

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Diseño de un sistema automatizado para el proceso de dosificación de agua en
la Junta de Usuarios del Distrito de Moche**

Línea de investigación:

Robótica y Automatización Avanzada

Autores:

**Azabache Nazario, Roberto Dounglas
Valencia Paico, Kevin Edinson**

Jurado evaluador:

**Presidente : Azabache Fernández, Filiberto
Secretario : Linares Vertiz, Saul Noe
Vocal : León Cerna, Alejandro Martin**

Asesor:

De La Cruz Rodríguez, Oscar Miguel

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9207-8558>

Trujillo–Perú

2023

Fecha de Sustentación: 2023/07/20

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE AGUA EN LA JUNTA DE USUARIOS DEL DISTRITO DE MOCHE

por Roberto Dounglas Azabache Nazario & Kevin Edinson Valencia Paico

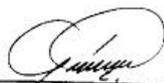
Fecha de entrega: 02-ago-2023 09:24a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2140423772

Nombre del archivo: Tesis_-_Roberto_Azabache_Kevin_Valencia.docx (4.4M)

Total de palabras: 7667

Total de caracteres: 40284



Oscar Miguel De La Cruz Rodriguez
Ms. Oscar Miguel De La Cruz Rodriguez
Ingeniero Electrónico
CIP 85598

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE AGUA EN LA JUNTA DE USUARIOS DEL DISTRITO DE MOCHE

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|---|
| 12% | 11% | 1% | 6% |  |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE | Ms. Oscar Miguel De La Cruz Rodríguez Ingeniero Electrónico CIP 85598 |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | www.euromag.com Fuente de Internet | 2% |
| 2 | 1library.co Fuente de Internet | 2% |
| 3 | www.jriegopresurizado.org.pe Fuente de Internet | 2% |
| 4 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante | 1% |
| 5 | repository.ucatolica.edu.co Fuente de Internet | 1% |
| 6 | www.bermad.com Fuente de Internet | 1% |
| 7 | dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 8 | vdocuments.es Fuente de Internet | 1% |

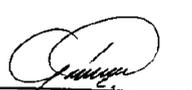
Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



Ms. Oscar Miguel De La Cruz Rodríguez
Ingeniero Electrónico

Jurado de sustentación Oral



Ms. Azabache Fernández Filiberto

CIP N°97916
Presidente



Ms. Linares Vertiz Saul Noe

CIP N°142213
Secretario



Ms. León Cerna Alejandro Martin

CIP N°177967
Vocal

Entregado el:

Aprobado por:



Br. Azabache Nazario Roberto Dounglas
DNI 43449731



Br. Valencia Paico Kevin Edinson
DNI 70885459



Ms. De La Cruz Rodriguez Oscar Miguel

CIP N°85598

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Diseño de un sistema automatizado para el proceso de dosificación de agua en
la Junta de Usuarios del Distrito de Moche**

Línea de investigación:

Robótica y Automatización Avanzada

Autores:

**Azabache Nazario, Roberto Dounglas
Valencia Paico, Kevin Edinson**

Jurado evaluador:

**Presidente : Azabache Fernández, Filiberto
Secretario : Linares Vertiz, Saul Noe
Vocal : León Cerna, Alejandro Martin**

Asesor:

De La Cruz Rodríguez, Oscar Miguel

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9207-8558>

**Trujillo–Perú
2023**

Fecha de Sustentación: 2023/07/20

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Ms. Oscar Miguel De La Cruz Rodríguez, docente del Programa de estudio de Pregrado de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE AGUA EN LA JUNTA DE USUARIOS DEL DISTRITO DE MOCHE”, de los autores Br. Roberto Dounglas Azabache Nazario y Br. Kevin Edinson Valencia Paico, dejo constancia de los siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 12%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin del día 2 de agosto del 2023
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “Diseño de un sistema automatizado para el proceso de dosificación de agua en la junta de usuarios del distrito de Moche” y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad

Trujillo, 2 de agosto de 2023

DEDICATORIA

A Dios:

Porque me enseñó humildad con cada caída y meta lograda; mostrándome que sin él realmente no somos nada.

Gracias Dios, por la fortaleza y la guía constante durante el desarrollo y culminación de la tesis.

AGRADECIMIENTO

Con mucha gratitud, a todos los docentes Programa de Estudios de Ingeniería Electrónica UPAO, que compartieron con nosotros sus conocimientos para hacer posible una de nuestras metas este trabajo de investigación, para así obtener la titulación profesional. en nuestra vida profesional, especialmente al Ms. Ing. Oscar Miguel De La Cruz Rodríguez, por su paciencia, motivación y su valiosa guía y asesoramiento profesional; por haber inculcado en nosotros el sentido de responsabilidad y rigor académico, sin los cuales no habiéramos hecho posible

Muchas gracias a todos por el apoyo que nos brindaron.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es realizar el diseño de un sistema automatizado para el proceso de dosificación de agua en la junta de usuarios del distrito de Moche, 2022.

En principio en el trabajo se describen los aspectos del diseño de investigación y justificación del estudio, para luego presentar las bases teóricas que permita comprender el proceso de dosificación de agua. Luego de presentar los materiales y procedimientos de la investigación se procede a detallar la problemática del proceso de dosificación de agua y se muestran los resultados mediante la filosofía de funcionamiento. A partir del análisis de la información obtenida se evalúan aspectos técnicos para proponer la automatización del proceso de dosificación de agua, a través de la instrumentación teniendo un total de 64 instrumentos.

Por último, a través de la propuesta presentada en el sistema automatizado para el control de caudal, presión y nivel de agua se mejora el sistema de dosificación de agua en la etapa de riego de la junta de usuarios del Distrito de Moche.

Palabras Claves: dosificación, control, proceso.

ABSTRACT

The objective of this work is to design an automated system for the water dosing process in the Moche District water users' board, 2022.

At the beginning of the work, the design research aspects and study justification are described, followed by the presentation of the theoretical bases that allow for an understanding of the water dosing process. After presenting the research materials and procedures, the water dosing process problem is detailed and the results are shown through the operating philosophy. Based on the analysis of the information obtained, technical aspects are evaluated to propose the automation of the water dosing process, through instrumentation, with a total of 64 instruments.

Finally, through the proposed automated system for flow, pressure, and water level control, the water dosing system in the irrigation stage of the Moche District water users' board is improved.

Keywords: dosing, control, process

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

De conformidad con lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, ponemos a su disposición el informe de tesis titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE AGUA EN LA JUNTA DE USUARIOS DEL DISTRITO DE MOCHE” para que sea revisado y evaluado y de ser aprobado pueda ser defendido oralmente para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico

De antemano, nos excusamos de los errores involuntarios en que se hubiera incurrido en el desarrollo y redacción del misma, esperando del honorable jurado un justo dictamen.

Br. Roberto Dounglas Azabache Nazario

Br. Kevin Edinson Valencia Paico

Tabla de contenidos

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA..... | vii |
| AGRADECIMIENTO | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| PRESENTACIÓN..... | xi |
| Tabla de contenidos..... | xii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiv |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Problema de investigación | 1 |
| 1.2. Objetivos..... | 2 |
| 1.3. Justificación del estudio..... | 2 |
| II. MARCO DE REFERENCIA | 3 |
| 2.1. Antecedentes del estudio | 3 |
| 2.2. Marco Teórico | 5 |
| 2.3. Marco Conceptual..... | 13 |
| 2.4. Sistema de hipótesis | 14 |
| 2.5. Variables e Indicadores..... | 14 |
| III. METODOLOGÍA EMPLEADA..... | 16 |
| 3.1. Tipo y nivel de investigación..... | 16 |
| 3.2. Población y muestra del estudio | 16 |
| 3.3. Diseño de investigación..... | 16 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación..... | 17 |
| IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... | 24 |
| 4.1. Diseño del sistema automatizado..... | 24 |
| 4.2. Red Hidrométrica – Sub lateral 10.5..... | 24 |
| 4.3. Selección de la instrumentación | 26 |
| V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 36 |
| CONCLUSIONES..... | 39 |
| RECOMENDACIONES | 39 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 40 |
| ANEXOS..... | 41 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente | 14 |
| Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente | 15 |
| Tabla 3: Esquema del diseño de investigación | 16 |
| Tabla 4: Niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.5 | 22 |
| Tabla 5: Niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.6 | 23 |
| Tabla 6: Niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.7 | 23 |
| Tabla 7: Red hidrométrica - sub lateral 10.5 | 25 |
| Tabla 8: Características técnicas del convertidor MC608..... | 29 |
| Tabla 9: Características generales del sensor MUT2300 | 32 |
| Tabla 10: Características mecánicas del panel solar | 33 |
| Tabla 11: Características eléctricas del panel solar | 333 |
| Tabla 12: Características técnicas de la batería de litio | 35 |
| Tabla 13: Diámetro de tubería | 37 |
| Tabla 14: Instrumentación para el proceso de dosificación de agua | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Sistemas de control en lazo abierto | 6 |
| Figura 2: Sistemas de control en lazo cerrado | 7 |
| Figura 3: Diagrama de bloques del autómata programable..... | 9 |
| Figura 4: Tipos de señal: analógica y muestreada..... | 10 |
| Figura 5: Arquitectura interna básica de un PLC..... | 11 |
| Figura 6: Esquema de programa Ladder..... | 13 |
| Figura 7: Filosofía del proceso..... | 19 |
| Figura 8: Análisis de presiones y caudales lateral 10.5 con caudales de diseño en cada hidrante para VIRU SA, AGROBERRES, VANESSA BERMUDEZ, DANPER TRUJILLO, TALSA Y BEGGIE PERU | 20 |
| Figura 9: Análisis de presiones y caudales lateral 10.5 con caudales de diseño en cada hidrante para TALSA, GONURSA, AGR LAREDO, BEGGIE PERU, MANUEL SANCHEZ, JOSER GASTELUMENDI..... | 21 |
| Figura 10: Diseño del sistema de control y supervisión..... | 24 |
| Figura 11: Redes de conducción y distribución en el área agrícola para el sector IV – Lateral 10 PUR - PUR | 25 |
| Figura 12: Hidrante | 27 |
| Figura 13: Medidor de caudal electromagnético..... | 288 |
| Figura 14: Válvula de control de flujo y presión..... | 300 |
| Figura 15: Caudalímetro electromagnético | 311 |
| Figura 16: Panel solar de 300w | 32 |
| Figura 17: Curva de corriente - voltaje bajo diferente irradiancia | 34 |
| Figura 18: Batería de litio..... | 34 |
| Figura 19: Monitoreo y control de hidrantes del ramal 10.5..... | 36 |
| Figura 20: Monitoreo y control del volumen total de hidrantes del ramal 10.5 | 37 |

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

La Junta de Usuarios de Riego Presurizado logra la participación permanente de los usuarios de su jurisdicción territorial en la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego y drenaje, así como en el desarrollo, conservación, preservación y uso eficiente del recurso hídrico, en concordancia con la legislación vigente; promoviendo y ejecutando además programas de desarrollo agrícola. (jriegopresurizado, 2004)

El problema principal en la Junta de Usuarios de Riego Presurizado es mejorar las obras de riego, distribuir el agua equitativamente a los agricultores para sus respectivos cultivos y hacer uso eficiente del agua. Para ello, la Junta de Usuarios de Riego Presurizado organiza periódicamente capacitaciones sobre la mejora en los cultivos, el uso eficiente del agua, la mejora del riego, el conocimiento de las disposiciones legales y el riego agrícola.

Ante esta situación se presentan algunos problemas como:

- No se tiene información del flujo que se proporciona a los usuarios por tal motivo en épocas de escasez de agua no se puede dosificar correctamente.
- Desconocimiento de la presión de agua generada para su dosificación correcta.
- Dificultad para conocer en tiempo real la distribución del agua.

Los sistemas existentes en el mercado no dan el soporte total para los requerimientos antes mencionados, además su implementación es costosa debido a que requieren obras civiles y eléctricas en puntos donde no hay energía eléctrica interconectada. Como lo demuestra una de las tantas tesis consultadas “Estructura de costos de un sistema de riego por goteo para la producción de uva y su impacto en la rentabilidad del fundo salmucho, en el distrito de Cascas, periodo 2018”, “Sistema de riego tecnificado por goteo para cultivo de quinua, financiado por Fondo Contravalor Perú-Francia; en el distrito Tauripampa, provincia Yauyos. Lima 2017”, “Diseño hidráulico de un sistema de riego

tecnificado por goteo para productos orgánicos en la localidad de Conache, distrito de Laredo”.

1.2. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema automatizado para el control de la dosificación del agua asignada a diferentes procesos en la junta de usuarios.

Objetivos Específicos

- Evaluar el sistema de dosificación de agua en la etapa de riego de la junta de usuarios del Distrito de Moche.
- Determinar la instrumentación requerida, teniendo en cuenta la comunicación entre los puntos de dosificación.
- Realizar el diseño del sistema automatizado para el control de caudal, presión y nivel de agua en la etapa de riego.

1.3. Justificación del estudio

En lo Académico:

Se considera una importante oportunidad de investigación en proponer una alternativa para realizar el control del caudal, presión y nivel de agua en la etapa de riego, buscando con ello un aporte académico a los criterios de diseño de automatización aplicado a procesos agroindustriales.

En lo Tecnológico:

Utilizar diferentes tecnologías que ayuden a automatizar el proceso de dosificación de agua y estudiar una metodología a para el diseño de un sistema automatizado agroindustrial.

En lo social:

Permitirá una correcta dosificación del recurso hídrico, evitando el estrés que este genera en los agricultores de la junta de usuarios del distrito de moche.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Para validar esta investigación, se presenta los antecedentes de diversos estudios con referencia a la Automatización y control de procesos, encontrados en tesis de grado de universidades nacionales y/o internacionales.

(Izquierdo & Pezántes, 2022) realizaron la tesis de pregrado titulada “Sistema de dosificación inteligente en las plantas de tratamiento de agua potable de la Empresa INTAL CIA. LTDA”. Realizada con el apoyo de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador. El Objetivo general es diseñar un sistema de dosificación inteligente en una planta de tratamiento de agua potable. La metodología de la investigación es aplicada. Después de definir la parte mecánica se procedió a una selección de sensores y actuadores que cumplan con los requerimientos del sistema de control, donde se eligieron equipos para la medición de parámetros del agua, como es el caso de la turbidez, color y pH. Además, se utilizaron interruptores de nivel para poder controlar el sistema. Finalmente se diseñó los respectivos esquemas eléctricos de conexión de la instrumentación hacia el controlador lógico programable. El aporte a la investigación es la selección de los sensores y actuadores en el proceso de dosificación de agua.

(Cortes & Vargas, 2020) realizaron la tesis de pregrado titulada “Diseño e Implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin”. Realizada con el apoyo de la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. El objetivo general es desarrollar un sistema de riego automatizado y monitorear variables ambientales a través del Internet de las Cosas en los cultivos urbanos de la Fundación Marie Poussepin para Mujeres Emprendedoras en el barrio San Cristóbal Altamira de Bogotá, Colombia. Métodos de investigación aplicados. Al regar automáticamente los cultivos y controlar las principales variables que afectan directamente el desarrollo de las siembras, se optimiza el uso del agua, ya que esto garantiza la cantidad de agua necesaria y exacta requerida por el tipo de cultivo. En este caso, a petición de la Fundación, el sistema de control es adecuado para el cultivo del tomate cherry,

ya que es uno de los productos más cuidados del mundo. Proceso y método más vendido, es importante señalar que, modificando el valor de referencia de la humedad del suelo, el sistema implementado se puede adaptar a cualquier tipo de cultivo. El sistema diseñado e implementado demostró cumplir con los requisitos necesarios para el monitoreo en tiempo real de las variables ambientales y el control de la humedad del suelo en el riego de los invernaderos. Además, al transferir estos datos a un servidor en la nube a través del Internet de las Cosas, puede visualizar los datos desde cualquier dispositivo móvil o computadora que pueda acceder a Internet, al obtener esta información, puede detectar el estado de los cultivos y monitorear el correcto funcionamiento del sistema de riego, para tomar decisiones de mantenimiento correctivo o preventivo. El aporte a la investigación es realizar la automatización de las variables que intervienen en el proceso de dosificación de agua.

