

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



---

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y  
SUPERVISIÓN REMOTO DE CALIDAD FISICOQUÍMICA DEI  
AGUA PARA LA PISCINA GILDEMEISTER DE LA CIUDAD DE  
TRUJILLO”**

---

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONTROL Y  
AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES**

**AUTORES:** Br. ALVA COSTILLA, ROY JORDY  
Br. CORTEZ ARANDA, LUIS ALBERTO  
**ASESOR:** Ing. SAÚL NOÉ LINARES VERTIZ

**TRUJILLO - PERÚ**

**2017**

## ACREDITACIONES

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN  
REMOTO DE CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA PARA LA  
PISCINA GILDEMEISTER DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**

Elaborado por:

---

Br. ROY JORDY ALVA COSTILLA

---

Br. LUIS ALBERTO CORTEZ  
ARANDA

Aprobador por:

---

Ing. LUIS ALBERTO VARGAS DIAZ  
PRESIDENTE  
N° CIP 104175

---

Ing. LENIN HUMBERTO LLANOS  
LEON  
SECRETARIO  
N° CIP 139213

---

Ing. OSCAR MIGUEL DE LA CRUZ  
RODRIGUEZ  
VOCAL  
N° CIP 85598

---

Ing. SAUL NOE LINARES  
VERTIZ  
ASESOR  
N° CIP 142213

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Electrónico, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN DE CALIDAD FISICO-QUIMICA DEL AGUA PARA LA PISCINA GILDEMEISTER DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen, excusándonos de antemano de los posibles errores involuntarios cometidos en el desarrollo del mismo.

Trujillo, 14 de Diciembre del 2017.

Br. ALVA COSTILLA, ROY JORDY

Br. CORTEZ ARANDA, LUIS ALBERTO

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Quién me da la fortaleza día a día para seguir adelante y crecer como persona. Por todas las bendiciones que me brinda y porque pase lo que pase siempre me da un motivo para creer y confiar en su infinito amor.

### **A mis amados padres:**

#### **Juan Manuel Alva Castillo y Norma Marlenee Costilla Aliaga:**

A quienes les estoy enormemente agradecido por todo el enorme cariño y amor incondicional que me siempre me brindan.

Por todo su apoyo, aliento y confianza que me dan para seguir adelante. Y por todo ese amor, respeto y cariño se siempre les tendré.

### **A mis queridos hermanos:**

#### **Elizabeth Rojas Costilla y Ricardo Rojas Costilla**

A quienes les estoy agradecido por todo su apoyo incondicional y compañía desde siempre.

### **A mis queridas madres:**

#### **Carmen Aliaga y Carmen Costilla**

Quienes fueron parte importante en mi vida. Por todo su inmenso amor y cariño. Y porque siempre perdurarán en mi corazón y recuerdo.

**Roy Jordy Alva Costilla**

**A Dios:**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias, felicidad y pertenecer a una hermosa Familia.

**A mis amados padres:**

**LUIS CORTEZ MACHUCA y ROSA ARANDA RUIZ**

Gracias por todo su inmenso amor, por ser mi inspiración, fortaleza y motivación, por su apoyo constante, por sus sabios consejos y enseñanzas. Por estar junto a mí y servirme de guía en los momentos más difíciles y por sus palabras de aliento para salir adelante en todo momento.

**A mi hermano:**

**Anthony José Luis Cortez Aranda**

Por los increíbles momentos que pasamos juntos, estudiando temas académicos juntos, por alegrarme todos los días y estar conmigo en todo momento.

**Luis Alberto Cortez Aranda**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por habernos permitido cumplir con esta etapa de la vida, llena de aprendizajes y enseñanzas. Por todo lo que brinda y porque siempre nos regala con cada día una luz de esperanza para seguir en nuestro camino.

A nuestros queridos padres por el inmenso apoyo que nos brindan en cada paso que damos, por sus buenas enseñanzas, consejos y cariño de siempre.

A nuestra casa de estudios por estos maravillosos cinco años en los cuales nos acogió, dotándonos de aprendizaje y crecimiento tanto personal como profesional.

Al ingeniero Saúl Linares por haber sido un apoyo fundamental en nuestro crecimiento profesional, por haber confiado siempre en nosotros y por sus grandes enseñanzas.

A nuestros familiares y amigos que siempre están presentes apoyándonos y que también forman parte de este nuevo paso que estamos dando.

**Los Autores de la Tesis**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se centra en realizar **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN DE CALIDAD FISICO-QUIMICA DEL AGUA PARA LA PISCINA GILDEMEISTER DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”**.

En el Primer Capítulo del presente trabajo, se aborda la problemática en el método actual del análisis y estudio de la calidad del agua realizado por la Gerencia Regional de Salud La Libertad en cuanto a la frecuencia o periodicidad con que son realizados dichos análisis, así como la garantía de que dicho análisis se realice de forma transparente, exponemos nuestro objetivo y damos a conocer la importancia de dar una solución a dicho problema.

En el Segundo Capítulo se presenta el marco teórico, en el cual se muestra un sustento válido del porqué la elección de realizar una propuesta de un sistema de monitoreo y supervisión, así como también se refuerza las bases teóricas de la solución que se propone.

En el tercer capítulo, se mencionan los materiales y los métodos utilizados en el desarrollo del proyecto, como también los procedimientos para la propuesta del sistema de monitoreo y supervisión de la calidad de agua físicoquímica de la piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo.

En el cuarto y quinto capítulo, se dan los resultados de la selección final de los elementos del sistema, así como los resultados de la simulación del sistema y la discusión de los mismos.

Finalmente, en el sexto, séptimo y octavo capítulo, se expone las conclusiones a las que se llegaron, recomendaciones para los trabajos futuros, y las referencias bibliográficas relacionadas al proyecto.

## **ABSTRACT**

The present work of investigation centers in realizing **"PROPOSAL OF A SYSTEM OF MONITORING AND SUPERVISION OF PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF THE WATER FOR THE POOL GILDEMEISTER OF THE CITY OF TRUJILLO"**.

In the First Chapter of the work presented, the problem is addressed in the current method of analysis and study of water quality carried out by the Gerencia Regional de Salud La Libertad in terms of the frequency or periodicity with which said said, as well as as the guarantee that this analysis is carried out in a transparent manner, we set out our objective and we make known the importance of giving a solution to this problem.

In the Second Chapter, the theoretical framework is presented, in which a valid support is shown of the reason for choosing a proposal for a monitoring and supervision system, as well as reinforcing the theoretical basis of the solution proposed.

In the third chapter, the materials and methods used in the development of the project are mentioned, as well as the procedures for the realization of the monitoring and supervision system of the physical and chemical water quality of the Gildemeister pool in the city of Trujillo.

In the fourth and fifth chapter, the results of the final selection of the elements of the system as well as the results of the simulation of the system and the discussion thereof are given.

Finally, in the sixth, seventh and eighth chapters, the conclusions reached are presented, the recommendations for future work, and bibliographical references related to the project.



# ÍNDICE

ACREDITACIONES .....	i
PRESENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiii
CAPÍTULO I.....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
<b>1.1 Realidad problemática .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Delimitación del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 Características y análisis del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.1 Características del Problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.2 Análisis de las Características del Problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 Formulación del Problema .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 Formulación de la Hipótesis .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 Objetivos del estudio .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.1 Objetivo General .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>19</b>
<b>1.7 Justificación del Estudio .....</b>	<b>19</b>
<b>1.8 Limitaciones del Estudio.....</b>	<b>20</b>
CAPÍTULO II .....	21
MARCO TEÓRICO.....	22
<b>2.1 Antecedentes .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Definición de términos .....</b>	<b>34</b>
CAPÍTULO III.....	36

MATERIAL Y MÉTODOS .....	37
<b>3.1 Material</b> .....	37
<b>3.1.1 Población</b> .....	37
<b>3.1.2 Muestra</b> .....	37
<b>3.1.3 Unidad de Análisis</b> .....	37
<b>3.2 Método</b> .....	37
<b>3.2.1 Nivel de Investigación</b> .....	37
<b>3.2.2 Diseño de Investigación</b> .....	37
<b>3.2.3 Variables de estudio y operacionalización</b> .....	38
<b>3.2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos</b> .....	39
<b>3.2.5 Técnicas de procesamiento de datos</b> .....	39
<b>3.2.5.1 Requerimientos de los Instrumentos de Medición</b> .....	39
<b>3.2.5.2 Pre-Selección de Instrumentos de Medición</b> .....	41
<b>3.2.5.3 Selección de Instrumentos de Medición</b> .....	46
<b>3.2.5.4 Selección de la Interface Gráfica</b> .....	48
<b>3.2.5.5 Requerimientos del Equipo de Adquisición de Datos</b> .....	48
<b>3.2.5.6 Pre-Selección del Equipo de Adquisición de Datos</b> .....	49
<b>3.2.5.7 Selección del Equipo de Adquisición de Datos</b> .....	50
<b>3.2.5.8 Requerimientos de los Medios de Transmisión</b> .....	51
<b>3.2.5.9 Pre-Selección del equipo de Transmisión</b> .....	52
<b>3.2.5.10 Selección del equipo de Transmisión</b> .....	53
<b>3.2.5.2 Programación del Controlador Lógico Programable</b> .....	54
<b>3.2.5.3 Programación de la Interfaz Gráfica</b> .....	55
<b>3.2.6 Técnicas de análisis de datos</b> .....	56
<b>3.2.6.1 Simulación de los Sensores de Medición</b> .....	56
<b>3.2.6.2 Adquisición y Envío de datos de los sensores de medición</b> .....	57
<b>3.2.6.3 Simulación del Sistema de Monitoreo y Supervisión</b> .....	58
CAPÍTULO IV .....	60
RESULTADOS .....	61
CAPÍTULO V .....	65
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	66
CAPÍTULO VI .....	67

CONCLUSIONES .....	68
CAPÍTULO VII .....	69
RECOMENDACIONES .....	70
CAPÍTULO VIII .....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72
ANEXOS .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación de sensores de pH. ....	25
Tabla 2 Cuadro comparativo de los tipos de sensores de turbidez. ....	26
Tabla 3 Comparación entre medios de transmisión no guiados.....	30
Tabla 4 Comparación entre los equipos de adquisición de datos. ....	34
Tabla 5 Variables de estudio y operacionalización.....	38
Tabla 6 Tecnología de medición de los sensores de calidad fisicoquímica del agua de piscinas. ....	41
Tabla 7 Datos técnicos del sensor ATS-K. ....	41
Tabla 8 Datos técnicos del sensor 7997-201.....	42
Tabla 9 Datos técnicos del sensor CPS171D.....	42
Tabla 10 Datos técnicos del sensor CPS31D.....	43
Tabla 11 Datos técnicos del sensor 499ACL-01 de cloro residual libre.....	43
Tabla 12 Datos técnicos del sensor Chloromax CCS142D-G de cloro residual libre. ....	44
Tabla 13 Datos técnicos del sensor ISEmax CAS40D.....	44
Tabla 14 Datos técnicos del sensor NitraVis 701 IQ NI.....	45
Tabla 15 Datos técnicos del sensor Viomax CAS51D.....	45
Tabla 16 Datos técnicos del sensor S80.....	46
Tabla 17 Datos técnicos del sensor NitraVis 701 IQ NI.....	46
Tabla 18 Selección final de instrumentos de medición.....	48
Tabla 19 Requerimientos mínimos del Controlador Lógico Programable. ....	49
Tabla 20 Datos técnicos del Controlador Lógico Programable Micro820. ....	49
Tabla 21 Datos técnicos del Controlador Lógico Programable S7-1211.....	50
Tabla 22 Datos técnicos de la tarjeta de adquisición de datos NI USB-6000.....	50
Tabla 23 Selección final del equipo de adquisición de datos. ....	51

Tabla 24 Datos técnicos del equipo de transmisión RLX – IHNF.....	53
Tabla 25 Datos técnicos del equipo de transmisión 245U-E. ....	53
Tabla 26 Selección final de equipo de transmisión inalámbrica.....	53
Tabla 27 Requerimientos de los Instrumentos de medición de la calidad físico química del Agua para uso de Piscinas. ....	61
Tabla 28 Selección de instrumentos de medición. ....	61
Tabla 29 Requerimientos mínimos del equipo adquisición de datos. ....	62
Tabla 30 Selección del equipo de adquisición de datos y módulos requeridos. ...	62
Tabla 31 Selección del equipo de transmisión inalámbrica. ....	63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Ilustración 1 PLC compacto (imagen de la Izquierda) y modular (imagen de la Derecha). .....	31
Ilustración 2 Partes de un Sistema DAQ.....	31
Ilustración 3 Ventana de programación de NI LabView 2015. ....	32
Ilustración 4 Pantallas HMI y SCADA en WincCC. ....	33
Ilustración 5 Interface en FactoryTalk View. ....	33
Ilustración 6 Parámetros de la calidad fisicoquímica del agua para el uso de piscinas.....	40
Ilustración 7 Parámetros de los niveles de cloro para la desinfección de piscinas. ....	40
Ilustración 8 Bombas de recirculación de la piscina Gildemeister. ....	47
Ilustración 9 Placa de datos de bomba de Filtro de la Piscina Gildemeister. ....	47
Ilustración 10 Diagrama de flujo de la programación en el controlador seleccionado. ....	54
Ilustración 11 Diagrama de flujo de la Programación de la Interface Gráfica.....	55
Ilustración 12 Programación de la Simulación de los sensores de medición del Sistema. ....	56
Ilustración 13 Panel Frontal de la Simulación de Instrumentos de Medición. ....	57
Ilustración 14 Ventana de Programa NI OPC Servers con las variables de enlace creadas.....	58
Ilustración 15 Simulación de Sistema de Monitoreo y Supervisión. ....	59
Ilustración 16 Reporte generado por del Sistema de Monitoreo y Supervisión....	64

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad problemática**

Al llegar el verano, el aumento de las temperaturas y la culminación de los estudios en las instituciones educativas, centros superiores universitarios y técnicos, o la llegada de vacaciones para algunos trabajadores; el número de viajes, inscripción en talleres de toda índole y los paseos por los parques recreacionales tienen un alza considerable con respecto a los demás meses del año en la cual la mayoría de la parte de la población está inmersa en sus labores y obligaciones diarias.

Por ejemplo, tomando el caso de la Municipalidad Provincial de Trujillo, entre las posibilidades que se pueden encontrar dentro de las actividades de verano brindado por la Subgerencia de Juventud y Deportes, se pueden encontrar desde talleres artísticos, académicos hasta deportivos donde la natación es uno de los deportes más practicados por los usuarios durante esas épocas del año según el oficio N° 767-2014-MPT/GECJD-SGD emitido por la Subgerencia de Deportes en Diciembre del año 2014. Registrando así un total de 720 alumnos inscritos en el ciclo III del año 2014, en el cual los alumnos hicieron uso de las instalaciones de la piscina Gildemeister que está bajo la gestión de la Municipalidad Provincial de Trujillo.

Según la visita realizada a la piscina Gildemeister realizada el mes de Octubre del 2015, se pudo determinar que no existen avisos que brinden información a los usuarios sobre la calidad físico-química en la que se encuentra el agua de la piscina que van a hacer uso. Así mismo la mayoría de la población no toma las medidas o precauciones indicadas para acceder a estos centros acuáticos o bien no se informa adecuadamente sobre las consecuencias que puede acarrear en la salud una piscina en mal estado o que no cumpla con los estándares básicos de higiene y prevención contra accidentes.



Si bien la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad; el órgano encargado de verificar el cumplimiento de aquellos estándares; realiza continuas inspecciones durante estas épocas y manda informes sobre sus estudios a los medios de comunicación con el fin de orientar a la población, las piscinas dejan de ser inspeccionadas durante el resto de meses y sin embargo aún cuentan con usuarios que hacen uso de los establecimientos según el oficio mencionado emitido por la Subgerencia de Deportes.

Esta situación requiere que los organismos reguladores cuenten con un sistema de supervisión y monitoreo que de informes verídicos, rápidos y que trabaje durante todo el año a fin de que los usuarios que hacen uso de estos servicios con más continuidad estén seguros de que la piscina o centro está siendo controlada tanto por los órganos reguladores como por el dueño del establecimiento. Así mismo las condiciones a las que está expuesta la sala de máquinas de piscina y sus requerimientos limita el número de alternativas de instrumentos que pueden aplicarse en el diseño del sistema. Esto conlleva a realizar un estudio detallado antes de realizar una inversión para poder determinar qué elementos son los recomendables para poder diseñar un sistema que reúna todos los requisitos por parte del órgano regulador, así como también para asegurar su resistencia a las condiciones donde se encuentra.

## **1.2 Delimitación del problema**

El presente trabajo de investigación se delimita en las deficiencias y problemas para el monitoreo y supervisión de la calidad fisicoquímica del agua en la piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo para la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad.

### **1.3 Características y análisis del problema**

#### **1.3.1 Características del Problema**

1. Los requerimientos y las condiciones a las que está expuesta la piscina Gildemeister limitan las posibilidades en la adquisición de datos de la calidad fisicoquímica del agua por parte de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad
2. La ausencia de avisos y notificaciones brindadas por los órganos de regulación y los medios de comunicación.
3. La Supervisión realizada únicamente sobre los meses de verano en piscinas que cuentan con usuarios durante todo el año.

#### **1.3.2 Análisis de las Características del Problema**

1. Las condiciones a las que está sometida la sala de recirculación y tratamiento de agua así como los parámetros establecidos en la Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo establecido por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y el Ministerio de Salud (MINSA), limita las posibilidades en la adquisición de datos de la calidad fisicoquímica del agua para la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad.
2. Si bien las campañas que se desarrollan por la Gerencia Regional de Salud La Libertad y La Subgerencia de Salud de Trujillo emiten un aviso durante los meses de Verano, éstas únicamente realizan la labor de inspeccionar a las piscinas más no comunica al usuario sobre las condiciones de la calidad del agua de la piscina. Tal como se muestra en la Ilustración 4 y la Ilustración 5 donde se percibe que no hay un aviso sobre el estado actual de las condiciones fisicoquímicas de la piscina.

3. A pesar de que durante la temporada de verano es donde más uso se suele dar a los establecimientos de piscinas y centros acuáticos, durante el resto del año los organismos no realizan una labor continua, exponiendo a los usuarios que practican la natación durante todo el año a cualquier consecuencia acaecida por el mal mantenimiento de una piscina. En la tabla 1 se muestra la cantidad de alumnos registrados en las múltiples disciplinas en los meses de Setiembre, Octubre y Noviembre, donde se puede apreciar 720 alumnos matriculados en natación. Reflejando de este modo que la piscina Gildemeister está en funcionamiento durante todos los meses del año.

#### **1.4 Formulación del Problema**

¿Cómo adquirir los datos de la calidad fisicoquímica del agua de la piscina Gildemeister para determinar que cumpla con las normas de sanidad por parte de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad?

#### **1.5 Formulación de la Hipótesis**

Mediante un sistema de Monitoreo y Supervisión remota, la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad realiza la adquisición los datos de la calidad fisicoquímica del agua de la piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo.

#### **1.6 Objetivos del estudio**

##### **1.6.1 Objetivo General**

Determinar el sistema de supervisión y monitoreo remoto de la calidad fisicoquímica del agua para la Piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los requerimientos y seleccionar los instrumentos para la medición de la calidad fisicoquímica del agua para la piscina.
- Determinar los requerimientos y seleccionar el controlador lógico programable para realizar la integración del sistema de monitoreo y supervisión de la calidad fisicoquímica del agua hacia la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad.
- Determinar el equipo de transmisión de datos para el sistema de monitoreo y supervisión remoto.
- Realizar la simulación del sistema de monitoreo y supervisión remoto de la calidad fisicoquímica del agua para la Piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo.

### **1.7 Justificación del Estudio**

La realización de la supervisión de la calidad fisicoquímica del agua en los centros acuáticos y piscinas (tal como es el caso de la Piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo) a nivel de la municipalidad con la Subgerencia de Salud así como la realizada por el Ministerio de Salud del Perú sólo se hace efectiva durante los meses de verano, dejando al margen los demás meses en los cuales aún persiste la afluencia de personas y exponiéndolas a cualquier enfermedad o problema producido por el mal mantenimiento que le dan al agua usada en estos establecimientos. Así mismo el personal encargado de realizar la inspección correspondiente como el personal encargado del tratamiento y análisis diario de la piscina está sujeto al error en el análisis que realizan o a cualquier tipo de sobornos. Es por ello que se considera diseñar un sistema de supervisión y monitoreo que se ejecute a lo largo de todo el año y envíe los datos obtenidos con periodicidad que pueda permitir a los órganos reguladores realizar las acciones adecuadas

en cualquier caso de incumplimiento de las normas impuestas por el Ministerio de Salud y la Dirección General de Salud Ambiental.

### **1.8 Limitaciones del Estudio**

El presente trabajo de investigación se limita a la propuesta de un diseño de un sistema de supervisión y monitoreo de la calidad fisicoquímica del agua de la piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

**Título:** “Control de temperatura y monitoreo de pH del agua en el proceso de incubación de tilapias usando PLC”

**Autor:** Walter Raúl Mendoza Livia

**Institución:** Pontificia Universidad Católica del Perú.

**Fecha de publicación:** Junio del 2011.

**Aporte al trabajo de Investigación:** Brinda una clasificación y definición de los instrumentos y materiales utilizados para el control y monitoreo de la temperatura y el nivel de pH en una incubadora con parámetros de calidad de agua definidos para la crianza de tilapia roja.

**Título:** “Desarrollo del Software de un Sistema SCADA para la distribución de agua potable en la quebrada de Manchay”

**Autor:** Pedro Pablo Florencio Inga.

**Institución:** Pontificia Universidad Católica del Perú.

**Fecha de publicación:** Setiembre del 2012.

**Aporte al trabajo de Investigación:** Brinda un análisis de distintos sistemas de transmisión de señales y protocolos de comunicación. Así como una clasificación y definición de los distintos tipos de lenguajes de programación a nivel de controladores.

### 2.2 Bases teóricas

#### 2.2.1 Sensor de cloro residual

El sensor de cloro residual actúa según el principio de medición amperométrico. El ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}^\ominus$ ) contenido en el medio difunde a través de la membrana del sensor y se reduce a Cloruro ( $\text{Cl}^\ominus$ ) en el cátodo de oro. En el ánodo de plata, la plata se oxida a cloruro de plata. El electrón es liberado del cátodo de oro y recepcionado en el ánodo de plata dando lugar a un flujo de corriente que es proporcional a la concentración de cloro libre en el medio en condiciones constantes. La concentración del

ácido hipocloroso en el medio depende del valor del pH. Esta dependencia puede ser compensada midiendo el valor del pH en el conjunto de flujo. El transmisor transforma la señal de corriente en la concentración de la unidad de medida en mg / l. (Hauser E. )

## **2.2.2 Sensor de pH**

### **2.2.2.1 Sistema de Electrodo de Vidrio**

El electrodo de vidrio consiste en un tubo de vidrio cerrado en su parte inferior con una membrana de vidrio especialmente sensible a los iones hidrógeno. En la parte interna de esta membrana se encuentra una solución de cloruro tampón, de pH constante, dentro de la cual está inmerso un hilo de plata recubierto de cloruro de plata.

Aunque el mecanismo que permite que el electrodo de vidrio mida la concentración de ion hidrógeno no es exactamente conocido, está establecido que al introducir el electrodo en el líquido se desarrolla un potencial relacionado directamente con la concentración del ion hidrógeno del líquido. Es decir, si esta concentración es mayor que la interior del electrodo existe un potencial positivo a través de la punta del electrodo y, si es inferior, el potencial es negativo.

Este potencial cambia con la temperatura, por ejemplo, pasa de 54,2 mV a 0 °C a 74 mV a 100 °C por unidad de pH. Para medir el potencial desarrollado en el electrodo de vidrio es necesario disponer, en la solución, de un segundo elemento o electrodo de referencia. Éste, aparte de cerrar el circuito, suministra un potencial constante que sirve de referencia para medir el potencial variable del electrodo de vidrio. El electrodo de referencia contiene una célula interna formada por un hilo de plata recubierto con cloruro de plata en contacto con un electrolito de cloruro de potasio. Este electrolito pasa a la solución muestra a través de una unión líquida. De este modo, la célula interna del electrodo permanece en contacto con una solución que no varía de concentración



y que, por lo tanto, proporciona una referencia estable de potencial. (Creus, 2011)

### 2.2.2.2 Electrodo de Transistor ISFET

Según (Creus, 2011) el electrodo de transistor ISFET (Ion Sensitive Field Effect Transistor) es prácticamente irrompible, de estado sólido y proporciona una respuesta muy rápida. El sensor posee una señal de pH de baja impedancia, lo que le da una gran fiabilidad, y tiene una larga duración, funcionando en los líquidos más sucios y con más impurezas. Incorpora un electrodo de referencia recambiable. La tensión generada por el elemento es:

$$V_{Banda\ plana} = E_{referencia} - \Psi_0 + \chi_{solución} - \frac{\phi_{Si}}{q} - \frac{Q_{ss} + Q_{ox}}{C_{ox}}$$

en la que:

$E_{referencia}$  = potencial del electrodo de referencia

$\Psi_0$  = potencial superficial resultante de la reacción química

$\chi_{solución}$  = potencial bipolar superficial de la solución = constante

$\phi_{Si}$  = propiedad del material de silicio = constante

$q$  = carga del electrón

$Q_{ss}$  = densidad del estado superficial en el silicio

$Q_{ox}$  = carga fija del óxido

$C_{ox}$  = capacitancia asilante de la puerta (*gate*)/área unidad

### 3.2.2.3 Cuadro comparativo de los sensores de pH

	<b>VIDRIO</b>	<b>ISFET</b>
<b>Estabilidad</b>	ALTA	MEDIA
<b>Precisión</b>	ALTA	MEDIA
<b>Tiempo de respuesta</b>	MEDIA	BAJA
<b>Trabajo con cloro</b>	SÍ	NO
<b>Mantenimiento</b>	HÚMEDO	SECO

Tabla 1 Comparación de sensores de pH.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3 Sensor de turbidez

La turbidez es una medida de la falta de transparencia de una muestra de agua debida a la presencia de partículas extrañas. Estas partículas pueden ser plancton, microorganismos, barro, etc.

