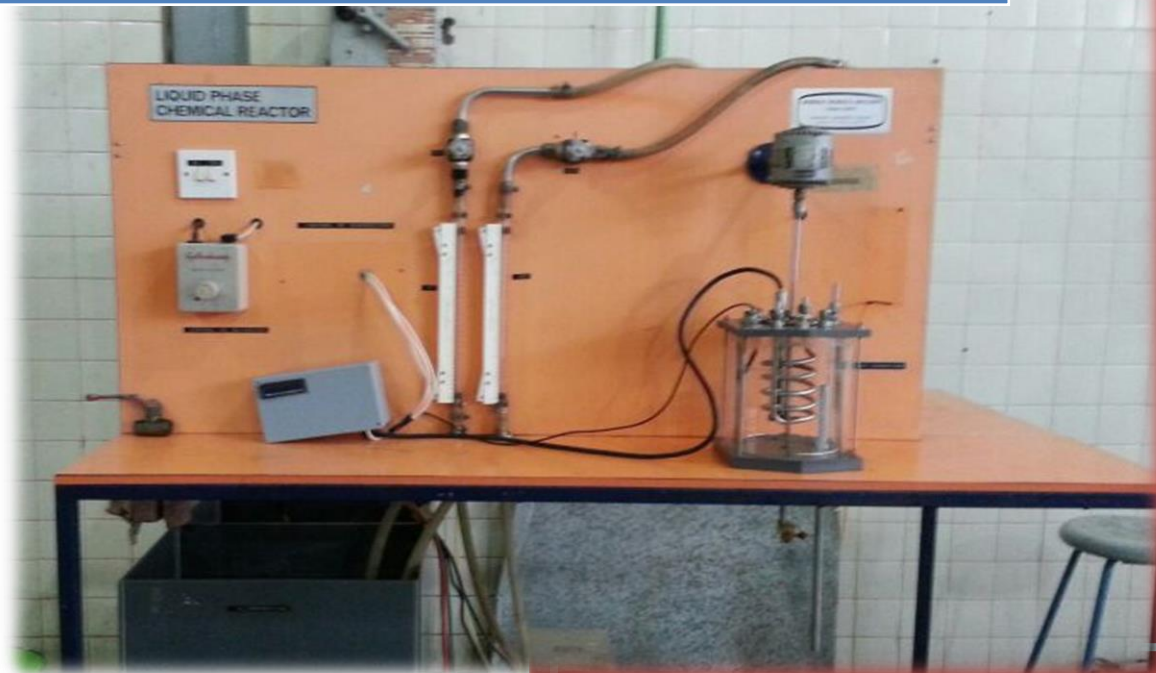




**RESIDENCIA
PROFESIONAL**

CARACTERIZACION DEL REACTOR BIODIESEL B300L



JOSE GABRIEL JIMENEZ PALACIOS.

OBED MOGUEL TRUJILLO.

DR. HECTOR RICARDO HERNANDEZ
DE LEON.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
TUXTLA GUTIERREZ.

11 DE DICIEMBRE DEL 2013

Contenido

CAPITULO 1. GENERALIDADES	4
1.1 Introducción	4
1.2 Justificación	5
1.3 Antecedentes.....	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Nombre del proyecto.....	7
1.4.2 Objetivo general.....	7
1.4.3 Objetivos específicos	7
1.5 Información general de la institución o empresa donde se desarrolló el proyecto.....	8
1.5.1 Historia del ITTG.....	8
1.5.2 Misión	8
1.5.3 Visión.....	9
1.5.4 Localización.....	9
1.6 Área específica relacionada directamente con el proyecto.....	9
1.6.1 Descripción del POLO Tecnológico de Biocombustibles	10
1.7 Problemas a resolver	10
1.7.1 Planteamiento del problema	10
1.7.2 Problema a resolver	11
1.8 Alcances y limitaciones.....	11
CAPITULO 2. FUNDAMENTO TEORICO	12
2.1 Proceso químico de bioreacción del Biodiesel (Transesterificación)	12
2.1.1 Transesterificación en una etapa.....	12
2.1.2 Transesterificación en dos etapas	13
2.2 Modelos matemáticos de fenómenos químicos/biológicos.....	14
2.2.1 Elaboración de modelos matemáticos	15
2.2.2 Clasificación de los modelos matemáticos químicos/biológicos.....	16
2.3 Sistema de adquisición de datos.....	17
2.3.1 ¿Cómo se adquieren los datos?	17
2.3.2 Etapas del acondicionamiento de la señal	19
2.4 Interfaz humano-máquina.....	20
2.4.1 Estación maestra.....	21

2.5 Plataforma arduino	22
2.5.1 Aplicaciones	24
2.6 Ethernet	24
2.7 Bluetooth	26
CAPITULO 3 DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO	27
3.1 Producción manual de biodiesel en el laboratorio de química	27
3.2 Diseño del sistema de adquisición de datos.	28
3.2.1 Sensor ds18b20.....	28
3.2.2 Etapa de control y monitoreo de la temperatura	30
3.2.3 Control de la temperatura.....	30
3.2.4 Envío de datos por Bluetooth.	30
3.2.5 Envío de Datos por Ethernet Shield.	31
3.3 Diagrama a bloques del sistema de adquisición de datos	33
3.4 Implementación del sistema de adquisición de datos por la tarjeta Shield Ethernet	33
3.5 Resultados obtenidos.....	35
3.6 Obtención de la grafica característica de la temperatura.....	44
Observaciones y sugerencias	45
Conclusiones	46
Referencias.....	47
Anexos.....	48

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El biodiesel es un biocombustible formado a partir de aceites ó grasas vegetales y alcoholes en presencia de catalizadores, produciéndose un compuesto que se puede utilizar directamente en un motor, obteniéndose la glicerina o glicerol como subproducto. Este biocombustible posee diversos beneficios con respecto a los combustibles derivados del petróleo que emiten una gran cantidad de CO₂ (Dióxido de carbono) a la atmósfera, ya que durante la combustión del biodiesel el CO₂ es reabsorbido por los vegetales, por lo cual es considerado un combustible renovable. Además, cabe mencionar que el biodiesel puro es biodegradable, no tóxico y no libera sustancias que incrementen la contaminación ambiental.

A causa de la reciente subida del petróleo y el calentamiento global se ha iniciado la búsqueda de fuentes de energía renovables, siendo una de ellas el uso de biocombustibles (o agrocombustibles), entre estos destaca el biodiesel. Este combustible ofrece múltiples ventajas si se compara con otros biocombustibles (el etanol por ejemplo), dado que cualquiera puede fabricarlo en casa con los utensilios adecuados, además puede usarse para su fabricación material de desecho (como el aceite usado de restaurantes o el hogar). En algunos casos es posible incluso obtenerlo de grasas animales, aunque es mucho más costoso.

Este trabajo tiene la finalidad de mostrar el proceso de producción de Biodiesel usando la técnica de transesterificación, creando una aplicación de un sistema de control y monitoreo para mejorar el proceso de un prototipo a un reactor industrial.

Para este trabajo se utilizaron diferentes tipos de componentes electrónicos, tales como el sensor de temperatura Ds18b20, entre otros. Creamos un control de velocidad de un motor para la agitación de los compuestos para la producción del biodiesel, durante la reacción.

Durante el proceso de la creación de biodiesel se muestran las dos variables (Temperatura °C, pH); la temperatura es constante que debe mantenerse en el rango 55 a 60 °C (dependiendo del reactivo).

Las variables mencionadas, se monitorean por medio de una aplicación creada en la plataforma android, vía bluetooth y por medio de una página de internet.

1.2 Justificación

A diario se observa que la contaminación ambiental es obra principal del hombre, debido al desarrollo de la evolución industrial; generando de esta manera un empobrecimiento de los recursos naturales. Sin embargo, crece la necesidad de buscar alternativas, con el fin tanto de preservar estos recursos como de evitar el incremento de dicha contaminación.

Por lo anterior, la importancia de la realización de este trabajo es enfocada a brindar información de una nueva alternativa que genere cambios ambientales, industriales y económicos, no reduciéndolos totalmente pero sí ayudando a que estos no se incrementen; como lo es la producción de un biocombustible como el biodiesel que cuenta con las características necesarias para mejorar la calidad del medio ambiente. Este proyecto es importante en el proceso de producción de biodiesel ya que se tendrá un control automático de temperatura que es una de las variables que intervienen directamente en este proceso. Durante el proceso de producción se debe mantener una temperatura entre 50°C y 60°C esto debido a que el Metanol tiene un punto de ebullición de alrededor de 60°C y no es bueno permitir que este elemento se evapore por dos razones importantes, la primera es porque el vapor de Metanol en grandes cantidades es tóxico, entonces la persona encargada de verificar el estado del reactor podría sufrir consecuencias en su respiración al inhalar este vapor y la segunda razón es porque al permitir la evaporización, se está perdiendo materia prima y por ende se pierde producto final, convirtiéndose en jabón.

Otro aspecto importante es la aplicación de las tecnologías inalámbricas, ya que se emplean módulos Bluetooth y Shield Ethernet para la transmisión de datos, esto con la finalidad de mantener actualizada la base de datos de la corrida en la fecha actual.

Con la aplicación de este proyecto se mejorara la calidad del biodiesel en comparación con la producción manual, esto gracias al control y monitoreo en tiempo real tanto de la temperatura como del pH. Evitando perdidas del producto y aumentando las ganancias en venta.

1.3 Antecedentes

A pesar del increíble uso de los derivados del petróleo como combustibles, durante los años veinte, treinta y la posguerra mundial, varios países (entre ellos Argentina) informaron de haber usado aceites como sustituto del diesel. Se detectaron problemas por la diferencia de viscosidad entre el aceite y el diesel, que producía depósitos dentro de la cámara de combustión y los inyectores. Algunos intentos para superar esto fueron aplicar una pirólisis y craqueo al aceite, mezclarlo con diesel de petróleo o etanol, o calentarlo.