(Quispe & Torres, 2018) realizaron la tesis titulada “Diseño de un sistema automatizado de dosificación de cloro para mejorar la calidad del agua potable en el sistema de abastecimiento de la comunidad La Planta - Paijan - La Libertad”. Realizada con el apoyo de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. El objetivo general es diseñar un sistema de cloración automática para mejorar la calidad del agua potable en el sistema de agua de la comunidad La Planta - Paiján - La Libertad. En base al caudal de 1.770 L/s y la demanda necesaria de 1,01g/m³, el diseño del sistema de cloración automática seleccionado requería una capacidad de clorador de 06 PPD/11g/h con una salida analógica de 4 a 20mA. El sistema de abastecimiento de la comunidad, el proceso de operación actual de la planta y la cantidad de cloro requerida para asegurar la calidad del agua son los parámetros que determinan la selección y el tamaño del equipo del sistema de dosificación automática. El aporte a la investigación es realizar la automatización para el proceso de dosificación de agua.

(Chotón Posadas & Reque Rubio, 2015) realizaron la tesis de pregrado titulada “Diseño e Implementación de un Sistema de Control Automático para el *Acuario RALFISH en la Ciudad de Trujillo*”. Realizada con el apoyo de la Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. El objetivo general es diseñar e implementar un sistema de control automático para controlar y monitorear las condiciones adecuadas para el correcto funcionamiento del acuario “Ralfish” en

la ciudad de Trujillo. La metodología de la investigación es aplicada. La población fue los acuarios del acuario "Ralfish" y la muestra fue un acuario del acuario "Ralfish". La técnica utilizada fue la encuesta y el instrumento el cuestionario. Los resultados señalan que el margen de error entre la temperatura medida y el SetPoint de temperatura disminuye; además el error obtenido es mejor que el 0.05, no obstante, Si hay un pequeño cambio en la medición de pH del sistema de control, el valor absoluto de la estadística "t" es mayor que la "t" de la lista. La conclusión muestra que una condición necesaria para el funcionamiento normal del acuario "Ralfish" es: la temperatura del aire acondicionado varía entre 20 y 30 °C, el valor de pH entre 6 y 8, la filtración debe estar entre 70 y 120 litros según la capacidad del acuario cambian. El aporte a la investigación es realizar el control de las variables que interviene en el proceso de dosificación de agua.

(Yanque, 2016) realizaron la tesis de pregrado titulada "Control y Monitoreo de la carga de mineral en los molinos de bolas en un proceso de molienda convencional- caso Planta Concentradora de Cobre". Realizada con el apoyo de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. El Objetivo general implementar un sistema de monitoreo y análisis del tamaño de minera que recircula en un molino secundario en el cual se prepara el mineral a un punto tal de considerarlo óptimo para el siguiente proceso de flotación en una planta concentradora. La metodología hace referencia a una investigación tecnológica del tipo aplicada. La población fue el proceso de molienda y la muestra fue la etapa secundaria de molienda. La técnica utilizada fue la encuesta y el instrumento el cuestionario. El aporte a la investigación es aplicar la metodología para el proceso de dosificación de agua.

2.2. Marco Teórico

Sistemas de Control

Es aquel Es un método para controlar la salida de un sistema para que tenga un valor específico o para cambiarlo, dependiendo de la entrada al sistema. (Bolton, 2006, pág. 3)

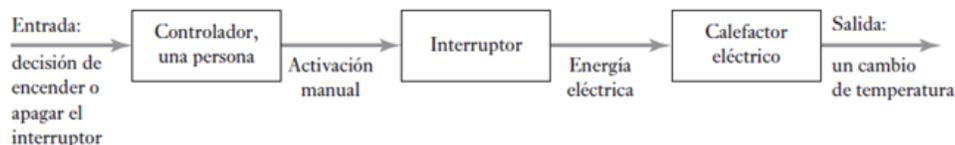
Sistema de control en lazo abierto

Las entradas se eligen en base a la experiencia con dichos sistemas para lograr el valor de salida deseado; sin embargo, la salida no cambia debido a cambios en las condiciones operativas externas (ver figura 1).

- Elemento de control; este elemento determina qué acción tomar sobre la entrada al sistema de control.
- Elemento de corrección; este elemento responde a la entrada de un elemento de control e inicia una acción que cambia la variable controlada al valor deseado.
- Proceso; Un proceso o planta es un sistema de variables controladas.

Figura 1

Sistemas de control en lazo abierto



Fuente. (Reque & Chotón Posadas, 2015)

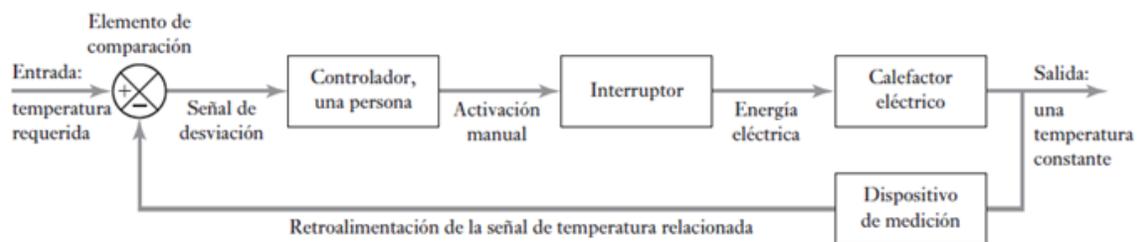
Sistema de control de lazo cerrado

Se cuenta con un mecanismo de retroalimentación que ajusta la entrada para mantener la salida constante, a pesar de cambios en las condiciones de funcionamiento. Este proceso incluye los siguientes componentes: un elemento de comparación que compara el valor esperado de la variable a controlar con el valor real medido en la salida, generando una señal de error que indica la diferencia entre ambos; un elemento de control que decide qué acción tomar ante la recepción de una señal de error, y que es a menudo referido como un controlador que incluye tanto el elemento de control como una unidad de

corrección; un elemento de corrección que produce cambios para compensar el error de retroalimentación y que es conocido como actuador; un elemento de proceso que es el sistema que se encarga de controlar la variable; y un elemento de medida que genera una señal relacionada con el estado de la variable controlada y proporciona retroalimentación a un elemento de comparación para verificar si hay algún error. (ver figura 2)

Figura 2

Sistemas de control en lazo cerrado



Fuente. (Reque & Chotón Posadas, 2015)

Controladores

De hecho, “es un elemento en el sistema en el lazo cerrado que tiene como entrada la señal de error y produce una salida que se convierte en la entrada al elemento correctivo” (Bolton, 2006, pág. 239)

Control Proporcional; con control proporcional, la salida del controlador es proporcional a su entrada, que es la señal de error.

Control Integral; a través del control integral, la salida del controlador es proporcional a la integral de la señal de error, lo que resulta en una corrección proporcional, el propósito es reducir el error uniforme a cero.

Control derivativo; utilizando la forma derivada del controlador, la salida del controlador es proporcional a la tasa de cambio del error a lo largo del tiempo, es

decir, puede proporcionar una gran acción correctiva antes de que realmente ocurra un gran error

Control PID; el controlador integral derivativo (PID), mejor conocido como controlador de tres términos, cuyo sistema proporcionará una salida para una entrada de error, calculando la desviación o error entre el valor medido y el valor a obtener para aplicar un corrector de acción para ajustar el proceso

Controlador lógico programable

De hecho “es un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas, procesos y diseños específicamente para programarse con facilidad” (Reque & Chotón Posadas, 2015, pág. 467)

Componentes

La estructura básica de un autómata programable está conformada por los siguientes componentes:

Unidad procesadora o Unidad central de procesamiento (CPU); esta unidad contiene un microprocesador que interpreta las señales de entrada y realiza acciones de control de acuerdo con un programa almacenado en la memoria, y luego transmite comandos a una interfaz de salida.

Fuente de poder; este elemento es necesario para convertir el voltaje AC de entrada a voltaje DC (5V) de baja amplitud, necesario para alimentar el procesador y los módulos de interfaz de salida.

Unidad de memoria; en la que se almacenan las acciones de control a realizar por el **microprocesador**, en la que también se almacenan los datos de las interfaces de entrada y salida.

Interfaces de entrada y salidas; en esta sección el procesador recibe la información de los dispositivos externos (detectores, sensores, transmisores) y

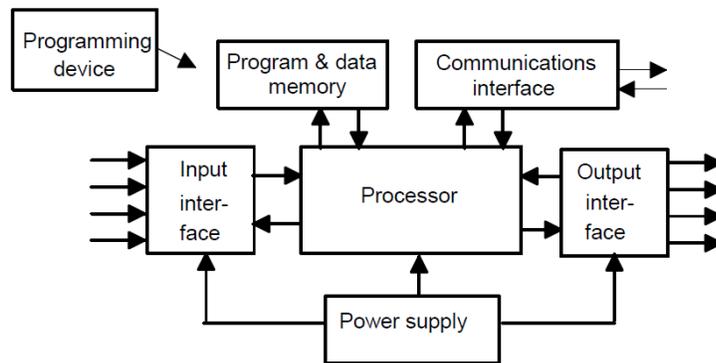
comunica la información desde el CPU hacia los dispositivos externos (pilotos, relés, etc.). Las entradas y salidas pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de señal que manejan, dichas señales pueden ser discretas, digitales o análogas.

Interfaz de comunicación; la cual es utilizada para recibir y transmitir datos dentro de redes de comunicación con otros dispositivos.

La figura 3 muestra el diagrama de bloques del autómata programable.

Figura 3

Diagrama de bloques del autómata programable

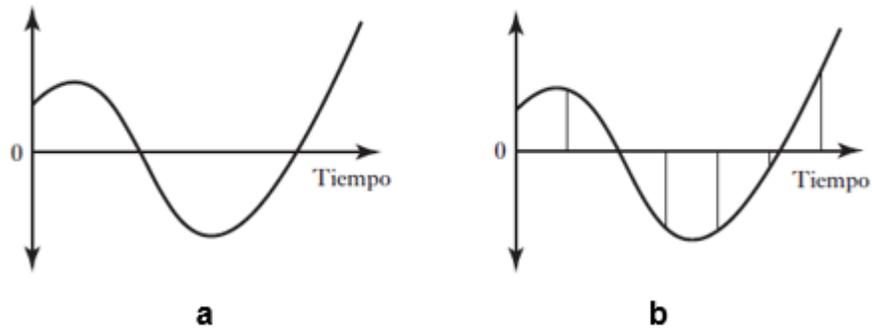


Fuente. (Bolton, 2006)

La figura 4 muestra la diferencia entre una señal analógica vs la señal muestreada.

Figura 4

Tipos de señal: analógica y muestreada



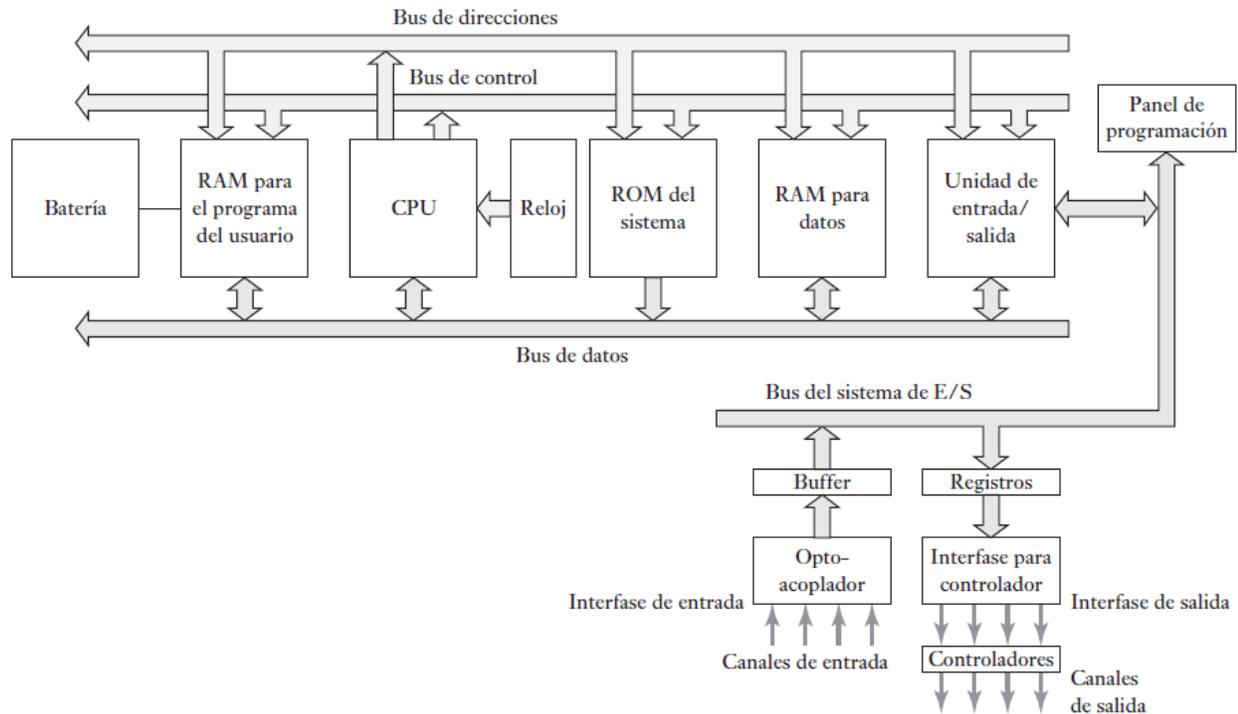
Fuente. (Reque & Chotón Posadas, 2015)

Arquitectura interna

De hecho “cuenta con un temporizador cuya frecuencia típica está entre 1 y 8 MHz. Esta frecuencia determina la velocidad de operación del PLC y la fuente de temporización y sincronización para todos los elementos del sistema”. El sistema de bus se ejecuta entre la CPU, la memoria, y unidades de entrada/salida. La información de datos se transmite entre (ver Figura 5). Los elementos de memoria son:

ROM; guarda permanentemente la información del sistema operativo y los datos corregidos.

RAM; memoria intermedia temporal para programas de usuario y canales de entrada/salida.

Figura 5*Arquitectura interna básica de un PLC*

Fuente. (Reque & Chotón Posadas, 2015)

La Unidad de entradas y salidas

Otorga a la interfaz entre el sistema y el mundo exterior, lo que permite que las conexiones se realicen a través de los canales de entrada / salida a los dispositivos de entrada.

Discreta; Señales de tipo encendido o apagado.

Analógicas; señales proporcionales a la magnitud de la variable que se está midiendo.

Digitales; señales en forma de secuencia de pulsos.

