden modificar en parada, con el variador bloqueado. La optimización de las prestaciones de accionamiento se obtiene: Introduciendo en el menú accionamiento los valores de la placa del motor. O ejecutando un Auto Ajuste (en un motor asíncrono estándar).

Código	Descripción	Rango de ajuste	Rango Ajustado
Uns	Tensión nominal motor (V)	200-500V	380V
Frs	Frecuencia Nominal Motor (Hz)	10-500Hz	50Hz
Ncr	Corriente nominal Motor (A)	0.25 a 1.36In	1.15 A
nsp	Velocidad Nominal Motor (rpm)	0 a 9999 rpm	2900 Rpm
Cos	Coseno Fi motor	0.5 a 1	0.5
Tfr	Frecuencia Máxima de corte	10-500Hz	50Hz

Tabla 5.16 Menú de accionamientos VDF

- Menú de control: Los parámetros sólo se pueden modificar en paro, con el variador bloqueado.

	Descripción	Rango de ajuste	Rango Ajustado
TCC	Configuración Bornero	2 hilos – 3 hilos	2 hilos
Crl	Referencia Mínima Entrada Análoga AI2	0 a 20mA	4 mA
CrH	Referencia Máxima Entrada Análoga AI2	4 a 20mA	20mA
Lcc	Control de variador	No = Control remoto Si = Control mediante panel VDF	NO

Tabla 5.17 Menú de control VDF

- Menú afectación entradas y salidas: Las asignaciones de las entradas y salidas a configurar, sólo se pueden realizar con el variador en stop y bloqueado.

	Descripción	Rango de ajuste	Rango Ajustado
AI2	Afectación entrada analoga	0 a 20mA - 4 a 20mA referencia de suma	4-20mA, referencia de suma.

Tabla 5.18 Menú afectación entradas y salidas VDF

5.2 Parametrización controlador universal NOVUS N1100

5.2.1 Manejo consola Controlador NOVUS

Ilustración 5.30 Panel controlador NOVUS N1100

Los parámetros de configuración están reunidos en grupos de afinidades, llamados ciclos de parámetros. Los 7 ciclos de parámetros son:

Ciclo	El ciclo de operación (1o ciclo) tiene acceso fácil a través de la tecla P. Los demás ciclos necesitan de una combinación de teclas para ser accedidos. La combinación es: ◀ (back) y P (programa) Presionadas simultáneamente. En el ciclo deseado se puede recorrer todos los parámetros de ese ciclo, presionando la tecla P (o , ◀ para retroceder en el ciclo). Para retornar al ciclo de operación, presione P hasta que todos los parámetros del ciclo sean recorridos o presione la tecla ◀ durante 3 segundos.
1.- Operación	
2.- Sintonía	
3.- Programas	
4.- Alarma	
5.- Escala	
6.- Entradas y salidas	
7.- Calibración	

Todos los parámetros configurados son almacenados en memoria protegida. Los valores alterados son guardados cuando el usuario avanza para el siguiente parámetro. El valor de SP también es guardado en el intercambio de parámetro o cada 25 segundos.

5.2.2 Total de parámetros controlador NOVUS N1100

La siguiente tabla muestra todos los parámetros por los cuales se puede navegar en el controlador, para su posterior parametrización.

CICLO DE OPERACIÓN	CICLO DE SINTONÍA	CICLO DE PROGRAMAS	CICLO DE ALARMA	CICLO DE ESCALA	CICLO DE I/OS	CICLO DE CALIBRACIÓN
PV / SP	Atun	tbAS	FuA1 - FuA4	tYPE	Io1	PASS
Auto	Pb	Pr n	bLA1 - bLA4	dPPo	Io2	InLC
PV / MV	Ir	PtoL	HYA1 - HYA4	un It	Io3	InHC
Pr n	dt	PSP0 – PSP7	A It1	oFFS	Io4	rSLC
run	Ct	Pt1 – Pt7	A It2	SPLL	Io5	rSHC
	HYSt	PE1 – PE7	A2t1	SPHL		OuLC
	ACt	LP	A2t2	ErSP		OuHC
	bIAS			rSP		rStr
	ouLL			rSLL		CJ
	ouHL			rSHL		HtYP
	SFSt			bAud		PASC
	SPA1 - SPA4			PrtY		Prot
				Addr		

Tabla 5.19 Total de parámetros configurables del controlador

5.2.3 Ajuste de parámetros del controlador

Estos parámetros que a continuación se muestran son los ajustados en el controlador.

Parámetro	Descripción	Ajuste
Pb Banda proporcional	Banda Proporcional - Valor del término P del modo de control PID, en porcentual del rango máximo del tipo de entrada. Ajusta de entre 0 y 500.0 %. Cuando en 0.0 (cero), determina modo de control ON/OFF.	VER COMENTARIO AL FINAL DE LA TABLA
ouLL Límite inferior de salida	Límite inferior para la salida de control - Valor porcentual mínimo asumido por la salida de control cuando en modo automático y en PID. Típicamente configurado con 0.0 %.	0.0
ouHL Límite superior de salida	Límite Superior para la salida de control - Valor porcentual máximo posible asumido por la salida de control cuando en modo automático y en PID.	100.0
	Típicamente configurado con **100.0 %**.	

tYPE Tipo de entrada	Tipo de Entrada. Selección del tipo entrada utilizada por el controlador. Consultar la Tabla 1 (VER ANEXO). Obligatoriamente el primer parámetro a ser configurado.	L.4.20 Señal Analógica Lineal Indicación programable de -1999 a 9999
SPLL Límite inferior de setpoint	Define el límite inferior para ajuste de SP. Para entradas tipo señal analógica lineal disponibles (0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV y 0-5 V) establece el valor mínimo del rango de indicación de PV, además de limitar el ajuste del SP. Define límite inferior para el rango de retransmisión de PV y SP.	23
SPHL Límite superior de setpoint	Define el límite superior para ajuste de SP. Para entradas tipo señal analógica lineal disponibles (0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV y 0-5 V) establece el valor máximo del rango de indicación de PV, además de limitar el ajuste del SP. Define límite superior para el rango de retransmisión de PV y SP.	74
io 5 Ciclo I/O	Función del canal I/O 5: Selección de la función utilizada en el canal I/O 5, conforme la Tabla 2. (VER ANEXO)	P.4.20 Retransmisión de PV 4 a 20mA

Tabla 5.20 parámetros ajustados del controlador

5.2.3.1 Controlador Novus no ejerce control

Mediante las pruebas realizadas en el controlador, se llegó a la conclusión de que si bien este ejercía un control proporcional, el rango de señal de salida como setpoint para el controlador de flujo fue muy pequeño, aproximadamente de 4mA, por lo que la respuesta al proceso iba a ser más lenta y menos precisa, sin embargo se utilizó la opción de "retransmisión de PV (variable de proceso)", llegando a obtener un span de 8mA.

5.3 Parametrización y sintonización PLC TWIDO SUITE

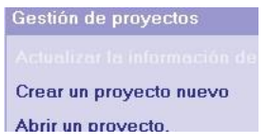
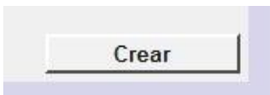
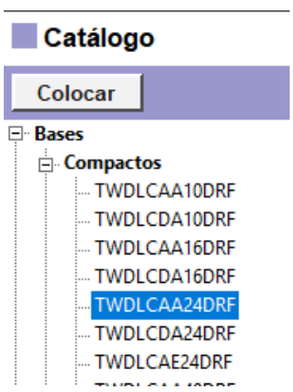
5.3.1 Parametrización y selección de PLC en programa TWIDO SUITE

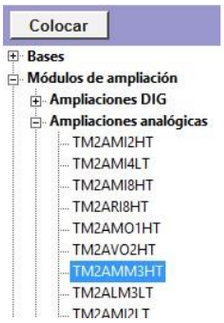
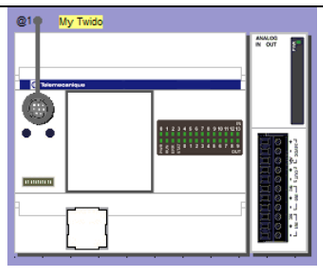
Schneider proporciona un software para la programación de su gama de PLCs TWIDO, el programa utilizado es el TWIDOSUITE versión 2.31.04

- El primer paso tras la ejecución del programa, donde se abrirá como muestra la ilustración, es ingresar al modo de programación.

Ilustración 5.31 Inicio programa TWIDO SUITE

La siguiente tabla muestra el paso a paso para llegar antes de la etapa de programación.

	"Elija la opción crear un proyecto nuevo"
	Con el mouse pulse "crear"
	En la esquina superior izquierda del programa pulse describir.
	Al pulsar describir aparecerá una opción en la esquina superior derecha para elegir los módulos a utilizar. Nuestro PLC es la base compacta "TWDLCAA24DRF", se debe mantener pulsada y arrastrar al fondo azul de la pantalla.

	En los módulos de ampliación, nos corresponde el de ampliación analógica “TM2AMM3HT”, arrastrar al fondo azul de la pantalla.
	La configuración realizada debería quedar como la ilustración.

5.3.2 Tratamiento de señales analógicas

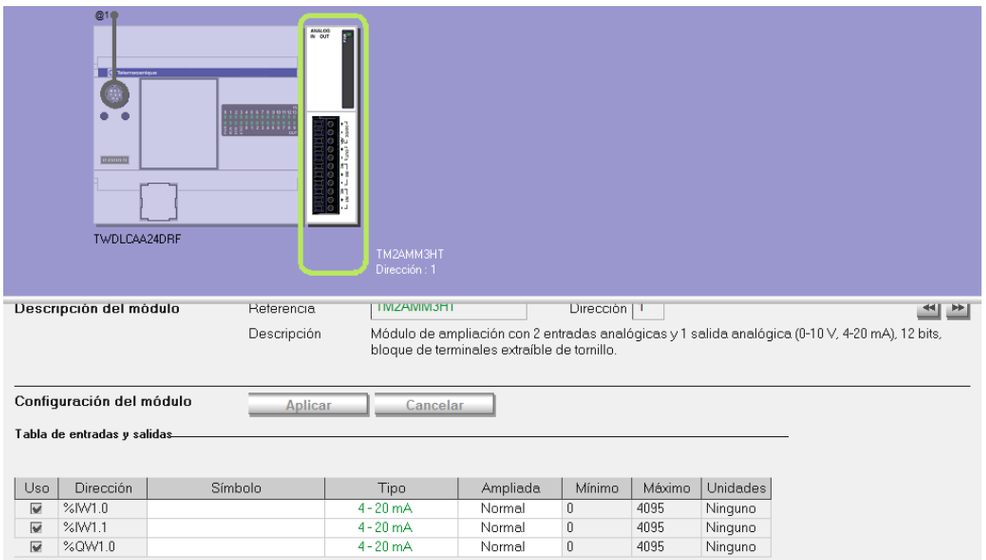


Ilustración 5.32 Tratamiento de señales analógicas

Como muestra la ilustración las señales tanto de entrada (%IW1.0 y %IW1.1) como de salida (%QW1.0), corresponden a señales de corriente de 4-20mA, y deben ser configuradas en la columna “Tipo”, ya que también existe la opción de que estas señales sean de 0 a 10V. La columna “Ampliada” hace referencia al mínimo y máximo de los bits de lectura a los que serán transformadas las señales. En nuestro caso la rampa de 4-20mA va de 0 a 4095 unidades respectivamente.

5.3.3 Sintonización lazo interno de flujo

Como se ha mencionado existen diversos métodos para sintonizar controladores, Ziegler Nichols es uno de ellos.

En primer lugar se realizó un pequeño programa con un control únicamente proporcional para lograr una oscilación en la respuesta del proceso, tomando como señal analógica de entrada la del transmisor de flujo LA2-FT-001.

Ilustración 5.33 Programa Ladder Sintonización flujo

La ilustración muestra un programa básico, el cual nos ayudó a obtener una respuesta oscilatoria constante para el cálculo de valores proporcionales e integrales.

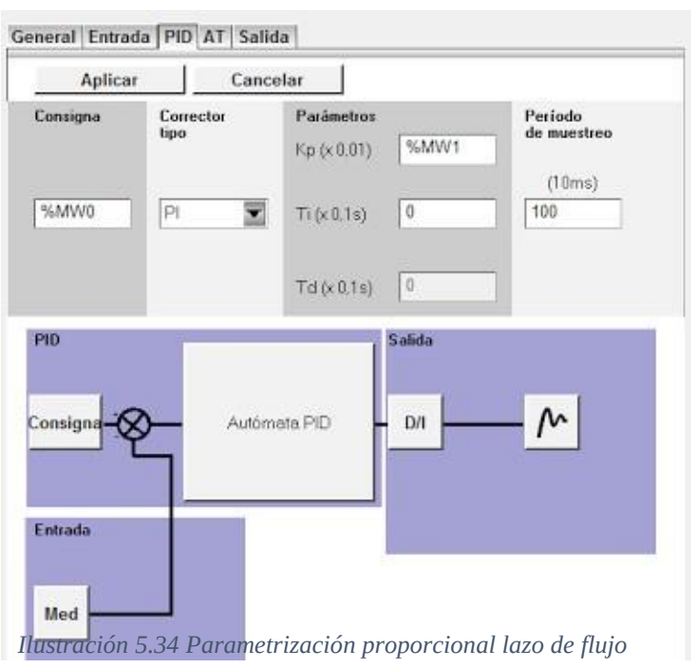


Ilustración 5.34 Parametrización proporcional lazo de flujo

Aquí se observa el ajuste de memorias de programa (%MW) para que luego puedan ser ajustadas en una tabla de animaciones propia del programa TuidoSuite.

%MW0 se asignó para la modificación de setpoint y %MW1, para modificación de valores proporcionales.

En la tabla de animaciones que genera el programa, se ajustaron valores de 2000 para setpoint y 100 para valor proporcional, con lo que la respuesta del proceso fue oscilatoria pero alejada del setpoitn ajustado. Con lo que se ajustó un nuevo valor de ganancia (valor proporcional) de 300, donde la respuesta se mantuvo oscilatoria, pero esta vez alrrededor del setpoint.

Al cambiar el valor de consigna (setpoint) a 2800, la respuesta del proceso se ajustó inmediatamente, manteniendo la respuesta oscilante constante.

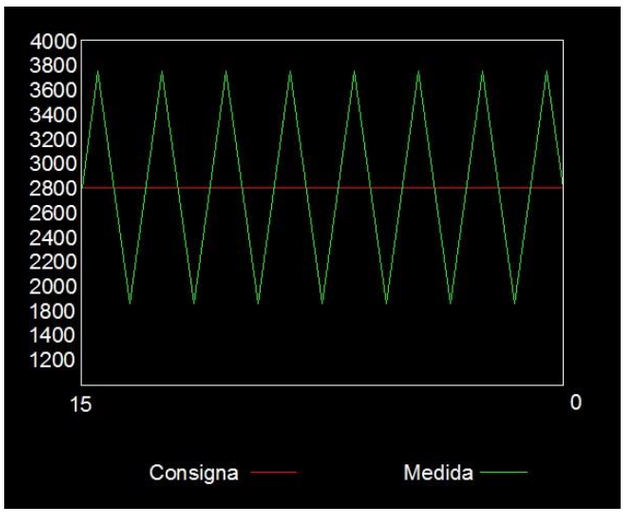


Ilustración 5.35 Representación oscilaciones constantes lazo de flujo

Se puede observar que las oscilaciones tienen aproximadamente un período de 2 minutos (120 segundos para efectos de cálculos).

5.3.3.1 Cálculos valores proporcionales e integrales

Donde Kcu (última ganancia)=300

Tu (último período)=120

Controlador	Kc	TI
PI	Kcu/2.2 Kcu=300 $Kc = \frac{Kcu}{2.2} = \frac{300}{2.2} = 136{,}36$	Tu/1.2 Tu=120 $TI = \frac{Tu}{1.2} = \frac{120}{1.2} = 100$

Tabla 5.21 Cálculos valores Kc-TI lazo flujo

De acuerdo a los cálculos los valores para el controlador de flujo son 136 para el valor proporcional (Kc) y 100 para el valor integral (TI), esto puede estar sujeto a pequeñas modificaciones, todo dependerá de qué valores se adecúen para obtener una mejor respuesta en el proceso. En nuestro caso, terminamos modificando el valor proporcional en 150, luego de varias otras pruebas, ya que con 136 la respuesta era un poco más lenta, con lo que frente a cambios de setpoint, el sistema se comportó de la siguiente manera. Siendo la línea roja el ajuste de setpoint o consigna, y la línea verde la respuesta del proceso.

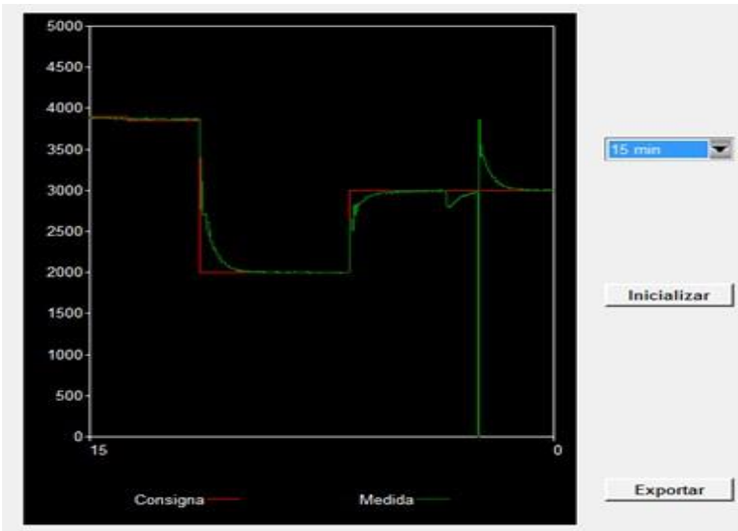


Ilustración 5.36 Respuesta proceso sintonización PI lazo flujo

5.3.4 Sintonización lazo externo nivel

Para el lazo externo y principal de nivel se realizó el mismo procedimiento, la única diferencia es que ahora la señal de entrada analógica de 4-20mA está tomada del transmisor de presión LA2-LT-002, del que podemos tomar indirectamente la medida del nivel del estanque LA2-04-001.

Ilustración 5.37 Programa Ladder sintonización Nivel

programa idéntico al anterior, cambiando únicamente nombres y los ajustes de Memorias de Programa para que se adecúen al nuevo control.

En la tabla de animaciones correspondiente, se agregó el mismo valor de última ganancia del lazo de flujo (300), con lo que la respuesta del proceso fue oscilante, solo que esta vez, con un período mucho menor, aproximadamente de 3 a 5 segundos.

