





**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO, PARA EL  
MEJORAMIENTO DE OXIGENACIÓN DE TRATAMIENTO DE LODOS CIUDAD DE  
LIMA.**

**PRESENTADO POR BACHILLER**

**MACHUCA BAUTISTA, JOSE EDUARDO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**LIMA – PERÚ**

**2017**

**DEDICATORIA:**

Dedico este trabajo a Dios, a mi Madre, Hermanos, Esposa e Hijo, por darme su gran apoyo incondicional en los momentos que más lo necesite.

**AGRADECIMIENTO:**

A Dios por la oportunidad de tener a las personas que hicieron posible el desarrollo de mi proyecto de titulación.

A mi Madre, Esposa e Hijo por brindarme su entera confianza y apoyo en la elaboración de carrera profesional y superación día a día.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.

La tesis fundamental para el control de la polución por aguas residuales, ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse. Por lo tanto, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo, tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente. A continuación, sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o

reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Grafico N° 1

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Juan SEDAPAL



FUENTE: SEDAPAL

## **ETAPAS DEL TRATAMIENTO**

### **TRATAMIENTO PRIMARIO**

El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí que se conoce también como tratamiento mecánico.

- Remoción de sólidos o cribado
- Remoción de arena
- Investigación y maceración
- Sedimentación

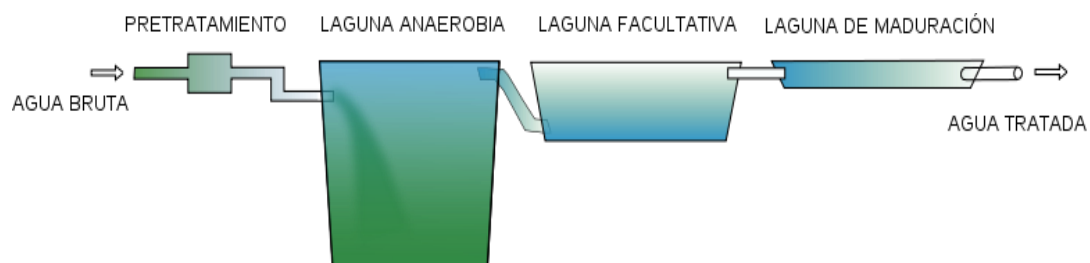
## TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario está diseñado para degradar sustancialmente el contenido biológico del agua residual, el cual deriva los desechos orgánicos provenientes de residuos humanos, residuos de alimentos, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales utilizan procesos biológicos aeróbicos para este fin.

- Desbaste
- Fangos activados o lodos activados
- Camas filtrantes (camas de oxidación)
- Placas rotativas y espirales
- Reactor biológico de cama móvil
- Filtros aireados biológicos
- Reactores biológicos de membrana
- Sedimentación secundaria

Grafico N° 2

Esquema de una Depuradora por Lagunaje.



FUENTE: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales)



## **RESUMEN**

En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la etapa de tratamiento con lodo no existe un control del grado de oxigenación al lodo, ya que en este proceso es la eliminación de los residuos sobrantes de los anteriores procesos, después de este proceso es llevado a la purificación del agua residual para su respectivo uso de riego de áreas o tierras fértiles.

Logrando el control de oxigenación del lodos que lograría una mejora y aprovechamiento del lodo en su máxima capacidad.

Se tendría un mejor funcionamiento y ampliando la vida útil de los motores aireadores, y un ahorro de energía eléctrica.

## **ABSTRACT**

In the sewage treatment plant in the sludge treatment stage there is no control of the degree of oxygenation to the sludge, since in this process it is the elimination of the residual residues from the previous processes, after this process is taken to the purification of the residual water for its respective use of irrigation of areas or fertile lands.

Achieving the control of oxygenation of the sludge would achieve an improvement and use of the mud at its maximum capacity.

It would have a better functioning and extending the life of the aerators engines, and a saving of electrical energy.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INTRODUCCIÓN .....	iii
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
TABLA DE CONTENIDO .....	ix
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.....	2
1.2 ACTIVIDADES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.....	6
<b>1.2.1 MISIÓN</b> .....	6
<b>1.2.2 VISIÓN</b> .....	6
<b>1.2.3 OBJETIVO</b> .....	6
1.3 ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.....	7
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.....	7
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	9
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	10
2.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	10
2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	10
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO .....	12
3.1 DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DEL PROCESO DESARROLLADO .....	13
3.2 CONCLUSIONES .....	59
3.3 RECOMENDACIONES .....	60
CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	61
CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TERMINOS.....	64
GLOSARIO:.....	65
CAPÍTULO VI: ÍNDICES .....	67
6.1 ÍNDICE DE GRAFICOS .....	68
6.2 ÍNDICES DE TABLAS.....	70
CAPÍTULO VII: ANEXOS.....	71

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

## 1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.

La Empresa CELEIN SRL, fue constituida hace 22 años, con experiencia en el sector industrial eléctrico brindando soluciones integrales a los proyectos eléctricos de la industria, respaldos con un grupo humano altamente calificado y comprometidos en brindar un óptimo servicio aplicando tecnología de vanguardia.

Nuestro objetivo es brindarle soluciones de acuerdo a las necesidades que le permitan mayor productividad y rentabilidad en base a nuestra experiencia ganada en los diferentes que se ha realizado.

Conocedores de una amplia experiencia en la actividad que desarrolla le permitimos ofrecerle entre otros nuestro SERVICIO DE REPARACION Y MANTENIMIENTO DE:

- Mantenimiento de tendido de red en 10KV y 22.9KV.
- Mantenimiento de Sub Estaciones Eléctricas.
- Grupos Electrógenos.
- Empalmes de Baja y Media Tensión.
- Motores Eléctricos.
- Instalaciones Eléctricas.
- Instalación y armado de tableros de control.
- Trazado de cables subterráneos baja y media tensión.

- Ubicación de falla de cables subterráneos y reparación, con equipo localizador.

Grafico N° 3

Transformador de Potencia de 250KVA



FUENTE: Elaboración Propia.

Grafico N° 4

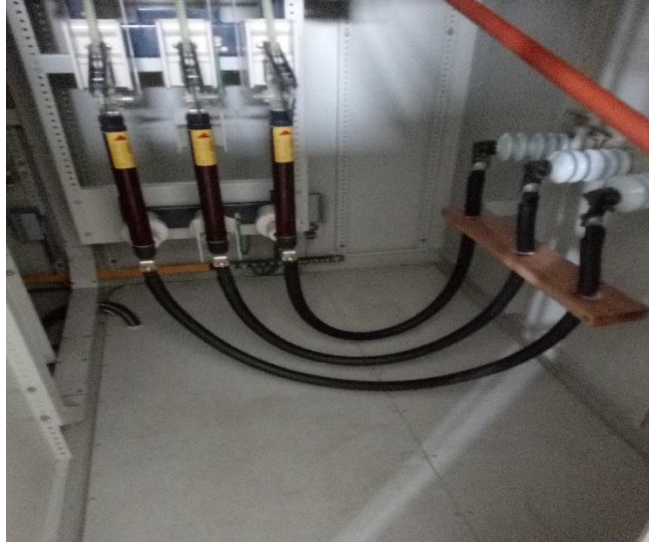
Tablero de Distribución Baja Tensión (460v -230v)



FUENTE: Elaboración Propia.

Grafico N° 5

Celda de Llegada Media Tensión (22.9KV – 10KV)



FUENETE: Elaboración Propia

Con la garantía, confiabilidad y sinceridad que usted requiere, para el cumplimiento de sus trabajos y compromisos estamos seguro de nuestro equipo, se esforzara permanentemente para un servicio que satisfaga su necesidad y a la vez contamos con la experiencia e infraestructura adecuada para dicha actividad.

Nuestra empresa ha obtenido la buena pro de diferentes entidades para brindar servicios complementarios de mantenimiento de Sub Estaciones de Transformación, Media Tensión, Reparación de motores eléctricos, Mantenimiento y Reparación de tableros de control, Scada.

Gráfico N° 6

Tablero de control de los motores aireadores



FUENTE: Elaboración Propia

Gráfico N° 7

Control Scada de PTAR



FUENTE: Elaboración Propia



## **1.2 ACTIVIDADES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.**

### **1.2.1 MISIÓN**

Somos una organización que nos dedicamos a brindar servicios de fabricación, mantenimiento y reparaciones de motores y transformadores eléctricos y en general mantenimiento electromagnético.

### **1.2.2 VISIÓN**

Ser la empresa líder en el mercado nacional en servicios electromecánicos, especialmente en fabricaciones, mantenimiento y reparaciones de motores y transformadores eléctricos.

### **1.2.3 OBJETIVO**

Nuestro objetivo es brindarle soluciones de acuerdo a las necesidades que le permitan mayor productividad y rentabilidad en base a nuestra experiencia ganada en los diferentes que se ha realizado.

### 1.3 ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.

Grafico N° 8

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.



FUENTE: <http://www.emesl.com/index.php?id=3>

### 1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.

Somos una Empresa que brinda soluciones integrales a los proyectos eléctricos de la industria, respaldos con un grupo humano altamente calificado y comprometidos en brindar un óptimo servicio aplicando tecnología de vanguardia.

Usualmente el proceso de reparación de cualquier máquina rotativa tiene la siguiente secuencia de trabajo:

- Control de los componentes electromecánicos de cada motor o maquina en la sala de pruebas de iniciar las reparaciones.
- Calculo de los bobinados.
- Prueba de núcleo magnético con su inducción nominal según técnicas.
- Balanceo estático y dinámico de los rotores.
- Realizamos protocolo de pruebas a todas nuestras reparaciones y fabricaciones antes de ser remitidos a nuestros clientes.

## **CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA**

## **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la planta de tratamiento de aguas residuales, la etapa de tratamiento de lodos, en el sistema de aereación es realizado por motores aereadores tanto pueden ser sumergibles como externo, ya que su funcionamiento es continuo para generar una oxigenación al lodo, con este proceso se capturan los residuos que no se logran retener en las etapas anteriores, en la cual no hay un control o una supervisión del grado de oxigenación al lodo, ah esto se suma el trabajo por horas del motor control automático, el consumo de energía eléctrica y el decaimiento de la vida útil del motor.

## **2.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

Aplicación de un sistema de control automático, para el mejoramiento del tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas residuales.

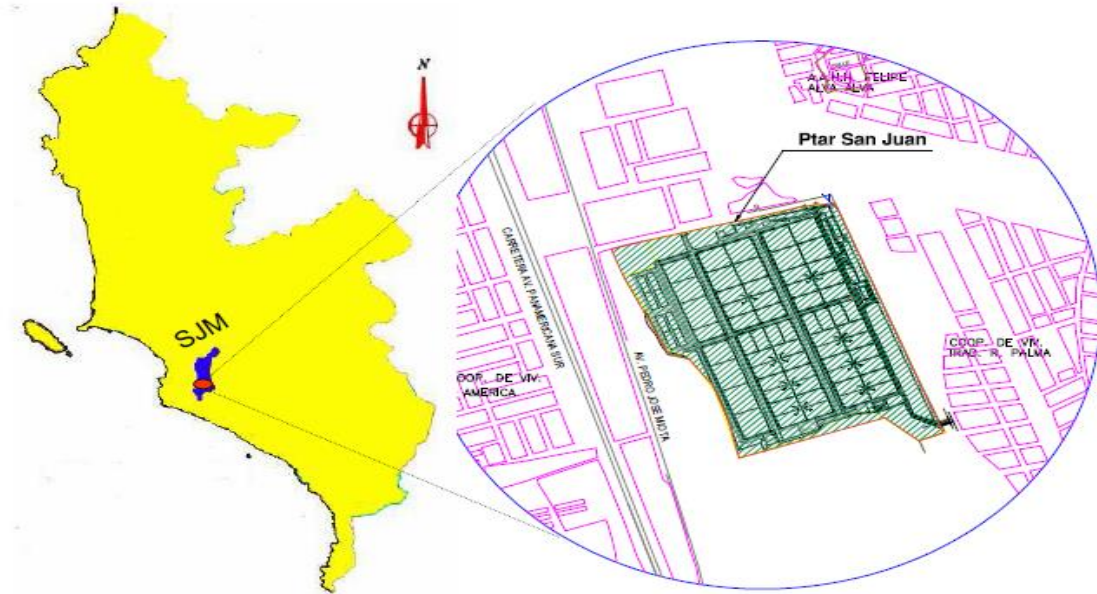
## **2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO**

- Aplicar el sistema de control automático, para el mejoramiento del tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas.
- Desarrollar el sistema de control automático, para el mejoramiento de tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas residuales.
- Implementar el sistema de control automático para el mejoramiento de tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas residuales.

## Grafico N° 9

## UBICACION

Se encuentra ubicada Av. Pedro Miotta s/n entre ETECEN y Parque Zonal Huayna Capac- Distrito de San Juan Miraflores



Fuente: Sedapal

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO**

## 3.1 DESCRIPCIÓN Y PROCESO DESARROLLADO

### 3.1.1. Presentación

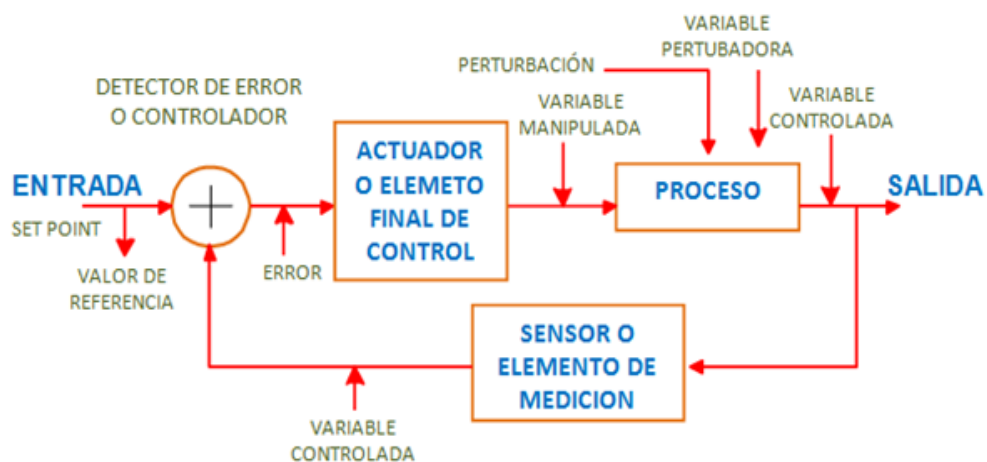
Para el desarrollo del proyecto tenemos que tener en cuenta como censar el Oxígeno Disuelto (OD), el uso y para que controlar el sistema de oxigenación al lodo.

De acuerdo a lo sensado, y controlado por el Hach sc200 LDO, este a la vez será interpretado por el PLC, PIC, ATMEGA donde este será el controlador de los motores (aeradores), para su vez aerar el lodo, y así llegando al punto de oxigenación adecuada, apagará los motores, así logrando un funcionamiento y oxigenación al lodo sea óptimo.

### 3.1.2. Proceso de Control

Grafico N° 10

Proceso de Control



Fuente: Propia



### **3.1.3. Sistemas para Análisis de Oxígeno Disuelto (OD)**

#### **A. ¿Por qué es medido el OD en aguas residuales?**

##### **➤ Poza de Aeración**

Mantiene un adecuado nivel de OD para organismos aerobios, aun en concentración suficientemente baja para la conservación de la energía.

##### **➤ Canal de efluente final**

Asegura a los efluentes de planta satisfacer los requerimientos de protección ambiental de la localidad.

#### **B. Medición de OD en línea**

##### **➤ ¿Que permiten las mediciones OD en línea al operador de planta?**

- Ahorrar tiempo.
- Ahorrar energía.
- Mejor control Operacional.
- Indicador de monitoreo Industrial.

#### **C. Sistemas de Medición OD Hach**

- Sistemas OD portátiles.
  - Sensor OD polarografico.
  - Sensor Hach LDO.

- Sistemas de laboratorio OD con sensor OD polarografico.
- Sistemas OD en línea.
  - Controlador sc100 con sensor OD 5740 sc Galvánico.
  - Controlador sc200 con sensor Hach LDO.

### 3.1.4. Método de medición OD

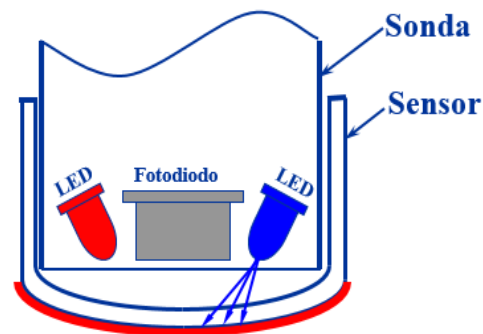
#### ➤ Luminiscencia (LDO)

##### – ¿Cómo trabaja el LDO?

Un sensor es cubierto con un material luminiscente, luz azul de un LED incide en el luminiscente químico del sensor, el luminiscente químico se excita instantáneamente.