Programa en el PLC

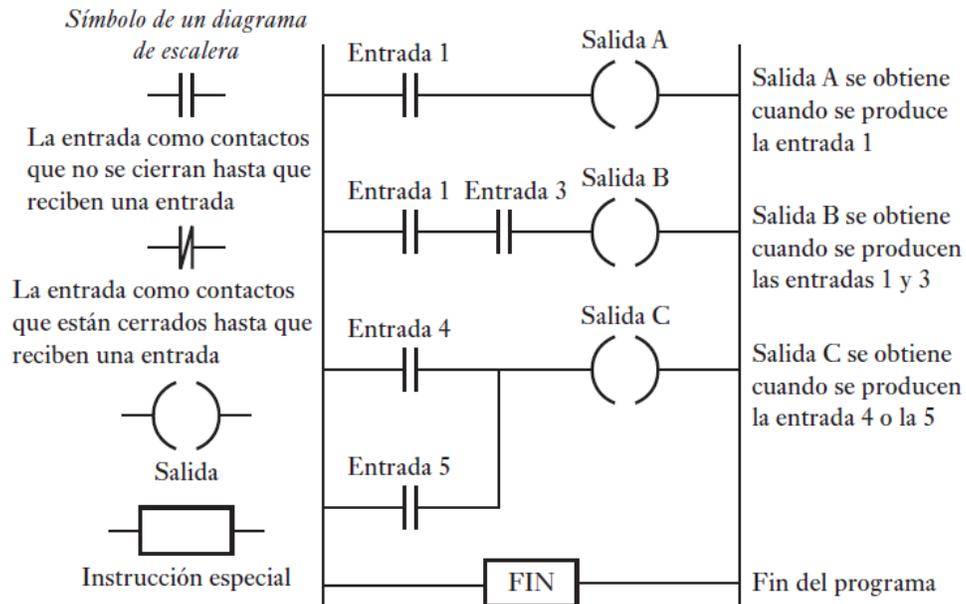
Los dispositivos de programación pueden ser dispositivos portátiles, consolas de escritorio o computadoras. Solo después de que el programa ha sido diseñado y preparado en el dispositivo de programación, se transfiere a la unidad de almacenamiento del PLC. La norma IEC 61131-3, publicada por la International Electro Technical Corporation, define 5 lenguajes como los estándares para programación:

- Lista de instrucciones
- Diagrama de tiempos del proceso
- Diagrama de escalera
- Diagrama de bloques
- Diagrama de función secuencial

De hecho, un diagrama de escalera "incluye dibujar un programa de manera similar a dibujar un circuito de contacto eléctrico. Un diagrama de escalera tiene dos líneas verticales que representan líneas eléctricas. El circuito está conectado como una línea horizontal, los pasos de una escalera, entre estos dos verticales" (ver figura 6) (Reque & Chotón Posadas, 2015, pág. 473)

Figura 6

Esquema de programa Ladder



Fuente. (Reque & Chotón Posadas, 2015)

2.3. Marco Conceptual

Se definen conceptualmente los principales términos que serán utilizados en la investigación:

Riego

El riego consiste en proporcionar agua a los cultivos a través del suelo para satisfacer las necesidades de agua que no cubren las precipitaciones, o para aumentar la producción agrícola mediante la conversión de zonas de cultivo de secano en zonas de regadío. Se utiliza en agricultura y jardinería.

Sistema centralizado

Un sistema centralizado significa que solo hay un lugar donde un usuario tiene que ir a buscar un contacto, su nombre, dirección principal y las actividades con este dentro de la organización.

Dosificación

La dosificación asegura el tratamiento óptimo del agua. Por tal motivo en el tratamiento de aguas no puede haber fisuras, con la finalidad de reducir el uso de sustancias químicas y costos operativos.

2.4. Sistema de hipótesis

General

El diseño de un sistema automatizado para el proceso de dosificación de agua permitirá la implementación de un controlador de caudal, presión y nivel del agua

Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)

2.5. Variables e Indicadores

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente

| Variable Independiente | Definición Operacional | Indicadores | Instrumento | Unidad de medida |
|--|---|--|--------------------|-------------------------|
| Diseño de un sistema de automatización | Se realiza la propuesta mediante la recolección y análisis de datos, acorde a las necesidades que están involucradas en el proceso. | Número de lazos de control Duración del ciclo de operación. | Reporte de diseño | |

Tabla 2*Operacionalización de la variable dependiente*

| Variable dependiente | Definición Operacional | Indicadores | Instrumento | Unidad de medida |
|---------------------------------|--|--|-----------------------|--|
| Proceso de dosificación de agua | Distribución asignada del recurso hídrico a diferentes procesos. | <ul style="list-style-type: none"> - Caudal de agua. - Presión de dosificación - Nivel de agua. | Reporte de simulación | <ul style="list-style-type: none"> L/min Bar M. |

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es aplicada y el nivel de investigación es Explicativa.

3.2. Población y muestra del estudio

Población

La población está constituida por la Junta de Usuarios de Riego Presurizado del Distrito de Moche Virú Chao.

Muestra

La junta de usuarios de riego presurizado del distrito de Moche Virú Chao.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación es Preexperimental.

Tabla 3

Esquema del diseño de investigación

| Grupo | Pre Prueba | Tratamiento | Post prueba |
|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| GE | O1 | X | O2 |

Leyenda:

GE: Grupo de estudio

O1: Pre test

O2: Post test

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

En el presente trabajo, la técnica es la observación la cual nos permitirá ver el estado actual del proceso y el instrumento es una lista de cotejo.

Se realizará el levantamiento de requerimientos del sistema de supervisión y control de riego.

Se determinará los componentes para su control y supervisión.

Se determina la tecnología para integrar la comunicación entre los diferentes puntos de riego.

Se realizará la simulación del sistema para determinar si el diseño funciona sobre los parámetros especificados

Además, utilizar la entrevista personal para determinar el estado y tipo de funcionamiento del sistema y que equipamiento se requiere. Este instrumento contiene las características más resaltantes de los equipos utilizados para la toma de muestra y recopilación de datos.

Descripción de la filosofía de funcionamiento

Actualmente los sistemas hidráulicos presurizados, son tuberías de agua, poseen un medidor antiguo o en algunos casos no existen medidor. Los medidores antiguos tienen una desviación de lectura muy amplia o un error muy grande, aproximadamente entre 30% debido al caudal que pasa por esas tuberías. Adicionalmente a esto la junta de usuarios distribuyo por cada cliente. Un caudal nominal, que el cliente lo solicito en su momento. Debido al incremento de la agricultura, los clientes han ampliado sus cultivos y ahora consumen mucha más cantidad de agua. Al consumir más cantidad de agua, al final de esta tubería son los que más problemas presentan, porque el agua ya no les llega en la cantidad necesaria.

El proyecto contempla lo siguiente:

Garantizar la cantidad de agua solicitado de cada cliente que le llegue como debe ser, en épocas que hay bastante agua en el canal no hay mucho problema con la provisión de agua, el problema es en la época de estiajes, ya que viene el agua restringida en volumen, ahí la junta lo que quiere hacer es tener el control y restringir el caudal de diseño que se había solicitado en su momento.

El proyecto consiste en implementar la parte hidráulica que consta del medidor electromagnético que es un tipo bridado, la válvula reguladora, sostenedora y el equipamiento para poder controlar este funcionamiento. El medidor lo que garantiza es la lectura correcta ya que es un medidor electromagnético, tiene 4 electrodos internamente en su tubería y es para espacios confinados, lo quiere decir es ubicar el medidor en la tubería y va a medir correctamente mediante los protocolos de comunicación, se alimenta de energía de $24 V_{DC}$ la cual proviene de un sistema de energía solar que también se va a instalar que está provisto de un panel solar de 300 watts y 2 baterías de 12 voltios de 60 AH, configuradas en $24 V_{DC}$ con eso alimentar el medidor y ya se tiene la medición cuando pasa agua. A la par tiene comunicación 485 en la cual se va a un tablero de control que tenemos un modem GPRS y ese modem envía mediante un chip celular información a los servidores de la junta, a una IP fija y se almacena en la base de datos del servidor

También tenemos la válvula sostenedora que es la encargada de hacer la regulación y limitación de caudal, tiene dos funciones, primero tiene la función totalmente abierta, el agua pasa a lo que consume el cliente, en épocas de estiaje, mediante el SCADA, accionamos una salida de nuestro tablero de control y la válvula entra en punto de regulación de diseño, la válvula internamente comienza a cerrar su cámara hidráulica mediante el pulso que le damos y se pone en punto de caudal de diseño y como contrastamos con el medidor, el medidor tendría que empezar a marcar el caudal de diseño de ese cliente.

También implementar la válvula con un cierre total debido a un corte de agua, coordinado o en el extremo de los casos que no se haya pagado la facturación se le puede cortar el agua desde el SCADA cerrando esa válvula hidráulica.

La válvula hidráulica se conecta al tablero de control, y mediante el tablero de control se acciona por el SCADA, el tablero de control lo que hace es enviar información hacia el servidor de la junta, y se almacena en la base de datos, el SCADA lee la base de datos, escribe y con ese funcionamiento se está accionando o limitando o regulando la válvula contrastando con el medidor electromagnético, ya que este tiene un sensor de presión, con este podemos ver a qué presión está ese punto hidráulico y el caudal.

El funcionamiento hidráulico es leer presión y caudal. Estos 2 parámetros son los indispensables para poder cumplir con el dotamiento de agua que le toca a cada cliente.

En las fichas técnicas que se solicito está el sensor MUT 2300 que es la parte que mide donde están los electrodos que son los sensores electromagnéticos y MC608 es el convertidor es la pantalla, este sensor este compuesto de 2 piezas, un sensor y un convertidor, y el IR-773-55-2W-t válvula hidráulica que hace la revolución de caudal y presión.

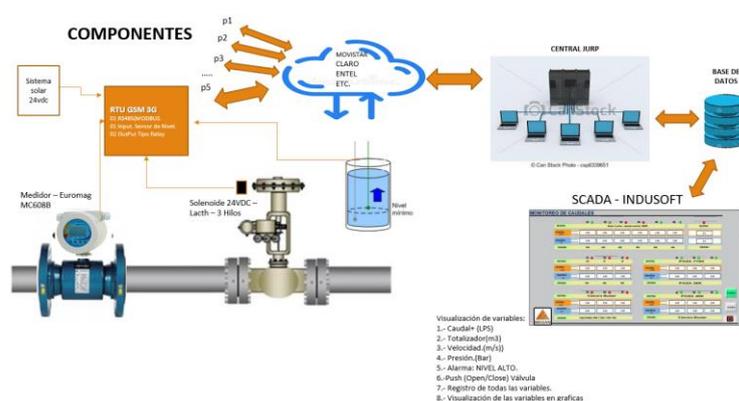
Estos equipos están en una caja subterránea ya que las tuberías están enterradas aproximadamente a 2m de profundidad, esa caja es hidráulica puede llegar el caso que se llene de agua, para evitar que siga con agua la caja durante mucho tiempo, se ha instalado un sensor de nivel dentro de la caja hemos usado un sensor de nivel Schneider, un electrodo, con un controlador de nivel RM35LM33MW, que es control de nivel y enlazamos a nuestro tablero de control y se va al SCADA, cuando haya una fuga el sensor detecta el agua e informa en el SCADA que hay una fuga.

El tema de transmisión GSM/GPRS tenemos un modem y chip celulares pospago con un plan de datos para ir enviando información.

En la figura 7, se tiene la filosofía del proceso

Figura 7

Filosofía del proceso



Descripción del proceso

Según la junta de riego contempla las tres sub laterales para automatización de la dosificación de agua (10.5, 10.6 y 10.7) en un periodo de 3 años, se proyecta presupuestar y ejecutar el sub lateral 10.5. De acuerdo a la visita realizada, se obtuvieron los siguientes requerimientos técnicos para esta sub lateral:

Función: Conteo de volumen agua acumulado para su respectivo cobro mensual (m³) y verificación de caudales instantáneos en línea con una actualización cada 10 min y recojo de datos cada 1 min.

Automatización: Deberá considerarse la transmisión de datos desde el punto de instalación del equipo hasta la central de control en la oficina JURP (741270.61,9069658.78).

Calidad de agua: turbidez máxima de 60 NTU; el tratamiento de agua se realiza con productos Coagulante Inorgánico, Sulfato Férrico y coagulante orgánico Polidadmac y floculante polímero aniónico

Energía: En el punto de ubicación de cada hidrante no cuenta con energía eléctrica. Por lo que se requiere un mecanismo autónomo de abastecimiento de energía con el mínimo de residuos contaminantes

Comunicación: Los puntos de ubicación de cada hidrómetro cuenta con señal telefónica. Los hidrómetros de hidrante se encuentran dentro de una caja de concreto (L=2.6, A=1.6, h=1.8m APROX) bajo el nivel de terreno. La ubicación del hidrómetro tiene una distancia no mayor de 1.5m de la válvula compuerta u otro accesorio.

Consideraremos en el sistema hidrométrico una válvula limitadora de caudal

Se tiene que considerar un presostato para la medición de la presión en cada hidrante a instalar.

Especificar cada cuanto tiempo es necesario una calibración y mantenimiento del equipo y/o elementos.

Lateral 10.5 junta, caudal y presión

En la figura 8 y 9, se muestra el análisis de presiones y caudales de la lateral 10.5 con caudales de diseño en cada hidrante, lo cual es necesario para la implementación.

Figura 8

Análisis de presiones y caudales lateral 10.5 con caudales de diseño en cada hidrante para VIRU SA, AGROBERRES, VANESSA BERMUDEZ, DANPER TRUJILLO, TALSA Y BEGGIE PERU

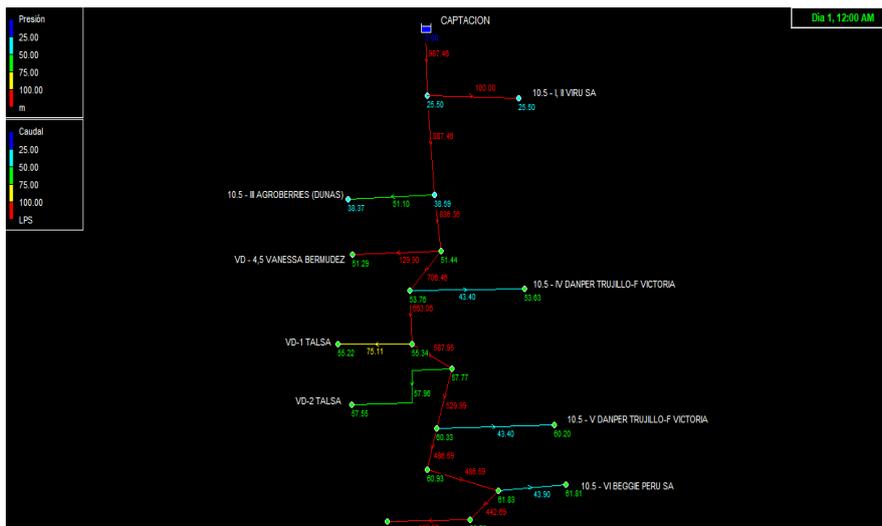
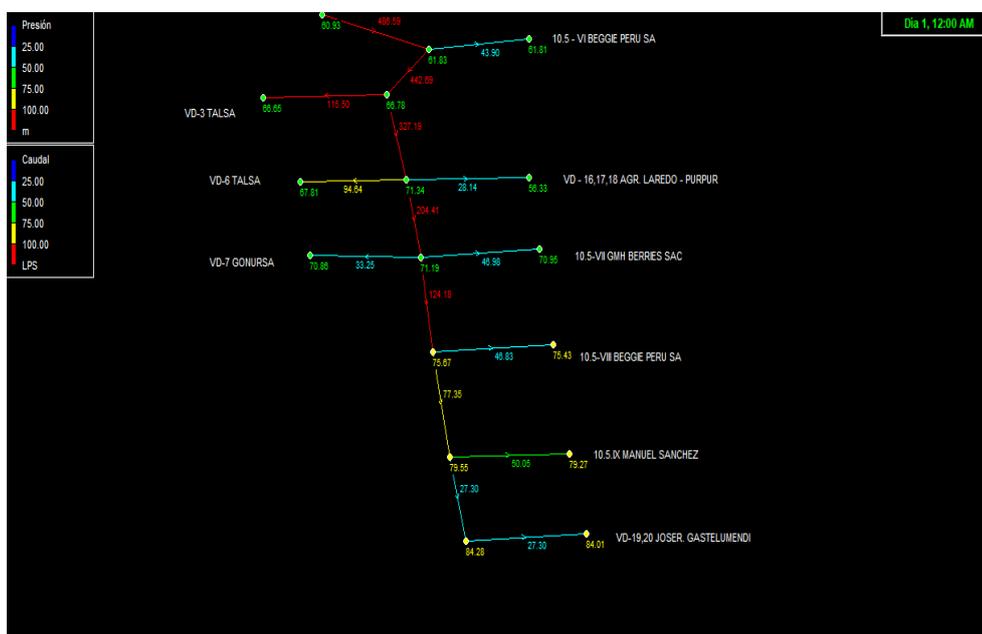


Figura 9

Análisis de presiones y caudales lateral 10.5 con caudales de diseño en cada hidrante para TALSALSA, GONURSA, AGR LAREDO, BEGGIE PERU, MANUEL SANCHEZ, JOSER GASTELUMENDI



Limitadores de caudal

Se ha realizado la recopilación de información de caudales máximos, así como los niveles de diámetro de tubería para los diferentes laterales:

En la tabla 4, se muestra los niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.5, donde se evidencia el caudal máximo de 222 l/s para el usuario VIRU y un caudal mínimo de 35 l/s para el usuario GONURSA. Además, se determinó que el

máximo diámetro de tubería es de 500mm para el usuario de VIRU, y el diámetro mínimo de tubería de 150mm para el usuario de GONURSA. Se ha considerado el caudal en épocas de estiaje dadas por cada usuario. Por ejemplo, para el usuario de VIRU en épocas de estiaje el caudal máximo es de 100l/s, asegurando de esta manera que todos los usuarios puedan tener los caudales indicados en la tabla (Q. diseño l/s).