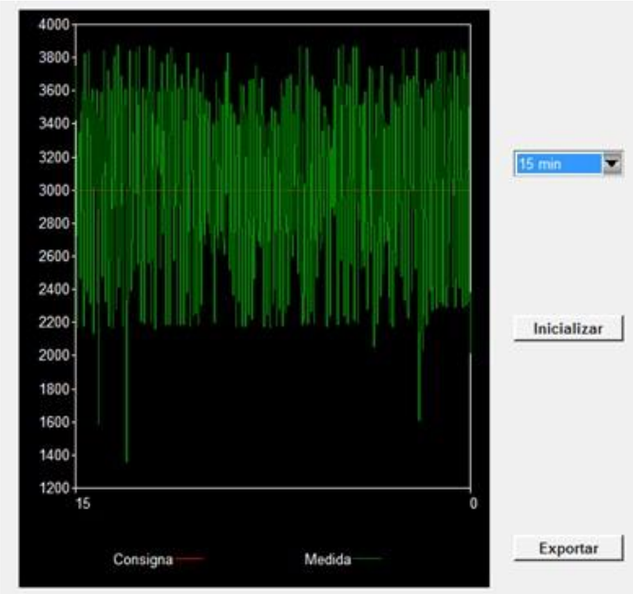


Ilustración 5.38 Representación oscilaciones constantes

5.3.4.1 Cálculo valores proporcionales e integrales

Donde Kcu (última ganancia)=300; Tu (último período)=4

Controlador	Kc	TI
PI	Kcu/2.2 Kcu=300 $Kc = \frac{Kcu}{2.2} = \frac{300}{2.2} = 136{,}36$	Tu/1.2 Tu=4 $TI = \frac{Tu}{1.2} = \frac{4}{1.2} = 3{,}33$

Tabla 5.22 Cálculo valores Kc y TI lazo nivel

Como habíamos mencionado los resultados de los valores están sujetos a pequeñas modificaciones, la idea es siempre obtener la mejor respuesta del proceso. Esta vez, los valores que más se nos adecuaron fueron 150 para el valor proporcional y 3 para el valor integral.

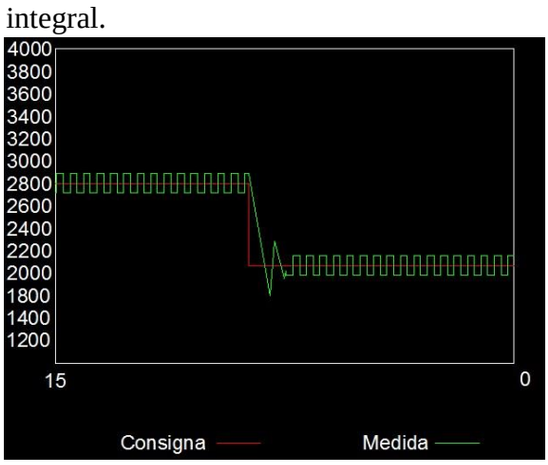
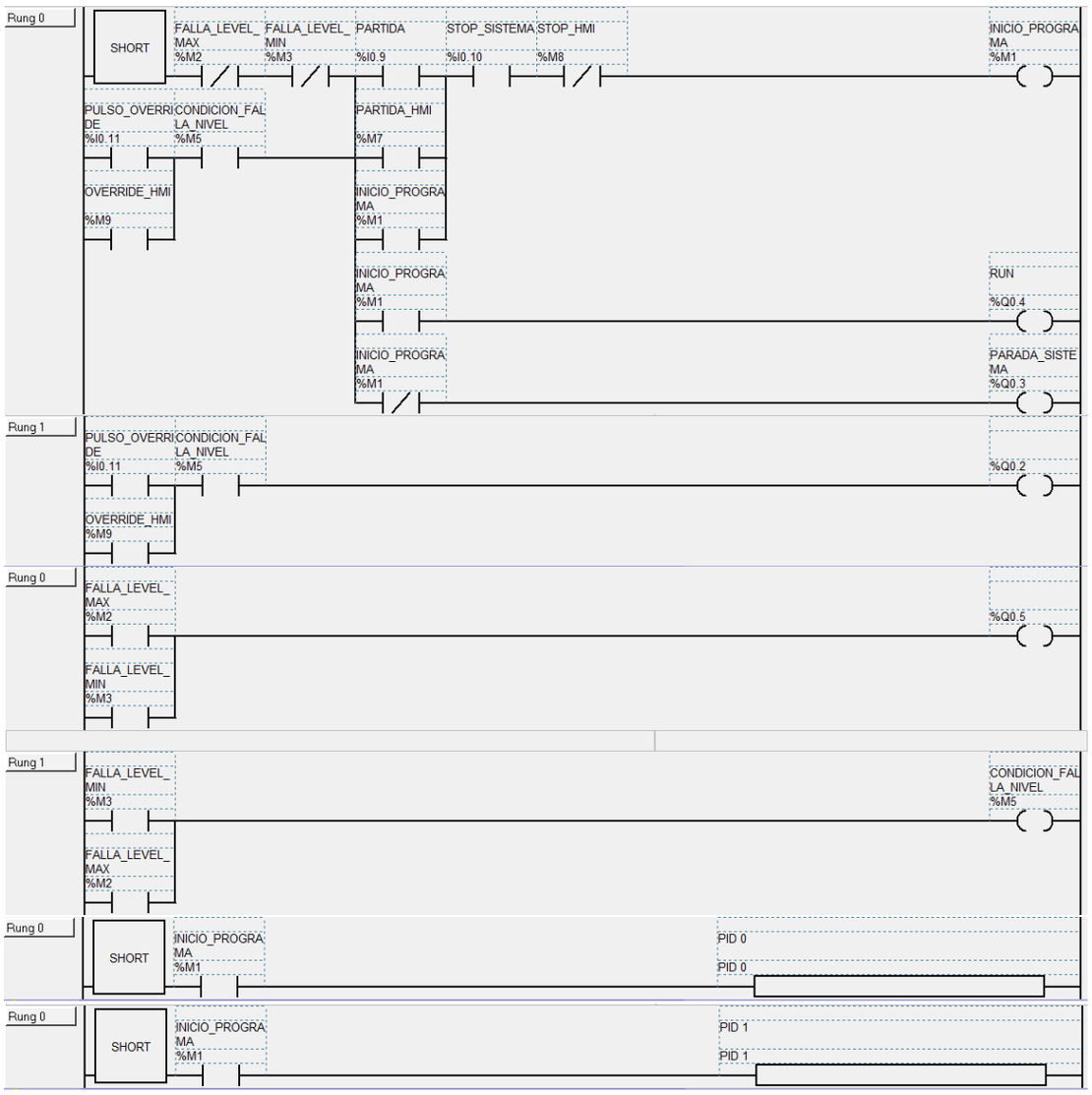


Ilustración 5.39 Respuesta proceso sintonización PI lazo nivel

Se puede observar que la sintonización no es lineal, esto se debe a la precisión del transmisor de presión diferencial (0,5%), que en referencia de los 100mBar de rango, corresponde a 5mm.

5.3.5 Programa de PLC



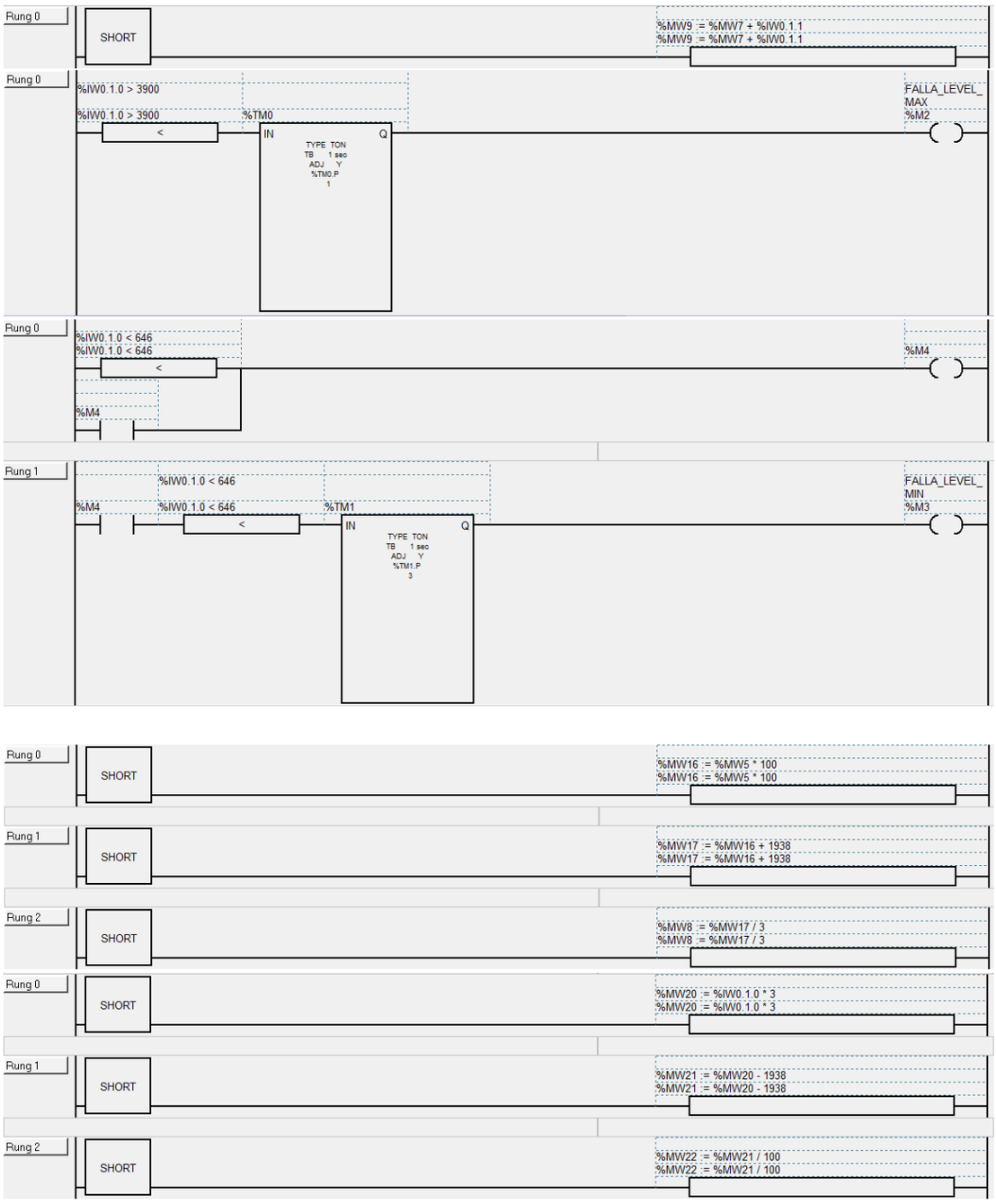


Ilustración 5.40 Diagrama Ladder Control Cascada

5.3.5.1 Descripción programación Ladder

- **Ladder 1: Control en terreno.**

Rung 0:

Operando	Tipo de bits	Uso	Estado lógico en programa
%I0.9	Entrada digital	Pulsador partida	0
%I0.10	Entrada digital	Pulsador parada	0
%I0.11	Entrada digital	Pulsador Override	0
%M1	Memoria de programa	Inicio programa	0
%M2	Contactos de memoria	Condicionantes	1
%M3	Contactos de memoria	Condicionantes	1
%M5	Contactos de memoria	Condicionantes	0
%Q0.3	Salida digital 0.3	Luz piloto Parada sistema	1
%Q0.4	Salida digital 0.4	Luz piloto Run	0

Tabla 5.23 Especificación Ladder 1 Rung 0

El inicio del programa se dará mediante el pulso de la botonera "Partida Control" (Ver anexo 1), que físicamente corresponde a la entrada digital N°9 que dentro del Ladder se debe escribir como %I0.9. Antes de que el programa inicie, se deben cumplir ciertas condicionantes para que la memoria de programa %M1 se habilite y dé partida a todo el programa. Las condicionantes son:

- La parada de sistema no debe estar activada.
- Que los contactos de memoria de falla %M2 y %M3 se encuentren en su estado lógico normal (1), es decir normalmente cerrado, y para que ocurra eso no debe existir ninguna falla de nivel ya sea de mínimo o máximo.

Una vez que ya se encuentra activada la memoria %M1, se produce el cambio de estado en la salida digital %Q0.4 de 0 a 1, la cual advierte que el programa se encuentra en Run. En la salida digital %Q0.3 ocurre lo contrario con el cambio de estado lógico de 1 a 0, por lo tanto la luz piloto de advertencia de programa detenido, se apagará.

La entrada digital %I0.11 corresponde al override, que al encontrarse en 1 al igual que el contacto de memoria de falla %M5, se puede poner en marcha el sistema de forma manual, si y solo si, en el sistema existe una falla.

Rung 1: Override

Operando	Tipo de bits	Uso	Estado lógico en programa
%I0.11	Entrada digital	Pulsador Override	0
%M5	Contacto de memoria	Condicionante	0
%Q0.2	Salida digital	Luz Piloto Override	0

Tabla 5.24 Especificación Ladder 1 Rung 1

En este rung se describe la ocupación del pulsador override %I0.11 que significa que ante una eventual falla del sistema, se pueda usar de forma manual el programa para el operador. Al cambiar de estado 0 a 1, activa la salida digital %Q0.2 y está a su vez una luz piloto que su función es advertir al operador el uso del override.

- **Ladder 2: Fallas (Indicación de luz piloto amarilla).**

Rung 0: luz piloto amarilla

Operando	Tipo de bits	Uso	Estado lógico en programa
%M2	Contacto de memoria	Condicionante	0
%M3	Contacto de memoria	Condicionante	0
%Q0.5	Salida digital	Luz piloto Falla	0

Tabla 5.25 Especificación Ladder 2 Rung 0

La indicación de la luz piloto amarilla de falla, dependerá del cambio de estado de la salida digital %Q0.5, que ocurrirá cuando exista una falla en el nivel, por mínimo o máximo, y así ocurra el cambio de estado de los contactos de memoria %M2 y %M3 que se encuentran en paralelo, de esta manera solo basta que una de las dos condicionantes se encuentren en 1 para que la luz piloto se active.

Rung 1: Memoria de condicionante de falla.

Operando	Tipo de bits	Uso	Estado lógico en programa
%M2	Contacto de memoria	Condicionante	0
%M3	Contacto de memoria	Condicionante	0
%M5	Memoria de programa	Falla	0

Tabla 5.26 Especificación Ladder 2 Rung 1

Al ocurrir una falla de nivel mínimo o máximo en el estanque de agua del sistema, se verá reflejado en la memoria de programa %M5, que cambia su estado lógico al ocurrir una falla de nivel mínimo, eso ocurrirá cuando se cierre el contacto de memoria %M3. O máximo, si se cierra el contacto de memoria de programa %M2.

- **Ladder 3: Control PI lazo externo Nivel.**

Rung 0:

Operando	**Tipo de bits**	**Uso**	**Estado lógico en programa**
%M1	Contacto de memoria	Condicionante	0
PID 1	Bloque Funcional	Controlador de Nivel	0

Tabla 5.27 Especificación Ladder 3

Dentro de este rung se encuentra el bloque funcional PID 1 que ejerce el control PI correspondiente a la variable principal nivel. Este bloque funcional ejecutará el control correspondiente solo cuando se encuentre el programa en RUN, es decir, se haya dado un pulso de inicio de partida y activado la memoria de programa %M1 y así cambiará el estado lógico del contacto de memoria de 0 a 1.

- **Ladder 4: Control PI lazo interno flujo.**

Rung 0:

Operando	**Tipo de bits**	**Uso**	**Estado lógico en programa**
%M1	Contacto de memoria	Condicionante	0
PID 0	Bloque Funcional	Controlador de flujo	0

Tabla 5.28 Especificación Ladder 4

Para que el bloque funcional PID0, que corresponde a la variable de flujo dé inicio a su configuración, la memoria de programa %M1 Run debe estar activada, para que el estado lógico del contacto de memoria que se encuentra en este Rung cambie de estado, y así se pueda ejecutar el bloque PID0.

- **Ladder 5: Acondicionamiento setpoint Nivel.**

Rung 0:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW8	Memoria de palabra	Setpoint nivel
%MW5	Memoria de palabra	Fijar setpoint
%IW0.1.0	Entrada analógica	Transmisor de nivel

Tabla 5.29 Especificación Ladder 5

Para la operación correcta del bloque PID0 (Nivel), la lectura del setpoint se debe acondicionar, de esta forma se realiza una sustracción del setpoint fijado por el operador, guardado en la memoria %MW5 y la lectura de nivel realizada por el Transmisor de nivel, leída por la entrada análoga %IW0.1.0, arrojando como resultado el setpoint del bloque de operación PID 0 quedando en la memoria %MW8.

- **Ladder 6: Acondicionamiento setpoint Flujo.**

Rung 0:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW7	Memoria de palabra	Salida del bloque PID 0 de nivel
%MW9	Memoria de palabra	Set point Flujo
%IW0.1.1	Entrada analógica	Transmisor de flujo

Tabla 5.30 Especificación Ladder 6

Dentro del bloque de operación PID 0 correspondiente a la variable de flujo, de igual forma que en el bloque de operación de nivel, se debe acondicionar la señal de setpoint, mediante una sustracción de la salida del bloque PID 1 Nivel %MW7 (Que debe ser el setpoint del bloque de flujo), y la lectura del flujómetro leída por la entrada análoga %IW0.1.1, quedando guardado el resultado en la memoria de palabra %MW9 como el setpoint acondicionado para el bloque de operaciones PID 0 flujo.

- **Ladder 7: Falla nivel máximo.**

Rung 0:

Operando	Tipo de bits	Uso
%M2	Memoria de programa	Falla nivel Máximo
%TM0	Temporizador	Habilitar Falla
%IW0.1.0	Entrada analógica	Transmisor de nivel

Tabla 5.31 Especificación Ladder 7

El rung 0 corresponde a la falla de nivel cuando la lectura pasa un límite máximo establecido. La primera acción a realizar dentro de un bloque de comparación es la lectura de nivel %IW0.1.0 y compararla con el máximo nivel establecido entregado por el

transmisor que es equivalente a 4000, y si el nivel logra sobrepasar ese límite, activa el temporizador %TM0 que luego de 1 segundos cambia de estado lógico de 0 a 1 la memoria de programa %M2 y simultáneamente cambia de estado los contactos asociados a la memoria %M2 e indica falla de nivel máximo dentro del programa.

- **Ladder 8: Falla nivel mínimo.**

Rung 0:

Operando	Tipo de bits	Uso
%M4	Memoria de programa	Activar Rung 1
%IW0.1.0	Entrada analógica	Transmisor de nivel

Tabla 5.32 Especificación Ladder 8 Rung 0

El rung 0 es la condicionante para la activación de la alarma de nivel mínimo dentro del programa, y activa la memoria %M4, si y solo si, el nivel entregado por la entrada análoga %IW0.1.0 es menor a 646 que está definido por el transmisor de presión diferencial para no dejar nunca el estanque de agua en un nivel 0. Mediante el contacto de sello de %M4 una vez detectado el nivel mínimo se mantiene en 1.