Grafico N° 11

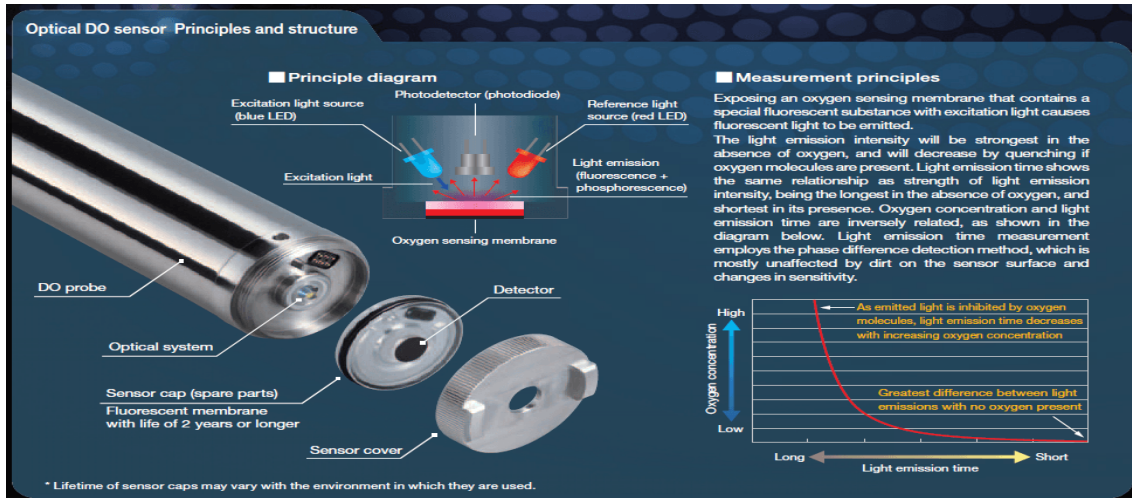
Parte interna del funcionamiento del sensor.



FUENTE: Propia

## Grafico N° 12

### Estructura y diagrama del sensor

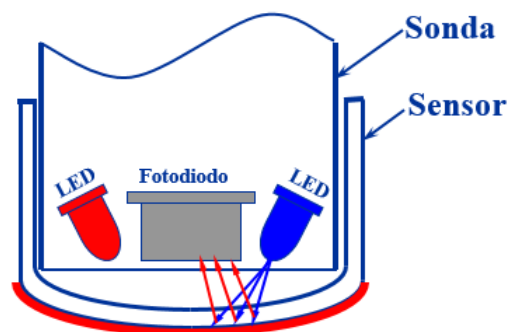


Fuente: <http://www.ambientalia.com.co/equipos-de-analisis-de-agua/medidor-de-oxigeno-disuelto-horiba-hd-200/>

Cuando el material químico excitado se relaja, este libera una luz roja, la luz roja es detectada por un fotodiodo, El tiempo en que se emite esta luz roja está siendo medido.

## Grafico N° 13

Excitación del material químico libera luz roja.

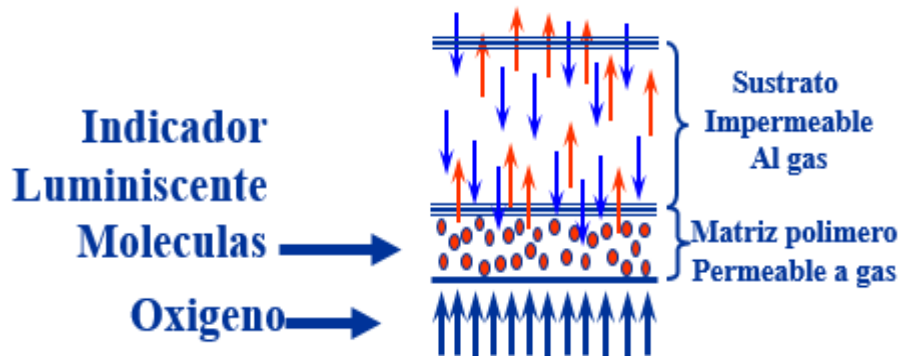


Fuente: Propia

Cuando el oxígeno hace contacto con el químico luminiscente, la intensidad de la luz roja decrece, el tiempo que tome para que el material se relaje es reducido.

Grafico N° 14

Intensidad de luz roja decrece.



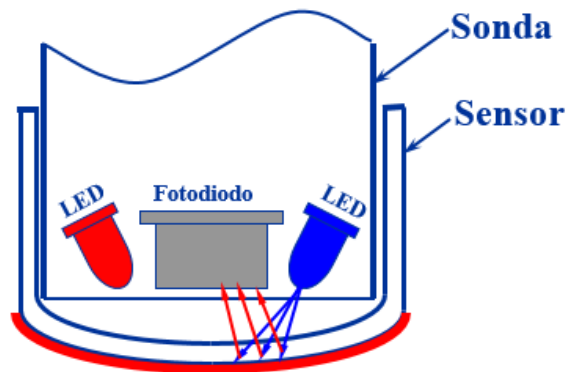
Fuente: Propia

A mayor concentración de oxígeno, menor luz roja es emitida por el sensor.

La intensidad de la luz roja no es lo que está siendo medido. Lo que está siendo medido es el tiempo después de la excitación para la luz roja que es emitida (tiempo de desarrollo de la luminiscencia).

Grafico N° 15

Excitación para la luz roja que es emitida

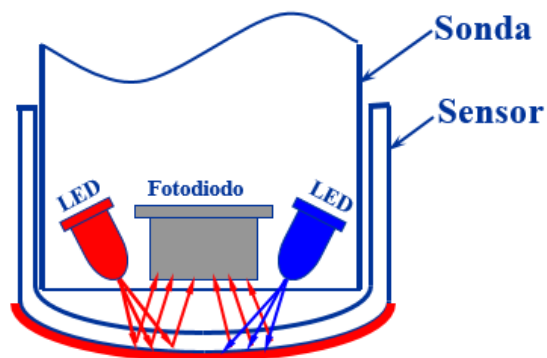


Fuente: Propia

Un led rojo también está presente en la sonda. Entre flasheos del Led Azul, un Led Rojo de intensidad conocida, es flasheada en el sensor. El Led Rojo actúa como un standard interno (o referencia) para una comparación a la luz roja emitida por el químico luminiscente.

Grafico N° 16

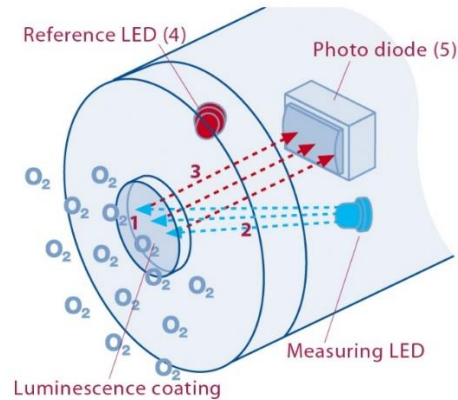
Led Rojo Actua como estandar interno (Referencia)



Fuente: Propia

## Grafico N° 17

Como actúa el sensor LDO hacia con el oxígeno



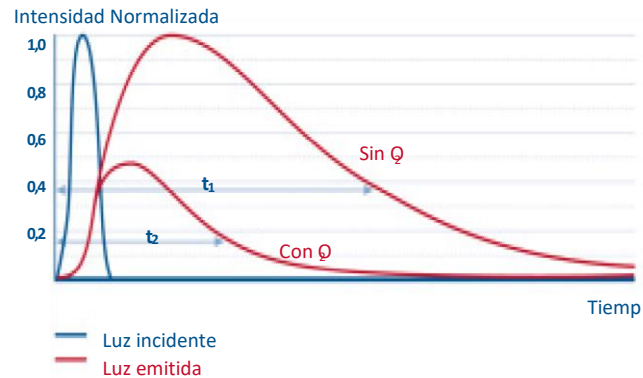
Fuente: <https://uk.hach.com/power-dissolved-oxygen>

### ➤ **Mantenimiento Reducido.**

- No hay membrana a reemplazar
  - No más basto de Teflón y preocupación por burbujas de aire.
- No hay electrolito que se ensucie o contamine.
  - No hay contaminación por  $H_2S$  (Ácido Sulfhídrico) del electrolito.
  - No más membranas dañadas.
- No hay ánodo o cátodo
  - No hay limpieza de ánodos
  - No más cubiertas de electrodos

Grafico N° 18

Transcurso de la intensidad de luz de excitación azul y luz roja



Fuente: Manual de LDO HACH

➤ **No requiere una frecuente calibración**

- No hay ánodo para consumir y no hay electrolito permite dar mediciones extremadamente estables.
- Estándar interno con un LED rojo.
- No hay interferencias por estabilizaciones de pH, químicos por aguas residuales, H<sub>2</sub>S o metales pesados.

➤ **Lecturas estables y precisas**

- No hay nada que interfiera con las lecturas, LDO produce lecturas más estables por un tiempo más largo.

➤ **Velocidad**

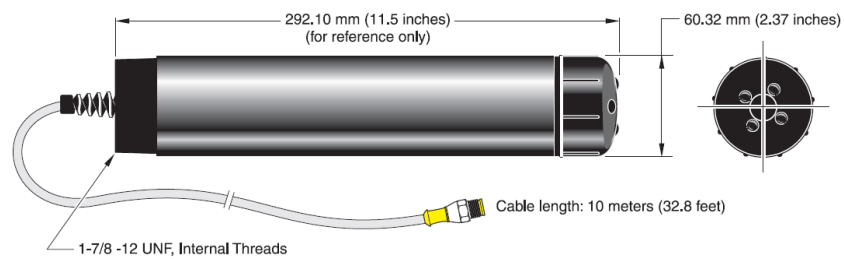
- Se enciende y esto ya está trabajando.
- El tiempo de respuesta es menor de 30 segundos a 90%.

## ➤ Operación y mantenimiento sencillo

- Solo una parte de reemplazo.
- Capa de sensor no muy costosa de fácil instalación.
- Partes del Sistema Hach LDO

Grafico N° 19

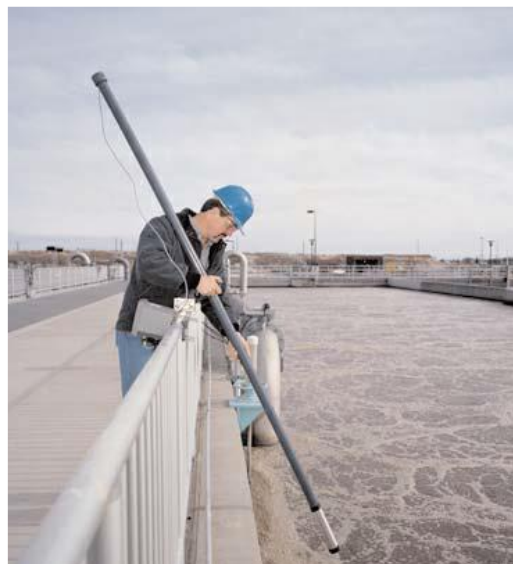
### Dimensiones del sensor LDO



Fuente: Manual de operaciones de Sensor OD

Grafico N° 20

### Manipulación del sensor OD



Fuente: Hach LDO® technology



➤ **Partes del sistema Hach LDO.**

- Compuesto principalmente por el controlador Hach SC200 y el sensor LDO.
- Controlador acepta 2 sensores.

Grafico N° 21

Controlador Hach SC200 y Sensor LDO



Fuente: Manual de operaciones de Sensor LOD

Las singulares características del sensor de oxígeno LDO óptico de HACH LANGE son la excitación pulsada mediante luz azul de alta energía y el ajuste continuo del sistema de medida por medio de una luz de referencia roja. Con ello, LDO se ha convertido en el sensor de oxígeno ideal, con una precisión máxima hasta en concentraciones bajas, valores medidos sin deriva estable a largo plazo y un mantenimiento mínimo. Todo lo que el usuario tiene que hacer es cambiar la cápsula del sensor cada dos años y, ocasionalmente, limpiar el sensor.

- El sensor LDO tiene un área de sensado de 15x15 metros como máximo y como mínimo de 10x10 centímetros. En conclusión, el área y volumen sensado sería:

$A = 6 \times a^2$  ----- formula del área de un cubo.

$V = a^3$  -----formula del volumen de un cubo.

## Tabla N° 1

### Especificaciones del electrodo LDO

#### Datos Técnicos

<b>Rango de medición</b>	0,01 - 20,00 mg/L (ppm) 0 - 200 % saturación de aire
<b>Resolución</b>	0,01 ppm OD 0,1% saturación
<b>Exactitud</b>	± 0,05 ppm por debajo de 1 ppm ± 0,1 ppm por debajo de 5 ppm ± 0,2 ppm por encima de 5 ppm ± 0,1 mg/L (ppm)
<b>Tiempo de respuesta</b>	T <sub>90</sub> < 40 s T <sub>95</sub> < 60 s
<b>Sensor de temperatura</b>	Sensor externo PT100 integrado
<b>Rango de temperatura de operación</b>	0 - 50 °C
<b>Exactitud</b>	Temperatura: ± 0,2 °C (± 0,4 °F)
<b>Humedad relativa</b>	95 % (sin condensación)
<b>Profundidad de inmersión</b>	15 m (350 ft.), 1050 kPa (150 psi), maximum
<b>Rango de presión</b>	Máx. 3,5 bar
<b>Rango de pH</b>	0 - 12 pH
<b>Dimensiones (A x L)</b>	48,25 mm x 254 mm
<b>Peso</b>	1,0 kg (solo sonda)
<b>Distancia máxima de sensor a controlador</b>	1000 m
<b>Longitud de cable</b>	Cable integrado de 10 m con conector de desconexión rápida (todos los tipos de sensores) Posibilidad de hasta 100 m con cables de extensión (no sensor C1D2) Hasta 1000 m con caja de conexiones (no sensor C1D2)
<b>Método de calibración</b>	Todas las sondas vienen calibradas de fábrica y están listas para usar Calibración al aire: un punto, aire saturado de agua al 100 % Calibración de proceso: comparación con instrumentos estándar
<b>Comunicación</b>	Modbus a través del controlador SC200 o SC1000
<b>Velocidad de flujo</b>	No se requiere velocidad mínima
<b>Clasificaciones para lugares peligrosos</b>	Registrado en ETL (marcado con cETLus) con respecto a las ubicaciones peligrosas y de seguridad general de Canadá y EE. UU. (Clase I, Div. 2)
<b>Interferencias</b>	Sin interferencias por lo siguiente: H <sub>2</sub> S, pH, K <sub>+</sub> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Al <sup>3+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Cr (total), Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , Cl <sup>-</sup> , detergentes aniónicos activos, petróleo crudo, Cl <sub>2</sub> < 4 ppm
<b>Rosca del sensor</b>	Rosca exterior NPT de 1"

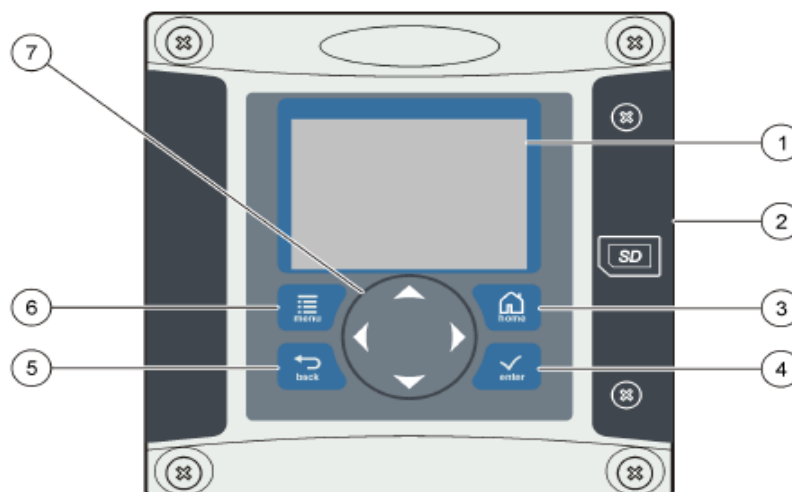
Fuente: Manual de operaciones Hach LDO

### 3.1.4 CONTROLADOR HACH SC200

- El controlador Hach sc200. Simplemente conecte cualquier sensor digital de Hach y Listo para usar: es "plug and play" con uno o Dos sensores. Controlador universal SC200: 100-240 V de CA con dos entradas de sensores digitales y dos salidas 4-20 mA

Grafico N° 22

Partes del Controlador HACH SC200



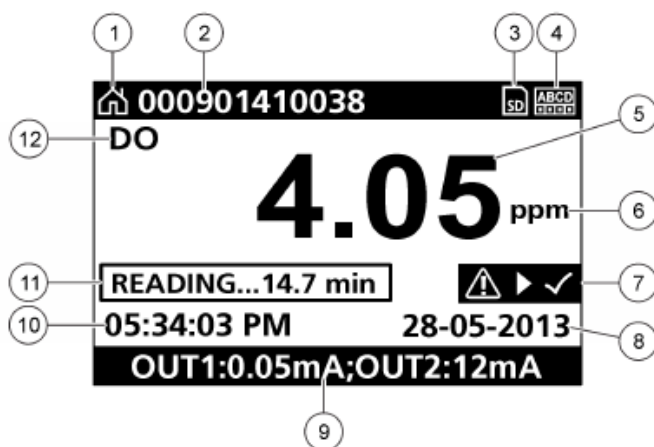
1 Pantalla del instrumento	5 Tecla <b>BACK</b> . Retrocede un nivel en la estructura del menú.
2 Cubierta para la ranura de tarjeta de memoria Secure Digital	6 Tecla <b>MENU</b> . Se desplaza al menú de configuración desde otras pantallas y submenús.
3 Tecla <b>HOME</b> . Se desplaza hasta la pantalla principal de medición desde otras pantallas y submenús.	7 Teclas de navegación Se utilizan para navegar a través de los menús y aumentar o reducir los dígitos.
4 Tecla <b>ENTER</b> . Acepta los valores introducidos, actualizaciones u opciones de menú mostradas.	