Tabla 4

Niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.5

| Item | Lote | Usuario | Ø mm | Qmax. l/s | Q ope m3/h | 10% | Q max m3/h | Q.diseño l/s |
|------|----------|-----------------------------|------|-----------|------------|-------|------------|--------------|
| 1 | I,II | VIRU SA | 500 | 222 | 799 | 79.92 | 879 | 100 |
| 2 | III | ABROBERRIES PERU (DUNAS) | 200 | 41 | 148 | 14.76 | 162 | 51.1 |
| 3 | IV | DANPER TRUJILLO- F Victoria | 200 | 55 | 198 | 19.80 | 218 | 43.4 |
| 4 | V | DANPER TRUJILLO- F Victoria | 200 | 55 | 198 | 19.80 | 218 | 43.4 |
| 5 | VI | BEGGIE PERU SA | 300 | 54 | 194 | 19.44 | 214 | 43.9 |
| 6 | VII | GMH BERRIES SAC | 200 | 56 | 202 | 20.16 | 222 | 46.98 |
| 7 | VIII | BEGGIE PERU SA | 200 | 47 | 169 | 16.92 | 186 | 46.83 |
| 8 | IX | MANUEL CHAVEZ | 200 | 56 | 202 | 20.16 | 222 | 50.05 |
| 9 | VD-1 | TAL SA | 250 | 100.0 | 360 | 36.00 | 396 | 75.11 |
| 10 | VD-2 | TAL SA | 200 | 134.0 | 482 | 48.24 | 531 | 57.96 |
| 11 | VD-3 | TAL SA | 300 | 185.0 | 666 | 66.60 | 733 | 115.6 |
| 12 | VD-4.5 | VANESSA BERMUDEZ SALAZAR | 300 | 100.0 | 360 | 36.00 | 396 | 129.9 |
| 13 | VD-6 | TAL SA | 250 | 163.4 | 588 | 58.82 | 647 | 94.64 |
| 14 | VD-7 | GONURSA | 150 | 35 | 126 | 12.60 | 139 | 33.25 |
| 15 | VD-16 | AGR. LAREDO - Pur Pur | 150 | 56 | 202 | 20.16 | 222 | 28.14 |
| 16 | VD-19.20 | JOSE R. GASTELUMENDI | 150 | 50 | 180 | 18.00 | 198 | 27.3 |

En la tabla 5, se muestra los niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.6, donde se evidencia el caudal máximo de 150 l/s para el usuario INVERSIONES JORDY SA y un caudal mínimo de 40 l/s para el usuario BEGGIE PERU SA. Además, se determinó que el máximo diámetro de tubería es de 200mm para los usuarios de INVERSIONES JORDY SA VIRU y BEGGIE PERU SA. Por ejemplo, para el usuario de INVERSIONES JORDY SA en épocas de estiaje el caudal máximo es de 35.35l/s, asegurando de esta manera que todos los usuarios puedan tener los caudales indicados en la tabla (Q. diseño l/s).

Tabla 5

Niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.6

| Item | Lote | Usuario | Ø mm | Qmax. l/s | Q ope m ³ /h | 0.1 | Q max m ³ /h | Q.diseño l/s |
|------|----------|----------------------|------|-----------|-------------------------|---------|-------------------------|--------------|
| 22 | I | AGROMORIN SAC | 300 | 55 | 198 | 19.8 | 217.8 | 45.5 |
| 23 | II | INVERSIONES JORDY SA | 200 | 150 | 541 | 54.0672 | 594.74 | 35.35 |
| 24 | III | AGROMORIN SAC | 200 | 55 | 198 | 19.8 | 217.8 | 45.5 |
| 25 | IV | INVERSIONES JOSYMAR | 200 | 56 | 202 | 20.16 | 221.76 | 39.06 |
| 26 | V | BEGGIE PERU SA | 200 | 52 | 187 | 18.72 | 205.92 | 39.83 |
| 27 | VI | DANPER TRUJILLO | 200 | 70 | 252 | 25.2 | 277.2 | 43.54 |
| 28 | VII | BEGGIE PERU SA | 200 | 63 | 227 | 22.68 | 249.48 | 37.18 |
| 29 | VIII | BEGGIE PERU SA | 200 | 56 | 202 | 20.16 | 221.76 | 51.25 |
| 30 | IX | BEGGIE PERU SA | 200 | 42 | 151 | 15.12 | 166.32 | 35.7 |
| 31 | X | BEGGIE PERU SA | 200 | 40 | 144 | 14.4 | 158.4 | 36.4 |
| 32 | XI | GRARU SAC | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.4 |
| 33 | XII | BEGGIE PERU SA | 200 | 37 | 133 | 13.32 | 146.52 | 35 |
| 34 | XIII | BEGGIE PERU SA | 200 | 46 | 166 | 16.56 | 182.16 | 36.4 |
| 35 | XIV | BEGGIE PERU SA | 200 | 42 | 151 | 15.12 | 166.32 | 35 |
| 36 | XV | BEGGIE PERU SA | 200 | 51 | 184 | 18.36 | 201.96 | 41.79 |
| 37 | XVI | BEGGIE PERU SA | 200 | 60 | 216 | 21.6 | 237.6 | 51.8 |
| 42 | VD-21,22 | TAL SA | 200 | 53 | 190 | 18.9984 | 208.98 | 35.28 |
| 43 | VD-25 | TAL SA | 200 | 86 | 309 | 30.8604 | 339.46 | 36.4 |

En la tabla 6, se muestra los niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.7, donde se evidencia el caudal máximo de 172 l/s para el usuario TALSA y un caudal mínimo de 44 l/s para el usuario BEGGIE PERU SA. Además, se determinó que el máximo diámetro de tubería es de 200mm para el usuario de TALSA, y el diámetro mínimo de tubería de 150mm para el usuario de BEGGIE PERU SA. Se ha considerado el caudal en épocas de estiaje dadas por cada usuario. Por ejemplo, para el usuario de TALSA en épocas de estiaje el caudal máximo es de 72.1l/s, asegurando de esta manera que todos los usuarios puedan tener los caudales indicados en la tabla (Q. diseño l/s).

Tabla 6

Niveles máximos de caudal para los diferentes usuarios de la toma 10.7

| Item | Lote | Usuario | Ø mm | Qmax. l/s | Q ope m ³ /h | 10% | Q max m ³ /h | Q.diseño l/s |
|------|-------|----------------------------|------|-----------|-------------------------|---------|-------------------------|--------------|
| 44 | I | BEGGIE PERU SA | 300 | 150 | 540 | 54 | 594 | 100.8 |
| 45 | II | AGOBERRIES PERU (LINDEROS) | 300 | 49 | 176 | 17.64 | 194 | 89.82 |
| 46 | III | AGOBERRIES PERU (LINDEROS) | 200 | 49 | 176 | 17.64 | 194 | 42.7 |
| 47 | IV | BEGGIE PERU SA | 200 | 52 | 187 | 18.72 | 206 | 42.6 |
| 48 | V | AGRICOLA ALPAMAYO | 200 | 63 | 227 | 22.68 | 249 | 41.3 |
| 49 | VI | BEGGIE PERU SA | 200 | 50 | 180 | 18 | 198 | 35 |
| 50 | VII | AGRICOLA ALPAMAYO | 200 | 58 | 209 | 20.88 | 230 | 40.6 |
| 51 | VIII | BEGGIE PERU SA | 200 | 56 | 202 | 20.16 | 222 | 37.8 |
| 52 | IX | AGRICOLA ALPAMAYO | 200 | 67 | 241 | 24.12 | 265 | 48.3 |
| 53 | X | BEGGIE PERU SA | 200 | 50 | 180 | 18 | 198 | 36.4 |
| 54 | XI | BEGGIE PERU SA | 150 | 44 | 158 | 15.84 | 174 | 38.5 |
| 55 | XII | LINO VALERO MONTESINOS | 200 | 75 | 270 | 27 | 297 | 41.56 |
| 56 | XIII | JORDIE | 200 | 126 | 454 | 45.4248 | 500 | 35 |
| 57 | VD-23 | TAL SA | 250 | 172 | 619 | 61.8996 | 681 | 72.1 |
| 58 | VD-24 | TAL SA | 200 | | | | | 64.05 |

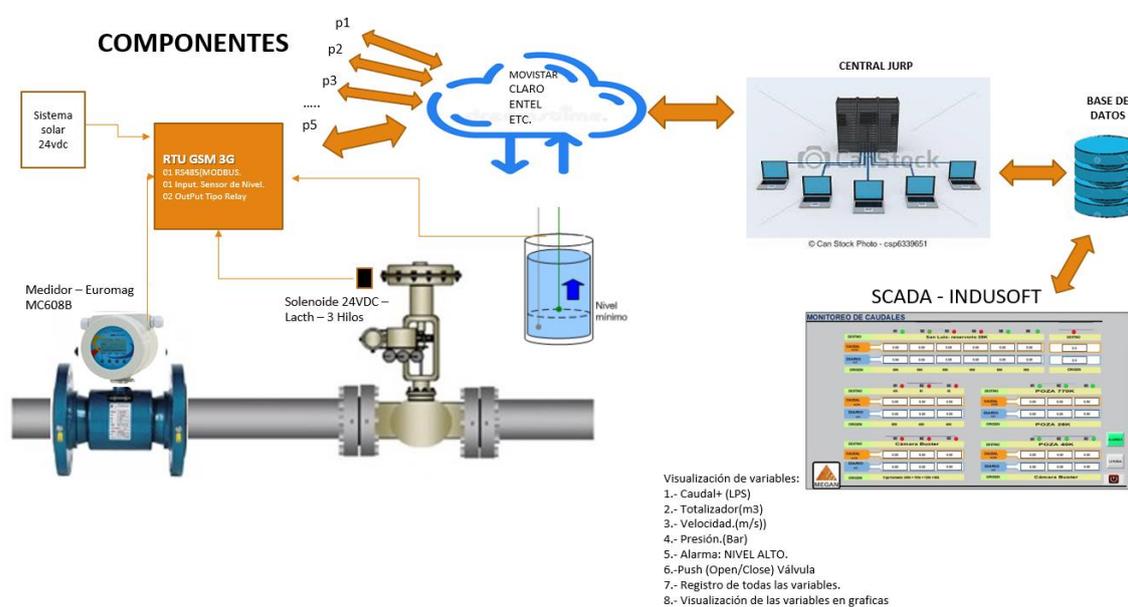
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Diseño del sistema automatizado

El diseño del sistema automatizado para el control de caudal, presión y nivel de agua en la etapa de riego está compuesto por un sensor de flujo, una válvula reguladora de caudal, un módulo GPRS, un sensor de nivel, un sistema fotovoltaico y el sistema SCADA. En la figura 10, se muestra el diseño del sistema de control y supervisión.

Figura 10

Diseño del sistema de control y supervisión



4.2. Red Hidrométrica – Sub lateral 10.5

En la tabla 7, muestra los hidrantes de color rojo abastecen tanto a campo como a reservorios, además consideraremos el hidrante de 500mm hidrómetro de inserción.

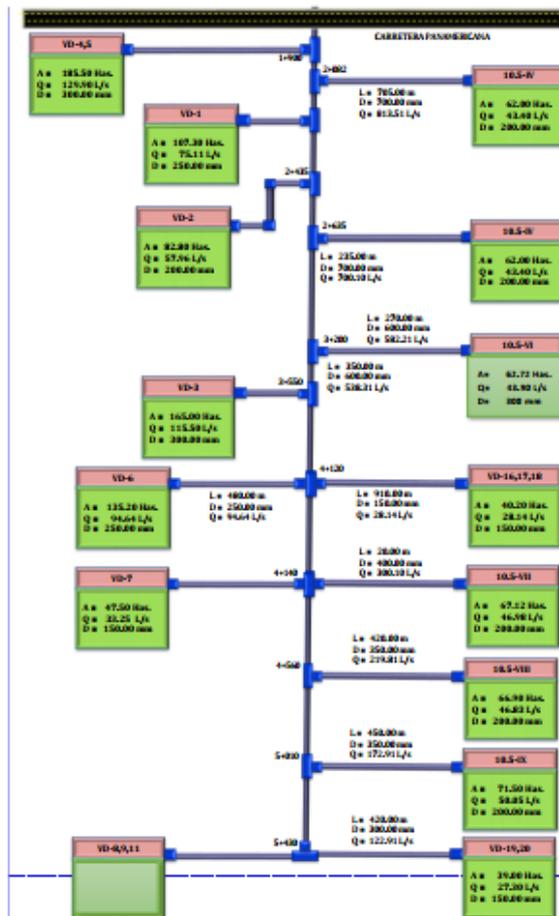
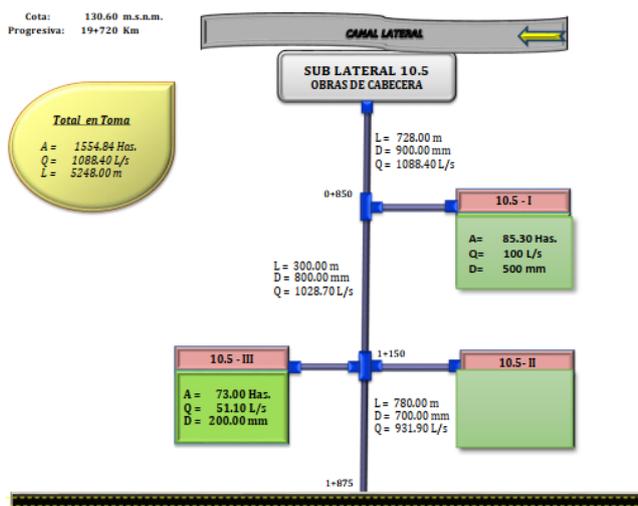
Tabla 7*Red hidrométrica - sub lateral 10.5*

| N° | TOMA | LOTE | USUARIO | Ø TUBERIA | CAUDAL | CARGA | |
|----|------|-----------|----------------------------------|------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| | | | | HIDRANTE (mm) | SERVICIO l/s | ESTATICA (m.c.a.) | DINAMICA (m.c.a.) |
| 1 | 10.5 | I, II | VIRU SA | 500 | 100.00 | | |
| 2 | | III | AGROBERIES PERU | 200 | 51.10 | 40.05 | 36.13 |
| 3 | | IV | DANPER TRUJILLO - FUNDO VICTORIA | 200 | 43.40 | 60.56 | 50.18 |
| 4 | | V | | 200 | 43.40 | 60.50 | 54.58 |
| 5 | | VI | BEGGIE PERU S.A | 300 | 43.90 | 75.15 | 56.35 |
| 6 | | VII | GMH BERRIES SAC | 200 | 46.98 | 87.00 | 62.03 |
| 7 | | VIII | BEGGIE PERU S.A | 200 | 46.83 | 92.75 | 62.51 |
| 8 | | IX | MANUEL CHAVEZ | 200 | 50.05 | 97.45 | 63.59 |
| 9 | | VD-1 | TAL S.A. | 250 | 75.11 | 60.56 | 50.18 |
| 10 | | VD-2 | TAL S.A. | 200 | 57.96 | 72.30 | 55.49 |
| 11 | | VD-3 | TAL S.A. | 300 | 115.50 | 79.25 | 58.23 |
| 12 | | VD-4,5 | VANESSA BERMUDEZ SALAZAR | 300 | 129.90 | 67.09 | 37.97 |
| 13 | | VD-6 | TAL S.A. | 250 | 94.64 | 90.07 | 58.82 |
| 14 | | VD-7 | GONURSA | 150 | 33.25 | 87.00 | 62.03 |
| 15 | | VD-16 | AGROINDUSTRIAL LAREDO- PUR PUR | 150 | 28.14 | 90.68 | 52.12 |
| 16 | | VD-19, 20 | JOSE ROLANDO GASTELUMENDI | 150 | 27.30 | 102.31 | 64.65 |

En la figura 11, muestra las redes de conducción y distribución en el área agrícola para el sector IV – Lateral 10 PUR - PUR.