Rung 1:

Operando	Tipo de bits	Uso
%M3	Memoria de programa	Falla nivel mínimo
%M4	Contacto de memoria	Condicionante Rung 1
%TM1	Temporizador	Habilitar Memoria
%IW0.1.0	Entrada analógica	Transmisor de nivel

Tabla 5.33 Especificación Ladder 8 Rung 1

Una vez comparada la entrada de nivel %IW0.1.0 en el Rung 0, el contacto de memoria %M4 cambia de estado lógico a 1 y habilita el Rung 1 y así activar el temporizador %TM1 que luego de 3 segundos mediante la activación de la memoria de programa %M3 entrega una falla de nivel mínimo.

- **Ladder 9: Escalamiento del valor de set point**

Rung 0:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW16	Memoria de palabra	Guardar valor
%MW5	Memoria de palabra	Ingreso de valor de set point

Tabla 5.34 Especificación Ladder 9 Rung 0

En este rung 0 se hace el uso del escalamiento, usando la ecuación de la recta. Pasar de un valor de cuenta del software a poder ingresar un valor entendible que es de 0-100% para que se puede comprender de mejor manera. El valor que se ingresa como set point %MW5 se multiplica por 100. Y se guarda en %MW16.

Rung 1:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW16	Memoria de palabra	Guardar valor
%MW17	Memoria de palabra	Guardar valor

Tabla 5.35 Especificación Ladder 9 Rung 1

El Rung 1 sigue con la ecuación donde %MW16 se suma por un valor entero el cual es 1938 para después se guarde en %MW17.

Rung 2:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW17	Memoria de palabra	Guardar valor
%MW8	Memoria de palabra	Consigna

Tabla 5.36 Especificación Ladder 9 Rung 2

El rung 2 es el final de la fórmula de escalamiento en donde el valor se ingresa como corresponde, %MW17 se divide por 3 y este sería el resultado en %MW8 que pasaría a ingresar el valor del lenguaje de la programación.

- **Ladder 10: Escalamiento del valor de nivel**

Rung 0:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW20	Memoria de palabra	Guardar valor
%IW0.1.0	Entrada analógica	Transmisor de nivel

Tabla 5.37 Especificación Ladder 10 Rung 0

En este rung 0 se hace nuevamente el uso del escalamiento, Para que se pueda observar desde el HMI el nivel de modo más comprensible. %IW0.1.0 que es el valor leído por el transmisor de nivel es multiplicado por 3. El resultado se guarda en %MW20.

Rung 1:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW20	Memoria de palabra	Guardar valor
%MW21	Memoria de palabra	Guardar valor

Tabla 5.38 Especificación Ladder 10 Rung 1

El Rung 1 se continua con el escalamiento. %MW20 se resta por un valor entero 1938 que después es guardado en %MW21.

Rung 2:

Operando	Tipo de bits	Uso
%MW21	Memoria de palabra	Guardar valor
%MW22	Memoria de palabra	Visualización del nivel

Tabla 5.39 Especificación Ladder 10 Rung 2

El rung 2 finaliza la ecuación. Para que se pueda ver desde el HMI el nivel en valores de 0-100%. %MW21 se divide por 100 y el resultado se guarda en %MW22 que luego solo es relacionar este con el HMI.

5.3.5.2 Descripción bloque funcional PID.

Tanto el lazo interno como externo, necesitan un tipo de control. Nuestro programa cuenta con parámetros tanto proporcionales como integrales en ambos lazos. La siguiente ilustración muestra la secuencia de parámetros que se deben configurar.

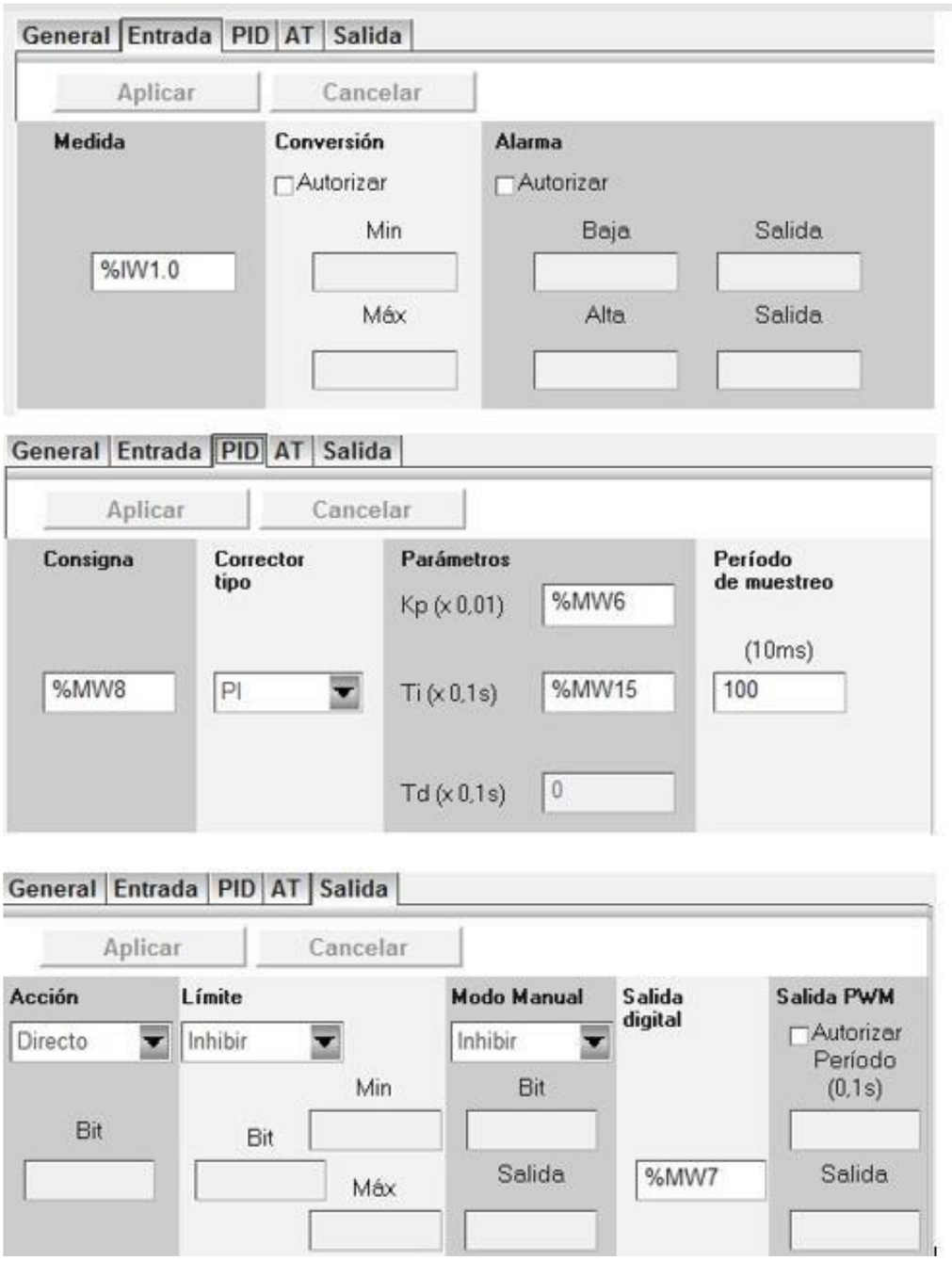


Ilustración 5.41 Configuración bloque funcional PID

La siguiente tabla muestra una breve descripción de cada parámetro que se ajusta en el bloque PID, además de señalar cueles fueron los valor en el bloque PID 0 y PID1. Para una información más detallada, ver anexo 3.

Parámetro	Descripción	Ajuste	
		PID 0	PID 1
Entrada	Medida; registra entrada del módulo analógico a configurar	%IW1.1	%IW1.0
PID	Consigna; define el setpoint	%MW9	%MW8
	Tipo corrector; define control PI o PID para el ajuste de parámetros	PI	PI
	Parámetros; Ajuste de valores Kp, TI y Td	Kp: %MW3 TI: %MW4	Kp: %MW6 TI: %MW15
	Período muestreo; define la frecuencia de tiempo de muestreo de la señal de entrada	100x10mS	100x10mS
Salida	Acción; ajuste de acción directa o inversa del control	Inversa	Directa
	Salida digital; define una salida guardada en una memoria	%QW1.0	%MW7

Tabla 5.34 Descripción y ajuste bloques PID

- **Programa del HMI**

5.3.1 Parametrización y selección de HMI en programa Vijeo Designer

Schneider también cuenta con un software de programación para el HMI que sea compatible con el PLC twido.

Primeramente, se comienza creando un nuevo proyecto en el vijeo designer tal como se muestra a continuación

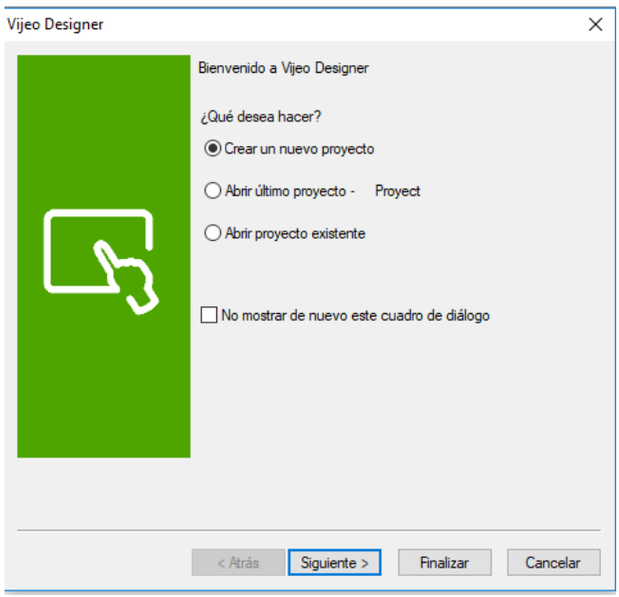
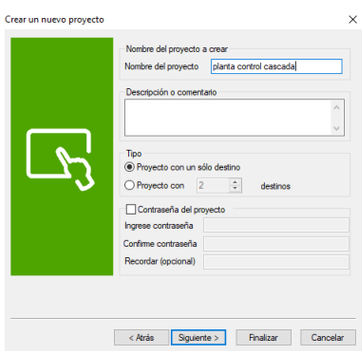
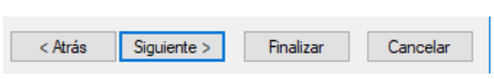
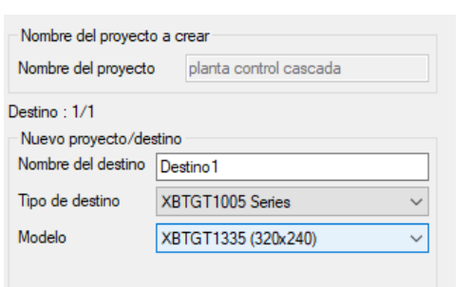
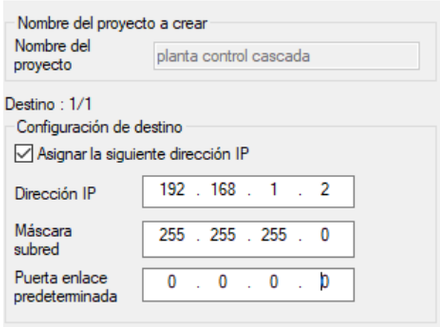
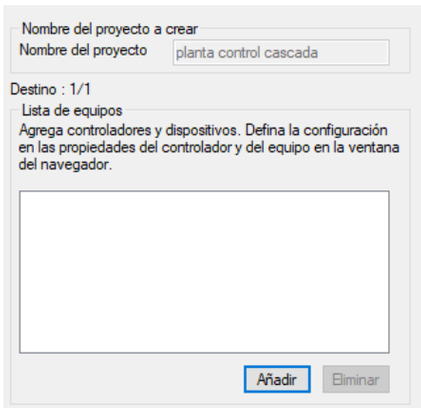
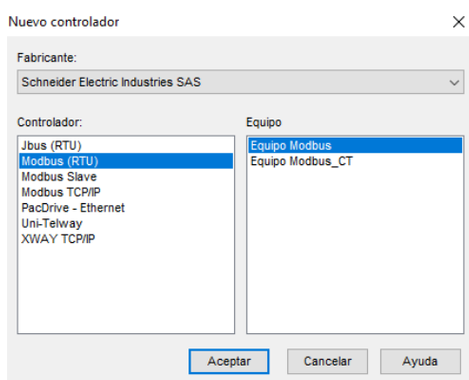
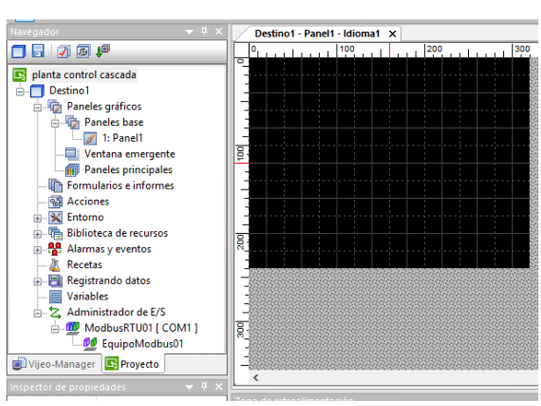


Ilustración 5.42 Inicio Vijeo Designer

La siguiente tabla muestra el paso a paso para llegar antes de la etapa de programación.

	Se le designa un nombre al proyecto Luego se designa un solo destino
	Con el mouse pulse “siguiente”
	a continuación se selección el HMI con el que se trabajara

	Al pulsar siguiente se le pedirá asignar la dirección IP del HMI.
	Después tiene que agregar el controlador con el que se esta realizando el proyecto Pulse “añadir”
	Se le abrirá una pantalla donde deberá selecciones el controlador y equipo. Pulse “aceptar”
	La configuración deberá estar lista cuando pueda visualizar lo que se encuentra en la ilustración.

A continuación, se da una explicación del software del HMI que trabajara junto al PLC para poder mandar ordenes tales como dar partida, parada, ingreso de valor de set point, cambio de parámetros de Kp y TI y más.

- **PANEL 1: INCIO DE LA PANTALLA HMI**

Ilustración 5.43 panel 1

En el panel 1 lo que se muestra basicamente es el incio de la pantalla HMI teniendo en ella dos pulsador que me dan la opcion de ir al panel de ajuste o de supervision.

- **PANEL 2: Ajuste de datos y parametros**

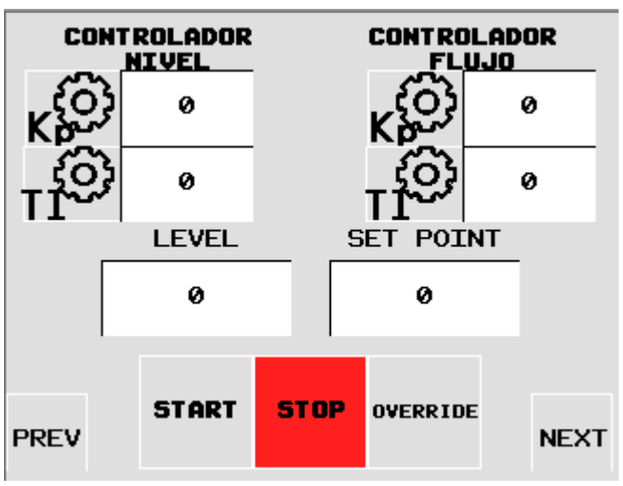


Ilustración 5.44 panel 2

El el panel 2 es donde se puede interactuar mas directamente con el proceso donde cada animacion esta relacionada con señales discretas, analogas, memorias de programa y de palabras. Asi para poder ir interactuando entre el HMI y PLC.

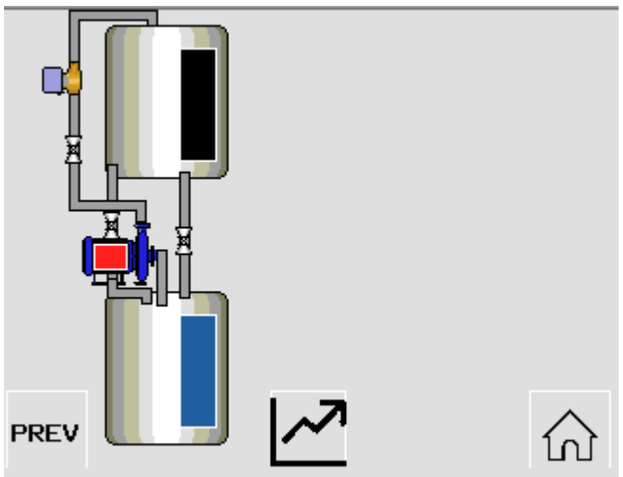


Ilustración 5.45 panel 3

Ya en el último panel se puede ver la planta en forma general. Mostrando el llenado del estanque, también hay una luz piloto donde indica cuando el motor está trabajando, más abajo se encuentran las opciones que tiene el operador donde al pulsar puede volver atrás, abrir un panel emergente (ilustración 6.46) donde muestra gráficamente el llenado del estanque con dos canales [set point (rojo)-level(verde)], y al querer cerrar el panel emergente se pulsa directamente en el para su cierre, y la última que es la opción de volver a la pantalla de inicio del HMI.

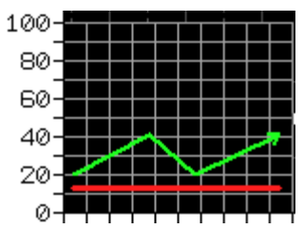


Ilustración 7.46 panel emergente

El panel emergente se debió hacer el número de división de 10 en el eje Y, ya que por el tamaño del HMI y el mismo panel era tan pequeño que era difícil visualizar claramente, por mientras en el eje X no permitía ingresar valores de tiempo por problemas de comunicación entre el HMI-PLC.