Las entradas y salidas se configuran mediante el panel frontal con el teclado y la pantalla de visualización. Esta interfaz de usuario se utiliza para configurar las entradas y salidas, crear información de registro y valores calculados, así como para calibrar los sensores. La interfaz de SD se puede utilizar para guardar registros y actualizar en software.

Fuente: Sistema de Análisis HACH sc200™ LDO™

## Grafico N° 23

## Pantalla principal de medición



1	Icono de la pantalla de inicio	7	Barra de estado de advertencia
2	Nombre del sensor	8	Fecha
3	Icono de la tarjeta de memoria SD	9	Valores de salida analógica
4	Indicador de estado de relé	10	Hora
5	Valor de medición	11	Barra de progreso
6	Unidad de medición	12	Parámetro de medición

Fuente: Manual HACH sc200™ LDO™

## Grafico N° 24

### Configuración de Módulo de entrada

Opción	Descripción
Editar name (Editar nombre)	Edita el nombre del módulo
Editar unidades	Edita las unidades de medida
Editar parámetro	Edita el nombre del parámetro
Rango de pantalla	Establece los valores usados para la escala seleccionada (0-20 mA o 4-20 mA)
Para la escala de 0-20 mA:	
• Establecer el valor de 20 mA	
• Establecer el valor de 0 mA	
Para la escala de 4-20 mA:	
• Establecer el valor de 20 mA	
• Establecer el valor de 4 mA	
Promedio de señal	Establece la frecuencia con la que se promedian las señales. Los valores más altos producen una señal más suave pero aumentan el tiempo que demora una señal en responder a un cambio en el valor de proceso.
Establecer resolución— X.XXX, XX.XX, XXX.X, XXXX	Establece la cantidad de espacios decimales que se usan en la pantalla.
Seleccionar escala— 4-20 mA o 0-20 mA	Establece la escala usada para la entrada de 4-20 mA
Intervalo de registro de datos—5 seg, 30 seg, 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min	Establece con qué frecuencia los datos se registran en la memoria del controlador interno.
Restablecer valores predeterminados—Presione ENTER para restablecer los valores de configuración o presione la tecla ATRÁS para cancelar.	Restablece los valores de configuración a los valores predeterminados.

Fuente: Manual Hach SC200

Tabla N° 2

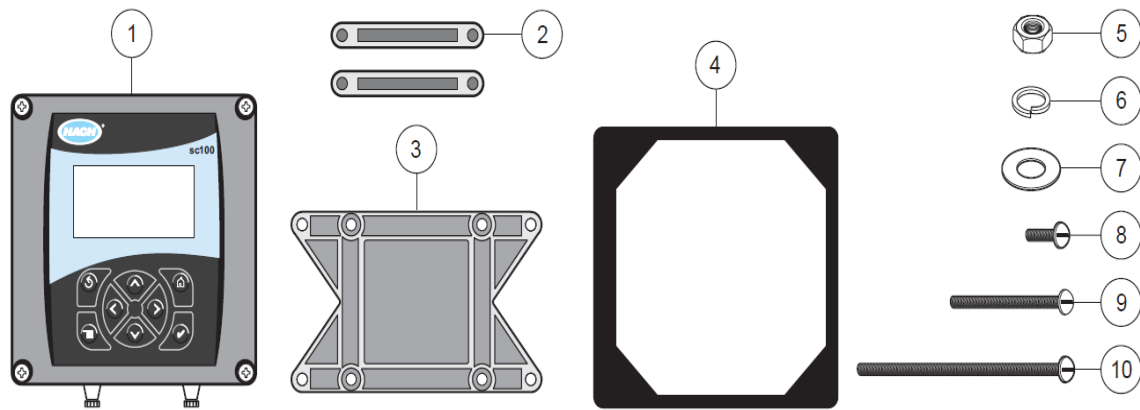
## Especificador del controlador SC200

Aberturas de los conductos:	1/2" Conducto de NPT
Capacidades de comunicación:	2x 4-20mA Out
Certificaciones eléctricas:	EMC - Cumple con certificación CE para emisiones conducidas e irradiadas (EN 50081-2) e inmunidad (EN 61000-6-2), propósito general - UL hasta ETL, Clase I, Div. 2 (Grupos A, B, C y D) - CSA (pendiente)
Comunicación:	MODBUS RS232/RS485, PROFIBUS DPV1 o HART 7.2 opcional
Condiciones de almacenamiento:	-20 °C - 70 °C
Configuraciones de montaje:	Montaje den muro, poste y panel
Dimensiones (A x A x P):	144 mm x 144 mm x 181 mm
Entrada sensor #1:	Digital
Entrada sensor #2:	Digital
Funciones de Relé:	Alarma, temporizador, control del alimentador, PWM o control Fm, alarma del sistema
Garantía:	2 años
Length:	181 mm
Manual Languages:	Búlgaro, chino (RPC), croata, checo, danés, neerlandés, inglés, estón, finés, francés, alemán, griego, húngaro, italiano, japonés, coreano, lituano, polaco, portugués (Brasil), portugués (Portugal), rumano, ruso, eslovaco, esloveno, español, sueco, tailandés, turco
Material del encerramiento:	Policarbonato, aluminio (recubrimiento en polvo), acero inoxidable
Opciones de energía:	100-240V AC, No Power Cord
Pantalla:	LCD gráfica con matriz de puntos y retroiluminación LED
Peso:	1.7 kg
Profundidad:	7.1 pulgada
Protección de la carcasa (IP):	IP66 / NEMA 4X
Rango de Temperatura de operación:	-20 - 60 °C de 0 a 95 % de HR (sin condensar)
Relay: Operational Mode:	Medición primaria o secundaria, valor calculado o temporizador
Relés:	Cuatro contactos SPDT electromecánicos (forma de C) contactos, 1200 W, 5 A
Requisitos de alimentación (Hz):	50 - 60 Hz
Requisitos de alimentación (voltaje):	100 - 240 VAC
Resguardo de memoria:	Memoria flash
Resolución de la pantalla:	240 x 160 píxeles
Salida analógica: modo de funcionamiento:	Lineal, logarítmico, bilineal, PID
Salidas analógicas:	Dos (cinco con módulo de expansión opcional) salidas de corriente aisladas, máx. 550 Ω. 4 salidas de corriente aislada 4/20 adicionales y opcionales, máx. 550 Ω
Security Levels:	2 niveles protegidos con contraseñas
Tamaño de pantalla:	1,9 x 2,7 inches (48 mm x 68 mm)

Fuente: Manual de operaciones Hach SC100 LDO

Grafico N° 25

## Componentes del sistema básico



1. Controlador	6. Arandela de seguridad, ¼-pulg. D.I. (4)
2. Base para montaje en panel (2)	7. Arandela plana, ¼-pulg. D.I. (4)
3. Soporte para montaje en panel y tubería	8. Tornillos cabeza redonda (4), M6 x 1.0, 20 mm
4. Empaque de caucho para montaje en panel	9. Tornillos cabeza redonda (4), M6 x 1.0, 150 mm
5. Tuerca hexagonal, M6 x 1.0 (4)	10. Tornillos cabeza redonda (4), M6 x 1.0, 100 mm

Fuente: Manual de operaciones Hach SC200 LDO

Grafico N° 26

## Aplicación del sensor y controlador SC100



Fuente: Historia de la aplicación LDO

### 3.1.5 MICROCONTROLADOR ATMEGA8

Este microcontrolador pertenece a la familia AVR, una arquitectura Harvard modificada RISC de 8 bits desarrollada por Atmel en 1996. Fue una de las primeras familias de microcontroladores en usar memoria flash integrada para el almacenamiento del programa, en lugar de memorias de tipo EPROM o EEPROM.

La arquitectura Harvard modificada implica que programa y datos son almacenadas en distintas memorias físicas, pero se tiene la capacidad de leer datos almacenados en la memoria de programa a través de



instrucciones especiales. Por otro lado, la mayoría de instrucciones requieren sólo uno o dos ciclos como tiempo de ejecución, lo que convierte a los AVR's en microcontroladores relativamente rápidos entre los de 8 bits. Además, fueron diseñados teniendo en cuenta la ejecución eficiente de código en C, teniendo varios punteros integrados para esta tarea, ya que este lenguaje hace un uso profuso de ellos para el manejo de variables en memoria.

### **3.1.5.1 CARACTERÍSTICAS**

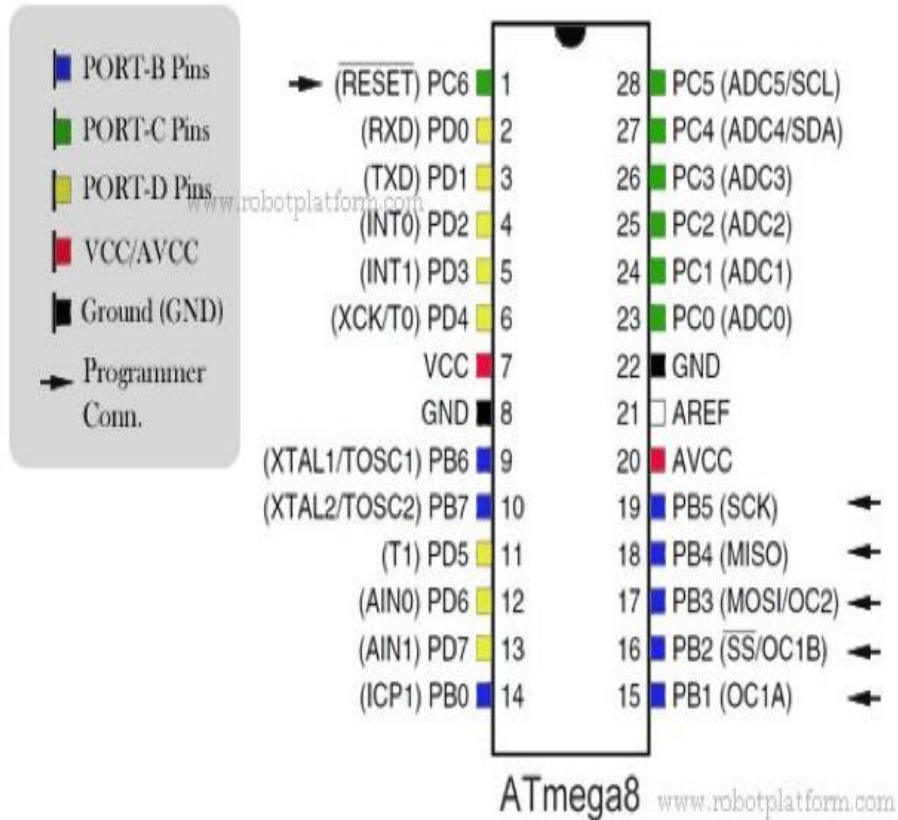
- 8 kB de memoria flash para programa
- 512 B de memoria EEPROM
- 1024 B de memoria SRAM
- 32 registros de propósito general
- Multiplicador hardware
- Frecuencia de reloj de 0 a 16 MHz
- 32 pines de entrada/salida
- 2 contadores de 8 bits y otro de 16 bits
- Convertidores Analógico/Digital de varios canales
- In-System Programming a través de SPI
- Full Dúplex SPI
- Interfaz serie de 2 hilos (compatible con I2C)
- Full Dúplex USART

Grafico N° 27  
Arquitectura Hardware



Fuente: Manual AVR – ATMEGA8

Grafico N° 28  
Atmega8

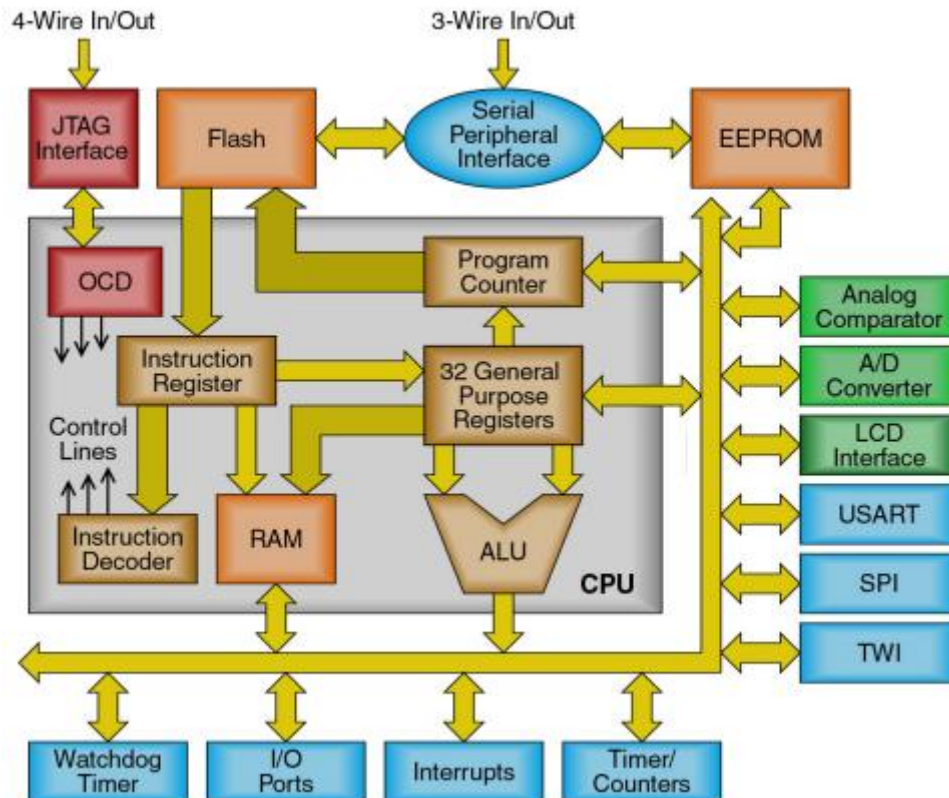


Fuente: Manual AVR – ATMEGA8

- Mapa de memoria Atmega8

Grafico N° 109

Estructura interna del Atmega8



Fuente: Manual AVR – ATMEGA8

### 3.1.6 MOTOR

El motor de corriente continua (denominado también motor de corriente directa, motor CC o motor DC por las iniciales en inglés direct current) es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.

Un motor de corriente continua se compone principalmente de dos partes.

**El estator** da soporte mecánico al aparato y contiene los polos de la máquina, que pueden ser o bien devanado de hilo de cobre sobre un núcleo de hierro, o imanes permanentes.

**El rotor** es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa a través de delgas, que están en contacto alternante con escobillas fijas (también llamadas carbones).

El principal inconveniente de estas máquinas es el mantenimiento, muy costoso y laborioso, debido principalmente al desgaste que sufren las escobillas o carbones al entrar en contacto con las delgas.

Algunas aplicaciones especiales de estos motores son los motores lineales, cuando ejercen tracción sobre un riel, servomotores y motores paso a paso. Además, existen motores de DC sin escobillas (brushless en inglés) utilizados en el aeromodelismo por su bajo par motor y su gran velocidad.

Es posible controlar la velocidad y el par de estos motores utilizando técnicas de control de motores de corriente continua.