Figura 11

Redes de conducción y distribución en el área agrícola para el sector IV – Lateral 10 PUR - PUR



4.3. Selección de la instrumentación

Hidrante: Caja de concreto donde se ubica el punto de captación de agua con un caudal de diseño definido hacia un lote determinado y cuenta con los siguientes accesorios:

Figura 12*Hidrante***Medidor de caudal**

El convertidor MC608 (ver figura 13) ha sido diseñado con el propósito de cumplir con todos los requisitos de los sistemas modernos de gestión del agua a través de una electrónica flexible e híbrida, alimentado por la red, alimentado por batería, o ambos.

Entre las aplicaciones se tiene:

- Abstracción y distribución;
- Medidas del distrito;
- Medición de ingresos y volumen;
- Líneas de transporte
- Irrigación
- Aguas residuales y tratamiento.
- Sistemas de detección de fugas.
- Cualquier aplicación remota sin acceso a la red eléctrica

Figura 13

Medidor de caudal electromagnético



Tabla 8

Características técnicas del convertidor MC608

| Características | | MC608A | MC608P | MC608B | MC608R | MC608I |
|---------------------|---|---------------|----------------------|--------------------|---------------|----------|
| Caja | | Aluminio IP68 | Techno polímero IP54 | Aluminio IP68 | Aluminio IP68 | SS IP54 |
| Suministro de poder | 90...264 Vac | ✓ | ✓ est. supp. | | | ✓ |
| | 12/24 Vac/dc | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Suministro de baterías | | | ✓ | | ✓ |
| | Baterías recargables + panel solar | | | | ✓ | ✓ |
| Instalación | Compacto | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| | Separado | max 100m | max 100m | max 30m | max 30m | max 100m |
| Señales I/O | Salida Analógica 4-20mA | ✓ | ✓ | ✓ Lazo cerrado. | ** | ✓ |
| | Salida de pulsos | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Protocolo Hart* | ✓ | ✓ | | | |
| | Salida digital Programable | ✓ | ✓ | | ** | ✓ |
| | Salida digital Frecuencia 0-10 kHz | ✓ | ✓ | | ** | ✓ |
| Comunicación Serial | IrCOM interface | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | RS 485 - MODBUS RTU | ✓ | ✓ | | ** | ✓ |
| Pantalla | Gráfica pantalla LCD 128x64 píxeles, 50x25mm Area visual, backlit color blanco | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Programación | 4 botones en el panel del convertidor, Ir- COM interface o via RS485 and MODBUS RTU | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Proceso Data logger | 4 MB flash memory, 200,000 lines de datos | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Estándares | Aprobado por OIML R49-1: 2013 - Clase 2 | ✓ | | | | |

Válvula de control de flujo y presión

La válvula de control (ver figura 14) opera hidráulicamente con accionamiento de diafragma que limita la demanda y mantiene la presión upstream (posterior) mínima preestablecida y se abre completamente cuando la presión de la línea está por encima de la configuración. Se abre o se cierra en respuesta a una señal eléctrica. Las válvulas de la serie IR-700-ES/EN de BERMAD son válvulas globo operadas hidráulicamente en un patrón "Y" oblicuo estándar con un cuerpo hidrodinámico de perforación completa (solo IR-700-EN) que proporciona un camino de flujo sin

obstrucciones, con un ensamblaje de asiento elevado y un actuador unidad de doble cámara que se puede desmontar del cuerpo como una unidad separada.

Figura 14

Válvula de control de flujo y presión



Datos Técnicos

Clasificación de Presión PN 10, 16 y 25 (Según Clasificación de Conexión) Brida: SO 7005-2 (ISO 10, 16 y 25) ASME B165 CLASE 150 y 300 JIS B2210 10K, 16K BS10 BSTD y BSTH ABNT NBR 7675 PN10, 16 y 25 AS 4087 PN16 y 35 Materiales: Cuerpo y actuador: Hierro Fundido Dúctil Pernos, tuercas y varillas: Acero Inoxidable Interiores: Acero Inoxidable, Bronce Estañado y Acero Recubierto Diafragma: goma sintética reforzada con tela Sellos: Goma sintética Revestimiento: Poliéster unido por fusión verde Accesorios de Control: Tubos y Accesorios: Latón y Plástico Reforzado Accesorios: Latón, bronce Materiales estándar del piloto: Cuerpo: Latón Cubrir: Latón (cubrir de plástico opcional en el piloto Sharp) Elastómeros: Goma sintética Interiores y resorte: Acero Inoxidable.

Caudalímetro electromagnético

El sensor MUT2300 (ver figura 15) incorpora la última tecnología Euromag International en la producción de aplicaciones de control del ciclo del agua y de procesos. La innovadora forma interior del sensor incrementa notablemente el caudal del líquido en el tubo de flujo y la precisión de lectura de la señal generada

por los electrodos, permitiendo un rango de medida extremadamente amplio. Entre las aplicaciones se tiene:

- Medida de Agua potable o reutilizada
- Sistemas de distribución de agua municipales
- Sistemas de aguas residuales industriales
- Aplicaciones nocturnas con muy bajo caudal
- Fluidos industriales, lodos u hormigones
- Instalaciones en mínimo espacio sin necesidad de tramos rectos
- Detección de Fugas
- Riego, medición legal

Figura 15

Caudalímetro electromagnético



Tabla 9

Características generales del sensor MUT2300

| | | | | | | | | | | |
|--|--|----|-----|----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Material Tubo de Flujo | AISI 304, AISI 316 (opcional) | | | | | | | | | |
| Material Bridas | Acero al Carbono (S235JR - 1.0037), AISI 304 opcional, AISI 316 opcional | | | | | | | | | |
| Electrodos | Hastelloy C (estándar), Hastelloy B, Titanio, Tantaló, Platino, Ebonite | | | | | | | | | |
| Recubrimiento Interno | Ebanite | | | | | | | | | |
| Temperatura de líquido | -40°C / + 80°C | | | | | | | | | |
| Diámetros disponibles | mm | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| | pulgadas | 2" | 2½" | 3" | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" |
| Bridas Estándar | EN1092-1 PN 16, ANSI 150 | | | | | | | | | |
| Bridas disponibles bajo demanda | AS 2129 (Tabla D, E, F), AS 4087 (PN 16, 21), KS10K. Otras bajo demanda. | | | | | | | | | |
| Presión de Operación Estándar | 21 bar | | | | | | | | | |
| Clase de Pérdida de Carga | DN≤80 ΔP25 (< 0,25 bar) | | | | | DN≥100 ΔP40 (< 0,40 bar) | | | | |
| Condiciones de Instalación | U0-D0 | | | | | | | | | |
| Grado de Protección | IP68 inmersión permanente a 1,5 m (EN 60529) MC608A/B/R/ | | | | | | | | | |
| Conversores compatibles | MC608A/B/R/P, MC406 | | | | | | | | | |
| Conexiones eléctricas | Prensaestopas M20 x 1.5 + caja de conexión + resina sellante | | | | | | | | | |

Panel solar de 300w

Figura 16

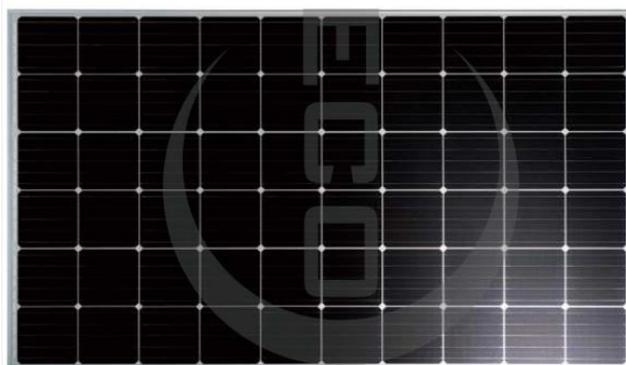
Panel solar de 300w

Tabla 10*Características mecánicas del panel solar*

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Cell Type | Mono-Crystalline, 156.75*156.75mm |
| Cell Arrangement | 60pcs (6*10) |
| Dimension (L*W*H) | 1650*992*35mm |
| Weight | 18.0kg |
| Front Cover | 3.2mm Tempered Glass |
| Frame | Anodized Aluminium Alloy |
| Junction Box | IP67, 3 Bypass Diodes |
| Cable Type | 4mm ² |
| Length of Cable | 1000mm |
| Connector | PV Connector |

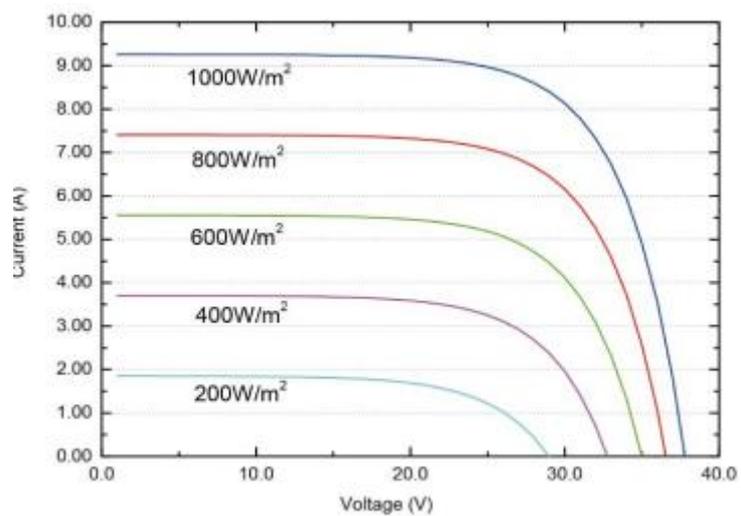
Tabla 11*Características eléctricas del panel solar*

| ELECTRICAL DATA @ STC | | ECO-300M-60 | ECO-305M-60 | ECO-310M-60 | ECO-315M-60 |
|-----------------------------|-----|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Peak Power(Pmax) | (W) | 300 | 305 | 310 | 315 |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | (V) | 32.60 | 32.90 | 33.10 | 33.35 |
| Maximum Power Current(Imp) | (A) | 9.19 | 9.28 | 9.37 | 9.45 |
| Open-circuit Voltage (Voc) | (V) | 39.80 | 40.00 | 40.40 | 40.80 |
| Short-circuit Current(Isc) | (A) | 9.77 | 9.85 | 9.91 | 9.98 |
| Module Efficiency | (%) | 18.30 | 18.60 | 18.90 | 19.20 |
| Operating Temperature | | -40°C~+85°C | | | |
| Maximum System Voltage | | □1000V □1500V | | | |
| Maximum Series Fuse Rating | | 15A | | | |
| Power Tolerance | | 0~+3% | | | |

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/ m² , Module Temperature 25°C, AM 1.5

Figura 17

Curva de corriente – voltaje bajo diferente irradiancia



Baterías de 24v 50A/H

Figura 18

Batería de litio

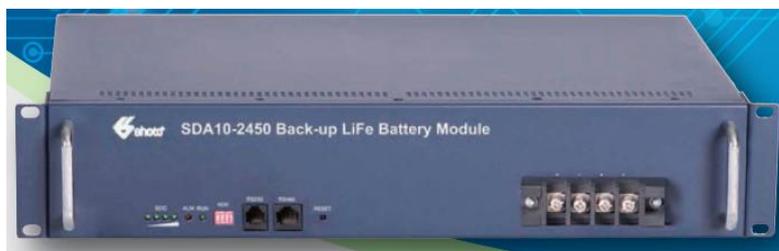


Tabla 12

Características técnicas de la batería de litio

| Basic parameter : | | | | |
|-------------------------|---------------------------|--|------------------------------------|--|
| Model | Rated voltage (v) | Rated capacity (Ah) | overall dimension (mm) | Weight (kg) |
| SDA10-2450 | 24 | 50 | 442 (wide) ×132(high) × 300 (deep) | About 15.5 |
| Charging parameter : | | | | |
| Model | Charging voltage (DCV) | | Charging current (A) | |
| | Float voltage (DCV) | Boost voltage (DCV) | | |
| SDA10-2450 | 28~29 (suggest 28.5) | 29.2~30.8 (suggest 30.4) | Max current 5 A | |
| Discharging parameter : | | | | |
| Model | Discharging voltage (DCV) | | Discharging current (A) | |
| SDA10-2450 | 20~30.8 | | ≤50 | |
| Using environment : | | | | |
| Number | Items | Qualification | Unit | Remarks |
| 1 | Charging temperature | -20~+65 | °C | Suggestion tem: -15 ~+50°C |
| 2 | Discharging temperature | -20~+65 | °C | Suggestion tem: -15 ~+50°C |
| 3 | Store temperature | -30~+70 | °C | ≤+30°C@≤6 months ≤+45°C@≤3 months >45°C@≤1 month |
| 4 | Relative humidity | 5~95 | % | No condensation, battery system normally working |
| 5 | Height | 4000 | m | if altitude above 2000m, the max working temperature decrease 1°C every 200m.can't higher than 4000m |
| 6 | Environment | Using in no electric conduction dust and corrode gas place | | |

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se muestra el sistema de supervisión y control SCADA, diseñado para la JUNTA DE USUARIOS DE RIEGO PRESURIZADO.

En la figura 19 se muestra el monitoreo y control de hidrantes del ramal 10.5 en los que se indica que usuarios están en línea o con fuga de agua, para los usuarios de VIRÚ, DUNAS, VANESSA, VICTORIA IV, TALSA VD1, TALSA VD2, VICTORIA V, BEGGIE M3, TALSA VD3, GMH, GONURSA, TALSA VD6, LAREDO PUR-PUR, BEGGIE M2, M. CHAVEZ, GASTELUMENDI.