En este ultimo tambien hay avisos de alarmas que se accionan y se hacen visibles al momento de que el estanque superior este en el nivel maximo y el nivel minimo con una mensaje parpadeante (ilustracion 5.46 panel 3)

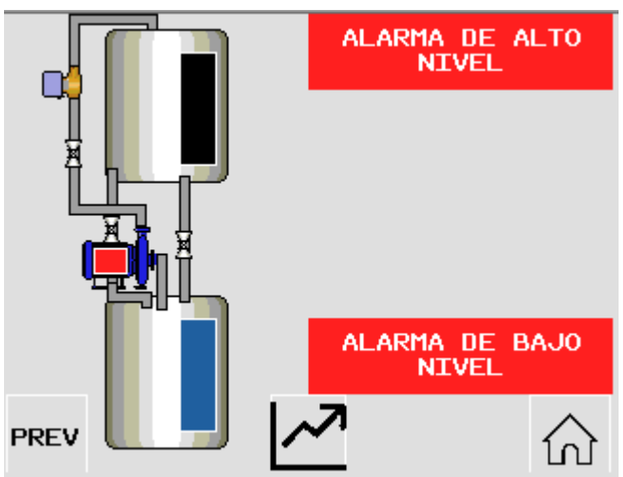


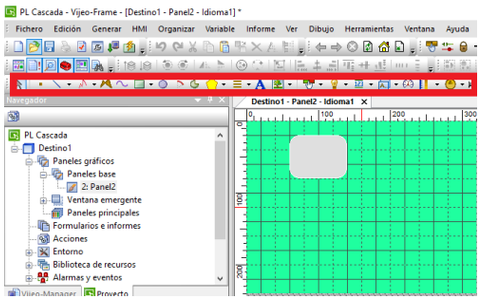
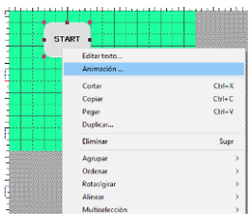
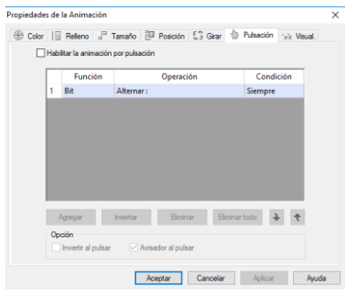
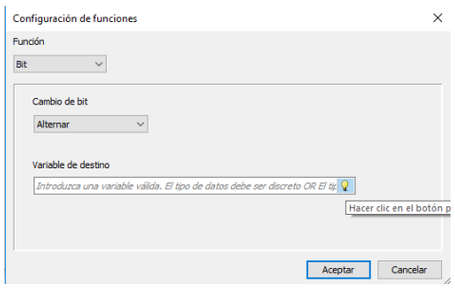
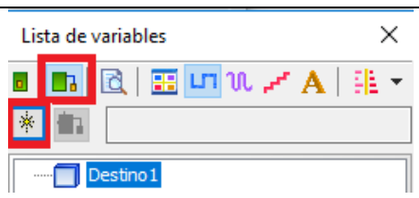
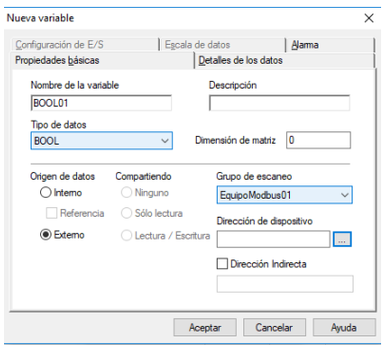
Ilustración 5.46 panel 3

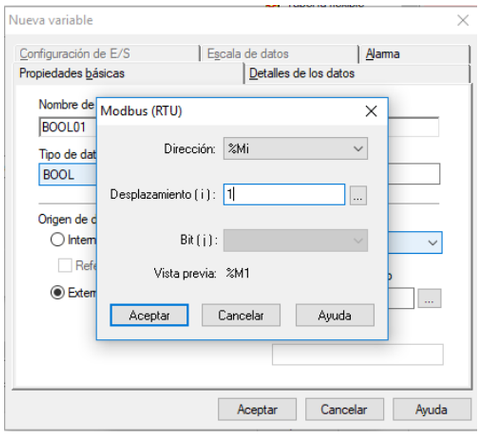
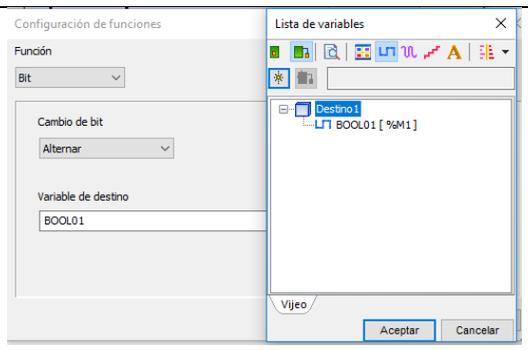
En la siguiente tabla se describirán las variables relacionadas entre el HMI (Vijeo Designer) y el PLC (twido suite).

Animaciones	**Variables del PLC**
Kp nivel	%MW6
TI nivel	%MW15
Kp flujo	%MW3
TI flujo	%MW4
START	%M9
STOP	%M10
OVERRIDE	%M11
LEVEL	%IW0.1.0
SET POINT	%MW5
MOTOR	%QW0.1.0
TENDENCIA	%MW5 - %MW22
Alarma de alto nivel	%M2
Alarma de bajo nivel	%M3

Tabla 7.40 Descripción y relación de variables desde Vijeo Designer

A continuacion, en la siguiente tabla se dara un ejemplo del como se relaciona una variable con el software de programacion del PLC

	Se selección una opción en la barra de herramientas e ingresa luego con el mouse se pega en el panel principal. Asi también para ingresar un texto, en este ejemplo será ¨START¨.
	Con el mouse pulsa en el objeto “clic derecho” y selecciona animación.
	En propiedades de animación se dirige a la opción de pulsación, y se habilita para poder ingresar en las siguientes opciones dando doble click
	al ingresar se da clic en el editor de expresiones.
	Selecciona ¨externo¨ y luego clic en variable.
	Se le abrirá una pantalla donde deberá seleccionar la ¨Direccion de dispositivos¨

	Se abrirá otra ventana. Donde selección la dirección, en este caso será una memoria del PLC, para ser mas exacto %M1. Para después dar aceptar, dos veces.
	En esta opción se selección ¨BOOL01 (%M1) dando doble clic. Finalizando dando aceptar dos veces para cerrar las dos ventanillas, y luego estaría listo.

6° Capítulo

6. Materiales de construcción y restricciones del sistema

6.1 Materiales de construcción

6.1.1 Estructura

➢ La estructura principal está construida con perfil canal de 30x30x30x2mm *Ilustración 6.42 perfil canal 30x30x30x2mm*	➢ El soporte de la bomba es de ángulos de 20x20x2mm *Ilustración 6.43 ángulo de 20 x20x2mm*
➢ La conexión a la línea para el transmisor de flujo es una construcción artesanal de bronce *Ilustración 6.44 copla artesanal de bronce para FT*	➢ Las bases de madera para sostener los estanques son de placas de trupán *Ilustración 6.45 Placas de Trupán*
➢ Para las fijaciones de la estructura se utilizaron tornillos auto perforantes de cabeza hexagonal *Ilustración 6.46 Tornillos auto perforantes*	Para la movilidad de la planta se usaron cuatro ruedas metálicas *Ilustración 6.46.1 ruedas metalicas*

Tabla 6.35 materiales utilizados en la estructura de la planta

6.1.2 Tuberías

➢ Todo el circuito está diseñado con tuberías de PVC de 25mm *Ilustración 6.47 Tubería de PVC*	➢ Válvulas de salida al proceso y perturbación de flujo, son de bola plásticas con unión americana y salida de 25mm. *Ilustración 6.48 Válvula de bola plástica*
➢ Válvulas de bola de acero inoxidable para la conexión con manguera de silicona al transmisor de presión diferencial y para el manómetro indicador de presión *Ilustración 6.49 Válvula de bola de acero inoxidable de 1/2"*	➢ Válvula de bola de 3/4” de acero inoxidable para la perturbación de nivel *Ilustración 6.50 Válvula de bola de acero inoxidable de 3/4"*
➢ Conector de bronce hembra hembra 1/4"NPT *Ilustración 6.51 Conector de bronce hembra hembra*	➢ Conector hembra para aire de 1/4” NPT *Ilustración 6.52 Conector hembra para aire*
➢ Codo de pvc de 25mm *Ilustración 6.53 Codo de PVC*	➢ Copla de pvc de 25mm *Ilustración 6.54 Copla de PVC*

➢ Unión americana de 25mm *Ilustración 6.55 Unión americana de PVC*	➢ Conector T de pvc de 25mm *Ilustración 6.56 Conector T de PVC*
➢ Valvula de retención de 3/4" *Ilustración 6.57 Válvula de retención*	➢ Salida de tubo de 20 y 25mm *Ilustración 6.58 Salida de tubo*
➢ Conector de PVC de 25mm x 3/4" *Ilustración 6.59 Conector de PVC con hilo exterior*	➢ Tubo de acrílico transparente de 20mm *Ilustración 6.60 Tubo de acrílico*
➢ Bidón de 60lts para almacenamiento de líquido *Ilustración 6.61 Bidón de 60Lts blanco transparente*	➢ Bidón de 60lts para líquido de proceso *Ilustración 6.62 bidón de 60Lts gris*

Tabla 6.36 Materiales utilizados en circuito de tuberías

6.2 Restricciones y recomendaciones del sistema

6.2.1 Del transmisor de flujo

- El transmisor de flujo está diseñado para medir un caudal de 0 a 28,4Lts/min entregando una señal de 4-20mA directamente proporcional a esta medición, sin embargo debido al diseño de la estructura, el transmisor mide dentro del rango de 20 a 48Hz aplicados a la bomba.

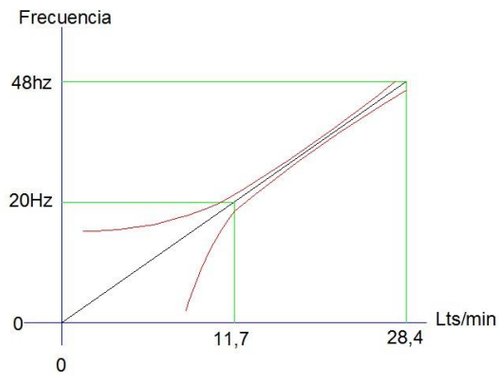


Ilustración 6.63 Gráfica frecuencia V/S caudal del FT

El gráfico muestra el span del transmisor de flujo de acuerdo a la frecuencia que se le aplica a la bomba. Y con las pruebas realizadas, comprobamos que el transmisor entregaba una señal de 12mA aproximadamente al aplicar 20Hz al motor de la bomba, inferior a esa frecuencia, la señal analógica de corriente continua que entrega el transmisor, es completamente errónea, se dispara tanto positiva como negativamente, pudiendo tener un span a los 19Hz de más de 6mA, lo que se interpretará como una falsa lectura en los controladores del sistema.

6.2.2 Del programa

- Para poder simular un proceso más real, se programó valores de nivel máximo y nivel mínimo en el estanque superior (en un rango de 0 a 4095 unidades programable en la salida del módulo analógico del PLC, se dejó 646 como nivel mínimo y 4000 como nivel máximo, los que están visibles en el tubo de acrílico). Si el transmisor de presión sale de esos rangos el programa inmediatamente enviará una falla, donde tendrá su indicación mediante una luz piloto amarilla ubicada en la puerta del tablero de control, y por ende dejará de enviar la señal al variador de frecuencia.

- También se fijaron rangos de setpoint máximo y mínimo, pudiendo variar en la tabla de animaciones del programa, en la selección “FIJAR_SETPOINT”, **entre 1200 y 2750**. Es importante **NO APLICAR CAMBIOS DE ESCALÓN POSITIVO MAYORES DE 1000**, ya que la respuesta de los controladores no será inmediata. No sucederá así con cambios de escalón negativo.

Por ejemplo, si hay un setpoint de 1300, el máximo cambio de escalón aplicable sería a 2300, y así. Pero si está fijado un setpoint de 2750 (que es el máximo aplicable) se aplicar un nuevo setpoint de 1200 (setpoint mínimo) sin problema, lo único podría ser que la respuesta sea lenta debido a la apertura de la válvula de perturbación.

6.2.3 Del sistema de válvulas de nivel

6.2.3.1 Válvula del proceso

La válvula del proceso LA2-HV-007 se encarga de regular el flujo de salida principal, simulando el flujo de salida a algún proceso. Esta válvula tiene un grado de apertura ajustado, el cual NO DEBE SER MODIFICADO, ya que con esa apertura, estando el motor de la bomba con una frecuencia de 20Hz, el nivel del estanque LA2-04-001 se mantiene estable.

6.2.3.2 Válvula de perturbación de nivel

La válvula de perturbación de nivel LA2-HV-004 se encarga de aumentar el flujo de salida del estanque LA2-04-001, generando una simulación de perturbación para el transmisor nivel, de esta manera se observará la respuesta del sistema ante mencionada perturbación. La apertura de esta válvula no puede ser mayor a =%&$# grados, ya que la bomba no será capaz de compensar la magnitud de esta perturbación.

6.2.4 De la válvula de perturbación de flujo

La válvula de perturbación de flujo LA2-HV-003 se encarga de restringir el flujo de entrada al estanque LA2-04-001, generando una simulación de perturbación para el transmisor de flujo. Ésta no debe ser cerrada demasiado, de manera que no supere los 40PSI, esto se puede ver en el indicador de presión LA2-PI-001 ubicado aguas abajo de la válvula en cuestión. El juego de apertura de válvulas no debe ser muy grande, de manera que la bomba sea capaz como mínimo de mantener el nivel.

Conclusiones

- Aprovechando también el mejoramiento y espacio que se puede aplicar a la planta se dio paso a cambiar y actualizar la planta, esto se comenzó cambiando el programador lógico de este proyecto, del PLC TWDLMDA20DRT a otro, el PLC TWDLCAA24DRF por motivos de falta de puerto de comunicación en el PLC anterior.
- También se agregó una pantalla HMI que se encontraba en el taller para poder tener una visualización mejor del proceso, y mejorar el uso donde pueda ir cambiando los valores de sintonización PID como también cambiar el valor del set point del proceso sin la necesidad de conectar a un pc.
- Por último, se agregó a la estructura de la panta movilidad al instalarle cuatro ruedas para que sea más fácil su desplazamiento, con el fin de ser un apoyo en la parte de control de procesos.

Comentarios:

- En la siguiente mejora, como el HMI. Esta fue ubicada en una posición donde pueda ser vista de mejor manera, facilitando la modificación de los valores de sintonización Kp y TI de nivel como la de flujo, pero con la diferencia de que solo se pueden ingresar valores enteros, ya que desde la animación no permite ingresar valores decimales en esta.
- El set point fue escalado de 0-100%.una manera más simple de leerla para cualquier persona que quiera realizar cambios en los valores de set point del proceso, así también se tuvo que escalar el nivel del llenado en los porcentajes de 0-100%.
- En el cambio de PLC básicamente fue solo de equipo, en la parte de entradas y salidas que tenía anteriormente no se alteró la programación y generó cambios en esta.
- Las ruedas que se agregaron a la planta fueron unas que aguantan un peso de 75Kg cada una aproximadamente, hacer notar que estas ruedas no tienen freno, pero aun así esto no genera gran diferencia ya que no produce ningún desplazamiento al estar inmóvil la planta.

Propuestas de mejora:

- Una forma de implementar las redes industriales a la planta, es a través de la comunicación entre PLC y controlador a través de un bus RS-485, ya que los dos controladores poseen este tipo de comunicación. También se puede transmitir la señal a un visualizador inteligente que posea el mismo tipo de bus para ver la medida del nivel del estanque.

- Se pueden implementar válvulas motorizadas que se puedan manejar desde el HMI para generar perturbaciones más precisas y hacer un contraste con los valores reales.

Linkografía

https://www.schneider-electric.com/en/product/XBTZ9780/uni-telway-modbus-serial-link---l-%3D-2.5-m---1-female-mini-din-%2B-1-rj45/

https://www.schneider-electric.cl/es/product-range/1054-vijeo-designer/

https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/7447/6%20Documentaci%C3%B3.pdf?sequence=6

http://eshop.schneider-electric.com/Download.aspx?infos=H552789_2.pdf;3

http://eshop.schneider-electric.com/Download.aspx?infos=H377889.pdf%20;3

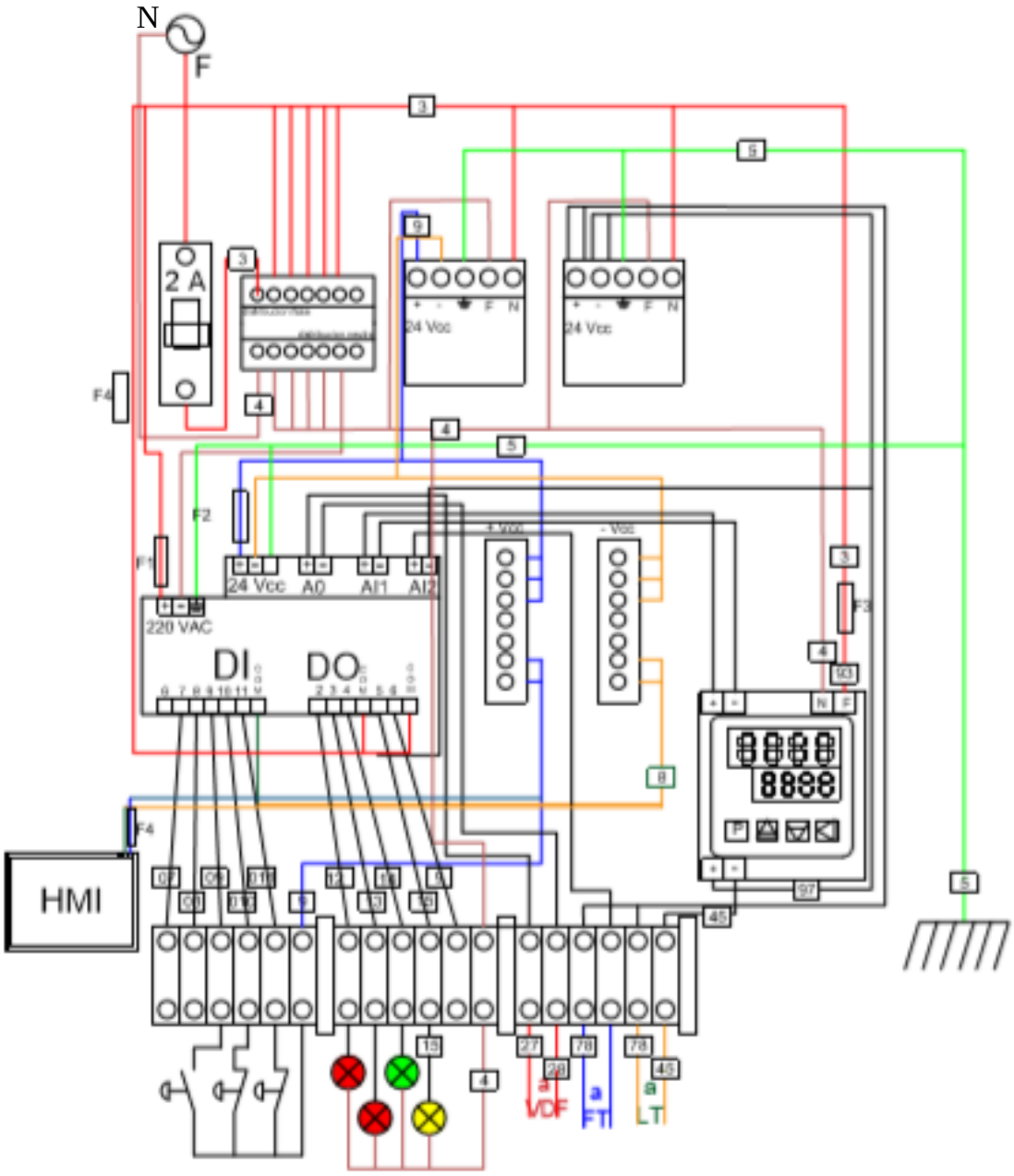
https://www.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/29000/FA29807/es_ES/Twido_20PID_20Configuration.pdf