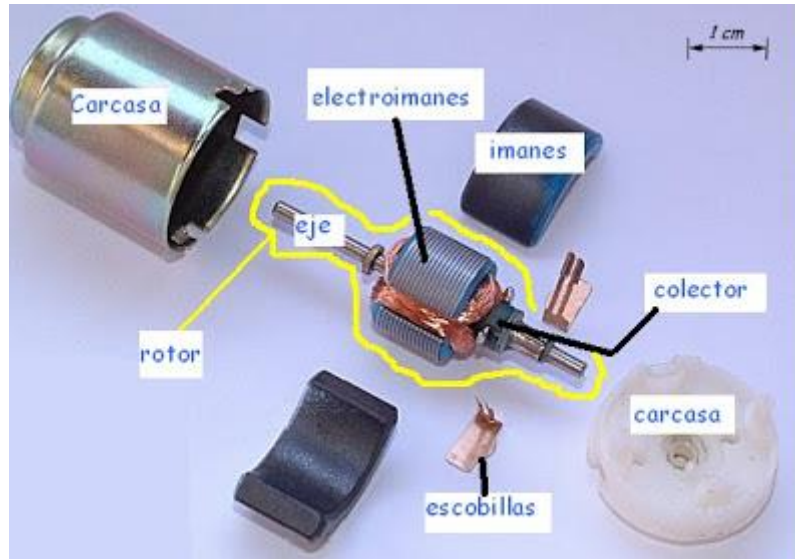
Grafico N° 30

Motor DC 12V



Grafico N° 31

## Partes de un motor DC Aireador



Fuente: <https://www.robomart.com/35000-rpm-non-g geared-motor-12v-dc>

### 3.1.7. RELAY 5V DC

El Relé – Relay es un interruptor operado magnéticamente. El relé se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del relé) es energizado (le ponemos un voltaje entre sus terminales para que éste se active).

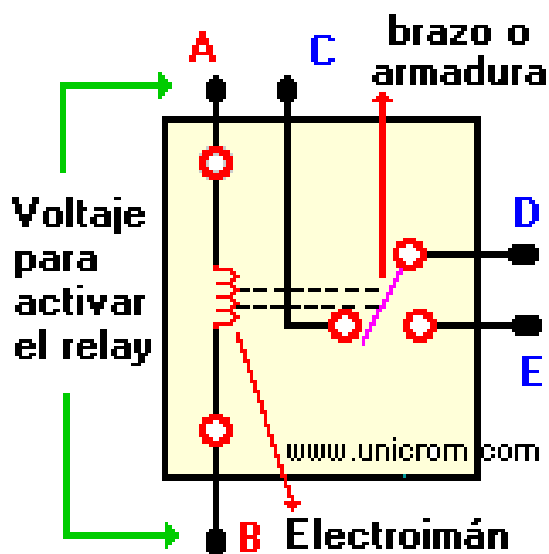
Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo (el relé). Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales antes mencionados.

- **Funcionamiento del Relé – Relay:**

Si el electroimán está activo jala el brazo (armadura) y conecta los puntos C y D. Si el electroimán se desactiva, conecta los puntos D y E. De esta manera se puede conectar un dispositivo, cuando el electroimán está activo, y otro diferente, cuando está inactivo.

Grafico N° 32

Relay Funcionamiento



Fuente: <http://www.bambusekd.cz/dev/raspberry-control-5V-relay>

Es importante saber cuál es la resistencia (impedancia) del bobinado del electroimán (lo que está entre los terminales A y B) que activa el relé y con cuanto voltaje éste se activa. Este voltaje y esta resistencia nos informan

que magnitud debe de tener la señal que activará el relé y cuanta corriente se debe suministrar a éste.

La corriente se obtiene con la Ley de Ohm:  $I = V/R$  donde:

**I:** es la corriente necesaria para activar el relé

**V:** es el voltaje necesario para activar el relé

**R:** es la resistencia (impedancia) del bobinado del relé

- **Ventajas del Relé – Relay**

- El Relé permite el control de un dispositivo a distancia. No se necesita estar cerca del dispositivo para hacerlo funcionar.
- El Relé es activado con poca corriente, sin embargo, puede activar grandes máquinas que consumen gran cantidad de corriente.
- Con una sola señal de control, se pueden controlar varios relés a la vez.

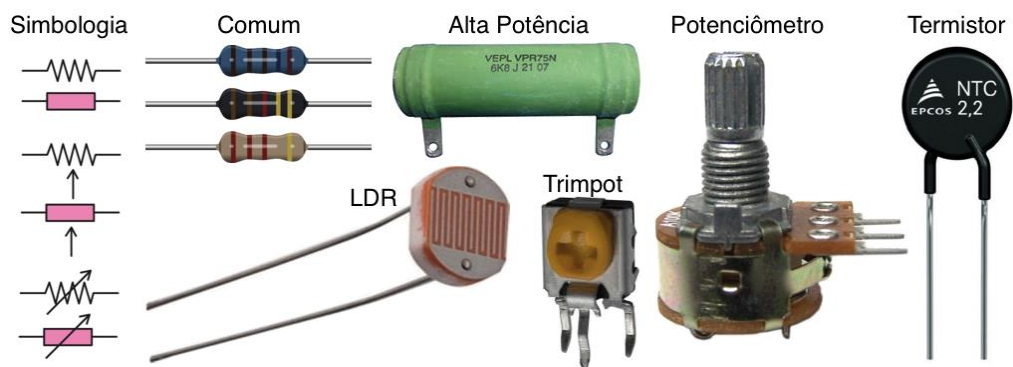
### 3.1.8 RESISTOR

Se denomina resistencia (sobre todo en España) o resistor (en algunos países de Hispanoamérica, aunque también se usa resistencia en el argot eléctrico y electrónico) al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito

eléctrico. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., se emplean resistencias para producir calor aprovechando el efecto Joule. Es un material formado por carbón y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa. Se opone al paso de la corriente.

Grafico N° 33

### Tipos de Resistores



Fuente: <http://ecee.colorado.edu/~mathys/ecen1400/labs/resistors.html>

- **Código de colores**

Diferentes resistencias todas ellas de empaquetado tipo axial.

Artículo principal: Codificación de colores

Para caracterizar un resistor hacen falta tres valores: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o tolerancia. Estos valores se indican normalmente en el encapsulado dependiendo del tipo de éste; para el tipo de encapsulado axial, el que se observa en las fotografías, dichos valores van rotulados con un código de franjas de colores.

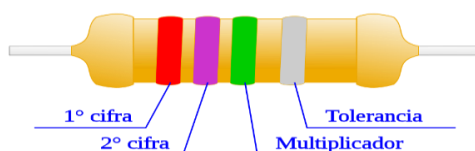


Estos valores se indican con un conjunto de rayas de colores sobre el cuerpo del elemento. Son tres, cuatro o cinco rayas; dejando la raya de tolerancia (normalmente plateada o dorada) a la derecha, se leen de izquierda a derecha. La última raya indica la tolerancia (precisión). De las restantes, la última es el multiplicador y las otras indican las cifras significativas del valor de la resistencia.

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo las cifras como un número de una, dos o tres cifras; se multiplica por el multiplicador y se obtiene el resultado en Ohmios ( $\Omega$ ). El coeficiente de temperatura únicamente se aplica en resistencias de alta precisión o tolerancia menor del 1%.

Grafico N° 34

### Código de colores de resistor



Color de la banda	Valor de la 1ª cifra significativa	Valor de la 2ª cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia	Coefficiente de temperatura
Negro	0	0	1	-	-
Marrón	1	1	10	±1%	100ppm/°C
Rojo	2	2	100	±2%	50ppm/°C
Naranja	3	3	1 000	-	15ppm/°C
Amarillo	4	4	10 000	±4%	25ppm/°C
Verde	5	5	100 000	±0,5%	20ppm/°C
Azul	6	6	1 000 000	±0,25%	10ppm/°C
Morado	7	7	10 000 000	±0,1%	5ppm/°C
Gris	8	8	100 000 000	±0,05%	1ppm/°C
Blanco	9	9	1 000 000 000	-	-
Dorado	-	-	0,1	±5%	-
Plateado	-	-	0,01	±10%	-
Ninguno	-	-	-	±20%	-

### 3.1.9 CONDENSADOR

Un condensador eléctrico (también conocido frecuentemente con el anglicismo capacitor, proveniente del nombre equivalente en inglés) es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra) separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total.

Aunque desde el punto de vista físico un condensador no almacena carga ni corriente eléctrica, sino simplemente energía mecánica latente, al ser introducido en un circuito, se comporta en la práctica como un elemento "capaz" de almacenar la energía eléctrica que recibe durante el periodo de carga, la misma energía que cede después durante el periodo de descarga.

#### **CLASIFICACIÓN:**

- **Condensadores de cerámica**

Son capacitores en donde las inductancias parásitas y las pérdidas son casi nulas. La constante dieléctrica de estos elementos es muy alta (de 1000 a 10,000 veces la del aire)

– Algunos tipos de cerámica permiten una alta permitividad y se alcanza altos valores de capacitancia en tamaños pequeños, pero

tienen el inconveniente que son muy sensibles a la temperatura y a las variaciones de voltaje.

– Hay otros tipos de cerámica que tienen un valor de permitividad menor, pero que su sensibilidad a la temperatura, voltaje y el tiempo es despreciable. Estos capacitores tienen un tamaño mayor que los otros de cerámica. Se fabrican en valores de fracciones de picoFaradios (pF) hasta nanoFaradios (nF).

Grafico N° 35

Condensador cerámico



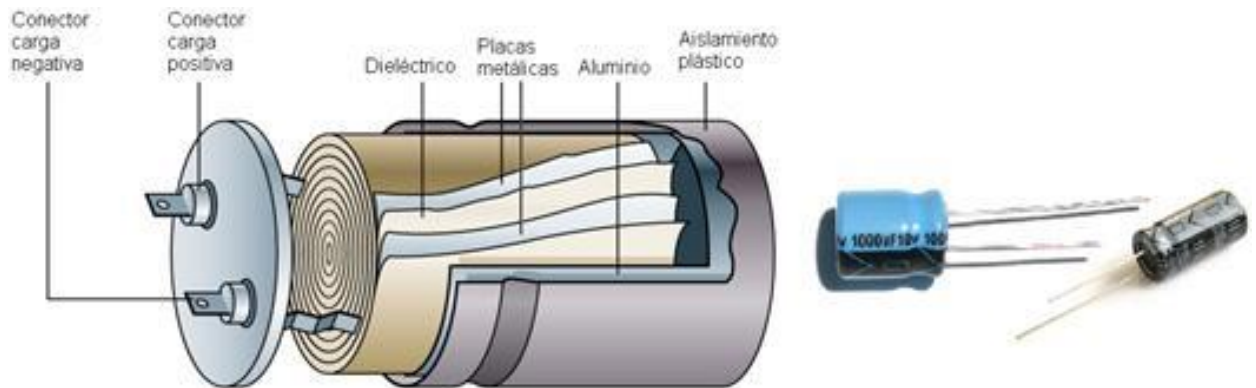
Fuente: <https://amytronics.com/como-probar-un-condensador-ceramico/>

- **Condensadores electrolíticos:**

Estos capacitores pueden tener capacitancias muy altas a un precio razonablemente bajo. Tienen el inconveniente de que tienen alta corriente de fuga y un voltaje de ruptura bajo. Son polarizados y hay que tener cuidado a hora de conectarlos pues pueden estallar si se conectan con la polaridad invertida. Se utilizan principalmente en fuentes de alimentación.

Grafico N° 36

## Condensador Electrolítico y sus partes



Fuente: <http://telosworld.com/condensadores-electroliticos-japoneses/>

### 3.1.10 DIODO

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Este término generalmente se usa para referirse al diodo semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos. El diodo de vacío (que actualmente ya no se usa, excepto para tecnologías de alta potencia) es un tubo de vacío con dos electrodos: una lámina como ánodo, y un cátodo.

De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I-V) consta de dos regiones: por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un circuito cerrado con una resistencia eléctrica muy pequeña. Debido a este comportamiento, se les suele denominar rectificadores, ya que son dispositivos capaces de suprimir la parte negativa de cualquier señal, como paso inicial para

convertir una corriente alterna en corriente continua. Su principio de funcionamiento está basado en los experimentos de Lee De Forest.

Los primeros diodos eran válvulas o tubos de vacío, también llamados válvulas termoiónicas constituidas por dos electrodos rodeados de vacío en un tubo de cristal, con un aspecto similar al de las lámparas incandescentes. El invento fue desarrollado en 1904 por John Ambrose Fleming, empleado de la empresa Marconi, basándose en observaciones realizadas por Thomas Alva Edison.

Al igual que las lámparas incandescentes, los tubos de vacío tienen un filamento (el cátodo) a través del cual circula la corriente, calentándolo por efecto Joule. El filamento está tratado con óxido de bario, de modo que al calentarse emite electrones al vacío circundante los cuales son conducidos electrostáticamente hacia una placa, curvada por un muelle doble, cargada positivamente (el ánodo), produciéndose así la conducción. Evidentemente, si el cátodo no se calienta, no podrá ceder electrones. Por esa razón, los circuitos que utilizaban válvulas de vacío requerían un tiempo para que las válvulas se calentaran antes de poder funcionar y las válvulas se quemaban con mucha facilidad.

## Diodo de protección para relés

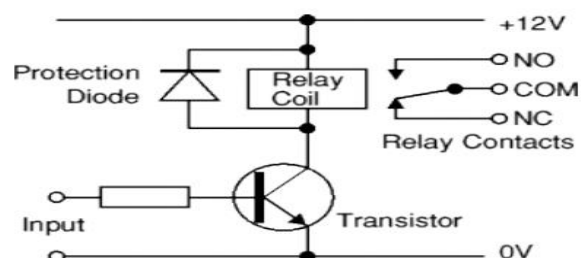
Los diodos de señal son también usados para proteger transistores y circuitos integrados del breve alto voltaje producido cuando la bobina de un relé es desconectada. El diagrama muestra cómo un diodo de protección es conectado “al revés” sobre la bobina del relé.

La corriente que fluye a través de la bobina de un relé crea un campo magnético el cual cae de repente cuando la corriente deja de circular por ella. Esta caída repentina del campo magnético induce sobre la bobina un breve, pero alto voltaje, el cual es muy probable que dañe transistores y circuitos integrados.

El diodo de protección permite al voltaje inducido conducir una breve corriente a través de la bobina (y el diodo) así el campo magnético se desvanece rápidamente. Esto previene que el voltaje inducido se haga suficientemente alto como para causar algún daño a los dispositivos.

Grafico N° 37

### Diodo de Protección



Fuente: <https://soloarduino.blogspot.pe/2014/10/diodos-de-proteccion.html>

### **Diodos rectificadores (grandes corrientes)**

Los diodos rectificadores son usados en fuentes de alimentación para convertir la corriente alterna (AC) a corriente continua (DC), un proceso conocido como rectificación. También son usados en circuitos en los cuales han de pasar grandes corrientes a través del diodo.

Todos los diodos rectificadores están hechos de silicio y por lo tanto tienen una caída de tensión directa de 0,7 V. La tabla muestra la máxima corriente y el máximo voltaje inverso para algunos diodos rectificadores populares. El 1N4001 es adecuado para circuitos con más bajo voltaje y una corriente inferior a 1A.

Tabla N° 3

Tensión y amperaje diodo de protección.

Diode	Maximum Current	Maximum Reverse Voltage
1N4001	1A	50V
1N4002	1A	100V
1N4007	1A	1000V
1N5401	3A	100V
1N5408	3A	1000V

Fuente: <https://soloarduino.blogspot.pe/2014/10/diodos-de-proteccion.html>

### **Puentes rectificadores**

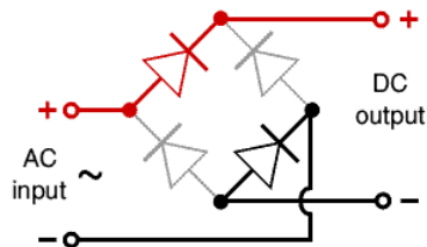
Hay varias maneras de conectar los diodos para construir un rectificador y convertir la AC en DC. El puente rectificador es una

de ellas y está disponible en encapsulados especiales que contienen los cuatro diodos requeridos. Los puentes rectificadores se clasifican por su máxima corriente y máxima tensión inversa. Tienen cuatro pines o terminales: los dos de salida de DC son rotulados con + y -, los de entrada de AC están rotulados con el símbolo ~.

El diagrama muestra la operación de cómo un puente rectificador convierte la AC en DC. Nota como va alternando de a pares los diodos que conducen la corriente en cada semiciclo.