Figura 19

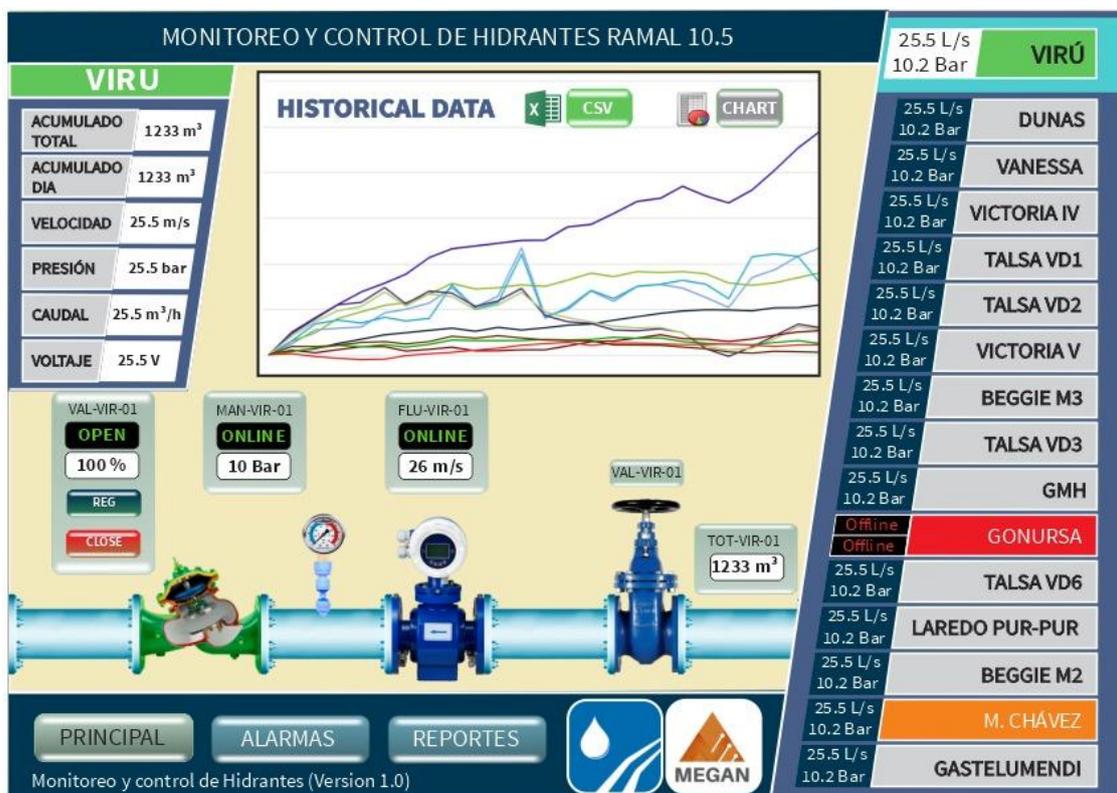
Monitoreo y control de hidrantes del ramal 10.5



En la figura 20 se muestra el monitoreo y control de hidrantes del ramal 10.5 en la que se observa el volumen total por día, el caudal, la presión, las alarmas y reportes para los usuarios de VIRÚ, DUNAS, VANESSA, VICTORIA IV, TALSA VD1, TALSA VD2, VICTORIA V, BEGGIE M3, TALSA VD3, GMH, GONURSA, TALSA VD6, LAREDO PUR-PUR, BEGGIE M2, M. CHAVEZ, GASTELUMENDI

Figura 20

Monitoreo y control del volumen total de hidrantes del ramal 10.5



De acuerdo a los requerimientos por los usuarios de la junta de riego se tiene 16 hidrómetros en la sublateral de 10.5 con los siguientes diámetros de tubería (ver tabla 13).

Tabla 13

Diámetro de tubería

| SUB LATERAL | DIÁMETRO DE TUBERÍA | | | | | TOTAL |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 150mm | 200mm | 250mm | 300mm | 500mm | |
| 10.5 | 3 | 7 | 2 | 3 | 1 | 16 |

En la tabla 14, se detalla la instrumentación requerida para el proceso de dosificación de agua en la junta de usuarios del distrito de moche, 2022.

Tabla 14

Instrumentación para el proceso de dosificación de agua

| | | | |
|----|--|-------|-------|
| 1 | MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICO 6" - BRIDADO -P/ESPACIO CONFINADO (MUT2300EL+MC608B) +TRANSMISOR DE PRESION -EUROMAG | 3.00 | UND |
| 2 | VALVULA REGULADORA DE CAUDAL 150 MM + PILOTO 16BAR – BERMAD | 3.00 | UND |
| 3 | MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICOS 8" - BRIDADO - P/ESPACIO CONFINADO (MUT2300EL + MO608B) + TRANSMISOR DE PRESION – EUROMAG | 7.00 | UND |
| 4 | VALVULA REGULADORA DE CAUDAL 200MM + PILOTO 16BAR – BERMAD | 7.00 | UND |
| 5 | MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICO 10" - BRIDADO -P/ESPACIO CONFINADO (MUT2300EL+MC608B) +TRANSMISOR DE PRESION – EUROMAG | 2.00 | UND |
| 6 | VALVULA REGULADORA DE CAUDAL 250MM + PILOTO 16BAR – BERMAD | 2.00 | UND |
| 7 | MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICO 12" - BRIDADO -P/ESPACIO CONFINADO (MUT2300EL+ MC608B) + TRANSMISOR DE PRESION – EUROMAG | 3.00 | UND |
| 8 | VALVULA REGULADORA DE CAUDAL 300MM + PILOTO 16BAR – BERMAD | 3.00 | UND |
| 9 | MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNÉTICO – T/ INSERCIÓN 500 MM MUT1222 + MC608B) + TRANSMISOR DE PRESION – EUROMAG | 1.00 | UND |
| 10 | VALVULA REGULADORA DE CAUDAL 500MM + PILOTO 16BAR – BERMAD | 1.00 | UND |
| 11 | SENSOR DE NIVEL + MODULO SOLAR | 16.00 | UND |
| 12 | MODULO GPRS/GSM + KIT SOLAR | 16.00 | UND |
| 13 | SERVICIO DE DESMONTAJE, MONTAJE, CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS MEDIDORES DE FLUJO + VALVULAS DE AIRE | 16.00 | UND |
| 14 | SOFTWARE SCADA PARA MONITOREO Y CONFIGURACIÓN | 0.50 | SERV. |

CONCLUSIONES

Al evaluar el sistema de dosificación de agua en la etapa de riego de la junta de usuarios del Distrito de Moche, se determinó que el sistema debe cumplir con la función de medición del volumen de agua consumido mensualmente por cada usuario en m³ y la medición de los caudales cada 10min, así como la turbidez del agua y transmitir estos datos hasta la oficina de la JURP.

Se determinó la instrumentación requerida para la automatización del proceso, en la cual se utilizaron 16 módulos GPRS, 16 sensores de nivel, 16 válvula reguladora de caudal, 16 medidor de flujo electromagnético, haciendo un total de 64 instrumentos. Esto se evidencia en la tabla 14.

El diseño del sistema automatizado para el control de caudal, presión y nivel de agua en la etapa de riego está compuesto por un sensor de flujo, una válvula reguladora de caudal, un módulo GPRS, un sensor de nivel, un sistema fotovoltaico y el sistema SCADA. Como se evidencia en la figura 10.

RECOMENDACIONES

Realizar el estudio para las sub laterales 10.6 y 10.7, con un sistema de transmisión de datos que no sea telefonía móvil.

Se recomienda realizar un estudio sobre la factibilidad de implementar lazos de control en el sistema de flujo de cada usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolton, W. (Diciembre de 2006). *Ingeniería de Control*. Mexico D.F: Alfaomega Grupo Editor. S.A. Obtenido de Alfaomega: https://www.academia.edu/9173061/ingenieria_de_control_2da_edicion_w_bolton_alfaomega
- Chotón Posadas, H. B., & Reque Rubio, G. M. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL ACUARIO "RALFISH" EN LA CIUDAD DE TRUJILLO*. Trujillo.
- Cortes, V., & Vargas, M. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin*. Bogotá.
- Izquierdo, C., & Pezántes, B. (2022). *Sistema de dosificación inteligente en las plantas de tratamiento de agua potable de la Empresa Intal CIA LTDA*. Cuenca.
- jriegopresurizado*. (3 de marzo de 2004). Obtenido de *jriegopresurizado*: <http://www.jriegopresurizado.org.pe/>
- Quispe, J., & Torres, C. (2018). *Diseño de un sistema automatizado de dosificación de cloro para mejorar la calidad del agua potable en el sistema de abastecimiento de la comunidad La Planta - Paján - La Libertad*. Trujillo.
- Reque, G. M., & Chotón Posadas, H. B. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL ACUARIO "RALFISH" EN LA CIUDAD DE TRUJILLO*. Trujillo.
- Yanque, M. H. (2016). *CONTROL Y MONITOREO DE LA CARGA DE MINERAL EN LOS MOLINOS DE BOLAS EN UN PROCESO DE MOLIENDA CONVENCIONAL- CASO PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE*. AREQUIPA.

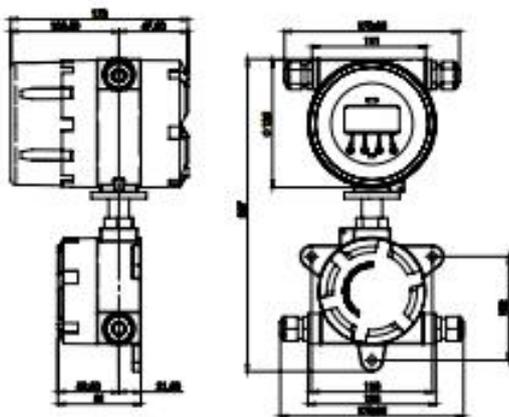
ANEXOS

1. Hoja técnica del convertidor MC608

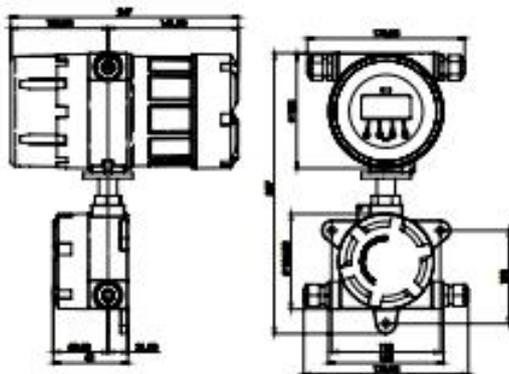
| Características | | MC608A | MC608P | MC608B | MC608R | MC608I |
|---------------------|---|---------------|---------------------------|--------------------|---------------|----------|
| Caja | | Aluminio IP68 | Techno polipropileno IP54 | Aluminio IP68 | Aluminio IP68 | SS IP54 |
| Suministro de poder | 90...264 Vac | ✓ | ✓ ext. supp. | | | ✓ |
| | 12/24 Vac/dc | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Suministro de baterías | | | ✓ | | ✓ |
| | Baterías recargables + panel solar | | | | ✓ | ✓ |
| Instalación | Compacto | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| | Separado | max 100m | max 100m | max 30m | max 30m | max 100m |
| Señales I/O | Salida Analógica 4-20mA | ✓ | ✓ | ✓ Lazo cerrado. | ** | ✓ |
| | Salida de pulsos | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Protocolo Hart* | ✓ | ✓ | | | |
| | Salida digital Programable | ✓ | ✓ | | ** | ✓ |
| | Salida digital Frecuencia 0-10 kHz | ✓ | ✓ | | ** | ✓ |
| Comunicación Serial | IrCOM interface | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | RS 485 - MODBUS RTU | ✓ | ✓ | | ** | ✓ |
| Pantalla | Gráfica pantalla LCD 128x64 píxeles, 50x25mm Area visual, backlit color blanco | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Programación | 4 botones en el panel del convertidor, Ir- COM interface o via RS485 and MODBUS RTU | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Proceso Data logger | 4 MB flash memory, 200,000 lines de datos | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Estándares | Aprobado por OIML R49-1: 2013 - Clase 2 | ✓ | | | | |

| | MC608A | MC608P | MC608B | MC608R | MC608I |
|--|--|--------|--------|--------|--------|
| Temperatura | Ambiente: -20 ... +60 C° (-4 ... +140 F) Media -25 ... 80 C° (-13 ... +176 F) Almacén -40 ... +70 C° (-22 ... +158 F) | | | | |
| Unidad de caudal | ml, cl, dl, l, dal, hl, m3 , in3, ft3, gal, USgal, bbl, oz + valores personalizados | | | | |
| Adición de módulos | GSM/GPRS Euromag Modulo Presión (1) y temperatura (2) | | | | |
| Totalizadores | 5 (2 positivo, 2 negativo, 1 NET) | | | | |
| Alarmas y Estados | Ícono de estado mostrado y alarma registrada en el registrador de datos | | | | |
| Auto diagnostico | Alarmas disponible: * fallo excitación * tubería vacía on the 4to electrodo * alta temperatura * pulso superpuesto * error de medida | | | | |
| Verificación externa | Verificador de campo disponible para verificación de calibración y estado electrónico. | | | | |
| Software de comunicación Y programación | Puesta en marcha – impresión de datos para documentación – exportación de datos (Excel csv) – actualización de firmware – velocidad de flujo De lectura instantánea – leer y escribir todos los parámetros no volátiles - Descargar registro de datos interno – ver registrador de eventos del Instrumento. | | | | |

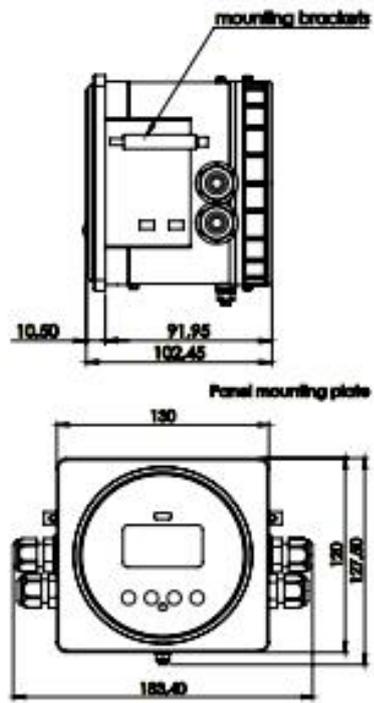
MC608A



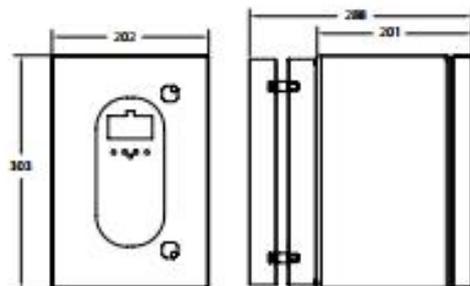
MC608B/R



MC608P



MC608I



2. Hoja técnica del sensor de flujo

FLOW CONTROL & PRESSURE SUSTAINING VALVE

With SOLENOID CONTROL

Model IR-773-55-2W-t

The Bermad model IR-773-55-2W-t is a hydraulically operated, diaphragm actuated control valve that limits demand and sustains minimum preset upstream (back) pressure and opens fully when line pressure is in excess of setting. It either opens or shuts in response to an electric signal.

The BERMAD IR-700-ES/EN Series Valves are hydraulically operated globe valves in standard oblique "Y" pattern with full bore (IR-700-EN only) hydrodynamic body providing an unobstructed flow path, with raised seat assembly and double chamber unitized actuator that can be disassembled from the body as a separate unit.