https://www.schneider-electric.com.pe/es/product/download-pdf/XBTGT1335

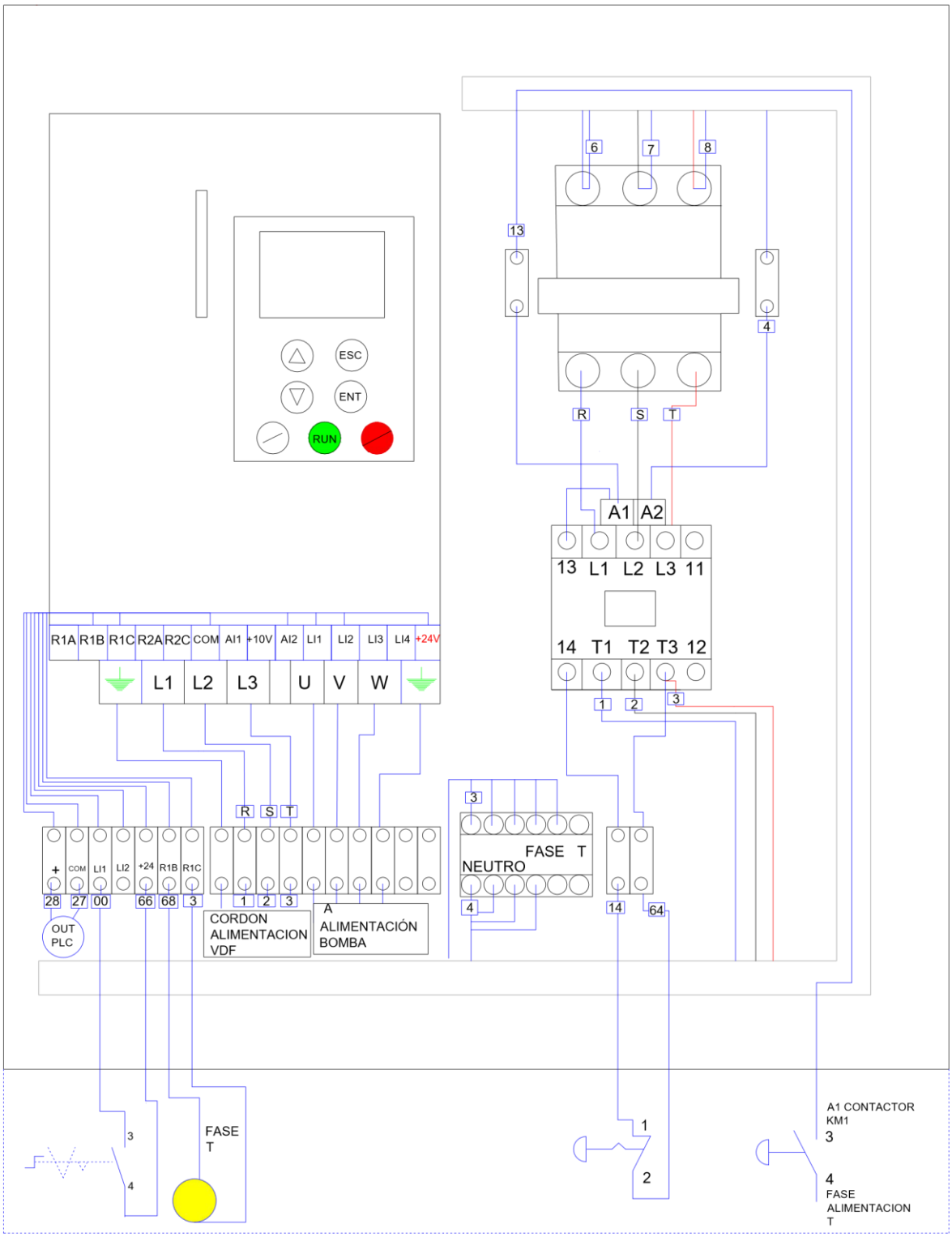
Anexo 1: Esquemas y planos

Conexionado Tablero de instrumentación

220Vca



Conexionado Tablero de Fuerza



Circuito de control alimentación

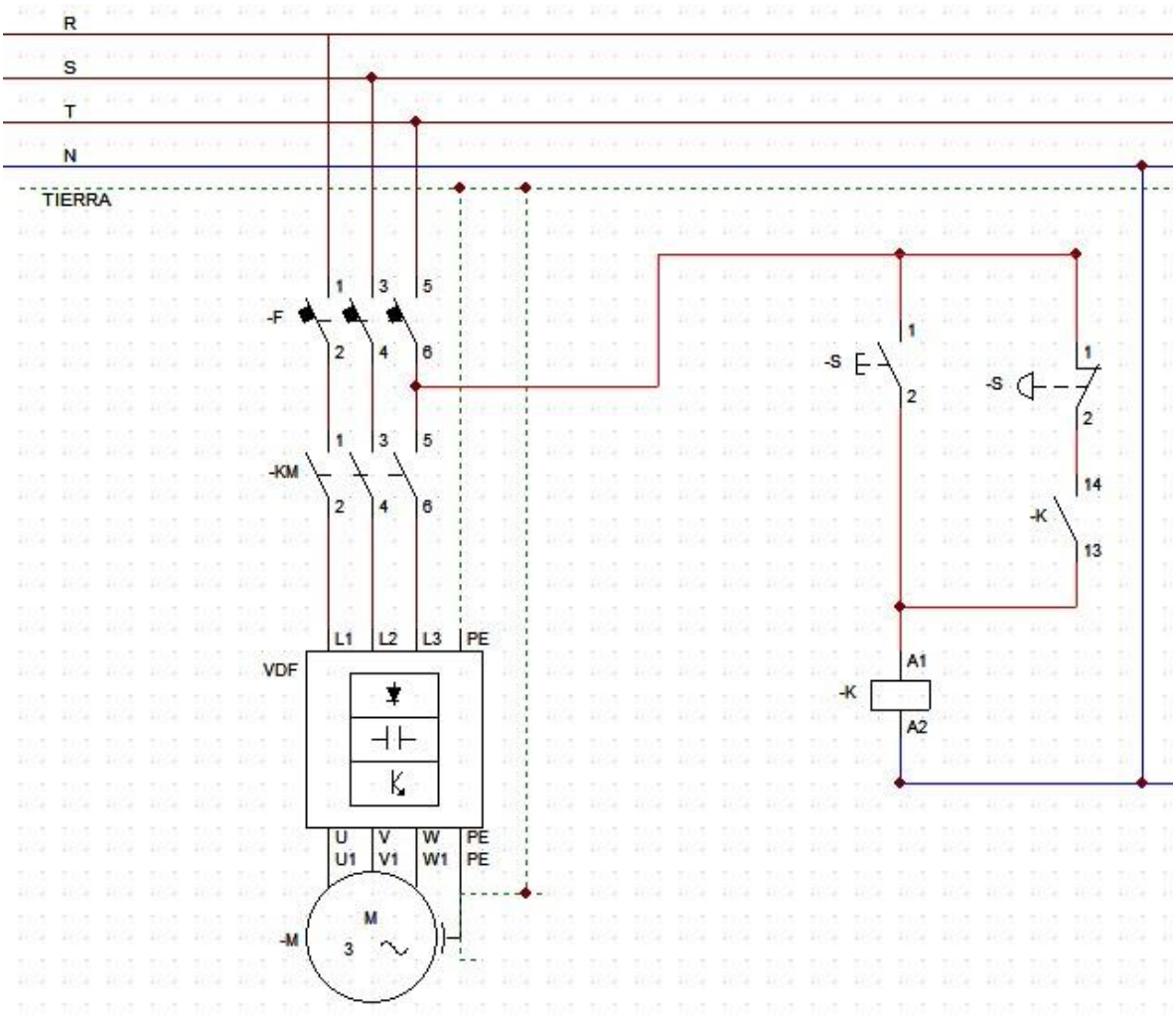
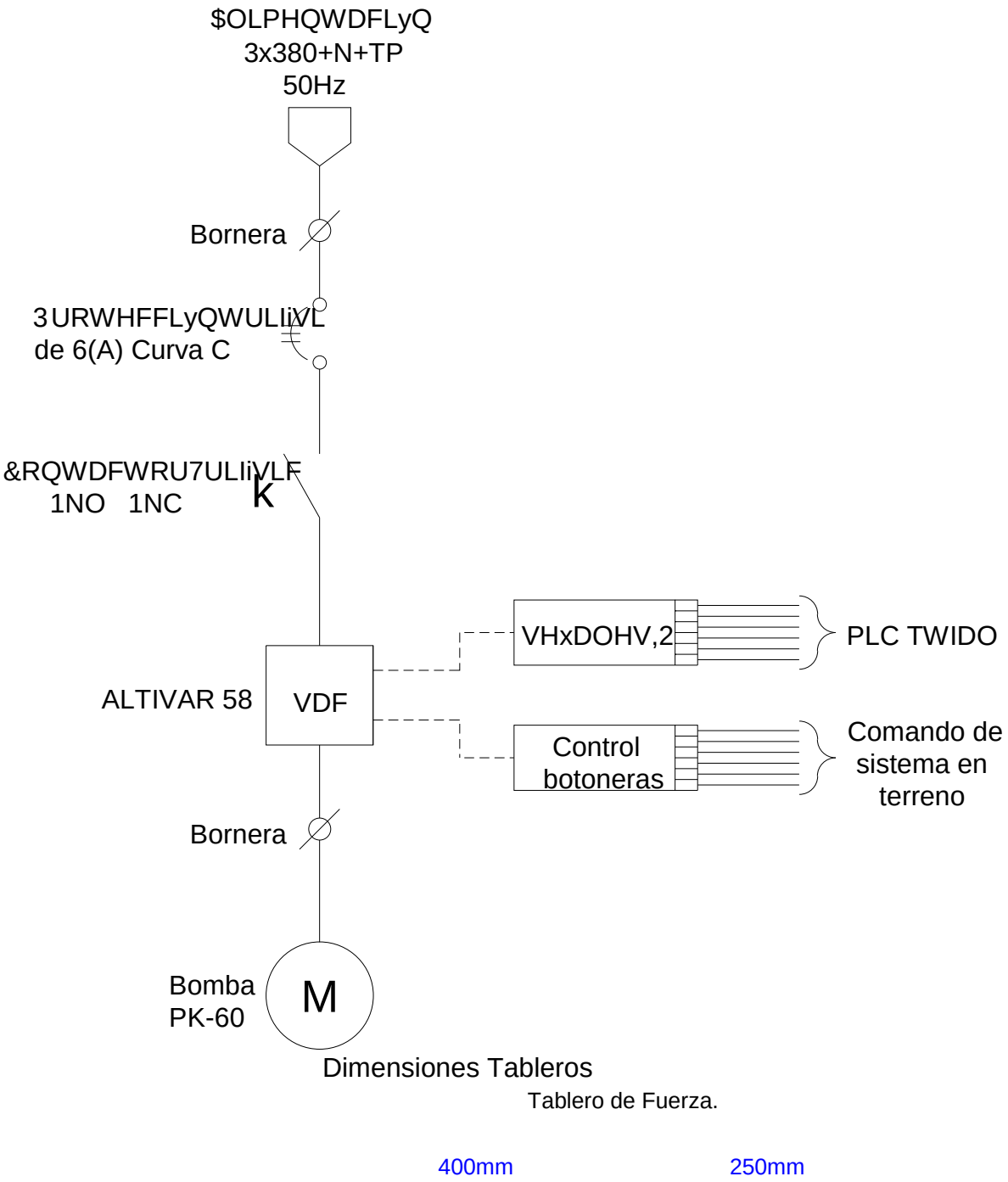
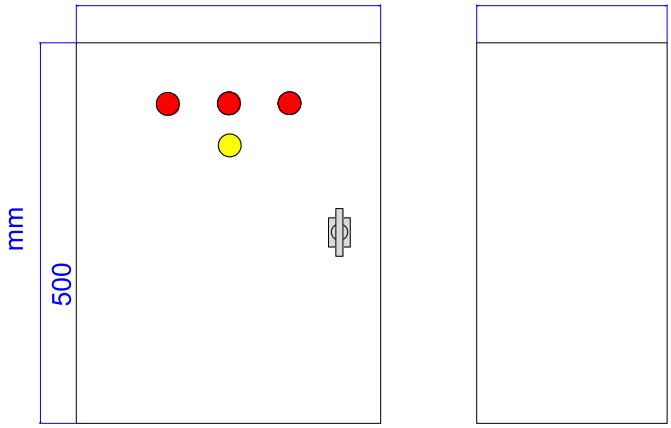


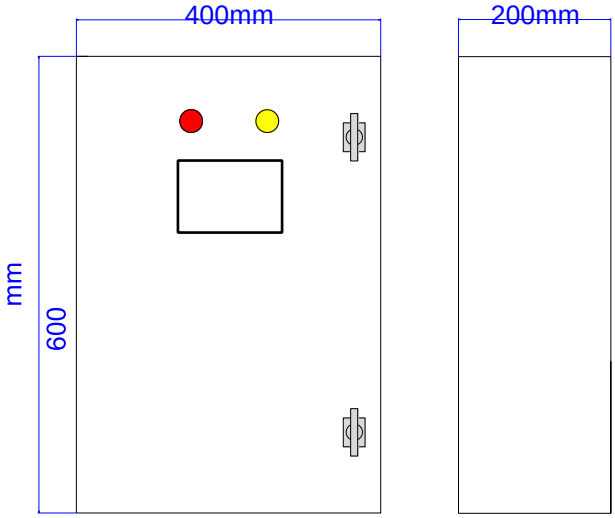
Diagrama unilineal





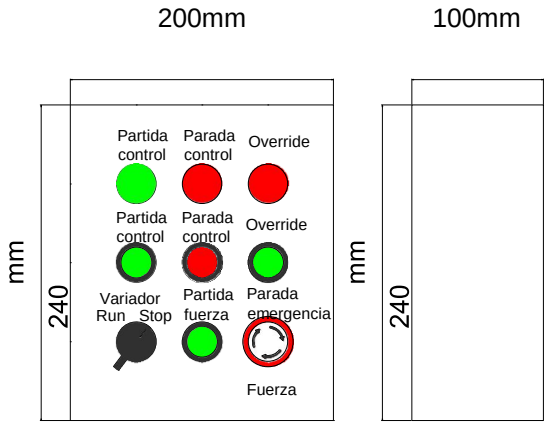
Vista Frontal Vista Lateral

Tablero de Control.



Vista Frontal Vista Lateral

Dimensiones de comando de sistema en Terreno



Vista Frontal Vista Lateral

Anexo 2: Información técnica de equipos

Product data sheet

Characteristics

TWDLCAA24DRF

extendable PLC base Twido - 100..240 V A

Price* : 536.00 USD

TWDLCAA24DRF has not been replaced. Please contact your customer care center for more information.

Main

Range of product	Twido
Product or component type	Compact base controller
Discrete I/O number	24
Discrete input number	14
Discrete input voltage	24 V
Discrete input voltage type	DC
Discrete output number	10 relay
[Us] rated supply voltage	100...240 V AC
Number of I/O expansion module	4
Use of slot	Memory cartridge or realtime clock cartridge
Data backed up	Internal RAM (lithium) 30 days, charging time = 10 h, battery life = 10 yr
Integrated connection type	Non isolated serial link mini DIN, Modbus/character mode master/slave RTU/ASCII (RS485) half duplex, 38.4 kbit/s Power supply Serial link interface adaptor (RS232C/RS485)
Complementary function	Event processing PID

Complementary

Discrete input logic	Sink or source
Input voltage limits	20.4...28.8 V
Discrete input current	11 mA for I0.0 to I0.1 7 mA for I0.2 to I0.13
Input impedance	2100 Ohm for I0.0 to I0.1 3400 Ohm for I0.2 to I0.13
Filter time	150 µs + programmed filter time for I0.6 to I0.13 at state 0 35 µs + programmed filter time for I0.0 to I0.5 at state 1 40 µs + programmed filter time for I0.6 to I0.13 at state 1 45 µs + programmed filter time for I0.0 to I0.5 at state 0
Insulation between channel and internal logic	1500 Vrms for 1 minute
Insulation resistance between channel	None
Minimum load	0.1 mA
Contact resistance	<= 30000 µOhm

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Load current	2 A at 240 V AC inductive load, operating rate = 30 cyc/mn for relay output 2 A at 240 V AC resistive load, operating rate = 30 cyc/mn for relay output 2 A at 30 V DC inductive load, operating rate = 30 cyc/mn for relay output 2 A at 30 V DC resistive load, operating rate = 30 cyc/mn for relay output
Mechanical durability	>= 20000000 cycles relay output
Electrical durability	>= 100000 cycles for relay output
Current consumption	36 mA at 5 V DC at state 1 5 mA at 5 V DC at state 0 55 mA at 24 V DC at state 1
I/O connection	Non-removable screw terminal block
Input/Output number	<= 120 with spring terminal block with I/O expansion module <= 152 with HE-10 connector with I/O expansion module <= 88 with removable screw terminal block with I/O expansion module
Network frequency	50/60 Hz
Supply voltage limits	85...264 V
Network frequency limits	47...63 Hz
Power supply output current	0.25 A for 24 V DC sensors
Input current	450 mA
Inrush current	<= 40 A
Protection type	Power protection with internal fuse
Power consumption in VA	33 VA at 100 V 40 VA at 264 V
Insulation resistance	> 10 MOhm at 500 V, between I/O and earth terminals > 10 MOhm at 500 V, between supply and earth terminals
Program memory	3000 instructions
Exact time for 1 Kinstruction	1 ms
System overhead	0.5 ms
Memory description	Internal RAM, 128 counters, no floating, no trigonometrical Internal RAM, 128 timers, no floating, no trigonometrical Internal RAM, 256 internal bits, no floating, no trigonometrical Internal RAM, 3000 internal words, no floating, no trigonometrical Internal RAM, double words, no floating, no trigonometrical
Free slots	1
Realtime clock	Without

Counting input number	1 channel(s) at 20000 Hz 32 bits 3 channel(s) at 5000 Hz 16 bits
Analogue adjustment points	1 point adjustable from 0...1023 1 point adjustable from 0 to 511 points
Status LED	1 LED user pilot light (STAT) 1 LED green PWR 1 LED green RUN 1 LED per channel green I/O status 1 LED red module error (ERR)
Depth	2.76 in (70 mm)
Height	3.74 in (95 mm)
Width	3.54 in (90 mm)
Terminals description PLC n°1	(-)PW_OUT_NEG (+)PW_OUT_POS (0)IN_DIS#0 (1)IN_DIS#1 (10)IN_DIS#10 (11)IN_DIS#11 (12)IN_DIS#12 (13)IN_DIS#13 (2)IN_DIS#2 (3)IN_DIS#3 (4)IN_DIS#4 (5)IN_DIS#5 (6)IN_DIS#6 (7)IN_DIS#7 (8)IN_DIS#8 (9)IN_DIS#9 ALT COM_NEG#0-13