Grafico N° 38

Puente diodo



Fuente: <https://curiosoando.com/que-es-un-puente-rectificador-de-diodos>

### 3.1.11 PANTALLA LCD

Se han popularizado mucho en los últimos años, debido a su gran versatilidad para presentar mensajes de texto (fijos y en movimiento), valores numéricos y símbolos especiales, su precio reducido, su bajo consumo de potencia, el requerimiento de solo 6 pines del microcontrolador para su conexión y su facilidad de programación en



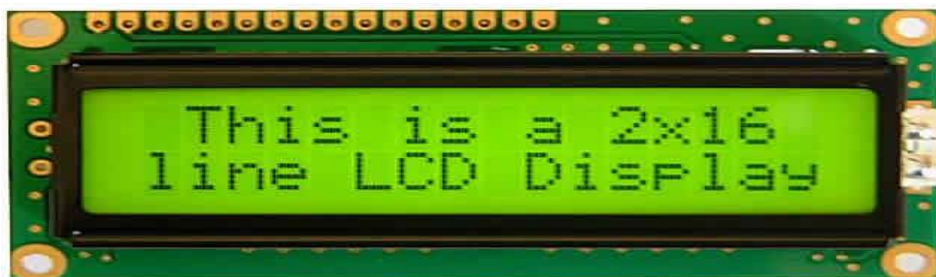
lenguajes de alto nivel (por ejemplo, lenguaje C). Desde todo punto de vista el empleo del display LCD 2x16 debería considerarse como la primera opción a la hora de decidir por un dispositivo de presentación alfanumérica, excepto cuando las condiciones de iluminación ambiental no sean las más favorables. En la actualidad existen diversos modelos de display LCD, aunque los más comunes son los LCD 2x16, que son gobernados por un microcontrolador

El LCD 16x2 (LCD 2x16) tiene en total 16 pines (tome en cuenta que la posición correcta del display es con los pines

En la parte superior, aunque existen modelos en los que la posición correcta es con los pines en la parte inferior el datasheet muestra 14 pines, los dos pines adicionales son el ánodo (15) y el cátodo (16) del LED de fondo. Debe notarse que el controlador Hitachi HD44780 se encuentra incorporado al circuito impreso del módulo LCD y que sirve de interfaz entre la propia pantalla LCD (donde se muestran los caracteres) y el microcontrolador ATMEGA.

Grafico N° 39

Pantalla LCD 2x16



Fuente: <http://programarpicenc.com/articulos/display-lcd-16x2-2x16-con-el-hd44780-en-mikroc-pro/>






### 3.1.12 DISEÑO DEL CIRCUITO

#### 3.1.12.1 SIMULADOR PROGRAMA PROTEUS 8.5 ISIS

- **ISIS:** El Programa ISIS, Intelligent Schematic Input System (Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde simples resistencias, hasta alguno que otro microprocesador o microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con prestaciones diferentes. Los diseños realizados en Isis pueden ser simulados en tiempo real, mediante el módulo VSM (Sistema Virtual de Modelado), asociado directamente con ISIS.
- Para la simulación tenemos que llamar a la sentencia hex para que la simulación pueda interpretar el código de programación.

#### Grafico N° 40

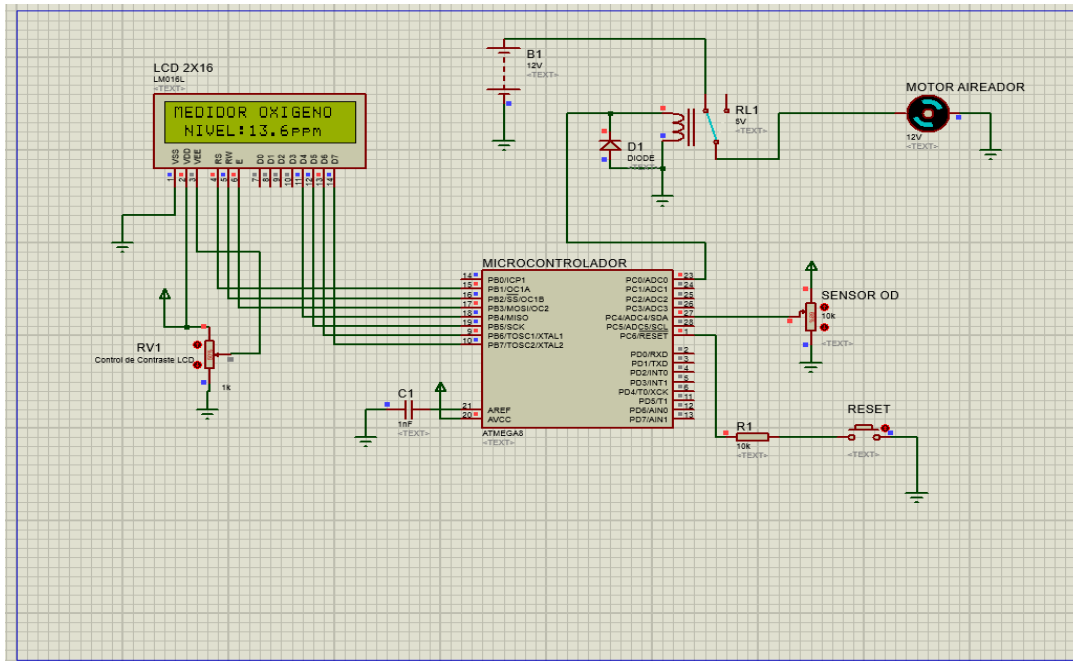
#### Diseño y simulación del proyecto

 medidor de oxigeno.EDF	07/10/2017 01:38 a...	Archivo EDF
 medidor de oxigeno.hex	03/10/2017 04:33 ...	HEX File
 medidor de oxigeno	07/10/2017 01:38 a...	Documento de tex...
 medidor de oxigeno	03/10/2017 04:36 ...	Proteus Project
 medidor de oxigeno.pdsprj,JoseEMB-PC,Jose EMB.workspace	06/10/2017 01:57 ...	Archivo WORKSP...

Fuente: Propia

## Grafico N° 41

### Diseño y simulación del proyecto

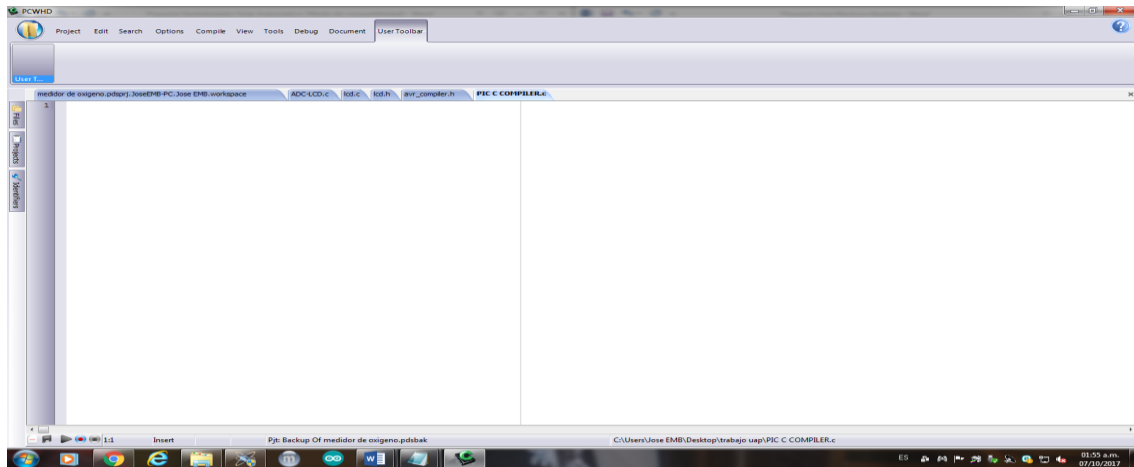


Fuente: Propia

#### 3.1.12.2 PROGRAMACION DE MICROCONTROLADOR ATMEGA8

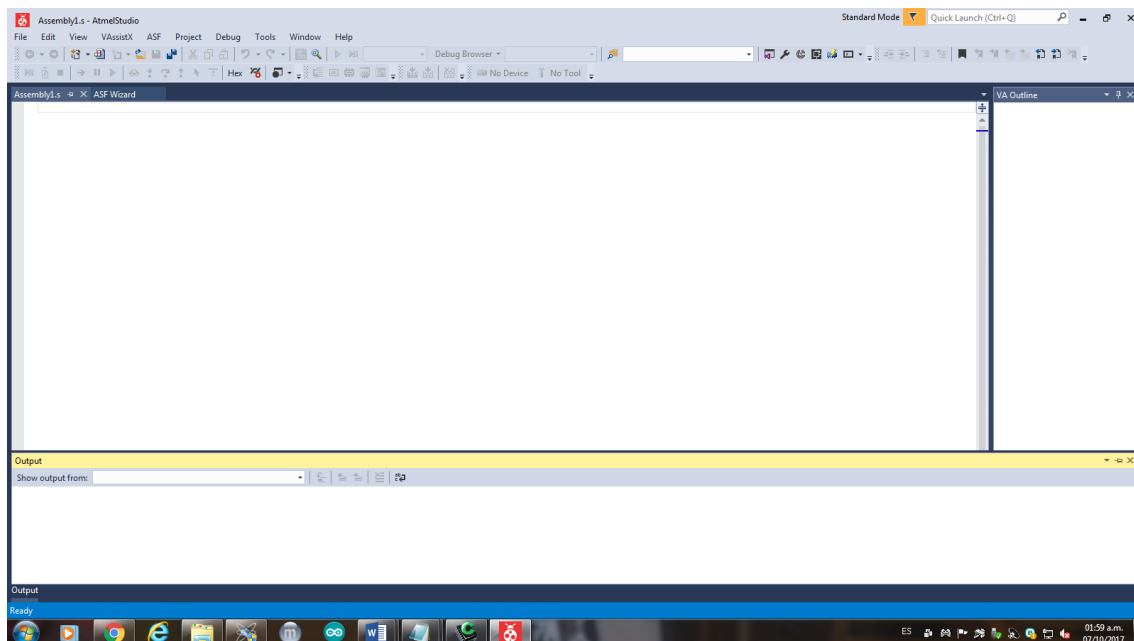
- En este caso se puede programar en PIC C COMPILER 4.0 y en ATMAEL STUDIO 7.0, se permite editar el archivo de lenguaje C, los programas son completamente interactivos, lo que nos permite modificar registros o localidad de la memoria en cualquier momento.

Grafico N° 42  
Entorno PIC C COMPILER



Fuente: Propia

Grafico N° 43  
Entorno ATMEL STUDIO 7



Fuente: Propia

### 3.1.12.3 DESARROLLO DEL PROGRAMA (CODIFICACIÓN)

- Librería LCD

```

/*****
*
* FileName:    lcd.h
* Purpose:    Librería de funciones para controlar un display LCD con
chip
*              Hitachi HD44780 o compatible. La interface es de 4 bits.
* Processor:  ATmel AVR
* Compiler:   AVR IAR C & AVR GCC (WinAVR)
* Author:    Shawn Johnson. http://www.cursomicros.com.
*
* Copyright (C) 2008 - 2013 Shawn Johnson. All rights reserved.
*
* License:    Se permiten el uso y la redistribución de este código
con
*              modificaciones o sin ellas, siempre que se mantengan
esta
*              licencia y las notas de autor y copyright de arriba.
*****/

#include "avr_compiler.h"

/*****
// CONFIGURACIÓN DE LOS PINES DE INTERFACE
//*****/

/* Define el puerto a donde se conectará el bus de datos del LCD
* Se utilizará el nible alto del puerto escogido (ejem. PB4-
DB4,...,PB7-DB7)
*/
#define lcd_DATAout  PORTB    // Registro PORT del puerto
#define lcd_DATAin  PINB     // Registro PIN del puerto
#define lcd_DATAAddr  DDRB   // Registro DDR del puerto

/* Define el puerto a donde se conectarán las líneas de control del LCD
* E, RW y RS. Puede ser el mismo puerto del bus de datos.
*/
#define lcd_CTRLout  PORTB    // Registro PORT del puerto
#define lcd_CTRLin   PINB     // Registro PIN del puerto
#define lcd_CTRLddr  DDRB    // Registro DDR del puerto

/* Define los números de los pines del puerto anterior que
corresponderán a
* las líneas E, RW y RS del LCD.
*/
#define lcd_E        3        // Pin Enable
#define lcd_RW       2        // Pin Read/Write
#define lcd_RS       1        // Pin Register Select

/*****
// CÓDIGOS DE COMANDO USUALES

```

```

//*****
*****
#define LCD_CLEAR      0x01    // Limpiar Display
#define LCD_RETHOM     0x02    // Cursor a inicio de línea 1
#define LCD_LINE1     0x80    // Línea 1 posición 0
#define LCD_LINE2     0xC0    // Línea 2 posición 0
#define LCD_DDRAM     0x80    // Dirección 0x00 de DDRAM
#define LCD_CGRAM     0x40    // Dirección 0x00 de CGRAM
#define LCD_CURSOR    0x0E    // Mostrar solo Cursor
#define LCD_BLINK     0x0D    // Mostrar solo Blink
#define LCD_CURBLK    0x0F    // Mostrar Cursor + Blink
#define LCD_NOCURBLK  0x0C    // No mostrar ni Cursor ni Blink

//*****
*****
//  PROTOTIPOS DE FUNCIONES
//*****
*****
void lcd_init(void);           // Inicializa el LCD
void lcd_puts(char * s);      // Envía una cadena ram al LCD
void lcd_gotoxc(char r, char c); // Cursor a fila r, columna c
void lcd_clear(void);         // Limpia el LCD y regresa el
cursor al inicio
void lcd_data(char dat);      // Envía una instrucción de dato al
LCD
void lcd_cmd(char com);       // Envía una instrucción de comando
al LCD
char lcd_read(char RS);       // Lee un dato del LCD
void lcd_write(char inst, char RS); // Escribe una instrucción en el
LCD
void lcd_nibble(char nibble);
void ldelay_ms(unsigned char );

```

- **Librería:** archivo implementa algunas macros que permiten a los compiladores IAR-C y AVR-GCC trabajar con el mismo código para los microcontroladores AVR.

```

//*****
*****
*
* Este archivo implementa algunas macros que permiten a los
compiladores IAR-C y
* AVR-GCC trabajar con el mismo código para los microcontroladores
AVR.
*
* Author
* Atmel Corporation: http://www.atmel.com \n
* Support email: avr@atmel.com
*
* Revision: 613
* Date: 2006-04-07 14:40:07 +0200 (fr, 07 apr 2006)
*
* Copyright (c) 2008, Atmel Corporation All rights reserved.
*
* Redistribution and use in source and binary forms, with or without
* modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
*

```

```

* 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
notice,
* this list of conditions and the following disclaimer.
*
* 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
notice,
* this list of conditions and the following disclaimer in the
documentation
* and/or other materials provided with the distribution.
*
* 3. The name of ATMEL may not be used to endorse or promote products
derived
* from this software without specific prior written permission.
*
* THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY ATMEL "AS IS" AND ANY EXPRESS OR
IMPLIED
* WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF
* MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY
AND
* SPECIFICALLY DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL ATMEL BE LIABLE FOR ANY
DIRECT,
* INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
* (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR
SERVICES;
* LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER
CAUSED AND
* ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY,
OR TORT
* (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE
USE OF
* THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

*****
*****/

#ifdef COMPILER_AVR_H
#define COMPILER_AVR_H

/* Define la frecuencia de CPU (en Hertz) por defecto, si aún no ha
* sido definida. */
#ifdef F_CPU
#define F_CPU 800000UL // XTAL de 8 MHz
#endif

#include <stdbool.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>

/* Esta macro protegerá el código siguiente de las interrupciones. */
#define AVR_ENTER_CRITICAL_REGION( ) uint8_t volatile saved_sreg =
SREG; \
                                cli();

/* Esta macro siempre se debe usar en conjunción con
AVR_ENTER_CRITICAL_REGION
* para restaurar la habilitación de las interrupciones.
*/
#define AVR_LEAVE_CRITICAL_REGION( ) SREG = saved_sreg;

#if defined( __ICCAVR__ )