El 31 de agosto de 1937, G. Chavanne de la Universidad de Bruselas, Bélgica, obtuvo la patente por “transformar aceites vegetales para su uso como combustibles”. La patente describía la transesterificación del aceite usando etanol o metanol para separar la glicerina de los ácidos grasos y reemplazarla con alcoholes de cadenas cortas. Esta fue la primera producción de biodiesel.

Más recientemente, en 1977, Expedito Parente, científico brasileño, inventó y patentó el primer proceso industrial de producción de biodiesel. Actualmente, Tecbio, la empresa de Parente, trabaja junto con Boeing y la NASA para certificar bio-queroseno.

Entre 1978 y 1996, el NationalRenewableEnergyLaboratory (NREL) estadounidense ha experimentado el uso de algas como fuente de biodiésel, dentro del AquaticSpeciesProgram. La experimentación del NREL, tras 16 años, está estancada debido a que el programa de investigación carece de financiación.

En 1979 se iniciaron en Sudáfrica investigaciones sobre cómo transesterificar aceite de girasol en diésel. Finalmente en 1983, el proceso de cómo producir biodiésel de calidad fue completado y publicado internacionalmente. Gaskoks, una industria austríaca, obtuvo esta tecnología y estableció la primera planta piloto productora de biodiesel en 1987 y una industrial en 1989.

Durante la década de los 90, se abrieron muchas plantas en muchos países europeos, entre ellos la República Checa, Alemania y Suecia.

En los años noventa, Francia ha lanzado la producción local de biodiesel (conocido localmente como diéster) obtenido de la transesterificación del aceite de colza. Va mezclado en un 5% en el combustible diesel convencional, y en un 30 % en el caso de algunas flotas de transporte público. Renault, Peugeot y otros productores han certificado sus motores para la utilización parcial con biodiesel, mientras se trabaja para implantar un biodiesel del 50%.

Francia empezó una producción local de biodiesel el cual se mezclaba en un 30% con diesel para transporte público. Renault y Peugeot certificaron motores de camiones con uso parcial de biodiésel (alrededor del 50%). Durante el año 1998 se identificaban 21 países con proyectos comerciales de biodiésel.

En septiembre del año 2005, Minnesota fue el primer estado estadounidense que obligaba un uso de, al menos, un 2% de biodiésel.

En 2008, la ASTM (American Society for Testing and Materials) publicó los estándares y especificaciones de mezcla de biodiésel.

1.4 Objetivos

1.4.1 Nombre del proyecto

Caracterización de reactor biodiesel B300L

1.4.2 Objetivo general

Desarrollar un control automático para monitorear los parámetros de producción en un reactor prototipo para aplicarse en el reactor B300L

1.4.3 Objetivos específicos

Revisión bibliográfica de la técnica de proceso por transesterificación.

Revisión bibliográfica de modelos dinámicos basados en tablas de datos.

Caracterizar el proceso de producción en forma continua.

Diseñar y construir un prototipo a escala de un reactor biodiesel.

Diseñar e implementar un sistema de adquisición de datos.

Obtener datos del comportamiento en tiempo real de las variables del proceso a distancia, por internet y Bluetooth.

Realizar corridas de producción para obtener una base de datos de las variables.

Obtener el modelo dinámico en base a los datos obtenidos de las corridas.

1.5 Información general de la institución o empresa donde se desarrolló el proyecto

1.5.1 Historia del ITTG

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez es una institución pública dependiente de la Secretaría de Educación Pública. Imparte 8 licenciaturas y 2 programas de posgrado en las áreas de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Administrativas.

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez fue fundado el 24 de octubre de 1972, se encuentra ubicado en el centro del estado de Chiapas, que por su gran variedad de climas y suelos es propio para el cultivo de muy diversas especies vegetales nativas y adaptadas, con lo que se puede desarrollar la agroindustria, así como muchos otros procesos industriales a partir del gran potencial que ofrece este estado, en el cual el Instituto debe constituirse en el sujeto de cambio, al presentar alternativas de desarrollo sustentable del estado en forma multidisciplinaria.

Los principales laboratorios con los que cuenta el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez son:

- Microbiología
- Biotecnología
- Química
- Química pesada
- Mecánica
- Sistemas computacionales
- Ingeniería industrial
- Plantas piloto
- Polo Tecnológico Nacional

1.5.2 Misión

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

1.5.3 Visión

Ser una Institución de excelencia en la educación superior tecnológica del Sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

1.5.4 Localización

En la figura 1.1 se muestra la ubicación del ITTG que se encuentra en Carretera Panamericana Km 1080. Tuxtla Gutiérrez Chiapas, C.P. 29050.

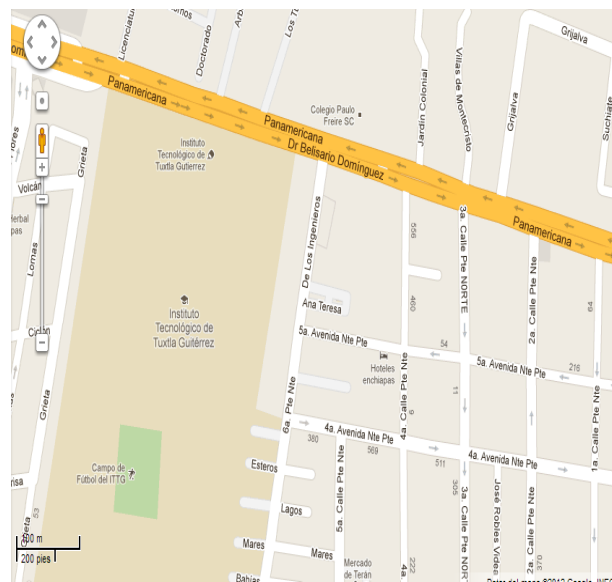


Figura 1.1 Ubicación del ITTG

1.6 Área específica relacionada directamente con el proyecto

El laboratorio de Ingeniería Electrónica cuenta con 8 áreas destinadas a la investigación, desarrollo e implementación de proyectos escolares, 5 de las cuales son educativas, en las que los discentes imparten clases de: electrónica digital, PLC, electrónica de potencia, instrumentación, mediciones eléctricas, programación en c y electrónicas analógicas. Dos más son para investigación, una pertenece al grupo de IEEE y la otra es de desarrollo de circuitos electrónicos.

La última área está destinada para que los alumnos desarrollen sus actividades en extra clase. Las áreas que se ocuparon en la realización de éste proyecto fueron las de IEEE, las de Electrónicas Analógicas y desarrollo de circuitos electrónicos.

La carrera de Ingeniería Electrónica tiene como misión formar profesionales de excelencia con competencias en el ámbito de la Ingeniería Electrónica, motivados para la promoción del desarrollo profesional y el conocimiento científico y tecnológico, con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores cívicos y éticos.

1.6.1 Descripción del POLO Tecnológico de Biocombustibles

Derivado del proyecto Polo tecnológico, se construyó un edificio de aproximadamente 800 metros cuadrados. Fue diseñado especialmente para la investigación, desarrollo y producción de combustibles hechos a base de elementos naturales; cuenta con x laboratorios, del cual uno de ellos es el laboratorio de destilación, que es el área en el que se encuentra el Bioreactor BIO-300L. Este proyecto consiste en un centro de verificación de calidad en materia de biocombustibles, cuenta con 11 laboratorios y en ellos podrán realizarse 26 métodos de prueba para biodiesel. El proyecto consiste en tres etapas: diseño, construcción del edificio, compra de equipos, acondicionamiento de espacios e instalaciones de máquinas, y la capacitación puesta en marcha de los métodos de análisis descritos en la norma EN-14214.

1.7 Problemas a resolver

1.7.1 Planteamiento del problema

La idea básica de producir biodiesel a partir de grasa vegetal tanto para contribuir a la reducción de gases contaminantes como independizarse del petróleo no es nada nuevo y gracias a la obtención fácil de la materia prima, el biodiesel puede ser producido localmente a partir de aceites vegetales, grasas animales o de aceites y grasas comestibles usados.

Además de mejorar los sistemas de control para su producción ya que todas las variables algunas veces son monitoreadas y controladas manualmente a veces eso influye a no tener un buen biodiesel de buena calidad que cumpla con los parámetros y estándares de calidad autorizados para su uso.

1.7.2 Problema a resolver

Sin embargo las técnicas empleadas son poco prácticas, esto debido al mal control de las variables que intervienen en el proceso de producción; sería muy importante conocer un método adecuado de producción del cual se obtenga un biodiesel de calidad que pueda satisfacer las necesidades tanto ambientales como económicas. En tal sentido se han desarrollado técnicas que presumen mejorar el control y manejo del proceso de biodiesel, sin embargo las nuevas tendencias en la tecnología implican el mejoramiento del proceso a fin de poder monitorear el estado real del reactor biodiesel y predecir el comportamiento a futuro de las reacciones químicas en el mismo.

Además de crear un sistema de control para el proceso de producción del biodiesel para controlar los parámetros importantes como la temperatura, pH y velocidad de agitación para lograr así un combustible de buena calidad y evitar pérdidas durante su producción ya que algunos reactivos tienen un costo elevado.

1.8 Alcances y limitaciones

Este proyecto pretende medir las variables que intervienen en el proceso de producción de biodiesel durante dos horas que es lo que aproximadamente tarda el proceso de mezclado y calentado. Durante este tiempo se estarán tomando muestras de la temperatura y del pH, los cuales se irán visualizando en unas graficas mediante un dispositivo móvil y también se podrán monitorear por wi-fi irán almacenando los datos para tener un historial de cómo estas variables fueron cambiando a lo largo del proceso.