Terminals description PLC n°2	(-)PW_OUT_NEG (+)PW_OUT_POS (0)IN_DIS#0 (1)IN_DIS#1 (10)IN_DIS#10 (11)IN_DIS#10 (12)IN_DIS#12 (13)IN_DIS#13 (2)IN_DIS#2 (3)IN_DIS#3 (4)IN_DIS#4 (5)IN_DIS#5 (6)IN_DIS#6 (7)IN_DIS#7 (8)IN_DIS#8 (9)IN_DIS#9 ALT_1 COM_POS#0-13 TB_TOP
Terminals description PLC n°3	(-)PW_NEG (+)PW_POS (0)OUT_DIS#0 (1)OUT_DIS#1 (2)OUT_DIS#2 (3)OUT_DIS#3 (4)OUT_DIS#4 (5)OUT_DIS#5 (6)OUT_DIS#6 (7)OUT_DIS#7 (8)OUT_DIS#8 (9)OUT_DIS#9 (COM0)COM#0-3 (COM1)COM#4-7 (COM2)COM#8 (COM3)COM#9 (GND)GROUND TB_BOTTOM
Product weight	0.67 lb(US) (0.305 kg)

Environment

Immunity to microbreaks	10 ms

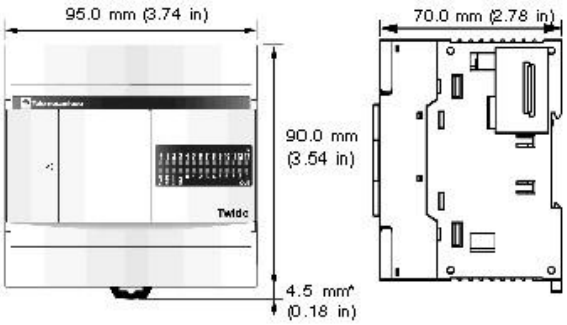
Dielectric strength	1500 V for 1 minute, between I/O and earth terminals 1500 V for 1 minute, between supply and earth terminals
Product certifications	CSA UL
Marking	CE
Ambient air temperature for operation	32...131 °F (0...55 °C)
Ambient air temperature for storage	-13...158 °F (-25...70 °C)
Relative humidity	30...95 % without condensation
IP degree of protection	IP20
Operating altitude	0...6561.68 ft (0...2000 m)
Storage altitude	0...9842.52 ft (0...3000 m)
Vibration resistance	0.075 mm, 10...57 Hz mounting on: 35 mm symmetrical DIN rail 1 gn, 57...150 Hz mounting on: 35 mm symmetrical DIN rail 1.6 mm, 2...25 Hz mounting on: plate or panel with fixing kit 4 gn, 25...100 Hz mounting on: plate or panel with fixing kit
Shock resistance	15 gn 11 ms

Ordering and shipping details

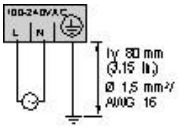
Category	22531 - PLCS, TWIDO, TWD
Discount Schedule	PC12
GTIN	00785901292470
Nbr. of units in pkg.	1

Dimensions Drawings

Dimensions

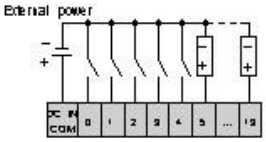


AC Power Supply Wiring Diagram



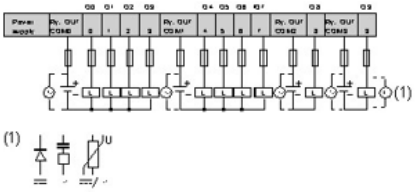
DC Source Inputs Wiring Diagrams

External Power



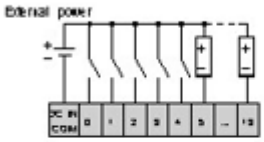
Internal Power

Relay and Transistor Outputs Wiring Diagram

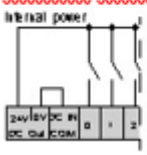


DC Sink Inputs Wiring Diagrams

External Power



Internal Power



Max current: 250mA.

Product data sheet
Characteristics

TM2AMM3HT
analog input/output module M238 - 2 inputs voltage/current high level - 1 output

Main

Range of product	Modicon M238 logic controller
Product or component type	Input/Output analog module
Analogue input number	2
Input level	High level
Analogue input type	Voltage 0...10 V non differential Current 4...20 mA non differential
Analogue output number	1
Analogue output type	Voltage 0...10 V Current 4...20 mA
Cross talk	<= 2 LSB

Complementary

Range compatibility	Advantys OTB Twido
Analogue input resolution	12 bits
Analogue output resolution	12 bits
LSB value	4.8 µA current current 2.5 mV voltage voltage
Permissible continuous overload	40 mA current 13 V voltage
Input impedance	>= 10 Ohm current >= 1 MOhm voltage
Load type	Resistive
Load impedance ohmic	>= 2000 Ohm voltage <= 300 Ohm current
Stabilisation time	20 ms
Conversion time	20 ms + 1 controller cycle time
Sampling duration	<= 10 ms
Acquisition period	60 ms per channel + 1 controller cycle time
Measurement error	+/- 0.2 % of full scale 4...20 mA 4...20 mA 25 °C +/- 0.2 % of full scale 0...10 V 0...10 V 25 °C
Temperature coefficient	+/-0.015 %FS/°C 4...20 mA 4...20 mA +/-0.015 %FS/°C 0...10 V 0...10 V +/-0.006 %FS/°C 4...20 mA +/-0.006 %FS/°C 0...10 V
Repeat accuracy	+/-0.5 %FS input/output
Non-linearity	+/- 0.2 %FS voltage voltage +/- 0.2 %FS current current
Output error	+/- 1 %FS
Output ripple	<= 1 LSB
Total error	+/-1 %FS voltage voltage +/-1 %FS current current
Type of cable	Shielded cable
Insulation between channel and internal logic	Photocoupler
Supply	External supply
[Us] rated supply voltage	24 V DC
Supply voltage limits	19.2...30 V
Electrical connection	1 removable screw terminal block

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein.
This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications.
It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof.
Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

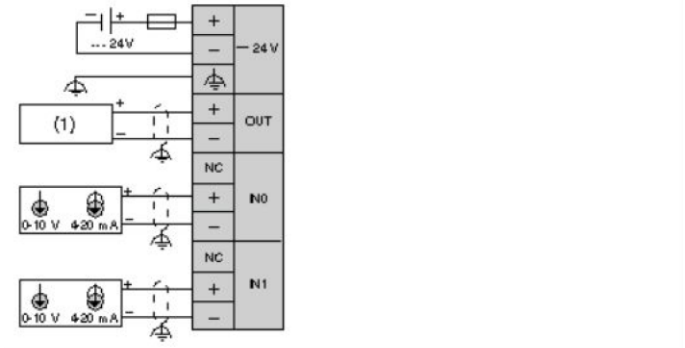
Wiring Requirements

Cable Types and Wire Sizes for Removable Screw Terminal Block

0.35 mm / in.							
mm²	0,14...1,5	0,25...0,5	0,25...1,5	0,14...0,5	0,14...0,75	0,25...0,34	0,5
AWG	26...16	24...20	24...16	26...20	26...18	24...22	20

Analog Mixed I/O Module (3-channel, Voltage/Current)

Wiring Diagram



(1) Voltage/current preactuator

The (-) poles of inputs IN0 and IN1 are connected internally.

Medimos, Controlamos, Registramos

Controlador N1100

CONTROLADOR UNIVERSAL - MANUAL DE OPERACIÓN – V4.0x

ALERTAS DE SEGURIDAD

Los símbolos abajo son utilizados en equipamientos y en este documento para llamar la atención del usuario a informaciones importantes sobre seguridad y operación.

CUIDADO: Lea completamente el manual antes de instalar y operar el equipo.	**CUIDADO O PELIGRO:** Riesgo de electrocución

Todas las recomendaciones de seguridad que aparecen en este manual deben ser observadas para asegurar la seguridad personal y prevenir daños al instrumento o al sistema. Si el instrumento es utilizado de una forma distinta a la especificada en este manual, las protecciones de seguridad del equipamiento no serán eficaces.

INTRODUCCIÓN

Controlador de proceso extremadamente versátil. Acepta en un único modelo la mayoria de los sensores y señales utilizados en la industria además de proporcionar los principales tipos de salida necesarios para el comando de diversos procesos.

La configuración puede ser efectuada directamente en el controlador o a través de la interface USB. El software ***NConfig*** (gratuito) es la herramienta usada para la gestión de la configuración. Cuando se conecta a la USB de un ordenador con sistema operacional *Windows*, el controlador es detectado como un puerto de comunicación serie (COM) que opera con el protocolo Modbus RTU.

A través de la interface USB, aunque desconectada la alimentación, se puede guardar la configuración establecida en un archivo, e esta puede ser copiada a otros equipos que requieran de los mismos parámetros de configuración.

Es importante que el usuario lea atentamente este manual antes de utilizar el controlador. Verificar si la versión de este manual coincide con la de su instrumento (el número de la versión del *software* se mouetra cuando el controlador es energizado).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Entrada multisensor universal sin el cambio del *hardware*;
- Protección para sensor abierto en cualquier condición;
- Salidas de control del tipo relé, 4-20 mA y pulso, todas disponibles;
- Auto sintonía de los parámetros PID;
- Función automática / manual con transferencia "*bumpless*";
- Cuatro alarmas independientes, con funciones de valor mínimo, máximo, diferencia (desvío), sensor interrumído y evento;
- Temporización para las alarmas;
- Retransmisión de la PV o del SP en 0-20 mA o 4-20 mA;
- Entrada para *setpoint* remoto;
- Entrada digital con 5 funciones;
- *Soft-start* programable;
- Rampas y mesetas con siete programas de siete segmentos, conectables entre si;
- Señal para protección del teclado;
- Alimentación bi-voltaje.

CONFIGURACIÓN / RECURSOS

El tipo de entrada a ser utilizado por el controlador es definido en la configuración del equipo. La **Tabla 1** muestra todas las opciones disponibles.

TIPO	CÓDIGO	CARACTERÍSTICA / RANGO DE MEDICIÓN
J	tc J	Rango: -110 a 950 ºC (-166 a 1742 ºF)
K	tc K	Rango: -150 a 1370 ºC (-238 a 2498 ºF)
T	tc t	Rango: -160 a 400 ºC (-256 a 752 ºF)
N	tc n	Rango: -270 a 1300 ºC (-454 a 2372 ºF)
R	tc r	Rango: -50 a 1760 ºC (-58 a 3200 ºF)
S	tc S	Rango: -50 a 1760 ºC (-58 a 3200 ºF)
B	tc b	Rango: 400 a 1800 ºC (752 a 3272 ºF)
E	tc E	Rango: -90 a 730 ºC (-130 a 1346 ºF)
Pt100	Pt	Rango: -200 a 850 ºC (-328 a 1562 ºF)
0–50 mV	L.050	Señal Analógica Lineal Indicación programable de -1999 a 9999
4-20 mA	L.420	
0-5 Vcc	L.05	
4-20 mA	Srt	Con extracción de raíz cuadrada Indicación programable de -1999 a 9999
4-20 mA NO LINEAL	Ln J	Señal Analógica no-Lineal Rango de indicación de acuerdo con el sensor asociado.
	Ln K	
	Ln t	
	Ln n	
	Ln r	
	Ln S	
	Ln b	
	Ln E	
	LnPt	

Tabla 1 - Tipos de entradas

Notas: Todos los tipos de entrada disponibles son calibrados de fábrica.

SELECCIÓN DE SALIDAS, ALARMAS Y ENTRADAS DIGITALES

El controlador posee canales de entrada y salida (I/O) que, dependiendo de la necesidad, pueden asumir múltiples funciones: salida de control, salida de alarma, entrada digital, retransmisión de PV y SP. Esos canales son identificados como **I/O 1, I/O 2, I/O 3, I/O 4 e I/O 5**.

El código de la función a ser utilizado en cada I/O debe ser programado en el controlador de acuerdo con las opciones mostradas en la **Tabla 2**.

TIPO DE I/O	FUNCIÓN DE I/O	CÓDIGO
-	Sin Función	oFF
Salida	Salida de Alarma 1	A1
Salida	Salida de Alarma 2	A2
Salida	Salida de Alarma 3	A3
Salida	Salida de Alarma 4	A4
Salida	Salida de Control (Relé o Pulso Digital)	ctrL
Entrada Digital	Alterna modo Automático/Man	iAm
Entrada Digital	Alterna modo Run/Stop	run
Entrada Digital	Selecciona SP Remoto	rSP
Entrada Digital	Congela programa	HPrG
Entrada Digital	Selecciona programa 1	Pr 1
Salida Analógica	Salida de Control Analógica 0 a 20 mA	C020
Salida Analógica	Salida de Control Analógica 4 a 20 mA	C420
Salida Analógica	Retransmisión de PV 0 a 20 mA	P020
Salida Analógica	Retransmisión de PV 4 a 20 mA	P420
Salida Analógica	Retransmisión de SP 0 a 20 mA	S020
Salida Analógica	Retransmisión de SP 4 a 20 mA	S420

Tabla 2 - Tipos de funciones para los canales I/O

Cuando configuran los canales, solamente son mostradas en la pantalla las opciones válidas para cada canal. Estas funciones son descritas a seguir:

- **oFF** - Sin función

El canal I/0 programado con el código **oFF** no será utilizado por el controlador

Nota: Aunque sin función, este canal podrá ser accionado a través del comando vía comunicación serial (comando 5 MODBUS).

- **A1**, **A2**, **A3**, **A4** - Salidas de Alarme

Define que el canal I/O programado actúe como salidas de alarma. Disponible para todos los canales I/O.

- **CtrL** - Salida de Control PWM

Define el canal I/O que será utilizado como salida de control con accionamiento por relé o pulso digital. Disponible para todos los canales I/O. La salida con pulso digital es obtenida en el I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

- **iAm** - Entrada Digital con función Auto / Manual

Define el canal como Entrada Digital (ED) con la función de Alternar el modo de control entrada **Automático** y **Manual**. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

Cerrado = control Manual / NO
Abierto = control Automático / YES

- **run** - Entrada Digital con función *RUN*

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de habilitar/Deshabilitar las salidas de control y alarma ("**run**": ***YES / no***). Disponible para I/O3, I/O4 (si disponibles) y I/O5.

Cerrado = salidas desconectadas / NO
Abierto = salidas habilitadas / YES

- **rSP** - Entrada Digital con función SP Remoto

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de seleccionar SP remoto. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

Cerrado = utiliza SP remoto
Abierto = utiliza SP principal

- **HPrG** - Entrada Digital con función *Hold Program*

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de comandar la ejecución del **programa en proceso**. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

Cerrado = Habilita ejecución del programa
Abierto = interrumpe ejecución del programa

Nota: Incluso con la interrupción del programa en ejecución, el control sigue actuando en el punto (*Setpoint*) de interrupción. Cuando la ED es accionada, el programa retoma su ejecución normal a partir de este mismo punto.

- **Pr 1** - Entrada Digital con función Ejecutar programa 1

Define canal como Entrada Digital (ED) con la función de comandar la ejecución del **programa 1**. Disponible para I/O3, I/O4 (cuando disponibles) y I/O5.

Función útil cuando es necesario alternar entre el setpoint principal y un segundo setpoint definido por el **programa 1**.

Cerrado = selecciona programa 1;
Abierto = selecciona *setpoint* principal

- **C020** / **C420** - Salida de Control Analógica en corriente

Define canal para actuar como salida de control analógico. Disponible apenas para I/O 5.

- **P020** / **P420** - Salida de Retransmisión de PV en corriente.

Define canal para actuar como salida de Retransmisión de los valores de PV. Disponible apenas para I/O 5.

- **S020** / **S420** - Salida de Retransmisión de SP en corriente

Define canal para actuar como salida de Retransmisión de los valores de SP. Disponible apenas para I/O 5.

CONFIGURACIÓN DE ALARMAS

El controlador posee 4 alarmas independientes. Estas alarmas pueden ser configuradas para operar con ocho funciones distintas, presentadas en la **Tabla 3**.

- **oFF** – Alarmas desligadas.
- **IErr** – Alarmas de Sensor Abierto – (*sensor break alarm*)

La alarma de sensor abierto actúa siempre que los cables del sensor de entrada estén interrunpidos o mal conectados.

- **rS** – Alarma de Evento de programa

Configura la alarma para actuar cuando se alcanza un determinado segmento del programa de rampas y mesetas. Ver la sección "Programas de Rampas y Mesetas" en este manual.

- **rFA.1** – Función no disponible
- **Lo** – Alarma de Valor Máximo Absoluto

Se activa cuando el valor de la PV medida es **abajo** que del valor definido por el *Setpoint* de alarma.

- **H1** – Alarma de Valor Máximo Absoluto

Se activa cuando el valor de la PV medida es **mayor** que el valor definido por el *Setpoint* de alarma.

- **dIF** – Alarma de Valor Diferencial

En esta función los parámetros "**SPA1**", "**SPA2**", "**SPA3**" y "**SPA4**" representan el Desvío de la PV en relación al SP principal.

Utilizando la Alarma 1 como ejemplo: para valores Positivos SPA1, la alarma Diferencial dispara cuando el valor de PV esté fuera del rango definido por:

(SP – SPA1) hasta (SP + SPA1)

Para un valor negativo en SPA1, la alarma Diferencial se activa cuando el valor de PV esté dentro del rango definido arriba.

- **dIFL** – Alarma de Valor Mínimo Diferencial

Dispara cuando el valor de PV esté **abajo** del punto definido por:

(SP – SPA1)

Utilizando la Alarma 1 como ejemplo.

- **dIFH** – Alarma de Valor Máximo Diferencial

Dispara cuando el valor de la PV esté **arriba** del punto definido por:

(SP + SPA1)

Utilizando la Alarma 1 como ejemplo.

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS

Indicación de PV (Visor Rojo) Indicación de SP (Visor Verde)	**Pantalla Indicación PV / SP** - El visor superior indica el valor actual de la PV. El visor inferior indica el valor de SP de control adoptado.
Auto *Control*	**Modo de Control:** YES - Significa modo de control automático. no - Significa modo de control manual. Transferencia *bumpless* entre automático y manual.
Indicación de PV (Visor Rojo) Indicación de MV (Visor Verde)	**Pantalla PV / MV** - Presenta en el visor superior el valor de la PV y en el visor inferior el valor **porcentual** aplicado a la salida de control (MV). En modo de control automático, el valor de MV sólo puede ser visualizado. En modo de control manual, el valor de MV puede ser alterado por el usuario. Para diferenciar esta pantalla indicación PV / MV, el valor de MV parpadea constantemente.
Pr n *Enable Program*	**Ejecución de Programa** - Selecciona el programa de rampas y mesetas que será ejecutado. **0** - no ejecuta programa **1** a **7** - número del programa a ser ejecutado Con salidas habilitadas (run= YES), el programa seleccionado entra en ejecución inmediatamente.
run	Habilita salidas de control y alarmas YES - Salidas habilitadas. no - Salidas no habilitadas.