La medida de la turbidez se efectúa para determinar el grado de penetración de la luz en el agua o a su través y permite interpretar, conjuntamente con la luz solar recibida y la cantidad de oxígeno disuelto, el aumento o disminución del material suspendido en el agua.

La turbidez está expresada en unidades arbitrarias llamadas unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

El turbidímetro fue inventado por Jackson. Consiste en un tubo graduado que descansa en un soporte de vidrio, en cuya parte inferior se encuentra una vela encendida (Jackson candle). La muestra del agua se introduce lentamente en el tubo hasta que a su través deja de verse la llama de la vela. Ha dejado de utilizarse y actualmente la turbidez puede medirse de tres formas en forma continua. (Creus, 2011)

### 3.2.3.1 Sensores de Transmisión

La lámpara y la célula están situadas una enfrente de la otra, separadas por un tubo transparente lleno de la muestra de agua. La célula mide la absorción de la luz por los sólidos en suspensión. La señal disminuye con el aumento de la turbidez.

La exactitud en la medida es del  $\pm 5\%$  al  $\pm 10\%$  y el campo de medida es de 0-2400 NTU. (Creus, 2011)

### 2.2.3.2 Sensores de Dispersión

Es el método más utilizado. Una lámpara emite un rayo de luz blanca, o bien una luz infrarroja, que un sistema de lentes enfoca en la muestra de agua. Una célula fotoeléctrica situada a  $90^\circ$  del haz de luz capta la luz reflejada por las partículas en suspensión. La intensidad de luz detectada es directamente proporcional a la turbidez del agua.

El aparato utiliza un detector de luz adicional para corregir las variaciones de intensidad luminosa, los cambios de color y la ligera suciedad de la lente. La señal aumenta con el aumento de la turbidez, lo que es favorable para detectar valores bajos de la turbidez. El campo de medida es de 0 a 1000 NTU y la exactitud es del  $\pm 1\%$ . El método de medida se encuentra en la norma ISO 7027/EN 27027. (Creus, 2011)

### 2.2.3.3 Cuadro comparativo de los sensores de turbidez

	<b>TRANSMISIÓN</b>	<b>DISPERSIÓN</b>
<b>Rango de Medida</b>	0-2400 NTU	0-1000 NTU
<b>Exactitud</b>	$\pm 5\%$ - $\pm 10\%$	$\pm 1\%$

Tabla 2 Cuadro comparativo de los tipos de sensores de turbidez.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.4 Sensor de nitratos y nitritos

En el corazón del electrodo selectivo de iones (ISE) se encuentra una membrana que es selectiva para que el ion sea medido. Un ionóforo está

integrado en la membrana que facilita la "migración" selectiva De un tipo específico de ion (por ejemplo, amonio o nitrato) al electrodo. Como resultado de la migración iónica, se produce un cambio en la carga, provocando la creación de un potencial que es proporcional a la concentración de ion logarítmica. El potencial es medido con un electrodo de referencia a un potencial constante y convertido a una concentración usando la ecuación de Nernst. Con el principio de medición potenciométrico el color y la turbidez no afectan el resultado de la medición. (Hauser E. )

## **2.2.5 Medios de Transmisión inalámbrica**

### **2.2.5.1 Sistema de Radio**

Los enlaces radioeléctricos, basados en la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre, han sido y son ampliamente utilizados en las redes de telecomunicación como medios de transmisión de larga distancia.

Como característica diferenciadora de estos medios de transmisión se puede citar el hecho de que sólo precisan medios físicos en los puntos origen y destino (estación transmisora y receptora), aparte de las estaciones repetidoras cuando la distancia que hay que cubrir así lo requiere.

Las redes locales inalámbricas RLI (Wireless LANs) constituyen un medio eficaz para la comunicación de información de interés entre sistemas cuando, por la razón que sea, no es posible realizar el enlace mediante cable de par trenzado, coaxial o fibra óptica. Actualmente predominan dos técnicas para la comunicación vía radio: la de amplio espectro y la de microondas. (Domingo, Gámiz, Grau, & Martínez, 2003)

### **2.2.5.1.2 Amplio Espectro**

Esta técnica también se conoce con el nombre de espectro expandido. Su origen se remonta a la década de 1940 y fue concebida para satisfacer necesidades militares en materia de seguridad en las comunicaciones. Básicamente consiste en la distribución de datos mediante un rango de frecuencias de radio de banda ancha y de baja potencia (como la banda ISM, Industrial, Scientific and Medical de 2,4 GHz).

Presenta la ventaja de penetrar sólidos opacos (paredes y otros obstáculos) y su uso no precisa una licencia administrativa. Se trata de la que cuenta con una mayor penetración. El producto comercial más conocido es el WaveLAN, introducido por NCR en 1990 y de gran aceptación.

Actualmente se está trabajando en el estándar HIPERLAN (High Performance Radio LAN), con capacidad multimedia para 5,8 GHz y 18 GHz para proporcionar 20 Mbit/s para transmisión de voz, datos e imagen. (Domingo, Gámiz, Grau, & Martínez, 2003)

### **2.2.5.1.3 Microondas**

La arquitectura requerida por esta técnica de enlace es de tipo microcelular.

Utiliza transmisión vía radio de baja energía a 18 GHz y proporciona velocidades de 15 Mbit/s utilizando canales de 10 MHz, lo que la hace adecuada para soportar el estándar Ethernet a 10 Mbit/s.

Debido a la elevada frecuencia de las microondas, éstas presentan una gran facilidad de reflexión y dispersión incluso con potencias reducidas, lo que las hace especialmente aptas para cubrir grandes superficies geográficas.

Un producto comercial actual es el Altair Plus II de Motorola, que permite la conexión de hasta ocho ordenadores personales sobre cada concentrador remoto.

La seguridad de la transmisión queda garantizada al impedir, mediante un código de 48 bits asignado a cada nodo, que cualquier receptor no autorizado pueda inferir sobre la comunicación. Requieren de licencia oficial para su empleo. (Domingo, Gámiz, Grau, & Martínez, 2003)

#### **2.2.5.2 Infrarrojos**

La comunicación por infrarrojos utiliza un haz de luz infrarroja, con longitud de onda entre 800 nm y 900 nm. Dado que su frecuencia es superior a la de las ondas de radio, mediante esta técnica se permiten velocidades de transmisión más elevadas.

Las comunicaciones por infrarrojos no se ven afectadas por interferencias electromagnéticas, pudiendo existir varias LAN en el mismo entorno. No necesitan de licencia oficial para su implantación y son especialmente aptas, cuando no hay obstáculos que lo impidan, para comandar actuadores o realizar medidas a corta distancia en ambientes industriales con riesgo de explosión. (Domingo, Gámiz, Grau, & Martínez, 2003)

#### **2.2.5.3 Cuadro comparativo de los medios de transmisión inalámbricos**

De acuerdo con (Moliner López, 2005) se obtienen las características de cada una de las tecnologías de transmisión citadas.

	INFRARROJO	RADIO	
		ESPECTRO AMPLIO	MICROONDAS
<b>Configuración</b>	Direccional	Omnidireccional	Direccional
<b>Rango de Frecuencias</b>	$3 \times 10^{11}$ – $2 \times 10^{14}$ Hz	30MHz-1GHz	2-40GHz
<b>Tolerancia a obstáculos</b>	NO	SI	SI

**Tabla 3 Comparación entre medios de transmisión no guiados.**

**Fuente: Elaboración propia.**

## 2.2.6 Adquisición de Datos

### 2.2.6.1 Controlador Lógico Programable

Para (Sánchez J. A., 2004), un Controlador Lógico Programable es un controlador electrónico capaz de ejecutar una lógica programada por software para control industrial de máquinas, líneas de ensamblado, etc. La programación inicial fue en “lógica escalera” (ladder) que emula el cableado eléctrico usado con relés y presenta simplicidad para ser usado por técnicos de planta, con una clara ventaja sobre el “re-cableado” asociado con cambios de lógica. Tradicionalmente, poseen su mayor aplicación en procesos de manufacturas donde la mayoría de las señales de entrada/salida (I/O) son digitales y se requiere alta velocidad de ejecución (tiempos de ciclo del orden de milisegundos). Con el tiempo, los PLCs han incorporado funcionalidades de DCS tales como bloques de control PID, I/O analógicos, protocolos de comunicación, etc.

Un PLC se compone típicamente de una unidad de procesamiento, una unidad de memoria, módulos de I/O e interfaces de comunicación. Es fácil de programar y dispone actualmente de varios lenguajes regidos por la norma IEC 61131-3 que se adaptan a diferentes necesidades, ampliando la oferta inicial de lógica escalera.



**Ilustración 1 PLC compacto (imagen de la Izquierda) y modular (imagen de la Derecha).**

**Fuente: Rockwell Automation**

### 2.2.6.2 Tarjeta de Adquisición de Datos

El hardware DAQ actúa como la interfaz entre una PC y señales del mundo exterior. Funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas. Los tres componentes clave de un dispositivo DAQ usado para medir una señal son el circuito de acondicionamiento de señales, convertidor analógico-digital (ADC) y un bus de PC.

La adquisición de datos (DAQ) es el proceso de medir con una PC un fenómeno eléctrico o físico como voltaje, corriente, temperatura, presión o sonido. Un sistema DAQ consiste en sensores, hardware de medidas DAQ y una PC con software programable. Comparados con los sistemas de medidas tradicionales, los sistemas DAQ basados en PC aprovechan la potencia del procesamiento, la productividad, la visualización y las habilidades de conectividad de las PCs estándares en la industria proporcionando una solución de medidas más potente, flexible y rentable. (National Instruments, 2017)



**Ilustración 2 Partes de un Sistema DAQ.**

**Fuente: National Instruments.**



## 2.2.7 Interfaz Gráfica

### 2.2.7.1 NI LabView

Es una herramienta de programación gráfica, altamente productiva, para la construcción de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. LabView nos da la capacidad de crear rápidamente una interfaz de usuario que nos proporciona la interactividad con el sistema. (Ruiz & Molina, 2010)

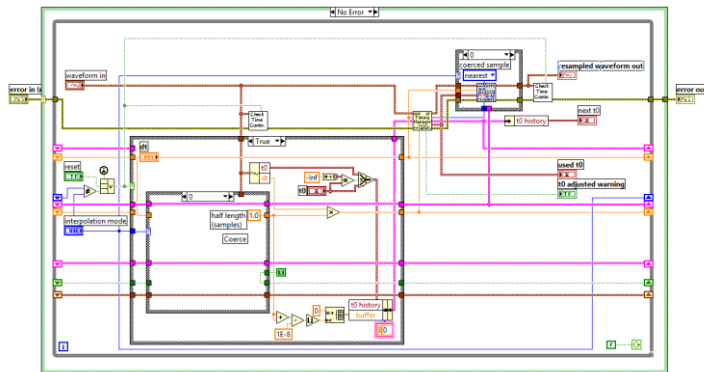


Ilustración 3 Ventana de programación de NI LabView 2015.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.7.2 SIMATIC WinCC

Es una versión modificada de Microsoft desarrollada por Siemens, personalizada para adaptarse al entorno industrial. SIMATIC Wincc está configurado para el sistema operativo Microsoft Windows. Utiliza un motor de base de datos relacional y el servidor Microsoft SQL para el inicio de sesión. Así mismo cuenta con algunos componentes adicionales escritos en VBScript y ANSI, además de plugs (enchufes) de Application Programming Interface (API) para facilitar la integración. Es un sistema abierto que acepta productos de diferentes proveedores y diferentes plataformas. (Berger, 2013)



**Ilustración 4 Pantallas HMI y SCADA en WincCC.**

**Fuente: Siemens.**

### 2.2.7.3 FactoryTalk View

FactoryTalk View es una interfaz hombre-máquina para aplicaciones de supervisión, control y supervisión. Tiene una arquitectura distribuida y escalable que admite aplicaciones cliente / servidor distribuidas, brindando el máximo control sobre la información donde el usuario la requiera. Esta arquitectura altamente escalable se puede aplicar a una aplicación independiente de un servidor o un cliente, o a múltiples usuarios que interactúan con múltiples servidores. (Zhang, 2010)



**Ilustración 5 Interface en FactoryTalk View.**

**Fuente: Rockwell Automation.**

#### 2.2.7.4 Características de las interfaces de gráficas

Requerimientos	SIMATIC WinCC	FactoryTalk View	NI LabView
PLC	Siemens	Rockwell	Abierto (opcional)
DAQ	-	-	Si (opcional)
Software	TIA PORTAL	Connected Components Workbench.	NI LabView
Módulos/Toolkits	Simatic WinCC	RS Links Classic /FactoryTalk View Server-Client	NI-DAQmx (opcional) / NI OPC Server

Tabla 4 Comparación entre los equipos de adquisición de datos.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3 Definición de términos

#### Calidad del agua

“Es el grupo de concentraciones, especificaciones, sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo del agua. La calidad del cuerpo del agua muestra variaciones especiales y temporales debido a factores internos y externos del cuerpo del agua” (Gómez, 2010)

#### Tratamiento del agua

“Es el conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda o contaminada, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y bacteriológicas para obtener agua potable que cumpla las normas y criterios de calidad establecidos para la descarga, consumo o utilización”. (Fraume, Torres, & Ramírez-Aza)

#### Vigilancia Sanitaria

Actividad realizada por el personal de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de la DIRESA, o de la Subgerencia de Salud de cada Región del Perú para verificar el cumplimiento del Reglamento Sanitario de Piscinas. (MINSA/DIGESA, 2011)

### **Supervisión**

Ejercer la inspección superior en trabajos realizados por otros.

### **Monitoreo**

Acción de observar mediante aparatos especiales el curso de uno o varios parámetros fisiológicos o de otra naturaleza para detectar posibles anomalías.

### **Cloro residual y Ácido Hipocloroso**

Según (MINSA, 2011) Es la cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.

### **Turbidez**

Según (Sánchez Ó. , 2007) la turbiedad es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Las algas, los sedimentos en suspensión (arcillas, limos, partículas de sílice) y la materia orgánica en el agua pueden aumentar la turbidez hasta niveles peligrosos para ciertos organismos.

### **Potencial de Hidrógeno**

Es un parámetro de medida de alcalinidad o acidez en una disolución acuosa, que se define como el logaritmo negativo de un ion de hidrógeno (mol/L). (Chang & Goldsby, 2012)

### **Nitrato y nitrito**

Los nitratos y nitritos son iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno. (LENNTECH B.V, s.f.)

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **3.1 Material**

#### **3.1.1 Población**

Piscinas de uso Público de la ciudad de Trujillo.

#### **3.1.2 Muestra**

Piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo.

#### **3.1.3 Unidad de Análisis**

Calidad fisicoquímica del agua.

### **3.2 Método**

#### **3.2.1 Nivel de Investigación**

Investigación explicativa.

#### **3.2.2 Diseño de Investigación**

Investigación documental.

### 3.2.3 Variables de estudio y operacionalización

Variable	Indicadores	Instrumento de Investigación	Unidad de medida
El sistema de monitoreo y supervisión remota.	N° de Variables	Diseño del Sistema	-
	Alcance	Diseño del Sistema	Km.
	Tiempo de Muestreo	Diseño del Sistema	s.
	Plataforma	Diseño del Sistema	-
La adquisición de datos de la calidad fisicoquímica del agua de la piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo por parte de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad.	Reporte del Sistema de Supervisión y Monitoreo de la calidad fisicoquímica del agua	Simulación	Multivariable

**Tabla 5 Variables de estudio y operacionalización**

### **3.2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos se hace uso de los siguientes instrumentos:

- **Observación Indirecta por Datos Secundarios**

La Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo basándose en el Decreto Supremo N° 007-2003-SA establece los requisitos y parámetros mínimos que debe tener una piscina para que esta sea utilizada por los usuarios. De esta manera es posible realizar una selección de los instrumentos de campo que cumpla con las características que demanda el proceso de medición de los datos de la calidad fisicoquímica del agua.

- **Observación Indirecta por aplicación de Servicio de Mapeo Web**

La aplicación de Servicio de mapeo web nos permite medir la distancia respectiva entre la piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo y el órgano regulador (Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental Trujillo) de la calidad del agua de las piscinas en Trujillo. Con esto se obtiene una distancia estimada para poder seleccionar el medio de envío de datos, el protocolo y la tecnología que mejor se presta para el sistema de supervisión y monitoreo.

### **3.2.5 Técnicas de procesamiento de datos**

#### **3.2.5.1 Requerimientos de los Instrumentos de Medición**

De acuerdo con el artículo 52 del Decreto Supremo N° 007-2003-SA las piscinas públicas y privadas de uso público están sujetas a los siguientes estándares de la calidad fisicoquímica del agua.



**Artículo 52.- Calidad Físico Química**

El agua del estanque de la piscina estará sujeta a los siguientes parámetros físicos y químicos:

1. pH : 6.5 a 8.5.
2. Turbidez: menor o igual una (5) UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad).
3. Características Organolépticas: color y olor ligeros y característicos de los tratamientos empleados o de su procedencia natural.
4. Nitritos: como máximo 3 miligramos por litro.
5. Nitratos: como máximo 50 miligramos por litro.

**Ilustración 6 Parámetros de la calidad fisicoquímica del agua para el uso de piscinas.**

**Fuente: Decreto Supremo N° 007-2003-SA.**

Así mismo se ha tomado en cuenta el artículo 48 del Decreto Supremo N° 007-2003-SA dónde se detallan los parámetros establecidos en referencia a los niveles de cloro para la correcta desinfección de las piscinas.

**Artículo 48.- Uso de Cloro**

Si la desinfección se realiza con cloro, se debe considerar las siguientes concentraciones:

1. Cloro residual libre: 0.4 a 1.2 miligramos por litro.
2. Cloro residual combinado: máximo 0.6 miligramos por litro sobre el nivel de cloro libre determinado.
3. Cloro total: máximo 1.8 miligramo por litro.

**Ilustración 7 Parámetros de los niveles de cloro para la desinfección de piscinas.**

**Fuente: Decreto Supremo N° 007-2003-SA.**

En el capítulo 2 se mencionan las diferentes tecnologías para realizar las mediciones de los parámetros físico-químicos utilizados en el monitoreo y supervisión de la calidad de agua para uso de piscinas. Así mismo, en la tabla 1 y la tabla 2 del mismo capítulo, se muestran las diferencias entre las tecnologías de medición de los sensores de Ph y turbidez. La siguiente tabla nos muestra las tecnologías seleccionadas luego de haber evaluado las características de cada sensor de medición en el capítulo anterior.

<b>SENSOR</b>	<b>TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN</b>
Turbidez	Dispersión
pH	Electrodo de Vidrio
Cloro Residual	Amperométrico
Nitritos y Nitratos	Potenciométrico

**Tabla 6 Tecnología de medición de los sensores de calidad fisicoquímica del agua de piscinas.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.2.5.2 Pre-Selección de Instrumentos de Medición**

Para pre-seleccionar los instrumentos de medición de la calidad fisicoquímica del agua para el uso de piscinas se procede a realizar la búsqueda de los instrumentos de medición basada en los parámetros obtenidos de acuerdo a los requerimientos mínimos con los que debe contar cada sensor.

#### **3.2.5.2.1 Pre-Selección del Sensor de Turbidez:**

Para la pre-seleccionar se procede a considerar los siguientes sensores:

El sensor ATS-K cuenta con el transmisor ATT – K y presenta las siguientes características técnicas.

<b>ATS – K</b>			
<b>Marca</b>	Kobold	<b>Salida</b>	4 – 20 Ma
<b>Técnica</b>	Dispersión	<b>Alimentación</b>	115/230 Vac, 24 Vdc (47-64 Hz)
<b>Rango de medida</b>	0 – 10... 200 NTU	<b>Potencia</b>	30 VA
<b>Precisión</b>	< 1 %	<b>Protección</b>	IP65
<b>Resolución</b>	0.01 NTU	<b>Tiempo Respuesta</b>	1 s
<b>Presión Proceso</b>	< 16 Bar	<b>Temperatura Proceso</b>	0 – 100 °C

**Tabla 7 Datos técnicos del sensor ATS-K.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El sensor 7997-201 cuenta con el transmisor 4675/500 y presenta las siguientes características técnicas.

<b>7997-201</b>			
<b>Marca</b>	ABB	<b>Salida</b>	4 – 20 Ma
<b>Técnica</b>	Dispersión	<b>Alimentación</b>	200/260 Vac (50-60 Hz)
<b>Rango de medida</b>	0 – 1 ... 30 NTU	<b>Potencia</b>	< 6 VA
<b>Precisión</b>	± 2 %	<b>Protección</b>	-
<b>Resolución</b>	0.01 NTU	<b>Tiempo Respuesta</b>	< 45 s
<b>Presión Proceso</b>	< 3 Bar	<b>Temperatura Proceso</b>	0 – 50 °C

**Tabla 8 Datos técnicos del sensor 7997-201.**

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.5.2.2 Pre-Selección del sensor y transmisor de pH:

Para la pre-selección se procede a considerar los siguientes sensores:

El sensor CPS171D cuenta con el transmisor Liquiline CM444 y presenta las siguientes características técnicas.

<b>CPS171D</b>			
<b>Marca</b>	Endress+Hauser	<b>Salida Transmisor</b>	4 – 20 Ma
<b>Técnica</b>	Electrodo Vidrio	<b>Alimentación</b>	100-230Vac / 24Vdc
<b>Rango Ph</b>	pH 1 – 12	<b>Protección</b>	IP68
<b>pH Proceso</b>	pH 0 – 14	<b>Resolución</b>	0.01 pH
<b>Presión Proceso</b>	1 – 7 bar abs.	<b>Temperatura Proceso</b>	0 a 100 °C

**Tabla 9 Datos técnicos del sensor CPS171D.**

Fuente: Elaboración propia.

El sensor CPS31D cuenta con el transmisor Liquiline CM444 y presenta las siguientes características técnicas.

<b>CPS31D</b>			
<b>Marca</b>	Endress+Hauser	<b>Salida Transmisor</b>	4 – 20 Ma
<b>Técnica</b>	Electrodo Vidrio	<b>Alimentación</b>	100-230Vac / 24Vdc
<b>Rango Ph</b>	pH 1 – 12	<b>Protección</b>	IP68
<b>pH Proceso</b>	-	<b>Resolución</b>	0.01 pH
<b>Presión Proceso</b>	1 – 4 bar	<b>Temperatura Proceso</b>	0 a 80°C

**Tabla 10 Datos técnicos del sensor CPS31D.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.2.5.2.3 Pre-Selección del sensor y transmisor de Cloro Residual**

Para la pre-selección se procede a considerar los siguientes sensores:

El sensor 499ACL cuenta con el transmisor 5081-A y presenta las siguientes características técnicas.

<b>499ACL-01</b>			
<b>Marca</b>	EMERSON	<b>Salida</b>	4 – 20 Ma
<b>Alimentación</b>	12 – 42.4 Vcc	<b>Presión Proceso</b>	0 – 5.49 Bar
<b>Rango de medida</b>	0 – 10 mg/L	<b>Temperatura Proceso</b>	0 – 50 °C
<b>Tiempo respuesta</b>	22 s	<b>pH Proceso</b>	pH 6 - 9.5
<b>Resolución</b>	0.001 mg/L	<b>Protección</b>	-

**Tabla 11 Datos técnicos del sensor 499ACL-01 de cloro residual libre.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El sensor Chloromax CCS142D cuenta con el transmisor Liquiline CM444 y presenta las siguientes características técnicas.

<b>CHLOROMAX CCS142D – G</b>			
<b>Marca</b>	Endress+Hauser	<b>Salida</b>	4 – 20 Ma
<b>Alimentación</b>	100-230Vac / 24Vdc	<b>Presión Proceso</b>	0 – 2 Bar abs
<b>Rango de medida</b>	0.01 – 5 mg/L	<b>Temperatura Proceso</b>	0 – 45 °C
<b>Tiempo respuesta</b>	< 2 min	<b>pH Proceso</b>	pH 4 – 9
<b>Resolución</b>	0.01 mg/L	<b>Protección</b>	IP68

**Tabla 12 Datos técnicos del sensor Chloromax CCS142D-G de cloro residual libre.**

**Fuente: Elaboración propia.**

#### **3.2.5.2.4 Pre-Selección del Sensor de nitratos:**

Para la pre-selección se procede a considerar los siguientes sensores:

El sensor pre-seleccionado cuenta con el transmisor Liquiline CM444 y presenta las siguientes características técnicas.

<b>ISEmax CAS40D</b>			
<b>Marca</b>	Endress & Houser	<b>Salida Transmisor</b>	4 – 20 mA
<b>Técnica</b>	Potenciométrico/ISE	<b>Presión de proceso</b>	400 mbar
<b>Rango de medida</b>	0.1 – 1000 mg/L ( $NO_3^-$ )	<b>Protección</b>	IP68
<b>Repetibilidad</b>	± 3%	<b>Temperatura de Proceso</b>	2 a 40°C
<b>Tiempo Respuesta</b>	< 2 min	<b>Resolución</b>	0.01 mg/L

**Tabla 13 Datos técnicos del sensor ISEmax CAS40D.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El sensor pre-seleccionado cuenta con el transmisor IQ SensorNet 2020 XT y presenta las siguientes características técnicas.

<b>NitraVis 701 IQ NI</b>			
<b>Marca</b>	WTW	<b>Salida Transmisor</b>	4 – 20 Ma
<b>Técnica</b>	Fotométrico	<b>Presión</b>	≤ 1 bar
<b>Rango de medida</b>	0.0 – 150.0 mg/L ( $NO_3^-$ ) 0.00 – 75.00 mg/L ( $NO_2^-$ )	<b>pH de Proceso</b>	pH 4 – 12
<b>Repetibilidad</b>	-	<b>Temperatura de Proceso</b>	0 – 45 °C
<b>Tiempo Respuesta</b>	-	<b>Resolución</b>	0.1 mg/L

**Tabla 14 Datos técnicos del sensor NitraVis 701 IQ NI.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El sensor pre-seleccionado cuenta con el transmisor Liquiline CM444 y presenta las siguientes características técnicas.