Se pretende también controlar la temperatura para que se mantenga en un rango de entre 50 y 60 grados centígrados, usando un controlador PID. Lo que corresponde a pH solo se monitoreará ya que no el reactor no cuenta con un sistema que pueda depositar alguna sustancia que permita neutralizar la solución si ésta fuera muy básica o muy ácida. Este sistema de control y monitoreo se pondrá en práctica en un reactor prototipo de 4 litros, para obtener el modelo de comportamiento y luego aplicarlo al reactor BIO-300L del POLO Tecnológico Nacional.

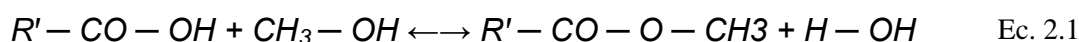
Una de las limitaciones sobre este proyecto que solo será el envío de datos además no puedes controlar el dispositivo mediante el android o wi-fi los parámetros como apagar el prototipo la velocidad de la agitación y el control de la temperatura.

CAPITULO 2. FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Proceso químico de bioreacción del Biodiesel (Transesterificación)

2.1.1 Transesterificación en una etapa

En la transesterificación, los aceites vegetales, expresados como triglicéridos, reaccionan con un alcohol en presencia de un catalizador, produciéndose éster y glicerina. Esta reacción implica la conversión de un éster en otro éster. Los alcoholes más recomendados son el metanol, etanol y butanol. Los ésteres resultantes de la reacción reciben el nombre de ácidos grasos y metil-ésteres (FAME o Biodiesel). La transesterificación es ilustrada mediante la ecuación química en Ec. 2.1.



A continuación se presentan los elementos con los cuales se produce el biodiesel y la descripción de la simulación de la planta en estado estable. Se ha utilizado etanol e hidróxido de potasio como alcohol y catalizador respectivamente.

El primer paso es mezclar el etanol con el hidróxido de potasio para formar el etóxido, de acuerdo a la reacción de la ecuación química en Ec. 2.2.



La mezcla etanol-KOH es entonces vertida en el aceite dentro del reactor. Cada uno de los reactivos entra al reactor a presión atmosférica y a temperatura ambiente, a excepción del aceite, el cual es precalentado hasta alcanzar una temperatura de 120°C. Con esto se pretende evaporar cualquier rastro de humedad. Con una relación de 3:1 la reacción de transesterificación se lleva a cabo en 2 horas.

En una reacción completa y exitosa, el glicerol comienza a separarse inmediatamente y la decantación se completa la mayoría de las veces en una hora. Después del asentamiento inicial, el contenido es mezclado de nuevo y agitado por 40 minutos. Después de los primeros 20 minutos de agitación se añade agua en una proporción igual a un 15% del volumen inicial del aceite usado en la reacción. Esta mezcla se deja decantar de 24 a 48 horas (estos tiempos se pueden reducir considerablemente si se usa centrifugación), entre mayor sea el

tiempo de separación más sencillo será el proceso de lavado. Después de la re-mezcla del glicerol, la adición de agua y la culminación de la separación, se drena la capa inferior, la cual contiene glicerol y agua.

En la etapa de lavado, el alcohol se remueve el alcohol remanente y los restos de potasio, glicerol o jabón, y el éster es lavado con agua en una proporción volumétrica del 30% de 30 litros de agua. Para este procedimiento existen diversos métodos, sin embargo el más recomendable es el lavado de burbujas de aire, ya que reduce significativamente el tiempo de lavado.

En la figura 2.1 se muestra la representación esquemática del proceso de producción de Biodiesel por lotes.

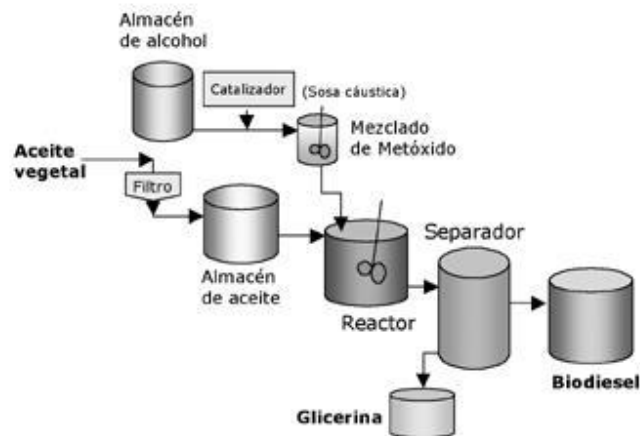


Figura 2.1 Representación de producción de Biodiesel por lotes

2.1.2 Transesterificación en dos etapas

El objetivo de este método es reducir la cantidad de metanol que interviene en la transesterificación, y mejorar la eficiencia de la reacción, consiguiendo altas tasas de transformación del aceite en biodiesel y una mayor pureza del producto.

Este proceso consiste en agregar sólo una parte de la mezcla de alcohol y catalizador en cada etapa y separar el glicerol después de cada etapa (Bradshaw, 1942). Usualmente, se agrega primero un 80% del alcohol y catalizador al aceite, se realiza la transesterificación, se separa el glicerol, y el producto se lleva a una segunda reacción con el 20% de alcohol y catalizador restante (Van Gerpen, 2005).

Su fundamento reside en una característica importante de la reacción química de transesterificación: que es una *reacción de equilibrio*. Las reacciones de equilibrio pueden ocurrir en los dos sentidos. En el caso de la transesterificación, el aceite y el alcohol reaccionan para producir ésteres metílicos y glicerol, pero igualmente los ésteres metílicos pueden reaccionar con el glicerol para producir triglicéridos y alcohol nuevamente. Cuando se mezclan el aceite, alcohol y catalizador, la reacción transcurre hasta que alcanza un punto de equilibrio en el que ya no se generan más productos. La reacción ocurre en ambos sentidos al mismo tiempo y está en un equilibrio dinámico.

Como el objetivo del proceso es obtener la mayor cantidad de ésteres, lo ideal es desplazar lo más posible este equilibrio hacia la derecha de la reacción (es decir, hacia los productos).

Hay dos maneras de hacerlo: agregar más insumos (es por esto que se utiliza una razón molar alcohol: aceite de 6:1 en lugar de 3:1), o quitar parte de los productos. Al realizar la reacción en dos etapas estamos justamente quitando uno de los productos (el glicerol) y forzando a la reacción a avanzar aún más para producir ese glicerol faltante para restablecer el equilibrio.

2.2 Modelos matemáticos de fenómenos químicos/biológicos

Con frecuencia la palabra modelo tiene distintas interpretaciones, nosotros la aplicaremos en el sentido dado por el profesor *Sixto Ríos*: "*un modelo es un objeto, concepto o conjunto de relaciones, que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica*".

Por tanto, un modelo es la representación de un proceso. Si en un fenómeno químico se conocen los procesos internos y las relaciones entre ellos, entonces es posible conocer las ecuaciones (que dependerán de si el modelo es discreto o continuo) que lo describan y a las que llamaremos un modelo matemático del fenómeno químico.

Como es natural, de un mismo fenómeno químico se puede construir muchos modelos matemáticos diferentes entre sí, cuyo grado de eficacia dependerá del conocimiento de los procesos que se investigan y de las posibilidades de experimentación.

Generalmente los métodos que se utilizan para estudiar un fenómeno químico son la construcción de un modelo matemático o bien el uso del método científico, el cual está basado en:

1. La observación y en la descripción.
2. El desarrollo de hipótesis o explicaciones.
3. La comprobación por experimentación de dichas hipótesis.
4. La aplicación de estos conocimientos en la resolución de problemas similares.

2.2.1 Elaboración de modelos matemáticos

Los modelos y la realidad están relacionados a través de dos procesos: la abstracción y la interpretación. El primero de ellos nos obliga a encontrar cuales son los elementos más importantes del problema y cuáles son los accesorios. Para saber si un elemento es o no importante tendremos que ver su efecto relativo en la evolución del sistema. En cuanto a la interpretación, debemos de entenderla como la manera en que las componentes del modelo (parámetros, variables) y su comportamiento pueden estar relacionadas con las componentes, características y comportamiento del sistema real que queremos modelar.

Por tanto, la primera de las fases necesaria para construir un modelo matemático es la abstracción, para ello tenemos que establecer ciertas hipótesis, definir las variables y desarrollar las matemáticas adecuadas para poder resolver el problema. La fase siguiente es tratar de simplificar las herramientas matemáticas utilizadas. Los resultados que se deducen del modelo matemático nos deberían llevar a poder efectuar algunas predicciones sobre el mundo real. El paso siguiente sería recoger datos de la situación de la que se ha extraído el modelo y compararlos con las predicciones.

Si no coinciden, los datos que ya poseemos nos pueden servir para modificar las hipótesis. Si las predicciones coinciden con la realidad, entonces las hipótesis son correctas y también lo son las variables definidas. En caso contrario, si se observan discrepancias sería necesario construir otro modelo más aproximado y fiable. Como podemos ver, la creación de un modelo matemático es un proceso progresivo.

2.2.2 Clasificación de los modelos matemáticos químicos/biológicos

Según la filosofía con la que abordemos el mundo que nos rodea, así será el tipo de modelo matemático que podemos construir. En concreto podemos clasificarlos en:

1. Modelos deterministas: Son aquellos que a cada valor de la variable independiente corresponde otro valor de la variable dependiente. Son especialmente útiles en los sistemas que evolucionan con el tiempo, como son los sistemas dinámicos. En ellos podemos conocer el estado del sistema transcurrido cierto tiempo una vez que hemos dado valores a los distintos parámetros que aparecen en el modelo.