CICLO DE SINTONÍA

Atun *Auto-tune*	Habilita la sintonía automática de los parámetros PID. Ver el capítulo 9 de este manual. YES - Ejecuta la sintonía automática. no - No ejecuta la sintonía automática.
Pb *Proporcional Band*	Banda Proporcional - Valor del término **P** del modo de control PID, en porcentual del rango máximo del tipo de entrada. Ajusta de entre 0 y 500.0 %. **Cuando en 0.0 (cero), determina modo de control ON/OFF.**
Ir *Integral Rate*	Tasa Integral - Valor del término **I** del modo de control PID, en repeticiones por minuto (*Reset*). Ajustable entre 0 y 24.00. Presentado si banda proporcional ≠ 0.
dt *Derivative Time*	Tiempo Derivativo - Valor del término **D** del modo de control PID, en segundos. Ajustable entre 0 y 250 segundos. Presentado si la banda proporcional ≠ 0.
Ct *Cycle Time*	Tiempo del Ciclo PWM - Valor en segundos del período del ciclo PWM de control PID. Ajustable entre 0.5 y 100.0 segundos. Presentado si la banda proporcional ≠ 0.
HYSt *Hysteresis*	Histéresis de control - Valor de la histéresis para control ON/OFF. Ajustable entre **0** y el ancho del rango de medición del tipo de entrada seleccionado. Presentado si la banda proporcional = 0.
Act *Action*	Lógica de Control: rE Control con Acción reversa. Propia para **calentamiento**. Conecta salida de control cuando PV está abajo de SP. dir Control con Acción directa. Propia para **refrigeración**. Conecta salida de control cuando PV está arriba de SP.
bIAS	Función Bias - Permite alterar el valor porcentual de la salida de control (MV), sumando un valor entre -100 % y +100 %. El valor 0 (cero) desactiva la función.
ouLL *Output Low Limit*	Límite inferior para la salida de control - Valor porcentual mínimo asumido por la salida de control cuando en modo automático y en PID. Típicamente configurado con **0.0 %**.
ouHL *Output High Limit*	Límite Superior para la salida de control - Valor porcentual máximo posible asumido por la salida de control cuando en modo automático y en PID. Típicamente configurado con **100.0 %**.
SFSt *Softstart*	Función *SoftStart* – Intervalo de tiempo, en segundos, durante el cual el controlador limita la velocidad de subida de la salida de control (MV). Valor cero (0) inhabilita la función *Softstart*.
SPA1 SPA2 SPA3 SPA4	SP de Alarma: Valor que define el punto de actuación de las alarmas programados con funciones "Lo" o "HI". Para las alarmas programadas con funciones tipo **Diferencial**, estes parámetros definen desvíos entre PV y SP. Para las demás funciones de alarma no es utilizado.

CICLO DE PROGRAMAS

tbAS *Program time base*	Base de tiempo de los Programas - Define la base de tiempo adoptada por los programas en edición y también los ya elaborados. SEC - Base de tiempo en segundos; min - Base de tiempo en minutos;
Pr n *Program number*	Programa en edición - Selecciona el programa de Rampas y Mesetas a ser definido en las siguientes pantallas de este ciclo. Son 7 programas posibles.
PtoL *Program Tolerance*	Desvío máximo admitido entre la PV y SP. Si es excedido, el programa se interrumpe (para de contar el tiempo) hasta el desvío se mantenga dentro de esta tolerancia. El valor 0 (cero) desactiva la función.
PSP0 PSP7 *Program* SP	SP's de Programa, 0 a 7: Conjunto de 8 valores de SP que definen el perfil del programa de rampas y mesetas.
Pt1 Pt7 *Program Time*	Tiempo de los segmentos del programa, 1 a 7: Define el tiempo de duración, en segundo o minutos, de cada uno de los 7 segmentos del programa en edición.
PE1 PE7 *Program event*	Alarmas de Evento, 1 a 7: Parámetros que definen cuales alarmas deben ser accionados durante la ejecución de un determinado segmento de programa. Las alarmas adoptadas deben aún ser configuradas con la función Alarma de Evento "rS".
LP *Link Program*	Enlace de Programas. Al final de la ejecución de un programa, otro programa puede ser iniciado a continuación de forma inmediata. **0** - no conectar a ningún otro programa. **1 a 7** - número del programa a ser conectado.

CICLO DE ALARMES

FuA1 FuA2 FuA3 FuA4 *Function Alarm*	Funciones de Alarma. Define las funciones de las alarmas entre las opciones de la **Tabla 3**. oFF, IErr, rS, Lo, HI, dIFL, dIFH, dIF
bLA1 bLA2 bLA3 bLA4 *Blocking Alarm*	Bloqueo inicial de Alarmas. Función de bloqueo inicial para alarmas 1 a 4. YES - habilita bloqueo inicial no - desactiva el bloqueo inicial
HYA1 HYA2 HYA3 HYA4 *Histeresis of Alarm*	Histéresis de Alarma. Define la diferencia entre el valor de la PV en que la alarma es activada y el valor en que ella es desactiva. Un valor de histéresis para cada alarma.
A1t1 A2t1 *Alarm Time* **t1**	Define intervalo de tiempo **t1** para la temporización en los accionamientos de las alarmas. En segundos. El valor 0 (cero) desactiva la función.
A1t2 A2t2 *Alarm Time* **t2**	Define intervalo de tiempo **t2** para la temporización en los accionamientos de las alarmas. En segundos. El valor 0 (cero) desactiva la función.

CICLO DE ESCALA

tYPE *Type*	Tipo de Entrada. Selección del tipo entrada utilizada por el controlador. Consultar la **Tabla 1**. **Obligatoriamente el primer parámetro a ser configurado.**
dPPo *Decimal Point*	Define la presentación del punto decimal.
unIt *Unit*	Define la unidad de temperatura que será utilizada: *Celsius* " °C " o *Fahrenheit* " °F " Parámetro presentado cuando son utilizados los sensores de temperatura.
OFFS *Offset*	Parámetro que permite al usuario hacer correciones en el valor de la PV indicado.
SPLL *Setpoint Low Limit*	Define el límite inferior para ajuste de SP. Para entradas tipo **señal analógica lineal** disponibles (0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV y 0-5 V) establece el valor mínimo del rango de indicación de PV, además de limitar el ajuste del SP. Define límite inferior para el rango de retransmisión de PV y SP.
SPHL *Setpoint High Limit*	Define el límite superior para ajuste de SP. Para entradas tipo **señal analógica lineal** disponibles (0-20 mA, 4-20 mA, 0-50 mV y 0-5 V) establece el valor máximo del rango de indicación de PV, además de limitar el ajuste del SP. Define límite superior para el rango de retransmisión de PV y SP.
EnSP *Enable Remote SP*	Habilita SP remoto. YES Habilita la Función no No habilita la Función Parámetro no presentado cuando la selección de SP remoto es definida por las Entradas Digitales.
rSP *Remote SP*	Define el tipo de señal para SP remoto. 0-20 Corriente de 0-20 mA 4-20 Corriente de 4-20 mA 0-5 Tensión de 0-5 V 0-10 Tensión de 0-10 V Parámetro presentado cuando habilitado el SP remoto.
rSLL *Remote SP Low Limit*	Define la escala de valores de SP remoto. Determina el valor mínimo de esta escala. Parámetro presentado cuando el SP remoto es habilitado.
rSHL *Remote SP High Limit*	Define la escala de valores de SP remoto. Determina el valor máximo de esta escala. Parámetro presentado cuando el SP remoto es habilitado.
bAud *Baud Rate*	*Baud Rate* de la comunicación serial. Disponible en los siguientes tasas de bits (en *kbps*): 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, 38.4, 57.6 y 115.2
PrtY *Parity*	Paridad de la comunicación serial. nonE Sin paridad EVEn Paridad par Odd Paridad impar
Addr *Address*	Dirección de Comunicación. Número que identifica el controlador en la red de comunicación serial, entre 1 y 247.

CICLO DE I/OS

io 1	Función del canal I/O 1: Selección de la función utilizada en el canal I/O 1, conforme la **Tabla 2**.
io 2	Función del canal I/O 2: Selección de la función utilizada en el canal I/O 2, conforme la **Tabla 2**.
io 3	Función del canal I/O 3: Seleción de la función utilizada en el canal I/O 3, conforme la **Tabla 2**.
io 4	Función del canal I/O 4: Seleción de la función utilizada en el canal I/O 4, conforme la **Tabla 2**.
io 5	Función del canal I/O 5: Selección de la función utilizada en el canal I/O 5, conforme la **Tabla 2**.

CICLO DE CALIBRACIÓN

Todos los tipos de entrada y salida son calibrados en la fábrica. Si es necesaria una recalibración, esta debe ser realizada por un profesional especializado. Si este ciclo es acesado en forma accidental, pase por todos los parámetros sin realizar alteraciones en sus valores o presione ◄ (back) até voltar la pantalla de PV / SP.

PASS *Password*	Entrada de la Contraseña de Acceso. Este parámetro es presentado antes de los ciclos protegidos. Vea el tópico Protección de la Configuración.
CAL ib *Calibration?*	Habilita la posibilidad de calibración del controlador. YES - Calibrar controlador no - No calibrar controlador
InLC *Input Low Calibration*	Declaración de la señal de calibración de inicio del rango aplicado en la entrada analógica. Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la entrada.
InHC *Input High Calibration*	Declaración de la señal de calibración de final del rango aplicado en la entrada analógica. Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la entrada.
rSLC *Remote SP Low Calibration*	Vea el capítulo MANTENIMIENTO / Calibración de la entrada. Declaración de la señal de calibración del inicio del rango aplicado en la entrada de SP remoto.

Borneros de potencia

Disposición de los bornes

⏚	L1	L2	+	-	U	V	W	⏚

ATV-58●U09M2 y U18M2

⏚	L1	L2	L3	PA	PB	U	V	W	⏚

ATV-58●U29M2 a D12M2
y ATV-58●U18N4 a D23N4

⏚	L1	L2	L3	+	-	PA	PB	U	V	W	⏚

ATV-58HD16M2X a D46M2X,
ATV-58HD28N4 a D79N4
y ATV-58HD28N4X a D79N4X

Función de los bornes

Bornes	Función	Para Altivar ATV-58●
⏚	Borne de tierra del Altivar	Cualquier calibre
L1 L2	Alimentación Potencia	Cualquier calibre
L3		Cualquier calibre salvo U09M2 y U18M2
+ -	Salidas del bus de continua	U09M2 y U18M2 D16M2X a D46M2X D28N4 a D79N4 D28N4X a D79N4X
PA PB	Salida hacia la resistencia de frenado	Cualquier calibre salvo U09M2 y U18M2
U V W	Salidas hacia el motor	Cualquier calibre
⏚	Borne de tierra del Altivar	Cualquier calibre

Acceso al bus de corriente continua: conexión de una fuente de corriente continua externa

Para los ATV58●U09M2 y U18M2, la conexión de una fuente de corriente continua externa es directa en los bornes + y - del variador.

Para los ATV58●U29M2 a D12M2 y de los ATV●U18N4 a D23N4, conectar el + de la fuente al borne PA y conectar el – de la fuente al terminal J16 situado al lado del bornero de potencia.

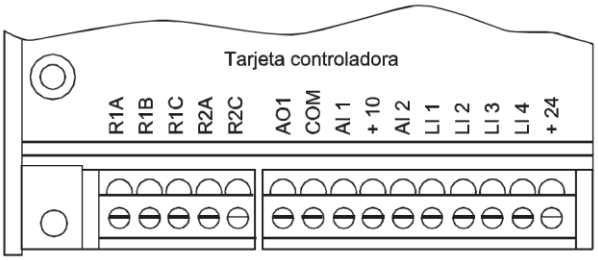
Para los ATV58HD16M2X a D46M2X, los ATV58HD28N4 a D79N4 y los ATV58HD28N4X a D79N4X, la conexión de una fuente de corriente continua externa se realiza en los bornes + y – del variador, aunque es necesario prever un dispositivo externo con resistencias para la precarga de los condensadores de filtrado.

Borneros de control

Características de los bornes:

- Borne de conexión de los blindajes: para terminal de cable o abrazadera metálica,
- 2 borneros desconectables, uno para los contactos de los relés, otro para las entradas/salidas bajo nivel,
- Capacidad máxima de conexión: 1,5 mm^2 - AWG 14
- Par de ajuste máx.: 0,4 Nm.

Disposición de los bornes:



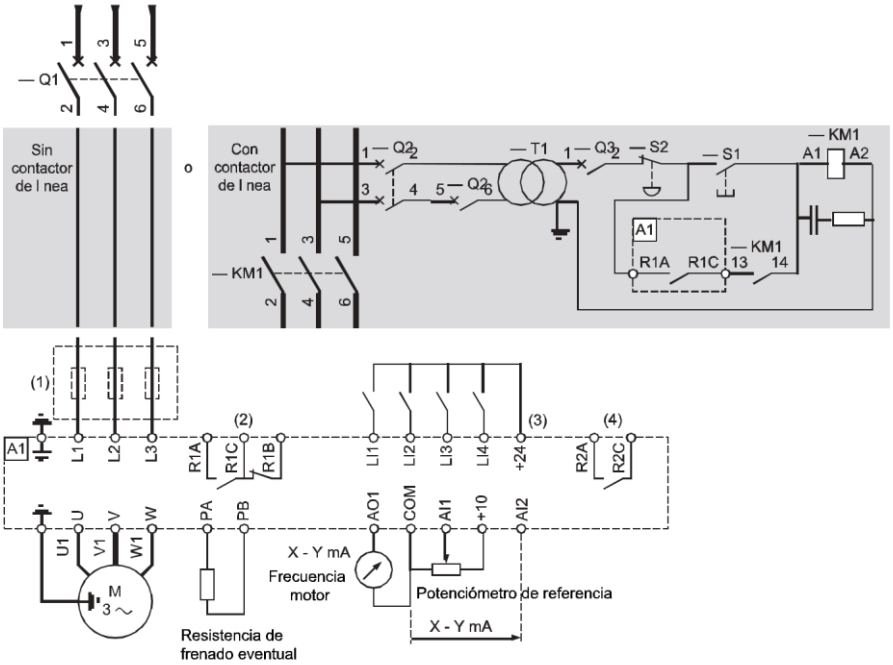
Función de los bornes

Borne	Función	Características eléctricas
R1A R1B R1C	Contacto NANC de punto común (R1C) del relé de fallo R1	Poder de conmutación mín.: • 10 mA para 24 Va Poder de conmutación máx. en carga inductiva (cos φ 0,4 y L/R 7 ms) : 1,5 A para 250 V∿ y 30 V⎓
R2A R2C	Contacto con cierre del relé programable R2	
AO1	Salida analógica en corriente	Salida analógica X - Y mA, X e Y programables Preajuste fábrica 4 - 20 mA / impedancia 500 Ω
COM	Común para entradas lógicas y analógicas	
AI1	Entrada analógica en tensión	Entrada analógica 0 + 10 V Impedancia 30 kΩ
+10	Alimentación de potenciómetro de consigna 1 a 10 kΩ	+10 V (- 0, + 10 %) 10 mA máx. protegida contra cortocircuitos y sobrecargas
AI2	Entrada analógica en corriente	Entrada analógica X - Y mA, X e Y programables Preajuste fábrica 4 - 20 mA / impedancia 100 Ω
LI1 LI2 LI3 LI4	Entradas lógicas	Entradas lógicas programables Impedancia 3,5 kΩ Alimentación + 24 V (máx. 30 V) Estado 0 si < 5 V, estado 1 si > 11 V
+ 24	Alimentación de las entradas	+ 24 V protegida contra cortocircuitos y sobrecargas, mín. 18 V, máx. 30 V Consumo máx. 200 mA

ESPAÑOL

Esquemas de conexión

Alimentación trifásica

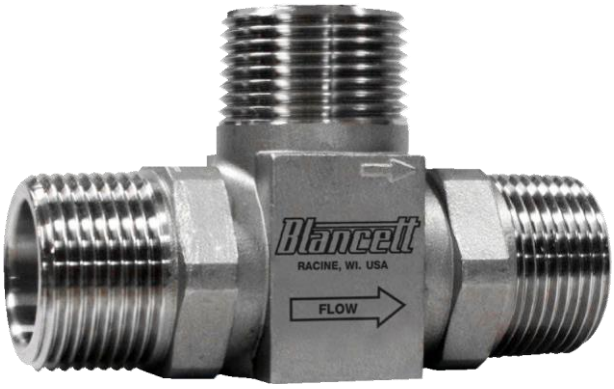


ESPAÑOL

(1) Inductancia de línea eventual (ATV-58●U29M2 a D12M2 y U18N4 a D23N4).
(2) Contactos del relé de seguridad, para señalar a distancia el estado del variador.
(3) + 24 V interno. En caso de uso de una fuente externa + 24 V, conecte el 0 V de la misma al borne COM, no utilice el borne + 24 del variador, y conecte el común de las entradas LI al + 24 V de la fuente externa.
(4) Relé R2 reasignable

Nota: Dote de antiparásitos a todos los circuitos inductivos próximos al variador o acoplados al mismo, tal como relés, contactores, electroválvulas, pantallas fluorescentes...

Componentes que se pueden acoplar: véase catálogo



Badger Meter

TUR-UM-00014-EN-03 (July 2014)

User Manual

INTRODUCTION

Designed to withstand the demands of the most rigorous flow measurement applications the Model 1100 turbine flow meter is reliable, rugged and cost effective. Originally developed for the secondary oil recovery market, the Model 1100 is an ideal meter for liquid flow measurement on or off the oil field.

The meter features a rugged 316 stainless steel housing and rotor support assemblies, CD4MCU stainless steel rotor, and abrasive-resistant tungsten carbide rotor, shaft, and journal bearings. The Model 1100 maintains measurement accuracy and mechanical integrity in the corrosive and abrasive fluids commonly found in oil field water flood project and many industrial applications.

OPERATING PRINCIPLE

Fluid entering the meter passes through the inlet flow straightener which reduces its turbulent flow pattern and improves the fluid's velocity profile. Fluid then passes through the turbine, causing it to rotate at a speed proportional to the fluid velocity. As each turbine blade passes through the magnetic field, the blade generates an AC voltage pulse in the pickup coil at the base of the magnetic pickup (see *Figure 1*). These pulses produce an output frequency proportional to the volumetric flow through the meter. The output frequency represents flow rate and/or totalization of fluid passing through the turbine flow meter.

