

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**

Parcial N°1

PARCIAL INTEGRADOR

**Asignatura:** SISTEMAS PARA CONTROL

**Ingeniería Electrónica**

***Autor:***

*Avila, Juan Agustin – Registro 26076*

**2º Semestre**

**Año 2020**

# Parte 1

A.1) Diseñar un sensor con comunicación digital de la variable x propuesta para su conexión con un microcontrolador externo o PC. Realice un diagrama en bloques del sensor explicando la función de cada una de sus partes.

A.2) Selección del transductor/es, chips de acondicionamiento/s de señal, microcontrolador, alimentación, protocolo de comunicación, trama de datos, etc. Adicione la hoja de datos de cada parte utilizada justificando su elección.

A.3) Realice un diagrama de flujo del software del sensor

A.4) Realice un análisis del costo aproximado de materiales y componentes, insumos y posibles servicios de terceros y de la cantidad aproximada de horas hombre necesarias para el desarrollo de un prototipo del sensor

A.5) Documentación del trabajo

# Parte 2

B) Se requiere monitorear 2 estaciones de dosificación de cloro del gran San Juan con un sistema SCADA desde la central de OSSE. La distancia entre las estaciones es de 1 km y la estación central de monitoreo se encuentra a 20 km. Cada estación dispone de alimentación de corriente alterna de línea y la posibilidad de montar una conexión de Internet. Se requiere medir en cada estación de dosificación: el caudal (máximo aproximado 600 m3/hora) y presión rango (0-8 bar) sobre un caño de 8 pulgadas a la salida de una bomba, y el nivel de cloro del sistema de dosificación, el cual incluye un tanque de 100 kg como máximo (incluyendo líquido).

B.1) Elija cada sensor, componente, protocolo y hardware electrónico suponiendo que el sistema SCADA de la estación central soporta todos los protocolos estándar. Justifique las elecciones realizadas

B.2) Realice un diagrama de flujo de todo el sistema.

B.3) Realice un diagrama de flujo del software que correrá en cada nodo.

B.4) Realice una planificación de actividades a desarrollar y tiempos estimados de cada etapa/actividad necesarios para completar el trabajo requerido.

## Eleccion de sensores

A continuación se desarrollará y justificara la eleccion de sensores para cada tipo de variable a registrar:

### Sensor de caudal

Para realizar la busqueda, se analizaron los datos provistos, y luego de una extensa busqueda, se logro pasar los datos a sus versiones normalizadas:

* Diametro Nominal: DN200
* Presion Nominal: PN10
* Caudal máximo: 600m^3/h
* Velocidad máxima (relación entre caudal y diametro) : 5,13m/s

Analizando distintos distribuidores y fabricantes, se observa que existen diversos tipos de caudalimetros, siendo los mas comunes para la medicion de liquidos los siguientes:

* Caudalimetros por turbina
* Caudalimetros electromagnéticos
* Caudalimetros por ultrasonido
* Caudalimetros por presion diferencial
* Caudalimetros por vortice

Por una cuestion de mantenimiento, se descartan los caudalimetros de turbina ya que, si bien son bastante precisos, al tener partes moviles y con rozamientos se deben mantener con mayor regularidad. Tambien se descartan los medidores por presion diferencial, ya que el rango de medidas no es muy bueno debido a las no linealidades propias de la señal de diferencia de tension. Respecto a los sensores de vortice, se elige no utilizarlos ya que a fondo de escala pueden tener una perdida de presion del sistema bastante elevada.

Con esto se analizan las dos alternativas restantes, que son los caudalimetros por ultrasonido y los electromagneticos. Ambos realizan mediciones sin alterar el flujo del liquido, los primeros utilizando el principio del efecto doppler, y los segundos utilizando las leyes de faraday.

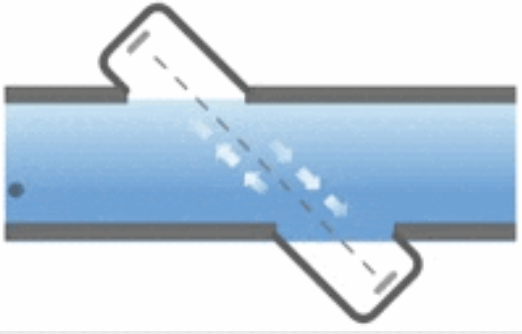


Ilustración 1 – Esquema básico de caudalimetro por ultrasonido

Los sensores ultrasonicos poseen dos emisores y receptores de ultrasonido ubicados aproximadamente a 45° del eje del caño a medir, y opuestos uno del otro. Cuando el fluido a medir no se esta moviendo, al emitir un ultrasonido por ambos emisores, las dos señales llegan al mismo tiempo a su respectivo receptor. En el caso de que el fluido se esté desplazando a una velocidad dada, la señal que viaja en el mismo sentido que el fluido tendra una frecuencia mayor que la señal que va en contra del sentido de circulacion por el efecto doppler. Por lo tanto, midiendo esta diferencia de frecuencias es posible determinar la velocidad del fluido.