```

```

/* Habilitar las definiciones de bits en el archivo ioXXX.h
 * También se puede configurar en el IDE de IAR Embedded Workbench */
#ifndef ENABLE_BIT_DEFINITIONS
#define ENABLE_BIT_DEFINITIONS
#endif

// #include <stdint.h>
#include <inavr.h>
#include <ioavr.h>
#include <intrinsics.h>
#include <pgmspace.h>

#ifndef __HAS_ELPM__
#define _MEMATTR __flash
#else
#define _MEMATTR __farflash
#endif

/* Ejecuta un delay de us microsegundos.
 *
 * La macro F_CPU debe estar definida previamente.
 *
 * El máximo delay posible es de 262.14 ms / F_CPU en MHz.
 *
 * Nota. Para el compilador IAR, F_CPU debe ser un múltiplo de
1000000UL (1 MHz).
 */
#define delay_us( us ) ( __delay_cycles( ( F_CPU / 1000000UL ) * ( us
) ) )

/* Directivas para interrupciones en IAR-C.
 *
 * Algunas directivas de preprocesador para declarar las Rutinas de
Servicio de
 * Interrupción en el compilador IAR C.
 * Esto requiere el uso de la directiva C99 _Pragma() en vez de
#pragma
 * que no se puede usar como una macro de sustitución.
 *
 * Nota. NO trate de reordenar estas macros porque solo funcionarán en
el orden dado.
 */
#define PRAGMA(x) _Pragma( #x )
#define ISR(vec) PRAGMA( vector=vec ) __interrupt void
handler_##vec(void)
#define sei( ) (__enable_interrupt( ))
#define cli( ) (__disable_interrupt( ))

/* Define la macro no operation. */
#define nop( ) (__no_operation())

/* Define la macro watchdog reset. */
#define watchdog_reset( ) (__watchdog_reset( ))

/* Define la macro sleep_enter. */
#define sleep_enter() __sleep()
#define sleep() __sleep()

#define INLINE PRAGMA( inline=forced ) static

#define FLASH_DECLARE(x) _MEMATTR x

```



```

#define FLASH_STRING(x) ((_MEMATTR const char *) (x))
#define FLASH_STRING_T char const _MEMATTR *
#define FLASH_BYTE_ARRAY_T uint8_t const _MEMATTR *
#define PGM_READ_BYTE(x) *(x)
#define PGM_READ_WORD(x) *(x)
#define pgm_read_byte(x) *(x)
#define pgm_read_word(x) *(x)
#define SHORTENUM /**/

/* ***** */
#define PROGMEM __flash

#elif defined( __GNUC__ )

#include <stdint.h>
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <avr/pgmspace.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/sleep.h>

/* Define la macro sleep_enter. */
#define sleep_enter() sleep_cpu()
#define sleep() sleep_cpu()

/* Define la macro delay_us. */
#define delay_us( us ) (_delay_us( us ))

#define INLINE static inline

/* Define la macro no operation. */
#define nop() do { __asm__ __volatile__ ("nop"); } while (0)

#define MAIN_TASK_PROLOGUE int
#define MAIN_TASK_EPILOGUE() return -1;
#define SHORTENUM __attribute__((packed))

#else
#error Compiler not supported.
#endif

#endif

```

- Programa Para el control, lectura del sensor llamado de librerías.

```
#include <avr/io.h>
```

```

#include "lcd.h"
void configurar_puertos(void)
{
    DDRC=0X01;
    DDRB=0XFF;
}
void configurar_ADC(void)
{
    ADMUX=0X64; //Canal 4
    ADCSRA =(1<<ADEN | 1<<ADPS1);
}
char tabla[101] = {0,2,5,7,10,12,15,18,20,23,25,
                  28,30,33,35,38,41,43,46,48,51,
                  53,56,59,61,64,66,69,71,74,76,
                  79,82,84,87,89,92,94,97,99,102,
                  105,107,110,112,115,117,120,123,125,128,
                  130,133,135,138,140,143,146,148,151,153,
                  156,158,161,163,166,169,171,174,176,179,
                  181,184,187,189,192,194,197,199,202,204,
                  207,210,212,215,217,220,222,225,227,230,
                  233,235,238,240,243,245,248,251,253,255};

int main(void)
{ configurar_puertos();
  configurar_ADC();
  lcd_init();
  char buff[16];
  int valor,porcentaje;
  uint8_t entera,decimal;

  lcd_gotoxc(1,1);
  lcd_puts("MEDIDOR OXIGENO");
  lcd_gotoxc(2,1);
  lcd_puts(" NIVEL: ");

  while(1)
  {
      ADCSRA|=(1<<ADSC);
      while(!(ADCSRA&(1<<ADIF)));
      valor=ADCL;
      valor=ADCH;
      for (int i=0;i<101;i++)
      { if (valor==tabla[i])
        { porcentaje=i;
          entera=i/5;
          decimal=i%5;
          decimal=decimal*2;
          sprintf(buff,"%2d",entera);
          lcd_gotoxc(2,8);lcd_puts(buff);
          lcd_gotoxc(2,10);lcd_puts(".");

          sprintf(buff,"%d",decimal);
          lcd_gotoxc(2,11);lcd_puts(buff);

          lcd_gotoxc(2,12);lcd_puts("ppm");
          if (porcentaje<=50)
          { PORTC |= (1<<PC0); }
          else
          if (porcentaje>=99)
          { PORTC &=~(1<<PC0); }

          if (porcentaje<50)
          { lcd_gotoxc(1,1);

```

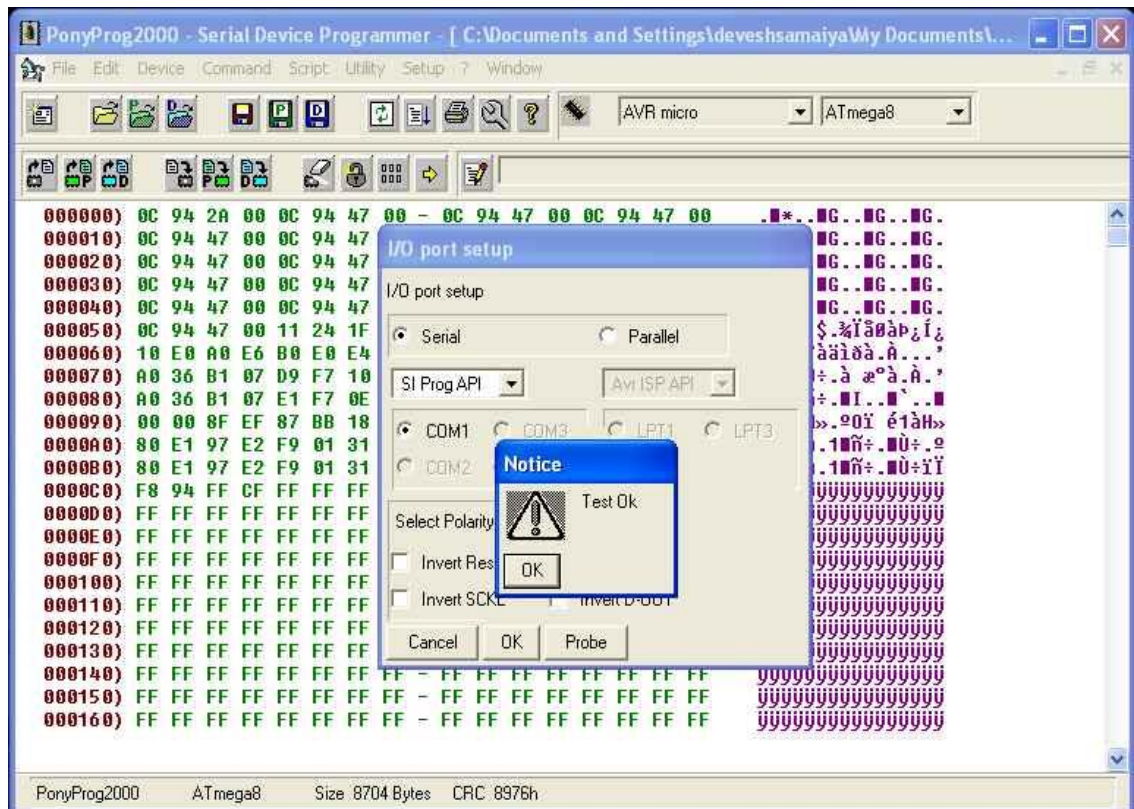
```
        lcd_puts("MOTOR MALGRADO"); }  
    else  
    {    lcd_gotoxc(1,1);  
        lcd_puts("MEDIDOR OXIGENO"); }  
    }  
}  
ADCSRA|=(1<<ADIF);  
}  
}
```

### 3.1.12.4 Grabador de ATMEGA

- Programa para grabación atmega8, ponyprog2000.

Grafico N° 44

Programa PonyProg2000



Fuente: <http://www.electroons.com/electroons/ponyprog.html>

Grafico N° 45

Atmega Grabador



Fuente: propia

## Materiales y Costos

Tabla N° 4  
Materiales y Costos

ITEM	CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO GENERAL
1	3	MICROCONTROLADOR	ATMEGA8	S/. 35.00	S/. 105.00
2	2	GRAVADOR	ATMEGA (AVR)	S/. 100.00	S/. 200.00
3	10	RESISTENCIA	1k, 10K Ohm	S/. 1.00	S/. 10.00
4	10	CONDENSADOR	CERAMICO 1nf	S/. 1.00	S/. 10.00
5	5	RELE - RELAY	5V dc	S/. 4.00	S/. 20.00
6	3	MOTOR	12V dc	S/. 10.00	S/. 30.00
7	3	PANTALLA LCD	2 x 16	S/. 15.00	S/. 45.00
8	4	POTENCIOMETRO	1kOhm	S/. 2.00	S/. 8.00
9	2	SENSOR LDO	HACH LDO	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
10	2	CONTROLADOR LDO	SC200	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00
11	10	DIODO	1N4007	S/. 1.00	S/. 10.00
12	5	REGULADOR DE VOLTAJE	LM7805, LM7812	S/. 2.00	S/. 10.00
13	4	DIODO PUENTE	RESISTENTE 3 A	S/. 3.00	S/. 12.00
14	3	TRANSFORMADOR	220V - 12V (3A)	S/. 25.00	S/. 75.00
15	5	PULSADOR	SIN ENCLAVAMIENTO CIRCUITO IMPRESO	S/. 1.00	S/. 5.00
16	5	PULSADOR	CON ENCLAVAMIENTO CIRCUITO IMPRESO	S/. 1.00	S/. 5.00
<b>TOTAL COSTO</b>					<b>S/. 9,545.00</b>

Fuente: Propia

La Cantidad de materiales están referidas con un backup (repuesto de seguridad).

## 3.2 CONCLUSIONES

- Se desarrollara el sistema piloto de control automático para el mejor control de oxigenación de lodo.
  
- Se implementara sistema piloto de control automático y sensores para mejoramiento de tratamiento de lodos.
  
- Se Obtuvo resultados favorables en la simulación de proyecto realizado en Programa Proteus 8.5.

### 3.3 RECOMENDACIONES

- El desarrollo de sistema piloto de control automático se desarrollara con las instalaciones correctas de los equipos de medición y supervisión continua del buen funcionamiento de los equipos.
- Comprometerse en mantenimiento de los sensores correctamente y en caso de falla cambiarlos por nuevos y calibrados.

## **CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## 4.1 LIBROS y PDF

- PLC Automatización y Control Industrial.  
Pablo A. Daneri.
  
- Mecatronica Control y automatización.  
Fernado Reyes Cortez  
Jaime Cid Monjaraz
  
- Historia de la Aplicación – Ecociencia –LDO – PDF
  
- Sistema de análisis Hach SC200 LDO – Manual de operaciones – PDF
  
- Módulo de operación analógica Hach SC200 – PDF

## 4.2 PAGINA WEB

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador\\_l%C3%B3gico\\_programable](https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable)  
Controlador lógico programable
  
- [cic1.ucab.edu.ve/cic/ajhdigital/texto/1907\\_2.pdf](http://cic1.ucab.edu.ve/cic/ajhdigital/texto/1907_2.pdf)  
Factores de corrección de la presión barométrica
  
- <http://www.emesl.com/index.php?id=3>  
Organigrama

- <http://www.ambientalia.com.co/equipos-de-analisis-de-agua/medidor-de-oxigeno-disuelto-horiba-hd-200/>

Estructura y diagrama del sensor

- <http://www.electroons.com/electroons/ponyprog.html>

Ponyprog Serial Device Programmer

- <http://www.atmel.com/>

Atmel

- <http://avrperu.blogspot.pe/>

AVR PERU

## **CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TERMINOS**

## GLOSARIO:

- **AERÓBICO:** es un adjetivo que se emplea en el terreno de la biología para nombrar a aquello vinculado a la aerobiosis. Este concepto (aerobiosis), por su parte, refiere a la vida que se desarrolla en los ambientes que disponen de oxígeno. Los **aerobios** son los organismos que necesitan de oxígeno para subsistencia.
  
- **BIOSÓLIDOS:** son residuos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos que resultan del tratamiento de las aguas residuales procesadas. Por su alto valor nutricional pueden ser usados para la agricultura y jardinería. Su contenido de macro y micronutrientes promueven el crecimiento de las plantas y cultivos.
  
- **Modbus** es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo (RTU) o cliente/servidor (TCP/IP), diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs).
  
- **PLC:** Controlador Lógica Programable.
  
- **PCP:** Planeación y control de la producción.
  
- **SCADA:** acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

- **SENSOR:** Dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno.
- **TGR:** Tablero General de Reactores.

## **CAPÍTULO VI: ÍNDICES**

## 6.1 ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 1 Planta 50KVde tratamiento de Aguas residuales San Juan.....v	v
Grafico N° 2 Esquema de una Depuradora por Lagunaje .....vi	vi
Grafico N° 3Transformador de Potencia de 250KVA.....3	3
Grafico N° 4 Tablero de distribución Baja Tensión (460v – 230v).....3	3
Grafico N° 5 Celda de llegada Media Tensión (22.9KV – 10KV).....4	4
Grafico N° 6 Tablero de Control de Motores aireadores.....5	5
Grafico N° 7 Control Scada de PTAR.....5	5
Grafico N° 8 Organigrama de Empresa CELEIN srl.....7	7
Grafico N° 9 Ubicación.....11	11
Grafico N° 10 Proceso de control.....13	13
Grafico N° 11 Parte interna del funcionamiento del sensor .....15	15
Grafico N° 12 Estructura y diagrama del sensor.....16	16
Grafico N° 13 Excitación del material químico Libera luz Roja... .....16	16
Grafico N° 14 Intensidad de luz roja de decrece.....17	17
Grafico N° 15 Excitación para la luz roja que es emitida.....18	18
Grafico N° 16 Led Rojo como estándar interno (referencia).....18	18
Grafico N° 17 Como Actúa el sensor LDO hacía con el oxígeno.....19	19
Grafico N° 18 Transcurso de la intensidad de luz de azul y roja..... 19	19
Grafico N° 19 Dimensiones del sensor LDO.....21	21
Grafico N° 20 Manipulación del sensor OD.....21	21
Grafico N° 21 Controlador Hach SC200 y Sensor LDO.....22	22
Grafico N° 22 Partes del Controlador HACH SC200.....24	24
Grafico N° 23 Pantalla principal de medición.....25	25

Grafico N° 24 Configuración de Módulo de entrada.....	26
Grafico N° 25 Componentes del sistema básico.....	28
Grafico N° 26 Aplicación del sensor y controlador SC100.....	29
Grafico N° 27 Arquitectura Hardware.....	31
Grafico N° 28 Atmega 8.....	31
Grafico N° 29 Estructura interna del Atmega8.....	32
Grafico N° 30 Motor DC 12V.....	33
Grafico N° 31 Partes de un motor DC Aireador.....	34
Grafico N° 32 Relay Funcionamiento.....	35
Grafico N° 33 Tipos de Resistores.....	37
Grafico N° 34Codigo de Colores de resistor.....	38
Grafico N° 35 Condensador cerámico.....	40
Grafico N° 36 Condensador Electrolítico y sus partes.....	41
Grafico N° 37 Diodo de Protección.....	43
Grafico N° 37 Diodo de Protección.....	43
Grafico N° 38 Puente Diodo.....	45
Grafico N° 39 Pantalla LCD 2x16.....	46
Grafico N° 40 Diseño y simulación del proyecto.....	47
Grafico N° 41 Diseño y simulación del proyecto.....	48
Grafico N° 42 Entorno PIC C COMPILER.....	49
Grafico N° 43 Entorno ATMEL STUDIO.....	49
Grafico N° 44 Programa PonyProg2000.....	57
Grafico N° 45 Atmega Grabador.....	57



## 6.2 INDICES DE TABLAS

Tabla N° 1 Especificaciones del electrodo LDO.....	23
Tabla N° 2 Especificador del controlador SC200.....	27
Tabla N° 3 Tensión y amperaje diodos de protección.....	44
Tabla N° 4 Materiales y costos.....	58

## **CAPÍTULO VII: ANEXOS**

**ANEXO 1**

**Diapositivas utilizadas para la sustentación.**



**UAP** | **UNIVERSIDAD  
ALAS PERUANAS**

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA  
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO, PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
TRATAMIENTO DE LODOS, DE LA PLANTA DE OXIDACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

PRESENTADO POR BACHILLER  
JOSE EDUARDO MACHUCA BAUTISTA

PARA OPTAR EL TITULO PROFECIONAL DE INGENIERO ELECTRONICO Y  
TELECOMUNICACIONES

LIMA – PERÚ  
2017

# ÍNDICE

- GENERALIDADES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.
- REALIDAD PROBLEMÁTICA
- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA
- OBJETIVO DEL PROYECTO
- DESARROLLO DEL PROYECTO
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES

## GENERALIDADES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.

- **CONSTITUIDA EN EL AÑO 1995**
- **BRINDAMOS SOLUCIONES DEACUERDO A LAS NESECIDADES QUE PERMITAN MAYOR PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD.**



## GENERALIDADES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.

- NUESTRA EMPRESA HA OBTENIDO LA BUENA PRO DE DIFERENTES ENTIDADES PARA BRINDAR SERVICIOS COMPLEMENTARIOS DE MANTENIMIENTO DE SUB ESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN, MEDIA TENSIÓN, REPARACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE TABLEROS DE CONTROL, SCADA.