<b>Viomax CAS51D</b>			
<b>Marca</b>	Endress & Houser	<b>Salida Transmisor</b>	4 – 20 Ma
<b>Técnica</b>	Fotométrico	<b>Presión de proceso</b>	0.5 – 10 bar
<b>Rango de medida</b>	0.01 – 10 mg/l ( $NO_3^-$ )	<b>Protección</b>	IP68
<b>Repetibilidad</b>	± 0.2 mg/L	<b>Temperatura de Proceso</b>	5 a 50°C
<b>Tiempo Respuesta</b>	-	<b>Resolución</b>	0.01 mg/L

**Tabla 15 Datos técnicos del sensor Viomax CAS51D.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.2.5.2.5 Pre-Selección del Sensor de nitritos:**

Para la pre-seleccionar se procede a considerar los siguientes sensores:

El sensor pre-seleccionado cuenta con el transmisor T80 y presenta las siguientes características técnicas.

<b>S80</b>			
<b>Marca</b>	ECD	<b>Salida Transmisor</b>	4 – 20 Ma
<b>Técnica</b>	Método óptico	<b>Presión de proceso</b>	0 – 3.45 bar
<b>Rango de medida</b>	0.05 – 200 mg/L	<b>Rango de Ph de Proceso</b>	4 – 8 Ph
<b>Repetibilidad</b>	-	<b>Temperatura de Proceso</b>	0 – 40 °C
<b>Tiempo Respuesta</b>	120 s	<b>Resolución</b>	0.01 mg/L

**Tabla 16 Datos técnicos del sensor S80.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El sensor pre-seleccionado cuenta con el transmisor IQ SensorNet 2020 XT y presenta las siguientes características técnicas.

<b>NitraVis 701 IQ NI</b>			
<b>Marca</b>	WTW	<b>Salida</b>	4 – 20 mA
<b>Técnica</b>	Método óptico	<b>Presión de Proceso</b>	≤ 1 bar
<b>Rango de medida</b>	0.0 – 150.0 mg/l ( $NO_3^-$ ) 0.00 – 75.00 mg/l ( $NO_2^-$ )	<b>pH de Proceso</b>	pH 4 – 12
<b>Repetibilidad</b>	-	<b>Temperatura de Proceso</b>	0 – 45 °C
<b>Tiempo Respuesta</b>	-	<b>Resolución</b>	0.1 mg/l

**Tabla 17 Datos técnicos del sensor NitraVis 701 IQ NI.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.2.5.3 Selección de Instrumentos de Medición

De acuerdo con la visita realizada a las instalaciones de la Piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo, los instrumentos que serán seleccionados estarán sometidos a un ambiente húmedo y con fugas de agua tal como se muestra en la Ilustración 7. Así mismo se realizó el levantamiento de información de los equipos utilizados en el Sistema de bombeo y recirculación del agua utilizada en la piscina en la cual se tiene la placa de datos de la bomba de filtrado tal como se muestra en la Ilustración 8.



**Ilustración 8 Bombas de recirculación de la piscina Gildemeister.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Model	Dia. Filter Inch	Area Sq Feet	Max Kps	Max Flow Rate LPM	Sand KG	Valve Size
FB-018	16	1.4	250	100	30	1.5"
FB-019	18	1.77	250	130	40	1.5"
FB-020	20	2.18	250	160	80	1.5"
FB-021	24	3.14	250	230	150	1.5"
FB-026	25	3.41	250	250	155	1.5"
FB-027	28	4.4	250	280	185	1.5"
FB-022	30	4.91	250	350	200	2"
FB-028	32	5.58	250	390	210	2"
FB-023	36	7.07	250	470	300	2"
FB-024	40	8.73	250	530	410	2"
FB-025	48	12.57	250	570	560	2"
FB-029	55	16.57	250	580	1500	2.5"
FB-030	48	12.57	250	670	560	2.5"
FB-031	56	16.57	250	680	1500	2.5"

**MAXIMUM WORKING PRESSURE: 2.5 BAR**      **MAXIMUM TEMPERATURE: -40 C**  
**INSTRUCTIONS:**  
 TO Filter - Lever handle to filter position-start pump.  
 TO Backwash (when gauge shows 7-10 psi above starting pressure)  
 Stop pump - lever handle to backwash position-start pump-backwash  
 for 2 to 3 minutes minimum - stop pump-return to "filter" position.  
 For detailed instructions, refer to owner's manual.  
 Designed for swimming pools.  
 Use fresh water only.  
 Not intended for buried installation.

**Ilustración 9 Placa de datos de bomba de Filtro de la Piscina Gildemeister.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Para seleccionar los instrumentos que formarán parte del sistema de monitoreo y supervisión, se toma en cuenta el grado de protección ambiental considerando el ambiente de la sala de bombeo y recirculación que nos muestra la Ilustración 7. Así mismo se consideran los parámetros máximos de presión de proceso indicado por la placa característica de la bomba de filtro mostrada en la Ilustración 8. y las



características de Resolución, Precisión, Repetibilidad y tiempo de respuesta.

<b>Sensor</b>	<b>Modelo</b>	<b>Marca</b>
Turbidez	ATS-K	Kobold
Ph	CPS171D	Endress+Hauser
Cloro Residual	499ACL-01	EMERSON
Nitratos	Viomax CAS51D	Endress+Hauser
Nitritos	S80	ECD

**Tabla 18 Selección final de instrumentos de medición.**

**Fuente: Elaboración propia.**

#### **3.2.5.4 Selección de la Interface Gráfica**

Para la selección de la Interface Gráfica que se usará en el Sistema de Monitoreo y Supervisión se procede a evaluar las características de las interfaces indicadas en la Tabla 4 del capítulo 2 en la cual se puede determinar que NI LabView de National Instruments es un software que ofrece más ventajas que los otros Software debido a que es capaz de integrarse con cualquier controlador o tarjeta de Adquisición de Datos. Así mismo cuenta con la capacidad de realizar reportes en hojas de cálculo o documentos para llevar un registro sobre la calidad del agua de la piscina estudiada.

#### **3.2.5.5 Requerimientos del Equipo de Adquisición de Datos**

Para obtener los requerimientos mínimos del equipo de adquisición de datos se procede a evaluar la cantidad de instrumentos a utilizar y las características de los instrumentos elegidos en la Tabla 18 para determinar el tipo de entrada analógica del equipo.

Para determinar el tipo de alimentación del equipo, es necesario considerar que la señal eléctrica en la sala de Sistema de bombeo y recirculación de agua no se encuentra estabilizada según la visita realizada sobre las instalaciones por lo que la existencia de ruido en las

señales que puede afectar el funcionamiento del equipo y los instrumentos de medición.

Finalmente se considera el grado de protección con el que debe contar el equipo debido a las características ambientales presentes en la sala. Tal como se indica en la Ilustración 7.

La siguiente Tabla muestra los requerimientos mínimos que debe tener el equipo de Adquisición de Datos.

<b>Alimentación</b>	24 Vdc
<b>Entradas analógicas</b>	5 (4-20 mA)
<b>Entradas Digitales</b>	2 (24 Vdc)
<b>Puerto comunicación</b>	1
<b>Protección</b>	IP66

**Tabla 19 Requerimientos mínimos del Controlador Lógico Programable.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.2.5.6 Pre-Selección del Equipo de Adquisición de Datos

Los equipos de adquisición de datos pre-seleccionados son los siguientes:

<b>Micro820</b>			
<b>Marca</b>	Allen Bradley	<b>Entradas Digitales</b>	12 (24V dc)
<b>Modelo</b>	2080-LC20-20QWB	<b>Salidas Digitales</b>	7 (Relé)
<b>Comunicación</b>	Ethernet/IP	<b>Entradas Análogas</b>	4 (0-10 V)
<b>Alimentación</b>	220 Vac / 24Vdc	<b>Memoria de trabajo</b>	50 Kb
<b>Entradas Analógicas (módulo enchufable)</b>		8 (0-10 V / 0/4-20 mA)	

**Tabla 20 Datos técnicos del Controlador Lógico Programable Micro820.**

**Fuente: Elaboración propia.**

<b>S7-1211C</b>			
<b>Marca</b>	Siemens	<b>Entradas Digitales</b>	12 (24V dc)
<b>Modelo</b>	6ES7211-1BE40-0XB0	<b>Salidas Digitales</b>	4 (Relé)
<b>Comunicación</b>	PROFINET	<b>Entradas Análogas</b>	2 (0-10 Vdc)
<b>Alimentación</b>	220 Vac / 24 Vdc	<b>Memoria de trabajo</b>	50 Kb
<b>Entradas Analógicas (módulo enchufable)</b>		8 (2.5, 5, 10 V y 0/4-20 mA)	

**Tabla 21 Datos técnicos del Controlador Lógico Programable S7-1211.**

**Fuente: Elaboración propia.**

<b>NI USB-6000</b>			
<b>Marca</b>	National Instruments	<b>Entradas Digitales</b>	4 (0 – 3.3/5 Vdc)
<b>Modelo</b>	-	<b>Salidas Digitales</b>	-
<b>Comunicación</b>	USB	<b>Entradas Análogas</b>	8 (0-10 Vdc)
<b>Alimentación</b>	4.30 – 5.25 Vdc	<b>Memoria de trabajo</b>	-

**Tabla 22 Datos técnicos de la tarjeta de adquisición de datos NI USB-6000.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.2.5.7 Selección del Equipo de Adquisición de Datos**

Evaluando las características de los instrumentos de medición de calidad fisicoquímica del agua para uso de piscinas y los requerimientos mínimos de la Tabla 19, se optó por el Controlador Lógico Programable debido a que cuenta con una interface de comunicación abierta en Ethernet/IP, tiene la posibilidad de adicionar módulos enchufables para tener señales de entradas analógicas de 4 a 20 mA y su alimentación es realizada mediante una fuente de 24 Vdc para filtrar cualquier ruido presente en la señal eléctrica.

En la Tabla 23 se muestra el modelo del equipo de adquisición de datos seleccionado.

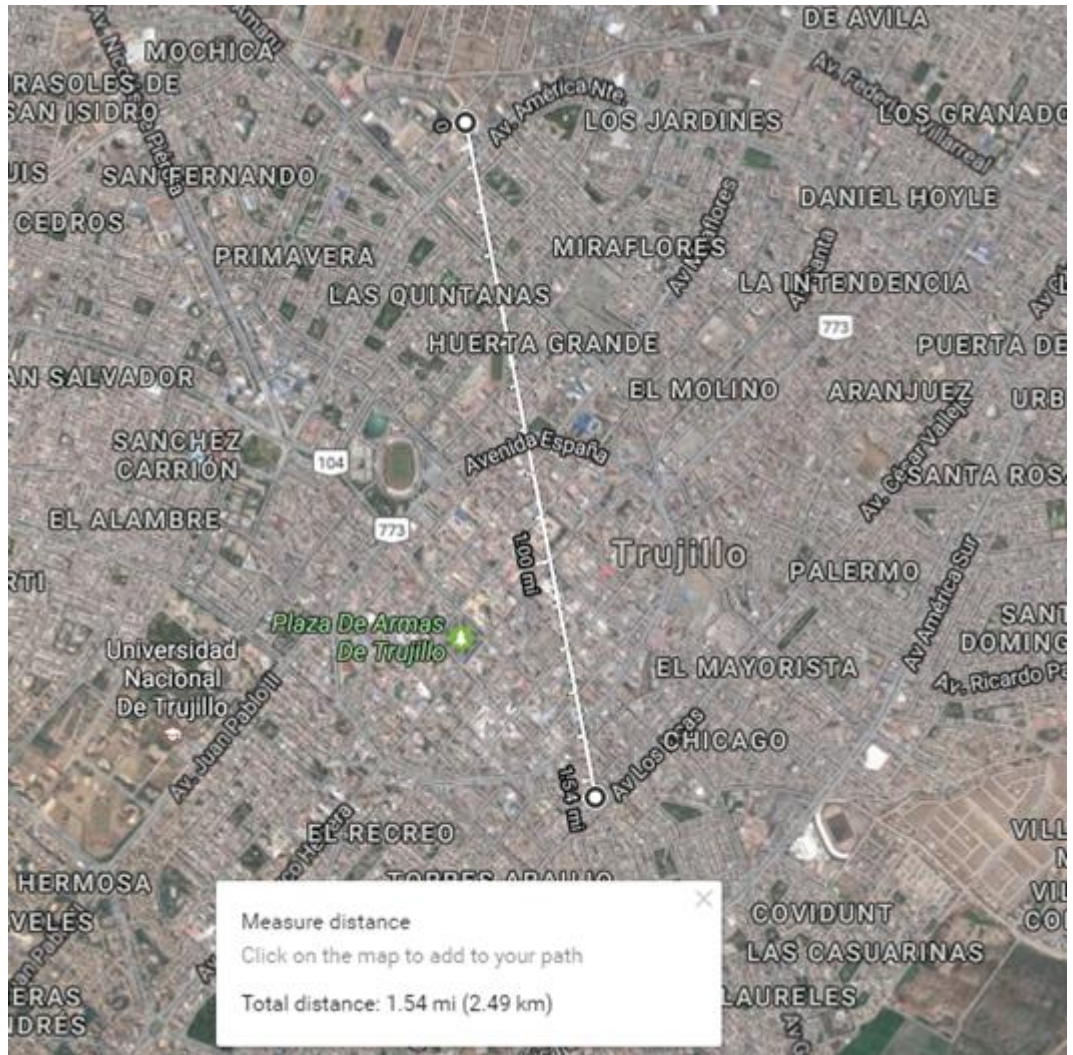
<b>Equipo</b>	<b>PLC</b>
Marca	Allen Bradley
Modelo	Micro 820
Serie	2080-LC20-20QWB

**Tabla 23 Selección final del equipo de adquisición de datos.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.2.5.8 Requerimientos de los Medios de Transmisión**

De acuerdo con la aplicación de servicio de mapeo web se obtiene la distancia promedio existente entre la piscina Gildemeister, ubicada en la intersección de las calles Almagro, Túpac Yupanqui y Av. Los Incas de la ciudad de Trujillo, y la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental Trujillo, ubicada en la Avenida Teodoro Valcárcel 1198 de la misma ciudad. La Ilustración 3 muestra la distancia promedio entre ambos puntos.



**Ilustración 9** Distancia promedio entre la piscina y el organismo regulador.

**Fuente:** Google Maps.

### **3.2.5.9 Pre-Selección del equipo de Transmisión**

Se procede a pre-seleccionar los equipos de transmisión que formarán parte del sistema de monitoreo y supervisión, evaluando las características de los medios de transmisión inalámbricas de la Tabla 3 del capítulo 2 y la distancia registrada por la aplicación de servicio de mapeo web (Google Maps)

Las tablas 24 y 25 muestran las características técnicas de los equipos de transmisión pre-seleccionados.

<b>RLX2 – IHNF</b>			
<b>Marca</b>	Prosoft Technology	<b>Protocolo</b>	Ethernet/IP
<b>Estándar</b>	802.11abgn	<b>Alcance</b>	3.2 Km.
<b>Frecuencias</b>	2.412 GHz – 5.850 GHz	<b>Técnica</b>	Espectro Amplio
<b>Velocidad</b>	300 Mbps	<b>Antena</b>	Conector RP – SMA

**Tabla 24 Datos técnicos del equipo de transmisión RLX – IHNF.**

**Fuente: Elaboración propia.**

<b>245U-E</b>			
<b>Marca</b>	ELPRO	<b>Protocolo</b>	Ethernet/IP
<b>Estándar</b>	802.11b/g	<b>Alcance</b>	10 Km.
<b>Frecuencias</b>	2.4 GHz – 5 GHz	<b>Técnica</b>	Espectro Amplio
<b>Velocidad</b>	108 Mbps	<b>Antena</b>	Conector SMA

**Tabla 25 Datos técnicos del equipo de transmisión 245U-E.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

### **3.2.5.10 Selección del equipo de Transmisión**

Evaluando las características y prestaciones de los equipos de transmisión pre seleccionado, se optó por elegir al equipo RLX2-IHNF debido a que cuenta con una mayor velocidad de envío de datos y un estándar de comunicación más abierto a poder trabajar con diferentes tarjetas de red como lo es el estándar 802.11abgn.

La siguiente tabla muestra el equipo de transmisión seleccionado.

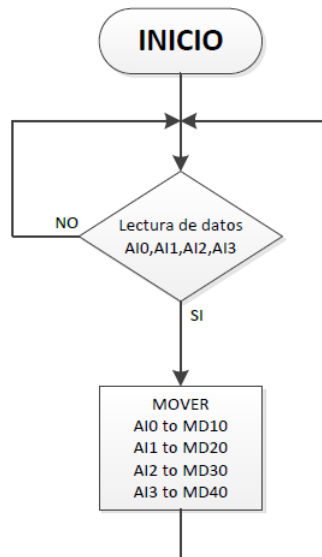
<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>
Emisor	RLX2-INHF
Receptor	RLX2-INHF

**Tabla 26 Selección final de equipo de transmisión inalámbrica.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 3.2.5.2 Programación del Controlador Lógico Programable

La siguiente Ilustración muestra el diagrama de flujo de la programación realizada sobre el controlador lógico programable seleccionado.



**Ilustración 10 Diagrama de flujo de la programación en el controlador seleccionado.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

### 3.2.5.3 Programación de la Interfaz Gráfica

La Ilustración 11 muestra el diagrama de flujo de la interface en NI LabView.

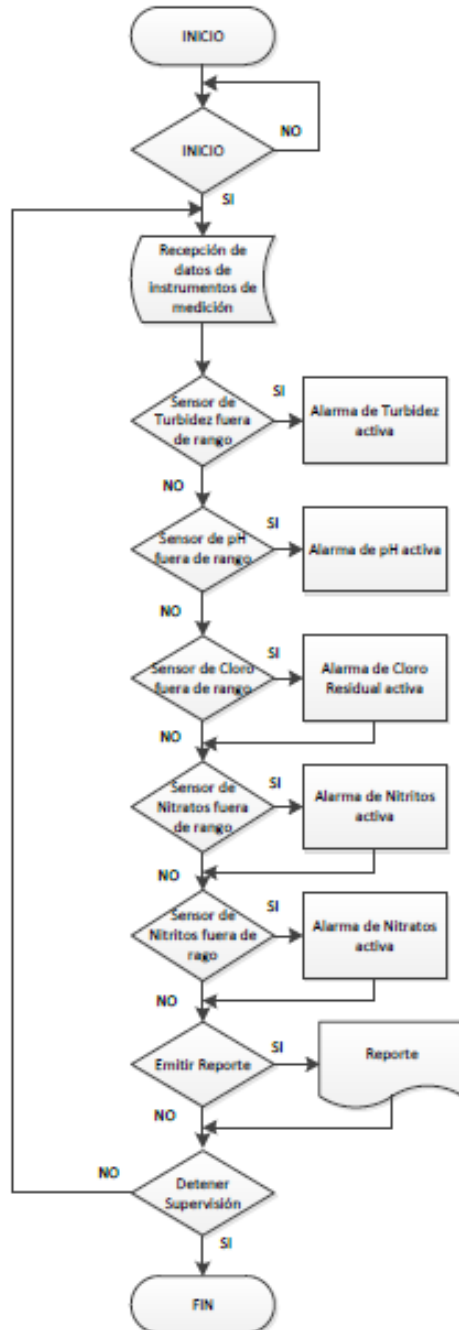


Ilustración 11 Diagrama de flujo de la Programación de la Interface Gráfica.

Fuente: Elaboración Propia.



### 3.2.6 Técnicas de análisis de datos

#### 3.2.6.1 Simulación de los Sensores de Medición

Para la simulación de los datos se realizó un programa en NI LabView tomando como consideración las mediciones de turbidez, ph, cloro, nitratos y nitritos. Así mismo se ha considerado el rango de trabajo de cada instrumento seleccionado.

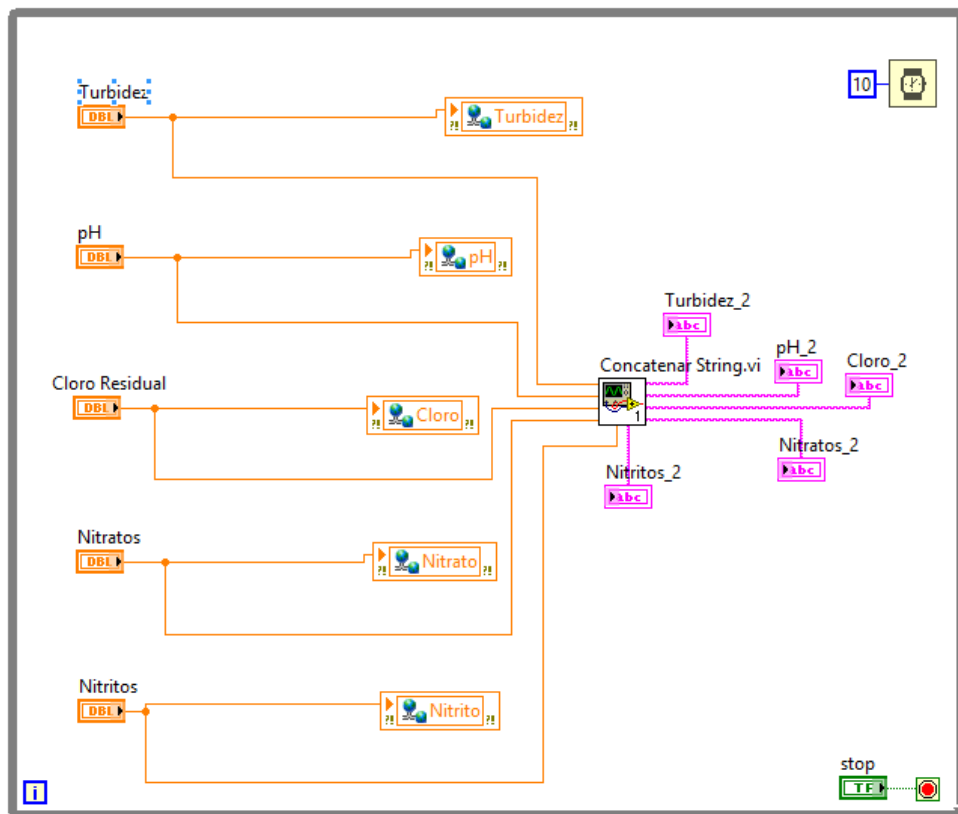
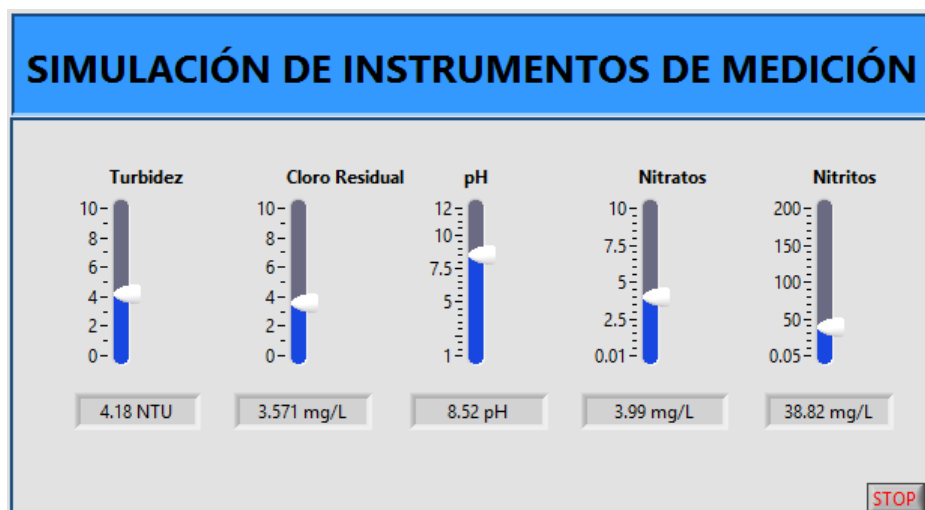


Ilustración 12 Programación de la Simulación de los sensores de medición del Sistema.

Fuente: Elaboración Propia.

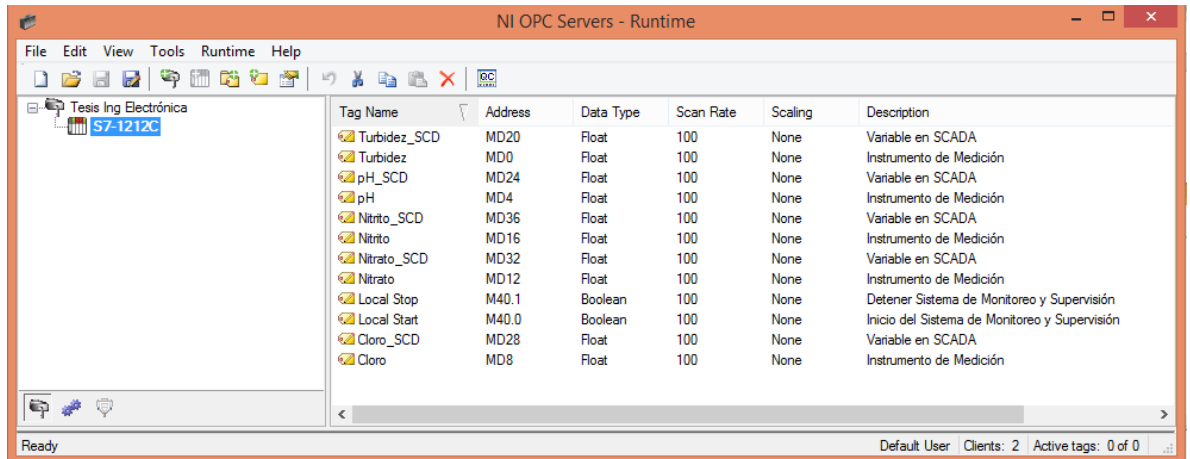


**Ilustración 13** Panel Frontal de la Simulación de Instrumentos de Medición.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **3.2.6.2 Adquisición y Envío de datos de los sensores de medición**

Para realizar el envío y adquisición de datos, se realizó un almacenamiento y enlace de datos mediante el programa NI OPC Servers de National Instruments. Se crearon variables de tipo Double Word tanto para simular los instrumentos creados en y realizar la adquisición de datos hacia el PLC, así como para realizar el envío de datos desde el PLC hacia el Sistema de Monitoreo y Supervisión desarrollado en la misma plataforma gráfica.