Los modelos continuos son útiles cuando tratamos de estudiar procesos en los que se observa continuidad en el tiempo y en este caso lo adecuado es hacer uso de las ecuaciones diferenciales. Sin embargo, al estudiar algunos modelos biológicos, como son la dinámica de las poblaciones, puede apreciarse que estamos ante un proceso discreto. Ahora, las ecuaciones en diferencias nos ofrecen muchas posibilidades para deducir como cambian las propiedades del sistema biológico al variar los parámetros del modelo. En concreto, las matemáticas utilizadas para la evaluación de los modelos deterministas son:

Ecuaciones en diferencias.

Teoría de bifurcaciones.

Ecuaciones diferenciales (ordinarias y parciales).

Análisis numérico.

2. Modelos probabilísticos: Si en un modelo determinista, como por ejemplo el logístico $y'(t) = ry(t)(1 - y(t)/k)$, el parámetro r varía aleatoriamente, lo que hacemos es sustituir valores constantes por otros que cambian con cierta probabilidad. En este caso estamos ante un modelo probabilístico.

3. Modelos discretos matriciales: Son los más frecuentes cuando el sistema que estamos modelando está dividido en una serie de clases. En un momento dado, el estado del sistema puede representarse por un vector. El paso de una etapa a otra se realiza a través de una matriz conocida con el nombre de matriz de transición.

Cadenas de Markov.

Modelos de Leslie.

Modelos de Lefkovitch.

De una manera muy general, y desde el punto de vista de la Biología, podemos clasificar los modelos matemáticos en los siguientes grupos:

Modelos en bioquímica.

Modelos de la evolución de una población.

Modelos en fisiología (de animales, de plantas).

Modelos en la genética.

Modelos en la epidemiología.

Modelos en las migraciones.

Modelos en la creación de patrones.

2.3 Sistema de adquisición de datos

La adquisición de datos o adquisición de señales, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora o PAC. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

2.3.1 ¿Cómo se adquieren los datos?

La adquisición de datos se inicia con el fenómeno físico o la propiedad física de un objeto (objeto de la investigación) que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno podría ser el cambio de temperatura o la temperatura de una habitación, la intensidad o intensidad del cambio de una fuente de luz, la presión dentro de una cámara, la fuerza aplicada a un objeto, o muchas otras cosas. Un eficaz sistema de adquisición de datos puede medir todas estas diferentes propiedades o fenómenos.

Un sensor es un dispositivo que convierte una propiedad física o fenómeno en una señal eléctrica correspondiente medible, tal como tensión, corriente, el cambio en los valores de resistencia o condensador, etc. La capacidad de un sistema de adquisición de datos para medir los distintos fenómenos depende de los transductores para convertir las señales de los fenómenos físicos mensurables en la adquisición de datos por hardware. Transductores son sinónimo de sensores en sistemas de DAQ. Hay transductores específicos para diferentes aplicaciones, como la edición de la temperatura, la presión, o flujo de fluidos. DAQ también despliega diversas técnicas de acondicionamiento de señales para modificar

adecuadamente diferentes señales eléctricas en tensión, que luego pueden ser digitalizados usando CED.

Las señales pueden ser digitales (también llamada señales de la lógica) o analógicas en función del transductor utilizado.

El acondicionamiento de señales suele ser necesario si la señal desde el transductor no es adecuado para la DAQ hardware que se utiliza. La señal puede ser amplificada o des amplificada, o puede requerir de filtrado, o un cierre patronal, en el amplificador se incluye para realizar demodulación. Varios otros ejemplos de acondicionamiento de señales podría ser el puente de conclusión, la prestación actual de tensión o excitación al sensor, el aislamiento, linealización, etc. Este pre tratamiento de señal normalmente lo realiza un pequeño módulo acoplado al transductor.

DAQ hardware son por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB, etc.) o ranuras de las tarjetas conectadas a (PCI, ISA) en la placa madre. Por lo general, el espacio en la parte posterior de una tarjeta PCI es demasiado pequeño para todas las conexiones necesarias, de modo que una ruptura de caja externa es obligatoria.

Las tarjetas DAQ a menudo contienen múltiples componentes (multiplexores, ADC, DAC, TTL-IO, temporizadores de alta velocidad, memoria RAM). Estos son accesibles a través de un bus por un micro controlador, que puede ejecutar pequeños programas. El controlador es más flexible que una unidad lógica dura cableada, pero más barato que una CPU de modo que es correcto para bloquear con simples bucles de preguntas.

Driver software normalmente viene con el hardware DAQ o de otros proveedores, y permite que el sistema operativo pueda reconocer el hardware DAQ y dar así a los programas acceso a las señales de lectura por el hardware DAQ. Un buen driver ofrece un alto y bajo nivel de acceso.

2.3.2 Etapas del acondicionamiento de la señal

Con más detalle, en una etapa de acondicionamiento podemos encontrar estas etapas, aunque no todas están siempre presentes:

Amplificación, excitación, filtrado, multiplexado, aislamiento y linealización.

Amplificación: Es el tipo más común de acondicionamiento. Para conseguir la mayor precisión posible la señal de entrada debe ser amplificada de modo que su máximo nivel coincida con la máxima tensión que el convertidor pueda leer.

Aislamiento: Otra aplicación habitual en el acondicionamiento de la señal es el aislamiento eléctrico entre el transductor y el ordenador, para proteger al mismo de transitorios de alta tensión que puedan dañarlo. Un motivo adicional para usar aislamiento es el garantizar que las lecturas del convertidor no son afectadas por diferencias en el potencial de masa o por tensiones en modo común. Cuando el sistema de adquisición y la señal a medir están ambas referidas a masa pueden aparecer problemas si hay una diferencia de potencial entre ambas masas, apareciendo un "bucle de masa", que puede devolver resultados erróneos.

Multiplexado: El multiplexado es la conmutación de las entradas del convertidor, de modo que con un solo convertidor podemos medir los datos de diferentes canales de entrada. Puesto que el mismo convertidor está midiendo diferentes canales, su frecuencia máxima de conversión será la original dividida por el número de canales muestreados. Se aconseja que los multiplexores se utilicen antes del conversor y después del condicionamiento de la señal, ya que de esta manera no molestará a los aislantes que podamos tener.

Filtrado: El fin del filtro es eliminar las señales no deseadas de la señal que estamos observando. Por ejemplo, en las señales cuasi-continuas, (como la temperatura) se usa un filtro de ruido de unos 4 Hz, que eliminará interferencias, incluidos los 50/60 Hz de la red eléctrica. Las señales alternas, tales como la vibración, necesitan un tipo distinto de filtro, conocido como filtro antialiasing, que es un filtro pasa bajos pero con un corte muy brusco, que elimina totalmente las señales de mayor frecuencia que la máxima a medir, ya que si no se eliminasen aparecerían superpuestas a la señal medida, con el consiguiente error.

Excitación: La etapa de acondicionamiento de señal a veces genera excitación para algunos transductores, como por ejemplos las galgas "extesométricas",

"termistores" o "RTD", que necesitan de la misma, bien por su constitución interna, (como el termistor, que es una resistencia variable con la temperatura) o bien por la configuración en que se conectan (como el caso de las galgas, que se suelen montar en un puente de Wheatstone).

Linealización: Muchos transductores, como los termopares, presentan una respuesta no lineal ante cambios lineales en los parámetros que están siendo medidos. Aunque la linealización puede realizarse mediante métodos numéricos en el sistema de adquisición de datos, suele ser una buena idea el hacer esta corrección mediante circuitería externa.

2.4 Interfaz humano-máquina

Una interfaz Hombre - Máquina o HMI ("Human Machine Interface") es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas HMI podemos pensarlos como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Los sistemas HMI en ordenadores se los conoce también como software (o aplicación) HMI o de monitorización y control de supervisión. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, PLC's (Controladores lógicos programables), PACs (Controlador de automatización programable), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVER's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorizar y de controlar múltiples sistemas remotos, PLCs y otros mecanismos de control. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre-programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas SCADA lo hacen de manera automática.

Históricamente los PLC no tienen una manera estándar de presentar la información al operador. La obtención de los datos por el sistema SCADA parte desde el PLC o desde otros controladores y se realiza por medio de algún tipo de red, posteriormente esta información es combinada y formateada. Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para proporcionar las tendencias,

los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular, incluso sistemas expertos con guía de resolución de problemas.

2.4.1 Estación maestra

El término "Estación Maestra" se refiere a los servidores y al software responsable para comunicarse con el equipo del campo (RTUs, PLCs, etc.) en estos se encuentra el software HMI corriendo para las estaciones de trabajo en el cuarto de control, o en cualquier otro lado. En un sistema SCADA pequeño, la estación maestra puede estar en un solo computador, A gran escala, en los sistemas SCADA la estación maestra puede incluir muchos servidores, aplicaciones de software distribuido, y sitios de recuperación de desastres.

El sistema SCADA usualmente presenta la información al personal operativo de manera gráfica, en forma de un diagrama de representación. Esto significa que el operador puede ver un esquema que representa la planta que está siendo controlada. Por ejemplo un dibujo de una bomba conectada a la tubería puede mostrar al operador cuanto fluido está siendo bombeado desde la bomba a través de la tubería en un momento dado o bien el nivel de líquido de un tanque o si la válvula está abierta o cerrada. Los diagramas de representación pueden consistir en gráficos de líneas y símbolos esquemáticos para representar los elementos del proceso, o pueden consistir en fotografías digitales de los equipos sobre los cuales se animan las secuencias.

Los bloques software de un SCADA (módulos), permiten actividades de adquisición, supervisión y control.