## GENERALIDADES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.

- **MISION:** Somos una organización que nos dedicamos a brindar servicios de fabricación, mantenimiento y reparaciones de motores y transformadores eléctricos y en general mantenimiento electromecánico.
- **VISION:** Ser la empresa líder en el mercado nacional en servicios electromecánicos, especialmente en fabricaciones, mantenimiento y reparaciones de motores y transformadores eléctricos.



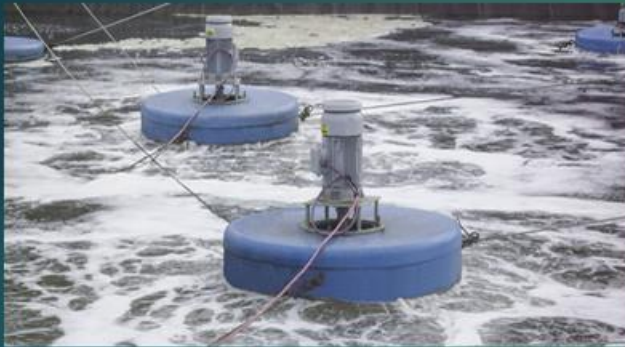
## GENERALIDADES DE LA EMPRESA CELEIN S.R.L.

- **OBJETIVO:** Nuestro objetivo es brindarle soluciones de acuerdo a las necesidades que le permitan mayor productividad y rentabilidad en base a nuestra experiencia ganada en los diferentes que se ha realizado.



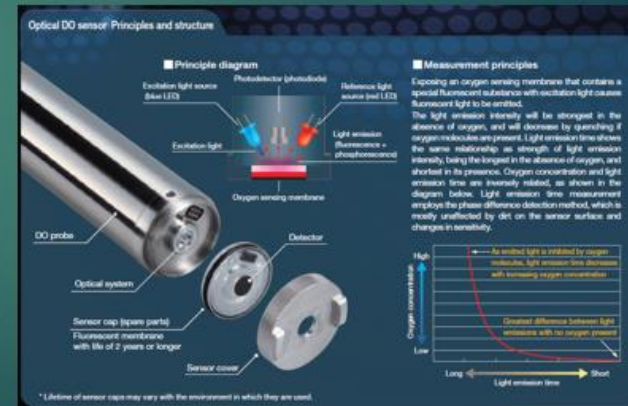


# REALIDAD PROBLEMÁTICA



## ANALISIS DEL PROBLEMA

- Aplicación de un sistema de control automático, para el mejoramiento del tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas residuales.

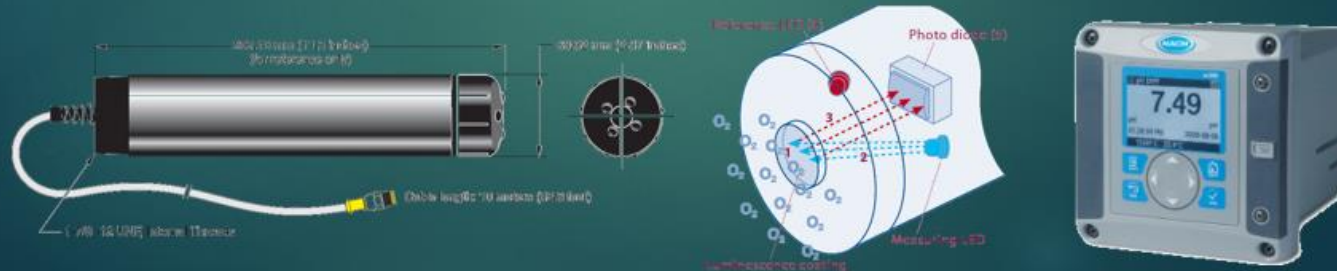


## OBJETIVO DEL PROYECTO

- Aplicar el sistema de control automático, para el mejoramiento del tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas residuales.
- Desarrollar el sistema de control automático, para el mejoramiento de tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas residuales.
- Implementar el sistema de control automático para el mejoramiento de tratamiento de lodos, de la planta de oxidación de aguas residuales.

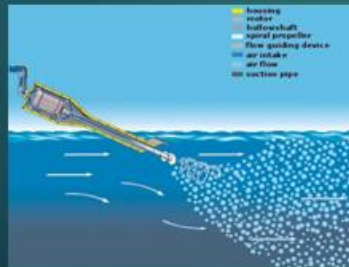
## DESARROLLO DEL PROYECTO

- Para el desarrollo del proyecto tenemos que tener en cuenta como Sensor el Oxígeno Disuelto (OD), el uso y para que controlar el sistema de oxigenación al lodo.



## ¿Por qué es medido el OD en aguas residuales?

- **POZA DE AERACIÓN:** Mantiene un adecuado nivel de OD para organismos aeróbicos, aun en concentración suficientemente baja para la conservación de la energía.
- **CANAL DE EFLUENTE FINAL:** Asegura a los efluentes de planta satisfacer los requerimientos de protección ambiental de la localidad.



## Medición de OD en línea

### ➤ ¿Que permiten las mediciones OD en línea al operador de planta?

- Ahorrar tiempo.
- Ahorrar energía.
- Mejor control Operacional.
- Indicador de monitoreo Industrial.



### ➤ Sistemas de Medición OD Hach

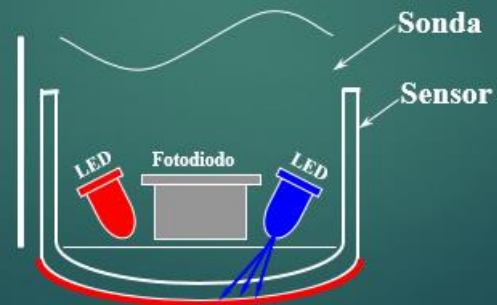
- Controlador sc200 con sensor OD 5740 sc Galvánico.
- Controlador sc200 con sensor Hach LDO.

## MÉTODO DE MEDICIÓN OD

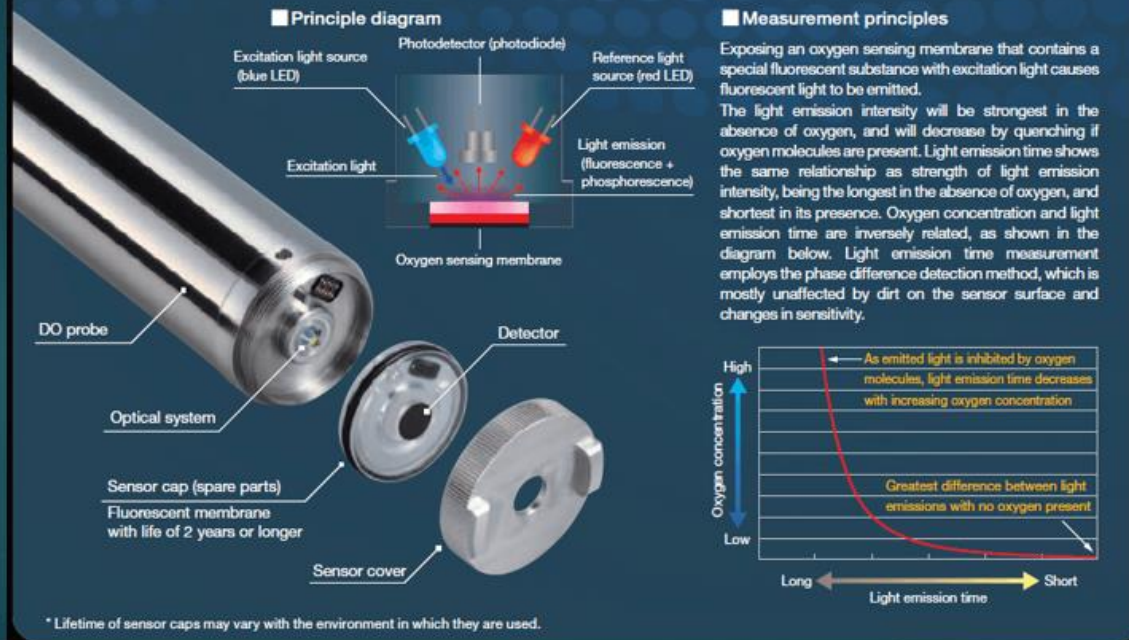
### ➤ Luminiscencia (LDO)

¿Cómo trabaja el LDO?

- Un sensor es cubierto con un material luminiscente, luz azul de un LED incide en el luminiscente químico del sensor, el luminiscente químico se excita instantáneamente.

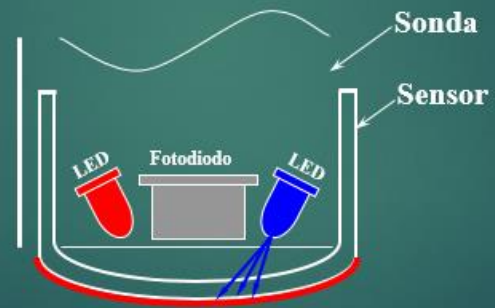


## Optical DO sensor Principles and structure

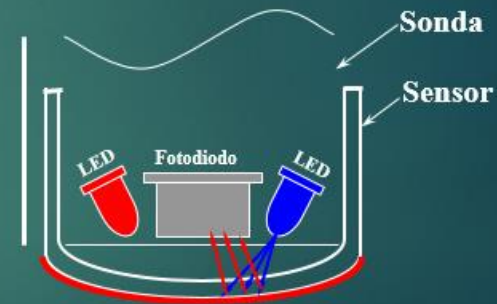
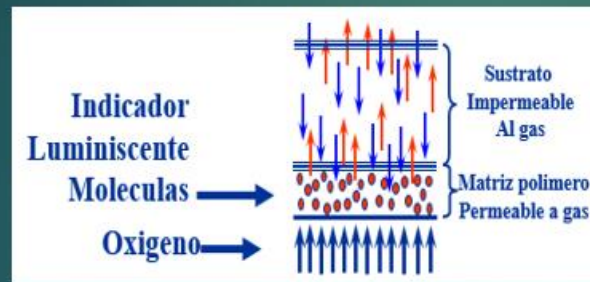




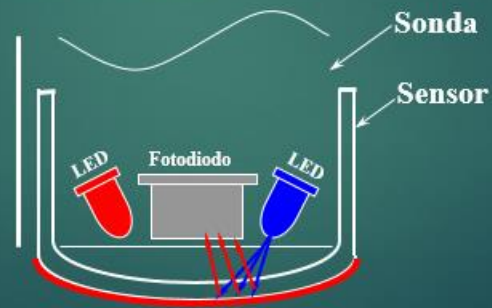
- Cuando el material químico excitado se relaja, este libera una luz roja, la luz roja es detectada por un fotodiodo, El tiempo en que se emite esta luz roja está siendo medido.



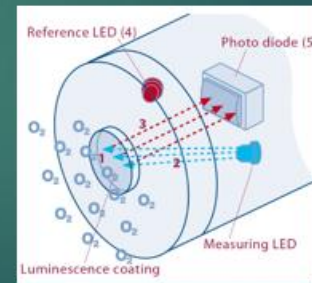
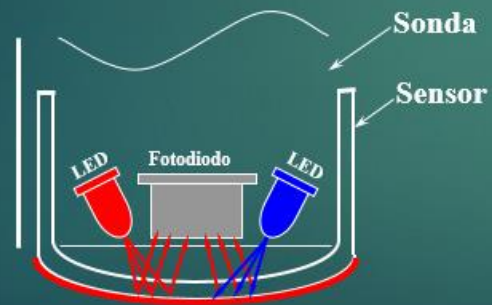
- Cuando el oxígeno hace contacto con el químico luminiscente, la intensidad de la luz roja decrece, el tiempo que tome para que el material se relaje es reducido.



- A mayor concentración de oxígeno, menor luz roja es emitida por el sensor.
- La intensidad de la luz roja no es lo que está siendo medido. Lo que está siendo medido es el tiempo después de la excitación para la luz roja que es emitida (tiempo de desarrollo de la luminiscencia).

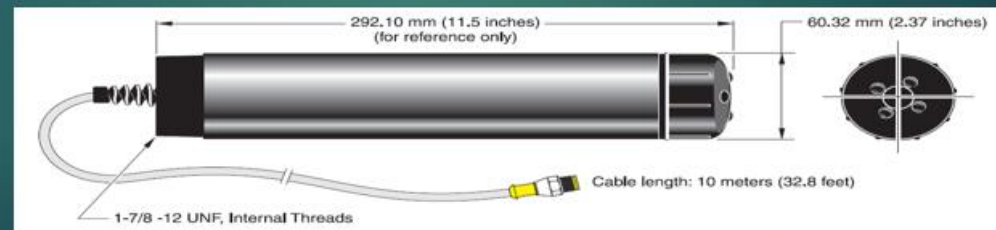


- Un Led rojo también está presente en la sonda. Entre flasheos del Led Azul, un Led Rojo de intensidad conocida, es flasheada en el sensor. El Led Rojo actúa como un standard interno (o referencia) para una comparación a la luz roja emitida por el químico luminiscente.





- ✓ **Mantenimiento Reducido.**
- ✓ **No requiere una frecuente calibración.**
- ✓ **Lecturas estables y precisas .**
- ✓ **Velocidad**
- ✓ **Operación y mantenimiento sencillo.**



## ESPECIFICACIONES DEL ELECTRODO LDO

### Datos Técnicos

<b>Rango de medición</b>	0,01 - 20,00 mg/L (ppm) 0 - 200 % saturación de aire
<b>Resolución</b>	0,01 ppm OD 0,1% saturación
<b>Exactitud</b>	± 0,05 ppm por debajo de 1 ppm ± 0,1 ppm por debajo de 5 ppm ± 0,2 ppm por encima de 5 ppm ± 0,1 mg/L (ppm)
<b>Tiempo de respuesta</b>	T <sub>90</sub> < 40 s T <sub>95</sub> < 60 s
<b>Sensor de temperatura</b>	Sensor externo PT100 integrado
<b>Rango de temperatura de operación</b>	0 - 50 °C
<b>Exactitud</b>	Temperatura: ± 0,2 °C (± 0,4 °F)
<b>Humedad relativa</b>	95 % (sin condensación)
<b>Profundidad de inmersión</b>	15 m (350 ft.), 1050 kPa (150 psi), maximum
<b>Rango de presión</b>	Máx. 3,5 bar
<b>Rango de pH</b>	0 - 12 pH
<b>Dimensiones (A x L)</b>	48,25 mm x 254 mm
<b>Peso</b>	1,0 kg (solo sonda)
<b>Distancia máxima de sensor a controlador</b>	1000 m
<b>Longitud de cable</b>	Cable integrado de 10 m con conector de desconexión rápida (todos los tipos de sensores) Posibilidad de hasta 100 m con cables de extensión (no sensor C1D2) Hasta 1000 m con caja de conexiones (no sensor C1D2)
<b>Método de calibración</b>	Todas las sondas vienen calibradas de fábrica y están listas para usar Calibración al aire: un punto, aire saturado de agua al 100 % Calibración de proceso: comparación con instrumentos estándar
<b>Comunicación</b>	Modbus a través del controlador SC200 o SC1000
<b>Velocidad de flujo</b>	No se requiere velocidad mínima
<b>Clasificaciones para lugares peligrosos</b>	Registrado en ETL (marcado con cETLus) con respecto a las ubicaciones peligrosas y de seguridad general de Canadá y EE. UU. (Clase I, Div. 2)
<b>Interferencias</b>	Sin interferencias por lo siguiente: H <sub>2</sub> S, pH, K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , AP <sup>3+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Cr (total), Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , CN <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , Cl <sup>-</sup> , detergentes aniónicos activos, petróleo crudo, Cl <sub>2</sub> < 4 ppm
<b>Rosca del sensor</b>	Rosca exterior NPT de 1"

## CONTROLADOR HACH SC200

- El controlador Hach sc200. Simplemente conecte cualquier sensor digital de Hach y listo para usar: es "plug and play" con uno o Dos sensores. Un registrador de datos integrado recoge Mediciones a intervalos seleccionables por el usuario Uno a 15 minutos. Pantalla local, memoria, gráficos Y las tendencias en formato CSV hacen grabadoras de gráficos redundantes.