**Ilustración 14** Ventana de Programa NI OPC Servers con las variables de enlace creadas.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.2.6.3 Simulación del Sistema de Monitoreo y Supervisión

Para realizar la simulación del Sistema de Monitoreo y Supervisión se realizó la integración del programa elaborado para simular los instrumentos de medición, así como el servidor NI OPC Servers. Así mismo se realizó la programación del Programador Lógico Programable seleccionado para poder establecer la conexión y envío de datos de los instrumentos de medición simulados y la interface de visualización desarrollada en Ni LabView tal como se muestra en la Ilustración 55.



**Ilustración 15 Simulación de Sistema de Monitoreo y Supervisión.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

## RESULTADOS

4.1. Determinar los requerimientos y seleccionar los instrumentos para la medición de la calidad fisicoquímica del agua para la piscina.

De acuerdo con los parámetros mínimos indicados en la resolución 52 del Decreto Supremo N° 007-2003-SA y a las hojas técnicas de los equipos utilizados en el Sistema de bombeo, recirculación y filtrado, se obtuvo los requerimientos mínimos para la selección de los Instrumentos.

Parámetro del Instrumento	Requerimiento
Turbidez	$\leq 5$ NTU
Ph	pH 6.5 a 8.5
Cloro	0.4 a 1.2 mg/L
Nitratos	$\leq 50$ mg/L
Nitritos	$\leq 3$ mg/L
Presión de Proceso	$< 2.5$ Bar
Temperatura de Proceso	$< 40$ °C
Protección mínima	IP65

**Tabla 27 Requerimientos de los Instrumentos de medición de la calidad físico química del Agua para uso de Piscinas.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

Los requerimientos mínimos y las características técnicas de los instrumentos de medición tales como precisión, resolución, tiempo de respuesta y exactitud permitieron la selección de los instrumentos de medición que formarán parte del Sistema de Monitoreo y Supervisión.

Sensor	Modelo	Marca
Turbidez	ATS-K	Kobold
Ph	CPS171D	Endress+Hauser
Cloro Residual	499ACL-01	EMERSON
Nitratos	Viomax CAS51D	Endress+Hauser
Nitritos	S80	ECD

**Tabla 28 Selección de instrumentos de medición.**

**Fuente: Elaboración propia.**

4.2. Determinar los requerimientos y seleccionar el equipo de adquisición de datos para realizar la integración del sistema de monitoreo y supervisión de la calidad fisicoquímica del agua hacia la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad.

Con base al número y las hojas técnicas de los instrumentos utilizados en el Sistema de bombeo, recirculación y filtrado, se obtuvo los requerimientos mínimos para la selección del equipo de adquisición de datos. Así mismo se tuvo como consideración la visita realizada en las instalaciones en la cual se evidenció variaciones en la señal eléctrica de la sala de bombeo, recirculación y filtración.

<b>Alimentación</b>	24 Vdc
<b>Entradas analógicas</b>	4 (4-20 mA)
<b>Entradas digitales</b>	2 (24 Vdc)
<b>Puerto comunicación</b>	1
<b>Protección</b>	IP66

**Tabla 29** Requerimientos mínimos del equipo adquisición de datos.

**Fuente:** Elaboración propia.

Con los requerimientos mínimos obtenidos y en base a las hojas técnicas, se seleccionó el siguiente equipo de adquisición de datos.

<b>Equipo</b>	<b>PLC Micro 820</b>	<b>Módulo enchufable</b>	<b>Fuente de Voltaje</b>
Marca	Allen Bradley	Allen Bradley	Allen Bradley
Serie	Micro 820	2085-IF08	280-PS120-240 VCA

**Tabla 30** Selección del equipo de adquisición de datos y módulos requeridos.

**Fuente:** Elaboración propia.

4.3. Determinar el equipo de transmisión de datos para el sistema de monitoreo y supervisión remoto.

Con base a la distancia requerida entre la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad y la piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo, el análisis entre las tecnologías inalámbricas, así como como las características técnicas de los equipos de transmisión datos se seleccionó el siguiente equipo.

<b>Equipo</b>	<b>Radio Wireless</b>
Marca	Prosoft
Modelo	RLX2-INHF

**Tabla 31 Selección del equipo de transmisión inalámbrica.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

4.4. Realizar la simulación del sistema de monitoreo y supervisión remoto de la calidad fisicoquímica del agua para la Piscina Gildemeister de la ciudad de Trujillo.

De la simulación se comprueba que el Sistema de Monitoreo y Supervisión cumple con los requerimientos otorgados por la Dirección Regional de Salud La Libertad. Se ha realizado la simulación considerando los rangos de medidas y la resolución de los instrumentos. Así mismo se han adicionado indicadores que alertan al supervisor y un botón para generar los reportes desde el momento que se ha iniciado la supervisión remota hasta una vez detenida por el supervisor si lo desea.

Cabe indicar que por motivos de simulación no se ha considerado el tiempo de respuesta de cada instrumento ya que este sistema trabaja de manera secuencia lo que produciría un alargamiento de tiempo entre cada muestra. La siguiente Ilustración muestra el reporte generado por el Sistema de Monitoreo y Supervisión.



Autoguardado Reporte lunes, 20 de... Inic. ses.

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos ¿Qué des

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Celdas Edición

l16

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD LA LIBERTAD					
FECHA:	20/11/2017	INICIO:	12:05:26 a.m.	FINAL:	12:06:10 a.m.
	<b>Turbidez</b>	<b>pH</b>	<b>Cloro</b>	<b>Nitratos</b>	<b>Nitritos</b>
	3.57	0.00	0.0000	0.00	0.00
	5.92	0.00	0.0000	0.00	0.00
	5.92	5.16	0.0000	0.00	0.00
	5.92	6.24	7.1429	0.00	0.00
	5.92	6.14	7.1429	3.37	1.48
	5.99	7.98	7.1429	3.37	2.48
	5.92	6.15	7.1736	3.37	3.48
	5.92	7.15	8.1736	3.37	4.48
	5.92	8.64	9.1736	3.37	5.48
	5.96	9.15	10.1798	3.37	6.48
	6.96	10.25	11.1736	3.37	7.48
	7.96	11.15	12.1784	3.37	8.48
	8.96	6.16	13.1736	3.37	7.48
	5.92	8.16	14.1736	3.37	6.48

DATOS

Listo 100%

**Ilustración 16** Reporte generado por del Sistema de Monitoreo y Supervisión.  
**Fuente:** Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

De los resultados obtenidos, se logra realizar una selección adecuada de los equipos que forman parte del Sistema de Monitoreo y Supervisión de la Calidad físico química de la piscina Gildemeister cumpliendo con cada uno de los requerimientos indicados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y el Ministerio de Salud (MINSA) así como los del proceso (bombeo, filtro y recirculación). Cabe indicar que es posible realizar la medición de más parámetros de calidad de agua para piscinas como las características organolépticas (color y olor) para así tener un análisis completo del estado del agua. Así mismo se logra comprobar que el sistema es capaz de realizar un análisis en tiempo real de los parámetros indicados. Sin embargo, todos los equipos e instrumentos que forman parte del sistema deben tener un mantenimiento predictivo o preventivo para garantizar de esta manera su correcto funcionamiento y tiempo de vida. La frecuencia de cada tipo de mantenimiento dependerá de cada uno de los equipos e instrumentos por lo que durante esos periodos es posible que el Sistema no sea capaz de monitorizar todos los parámetros. Finalmente se resalta que los estudio, análisis y calificaciones del órgano regulador también están basados en supervisar la arquitectura del establecimiento, la higiene de los ambientes y el dimensionamiento adecuado de la piscina por lo que es necesario siempre realizar las visitas necesarias por parte de los entes reguladores a la piscina.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

- Se logró identificar los requerimientos mínimos de cada uno de los equipos e instrumentos del sistema de acuerdo a los parámetros mínimos exigidos por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y el Ministerio de Salud (MINSA) así como las características del proceso de bombeo, recirculación y filtrado.
- Se logró hacer una selección de los equipos e instrumentos del sistema de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos y a sus características técnicas.
- Los instrumentos del sistema propuesto cumplen con los rangos estipulados por el Decreto Supremo N° 007-2003-SA así como con las condiciones del proceso de bombeo, filtrado y recirculación de la piscina.
- El Sistema de Monitoreo y Supervisión de la calidad físico química del agua desarrollada en LabView proporciona a la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental La Libertad una interface intuitiva y amigable, Así mismo le permite exportar los datos recogidos a un archivo excel para que pueda realizar el análisis de los datos o tendencias.

## **CAPÍTULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

## RECOMENDACIONES

- Es posible incorporar a la lista de parámetros de medición las características organolépticas para tener un estudio y análisis completo de la calidad de agua de la piscina.
- En caso de replicar este sistema en las demás piscinas de la localidad o provincia, es aconsejable realizar un levantamiento de información en el sistema de bombeo, recirculación y filtrado de cada piscina para hacer una selección de los equipos e instrumentos de una manera certera. Así mismo es necesario realizar la medición de la distancia entre el organismo regulador y cada centro para determinar el equipo y /o medio de comunicación para establecer la conexión en ambas partes.
- Es necesario contar con un servidor independiente para así recoger los datos de cada una de las piscinas estudiadas sin inconvenientes debido falta de capacidad de memoria de trabajo.
- Es necesario dar un mantenimiento adecuado a cada uno de los equipos presentes en el sistema, Así mismo se deberá contar con instrumentos patrón certificados para realizar la calibración de los instrumentos y así garantizar las mediciones de los parámetros sincronizados hacia los órganos reguladores,

## **CAPÍTULO VIII**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Areny, R. P. (2003). *Sensores y acondicionamiento de señal*. Editorial Marcombo.
- Berger, H. (2013). *Automating with SIMATIC* (quinta ed.). Munich: Siemens.
- Chang, R., & Goldsby, K. (2012). *Química* (11 ed.). McGraw-Hill.
- Creus, A. (2011). *Instrumentación Industrial* (Octava ed.). Alfaomega.
- Decreto Supremo N°007-2003-SA. (03 de Abril de 2003). Reglamento Sanitario de Piscinas. *Diario Oficial El Peruano*, pág. 242061.
- Domingo, J., Gámiz, J., Grau, A., & Martínez, H. (2003). *Comunicaciones en el entorno industrial*. Editorial UOC.
- Fraume, N. J., Torres, A. P., & Ramírez-Aza, M. (s.f.). *Abecedario ecológico : la más completa guía de términos ambientales*. Fundación Hogares Juveniles Campesinos.
- Gómez, I. C. (2010). *Saneamiento ambiental*.
- Hauser, E. (s.f.). *Technical Information CCS140 and CCS141 Sensors for free chlorine amperometric membrane-covered sensors for installation in the CCA250 assembly*.
- Hauser, E. (s.f.). *Technical Information ISEmax CAS40D Online measurement of nutrient parameters in*.
- LENNTECH B.V. (s.f.). *LENNTECH*. Recuperado el 18 de Enero de 2017, de <http://www.lenntech.es/nitratos-y-nitritos.htm>
- MINSA. (2010). *Resolución Ministerial*. Lima.
- MINSA. (2011). *Reglamento de Calidad del agua para consumo humano*. Lima.
- MINSA/DIGESA. (2011). *Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo*. Lima.
- Moliner López, F. (2005). *A y B. Bloque Específico*. Sevilla: MAD SL.
- National Instruments. (31 de 10 de 2017). *National Instruments*. Obtenido de <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>
- Ruiz, A., & Molina, J. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Marcombo.

Sánchez, J. A. (2004). *Control Avanzado de Procesos. Teoría y Práctica*. Editorial Diaz de Santos.

Sánchez, Ó. (2007). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*.

Sole, A. C. (2007). *Instrumentación Industrial*. 7ma Edición. Editorial Alfaomega Marbombo.

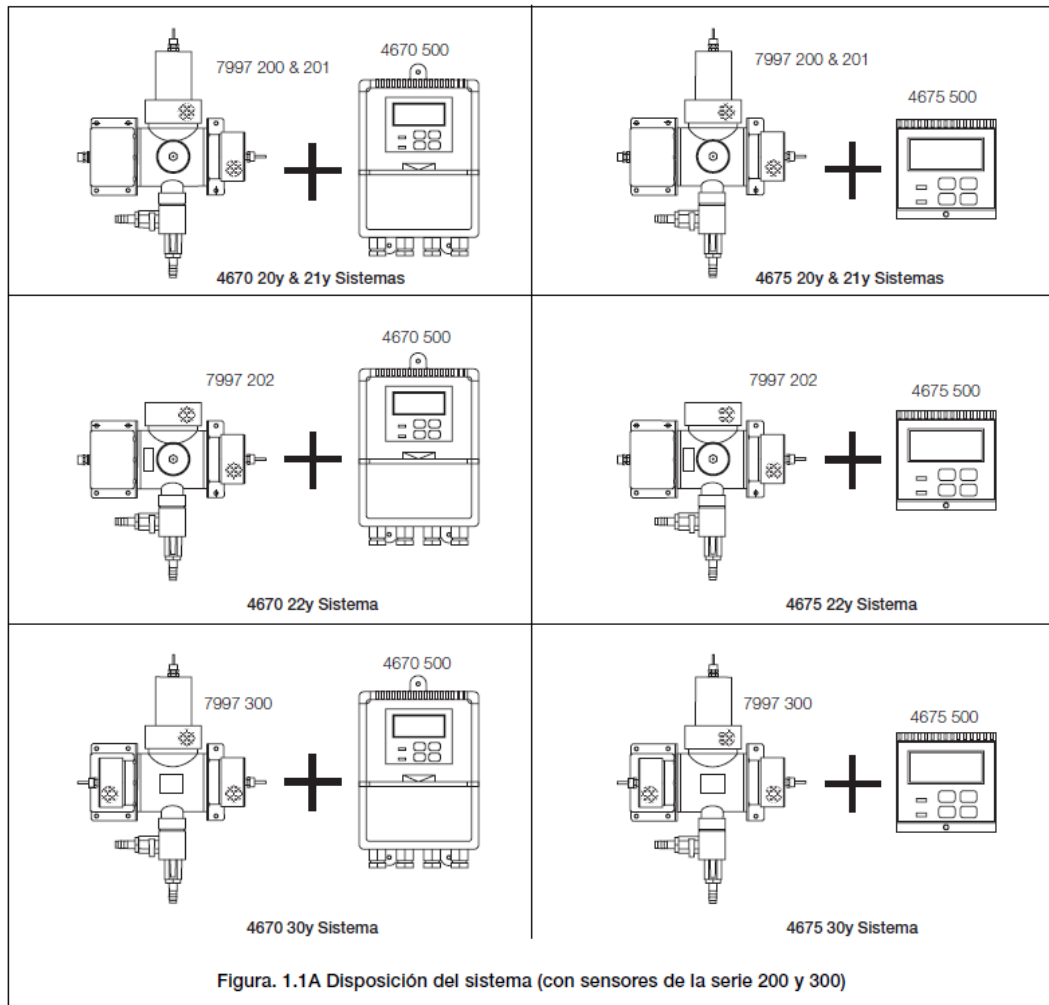
Zhang, P. (2010). *Advanced Industrial Control Technology* (Primera ed.). Oxford: Elsevier.

## **ANEXOS**

# ANEXO 1: Especificaciones equipo ABB 7997-201.

## 1 SISTEMAS DE MEDICION...

### 1.2 Sistemas de Medición de Turbidez – Figura 1.1A y 1.1B



## 8 ESPECIFICACIÓN

### Sensor de turbidez 7997-200

#### Intervalo

Programable de 0...25 NTU a 0...250 NTU y 0...500 mg/l (o partes por millón) \*

#### Medición

Medición de 90 ° de luz difusa. De conformidad con ISO7027

#### Tipo de medición

Lineal basada en formacina

#### Resolución

0,1 NTU

#### Repetibilidad

Mejor que 1 % de intervalo

#### Precisión

±2 % de FSD (limitado por la falta de concreción de los niveles de formacina)  
de 0 a 100 NTU  
±5 % de 100...250 NTU

#### Desviación de la temperatura

0,005 NTU/10 °C

#### Tiempo de respuesta

Varía con la velocidad del flujo, generalmente 90% de cambio de paso en  
2 minutos a 1 l/min

#### Velocidad de flujo

De 0,5 l...1,5 l/min

#### Sistema de limpieza integral

Frecuencia de funcionamiento programable cada 15 minutos, 30 minutos, 45 minutos o en incrementos de 1 hora hasta 24 horas

#### Temperatura de funcionamiento de la muestra

De 0...50 °C

#### Presión de la muestra

Hasta 3 bar

### Sensores de turbidez 7997-201 y 7997-202

#### Intervalo

Programable de 0...1 NTU a 0...30 NTU

#### Medición

Medición de 90 ° de luz difusa. De conformidad con ISO7027

#### Tipo de medición

Lineal basada en formacina

#### Resolución

0,01 NTU

#### Repetibilidad

Mejor que 1 % de intervalo

#### Precisión

±2 % de FSD (limitado por la falta de concreción de los niveles de formacina)

#### Desviación de la temperatura

0,005 NTU/10 °C

#### Tiempo de respuesta

Varía con la velocidad del flujo, generalmente un 90 % de cambio de paso en menos de 45 segundos a 1 l/min

#### Velocidad de flujo

De 0,5 l...1,5 l/min

#### Sistema de limpieza integral (modelo 7997-201 únicamente)

Frecuencia de funcionamiento programable cada 15 minutos, 30 minutos, 45 minutos o en incrementos de 1 hora hasta 24 horas


#### Temperatura de funcionamiento de la muestra

De 0...50 °C

#### Presión de la muestra

Hasta 3 bar

## ANEXO 2: Especificaciones equipo Kobold ATS-K

 <p><b>Zertifiziertes QM-System</b> DIN EN ISO 9001 Zertif.-Nr. 01017</p>	<h3>Turbidity Measurement System</h3> <p>2-beam scattered light technique (11°)</p>		<p>measuring • monitoring • analysing</p>
--	---	---	---

ATS-K



- Measuring range:  
0-25 ... 500 ppm/FTU (0-2.5 ... 50 EBC)
- Measurement accuracy:  
±2% of full scale
- $p_{max}$ : 16 bar;  $t_{max}$ : 100 °C  
(short-time 120 °C)  
optional 150 °C (short-time 170 °C)
- Different connections and nominal sizes
- Material: stainless steel 1.4571
- Analogue output: 4-20 mA
- 3 alarm contacts
- Colour compensated  
(double beam method)
- Good product quality



**Description of Turbidity Sensor**

The model ATS-K is a high precision 2-beam scattered light sensor. It uses the light scattered in the forward direction (11°) and the transmitted light to measure the particles. The sensor is manufactured from stainless steel and has been designed for fitting in process pipework.

The process medium is penetrated by a focussed beam of light. The light scattered by the particles in the medium is sensed by the receiver optics at an angle of 11° by four silicone photodiodes. At the same time the unscattered light is absorbed as transmitted light by another photodiode. Unwanted light can thus be compensated for. Due to the small scattering angle, transmitted light and scattered light practically follow the same path in the medium, which means that product-specific noise variables such as colour or changes in colour of the carrier medium, as well as window soiling can be compensated for. The sensor uses visible (VIS) and near infrared (NIR) light from 400 to 1100 nm.

**Applications**

- Oil in water
- Separator control
- Water in oil
- Filter control
- Particle concentration
- Phase separation
- Quality control
- Crystallisation techniques
- Sedimentation
- Drinking water/waste water
- Gas bubbles

**Technical Details**

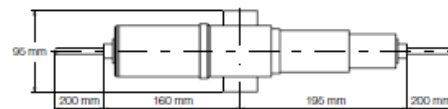
Measuring principle:	2-beam scattered light technique (11°)	
Measuring range:	0-25...500 ppm	
Measurement accuracy:	±2% of set upper range value	
Process temperature:	0...100°C, optional 150°C	
Ambient temperature:	0...40°C	
Process pressure:	16 bar	
Material:	1.4571/316 Ti, optional TFMC	
Seals:	silicone/FPM/EPDM/Kalrez®	
Window:	borosilicate glass, optional sapphire	
OPL (optical path length):	40 mm	
Process connections:	DIN-/ANSI flange/NPT/ pipe thread/ dairy thread	
Nominal sizes:	DN25, DN50, 1", 2"	
Light source:	approx. 3-5 years service life	
Wavelength:	400-1100 nm	
Protection type:	IP65 (optics case V4A)	
Certification:	CE, GS	

**Weight:**

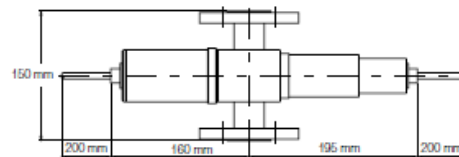
pipe thread, NPT screw thread, dairy thread DN25:	ca. 3.5 kg
dairy thread DN50:	ca. 4.4 kg
1" ANSI flange, DIN flange DN25:	ca. 6.0 kg
2" ANSI flange, DIN flange DN50:	ca. 8.8 kg

**Dimensions [mm]**

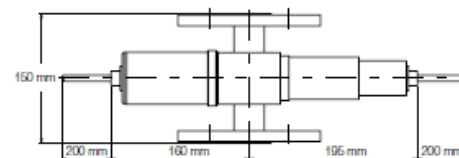
ATS-K 1" pipe thread



ATS-K flange DN25

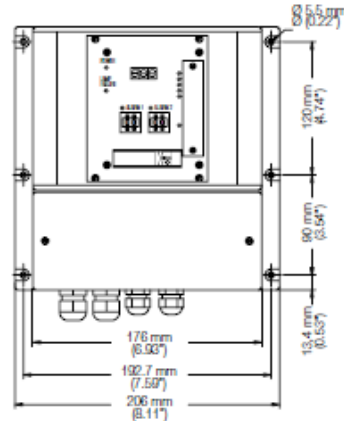


ATS-K flange DN50





Dimensions [mm]  
ATT-K field housing



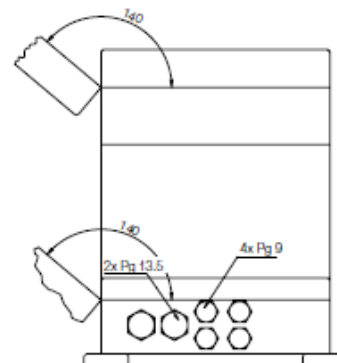
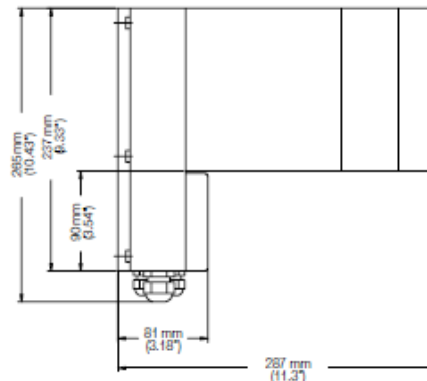
**Function and operation of transmitter**

The transmitted light and scattered light signals generated in the sensor are amplified in the transmitter ATT-K to produce a weighted ratio. The measured variable thus created is proportional to the total volume of particles in the carrier medium.

Two independently adjustable switch points as well as a mA output are available for alarm signalling, or control and regulating. An additional relay output (FAIL-SAFE) signals lamp or system failures. Basic system calibration is carried out as standard in ppm DE (mg infusorial earth/l water). The device may also be calibrated to FTU (Formazine Turbidity Standard) or to EBC (European Brewery Convention) if required.

**Technical Details**

Measuring ranges:	0 - 25 ... 500 ppm 0 - 10 ... 200 FTU 0 - 2.5 ... 50 EBC
Accuracy:	<1% of full scale
Response time (T 90):	1 s
Ambient temperature:	0 ... 50 °C
Panel housing:	HxWxD: 128.4 x 106.3 x 190 mm 19" 3HE, 21 TE (panel mounting) cut-out: 106 x 116 mm
Read-out display:	digital, 3-digits
Alarms:	2 (floating changeover contact)
Alarm setting:	in 1% steps of measuring range
FAIL-SAFE:	floating changeover contact
Cable length:	max. 150 m
Output:	4-20 mA (electrically isolated)
Load:	max. 500 Ω
Power supply:	115/230 V <sub>AC</sub> , 24 V <sub>AC</sub> /V <sub>DC</sub> 47 ... 64 Hz
Power consumption:	30 VA
Protection type:	panel housing IP40 field housing IP66
Certification:	CE, GS
Weight:	approximately 2 kg with field housing 4,1 kg







**Turbidity Measurement System** 2-beam scattered light technique (11°) Model ATS-K, ATT-K, ATK-K

**Order Details Turbidity Sensor ATS-K** (Example ATS-K B S K25)

Model	Window	Seals	Connections
ATS-K..	B = borosilicate glass S = sapphire	S = silicone M = FPM E = EPDM K = Kalrez®	K25 = 1" pipe thread N25 = 1" NPT F25 = flange DN 25 (DIN 2633) F50 = flange DN 50 (DIN 2633) A25 = 1" ANSI flange 150 lbs RF A50 = 2" ANSI flange 150 lbs RF L25 = dairy thread DN 25 (DIN 11850) L50 = dairy thread DN 50 (DIN 11850) C25 = TFMC flange DN 25 (DIN 2576) C50 = TFMC flange DN 50 (DIN 2576)

A complete turbidity measurement system comprises of turbidity sensor, transmitter and cable.