[1] IR-773-55-2W-t Flow Control & Pressure Sustaining Valve
 [2] Strainer Model 70F
 [3] Combination Air Valve Model C70

[4] Electro Magnetic Water Meter
 [5] Relief Valve Model 43Q
 [6] Combination Air Valve Model C30

Typical Applications

- Downhill Supply Lines Emptying Prevention
- Systems with Various Pressure Regimes
- Line Fill-Up Control Solutions

- Multiple Independent Consumer Systems
- Pump Overload and Cavitation Protection
- System Maintenance Savings

Features and Benefits

- Designed to - stand up to the toughest conditions
- Excellent anti-cavitation properties
- Wide flow range
- High stability and accuracy
- Drip tight sealing
 - Double chamber design
- Moderated valve reaction
- Protected diaphragm
- Optional operation in very low pressure

- Moderated closing curve
 - Flexible design - Easy addition of features
 - Obstacle free flow pass
 - V-Port Throttling Plug (Optional) - Very stable at low flow
 - Compatible with various standards
 - High quality materials
 - In-line serviceable - Easy maintenance
- In-line serviceable - Easy maintenance
- Obstacle free, full bore - Uncompromising reliability
- Balanced seal disk - High flow capacity

Operation:

Model IR-773-1 is hydraulically operated valve equipped with two adjustable, 2-Way pilots:

Flow Control Pilot (PCP) and Pressure Sustaining pilot (PSP), operating independently in series.

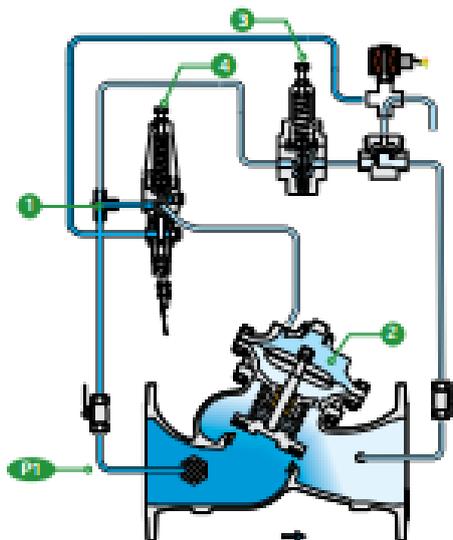
The FCP ① is hydraulically connected to Valve Control Chamber through the Pressure Sustaining Pilot.

The restriction ② continuously allows flow from valve upstream into the upper control chamber ③ through the FCP.

The FCP command the main valve to throttle closed should demand rise above the setting. When demand drops below setting the FCP allows the PSP ④ to control the valve.

The PSP command the Valve to throttle closed should Upstream Pressure ⑤ drops below setting and to modulate to open when Upstream Pressure ⑥ rises above setting.

It either opens or shuts in response to an electric signal.



Engineering specifications

Main Valve shall be a center guided, diaphragm actuated oblique ("Y") Globe pattern design. The body shall have a replaceable, raised, stainless steel seat ring.

The valve shall have an unobstructed flow path, with no stem guides, bearings, or supporting ribs. The body and cover shall be ductile iron. All external bolts, nuts, and studs shall be Duplex® coated. All valve components shall be accessible and serviceable without removing the valve from the pipeline.

Actuator assembly shall be double chambered with an inherent separating partition between the lower surface of the diaphragm and the main valve. The entire actuator assembly (seal disk to top cover) shall be removable from the valve as an integral unit. The stainless steel valve shaft shall be center guided by a bearing in the separating partition. The replaceable radial seal disk shall include a resilient seal and shall be capable of accepting a V-Port Throttling Plug by bolting.

Control System shall consist of a 3-Way adjustable, direct acting, pressure reducing pilot, 4/W cock valve, and an in line filter. All fittings shall be forged brass or stainless steel. The assembled valve shall be hydraulically tested and factory adjusted to customer requirements.

Flanged

700-SIGMA-ES Series

| Y Pattern | | DN | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 |
|-----------|------------------|-------------|--------|-------|-----|------|-----|------|-----|-----|-------|-------|-------|
| | | Inch | 2 1/2" | 3" | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" | 16" | 20" | 24" |
| | ISO PN10; TS; SS | L* (mm) | 290 | 310 | 350 | 400 | 480 | 600 | 730 | 850 | 1,100 | 1,250 | 1,450 |
| | | W (mm) | 190 | 210 | 255 | 270 | 320 | 380 | 450 | 540 | 660 | 875 | 920 |
| | | h (mm) | 98 | 108 | 130 | 140 | 163 | 193 | 227 | 265 | 304 | 398 | 490 |
| | | H (mm) | 242 | 252 | 318 | 375 | 471 | 595 | 690 | 721 | 843 | 1,220 | 1,240 |
| | | CCDV (kg) | 0,025 | 0,025 | 0,3 | 0,45 | 0,5 | 2,75 | 4,5 | 8,5 | 12,4 | 29,8 | 29,8 |
| | | Weight (kg) | 18 | 22 | 38 | 62 | 78 | 125 | 198 | 308 | 525 | 1,085 | 1,290 |

* Maximum Dimensions (Length according to EN 558-1; ISO 5752)

700-SIGMA-EN Series

| Y Pattern | | DN | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 |
|-----------|------------------|-------------|--------|-------|--------|-----|------|------|-----|-----|------|-------|
| | | Inch | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 4" | 6" | 8" | 10" | 12" | 16" |
| | ISO PN10; TS; SS | L* (mm) | 230 | 230 | 290 | 310 | 350 | 480 | 600 | 730 | 850 | 1,100 |
| | | W (mm) | 155 | 155 | 180 | 210 | 255 | 320 | 400 | 480 | 570 | 875 |
| | | h (mm) | 81 | 85 | 92 | 108 | 130 | 163 | 193 | 227 | 272 | 334 |
| | | H (mm) | 234 | 245 | 290 | 252 | 318 | 514 | 678 | 725 | 881 | 1,171 |
| | | CCDV (kg) | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,3 | 0,45 | 2,75 | 4,5 | 8,5 | 12,4 | 29,8 |
| | | Weight (kg) | 12 | 14 | 20 | 28 | 47 | 95 | 158 | 258 | 403 | 974 |

* Maximum Dimensions (Length according to EN 558-1; ISO 5752)

700 Series - M5, M6 & M5L

| G Pattern | | Type | DN | 500 | 600 | 700 | 750 | 800 | 900 | 1000 | 1050 | 1200 | |
|-----------|-----|------------------|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------------------|-------|-------|-------|---|
| | | | Inch | 20" | 24" | 28" | 30" | 32" | 36" | 40" | 42" | 48" | |
| | M5 | ISO PN10; TS; SS | L (mm)** | 1,250 | 1,450 | 1,450 | 1,750 | 1,850 | 1,850 [#] | - | - | - | - |
| | | | W (mm) | 985 | 985 | 985 | 1,020 | 1,025 | 1,025 [#] | - | - | - | - |
| | | | h (mm) | 385 | 435 | 493 | 530 | 530 | - | - | - | - | - |
| | | | H (mm) | 1,235 | 1,350 | 1,410 | 1,380 | 1,448 | - | - | - | - | - |
| | | | CCDV (kg) | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | - | - | - | - | - |
| | | | Weight (kg) | 1,318 | 1,590 | 1,745 | 1,711 | 1,920 | - | - | - | - | - |
| | M6 | ISO PN10; TS; SS | L (mm)** | - | 1,450 | 1,650 | 1,8750 | 1,850 | 1,850 | - | - | - | |
| | | | W (mm) | - | 1,250 | 1,250 | 1,250 | 1,250 | 1,250 | - | - | - | |
| | | | h (mm) | - | 470 | 490 | 520 | 552 | 600 | - | - | - | |
| | | | H (mm) | - | 1,965 | 1,985 | 2,015 | 1,760 | 1,810 | - | - | - | |
| | | | CCDV (kg) | - | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | - | - | - | |
| | | | Weight (kg) | - | 3,250 | 3,700 | 3,900 | 4,100 | 4,250 | - | - | - | |
| | M5L | ISO PN10; TS; SS | L (mm)** | - | - | - | 1,750 | 1,850 | 2,050 | 2,250 | 2,251 | 2,252 | |
| | | | W (mm) | - | - | - | 1,425 | 1,425 | 1,425 | 1,425 | 1,345 | 1,530 | |
| | | | h (mm) | - | - | - | 507 | 545 | 600 | 660 | 693 | 785 | |
| | | | H (mm) | - | - | - | 1,740 | 1,780 | 1,835 | 1,900 | 1,913 | 2,001 | |
| | | | CCDV (kg) | - | - | - | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | |
| | | | Weight (kg) | - | - | - | 3,300 | 3,200 | 3,350 | 3,710 | 4,215 | 4,052 | |

* Maximum Dimensions (Length according to EN 558-1; ISO 5752)

** Length may vary according to flange standard.

PN25

Technical Data

Pressure Rating
PN 10, 16 & 25 (According to Connection Rating)
Flanged:
SO 7005-2 (ISO 10, 16 & 25)
ASME B16.5 CLASS 150 & 300
JIS B2210 10K, 16K
BS10 BSTD & BSTH
ABNT NBR 7675 PN10, 16 & 25
AS 4087 PN16 & 25

Materials:
Body & actuator:
Ductile Iron
Bolts, nuts & studs:
Stainless Steel
Internals: Stainless Steel, Tin Bronze & Coated Steel
Diaphragm: Fabric-reinforced synthetic rubber
Seals: Synthetic rubber
Coating: Green fusion bonded Polyester

Control Accessories:
Tubing and Fittings:
Brass & Reinforced Plastic
Accessories:
Brass, bronze
Pilot: standard materials:
Body: Brass
Cover: Brass; (Plastic cover optional in Sharp pilot.)
Elastomers:
Synthetic rubber
Internals and Spring:
Stainless Steel

Paddle Pilot Adjustment Range:

| Spring | Recommended Flow Velocity | |
|----------|---------------------------|----------|
| | m/sec. | ft/sec. |
| G-Purple | 1-5 | 3.3-16.4 |

Standard Spring Setting Range:

| Spring | Spring color | Setting Pressure (bar) | Pilot Type |
|--------|--------------|------------------------|------------|
| V | White & Blue | 1-10/12 | Mini Pilot |
| P | White | 1-6 | Mini Pilot |

Angle pattern & threaded ends are available in 700 series:
DN40 - DN450; 1 1/2" - 18" - Angle
DN40-DN80; 1 1/2"-3" - Threaded BSP or NPT

Flow Properties

| 700-SIGMA-ES | | DN | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 |
|---------------------|--|------|--------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| | | Inch | 2 1/2" | 3" | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" | 16" | 20" | 24" |
| Y-Pattern Flat Disc | | Kv | 60 | 65 | 148 | 215 | 295 | 470 | 605 | 1,570 | 2,750 | 3,300 | 3,300 |
| Y-Pattern V-Port | | Kv | 51 | 55 | 123 | 183 | 236 | 370 | 469 | 1,282 | 2,027 | 2,470 | 2,470 |

| 700-SIGMA-EN | | DN | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 |
|---------------------|--|------|--------|----|--------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| | | Inch | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 4" | 6" | 8" | 10" | 12" | 16" |
| Y-Pattern Flat Disc | | Kv | 57 | 62 | 98 | 130 | 200 | 340 | 405 | 1,480 | 2,140 | 3,330 |
| Y-Pattern V-Port | | Kv | 46 | 48 | 73 | 102 | 140 | 233 | 267 | 1,370 | 1,940 | 2,970 |

700-M5; 700-M6; 700-MSL

| | | | M5 | M6 | MSL |
|---------------------|--|----|-------|-------|--------|
| G-Pattern Flat Disc | | Kv | 5,000 | 3,750 | 11,500 |

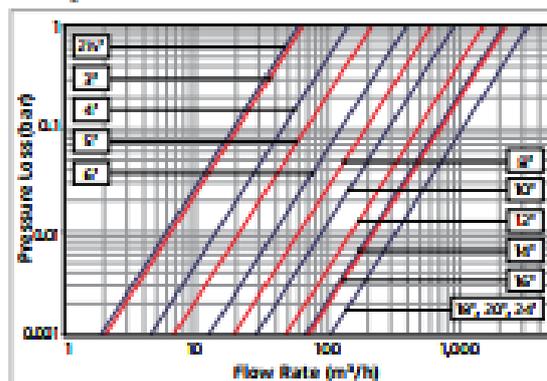
Valve Flow Coefficient

$$\Delta P = \left(\frac{Q}{Kv} \right)^2$$

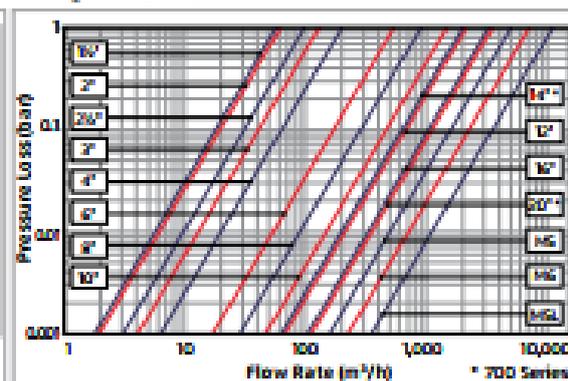
$Kv = m^3/h @ \Delta P \text{ of } 1 \text{ bar}$
 $Q = m^3/h$
 $\Delta P = \text{bar}$

Flow Chart

700-Sigma-ES



700-Sigma-EN; 700; -M5; -M6; -MSL



3. Hoja técnica del sensor MUT2300 – Caudalímetro electromagnético

Cuerpo y Bridas

Las bridas y la superficie exterior del sensor están recubiertas con un barniz acrílico. Este tratamiento les proporciona una excelente resistencia tanto al agua como a los agentes externos, incluso en condiciones de inmersión permanente o enterramiento. El MUT2300 puede suministrarse en acero inoxidable, bridas incluidas, o con un recubrimiento especial, ideal para aplicaciones en entornos de clase C4 (EN ISO 12944-2).

Recubrimiento Interno

El recubrimiento interno estándar es goma dura (Ebonita), conforme con los estándares WRAS, FDA y DM174. La temperatura máxima del líquido es de 80 °C. Gracias a su elevada resistencia al rayado, la Ebonita se considera el mejor material para fluidos con sólidos en suspensión en aplicaciones de tratamiento de agua, agua residual, agua potable y de riego.

Electrodos

Como estándar, se suministran electrodos en Hastelloy C, lo que garantiza una amplia compatibilidad con múltiples líquidos. Bajo demanda, pueden suministrarse también electrodos en Hastelloy B, Titanio, Tantaló y Platino. El sensor incorpora además un cuarto electrodo para la detección de tubo parcialmente lleno, activable o desactivable por software.

Acoples y conexión con el sensor

Los sensores MUT 2300 pueden acoplarse con cualquier convertidor Euromag. En la versión separada, el sensor se conecta al convertidor a través de un cable cuya longitud máxima dependerá de la conductividad del líquido. La distancia máxima es de 100 metros para la versión con alimentación de red y 30 metros para la versión alimentada con baterías.

Mínima pérdida de carga

Los caudalímetros electromagnéticos no tienen partes internas móviles, gracias a lo cual presentan una mínima pérdida de carga. La OIMLR-49 permite una pérdida de carga máxima de 630 mbar a una velocidad aproximada de 8 m/s. El medidor MUT2300, gracias a su diseño único, estudiado para acelerar el flujo y amplificar la señal en los electrodos, garantiza una pérdida de carga de menos de 250 mbar a esa velocidad. La pérdida de carga es siempre menos de 10 mbar a velocidades menores de 1m/s.



MUT2300 - MCx08A



MUT2300 - MC40s VERTICAL



MUT2300 - MC40s VERTICAL



MUT2300 - MCx08A

Instalación sin necesidad de tramos rectos estabilizadores

La sección en forma de cono en la parte interna del sensor proporciona un perfil de flujo optimizado y acelerado que permite instalar el sensor en cualquier condición, sin necesitar tramos o segmentos de tubería rectos aguas arriba o aguas abajo del equipo. Esta característica U0-D0 permite una flexibilidad extrema en la posición de instalación del medidor.