Características

- Configuración: permite definir el entorno de trabajo del SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- Interfaz gráfica del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.
- Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando pres programados a partir de los valores actuales de variables leídas.

- Gestión y archivo de datos: almacenamiento y procesado ordenado de datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- Comunicaciones: transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y también entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

2.5 Plataforma arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque (bootloader) que corre en la placa.

Desde octubre de 2012, Arduino se usa también con microcontroladoras CortexM3 de ARM de 32 bits, que coexistirán con las más limitadas, pero también económicas AVR de 8 bits. ARM y AVR no son plataformas compatibles a nivel binario, pero se pueden programar con el mismo IDE de Arduino y hacerse programas que compilen sin cambios en las dos plataformas. Eso sí, las microcontroladoras CortexM3 usan 3.3V, a diferencia de la mayoría de las placas con AVR que usan mayoritariamente 5V. Sin embargo ya anteriormente se lanzaron placas Arduino con Atmel AVR a 3.3V como la Arduino Fio y existen clónicos de Arduino Nano y Pro como Meduino en que se puede conmutar el voltaje.

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles muy fáciles de usar, debido a que el IDE con el que trabaja es fácil de aprender a utilizar, y el lenguaje de programación

con el que trabaja es simple, pues se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos. Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing).

Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software (p.ej. Flash, Processing, MaxMSP). Las placas pueden ser hechas a mano o compradas montadas de fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita.

Los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta, así pues eres libre de adaptarlos a tus necesidades.

El proyecto Arduino recibió una mención honorífica en la categoría de Comunidades Digital en el PrixArs Electrónica de 2006

En la figura 2.2 se muestra una imagen del arduino 1 usado en el proyecto.



Figura 2.2 Arduino uno

2.5.1 Aplicaciones

Las aplicaciones que nos ofrece Arduino son múltiples, y dependerá de nuestra imaginación.

Mediante sensores podemos crear aplicaciones sencillas enfocadas a la docencia para estudiantes de electrónica, proyectos más elaborados para la industria y la robótica o incluso sistemas dirigidos simplemente al ocio.

En lo referente al hágalo usted mismo, se puede fabricar un teléfono móvil adquirible utilizando Arduino.

Se utiliza también en los entornos artísticos para crear obras más elaboradas, dada su facilidad de programación.

2.6 Ethernet

Es una popular tecnología LAN (Red de Área Local) que utiliza el Acceso múltiple con portadora y detección de colisiones (CarrierSense Múltiple Access with Collision Detection, CSMA/CD) entre estaciones con diversos tipos de cables en la figura 2.3 se muestra un ejemplo de conexiones Ethernet.

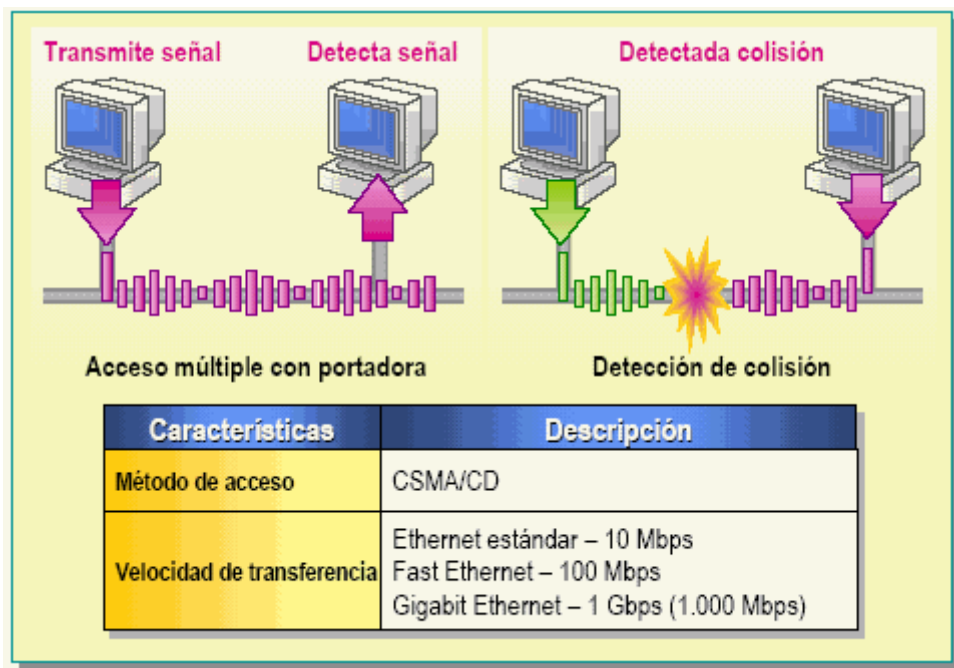


Figura 2.3 Diagrama sobre conexión Ethernet.

En la figura 2.4 se muestra la imagen de la tarjeta shield Ethernet usado en el proyecto para el envío de datos por internet.



2.4 Tarjeta Shield Ethernet

Algunas características de Ethernet:

- Es PASIVO, es decir, no requiere una fuente de alimentación propia, y por tanto,
- NO FALLA a menos que el cable se corte físicamente o su terminación sea incorrecta.
- Se conecta utilizando una TOPOLOGÍA DE BUS en la que el cable está terminado en ambos extremos.
- UTILIZA MÚLTIPLES PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN y puede conectar entornos informáticos heterogéneos, incluyendo NetWare, UNIX, Windows y Macintosh.

2.7 Bluetooth

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.

Eliminar los cables y conectores entre éstos.

Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sectores de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA, teléfonos móviles, computadoras portátiles, ordenadores personales, impresoras o cámaras digitales en la figura 2.5 se muestra la imagen del la tarjeta bluetooth usado en el proyecto.

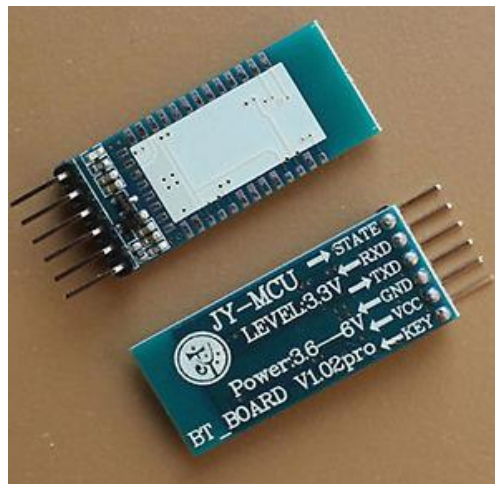


Figura 2.5 Tarjeta bluetooth board v1 02

CAPITULO 3 DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

3.1 Producción manual de biodiesel en el laboratorio de química

Antes de la realización de cualquier circuito o planteamiento de modelo, se realizó una prueba de producción de biodiesel en forma manual con ayuda de un Ing. Químico; ésta prueba se realizó para identificar cuáles son las variables que se tienen que considerar en dicha producción y ver cuales se pueden modificar y cuales son de mayor importancia; a continuación se explicará en que consistió la prueba y los pasos para producción de biodiesel.

Primeramente se vertió hidróxido de sodio con metanol en una proporción adecuada en un contenedor, se mezcló durante 30 minutos hasta obtener una mezcla homogénea. Luego se depositó esta mezcla en un contenedor que tenía aceite vegetal precalentado. Se procedió a hacer una mezcla alrededor de dos horas con una temperatura entre un rango de 50 y 60 grados centígrados.

En la tabla 3.1 se muestra la proporción de materia prima usado para producir una corrida de 2 litros de biodiesel.

Reactivo	Cantidad
Aceite	2 Litros
Metanol	472ml
Hidróxido de sodio (NaOH)	18 g

Tabla 3.1 proporción de reactivos

La figura 3.1 es una muestra del biodiesel obtenida de una corrida de 2 litros.



Figura 3.1 Muestra de biodiesel

3.2 Diseño del sistema de adquisición de datos.

Después de haber realizado el proceso de producción de biodiesel en el laboratorio se observó que una de las variables que más impacto tiene en esta producción es la temperatura, ya que una variación en el rango de la misma puede producir un efecto llamado saponificación, lo cual concluye con que el producto final (biodiesel) resulta ser jabón (glicerina).

Una vez que se conoció que la variable más importante a controlar era la temperatura se procedió a diseñar el sistema de adquisición de datos, éste procedimiento se llevo a cabo en varias etapas, a continuación se detalla cada una de ellas.

3.2.1 Sensor ds18b20

Esta es una versión pre-cableado e impermeabilizada del sensor DS18B20. Útil para medir algo lejos, o en condiciones de humedad. Mientras que el sensor es bueno hasta 125 °C, el cable está encamisado en PVC por lo que si sugerimos podemos mantenerlo por debajo de 100°C.

Debido a que son digitales, no reciben ningún tipo de degradación de la señal incluso en largas distancias! Estos sensores digitales de temperatura 1-wire son bastante precisos ($\pm 0,5^\circ\text{C}$ en la mayor parte de la gama) y pueden dar hasta 12 bits de precisión del convertidor de digital a analógico a bordo.

Ellos trabajan muy bien con cualquier microcontrolador utilizando un único pin digital, e incluso se puede conectar múltiples queridos para el mismo pin, cada uno tiene un identificador único de 64 bits quemado en la fábrica para diferenciarlos. Se puede utilizar con los sistemas 3.0-5.0V.

La ventaja principal que presentan estos sensores es que se pueden conectar hasta 100 dispositivos a un único pin y a una distancia máxima de nuestro Arduino de 200 metros. Dichos sensores emplean el protocolo de comunicación en serie 1-wire diseñado por Dallas Semiconductor.