**Order Details Transmitter ATT-K** (Example ATT-K S E C 1)

Model	Technique	Housing	Unit	Power supply
ATT-K..	S = 2-beam scattered light technique A = absorption technique	E = panel-mounted housing F = field housing	C = CU (for absorption technique) P = ppm (for scattered light technique) F = FTU (for scattered light technique) E = EBC (for both techniques)	1 = 115/230 V <sub>AC</sub> 2 = 24 V <sub>AC</sub> /V <sub>DC</sub>

**Order Details Cable ATK-K** (Example ATK-K S E)

Model	Technique	Length
ATK-K..	S = 2-beam scattered light technique A = absorption technique	E = length in writing (5 m steps)

**ANEXO 3: Especificaciones equipo Endress+Hauser CPS31D**

## Technical Information

# Memosens CPS31D and Ceratex CPS31

pH electrodes, analog and digital with Memosens technology

For drinking water and swimming pool water

Gel-filled reference system with ceramic diaphragm



#### Application

- Drinking water
- Swimming pool water
- pH compensation for measuring free chlorine

#### Your benefits

- One or three ceramic diaphragms
- Optional salt ring for extended operating life
- Very low level of ion depletion in electrolyte
- Gel filling, no electrolyte refill required
- Can be used up to 4 bar (60 psi) absolute pressure
- Can be used up to 80 °C (176 °F)
- Shaft length 120 mm
- Memosens plug-in head
- ESA or GSA plug-in head

#### Further benefits offered by Memosens technology

- Maximum process safety thanks to non-contact, inductive signal transmission
- Digital data transmission ensures data security
- Very easy to use as sensor-specific data are stored in the sensor
- Recording of sensor load data in the sensor enables predictive maintenance

---

## Function and system design

---

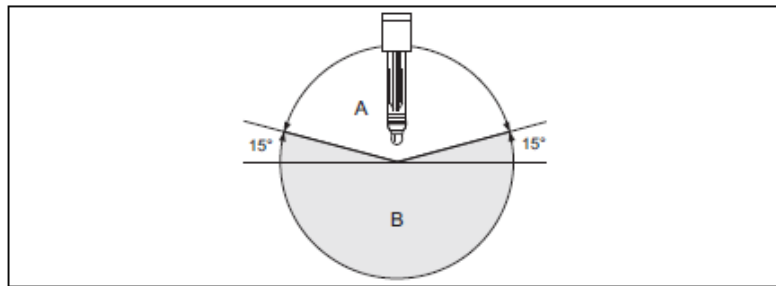
<b>Measuring principle</b>	<p><b>pH measurement</b></p> <p>The pH value is a measure of the acid or base character of a medium. Depending on the pH value of the medium, the electrode's membrane glass provides an electrochemical potential. This is the result of H<sup>+</sup> ions selectively penetrating the outer layer of the membrane. As a result, an electrochemical boundary layer forms here with an electric potential. An integrated Ag/AgCl reference system forms the required reference electrode.</p> <p>The transmitter converts the measured voltage into the corresponding pH value according to the Nernst equation.</p>
<b>General characteristics</b>	<p><b>Durability</b></p> <p>Depending on the version, the electrode can withstand pressures up to 4 bar (60 psi) and temperatures up to 80 °C (176 °F).</p>
<b>Communication and data processing with CPS31D</b>	<p>Measuring system data which digital sensors can save in the sensor include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Manufacturer data</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Serial number</li> <li>- Order code</li> <li>- Date of manufacture</li> </ul> </li> <li>■ <b>Calibration data</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Date of calibration</li> <li>- Calibrated slope at 25 °C (77 °F)</li> <li>- Calibrated zero point at 25 °C (77 °F)</li> <li>- Temperature offset</li> <li>- Number of calibrations</li> <li>- Serial number of the transmitter used to perform the last calibration</li> </ul> </li> <li>■ <b>Operating data</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperature application range</li> <li>- pH application range</li> <li>- Date of initial commissioning</li> <li>- Maximum temperature value</li> <li>- Operating hours at temperatures above 80 °C / 100 °C (176 °F / 212 °F)</li> <li>- Operating hours for very low and very high pH values (Nernst voltage below -300 mV, above +300 mV)</li> <li>- Number of sterilizations</li> <li>- Glass membrane impedance</li> </ul> </li> </ul> <p>The data listed above can be displayed using the Mycom S CPM153, Liquiline M CM42 and Liquiline CM44x transmitters.</p>
<b>Dependability with CPS31D</b>	<p><b>Reliability</b></p> <p>Memosens technology digitizes the measured values in the sensor and transmits them to the transmitter via a non-contact connection in a way that is free from any potential interference. The result:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Automatic error message generation if the sensor fails or the connection between sensor and transmitter is interrupted</li> <li>■ Immediate error detection increases measuring point availability</li> </ul>

## Input

<b>Measured variables</b>	pH value Temperature
<b>Measuring range</b>	pH: 1 to 12 Temperature: 0 to 80 °C (32 to 176 °F)

## Installation

**Installation instructions** Do not install the electrodes upside down. The inclination angle must be at least 15° from the horizontal. A smaller inclination angle is not permitted as it could cause an air bubble to form in the glass sphere and prevent the inner electrolyte from completely wetting the pH membrane.



Electrode installation; angle at least 15° from the horizontal

A Permitted orientation  
B Incorrect orientation

### NOTICE

Before screwing in the electrode, make sure the threaded connection of the assembly is clean and runs smoothly.

- ▶ Hand tighten the electrode (3 Nm)! (Information valid only when installing with Endress+Hauser assemblies.)
- ▶ Also pay attention to the installation instructions provided in the Operating Instructions of the assembly used.

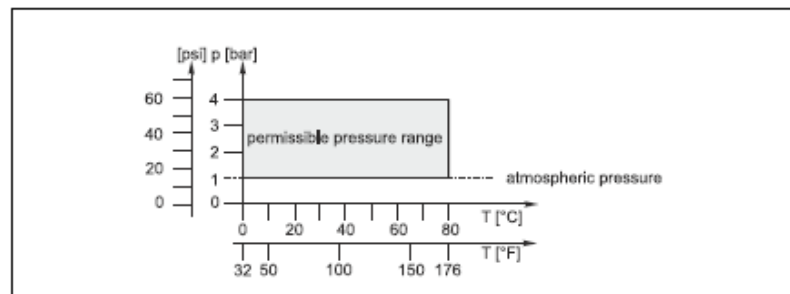
## Environment

Ambient temperature range	<b>NOTICE</b>
	<b>Risk of damage due to frost</b> ▶ The sensor must not be used at temperatures below $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $5\text{ }^{\circ}\text{F}$ ).
Storage temperature	0 to $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (32 to $120\text{ }^{\circ}\text{F}$ )
Degree of protection	IP 67: GSA plug-in head (with closed connector system) IP 68: ESA plug-in head (1 m (3.3 ft) water column, $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $120\text{ }^{\circ}\text{F}$ ), 168 h) IP 68: Memosens plug-in head (10 m (33 ft) water column, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $77\text{ }^{\circ}\text{F}$ ), 45 days, 1 M KCl)

## Process

Process temperature range	0 to $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (32 to $176\text{ }^{\circ}\text{F}$ )
Process pressure (absolute)	1 to 4 bar (15 to 60 psi) <b>CAUTION</b> Sensor is exposed to pressure when used for longer periods under increased process pressure <b>Risk of injury due to glass breakage</b> ▶ Do not apply too much heat to sensors of this type if they are being used under reduced process pressure or under atmospheric pressure. ▶ Wear protective goggles and suitable gloves when handling this type of sensor.

### Pressure-temperature load

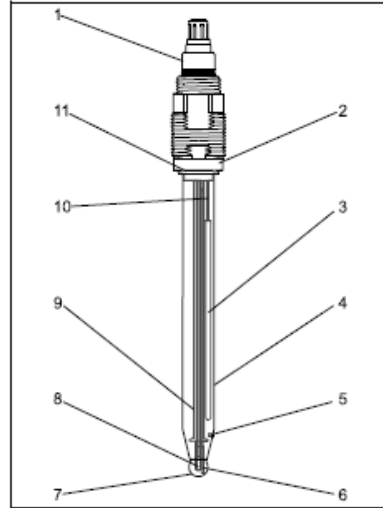


Pressure-temperature load

Minimum conductivity	100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ for 'AC' version (three diaphragms)
----------------------	---

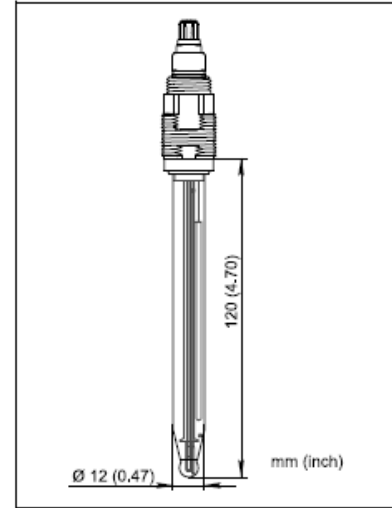
## Mechanical construction

Design, dimensions CPS31



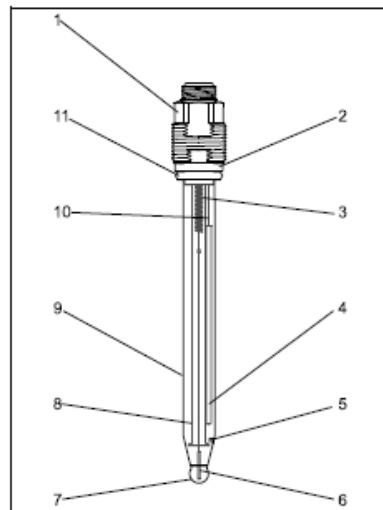
CPS31 with ESA plug-in head

- 1 ESA electrode plug-in head, Pg 13.5
- 2 Pressure ring
- 3 Capillaries
- 4 Shaft tube
- 5 Diaphragm
- 6 Ag/AgCl internal reference lead



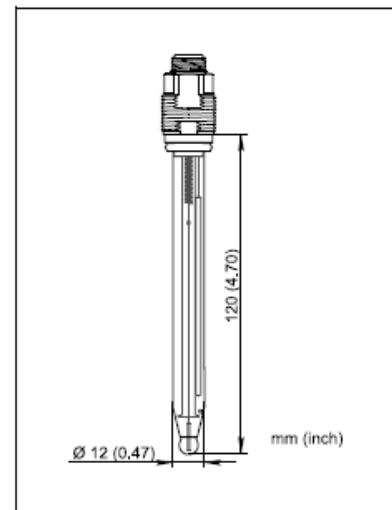
CPS31 with ESA plug-in head

- 7 pH membrane glass
- 8 Temperature probe
- 9 Internal tube
- 10 Leads, external
- 11 O-ring



CPS31 with GSA plug-in head

- 1 GSA electrode plug-in head, Pg 13.5
- 2 Pressure ring
- 3 Compression spring
- 4 Capillaries
- 5 Diaphragm
- 6 Ag/AgCl internal reference lead



CPS31 with GSA plug-in head

- 7 pH membrane glass
- 8 Internal tube
- 9 Shaft tube
- 10 Lead, external
- 11 O-ring

## Technical Information

# Memosens CPS171D

pH electrodes for bioreactors with digital Memosens technology

For biotechnology production processes with ion trap for longtime stable reference



### Application

Hygienic and sterile applications (sterilizable, autoclavable)

- Bioreactor/fermenter
- Biotechnology
- Pharmaceutical industry
- Foods

With the necessary industrial approvals and certificates, e.g. FDA, USP and ATEX/IECEX approval for use in hazardous areas

### Your benefits

- Biocompatibility with regard to cytotoxicity and bioreactivity has been tested successfully
- Documentation to certify compliance with requirements of pharmaceutical industry with serial number of sensor (optional)
- Durable inscription on shaft, verified as non-cytotoxic
- Suitable for CIP / SIP and autoclavable, depending on version up to 140 °C (284 °F)
- Pressurized reference, specially for fermentation processes
- Integrated pressure indicator
- Longtime stable reference with ion trap, resulting in a very long service life, bridging electrolyte free of silver ions
- No change in color of gel
- Ceramic diaphragm
- Integrated temperature sensor for effective temperature compensation
- No materials derived from animals were used in the manufacture of parts in contact with the process media

### Other advantages of Memosens technology

- Maximum process safety thanks to non-contact, inductive signal transmission
- Data security thanks to digital data transmission
- Very easy to use as sensor data saved in the sensor
- Recording of sensor load data in the sensor enables predictive maintenance with the Memobase Plus CYZ71D

## Communication and data processing

### Communication with the transmitter

Always connect digital sensors with Memosens technology to a transmitter with Memosens technology. Data transmission to a transmitter for analog sensors is not possible.

Digital sensors can store measuring system data in the sensor. These include the following:


- Manufacturer data
  - Serial number
  - Order code
  - Date of manufacture
- Calibration data
  - Calibration date
  - Slope at 25 °C (77 °F)
  - Zero point at 25 °C (77 °F)
  - Temperature offset
  - Number of calibrations
  - Serial number of the transmitter used to perform the last calibration
- Operating data
  - Temperature application range
  - pH application range
  - Date of initial commissioning
  - Hours of operation under extreme conditions
  - Number of sterilizations
  - Resistance of glass membrane

The data listed above can be displayed using the Liquiline CM42, CM44x/R and Memobase Plus CYZ71D.



## Input


---

<b>Measured values</b>	pH value Temperature
<b>Measuring range</b>	pH: 1 to 12 pH (measuring range at 0 to 100 °C) / 0 to 14 pH (application) Temperature: 0 to 140 °C (32 to 284 °F)  Please note the process operating conditions.

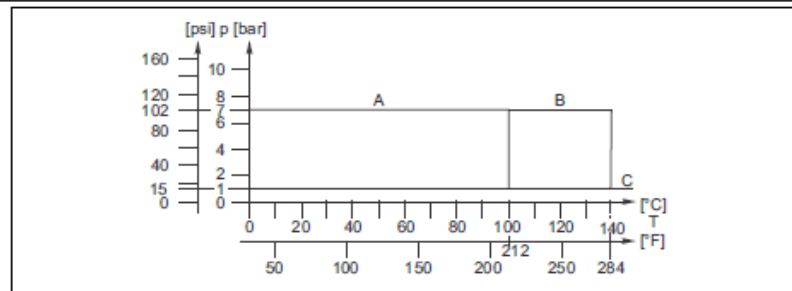
## Environment


Ambient temperature range	<b>NOTICE</b> Risk of damage due to frost ▶ The sensor must not be used at temperatures below 0 °C (32 °F).
Storage temperature	0 to 50 °C (32 to 122 °F)
Degree of protection	IP 68: Memosens plug-in head, (10 m (33 ft) water column, 25 °C (77 °F), 45 days, 1 MKCl)

## Process

Process temperature	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 to 100 °C (32 to 212 °F) (can be sterilized up to 140 °C (284 °F))</li> <li>0 to 135 °C (32 to 275 °F) for sensors with Ex approval</li> </ul>
Process pressure (absolute)	<p>1 to 7 bar (14.5 to 101.5 psi)</p> <p> 0.8 bar (12 psi) abs. possible as a minimum value.</p> <p><b>CAUTION</b> Pressurization of sensor due to prolonged use under increased process pressure Risk of injury from glass breakage ▶ Avoid excessive heating of such sensors if using them under reduced process pressure or under atmospheric pressure. ▶ When handling such sensors, wear protective goggles and suitable gloves.</p>

Pressure temperature load curve



 3 Pressure temperature load curve

- A Continuous operation
- B Short-term for SIP/ autoclaving
- C Atmospheric pressure

Minimum conductivity	Min. 100 µS/cm (at atmospheric pressure, without flow)
----------------------	--

<b>pH range</b>	Measuring range:	1 to 12 pH
	Application range:	0 to 14 pH

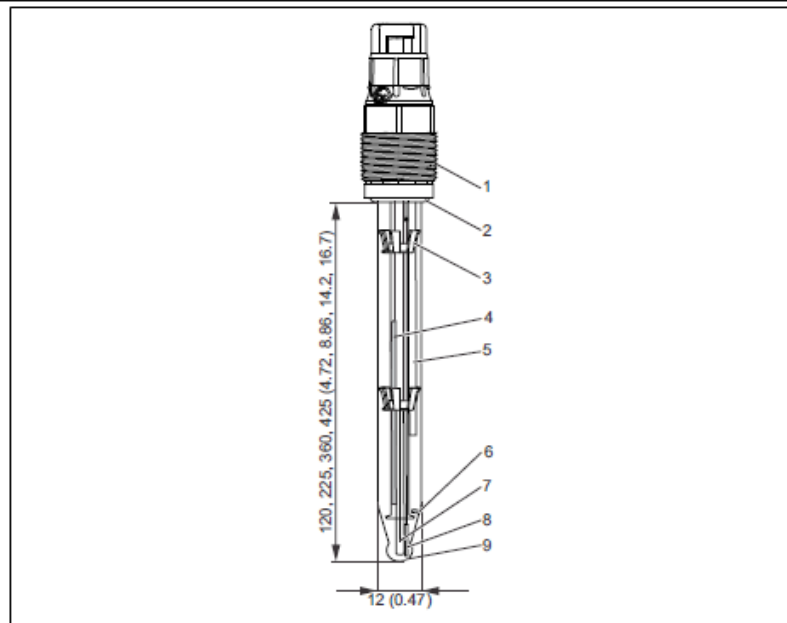
**NOTICE**

**Risk of damage to electrode**

- ▶ Never use the electrode outside of the listed specifications!

## Mechanical construction

**Design, dimensions**



4 CPS171D with Memosens plug-in head

- 1 Memosens plug-in head
- 2 FKM O-ring with thrust collar
- 3 Spacer
- 4 Pressure indicator with air bubble
- 5 Ag/AgCl reference lead with ion trap
- 6 Junction
- 7 Temperature sensor
- 8 Ag/AgCl internal reference lead
- 9 pH membrane

<b>Weight</b>	0.1 kg (0.22 lbs) for a length of 120 mm (4.72 inch)
---------------	--

<b>Materials</b>	Electrode shaft:	Glass to suit process
	pH membrane glasses:	Glass to suit process
	Metal lead:	Ag/AgCl
	Diaphragm:	Ceramic, sterilizable and autoclavable
	Gel:	Bridging electrolyte, non-cytotoxic
Nameplate:	ceramic metal oxide	

<b>Process connection</b>	Pg 13.5
---------------------------	---------

## Specifications

Table 2. Sensor specifications

Free Chlorine Sensor	
Range	0 to 10 ppm (mg/L) as CL <sub>2</sub> . For higher ranges, consult the factory.
Wetted parts	Noryl <sup>1</sup> , Viton <sup>2</sup> , silicone, platinum, and polyethersulfone
Accuracy	Accuracy depends on the accuracy of the chemical test used to calibrate the sensor.
pH range	6.0 to 9.5. For samples having pH between 9.5 and 10.0, consult the factory. Samples with ranges below 6.0 require no pH correction.
pH correction	Use continuous pH correction (requires an auxiliary pH sensor) if sample pH varies more than 0.2 pH (peak to peak). If pH variability is less or seasonal, the pH sensor is generally not required.
Interferences	Peroxides, permanganate, and chloramines
Sample conductivity	>50 µS/cm
Response time	22 sec to 95% of final reading at 25 °C (77 °F)
Pressure	0 to 65 psig (101 to 549 kPa abs)
Temperature	0 to 50 °C (32 to 122 °F)
Process connection	1 Inch MNPT
Electrolyte volume	25 mL (approx.)
Electrolyte life	3 months (approx.): for best results, replace electrolyte monthly.
Cable length (standard Integral cable)	25 ft (7.6 m)
Cable length (maximum)	300 ft (91 m)
Weight/shipping weight	1 lb/3 lb (0.5 kg/1.5 kg)
Sample flow	
Flow through	2 to 5 gpm (3.8 to 19 L/min)
Open channel	1 ft/sec (0.3 m/sec)
Low flow cell (PN 24091-00)	8 to 15 gph (30 to 57 L/hr)
Low flow cell (PN 24901-01)	2 to 5 gph (8 to 19 L/hr)

(1) Noryl is a registered trademark of General Electric.

(2) Viton is a registered trademark of E.I. duPont de Nemours & Co.

Table 3. Low flow cell specifications

PN 24091-00 and 24091-01. PN 24091-01 contains a bubble sweeping nozzle to keep bubbles from accumulating against the membrane. It is intended for samples where high flows are not available. See flow specifications above.	
Wetted parts	Polycarbonate, polyester, 316 stainless steel, and silicone
Process connection	1/4 Inch OD tubing compression fitting or 1/4 Inch FNPT
Maximum pressure	90 psig (722 kPa abs)
Maximum temperature	70 °C (158 °F)

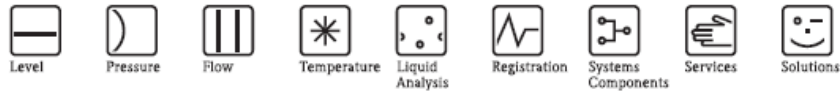
**Note:** The temperature and pressure specifications of the flow cell exceed the specifications for the sensor.

Table 4. Flow-through tee specifications

1-1/2 inch body, PN 23567-00	
Wetted parts	CPVC and Buna N; body is schedule 80 CPVC
Process connection	1-1/2 Inch socket
Maximum pressure	65 psig (549 kPa abs)
Maximum temperature	50 °C (122 °F)
2 inch body, PN 915240-03, 04, 05	
Wetted parts	PVC and Buna N; body is schedule 80 PVC
Process connection	3/4 Inch NFPT, 1 Inch NFPT, or 1-1/2 Inch NFPT
Maximum pressure	60 psig (515 kPa abs)
Maximum temperature	49 °C (120 °F)

Table 5. Valved rotameter specifications

PN 196-898754	
Flow	2 to 10 gph (7.6 to 76 L/hr)
Wetted parts	Polycarbonate, 316 stainless steel, brass, Buna N
Process connection	1/8 Inch NFPT (brass)
Maximum pressure	100 psig (858 kPa abs)
Maximum temperature	54 °C (130 °F)
2PN 939004 for use with low flow cell PN 24091-01	
Flow	0.4 to 5 gph (1.4 to 19 L/hr)
Wetted parts	Acrylic, 316 stainless steel, Viton
Process connection	1/4 Inch NFPT (316 stainless steel)
Maximum pressure	100 psig (858 kPa abs)
Maximum temperature	65 °C (150 °F)



## Technical Information

# Chloromax CCS142D

Digital sensor with Memosens technology for determining free chlorine  
 Membrane-covered amperometric sensor for process and drinking water applications



### Application

Oxidants such as chlorine or inorganic chlorine compounds are used to disinfect water. They must be dosed immediately, depending on the operating conditions. If the concentrations are too low, this could jeopardize the disinfection process. On the other hand, concentrations which are too high can cause corrosion, skin irritation and affect the taste of the water. The CCS142D chlorine sensor is used to measure free chlorine in the following areas:

- Drinking water
- Process water
- Industrial water treatment


### Your benefits

- Sensor with digital signal processing:
  - Not sensitive to electromagnetic interference thanks to digital communication with the transmitter
  - Calibration data saved in the sensor, making it possible to calibrate at any transmitter or location and install subsequently at the measuring point
- Ultimate measuring reliability:
  - Measurement practically independent of the flow at flow velocities above 15 cm/s (~0.5 ft/s)
  - Long calibration and maintenance intervals
  - No change in measured value in the event of fluctuations in conductivity
- Membrane-covered sensor, therefore:
  - Easy membrane replacement thanks to prefabricated membrane head
  - Minimum maintenance
- Zero-point calibration not required. No complex installation of an activated carbon filter, as found with open chlorine sensors

## Input

Measured variable	Free chlorine: hypochlorous acid (HOCl)
Measuring range	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS142D-A: 0.05 to 20 mg/l Cl<sub>2</sub> (25°C / 77°F), pH 7.2)</li> <li>■ CCS142D-G: 0.01 to 5 mg/l Cl<sub>2</sub> (25°C / 77°F), pH 7.2)</li> </ul>
Depolarisation current	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS142D-A: approx. 25 nA per mg/l Cl<sub>2</sub> (25°C / 77°F), pH 7.2)</li> <li>■ CCS142D-G: approx. 80 nA per mg/l Cl<sub>2</sub> (25°C / 77°F), pH 7.2)</li> </ul>

## Performance characteristics

Response time	T <sub>90</sub> < 2 min in applications involving mainly active chlorination
Reference operating conditions	25°C (77°F) pH 7.2
Measured value resolution	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS142D-A: approx. 15 µg/l Cl<sub>2</sub></li> <li>■ CCS142D-G: approx. 5 µg/l Cl<sub>2</sub></li> </ul>
Maximum measured error	1% of measured value
Repeatability	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sensor: ± 1%</li> <li>■ Reference method: depending on version</li> </ul> <p> Note! Calibration standards do not have long-term stability.</p>
Nominal slope	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS142D-A: -25 nA per mg/l</li> <li>■ CCS142D-G: -80 nA per mg/l</li> </ul>
Drift	< 1.5% per month
Polarization time	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS142D-A: Commissioning: 60 min Reoperation: 30 min</li> <li>■ CCS142D-G: Commissioning: 90 min Reoperation: 45 min</li> </ul>
Electrolyte operating time	At average medium concentrations of 1 mg/l Cl <ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS142D-A: &gt; 5 years</li> <li>■ CCS142D-G: &gt; 3 years</li> </ul>

<b>Chlorine intrinsic consumption</b>	At average medium concentrations of 1 mg/l Cl and reference conditions <ul style="list-style-type: none"> <li>■ CCS142D-A: 25 ng Cl per hour</li> <li>■ CCS142D-G: 100 ng Cl per hour</li> </ul>
---------------------------------------	--

## Installation

<b>Installation instructions</b>	<p><b>Flow assembly</b></p> <p>The flow assembly CCA250 is designed for on-site installation of the sensor. In addition to the chlorine or chlorine dioxide sensor, a pH and redox sensor can be installed. A needle valve regulates the flow within the range of 30 to 120 l/h (7.9 to 31.7 US.gal/h).</p> <p>When installing the sensor, note the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ The flow must be at least 30 l/h (7.9 US.gal/h). If the flow drops below this value or stops completely, this can be detected by an inductive proximity switch and an alarm signal plus locking of the dosage pumps can be triggered.</li> <li>■ If the medium is fed back into a surge tank, pipeline or the like, ensure that any generated back pressure on the sensor does not exceed 1 bar (14.5 psi) and remains constant.</li> <li>■ Negative pressure at the sensor, e.g. by feedback of medium to the suction side of a pump, must be avoided.</li> </ul> <p>For further installation instructions, see the operating instructions of the flow assembly.</p> <p><b>Immersion assembly</b></p> <p>Alternatively, the sensor can be installed in an immersion assembly with threaded connection NPT ¼", e.g. CYA611.</p> <p>Please note the following when installing the sensor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hold the sensor securely in position and screw the assembly handtight onto the sensor. This prevents the cables from twisting and cable rupture.</li> <li>■ To improve the sealing effect, we recommend you wrap a thin PTFE tape around the thread for assemblies with an NPT ¼" thread.</li> </ul> <p>Additional installation instructions can be found in the Operating Instructions for the assembly.</p>
----------------------------------	---

## Environment

<b>Storage temperature</b>	<p>Filled with electrolyte: 5 to 50°C (41 to 122°F)</p> <p>Without electrolyte: -20 to 60°C (-4 to 140°F)</p>
<b>Ingress protection</b>	IP 68 (10 m / 33 ft) water column at 25°C (77°F) during 45 days, 1 mol/l KCl, similar to NEMA 6P



## ANEXO 7: Especificaciones equipo Endress+Hauser ISEmax CAS40D

TI00491C/07/EN/02.14  
71263633

Products

Solutions

Services

# Technical Information ISEmax CAS40D

Online measurement of nutrient parameters in municipal wastewater treatment plants



Ion-sensitive sensor for continuous measurement of ammonium, nitrate and other ions

### Application

The ion-sensitive sensor works directly in the activated sludge basin of municipal sewage treatment plants without any additional sample conditioning or sample transportation.