Normativa de Referencia

Los medidores electromagnéticos Euromag tienen marcado CE y se fabrican conforme a las normas siguientes:

- 2014/35/EU - EN 61010-1:2013 (LVD)
- 2014/30/EU - EN 61326-1:2013 (EMC)
- OIML R49-1:2013
- Directiva Europea 2014/32/EU (MID)
- 2014/34/UE - IEC 60079 - 0, IEC 60079 - 18 (ATEX - IECEx) Versión Separada.
- EN ISO 15609-1 y EN ISO 15614-1
- EN ISO 12944-2, recubrimiento para entornos Clase C4 (bajo demanda)
- Ebonita conforme a los estándares WRAS, FDA e DM174

Aplicaciones

- Medida de Agua potable o reutilizada
- Sistemas de distribución de agua municipales
- Sistemas de aguas residuales industriales
- Aplicaciones nocturnas con muy bajo caudal
- Fluidos industriales, lodos u hormigones
- Instalaciones en mínimo espacio sin necesidad de tramos rectos
- Detección de Fugas
- Riego, medición legal

Vantaggi

Sin partes móviles ■ Sin partes dentro del tubo de flujo ■ Paso total sin obstrucciones ■ Muy baja pérdida de carga (por debajo de 1 m/s es irrelevante) ■ Gran duración y estabilidad en la precisión, sin necesidad de filtros, mantenimiento cero ■ Sin limpiezas periódicas Medición precisa a altos caudales (sistemas contra incendios) y bajos caudales (consumos nocturnos) ■ Estructura robusta. Soldadura mediante robot especial. ■ Piezas internas protegidas resina bicomponente para aumentar la protección contra agentes externos. Ideal para instalaciones en pozos, incluso para inmersión permanente en agua o instalaciones enterradas ■ Medida bidireccional

Caratteristiche generali dei sensori MUT2300

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|----|-----|----|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Material Tubo de Flujo | AISI 304, AISI 316 (opcional) | | | | | | | | | |
| Material Bridas | Acero al Carbono (S235JR - 1.0037), AISI 304 opcional, AISI 316 opcional | | | | | | | | | |
| Electrodos | Hastelloy C (estándar), Hastelloy B, Titanio, Tantaló, Platino, Ebonite | | | | | | | | | |
| Recubrimiento Interno | Ebonite | | | | | | | | | |
| Temperatura de líquido | -40°C / + 80°C | | | | | | | | | |
| Diámetros disponibles | mm | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| | pulgada | 2" | 2½" | 3" | 4" | 5" | 6" | 8" | 10" | 12" |
| Bridas Estándar | EN1092-1 PN 16, ANSI 150 | | | | | | | | | |
| Bridas disponibles bajo demanda | AS 2129 (Tabla D, E, F), AS 4087 (PN 16, 21), KS10K. Otras bajo demanda. | | | | | | | | | |
| Presión de Operación Estándar | 21 bar | | | | | | | | | |
| Clase de Pérdida de Carga | DN≤80 ΔP25 (< 0,25 bar) | | | | | DN≥100 ΔP40 (< 0,40 bar) | | | | |
| Condiciones de Instalación | U0-D0 | | | | | | | | | |
| Grado de Protección | IP68 inmersión permanente a 1,5 m (EN 60529) MC608A/B/R/ | | | | | | | | | |
| Convertidores compatibles | MC608A/B/R/P, MC406 | | | | | | | | | |
| Conexiones eléctricas | Prensaestopas M20 x 1.5 + caja de conexión + resina sellante | | | | | | | | | |

Calibración y Error Máximo

Los sensores MUT2300 pertenecen al grupo de referencia B1 (ISO 11631). Cada sensor se calibra individualmente en un banco de pruebas hidráulico equipado con un sistema de pesada de referencia certificado por ACCREDIA. La incertidumbre de la calibración es igual a $0,2\% \pm 2\text{mm/s}$. La repetibilidad de la medida es aproximadamente del 0,1%. Medición bidireccional. Además, los sensores están certificados conforme a normas MID01 (cuando se montan con conversores MC406) para transferencia de custodia.

El máximo error permisible está dentro de los límites que se indican en el gráfico siguiente:

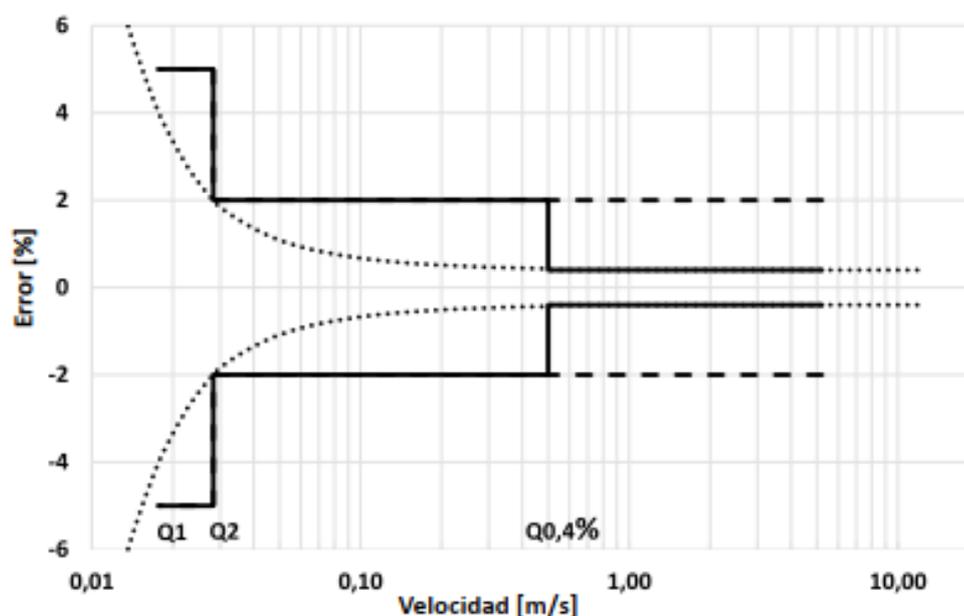
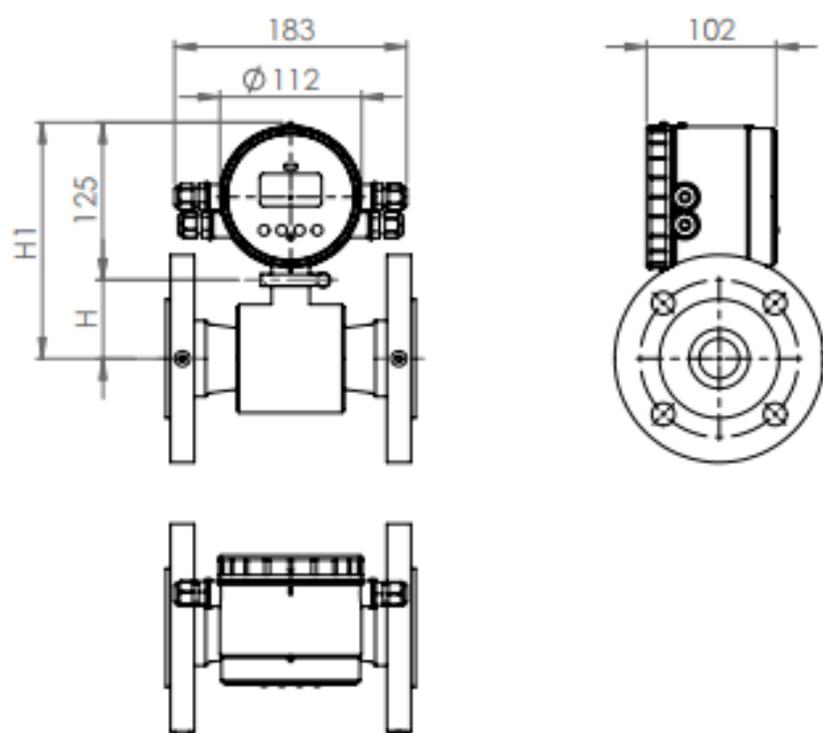


Tabla de Caudales

| Diámetro del Sensor | Caudal [m ³ /h] | | | | | Ratio Q3/Q1 |
|---------------------|----------------------------|-----------|--------|----------|-----------|-------------|
| | Min Q1 | Trans. Q2 | Q0,4% | Perm. Q3 | Overl. Q4 | |
| DN50 - 2" | 0,125 | 0,20 | 3,50 | 25,00 | 31,25 | 200 |
| DN65 - 2" 1/2 | 0,20 | 0,32 | 6,00 | 40,00 | 50,00 | 200 |
| DN80 - 3" | 0,315 | 0,50 | 9,00 | 63,00 | 78,75 | 200 |
| DN100 - 4" | 0,50 | 0,80 | 14,00 | 100,00 | 125,00 | 200 |
| DN125 - 5" | 0,80 | 1,28 | 22,00 | 160,00 | 200,00 | 200 |
| DN150 - 6" | 1,25 | 2,00 | 32,00 | 250,00 | 312,50 | 200 |
| DN200 - 8" | 3,15 | 5,04 | 57,00 | 630,00 | 787,50 | 200 |
| DN250 - 10" | 5,00 | 8,00 | 90,00 | 1000,00 | 1250,00 | 200 |
| DN300 - 12" | 8,00 | 12,50 | 128,00 | 1000,00 | 1250,00 | 125 |

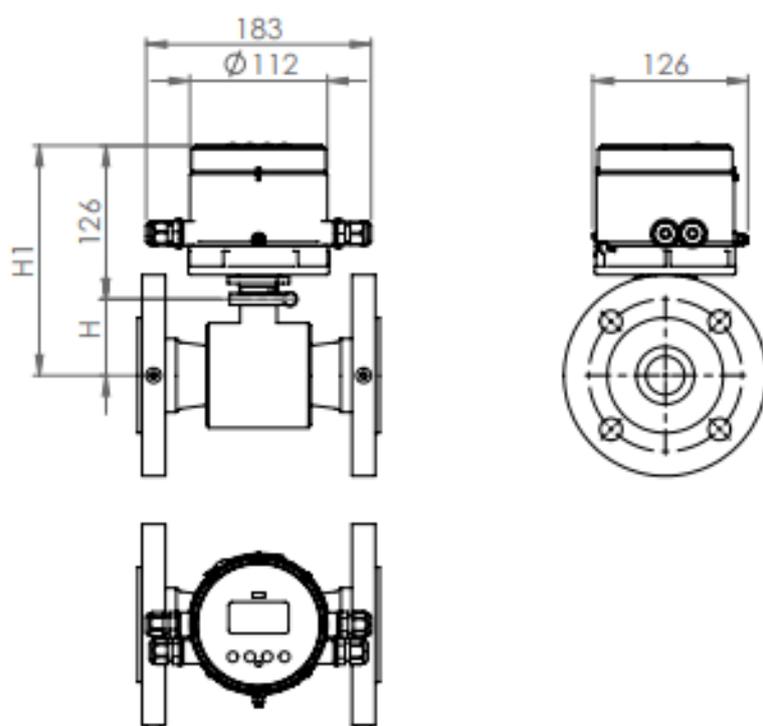
MUT2300 - MC406 HORIZONTAL



MC406 HORIZONTAL

| DN | H | H1 |
|---------------|-----|-----|
| 50 - (2") | 62 | 187 |
| 65 - (2" 1/2) | 62 | 187 |
| 80 - (3") | 71 | 196 |
| 100 - (4") | 79 | 204 |
| 125 - (5") | 106 | 231 |
| 150 - (6") | 101 | 226 |
| 200 - (8") | 147 | 272 |
| 250 - (10") | 176 | 301 |
| 300 - (12") | 207 | 332 |

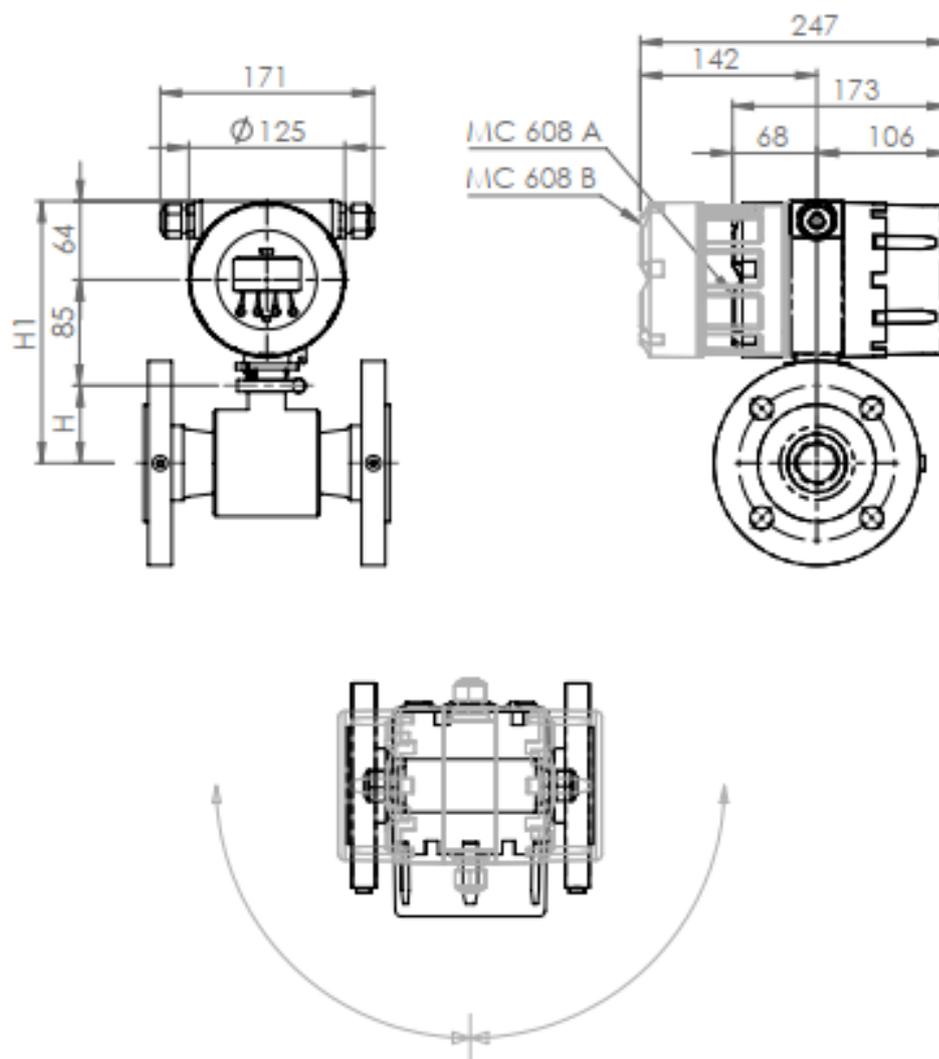
MUT2300 - MC406 VERTICAL



MC406 VERTICAL

| DN | H | H1 |
|---------------|-----|-----|
| 50 - (2") | 62 | 188 |
| 65 - (2" 1/2) | 62 | 188 |
| 80 - (3") | 71 | 197 |
| 100 - (4") | 79 | 205 |
| 125 - (5") | 106 | 232 |
| 150 - (6") | 101 | 227 |
| 200 - (8") | 147 | 273 |
| 250 - (10") | 176 | 302 |
| 300 - (12") | 207 | 333 |

MUT2300 - MC608 A/B/R



MC608 A/B/R

| DN | H | H1 |
|---------------|-----|-----|
| 50 - (2") | 62 | 211 |
| 65 - (2" 1/2) | 62 | 211 |
| 80 - (3") | 71 | 220 |
| 100 - (4") | 79 | 228 |
| 125 - (5") | 106 | 255 |
| 150 - (6") | 101 | 250 |
| 200 - (8") | 147 | 296 |
| 250 - (10") | 176 | 325 |
| 300 - (12") | 207 | 356 |