Pero, ¿en que se basa este protocolo de comunicación? pues básicamente y para no entrar en muchos tecnicismos, es un bus donde disponemos de un maestro y varios esclavos en una sola línea de datos (pin de nuestro Arduino) en la que se alimentan. Por supuesto, necesita igualmente una referencia a tierra común a todos los dispositivos.

También debemos conocer que la línea de datos/alimentación debe de disponer de una resistencia de pull-up conectada a alimentación para cuando no se produzca la transmisión de datos cuando tengamos 5 voltios en dicha línea la figura 3.2 nos muestra la imagen del sensor que se menciona.



Figura 3.2 Sensor ds18b20.

En las figuras 3.3 y 3.4 se muestran los circuitos impresos usados para la etapa de lectura donde se muestra en el display y la etapa de potencia donde se controla la resistencia calefactoras con dos relé.

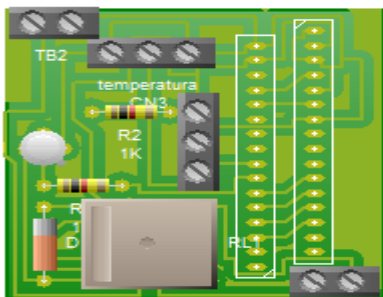


Figura 3.3 Circuito de sensor de temperatura y display

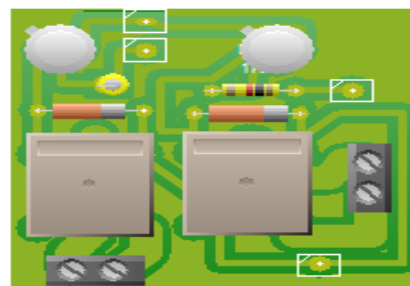


Figura 3.4 Circuito relevadores para resistencia

Con una señal que varía de 0-5 V de acuerdo a las variaciones de la temperatura se procedió a realizar la programación en arduino, que sería el encargado de controlar y monitorear los cambios de temperatura durante el proceso. Después la información recabada por el sensor de temperatura y pH serán mostradas en un display esto lo hacen los circuitos que se muestran en las figuras anteriores.

3.2.2 Etapa de control y monitoreo de la temperatura

La etapa de control y monitoreo del sistema en general está conformada por un micro controlador (arduino uno), éste es el encargado de realizar la lectura de la temperatura, la compara contra un dato establecido, la muestra en pantalla y de acuerdo al error envía una señal para controlar el actuador (resistencia calefactora), también se conforma por un modulo bluetooth y Ethernet Shield el cual transmite las señales de temperatura y pH por enlace por radiofrecuencia y un teléfono móvil con aplicación android hace la función de receptor para ver las variables en parte del bluetooth ya para el Ethernet Shield cual se encarga de mandar las variables por cable Ethernet y los datos son enviados vía internet una página en donde se creara una base de datos para monitorear el comportamiento de todo el proceso.

3.2.3 Control de la temperatura

Para el control de la temperatura utilizamos el sensor encapsulado DS18B20, el cual consta con tres hilos (vcc, datos y gnd).

Este sensor de temperatura digital reporta grados centígrados de una precisión de 9 a 12 bits el cual el cable de datos se va a la entrada digital del arduino, así que tal plataforma ya consta de sus propias librerías que son `onewire` y `dallas_temperature`. Así que este dato obtenido es enviado a un LCD.

La señal que es recibida por el arduino, el cual toma la decisión de apagar o encender la resistencia a los 60 grados se apaga y a los 55 grados encenderá la resistencia manteniendo la temperatura en ese rango. Como la resistencia calefactora es de CA, se tuvo que implementar una etapa de potencia, para que a través de un pulso que manda el arduino se pudiera controlar la resistencia.

3.2.4 Envío de datos por Bluetooth.

Se usara un modulo bluetooth bt board v1.02 se conecta a los pines tx y rx del arduino que son entradas de comunicación y estas envían el monitoreo a un teléfono móvil con sistema android.

3.2.5 Envío de Datos por Ethernet Shield.

Se usara una tarjeta Ethernet shield el cual permite conectar el arduino uno a internet para él envío de datos a una página donde se hará una base de datos para guardar todo el historial del proceso.

En la siguiente imagen podremos observar las pruebas realizadas del control de temperatura en un reactor B300L

En la siguiente figura 3.5 se muestra los circuitos de la etapa de potencia la etapa de acondicionamiento de la señal la etapa de envío por bluetooth y el arduino ya instalados en la caja.

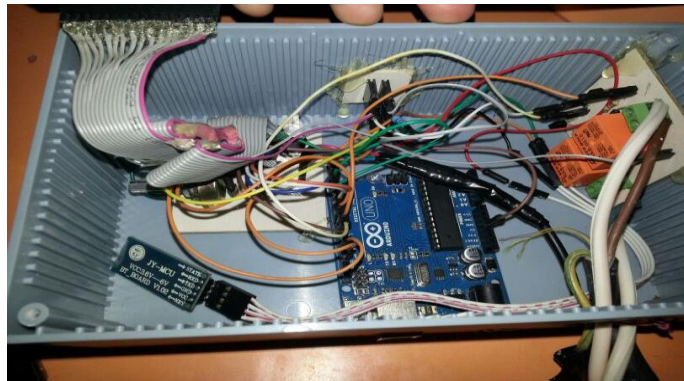


Figura 3.5 Modulo de control y bluetooth.

En la figura 3.6 muestra la presentación de cómo será la caja solo mostrara al exterior el display para ver los valores de temperatura.



Figura 3.6 Caja con display donde se observaran los parámetros temperatura y pH.

En la figura 3.7 se puede observar el reactor biodiesel B300L ubicado en el Polo Tecnológico de Biocombustibles del Instituto Tecnológico



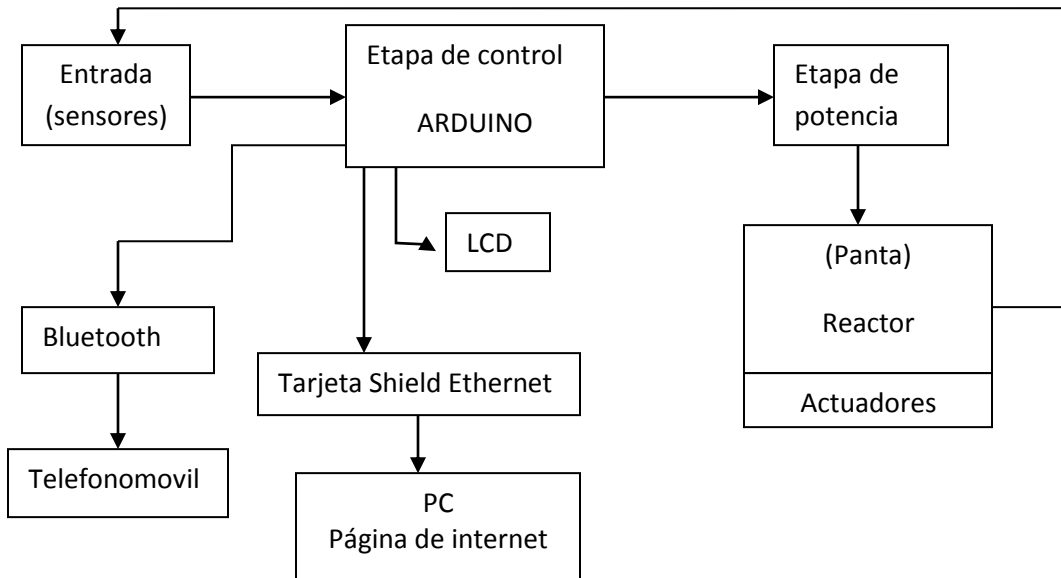
Figura 3.7 Reactor Biodiesel.

En la figura 3.8 se muestra el interfaz de la aplicación android que mostrara las lecturas de temperatura además indicara si la resistencia calefactora está encendida o apagada en el momento de la reacción.



Figura 3.8 Aplicación Android

3.3 Diagrama a bloques del sistema de adquisición de datos



3.4 Implementación del sistema de adquisición de datos por la tarjeta Shield Ethernet

Una vez construido nuestro sistema se procedió a implementarlo, para lo cual se hizo pruebas en el reactor prototipo de 4 litros diseñado por alumnos de Ing.Mecánica. Para después pasarlo al Reactor B300L.

Lo que se hizo acá prácticamente fue introducir los sensores dentro del reactor, encender el sistema de adquisición y llevar a cabo el proceso de producción con ayuda de un alumno de maestría de Ing. Química.

En la figura 3.9 se muestra el interfaz que usara la página de internet que recibirá datos de temperatura, pH y el censado del funcionamiento de la resistencia calefactora, de la tarjeta Shield Ethernet.



Figura 3.9 Web de monitoreo por internet

La tabla 3.2 nos muestra la lectura obtenida en una corrida con biodiesel nuestros parámetros usados son tiempo y temperatura.

Tiempo (min)	Temperatura(grados)	Tiempo (min)	Temperatura(grados)
0	23	20	57
2	37	24	55
4	49	27	58
5	60	30	60
6	58	35	55
7	55	38	58
8	57	40	60
10	60	46	56
12	57	49	59
14	55	51	60
16	57	55	55
18	60	60	60

Tabla 3.2 Muestreo de la temperatura

3.5 Resultados obtenidos

Primeramente se planteaba la necesidad de observar el proceso de producción de biodiesel por medio de la técnica por transesterificación, esto se llevó a la práctica en los laboratorios de Ing. Química. Se pudo observar las variables principales y de acuerdo a la experiencia de los ingenieros y al análisis del proceso se pudo comprobar la hipótesis de que la temperatura es la variable que interviene directamente en la obtención de biodiesel. El resultado de haber hecho esta observación fue que se pudo saber exactamente cuál era la variable a controlar y ayudó a tener una idea de cómo se podría hacer la etapa de control.