A complete measuring system consists of a sensor with electrodes and a transmitter with display and operating elements.

The sensor is used to monitor the ammonium and nitrate content

- in the activated sludge basin
- in the preclarification outlet.

### Your benefits

- Reliable, cost-saving unit:
  - Direct measurement of ammonium or nitrate without costly sample conditioning
  - Optional potassium and/or chloride measurement, also to compensate high concentrations of interference ions
  - pH measurement as standard
  - Low operating costs since no reagent used
- Versatile and flexible:
  - Large measuring range 0.1-1000 mg/l NH<sub>4</sub>-N or 0.1-1000 mg/l NO<sub>3</sub>-N
- Easy-to-use and safe:
  - Installed directly on the basin rim, no measuring container or sample-conveying pump required
  - Minimum maintenance thanks to compressed air cleaning
  - Long electrode service life, membrane cap must be replaced every 6 months approximately
  - Standardized digital communication enables Plug&Play

Endress+Hauser 

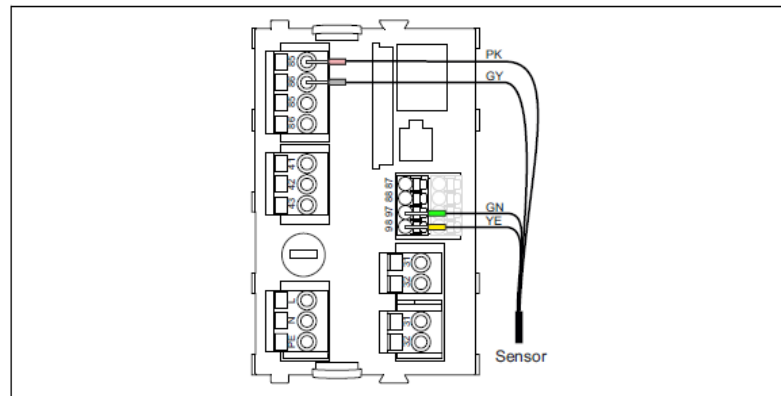
## Input

<b>Measured variables</b>	Depending on version: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ammonium: <math>\text{NH}_4\text{-N}</math>, <math>\text{NH}_4^+</math> [mg/l]</li> <li>▪ Nitrate: <math>\text{NO}_3\text{-N}</math>, <math>\text{NO}_3^-</math> [mg/l]</li> <li>▪ Potassium, <math>\text{K}^+</math> [mg/l]</li> <li>▪ Chloride, <math>\text{Cl}^-</math> [mg/l]</li> <li>▪ pH value</li> <li>▪ Temperature</li> </ul>
---------------------------	--

<b>Measuring ranges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ammonium: 0.1 to 1000 mg/l (<math>\text{NH}_4\text{-N}</math>)</li> <li>▪ Nitrate: 0.1 to 1000 mg/l (<math>\text{NO}_3\text{-N}</math>)</li> <li>▪ Potassium: 1 to 1000 mg/l</li> <li>▪ Chloride: 1 to 1000 mg/l</li> </ul>
-------------------------	--

## Power supply

<b>Electrical connection</b>	<b>Options for connecting to Liquiline CM44x transmitter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M12 connector (version: fixed cable, M12 connector)</li> <li>▪ Fixed cable at the terminal blocks (version: fixed cable, ferrules)</li> </ul>
------------------------------	---



3 Sensor connection

The maximum cable length is 100 m (328 ft).

## Performance characteristics

<b>Response time <math>t_{90}</math> of the ion-selective sensors</b>	< 2 min. For a change between 0.5 and 1 mmol/l in both directions, at 25 °C (77 °F).																									
<b>Maximum measured error</b>	± 5 % of the measured value ± 0.2 mg/l																									
<b>Repeatability</b>	±3 % of the display value																									
<b>Compensation</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensor</th> <th>Temperature</th> <th>pH</th> <th>Potassium<sup>1)2)</sup></th> <th>Chloride<sup>3)4)</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ammonium</td> <td rowspan="4">2 to 40 °C (36 to 100 °F)</td> <td>pH 8.3 to 10</td> <td>1 to 1000 mg/l (ppm)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Nitrate</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>10 to 1000 mg/l (ppm)</td> </tr> <tr> <td>Potassium</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Chloride</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>				Sensor	Temperature	pH	Potassium <sup>1)2)</sup>	Chloride <sup>3)4)</sup>	Ammonium	2 to 40 °C (36 to 100 °F)	pH 8.3 to 10	1 to 1000 mg/l (ppm)	-	Nitrate	-	-	10 to 1000 mg/l (ppm)	Potassium	-	-	-	Chloride	-	-	-
Sensor	Temperature	pH	Potassium <sup>1)2)</sup>	Chloride <sup>3)4)</sup>																						
Ammonium	2 to 40 °C (36 to 100 °F)	pH 8.3 to 10	1 to 1000 mg/l (ppm)	-																						
Nitrate		-	-	10 to 1000 mg/l (ppm)																						
Potassium		-	-	-																						
Chloride		-	-	-																						
	<p>1) The concentration fluctuations, not the absolute value, are decisive</p> <p>2) Recommendation: Use as compensation electrode for potassium concentrations &gt; 40 mg/l in the case of simultaneously fluctuating values of ± 20 mg/l, or apply an offset in the case of non-fluctuating values.</p> <p>3) The concentration fluctuations, not the absolute value, are decisive</p> <p>4) Recommendation: Use as compensation electrode for chloride concentrations &gt; 500 mg/l in the case of simultaneously fluctuating values of ± 100 mg/l, or apply an offset in the case of non-fluctuating values.</p>																									
<b>Max. operating life</b>	Membrane and electrolyte <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Use: approx. 0.5 years</li> <li>▪ Storage: 2 years</li> </ul>																									

<b>Automatic cleaning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cleaning medium: Air</li> <li>▪ Pressure: 3 to 3.5 bar (45 to 50 psi)</li> <li>▪ Volume of air required per cleaning cycle: 3 to 4 l (0.8 to 1 US gal)</li> <li>▪ Cleaning duration: 4 to 15 s</li> <li>▪ Cleaning intervals (at T &gt; 10 °C (50 °F)):               <ul style="list-style-type: none"> <li>Sludge activation inlet: 15 s cleaning, 30 min pause</li> <li>Sludge activation: 15 s cleaning, 1 hr pause</li> </ul> </li> </ul>
---------------------------	---

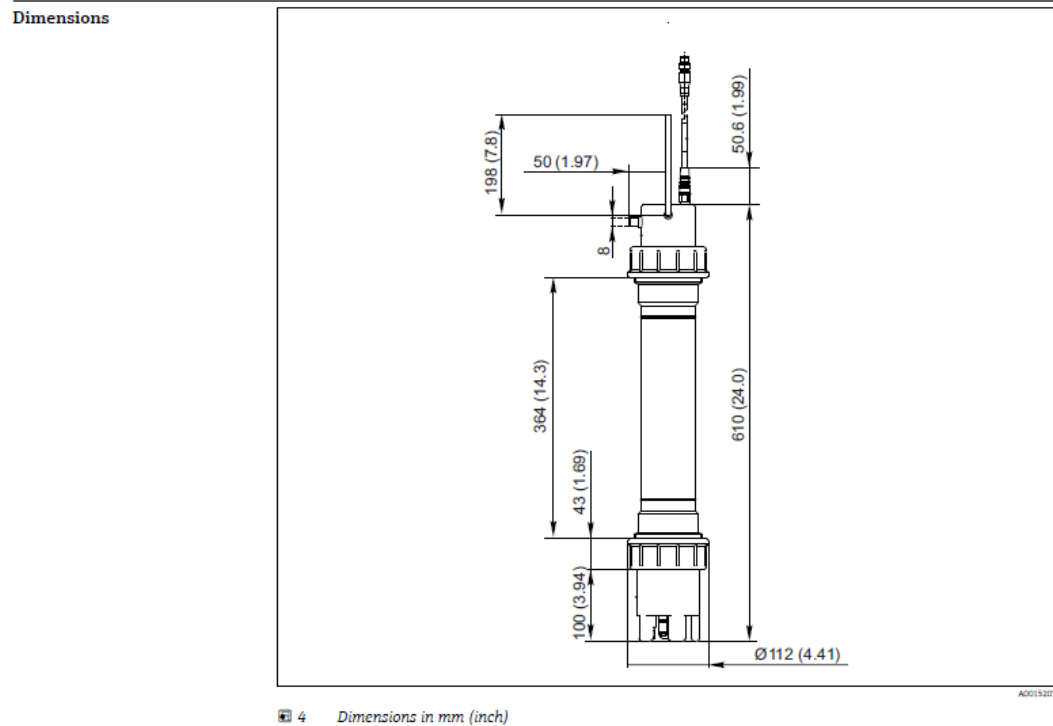
## Environment

<b>Ambient temperature range</b>	-20 to 50 °C (-4 to 120 °F)
<b>Storage temperature</b>	2 to 40 °C (36 to 100 °F)
<b>Degree of protection</b>	IP68 (2 m water column, 25 °C, 48 h)
<b>Electromagnetic compatibility</b>	Interference emission and interference immunity as per EN 61 326, Namur NE21

## Process

<b>Process temperature</b>	2 to 40 °C (36 to 100 °F)
<b>Process pressure</b>	400 mbar (160 inH <sub>2</sub> O) max. permitted overpressure
<b>pH value of the medium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ammonium: pH 5 to 8.3 (without pH compensation) pH 5 to 10 (with pH compensation)</li> <li>▪ Nitrate: pH 2 to 12</li> <li>▪ Potassium: pH 2 to 12</li> <li>▪ Chloride: pH 1 to 10</li> </ul>

## Mechanical construction



<b>Weight</b>	Approx. 3.5 kg (7.7 lbs)
---------------	--------------------------

## ANEXO 8: Especificaciones equipo Endress+Hauser Viomax CAS51D

T100459C/07/EN/14.17  
71368387

Products

Solutions

Services

# Technical Information Viomax CAS51D

Photometric sensor for SAC or nitrate measurement



### Application

#### SAC measurement

- Organic load in WWTP inlet
- Organic load WWTP outlet
- Discharger monitoring
- Organic load in drinking water

#### Nitrate measurement

- Nitrate measurement in natural bodies of water
- Monitoring nitrate content in WWTP outlet
- Monitoring nitrate content in aeration basins
- Monitoring and optimizing denitrification phases

### Your benefits

- Affordable, environmentally friendly product
  - No complicated sampling and treatment
  - Chemical-free measurement

- Low-maintenance
- Data conditioning in the sensor
  - Minimum sensitivity to interference during signal transmission
  - Short response time
- Early, continuous detection of load peaks without delay
- Ready for use thanks to factory calibration
- Standardized communication (Memosens technology) enables 'plug and play'
- Very long maintenance intervals thanks to compressed air cleaning
- Customer calibrations with 1 - 5 points (max.) - in the lab or at place of installation

Endress+Hauser   
People for Process Automation

## Input

<b>Measured values</b>	<b>Nitrate</b> NO <sub>3</sub> -N [mg/l], NO <sub>3</sub> [mg/l] <b>SAC</b> SAC [1/m], COD [mg/l], TOC [mg/l], BOD [mg/l], DOC [mg/l], transmission [%]	
<b>Measuring ranges</b>	CAS51D-**A2 (2 mm gap width)	0.1 to 50 mg/l NO <sub>3</sub> -N 0.4 to 200 mg/l NO <sub>3</sub> Clear water and sludge activation
	CAS51D-**A1 (8 mm gap width)	0.01 to 20 mg/l NO <sub>3</sub> -N 0.04 to 80 mg/l NO <sub>3</sub> Clear water (for a COD (KHP) concentration of up to 125 mg/l and up to 50 FNU turbidity based on the mineral component of kaolin)
	CAS51D-**C1 (40 mm gap width)	SAC 0.1 to 50 1/m COD/BOD 0.15 to 75 mg/l <sup>1)</sup> TOC/DOC 0.06 to 30 mg/l <sup>1)</sup> Clear water, small measuring range, drinking water
	CAS51D-**C2 (8 mm gap width)	SAC 0.5 to 250 1/m COD/BOD 0.75 to 370 mg/l <sup>1)</sup> TOC/DOC 0.3 to 150 mg/l <sup>1)</sup> Clear water, average measuring range, drinking water, WWTP outlet, monitoring of water bodies
	CAS51D-**C3 (2 mm gap width)	SAC 1.5 to 700 1/m COD/BOD 2.5 to 1000 mg/l <sup>1)</sup> TOC/DOC 0.9 to 410 mg/l <sup>1)</sup> Organic load in inlet, discharger monitoring, industrial processes

1) equivalent KHP



The possible measuring range depends to a large extent on the medium characteristics.

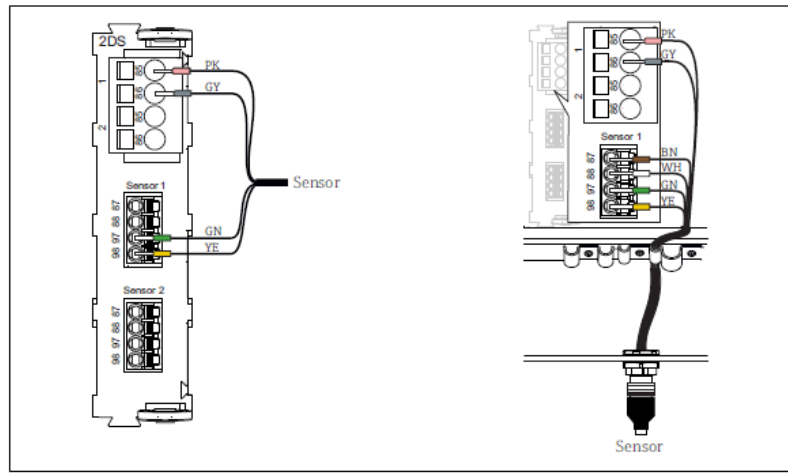
*Empirical values for typical COD measuring ranges*

Inlet of municipal WWTP	0 to 4000 mg/l COD
Inlet from dairy-processing industry	0 to 10 000 mg/l COD
Inlet from chemical industry	0 to 10 000 mg/l COD

## Power supply

You have the following connection options:

- via M12 connector (version: fixed cable, M12 connector)
- via sensor cable to the plug-in terminals of a sensor input on the transmitter (version: fixed cable, end sleeves)



3 Sensor connection to sensor input (left) or via M12 connector (right)

The maximum cable length is 100 m (328 ft).

### Performance characteristics

<b>Reference operating conditions</b>	20°C (68 °F), 1013 hPa (15 psi)	
<b>Measured error<sup>6)</sup></b>	Nitrate	For 0.1 to 50 mg/l NO <sub>3</sub> -N (2 mm cuvette gap): 2 % of full-scale value above 10 mg/l ±0.2 mg/l below 10 mg/l  For 0.01 to 20 mg/l NO <sub>3</sub> -N (8 mm cuvette gap): 2 % of full-scale value above 2 mg/l ±0.04 mg/l below 2 mg/l
	SAC	2 % of full-scale value when measuring with potassium hydrogen phthalate (KHP) as the standard
<b>Repeatability<sup>6)</sup></b>	Nitrate	At least ±0.2 mg/l NO <sub>3</sub> -N
	SAC	0.5 % of end of measuring range (for homogeneous media)
<b>Detection limits</b>	Nitrate	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CAS51D-AAA1 0.003 mg/l NO<sub>3</sub>-N</li> <li>▪ CAS51D-AAA2 0.013 mg/l NO<sub>3</sub>-N</li> </ul>

6) The measured error contains all the uncertainties of the sensor and transmitter (electrode system). It does not contain all the uncertainties caused by the reference material and adjustments that may have been performed.

**SAC**

In relation to the standard potassium hydrogen phthalate (KHP):

- CAS51D-AAC1  
0.045 mg/l COD
- CAS51D-AAC2  
0.3 mg/l COD
- CAS51D-AAC3  
1.5 mg/l COD

**Limits of determination**

**Nitrate**

- CAS51D-AAA1  
0.01 mg/l NO<sub>3</sub>-N
- CAS51D-AAA2  
0.043 mg/l NO<sub>3</sub>-N

**SAC**

In relation to the standard potassium hydrogen phthalate (KHP):

- CAS51D-AAC1  
0.15 mg/l COD
- CAS51D-AAC2  
1.0 mg/l COD
- CAS51D-AAC3  
5.0 mg/l COD

**Long-term drift**

**Nitrate**

Better than 0.1 mg/l NO<sub>3</sub>-N over one week

**SAC**

Better than 0.2 % of end of measuring range over one week

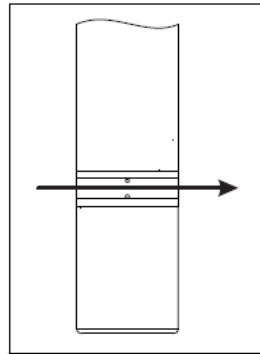
## Installation

**Installation conditions**

**Mounting location**

- ▶ Choose a mounting location that can be easily accessed at a later stage.
- ▶ Ensure that upright posts and fittings are fully secured and vibration-free.
- ▶ Select an installation location that produces a typical nitrate concentration / a typical SAC value for the application in question.
- ▶ Do not install the sensor above aeration discs. Oxygen bubbles may accumulate at the cuvette gap and distort the measured value.

**Installation position**

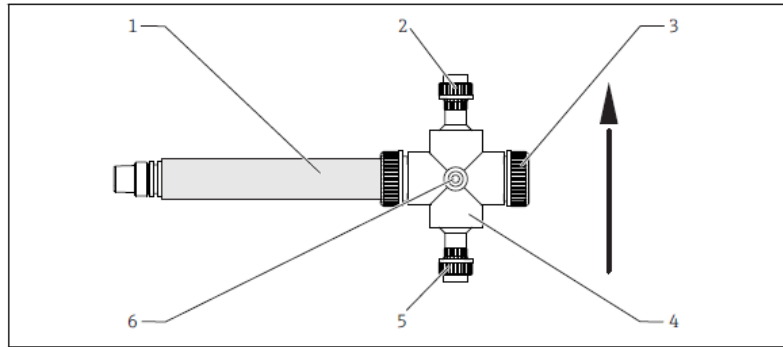


- ▶ Align the sensor so that the cuvette gap is rinsed by means of the flow.

4 Sensor orientation, arrow = direction of flow



Flowfit CYA251 flow assembly



8 Horizontally, in flow assembly CYA251, arrow points in the direction of flow

- 1 Sensor
- 2 Medium outlet
- 3 Cap
- 4 Flow assembly
- 5 Medium inflow
- 6 Rinse connection

## Environment

Ambient temperature range	-20 to +60 °C (-4 to 140 °F)
Storage temperature	-20 to +70 °C (0 to 160 °F)
Degree of protection	IP 68 (1 m (3.3 ft) water column over 60 days, 1 mol/l KCl)

## Process

Process temperature	5 to 50 °C (41 to 122 °F)
Process pressure (absolute)	0.5 to 10 bar (7 to 145 psi) absolute
Minimum flow	No minimum flow required.

## ANEXO 9: Especificaciones equipo WTW NitraVIS 701 IQ NI

# Reagent-free measurement directly in the process

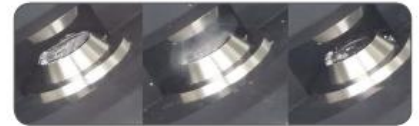
### Innovative spectral measurement technique ...

The optical method of these sensors enables a continuous measurement of carbon- and nitrogen-parameters directly in the medium. For simultaneous measurement of several parameters the information of the whole spectrum is evaluated during the process. At the same time cross-sensitivities of single parameters and interferences such as turbidity are eliminated.



### ... with the unique WTW ultrasonic cleaning system

The integrated ultrasonic source induces oscillation of the measurement windows. The resulting movement of the surface prevents the attachment of dirt and fouling right from the start. This guarantees comparable and reliable measuring results during continuous operation.



Cleaning effect of the WTW ultrasonic cleaning technology

### ... extremely resistant

- Robust materials such as Titanium and Peek down to the last screw
- Integrated shock protection
- Usage even in corrosive media



### Easy handling

- No sample taking and preparation
- No reaction times
- Minimal cleaning effort

### Minimal operational costs

- No routine service necessary
- No use of reagents
- No spare parts such as wipers
- Integrated, maintenance-free ultrasonic cleaning

2

### High measuring accuracy

- Continuous measurement directly in the process
- Optimized referencing for excellent zero point and long term stability
- Compensation of interferences by evaluation of the whole measured spectrum

3

## Technical Data

Measuring principle	Spectral Measurement in the UV-VIS range (200 - 720 nm) / UV range (200 - 390 nm)						
	CarboVis 701 IQ (Ts)	CarboVis 705 IQ (Ts)	NitraVis 701 IQ NI	NitraVis 705 IQ NI	NiCaVis 705 IQ	NiCaVis 701 IQ NI	NiCaVis 705 IQ NI
<b>Applications</b> (municipal wastewater)	influent, aeration, effluent	effluent	influent, aeration, effluent	effluent	effluent	influent, aeration, effluent	effluent
<b>Measuring range</b> (total) *	COD: 0 ... 20,000 mg/l TOC: 0 ... 20,000 mg/l SAC: 0 ... 5,000 m <sup>-1</sup> DOC: 0 ... 12,500 mg/l BOD: 0 ... 8,000 mg/l UVT: 0.0 ... 100.0 %	COD: 0.0 ... 800.0 mg/l TOC: 0.0 ... 500.0 mg/l SAC: 0.0 ... 600.0 m <sup>-1</sup> DOC: 0.0 ... 500.0 mg/l BOD: 0.0 ... 500.0 mg/l UVT: 0.0 ... 100.0 %	NO <sub>2</sub> -N: 0.0 ... 150.0 mg/l NO <sub>2</sub> -N: 0.00 ... 75.00 mg/l	NO <sub>2</sub> -N: 0.00 ... 50.00 mg/l NO <sub>2</sub> -N: 0.00 ... 25.00 mg/l	NO <sub>2</sub> -N: 0.00 ... 50.00 mg/l COD: 0.0 ... 800.0 mg/l TOC: 0.0 ... 500.0 mg/l SAC: 0.0 ... 600.0 m <sup>-1</sup> DOC: 0.0 ... 500.0 mg/l BOD: 0.0 ... 500.0 mg/l UVT: 0.0 ... 100.0 %	NO <sub>2</sub> -N: 0.0 ... 150.0 mg/l NO <sub>2</sub> -N: 0.00 ... 75.00 mg/l COD: 0 ... 20,000 mg/l TOC: 0 ... 20,000 mg/l SAC: 0 ... 5,000 m <sup>-1</sup> DOC: 0 ... 12,500 mg/l BOD: 0 ... 8,000 mg/l UVT: 0.0 ... 100.0 %	NO <sub>2</sub> -N: 0.00 ... 50.00 mg/l NO <sub>2</sub> -N: 0.00 ... 25.00 mg/l COD: 0.0 ... 800.0 mg/l TOC: 0.0 ... 500.0 mg/l SAC: 0.0 ... 600.0 m <sup>-1</sup> DOC: 0.0 ... 500.0 mg/l BOD: 0.0 ... 500.0 mg/l UVT: 0.0 ... 100.0 %
<b>Measuring range suspended solids</b> (optional)	influent: 0.00 ... 15.00 g/l TSS  effluent: 0 ... 4,500 mg/l TSS	effluent: 0.0 ... 900.0 mg/l TSS	—	—	—	—	—
<b>Materials</b>	Housing: Titanium 3.7035, PEEK Window: Sapphire glass						
<b>Pressure Resistance</b>	≤1 bar						
<b>Ambient Conditions</b>	Operating temperature: 32 °F ... 113 °F (0 °C ... +45 °C) Storage temperature: 14 °F ... 122 °F (-10 °C ... +50 °C)						
<b>Flow velocity</b>	≤3 m/s						
<b>pH range</b>	pH 4 ... pH 12						
<b>Dimensions</b>	31.57 x 2.36 in. (802 x 59.9 mm length x diameter)						
<b>Weight</b>	7.8 kg						
<b>Warranty</b>	2 years for defects in quality						

\* The quoted measuring ranges are theoretically possible. In practice, real measuring ranges exist that are given by the limits of photometric determination. The limits are significantly influenced by the light scattering due to solids and the absorption of accompanying substances (sample matrix).

## Ordering information

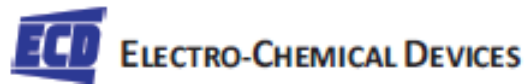
All sensors with integrated WTW ultrasonic cleaning system, multifunctional slide and shock-absorption-rings, without connection cable (SACIQ order separately).