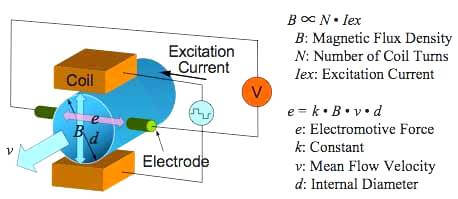


Ilustración 2 – Principio de funcionamiento de un caudalimetro electromagnetico

Los caudalímetros magnéticos utilizan la ley de inducción electromagnética de Faraday para determinar el flujo de líquido en una tubería. En un caudalímetro magnético, se genera un campo magnético y se canaliza por el líquido que fluye a través de la tubería. Siguiendo la ley de Faraday, el flujo de un líquido conductor a través del campo magnético hará que una señal de voltaje sea detectada por electrodos ubicados en las paredes del tubo de flujo. A medida que la velocidad del fluido aumenta se genera más voltaje, ya que la ley de Faraday establece que el voltaje generado es proporcional al movimiento del líquido que fluye. El transmisor electrónico procesa la señal de voltaje para determinar el flujo de líquido. Para evitar errores introducidos por campos magneticos externos, el campo magnetico del sensor se va alternando para eliminar cancelar esa posible interferencia.

Analizando el mercado, se encuentran varias opciones disponibles que cumplen con las especificaciones requeridas:

#### Siemens Sitrans FM MAG 3100



Ilustración 3 – Siemens Sitrans MAG 3100 con transmisor MAG 5000

|  |  |
| --- | --- |
| Rango de medida | De 0 a 10 m/s |
| Diámetros nominales | DN 200 |
| Precisión de medida | 0,2% ± 1 mm/s |
| Presión de servicio | máx. 100 bar (máx. 1450 psi) |
| Temperatura ambiente | De -40 a 100 °C (de -40 a 212 °F) |
| Temperatura del medio | De -40 a 180 °C (de -40 a 356 °F) |
| Revestimientos | Neopreno EPDM PTFE PFA Ebonita Linatex |
| Electrodos | AISI 316 Ti (1.4571) Hastelloy C Platino/iridio Titanio Tántalo |
| Material | Acero al carbono (o AISI 304) con  revestimiento epoxi anticorrosión o bridas y caja pulidas de acero inoxidable AISI 316 L |

Costo aproximado: 2800USD

#### ABB FSM4000

Diametro DN200



#### KROHNE OptiFlux 2050

#### KROHNE WaterFlux 3050

Diametro: DN200

Caudal minimo: 1,575m3/h

Caudal maximo: 800m3/h

#### KROHNE OPTISONIC 3400

## Sensor de presion

Para medir la presion, luego de un analisis de las distintas opciones, se opto por el siguiente sensor:

Marca: ADZ NAGATO

Modelo: SML10

Rango de medicion: 0-10 bar

Conexion: Rosca G ¼” E Standard

Material en contacto: Acero Inoxidable, CrNiCuNb 17-4 ph, sin O-ring

Diafragma de Acero inoxidable

Salida 4-20mA

Tension de alimentacion Vs: 12-32V

Tiempo de respuesta: <1ms

Resistencia de carga recomendada: (Vs-12V)/20mA

Error de linealidad: ± 0,5 max

Error total entre -20°C y 85°C: 1%, tipico 0,7%

Proteccion IP: IP65

Conector electrico: MVS DIN EN 175 301 803



Imagen 1 – Sensor ADZ SML10

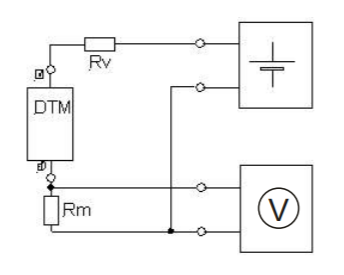


Ilustración 4 – Esquema del transductor

## Sensado de tanque de cloro

Para el sensado del tanque de cloro, se tiene la particularidad que es un material corrosivo, por lo tanto un medidor de nivel estandar no seria util ya que no resistiria el contacto con vapores que pueda emanar el material.

En primer instancia, se encontro un medidor de nivel por radar, cubierto por un material que no reaccion ante el cloro, pero debido a su elevado costo (aproximadamente 5000 euros) se dejo de lado, ademas del hecho de que los vapores tienden a ascender y podrian entrar en contacto con la parte del sensor que queda por fuera del tanque.

Por lo tanto, se opto por pesar el tanque y con eso calcular la cantidad de cloro que contiene. Ante la duda de si el peso total del tanque cargado era de 100kg o si el tanque podia cargar 100kg de cloro ademas de su peso, se decidio trabajar con el caso mas desfavorable, y suponiendo que el tanque en si mismo mas la plataforma pesan aproximadamente 30kg, se dimensiono el sistema para que pueda pesar hasta 150kg.