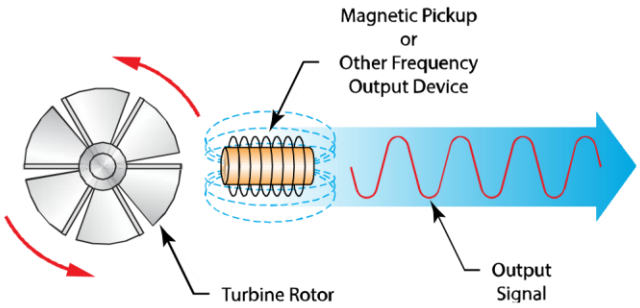
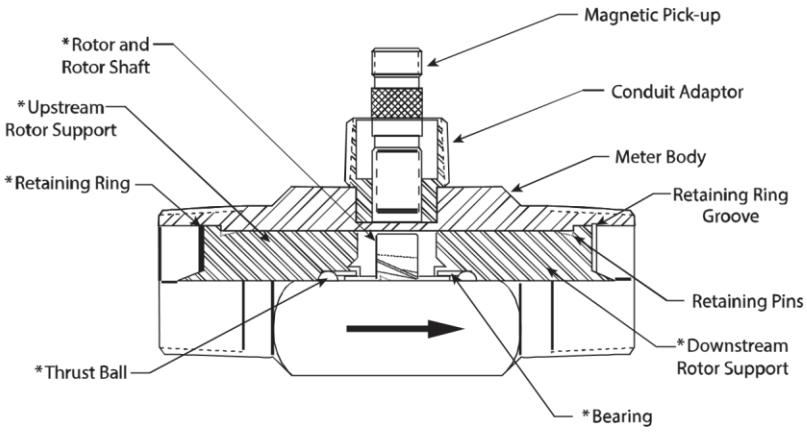


Figure 1: Schematic illustration of electric signal generated by rotor movement



NOTE: *Indicates parts supplied in repair kits.

Figure 2: Typical cross-section of B110-375…B111-121 turbine flow meter

SPECIFICATIONS

Materials of Construction

Body	316 Stainless Steel
Rotor	CD4MCU Stainless Steel
Rotor Support	316 Stainless Steel
Rotor Shaft and Bearing	Tungsten Carbide

Operating Parameters

Temperature	–150…350° F (–101…177° C). The meter should not be subjected to temperatures above 350° F (177° C), or below –150° F (–101° C) or the freezing point of the metered liquid.
Pressure	Maximum pressure ratings as follows: 5000 psi for all NPT meters up to 2 in. 3000 psi for 3 in. and 4 in. Grayloc meters. 800 psi for 3…10 in. grooved end meters.
Accuracy	±1% of reading for 7/8 in. and larger meters. ±1% of reading over the upper 70% of the measuring range for 3/8 in., 1/2 in., and 3/4 in. meters.
Repeatability	±0.1%.
Calibration	Water (NIST traceable calibration).
Approvals	"Single Seal": ANSI/ISA 12.27.01-2003; MWP 5,000 PSI (34.5 MPa), 350° F. I.S. Entity Parameters with Badger Meter B111109 standard magnetic pickup installed: Vmax = 10V, Imax = 7mA, Ci = 0µF, Li = 0.9H
nd Connections	NPT, BSP, Victaulic, Flange, and Hose Barbed.
*Contact the factory for ordering options.	

NOTE: Consult factory for pressure ratings for flanged meters.

INSTALLATION

⚠WARNING

PRESSURE IN EXCESS OF ALLOWABLE RATING MAY CAUSE THE HOUSING TO BURST AND CAUSE SERIOUS PERSONAL INJURY.

⚠AVERTISSEMENT

LA PRESSION AU-DESSUS DE L'ESTIMATION PERMISE PEUT FAIRE ÉCLATER ET CAUSER LE LOGEMENT LE DOMMAGE CORPOREL SÉRIEUX.

1. Check the internals of the flow meter for any foreign material. Make sure the turbine rotor spins freely prior to installation. Also, check fluid lines and remove any debris found.
2. Install the flow meter with the flow arrow, etched on the exterior of the meter body, pointing in the direction of fluid flow. Though the meter is designed to function in any position, where possible, install it horizontally with the conduit adapter facing upward.
3. Thread a magnetic pickup (Badger Meter model B111109 or equivalent) into the conduit adapter completely finger tight without forcing. Secure with a lock nut if supplied.
4. Install conduit or other fittings suitable for the installation area onto the conduit adapter hub on the flow meter.

Fecha edición	05/2014
N° Versión	02

TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL
C9080508
Manual del usuario

VETO Y CIA. LTDA. ● SAN EUGENIO 567 ● CASILLA 10289 ● FONOS: (2) 3554400 ● FAX: (2) 3554455 ● SANTIAGO ● CHILE

- Emplea un chip de silicio piezo resistivo de alta sensibilidad
- Medición de aire y gases compatibles con los materiales del instrumento
- Certificado CE

VENTAJAS DEL SENSOR DE SILICIO

- Requiere de pequeño volumen para la medición
- Bajo consumo
- Buena estabilidad en el tiempo
- Excelente linealidad

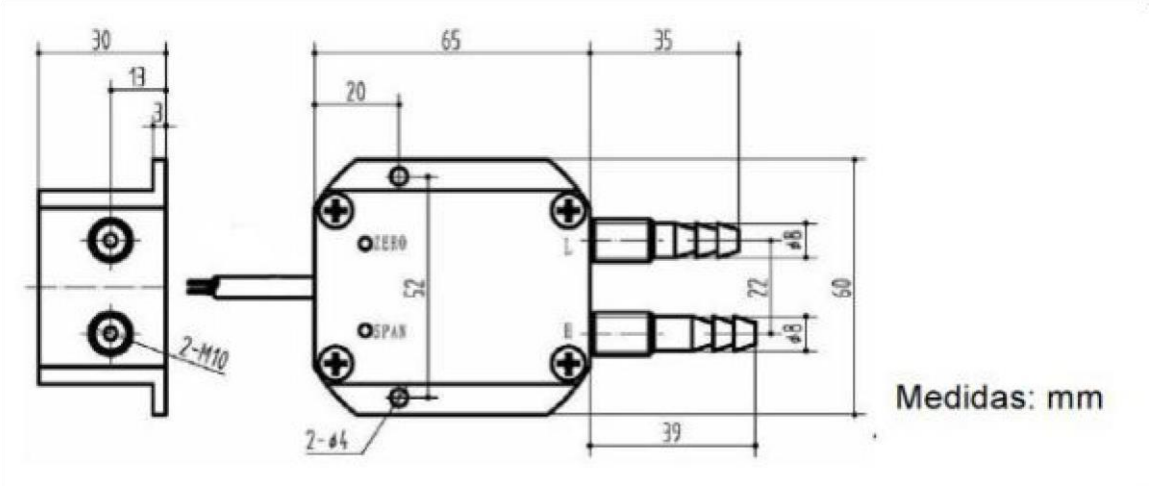
Rango de Presión	
Rango Nominal	0 a 10mbar / 6bar
Presión de referencia	Presión diferencial
Sobrepresión	300%F.S. (escala total)

Señal de Salida	
Salida	4 a 20mA – 2 hilos

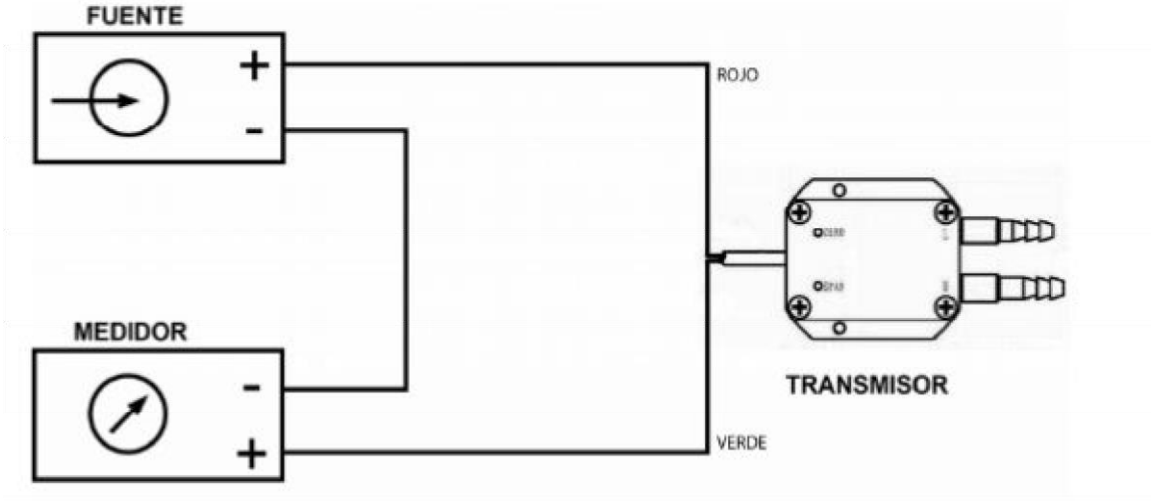
Especificaciones	
Precisión	±0.5%F.S. (Típico)
Alimentación	12-36 VDC (24VDC típico)
Compensación de temperatura	0 +50°C(Típico)
Temperatura de operación	-20 +85°C
Temperatura de almacenamiento	-40 +125°C
Coeficiente de temperatura zero	±0.03%F.S./°C
Coeficiente sensibilidad de temperatura	±0.03%F.S./°C
Estabilidad en el tiempo	<0.2%F.S.
Peso	300g (aprox.)

VETO Y CIA. LTDA. ● SAN EUGENIO 567 ● CASILLA 10289 ● FONOS: (2) 3554400 ● FAX: (2) 3554455 ● SANTIAGO ● CHILE

Otros	
Conexión a proceso	Manguera Ø 8mm (no incluida)
Conexión Eléctrica	Cable rojo: +24V DC Cable verde: salida



VETO Y CIA. LTDA. ● SAN EUGENIO 567 ● CASILLA 10289 ● FONOS: (2) 3554400 ● FAX: (2) 3554455 ● SANTIAGO ● CHILE


FUENTE
+
-
ROJO
MEDIDOR
-
+
VERDE
TRANSMISOR

Anexo 3: Configuración bloque PID

Paso 2: Requisitos previos para la configuración PID

Introducción

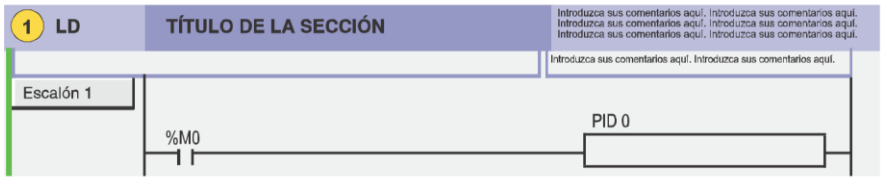
Antes de configurar el PID, asegúrese de que las fases siguientes se han efectuado:

Fase	Descripción
1	Se ha habilitado el PID en el programa.
2	Se ha configurado el período de exploración.

Habilitación del PID en el programa

El autómata PID debe activarse en el programa por medio de una instrucción. Esta instrucción puede ser permanente o puede ser una condición de una entrada o bit interno. En el ejemplo siguiente, la instrucción %M0 ha habilitado el PID:

- En Ladder



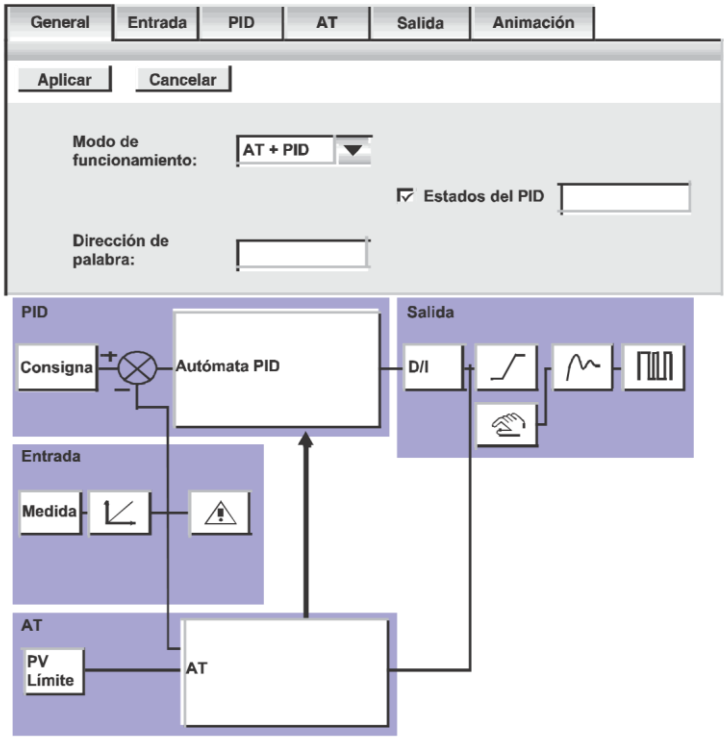
- En la Lista de instrucciones:

```
----
   0 LD     %M0
   1 [ PID 0 ]
```

Nota: Asegúrese de utilizar la sintaxis correcta:
Compruebe que existe un espacio entre "PID" y el número PID (por ejemplo, `PID<espacio>0`).

Inicio del cuadro de diálogo PID

En la tabla siguiente se muestra el cuadro de diálogo PID y el procedimiento que debe seguirse para acceder a las distintas pestañas de configuración del PID:

Paso	Acción
1	Seleccione la tarea **Programa** → **Configurar** → **Configurar los datos** en la interfaz TwidoSuite. **Resultado:** aparece la ventana de configuración de software predeterminada.
2	Seleccionar **Objetos avanzados** en la trama Categoría del objeto (Trama de categorías de objetos, Twido, Software de programación TwidoSuite, Ayuda online) y elegir **PID)** en la trama Tipo de objetos (Trama de tipos de objetos, Twido, Software de programación TwidoSuite, Ayuda online).
3	Seleccionar el **n.º PID** que desee en la tabla PID.
4	Aparece el cuadro de diálogo PID en primer plano, que se utiliza para introducir los distintos valores del autómata, tal como se muestra en la figura siguiente. En modo offline, se muestran estas pestañas: **General, Entrada, PID, AT y Salida:**  **Importante:** Las pestañas deben completarse en el orden en el que aparecen en el cuadro de diálogo PID: primero General, Entrada, PID, AT y, finalmente, Salida. **Nota:** En modo online, esta pantalla muestra dos pestañas adicionales (**Animación** y **Trazo**), que se utilizan para el diagnóstico y la visualización del funcionamiento del autómata respectivamente.

Modificación dinámica de parámetros

Para la modificación dinámica de los parámetros del PID (en modo de funcionamiento y online), se recomienda introducir las direcciones de memoria en los campos correspondientes, para evitar así el paso a modo offline con el fin de efectuar cambios en los valores sobre la marcha.

Configuración de la pestaña General

En la tabla siguiente se indica el procedimiento de configuración de la pestaña **General** del cuadro de diálogo PID:

Paso	Acción
1	En la pestaña **General**, activar la casilla **Configurado** para activar el PID y definir las pestañas siguientes.
2	En la lista desplegable **Modo de funcionamiento**, elegir el tipo de funcionamiento deseado. (véase *p. 573*) **En este ejemplo:** se seleccionará el modo de dirección de memoria y se introducirá la palabra %MW17 en el campo asociado. De este modo, el modo de funcionamiento del PID estará vinculado al valor en %MW17.

Configuración de la pestaña Entrada

En la tabla siguiente se indica el procedimiento de configuración de la pestaña **Entrada** del cuadro de diálogo PID:

Paso	Acción
1	En la pestaña **Entrada**, introducir el canal analógico utilizado como medida en el campo asociado. **En este ejemplo:** Hemos elegido **%IW1.0** dado que se ha utilizado como medida de temperatura.
2	Cuando sea necesario, establecer las alarmas en los umbrales de medida alto y bajo activando las casillas y completando los campos correspondientes. **Nota:** Los valores introducidos deben ser valores fijos (definidos en los campos asociados) o valores modificables (completando los campos correspondientes con las direcciones de memoria: %MWxx).

Configuración de la pestaña PID

En la tabla siguiente se indica el procedimiento de configuración de la pestaña **PID** del cuadro de diálogo PID:

Paso	Acción
1	En la pestaña **PID**, introducir el valor que debe utilizarse para definir la consigna del autómata. En general, este valor es una dirección de memoria o una consigna de una entrada analógica. **En este ejemplo:** se ha introducido %MW0, que se utilizará como palabra de consigna.
2	Sólo se puede seleccionar el **tipo de corrector** si anteriormente se ha elegido el modo de funcionamiento PID en la pestaña General. **En este ejemplo:** el tipo de corrector se establece en automático y deshabilitado. **Nota:** Si anteriormente ha elegido PID como modo de funcionamiento, puede seleccionar el tipo de corrector deseado (**PID** o **PI**) en la lista desplegable. Si se selecciona **PI**, el **parámetro Td** se fuerza a un valor de cero y este campo se deshabilita.
3	Definir los parámetros **Kp, Ti, Td**. **Importante:** En caso de seleccionar el modo **AT** o **AT+PID**, es necesario completar los campos Kp, Ti y Td con **direcciones de memoria**, para habilitar así la función de Auto-Tuning e introducir automáticamente los valores encontrados. **En este ejemplo:** se ha introducido %MW10 para Kp, %MW11 para Ti y %MW12 para Td. **Nota:** En principio, resulta difícil determinar los valores de ajuste óptimos de Kp, Ti y Td para una aplicación que todavía no se ha creado. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente escribir las direcciones de palabras de memoria en estos campos, con el fin de introducir estos valores en modo online, y evitar así el paso a modo offline para efectuar cambios en los valores sobre la marcha.
4	Introducir el **Período de muestreo** del PID. El controlador utiliza este valor para adquirir medidas y actualizar salidas. **En este ejemplo:** se ha establecido el período de muestreo del PID en 100 ó 1 s. Dado que el sistema definido contiene una constante de tiempo de varios minutos, este valor de período de muestreo parece correcto. **Importante:** se recomienda definir el período de muestreo en un múltiplo del período de exploración del autómata, y un valor coherente con el sistema configurado.

Configuración de las pestañas de AT

En la tabla siguiente se indica el procedimiento de configuración de la pestaña **AT** del cuadro de diálogo PID:

Paso	Acción
1	En la pestaña **AT**, activar la casilla **Autorizar** si se desea utilizar AT.
2	Introducir el valor de **Límite de la medida**. Se trata del valor de límite que no debe superar la medida durante la AT.
3	Introducir el valor de **Consigna de salida**, que es el valor de salida del autómata enviado para generar la AT.
Nota especial	Para obtener más detalles sobre la configuración de estos valores, consultar la sección *p. 611*.
Consejo	Se recomienda escribir las direcciones de palabras de memoria en estos campos, con el fin de introducir estos valores en modo online, y evitar así el paso a modo offline para efectuar cambios en los valores sobre la marcha.