UV-VIS sensors	Description	Order No.
CarboVis 701 IQ	UV-VIS sensor for in-situ measurement of COD, TOC, DOC, BOD, SAC and UVT in the influent, aeration and effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 048
CarboVis 701 IQ TS	UV-VIS sensor for in-situ measurement of COD, TOC, DOC, BOD, SAC, UVT and TSS in the influent, aeration and effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 049
CarboVis 705 IQ	UV-VIS sensor for in-situ measurement of COD, TOC, DOC, BOD, SAC and UVT in the effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 050
CarboVis 705 IQ TS	UV-VIS sensor for in-situ measurement of COD, TOC, DOC, BOD, SAC, UVT and TSS in the effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 051
NiCaVis 705 IQ	UV-VIS sensor for in-situ measurement of Nitrate, COD, TOC, DOC, BOD, SAC and UVT in the effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 052
<b>UV sensors</b>		
NitraVis 701 IQ NI	UV sensor for in-situ measurement of Nitrate and Nitrite in the influent, aeration and effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 056
NitraVis 705 IQ NI	UV sensor for in-situ measurement of Nitrate and Nitrite in the effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 057
NiCaVis 701 IQ NI	UV sensor for in-situ measurement of Nitrate, Nitrite, COD, TOC, DOC, BOD, SAC and UVT in the influent, aeration and effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 054
NiCaVis 705 IQ NI	UV sensor for in-situ measurement of Nitrate, Nitrite, COD, TOC, DOC, BOD, SAC and UVT in the effluent. Optimized for municipal wastewater treatment plants.	481 055

## ANEXO 10: Especificaciones equipo ECD S80.



### Nitrite Ion Sensors



Features	Benefits
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Model S80 Universal Style Sensors</li> <li>• Multiple materials of construction</li> <li>• Integral Signal Conditioner</li> <li>• Replaceable Electrode Cartridge</li> <li>• Dual Channel Analyzers, pH/pION, pION/pION</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insertion, Immersion or Valve Retractable Service</li> <li>• 316 Stainless Steel, Titanium, Hastelloy</li> <li>• Noise free transmission</li> <li>• Simple and Economical Service</li> <li>• Mix and Match your choice of measurements</li> </ul>



Model S80 Sensors  
*Nitrite Ion Sensors*

#### Description

The Model S80 universal sensors provide a stable and economical platform for the in line measurement of pH, ORP, Specific Ion, Dissolved Oxygen, Conductivity or Resistivity. The Model S80 is an insertion or immersion style sensor for use in pipe Tees or on the end of a Stand Pipe for immersion into a tank or pond. The Model S80 is also available as a valve retractable design allowing insertion or removal of the sensor into a pipe without interrupting the process flow. Both sensor designs use easily replaceable electrode cartridges. ECD offers several ion selective electrode cartridges suitable for continuous online measurement.

The Nitrite Ion Electrode is a combination electrode with a sensing element made of a PVC membrane containing an ion exchanger and a double junction reference electrode. The Nitrite Ion Selective Electrode cartridge develops a millivolt potential proportional to the concentration of nitrite ions in the measured solution. The typical output is 50mV to 60mV per decade of change in concentration. The speed of response varies from a few seconds in concentrated solutions up to a few minutes in the lower ppm ranges. The Nitrite ion sensors are used with the Model T80 Transmitter with its dual channel mix and match capabilities. These analyzers will measure nitrate ions from 0.05 ppm to 200 ppm autoranging the display between the ppb, ppm and ppt (parts per thousand) scales.

The Nitrite Ion Electrode is an ion exchange sensor that is selective for nitrite ions but many anions also interact with the sensing membrane. Salicylate, Chlorate, Iodide, Bromide, Chloride and Sulfate all interfere with the measurement. Iodide interacts at 150:1 with nitrate and chloride interacting at 2000 and 3000:1, respectively.

Although the electrode can be used in a pH range of 4 to 8, the optimum pH range for the nitrite electrode is pH 4 to 5. A constant pH must be maintained on both samples and standards.

The sensor is calibrated using two standard solutions differing in concentration by a factor of 10, i.e. 10 ppm and 100 ppm. The calibration sets the slope of the electrode, mV/decade, and the zero potential for the sensor.

The process solution's ionic strength, temperature and pH value may differ widely from the calibration solution. These factors will affect the zero potential of the nitrite sensor causing an offset, but they will typically not affect the slope. To eliminate the offset perform a standardization. Once the sensor has stabilized in the process solution take a grab sample from the process and determine the nitrate ion concentration. Adjust the analyzer to read this laboratory determined value. It is recommended to verify the readings on a weekly basis.

# Nitrite Ion Sensors

## Specifications

### Model S80 Nitrite Sensors

Combination electrode cartridge with a PVC/ion exchange measurement cell and a double junction,  $\text{KNO}_3/\text{KCl}/\text{AgCl}$ , reference electrode, signal conditioner, ATC

### Electrode Slope

$50 \pm 10$  mV per decade of concentration change

### Measurement Range

Nitrite: 0.05 ppm to 200 ppm (4-8 pH)  
 $3.6 \times 10^{-6}$  molar to  $1.4 \times 10^{-2}$  molar  $\text{NO}_2^-$

### Temperature Range

0° C to 40° C (32° F to 104° F)

### Pressure Range

0 - 50 psig (0 - 3.5 barg)

### Response Time

T90 in 120 seconds

### Electrode Life

3 to 6 months

### Interfering Ions

$\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ , I, Br, F,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , Acetate

### Wetted Materials

Radel, epoxy, PVC, PTFE, 316 SS, Viton O-Ring

### Process Connections

S80 Insertion:  $\frac{1}{4}$ " MNPT compression fitting

S80 Valve Retractable: 1" MNPT Ball Valve

### Model T80 Transmitter

General purpose,  $\frac{1}{2}$  DIN, NEMA 4X, 110/220 VAC, 24

VDC or 4-20 mA loop powered, CE Marking, single or

dual channel, (1) or (2) 4-20 mA outputs, optional (3)

Alarm Relays 250 VAC 3 amp, MODBUS RTU

(standard) or HART 7, Auto ranging display, ppb  $\rightarrow$

ppm  $\rightarrow$  pp thousand

Part No.	Model and Product Description
S80-00-0002-0100-081	S80 Nitrite, $\text{NO}_2^-$ insertion style sensor with $\frac{1}{4}$ " 316 SS compression fitting, 316 SS body, $\frac{1}{2}$ " Diameter, x 10" length, 10 ft cable
S80-00-0002-0800-081	S80 Nitrite, $\text{NO}_2^-$ insertion style sensor with $\frac{1}{4}$ " 316 SS compression fitting, 316 SS body, $\frac{1}{2}$ " Diameter, x 10" length, 30 ft cable
S80-01-0131-0110-081	S80 Nitrite, $\text{NO}_2^-$ Valve Retractable Style with 1" Ball Valve Assembly, 316 SS body, $\frac{1}{2}$ " Diameter x 17" length, 10 ft cable
S80-01-0131-0310-081	S80 Nitrite, $\text{NO}_2^-$ Valve Retractable Style with 1" Ball Valve Assembly, 316 SS body, $\frac{1}{2}$ " Diameter x 17" length, 30 ft cable
T80-10-21-00-1	Model T80 Single Channel Transmitter, 110/220 VAC, (1) 4-20 mA outputs, (3) Alarm Relays, UM
T80-11-21-20-1	Model T80 Dual Channel Transmitter, 110/220 VAC, (2) 4-20 mA outputs, (3) Alarm Relays, UM

Part No.	Spare Parts and Accessories Description
2005161.VIT	Nitrite Ion Electrode, Radel body, double junction Teflon Ref, 0.05 ppm - 200 ppm, 0°-40°C
2010474	Nitrite Ion Calibration Solution, 10 ppm, 500 ml
2010475	Nitrite Ion Calibration Solution, 100 ppm, 500 ml
S80-00-0002-0100-075	S80 Chloride, $\text{Cl}^-$ insertion style sensor with $\frac{1}{4}$ " 316 SS compression fitting, 316 SS body, $\frac{1}{2}$ " Diameter, x 10" length, 10 ft cable with Potassium electrode (for Chloride Ion compensated measurement)
2005008.VIT	Chloride Ion Electrode, Radel body, double junction Teflon Ref, 2 ppm -35,000 ppm, 0°-80°C

Specifications subject to change without notice.

### Represented by:

### Electro-Chemical Devices

1681 Kettering

Irvine, California, USA 92614

Phone: +1-949-336-6060

+1-800-729-1333

Fax: +1-949-336-6064

email: sales@ecd.com

web: www.ecdl.com



plon NO2 015



## ANEXO 11: Especificaciones equipo Rockwell Micro820.

### Micro820™ Programmable Logic Controller



Bulletin 2080 Product Profile

#### Features and Benefits

- Features optimized for small standalone machines and remote automation projects
- EtherNet/IP™ for Connected Components Workbench™ programming, RTU applications and HMI connectivity
- Built-in Real Time Clock (RTC) with no battery required
- microSD™ slot for program transfer, datalog and recipe
- Selected models available with removable terminal blocks for easier wiring and installation
- 5 KHz PWM Output for controlling solenoids and valves



The new Allen-Bradley Micro820 20pt controller is specifically designed for small standalone machines and remote automation projects with embedded Ethernet and Serial ports. It can function as a RTU (remote terminal unit) for remote machines with support for Modbus RTU and TCP. It has embedded support for 4 thermistor temperature inputs for use as a DDC (direct digital controller) for Building Management Systems.

#### Micro800 Remote LCD Display

- USB port for program download to controller
- IP65 for front panel mount
- Configurable start-up screen



\* Readings on LCD Display are for illustration purposes only, not actual readings.

The Micro820 supports an embedded microSD slot that can be used for storing large amounts of data that normally cannot fit into memory for applications that require datalog and recipe. All files are stored in CSV text format for easy viewing and editing. The microSD card is also used for backing up and restoring the program, which can be used for duplicating the program in several machines.

The Allen-Bradley Micro800 Remote LCD Display connects to the controller's embedded RS232 port and works as an essential accessory for the Micro820 controller. With 4 or 8 lines of ASCII text and a tactile keypad, it can be used as a simple HMI. Its system menu is available in multiple languages for direct viewing and editing of controller variables. Controller's Ethernet address can also be easily set from the menu. Supports front panel mounting as well as DIN rail mounting next to the controller.

## Bulletin 2080

Catalog Number	Inputs			Outputs		
	120V AC	24V DC/ V AC	Analog 0-10V (shared with 24V DC)	Relay	24V DC SRC	Analog 0-10V
2080-LC20-20QWB(R)	-	12	4	7	-	1
2080-LC20-20QBB(R)	-	12	4	-	7	1
2080-LC20-20AWB(R)	8	4	4	7	-	1

Removable terminal blocks are available on modules with catalog numbers that end in R. Catalog numbers that do not end in R have fixed terminal blocks.

Micro820	20-pt QWB(R)	20-pt QBB(R)	20-pt AWB(R)
<b>Base Unit</b>			
Power Supply	Base Unit has embedded 24V DC Power Supply. Optional External 120/240V AC via Cat. No. 2080-PS120-240VAC		
Base Programming Port	Embedded Ethernet Port		
Base EtherNet/IP™ port	EtherNet/IP Class 3, Modbus TCP		
Base Serial Port	RS232/485 non-isolated, CIP Serial, Modbus RTU, ASCII		
Plug-in Slots	2		
10V Output for Thermistors	1 Output Reference (supports up to four 10k thermistors)		
PWM Output	5 KHz		
microSD Card Slot	1		
Supported microSD Card Formats	FAT32/16		
microSD Card Size, Max	32GB		
microSD Card Class Speed	Class 6 and 10 SDSC and SDHC		
<b>I/O</b>			
Digital I/O (In/Out)	12/7 (4 Inputs shared with Analog Inputs)		
Analog I/O Channels	4/1		
<b>Programming</b>			
Software	Connected Components Workbench		
Program Steps (or instructions)	10Ksteps		
Data (bytes)	20Kbytes (up to 400bytes non-volatile)		
IEC 61131-3 Languages	Ladder Diagram, Function Block, Structured Text		
User Defined Function Blocks	Yes		
Motion Instructions	No PTO motion supported		
Floating Point Math	32-bit and 64-bit		
PID Loop Control	Yes		
<b>Environments</b>			
Certifications	c-UL-us CL1DIV2, CE, C-Tick, KC		
Temperature Range (Controller)	-20°...65°C		
Dimensions (HxWxD, mm)	90x100x80		

<b>LCD Display</b>	
<b>Communications</b>	
Embedded Serial Port	RS232 (connects to Controller's Embedded RS232 port)
Embedded USB Port	Controller programming port (USB to Serial pass-through)
<b>Environmentals</b>	
Temperature Range (LCD Display)	0°...50°C
Dimensions (HxWxD, mm)	97x130x36

Catalog Number	Plug-In Modules
2080-IQ4	4-pt Digital Input, 12/24VDC, Sink/Source, Type3
2080-OB4	4-pt Digital Output, 12/24VDC, Source
2080-OV4	4-pt Digital Output, 12/24VDC, Sink
2080-OW4I	4-pt Relay Output, Individually Isolated, 2A
2080-IQ4OB4	8-pt Combo: 4-pt Digital Input, 12/24VDC, Sink/Source, Type3, and 4-pt Digital Output, 12/24VDC, Source
2080-IQ4OV4	8-pt Combo: 4-pt Digital Input, 12/24VDC, Sink/Source, Type3, and 4-pt Digital Output, 12/24VDC, Sink
2080-IF2, 2080-IF4	2/4-ch Analog Input, 0-20 mA, 0-10V, non-isolated 12-bit
2080-OF2	2-ch Analog Output 0-20 mA, 0-10V, non-isolated 12-bit
2080-SERIALISOL	RS232/485 isolated serial port
2080-TRIMPOT6	6-ch Trimpot Analog Input
2080-RTD2	2-ch RTD, non-isolated, ±1.0 °C
2080-TC2	2-ch TC, non-isolated, ±1.0 °C
2080-MOT-HSC	High Speed Counter, 250kHz, Differential Line Receiver, 1 Digital Output
2080-DNET20	DeviceNet Scanner, 20 Nodes
<b>Accessories</b>	
2080-PS120-240VAC	External 120/240V AC power supply
2080-REMLCD	Remote 3.5 in. LCD Display, 24V DC Power, 4 or 8 lines ASCII text

## ANEXO 12: Especificaciones equipo Siemens S7-1211C.

# SIEMENS

Data sheet

6ES7211-1AE40-0XB0

SIMATIC S7-1200, CPU 1211C, COMPACT CPU, DC/DC/DC,  
ONBOARD I/O: 6 DI 24V DC; 4 DO 24 V DC; 2 AI 0 - 10V DC,  
POWER SUPPLY: DC 20.4 - 28.8 V DC, PROGRAM/DATA  
MEMORY: 50 KB



General information	
Product type designation	CPU 1211C DC/DC/DC
Firmware version	V4.2
Engineering with	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programming package</li> </ul>	STEP 7 V14 or higher
Supply voltage	
Rated value (DC)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>24 V DC</li> </ul>	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Reverse polarity protection	Yes
Load voltage L+	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rated value (DC)</li> </ul>	24 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>permissible range, lower limit (DC)</li> </ul>	20.4 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>permissible range, upper limit (DC)</li> </ul>	28.8 V
Input current	
Current consumption (rated value)	300 mA; CPU only
Current consumption, max.	900 mA; CPU with all expansion modules



Inrush current, max.	12 A; at 28.8 V DC
$I^2t$	0.5 A <sup>2</sup> ·s
<b>Output current</b>	
for backplane bus (5 V DC), max.	750 mA; Max. 5 V DC for CM
<b>Encoder supply</b>	
24 V encoder supply	
• 24 V	L+ minus 4 V DC min.
<b>Power loss</b>	
Power loss, typ.	8 W
<b>Memory</b>	
Work memory	
• integrated	50 kbyte
• expandable	No
Load memory	
• integrated	1 Mbyte
• Plug-in (SIMATIC Memory Card), max.	with SIMATIC memory card
Backup	
• present	Yes
• maintenance-free	Yes
• without battery	Yes
<b>CPU processing times</b>	
for bit operations, typ.	0.08 µs; / instruction
for word operations, typ.	1.7 µs; / instruction
for floating point arithmetic, typ.	2.3 µs; / instruction
<b>CPU-blocks</b>	
Number of blocks (total)	DBs, FCs, FBs, counters and timers. The maximum number of addressable blocks ranges from 1 to 65535. There is no restriction, the entire working memory can be used
OB	
• Number, max.	Limited only by RAM for code
<b>Data areas and their retentivity</b>	
Retentive data area (incl. timers, counters, flags), max.	10 kbyte
Flag	
• Number, max.	4 kbyte; Size of bit memory address area
Local data	
• per priority class, max.	16 kbyte; Priority class 1 (program cycle): 16 KB, priority class 2 to 26: 6 KB
<b>Address area</b>	
Process image	

• Inputs, adjustable	1 kbyte
• Outputs, adjustable	1 kbyte
<b>Hardware configuration</b>	
Number of modules per system, max.	3 communication modules, 1 signal board
<b>Time of day</b>	
<b>Clock</b>	
• Hardware clock (real-time)	Yes
• Backup time	480 h; Typical
• Deviation per day, max.	±60 s/month at 25 °C
<b>Digital inputs</b>	
Number of digital inputs	6; Integrated
• of which inputs usable for technological functions	3; HSC (High Speed Counting)
Source/sink input	Yes
<b>Number of simultaneously controllable inputs</b>	
all mounting positions	
— up to 40 °C, max.	6
<b>Input voltage</b>	
• Rated value (DC)	24 V
• for signal "0"	5 V DC at 1 mA
• for signal "1"	15 V DC at 2.5 mA
<b>Input current</b>	
• for signal "1", typ.	4 mA; nominal
<b>Input delay (for rated value of input voltage)</b>	
for standard inputs	
— parameterizable	0.1 / 0.2 / 0.4 / 0.8 / 1.6 / 3.2 / 6.4 / 10.0 / 12.8 / 20.0 µs; 0.05 / 0.1 / 0.2 / 0.4 / 0.8 / 1.6 / 3.2 / 6.4 / 10.0 / 12.8 / 20.0 ms
— at "0" to "1", min.	0.2 ms
— at "0" to "1", max.	12.8 ms
for interrupt inputs	
— parameterizable	Yes
for counter/technological functions	
— parameterizable	Single phase : 3 @ 100 kHz, differential: 3 @ 80 kHz
<b>Cable length</b>	
• shielded, max.	500 m; 50 m for technological functions
• unshielded, max.	300 m; For technological functions: No
<b>Digital outputs</b>	
Number of digital outputs	4
• of which high-speed outputs	4; 100 kHz Pulse Train Output
Limitation of inductive shutdown voltage to	L+ (-48 V)
Switching capacity of the outputs	

• with resistive load, max.	0.5 A
• on lamp load, max.	5 W
<b>Output voltage</b>	
• for signal "0", max.	0.1 V; with 10 kOhm load
• for signal "1", min.	20 V
<b>Output current</b>	
• for signal "1" rated value	0.5 A
• for signal "0" residual current, max.	0.1 mA
<b>Output delay with resistive load</b>	
• "0" to "1", max.	1 µs
• "1" to "0", max.	5 µs
<b>Switching frequency</b>	
• of the pulse outputs, with resistive load, max.	100 kHz
<b>Cable length</b>	
• shielded, max.	500 m
• unshielded, max.	150 m

<b>Analog inputs</b>	
Number of analog inputs	2
<b>Input ranges</b>	
• Voltage	Yes
<b>Input ranges (rated values), voltages</b>	
• 0 to +10 V	Yes
• Input resistance (0 to 10 V)	≥100k ohms
<b>Cable length</b>	
• shielded, max.	100 m; twisted and shielded

<b>Analog outputs</b>	
Number of analog outputs	0

<b>Analog value generation for the inputs</b>	
<b>Integration and conversion time/resolution per channel</b>	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	10 bit
• Integration time, parameterizable	Yes
• Conversion time (per channel)	625 µs

<b>Encoder</b>	
<b>Connectable encoders</b>	
• 2-wire sensor	Yes

<b>1. Interface</b>	
Interface type	PROFINET
Physics	Ethernet
Isolated	Yes


automatic detection of transmission rate	Yes
Autonegotiation	Yes
Autocrossing	Yes
<b>Interface types</b>	
• Number of ports	1
• integrated switch	No
<b>Functionality</b>	
• PROFINET IO Controller	Yes
• PROFINET IO Device	Yes
• SIMATIC communication	Yes
• Open IE communication	Yes
• Web server	Yes
• Media redundancy	No
<b>PROFINET IO Controller</b>	
• Transmission rate, max.	100 Mbit/s
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— S7 routing	Yes
— Isochronous mode	No
— Open IE communication	Yes
— IRT	No
— MRP	No
— MRPD	No
— PROFIenergy	No
— Prioritized startup	Yes
— Number of IO devices with prioritized startup, max.	16
— Number of connectable IO Devices, max.	16
— Number of connectable IO Devices for RT, max.	16
— of which in line, max.	16
— Activation/deactivation of IO Devices	Yes
— Number of IO Devices that can be simultaneously activated/deactivated, max.	8
— Updating time	The minimum value of the update time also depends on the communication component set for PROFINET IO, on the number of IO devices and the quantity of configured user data.
<b>PROFINET IO Device</b>	
<b>Services</b>	
— PG/OP communication	Yes
— S7 routing	Yes
— Isochronous mode	No

— Open IE communication	Yes
— IRT	No
— MRP	No
— MRPD	No
— PROFlenergy	Yes
— Shared device	Yes
— Number of IO Controllers with shared device, max.	2

Protocols	
Supports protocol for PROFINET IO	Yes
PROFIBUS	Yes; CM 1243-5 required
AS-Interface	Yes; CM 1243-2 required
Protocols (Ethernet)	
• TCP/IP	Yes
• DHCP	No
• SNMP	Yes
• DCP	Yes
• LLDP	Yes
Open IE communication	
• TCP/IP	Yes
— Data length, max.	8 kbyte
— several passive connections per port, supported	Yes
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Yes
— Data length, max.	8 kbyte
• UDP	Yes
— Data length, max.	1 472 byte
Web server	
• User-defined websites	Yes
Further protocols	
• MODBUS	Yes
Communication functions	
S7 communication	
• supported	Yes
• as server	Yes
• as client	Yes
• User data per job, max.	See online help (S7 communication, user data size)
Web server	
• supported	Yes
Number of connections	
• overall	16; dynamically

Test commissioning functions	
<b>Status/control</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Status/control variable</li> <li>• Variables</li> </ul>	Yes Inputs/outputs, memory bits, DBs, distributed I/Os, timers, counters
<b>Forcing</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forcing</li> </ul>	Yes
<b>Diagnostic buffer</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• present</li> </ul>	Yes
<b>Traces</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Number of configurable Traces</li> <li>• Memory size per trace, max.</li> </ul>	2 512 kbyte
Interrupts/diagnostics/status information	
<b>Diagnostics indication LED</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RUN/STOP LED</li> <li>• ERROR LED</li> <li>• MAINT LED</li> </ul>	Yes Yes Yes
Integrated Functions	
Number of counters	6
Counting frequency (counter) max.	100 kHz
Frequency measurement	Yes
controlled positioning	Yes
Number of position-controlled positioning axes, max.	8
Number of positioning axes via pulse-direction interface	4; With integrated outputs
PID controller	Yes
Number of alarm inputs	4
Number of pulse outputs	4
Limit frequency (pulse)	100 kHz
Potential separation	
<b>Potential separation digital inputs</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potential separation digital inputs</li> <li>• between the channels, in groups of</li> </ul>	No 1
<b>Potential separation digital outputs</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potential separation digital outputs</li> <li>• between the channels</li> <li>• between the channels, in groups of</li> </ul>	Yes No 1
EMC	
<b>Interference immunity against discharge of static electricity</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interference immunity against discharge of static electricity acc. to IEC 61000-4-2</li> </ul>	Yes

— Test voltage at air discharge	8 kV
— Test voltage at contact discharge	6 kV
<b>Interference immunity to cable-borne interference</b>	
• Interference immunity on supply lines acc. to IEC 61000-4-4	Yes
• Interference immunity on signal cables acc. to IEC 61000-4-4	Yes
<b>Interference immunity against voltage surge</b>	
• on the supply lines acc. to IEC 61000-4-5	Yes
<b>Interference immunity against conducted variable disturbance induced by high-frequency fields</b>	
• Interference immunity against high-frequency radiation acc. to IEC 61000-4-6	Yes
<b>Emission of radio interference acc. to EN 55 011</b>	
• Limit class A, for use in industrial areas	Yes; Group 1
• Limit class B, for use in residential areas	Yes; When appropriate measures are used to ensure compliance with the limits for Class B according to EN 55011
<b>Degree and class of protection</b>	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
<b>Standards, approvals, certificates</b>	
CE mark	Yes
UL approval	Yes
cULus	Yes
FM approval	Yes
RCM (formerly C-TICK)	Yes
KC approval	Yes
Marine approval	Yes
<b>Ambient conditions</b>	
Free fall	
• Fall height, max.	0.3 m; five times, in product package
<b>Ambient temperature during operation</b>	
• min.	-20 °C
• max.	60 °C
• horizontal installation, min.	-20 °C
• horizontal installation, max.	60 °C
• vertical installation, min.	-20 °C
• vertical installation, max.	50 °C
<b>Ambient temperature during storage/transportation</b>	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
<b>Air pressure acc. to IEC 60068-2-13</b>	
• Operation, min.	795 hPa

• Operation, max.	1 080 hPa
• Storage/transport, min.	660 hPa
• Storage/transport, max.	1 080 hPa
• Installation altitude, min.	-1 000 m
• Installation altitude, max.	2 000 m
<b>Relative humidity</b>	
• Operation, max.	95 %; no condensation
<b>Vibrations</b>	
• Vibration resistance during operation acc. to IEC 60068-2-6	2 g (m/s <sup>2</sup> ) wall mounting, 1 g (m/s <sup>2</sup> ) DIN rail
• Operation, tested according to IEC 60068-2-6	Yes
<b>Shock testing</b>	
• tested according to IEC 60068-2-27	Yes; IEC 68, Part 2-27 half-sine: strength of the shock 15 g (peak value), duration 11 ms
<b>Pollutant concentrations</b>	
• SO <sub>2</sub> at RH < 60% without condensation	SO <sub>2</sub> : < 0.5 ppm; H <sub>2</sub> S: < 0.1 ppm; RH < 60% condensation-free
<b>Configuration</b>	
<b>Programming</b>	
Programming language	
— LAD	Yes
— FBD	Yes
— SCL	Yes
<b>Know-how protection</b>	
• User program protection/password protection	Yes
• Copy protection	Yes
• Block protection	Yes
<b>Access protection</b>	
• Protection level: Write protection	Yes
• Protection level: Read/write protection	Yes
• Protection level: Complete protection	Yes
<b>Cycle time monitoring</b>	
• adjustable	Yes
<b>Dimensions</b>	
Width	90 mm
Height	100 mm
Depth	75 mm
<b>Weights</b>	
Weight, approx.	370 g
last modified:	11/17/2017 



## SPECIFICATIONS

# NI USB-6001

## Low-Cost DAQ USB Device

The following specifications are typical at 25 °C, unless otherwise noted. For more information about the NI USB-6001, refer to the *NI USB-6001/6002/6003 User Guide* available at [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals).