Teniendo en cuenta que el tanque contendra un material toxico, y que el sistema estará ubicado en una zona sismica, en vez de una sola celda de carga de 200kg unida a la plataforma se opto por utilizar tres celdas de carga de 50kg cada una, para que la plataforma y el tanque tengan una base estable.

Sin saber las dimensiones exactas del tanque, se calcula el volumen que ocupa el cloro, y teniendo en cuenta que tiene una densidad de 3,214kg/l, el volumen del cloro será de aproximadamente 31 litros. Con esto, se estiman un tanque cilindrico de aproximadamente 30cm de diametro y 50cm de altura. A partir de esto, se arma la siguiente plataforma:

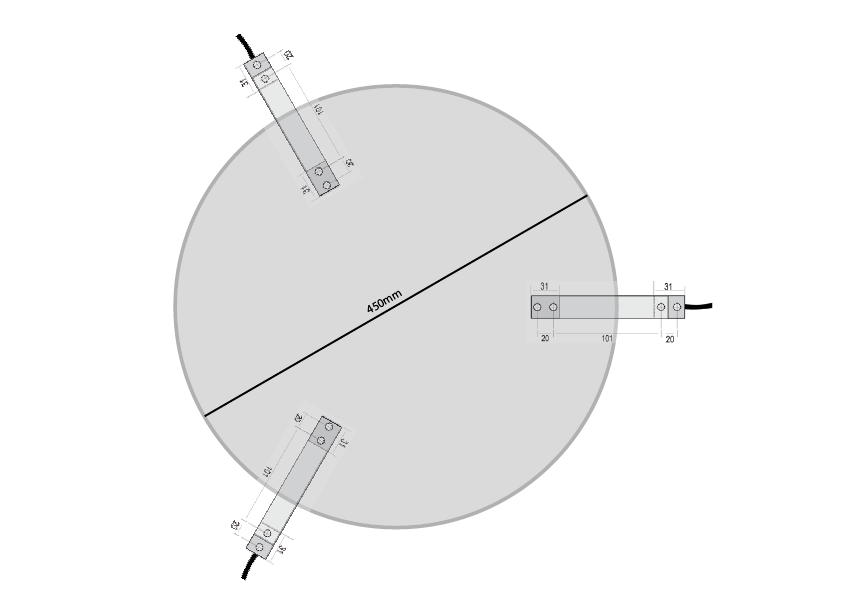


Ilustración 5 – esquema de la plataforma con las celdas de carga

Un extremo de las celdas de cargas estará fijado a la plafatorma, y el otro extremo tendrá patas de apoyo moviles.

Las celdas de carga elegidas son las siguientes:

Marca: PREC

Modelo: PCR 50kg

Resistencia del puente: 350Ω

Salida nominal (mV/V): 2

Alinealidad: 0.03%

Histeresis: 0.02%

Creep: 0.03

Sobrecarga admisible: 150% CN

Corrimiento de cero por temp: +- 0.003%/°C

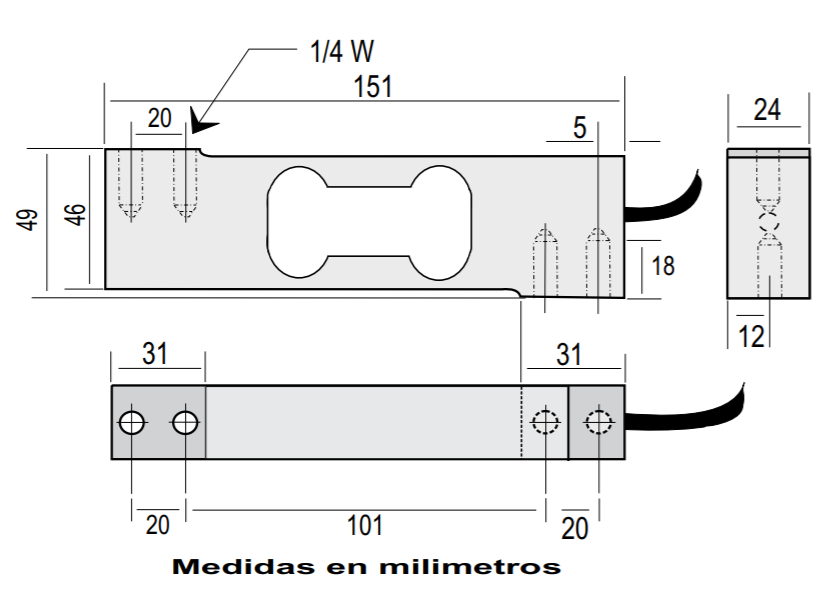


Ilustración 6 – Caracteristicas fisicas de la celda

## Acondicionamiento de señales

Para las