Se diseñó el sistema de adquisición de datos para la lectura de pH y temperatura y se uso en un reactor prototipo en la figura 3.10 se observa el interior del reactor prototipo usado para pruebas ubicado en el edificio N del Instituto Tecnológico.



Figura 3.10 Reactor de pruebas

En la figura 3.11 se muestra la simulación que se usó para la etapa de control y monitoreo por medio de un display que nos mostrara la temperatura obtenidos del sensor ds18b20 que se mandan al arduino y después a un display y a un teléfono móvil para monitorear temperatura y pH.

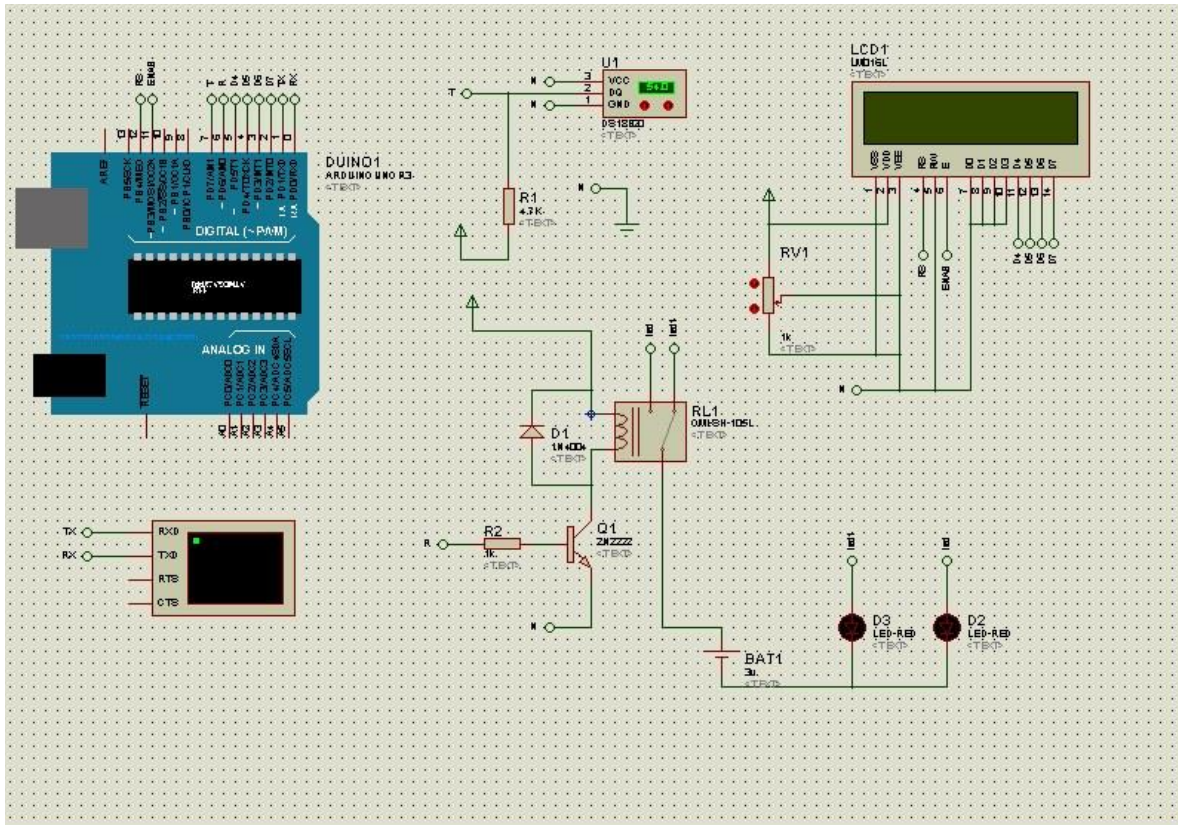


Figura 3.11 Simulación en proteus de la etapa de control.

La figura anterior muestra lo que es el control del sistema de adquisición de datos; este es el encargado de recibir la señal del sensor ds18b20 y de enviar señales a la etapa de potencia para el control del actuador; como se puede observar está midiendo la temperatura y los leds hacen la función de la resistencia calefactora. A continuación se presenta el código de programación en arduino.

```

#include <OneWire.h>

#include <DallasTemperature.h>

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
DeviceAddress Temperatura1;
OneWire ds(7);
DallasTemperature sensors(&ds);
float Temp=0, Ph=0;
char Dato=' ';
boolean Activacion;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(9,OUTPUT);
  pinMode(8,OUTPUT);
  ResOff();
  sensors.begin();
  lcd.begin(16,2);
  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Temp:");
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("PH:");
}

void loop(){

  Temp=sensors.resolveCelsius(Temperatura1);
  Ph=sensors.resolvePH(Ph);

  if(Temp<=55)
  {
    ResOn();
    if(Activacion==true){Serial.print("RH");}
  }

  if(Temp>=60)
  {
    ResOff();
    if(Activacion==true){Serial.print("RL");}
  }
}

```

```

lcd.setCursor(6,0);lcd.print(Temp);
lcd.setCursor(5,1);lcd.print(Ph);

if(Serial.available())
  {Dato=Serial.read();}

if(Dato=='1'){Activacion=true;}
if(Dato=='0'){Activacion=false;}

if(Activacion==true)
{
if(Temp>0 && Temp<10)Serial.print("T0");Serial.print(Temp);
if(Temp>=10){Serial.print("T");Serial.print(Temp);

if(Ph>=0 &&Ph<10){Serial.print("P0");Serial.print(Ph);}
if(Ph>=10){Serial.print("P");Serial.print(Ph);

```

En la figura 3.12 se muestra la simulación de la etapa de potencia para el control de velocidad del motor controlado por pwm para la agitación en el prototipo ya que en el reactor del edificio N no fue necesario porque ya cuenta con uno.