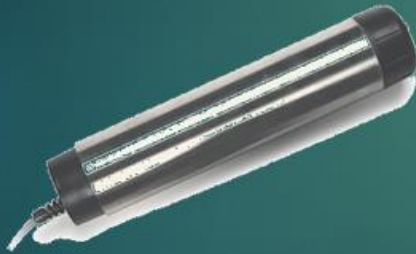
## ESPECIFICADOR DEL CONTROLADOR SC200

Opción	Descripción
<b>Edit name (Editar nombre)</b>	Edita el nombre del módulo
<b>Editar unidades</b>	Edita las unidades de medida
<b>Editar parámetro</b>	Edita el nombre del parámetro
<b>Rango de pantalla</b> Para la escala de 0-20 mA:	Establece los valores usados para la escala seleccionada (0-20 mA o 4-20 mA)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer el valor de 20 mA</li> <li>• Establecer el valor de 0 mA</li> </ul>	
Para la escala de 4-20 mA:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer el valor de 20 mA</li> <li>• Establecer el valor de 4 mA</li> </ul>	
<b>Promedio de señal</b>	Establece la frecuencia con la que se promedian las señales. Los valores más altos producen una señal más suave pero aumentan el tiempo que demora una señal en responder a un cambio en el valor de proceso.
<b>Establecer resolución—</b> X.XXX, XX.XX, XXX.X, XXXX	Establece la cantidad de espacios decimales que se usan en la pantalla.
<b>Seleccionar escala—</b> 4-20 mA o 0-20 mA	Establece la escala usada para la entrada de 4-20 mA
<b>Intervalo de registro de datos—5 seg, 30 seg, 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min</b>	Establece con qué frecuencia los datos se registran en la memoria del controlador interno.
<b>Restablecer valores predeterminados—Presione ENTER para restablecer los valores de configuración o presione la tecla ATRÁS para cancelar.</b>	Restablece los valores de configuración a los valores predeterminados.

# CONTROLADOR HACH SC200

## DISPOSITIVOS REQUERIDOS:

SENSOR HACH LDO



CONTROLADOR HACH SC200



MICROCONTROLADOR ATMEGA8



PANTALLA LCD 2X16



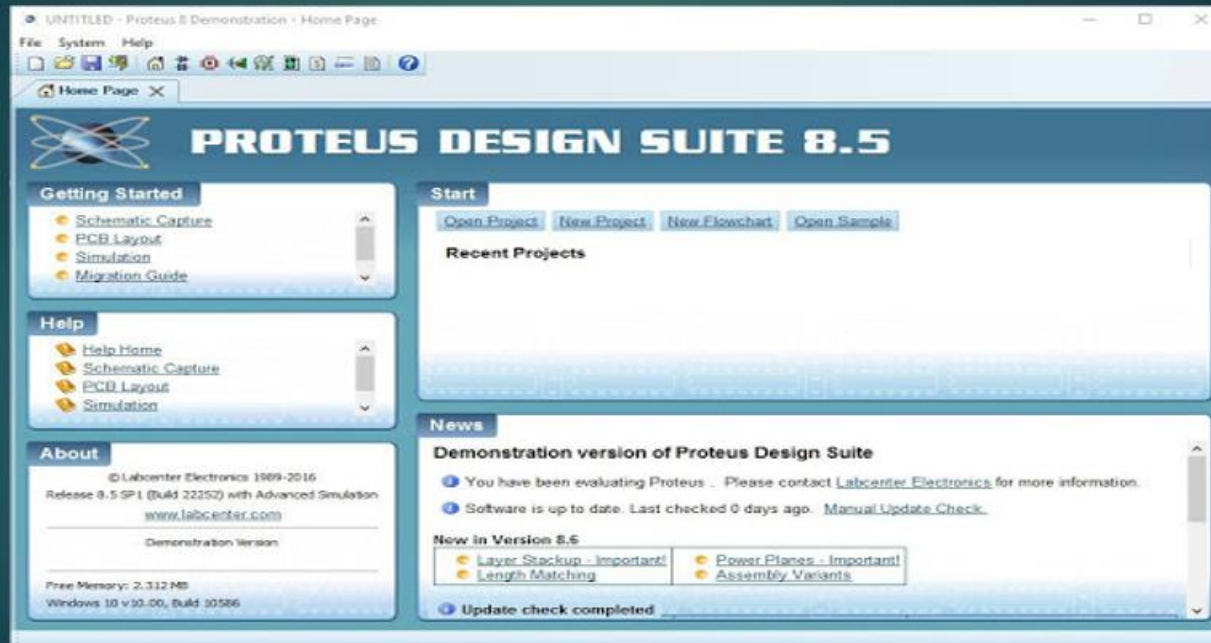
MOTOR CC Y AC



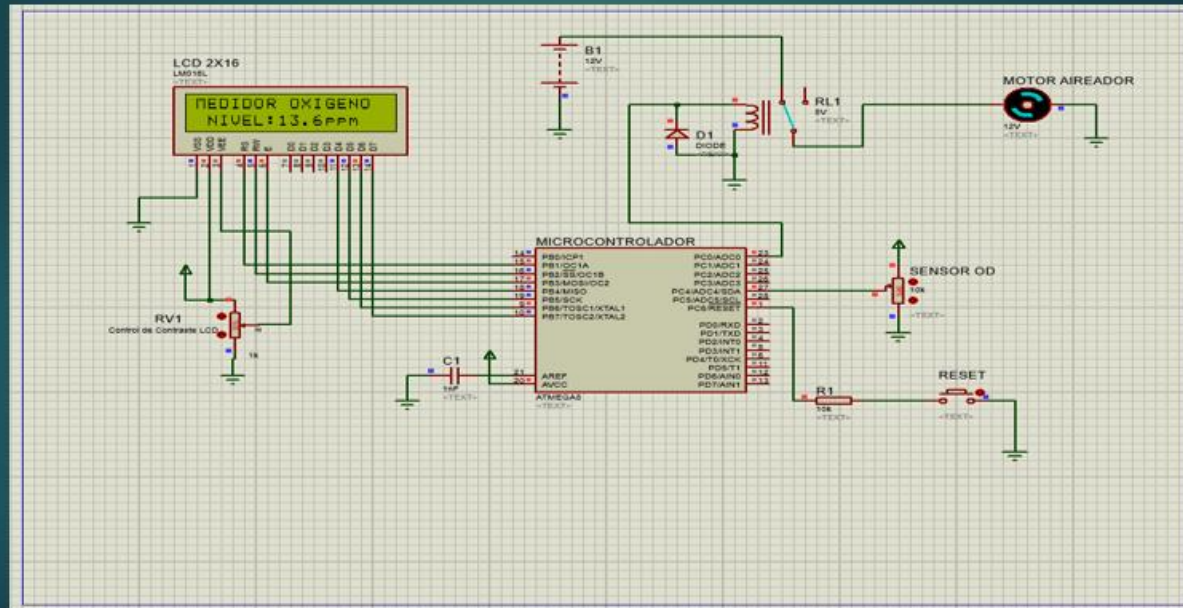
CONTACTOR Y RELAY

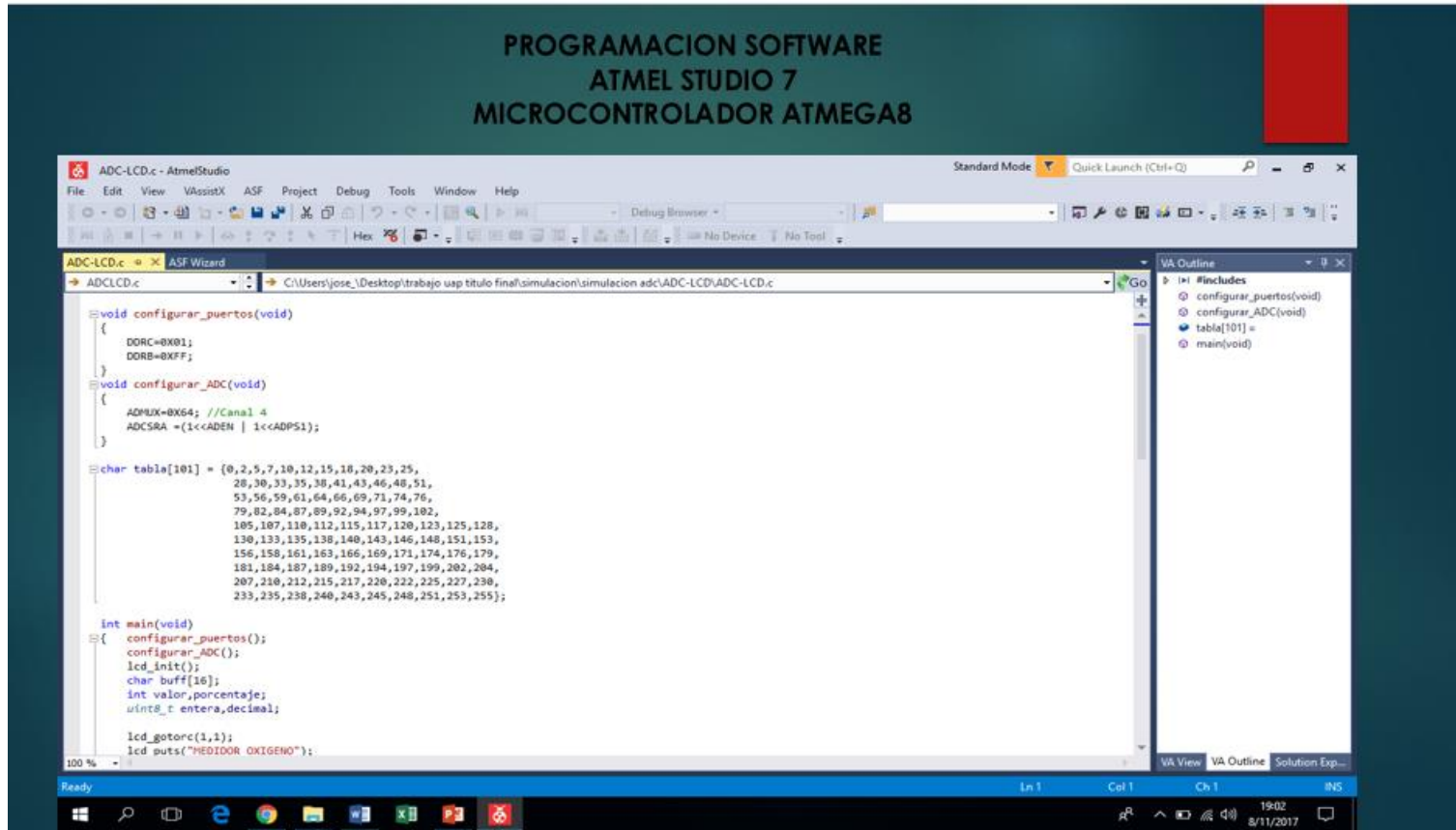


## SIMULADOR UTILIZADO



## CIRCUITO ESQUEMATICO SIMULACION





**PROGRAMACION SOFTWARE  
ATMEL STUDIO 7  
MICROCONTROLADOR ATMEGA8**

```
ADC-LCD.c - AtmelStudio
Standard Mode Quick Launch (Ctrl+Q)
File Edit View AssistX ASF Project Debug Tools Window Help
Debug Browser
Hex No Device No Tool
ADC-LCD.c ASF Wizard
C:\Users\jose\Desktop\trabajo uap titulo final\simulacion\simulacion adc\ADC-LCD\ADC-LCD.c
Go
100%
Ln 1 Col 1 Ch 1 INS
19:03 8/11/2017
```

```
lcd_gotohc(1,1);
lcd_puts("MOTOR OXIGENO");
lcd_gotohc(2,1);
lcd_puts(" NIVEL: ");

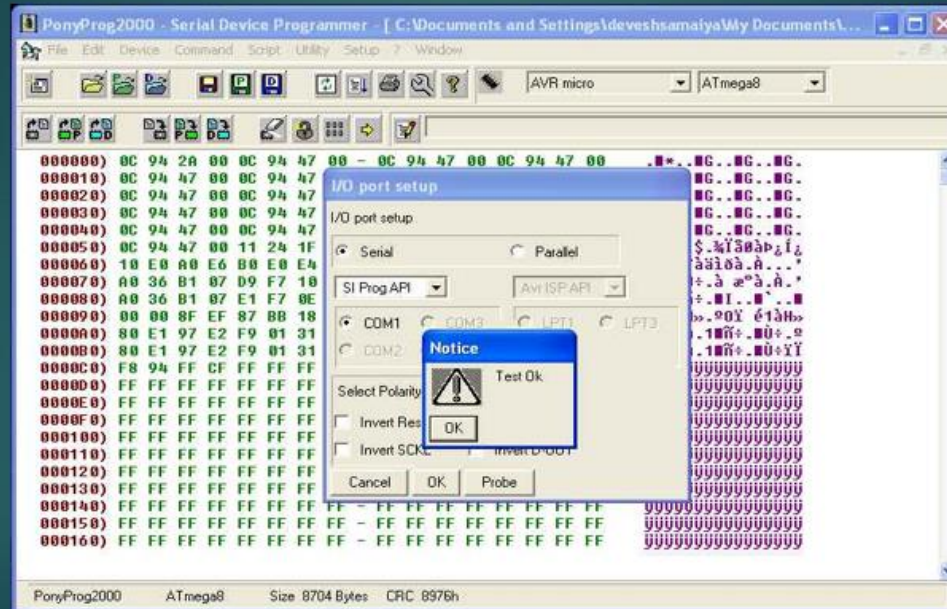
while(1)
{
    ADCSRA |= (1<<ADSC);
    while(!(ADCSRA & (1<<ADIF)));
    valor=ADCL;
    valor=ADCH;
    for (int i=0; i<101; i++)
    {
        if (valor==tabla[i])
        {
            porcentaje=i;
            entera=i/5;
            decimal=i%5;
            decimal=decimal*2;
            sprintf(buff, "%2d", entera);
            lcd_gotohc(2,8); lcd_puts(buff);
            lcd_gotohc(2,10); lcd_puts("-.");
            sprintf(buff, "%d", decimal);
            lcd_gotohc(2,11); lcd_puts(buff);
            lcd_gotohc(2,12); lcd_puts("ppm");
            if (porcentaje<=90)
            {
                PORTC |= (1<<PC0);
            }
            else
            if (porcentaje>=99)
            {
                PORTC &= ~(1<<PC0);
            }

            if (porcentaje<=0)
            {
                lcd_gotohc(1,1);
                lcd_puts("MOTOR MALGRADO");
            }
        }
    }
}
```

VA Outline

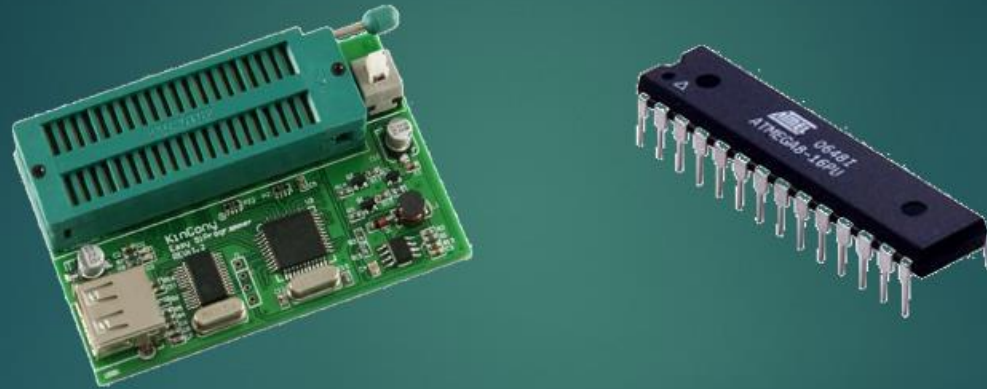
- #Includes
  - configuracion\_puertos(void)
  - configuracion\_ADC(void)
  - tabla[10]
  - main(void)

## SOFTWARE DE GRABACION AVR – ATMEL PONYPROG2000





### GRABADOR AVR – ATMEL



## CONCLUSIONES

- Se desarrollara el sistema de control automático para el mejor control de oxigenación de lodo.
- Se implementara equipos de control y sensores para mejoramiento de tratamiento de lodos.

## RECOMENDACIONES

- La empresa deberá estar comprometida con él con las instalaciones correctas de los equipos de medición y supervisión continua del buen funcionamiento de los equipos.
- Comprometerse en mantenimiento de los sensores correctamente y en caso de falla cambiarlos por nuevos y calibrados.



GRACIAS