## Analog Input

---

### Number of channels

Differential.....	4
Single-ended.....	8

ADC resolution.....14-bit

Maximum sample rate (aggregate).....20 kS/s

Converter type.....Successive approximation

AI FIFO.....2,047 samples

Trigger sources.....Software, PFI 0, PFI 1



Input range.....	±10 V
Working voltage.....	±10 V
Overvoltage protection	
Powered-on.....	±30 V
Powered-off.....	±20 V
Input impedance.....	>1 GΩ
Input bias current.....	±200 pA
Absolute accuracy	
Typical at full scale.....	6 mV
Maximum over temperature, full scale.....	26 mV
System noise.....	0.7 mVrms
DNL.....	14-bit, no missing codes
INL.....	±0.5 LSB
CMRR.....	56 dB (DC to 5 kHz)
Bandwidth.....	300 kHz

## Analog Output

---

Analog outputs.....	2
DAC resolution.....	14-bit
Output range.....	±10 V
Maximum update rate.....	5 kS/s simultaneous per channel, hardware-timed
AO FIFO.....	2,047 samples
Trigger sources.....	Software, PFI 0, PFI 1
Output current drive.....	±5 mA
Short circuit current.....	±11 mA
Slew rate.....	3 V/μs
Output impedance.....	0.2 Ω

Absolute accuracy (no load)	
Typical at full scale.....	9.1 mV
Maximum over temperature, full scale.....	34 mV
DNL.....	14-bit, no missing codes
INL.....	±1 LSB
Power-on state.....	0 V
Startup glitch.....	-7 V for 10 μs

## Timebase

---



**Note** The following specifications apply to the sampling accuracy for hardware-timed analog input and analog output.

Timebase frequency.....	80 MHz
Timebase accuracy.....	±100 ppm
Timing resolution.....	12.5 ns

## Digital I/O

---

### 13 digital lines

Port 0.....	8 lines
Port 1.....	4 lines
Port 2.....	1 lines

### Function

P0.<0..7>.....	Static digital input/output
P1.0.....	Static digital input/output
P1.1/PFI 1.....	Static digital input/output, counter source or digital trigger

P1.<2..3>.....	Static digital input/output
P2.0/PFI 0.....	Static digital input/output, counter source or digital trigger
Direction control.....	Each channel individually programmable as input or output
Output driver type.....	Each channel individually programmable as open collector or active drive
Absolute maximum voltage range.....	-0.3 V to 5.5 V with respect to D GND
Pull-down resistor.....	47.5 k $\Omega$ to D GND
Power-on state.....	Input

## Digital Input

Input voltage range (powered on).....	0 to 5 V
Input voltage range (powered off).....	0 to 3.3 V
Input voltage protection.....	$\pm 20$ V on two lines per port (maximum of five lines for all ports) for up to 24 hours



**Caution** Do not leave a voltage above 3.3 V connected on any DIO line for extended periods of time when the device is powered off. This may lead to long term reliability issues.

Minimum $V_{IH}$ .....	2.3 V
Maximum $V_{IL}$ .....	0.8 V
Maximum input leakage current	
At 3.3 V.....	0.8 mA
At 5 V.....	4.5 mA

## Digital Output (Active Drive)

Maximum $V_{OL}$ (4 mA).....	0.7 V
Maximum $V_{OL}$ (1 mA).....	0.2 V
Minimum $V_{OH}$ (4 mA).....	2.1 V
Minimum $V_{OH}$ (1 mA).....	2.8 V
Maximum $V_{OH}$ .....	3.6 V
Maximum output current per line.....	$\pm 4$ mA

## Digital Output (Open Collector)

Maximum  $V_{OL}$  (4 mA).....0.8 V

Maximum  $V_{OL}$  (1 mA).....0.2 V



**Note** Minimum  $V_{OH}$  dependent on user-provided pull-up resistor and voltage source. Recommended pull-up resistor is 1 k $\Omega$ .

Using a 1 k $\Omega$  pull-up resistor and 5 V voltage source:

Minimum  $V_{OH}$ .....3.5 V

Typical  $V_{OH}$ .....4.5 V

Maximum output (sinking) current per line.....-4 mA

Maximum pull-up voltage.....5 V

Maximum leakage current

At 3.3 V.....0.8 mA

At 5 V.....4.5 mA

## Counter

---

Number of counters.....1

Resolution.....32-bit

Counter measurements.....Edge counting, rising or falling

Counter direction.....Count up

Counter source.....PFI 0 or PFI 1

Maximum input frequency.....5 MHz

Minimum high pulse width.....100 ns

Minimum low pulse width.....100 ns

## +5 V Power Source

---

Output voltage.....	+5 V, ±3%
Maximum current.....	150 mA
Overcurrent protection.....	200 mA
Short circuit current.....	50 mA
Overvoltage protection.....	±20 V

## Bus Interface

---

USB specification.....	USB Full Speed
USB bus speed.....	12 Mb/s

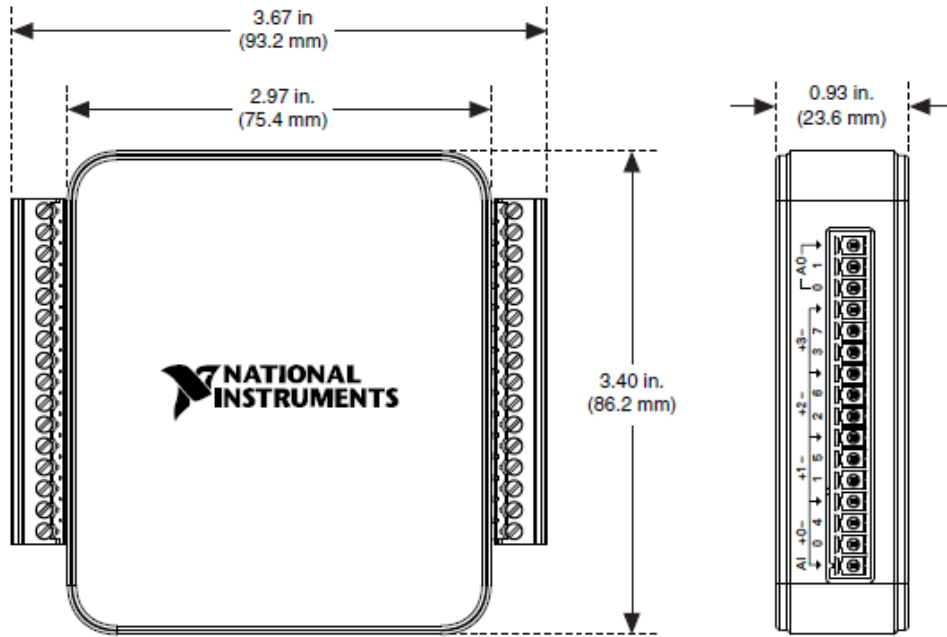
## Physical Characteristics

---

### Dimensions

Without screw terminal connector plugs.....	75.4 mm × 86.2 mm × 23.6 mm, (2.97 in. × 3.40 in. × 0.93 in.)
With screw terminal connector plugs.....	93.2 mm × 86.2 mm × 23.6 mm, (3.67 in. × 3.40 in. × 0.93 in.)

Figure 1. NI USB-6001 Dimensions



**Weight**

- Without screw terminal connector plugs....83 g (2.93 oz)
- With screw terminal connector plugs.....105 g (3.70 oz)

I/O connectors: USB Micro-B receptacle, (1)

16-position screw terminal plugs

- Screw-terminal wiring.....1.31 to 0.08 mm<sup>2</sup> (16 to 28 AWG)
- Torque for screw terminals.....0.22 - 0.25 N · m (2.0 - 2.2 lb. · in.)

If you need to clean the module, wipe it with a dry towel.

## Environmental

Temperature (IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2)

- Operating.....0 to 45 °C
- Storage.....-40 to 85 °C

Humidity (IEC 60068-2-56)

- Operating.....5 to 95% RH, noncondensing
- Storage.....5 to 90% RH, noncondensing

## ANEXO 14: Especificaciones equipo Prosoft Technology RLX2-IHNF.



# DATASHEET

## 802.11abgn Fast Industrial Hotspot™ RLX2-IHNF

The ProSoft Technology Fast Industrial Hotspot (RLX2-IHNF) provides secure wireless solutions for plant-floor, SCADA automation, process control systems and mobile worker Wi-Fi infrastructure. It operates in the 2.4 or 5 GHz bands, including DFS channels, and is good for applications up to 2 mi. / 3.2 km.

The Hotspot supports Access Point, Repeater, and Client modes. 802.11n technology delivers fast data rates up to 300 Mbps. This provides excellent packet-per-second performance and robust communications in rugged industrial environments. The 802.11n MIMO & Channel bonding supports demanding wireless applications such as Ethernet I/O and high-resolution video.

The included IH Browser configuration and monitoring software allows the user to view network topology, assign IP addresses, monitor network diagnostics, and update radio firmware. The optional OPC Diagnostic Server is ideal for managing long-range wireless SCADA networks.



### Features

- ◆ EtherNet/IP™- or Modbus®-based PLCs/PACs can use message instructions to read diagnostic information from the radios, helping to reduce down time when troubleshooting wireless network problems.
- ◆ 802.11i, WPA-2 Personal/Enterprise using 128-bit AES encryption ensures secure networking
- ◆ RADIUS security ensures secure networking with advanced authentication and encryption
- ◆ Virtual Local Area Networks (VLAN) allow for secure network segmentation
- ◆ Quality of Service (QoS) provides data prioritization for I/O control devices, video data, etc.
- ◆ Ultra-Fast Roaming (under 10ms) maintains seamless, high-speed connections to one or more devices on moving equipment and machines (such as cranes, AGVs, and carriers) as they travel between Access Points
- ◆ IGMP Snooping & Packet Filtering optimizes UDP multicast traffic for superior EtherNet/IP I/O communications
- ◆ Supports the ability to communicate with multiple Ethernet devices when used with existing third-party wireless infrastructures
- ◆ Supports Power over Ethernet (PoE) to reduce cabling costs
- ◆ Disaster recovery feature allows the radio configuration to be stored on a microSD card for quick field replacement
- ◆ Connect serial networks (Modbus, DNP 3, etc.) over 802.11 wireless networks
- ◆ Simple local and remote configuration, monitoring, and wireless network diagnostics
- ◆ SNMP support



## Radio Specifications

Specification	Frequency	Channel
Frequency band (Varies by country)	2.412 GHz to 2.462 GHz (FCC)	1 to 11
	2.412 GHz to 2.472 GHz (ETSI)	1 to 13
	5.150 GHz to 5.250 GHz (FCC/ETSI)	36 to 48
	5.260 GHz to 5.580 GHz (FCC/ETSI)*	52 to 116*
	5.660 GHz to 5.700 GHz (FCC/ETSI)*	132 to 140*
	5.725 GHz to 5.850 GHz (FCC)	149 to 165
	* DFS channels with RADAR detection	
Wireless standards	802.11n, 802.11a, 802.11g, 802.11h (DFS), 802.11i (Security), 802.11e (QoS) 802.112Q (VLAN), 802.113af (PoE), IGMPv2	
Transmit power (Programmable) *Subject to regional regulatory limits	22 dBm @ MCS0, MCS8 (802.11a/gn) 17 dBm @ MCS7, MCS15 (802.11a/gn) 22 dBm @ 6 Mbps (802.11a/g) 17 dBm @ 54 Mbps (802.11a/g)	
	Antenna Impact: 3 Antennas/MIMO: Use values above 2 Antennas: Subtract 3 dB from values above 1 Antenna: Subtract 5 dB from values above	
Channel data rates 802.11n	MCS0 through MCS15, 1 Channel or 2 Channels with 1 Stream or 2 Streams	
	<b>1 Channel</b>	<b>2 Channels</b>
	6.5 Mbps	13.5 Mbps
	65 Mbps	150 Mbps
	13 Mbps	27 Mbps
	130 Mbps	300 Mbps
802.11b	11, 5.5, 2, 1 Mbps	
802.11a/g	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 9, 6, 5.5, 2, 1 Mbps	
Receiver sensitivity (Typical)	-92 dBm @ MCS0, MCS8 (802.11a/gn) -70 dBm @ MCS7, MCS15 (802.11a) -74 dBm @ MCS7, MCS15 (802.11g) -92 dBm @ 6 Mbps (802.11a/gn) -74 dBm @ 54 Mbps (802.11a) -78 dBm @ 54 Mbps (802.11g)	
Security	WPA2 Personal/Enterprise – 802.11i AES WPA2 Personal – 802.11i AES w/ Passphrase Legacy WPA TKIP, WEP support MAC ID filter	
<b>Physical</b>		
Enclosure	Extruded aluminum with DIN rail mount	
Dimensions (H x W x D)	5.82 x 4.64 x 1.48 in 14.8 x 11.8 x 3.8 cm	
Shock	IEC 60068 2-6 (20G, 3-Axis)	
Vibration	IEC 60068 2-27 (5G, 10 to 150 Hz)	
Ethernet Port	(1) 10/100/1000 Base-T connector, shielded RJ45 IEEE 802.3, 802.3u, 802.3x	
Serial Port	(1) RS232 DB9 female (supports serial tunneling and ModBus TCP/IP to Modbus RTU connectivity)	
Antenna Port	(3) RP-SMA connectors	
Personality Module	Industrial microSD Memory Module (included)	
Weight	1.1 lbs (499 g)	
<b>Environmental</b>		
Operating Temperature	-40°F to +167°F (-40°C to +75°C) -40°F to +158°F (-40°C to +70°C), RLX2-IHNF Series B only	
Humidity	Up to 100% RH, with no condensation	
External Power PoE Injector	10 to 24 VDC 802.3af PoE Powered Device	
Peak Power Consumption	< 8W	



Where Automation  
Connects™

### Global Distribution

ProSoft Technology® products are distributed and supported worldwide through a network of over 500 distributors in over 50 countries. Our knowledgeable distributors are familiar with your application needs. For a complete list of distributors, go to our web site at:

[www.prosoft-technology.com](http://www.prosoft-technology.com)

### Global Support

We are there for you

All ProSoft Technology products are backed with free technical support. Contact our worldwide Technical Support team directly by phone or email.

### Global Offices

We are where you are

ProSoft Technology has regional offices worldwide available to help you with all your industrial application needs. If you need help choosing a ProSoft Technology solution for your particular application check out our contact information under distributor sales on the web site at:

[www.prosoft-technology.com](http://www.prosoft-technology.com)

Whether your application is large or small, our technical professionals are there to help you choose the right communication solution.

# ANEXO 15 Especificaciones equipo ELPRO Technologies 245U-E.



## 245U-E Wireless Ethernet Modem 802.11 Wireless Ethernet for High-Speed and Reliable Connectivity



### Description

The ELPRO 245U-E Wireless Ethernet Modem is a robust, license-free wireless 802.11 standards compliant transceiver capable of high bandwidth communications. Operating at 2.4GHz or 5GHz and up to 400mW, the ELPRO 245U-E is optimized for throughputs of up to 108Mbps which provides robust and secure two-way wireless communications in challenging indoor and outdoor environments typical of industrial monitoring and control applications.

Capable of operating in Access Point/Client configuration, functioning as a network Bridge/Router, or serving as a Serial Server (RS232/485), the ELPRO 245U-E offers node to node deterministic mesh network repeatability for further range and multiple channel spacing options to increase network scalability. Integrated Modbus server capability allows seamless I/O expansion through the use of ELPRO 115S Expansion modules.

### Features

- 802.11b/g and 802.11a Standard Compliant Options
- 2.412 – 2.472GHz Frequency (802.11b/g) and 15 – 400mW RF Power
- 5.18 – 5.825GHz Frequency (802.11a) and 15 – 400mW RF Power
- Up to 108Mbps Data Throughput
- 13 Channel (802.11b/g) and 27 Channel (802.11a) Options
- Transmit and Receive Antenna Diversity
- Access Point/Client and Bridge/Router Configuration
- Serial Client/Server/Multicast Modbus TCP to RTU Gateway
- 10/100baseT IEEE 802.3 Ethernet
- Spanning Tree (Self Healing) Support
- Deterministic AP to AP Mesh Network Repeatability
- Fast Roaming for AP to AP Handover
- IEEE 802.11i Secure 128-bit AES Encryption (WPA2)
- MAC and IP Address Filtering
- Digital I/O Channel Transfer
- Configurable Settings for High Noise Environments
- Over-The-Air Network Diagnostics and Configuration
- VLAN Tagging Supported for Bridging and Routing Modes

### Applications

- Factory Automation and Safety Interlocks
- Road and Rail Infrastructure
- Networking Wind Turbines and Solar Collectors
- Video Surveillance
- Facilities Management
- Automated Vehicle Control
- Tank Farm Monitoring
- Water Treatment Facilities

Specifications	
<b>Transmitter/Receiver</b>	
Frequency	2.412 – 2.472GHz <sup>1)</sup> 5.150 – 5.825GHz <sup>2)</sup>
Transmit Power	15 - 400mW (Data rate and country specific)
Transmission	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) <sup>1), 2)</sup>
Modulation	Orthogonal Frequency Data Modulation (OFDM) <sup>1), 2)</sup>
Receiver Sensitivity	-100dBm @ 250kbps - 74dBm @ 108Mbps (8% FER) <sup>1)</sup> -100dBm @ 250kbps - 74dBm @ 108Mbps (8% FER) <sup>2)</sup>
Channel Spacing	5MHz spacing (13 channels, 2.412 - 2.472GHz) <sup>1)</sup> 20MHz spacing (27 channels, 5.150 - 5.8GHz) <sup>2)</sup>
Data Rate	1 – 108Mbps <sup>1)</sup> 6 – 108Mbps <sup>2)</sup> *Auto Mode* selects fastest rate possible relative to RSSI
Range (LoS)	10Km (6mi) @ 400mW <sup>1), 3)</sup> 5Km (3mi) @ 400mW <sup>2), 3)</sup>
Antenna Connector	2 x Female SMA Standard Polarity <sup>4)</sup>
<b>Input/Output</b>	
Discrete I/O	Input Voltage-Free Contact <sup>5)</sup> Output FET 30Vdc 500mA <sup>6)</sup>
<b>Ethernet Port</b>	
Ethernet Port	10/100baseT; RJ45 Connector – IEEE 802.3
Link Activity	Link, 100baseT via LED
<b>Serial Port</b>	
RS232	DB9 Female DCE; RTS/CTS/DTR/DCD
RS485	2-Pin Terminal Block – Non-Isolated <sup>6)</sup>
Data Rate (Bps)	1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 76800, 115200, 230400 Bps
Serial Settings	7/8 Data Bits; Stop/Start/Parity (Configurable)
<b>Note:</b> Specifications subject to change. 1) Order Option for 802.11b/g 2) Order Option for 802.11a 3) Typical Maximum Line of Sight Range 4) Supports Signal Diversity or High Gain Antenna 5) Can be used to transfer I/O status or Communications Failure Output 6) Maximum Distance 1200 Meters	
Continued on back.	

©2012 Cooper Bussmann  
www.cooperbussmann.com/wireless

# 245U-E Wireless Ethernet Modem

## 802.11 Wireless Ethernet for High-Speed and Reliable Connectivity

Specifications	
<b>Protocols/Configuration</b>	
System Address	ESSID: 1 – 31 Character Text String
Protocols Supported	TCP/IP, UDP, ARP, SNMP, RADIUS/802.1x, DHCP, DNS, PPP, ICMP, HTTP, FTP, TFTP, TELNET, MODBUS and MODBUS-TCP
User Configuration	User Configurable Parameters via HTTPS Embedded Web Server
Configurable Parameters	Access Point/Client/Bridge/Router/VLAN Point-to-Point, Point-to-Multi-point Wireless Distribution System (AP - AP repeater) Modbus TCP/RTU Gateway Serial Client/Server/Multicast Simultaneous RS232/485 connection Embedded Modbus Master/Slave for I/O transfer
Security	Data Encryption – 802.11i With CCMP 128bit AES Support for 802.1x Radius Server Secure HTTP Protocol
Bandwidth Protection	MAC Address – Whitelist/Blacklist IP Filtering – Whitelist/Blacklist ARP/GARP Filtering – Whitelist/Blacklist
<b>LED Indication/Diagnostics</b>	
LED Indication	Power/OK; RX; TX/Link; RS232; LAN; RS485; Digital I/O status Please refer to product manual for further information
Reported Diagnostics	RSSI Measurements (dBm); Connectivity Information/Statistics; System Log file
Network Management	Optional Network Management System
<b>Compliance</b>	
EMC	FCC Part 15; EN 301 489 – 17; AS/NZS CISPR22
RF (Radio)	EN 300 328 <sup>01</sup> ; EN 301 893 <sup>02</sup> ; FCC Part 15; RSS 210
Hazardous Area	CSA Class I, Division 2; ATEX; IECEx nA IIC
Safety	IEC 60950 (RoHS Compliant)
UL	UL Listed
<b>General</b>	
Size	114 x 140 x 30mm (4.5" x 5.5" x 1.2")
Housing	Powder-Coated Aluminum
Mounting	DIN Rail
Terminal Blocks	Removable; Max conductor 14 AWG (2.5mm <sup>2</sup> )
Temperature Rating	-40 to +60°C ; -40 to +140°F
Humidity Rating	0 – 99% RH Non-condensing
Weight	0.45kg (1.0lb)
<b>Power Supply</b>	
Nominal Supply	9 to 30Vdc; Under/Over Voltage Protection
Average Current Draw	270mA @ 12V (Idle); 140mA @ 24V (Idle)
Transmit Current Draw	470mA @ 12V (400mW); 250mA @ 24V (400mW)
<b>Note:</b> Specifications subject to change. 1) Order Option for 802.11b/g 2) Order Option for 802.11a	

### Ordering

To order, select product code from the table and specify country of application.

Product Code	Description	Frequency	RF Power
245U-E-G	Ethernet 802.11b/g	2.4GHz DSSS	100/400mW
245U-E-A	Ethernet 802.11a	5.8GHz DSSS	400mW

**Note:** Available RF power and frequency may vary depending on country of application.

### Accessories

The following accessories can assist with compatibility when commissioning.

Product Code	Description	Data Sheet #
<b>Antennas - 2.4GHz</b>		
MD2400-EL	Dipole Antenna - 15' Cellfoil/SMA, mounting bracket, 0dBi gain	7981
SG2400-EL	Collinear Antenna - N-type, mounting bracket, 5dBi gain	7983
Z2400-EL	Collinear Antenna - N-type, mounting bracket, 10dBi gain	7982
Y2400-18EL	Yagi Antenna - N-type connector, 18dBi gain	7984
WH2400	Whip Antenna - 54mm (2.1"), SMA Male, 2dBi gain	7943
<b>Antennas - 5.8GHz</b>		
COL5806	Collinear Antenna - N-type Female, mounting bracket, 6dBi gain	7944
COL5810	Collinear Antenna - N-type Female, mounting bracket, 10dBi gain	7985
<b>Cables</b>		
CC3/10/20-SMA	Coaxial Cable Kit - 3m (9.8')/10m (32')/20m (65'), N-type to SMA	7932 7947 7948
CCTAIL-SMA-F/M	Coaxial Cable Tail - 600mm (24"), SMA to N-type Female or Male	7951
ETH-C5X	Ethernet Cable - 1.8m (6'), crossover, RJ45 to RJ45	7952
ETH-C5A	Ethernet Cable - 1.8m (6'), direct, RJ45 to RJ45	7953
<b>Surge Diverters</b>		
CSD-SMA-2500	SMA Surge Diverter for use with CC10/CC20-SMA	7959
CSD-N-6000	Coaxial Surge Diverter - Bulkhead N Female to N Female	7960
MA15/D/1/SI	Power Supply Surge Diverter - 110Vac/15A	7936
<b>Power Supplies</b>		
PS-DINAC-12DC-OK	DIN Rail Power Supply, 100 - 250Vac, 12Vdc/2.5A	7935
PS-DINAC-24DC-OK	DIN Rail Power Supply, 100 - 250Vac, 24Vdc/2A	7958
PSG60E	DIN Rail Power Supply - 85 - 264Vac, 24Vdc/2.5A	10140
<b>Mounting Brackets</b>		
BR-COL-KIT	Mounting Bracket Kit for Collinear Antenna	7933

The only controlled copy of this Data Sheet is the electronic read-only version located on the Cooper Bussmann Network Drive. All other copies of this document are by definition uncontrolled. This bulletin is intended to clearly present comprehensive product data and provide technical information that will help the end user with design applications. Cooper Bussmann reserves the right, without notice, to change design or construction of any products and to discontinue or limit distribution of any products. Cooper Bussmann also reserves the right to change or update, without notice, any technical information contained in this bulletin. Once a product has been selected, it should be tested by the user in all possible applications.

©2012 Cooper Bussmann  
www.cooperbussmann.com/wireless