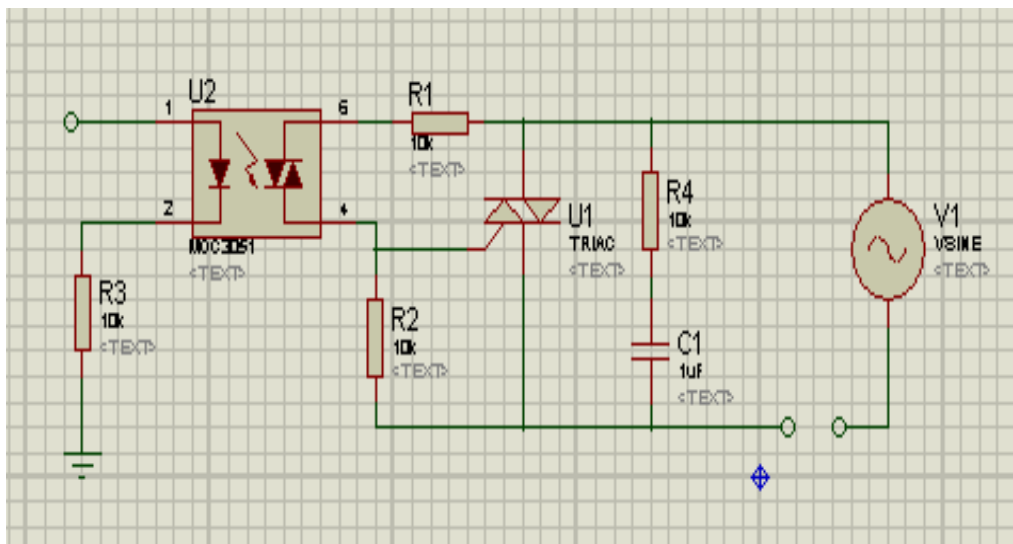


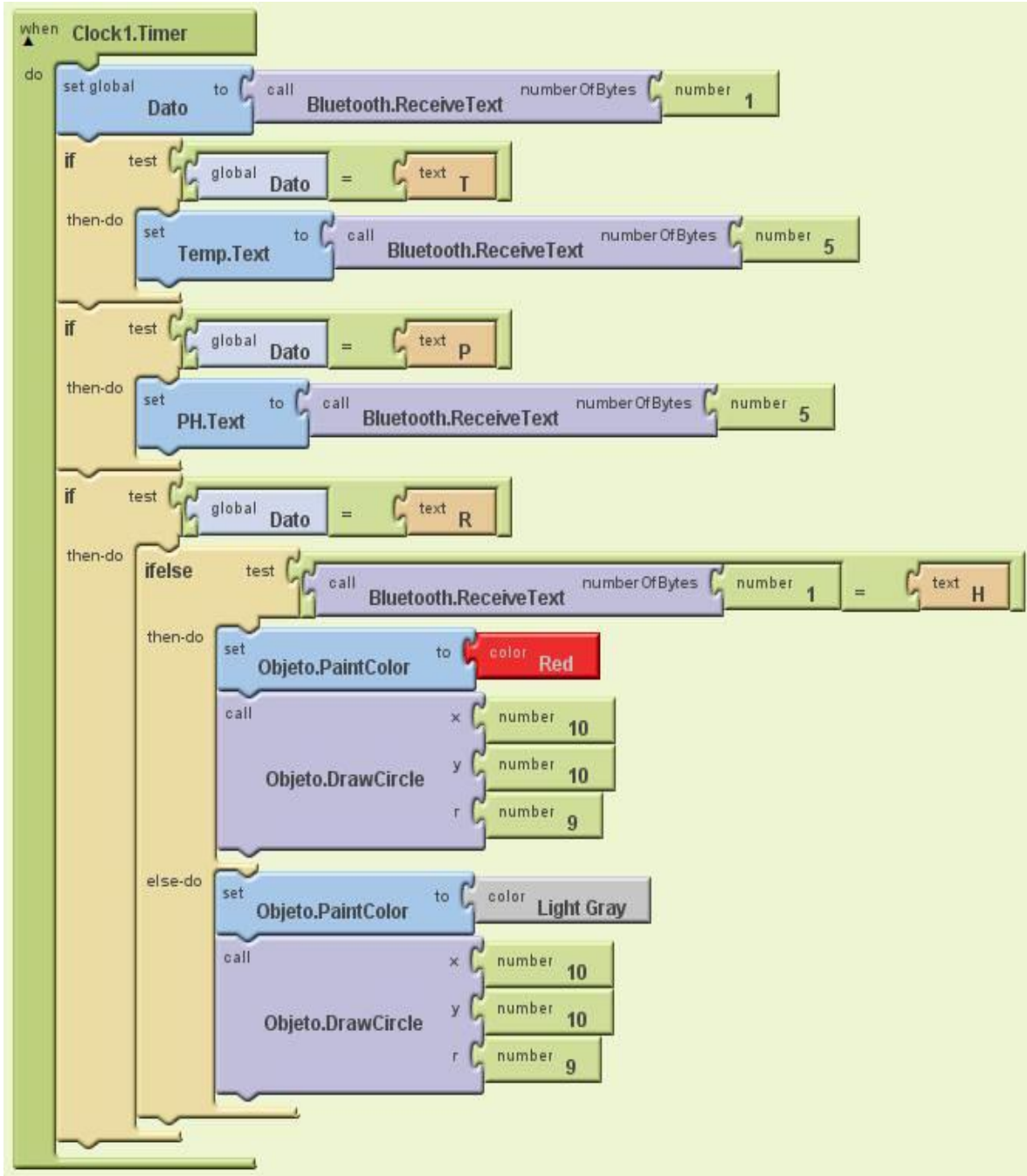
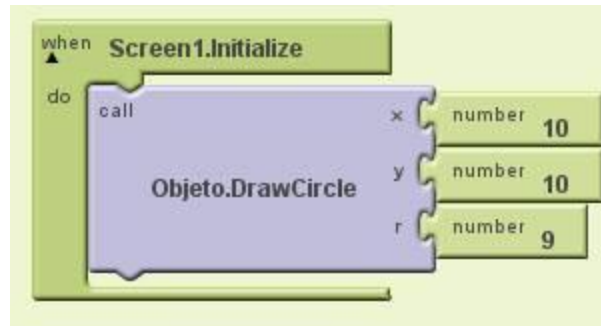
Figura 3.12 Simulación etapa de potencia para velocidad del motor

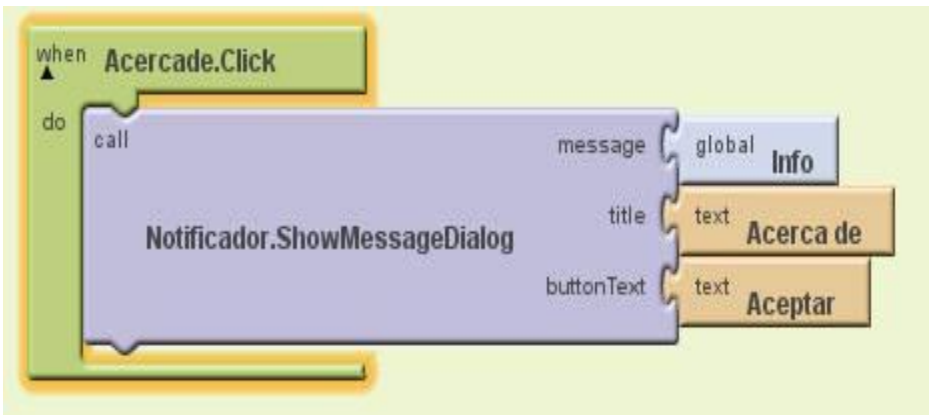
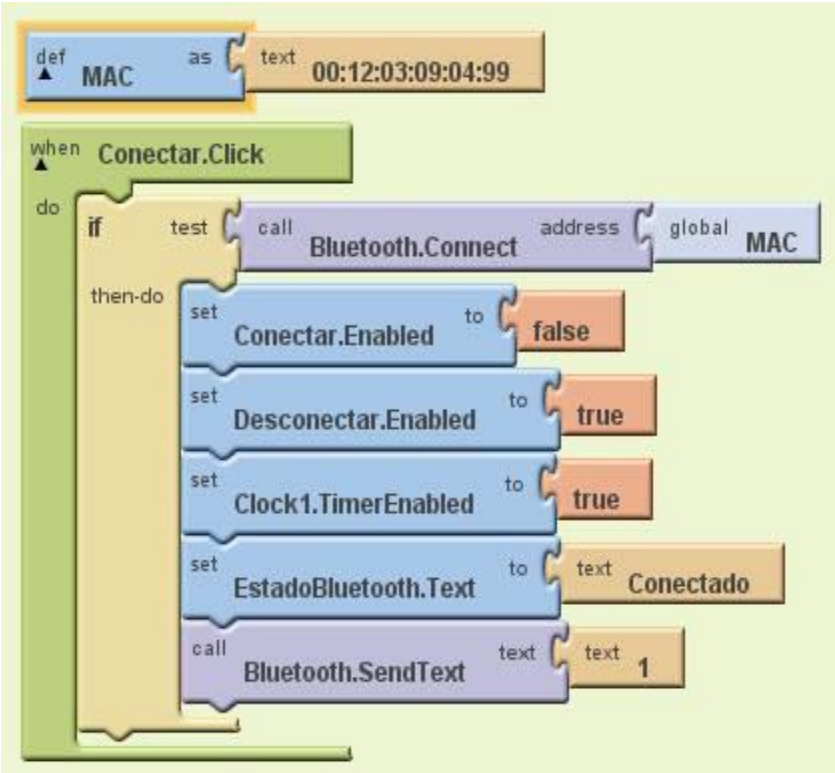
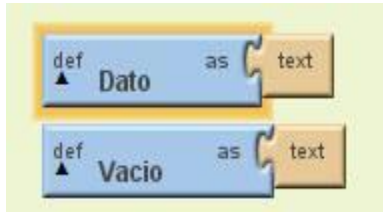
En la figura 3.13 se muestra el interfaz del muestreo de las variables por android.



Figura 3.13 Aplicación android

En la figura 3.14 se muestra la serie de bloques y códigos usados para la programación de la aplicación android que se usara para el monitoreo vía bluetooth del reactor Biodiesel B300L recibidos en un teléfono celular.





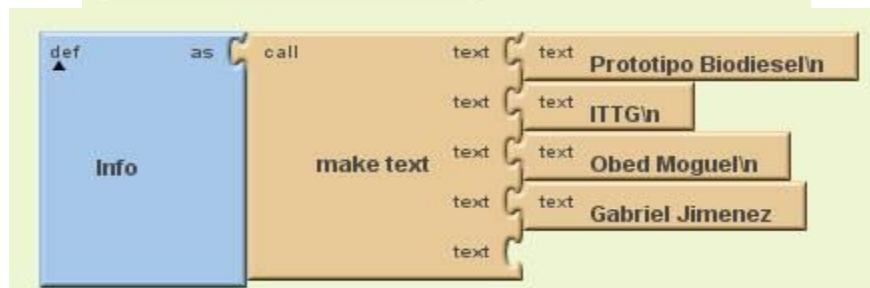
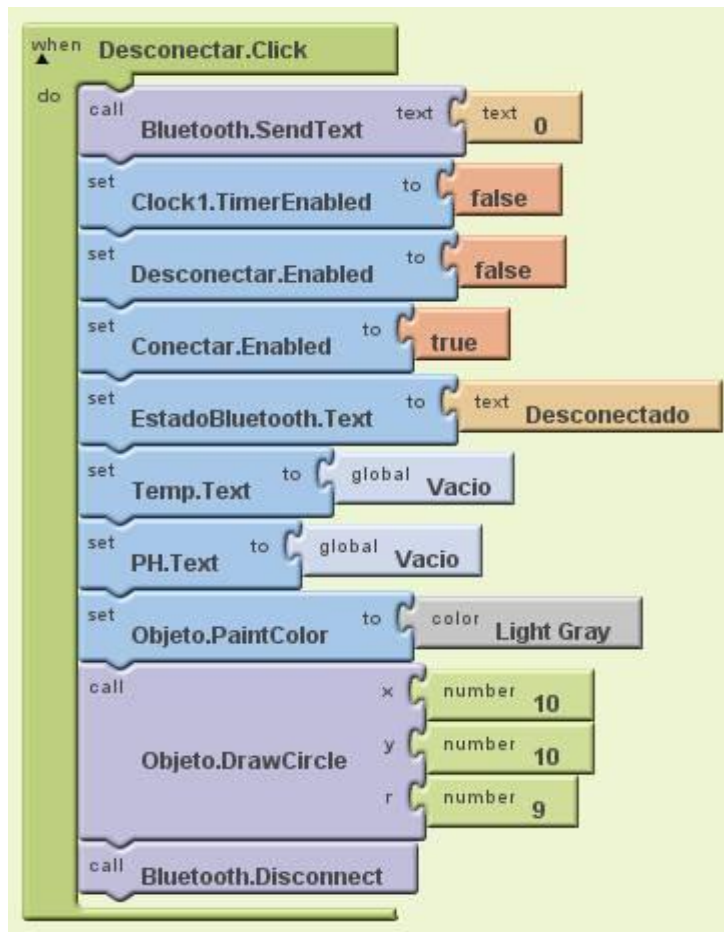


Figura 3.14 Bloques y códigos aplicación android.

En la figura 3.15 se da a conocer el interfaz durante la elaboración de su diseño y programación para la aplicación android.

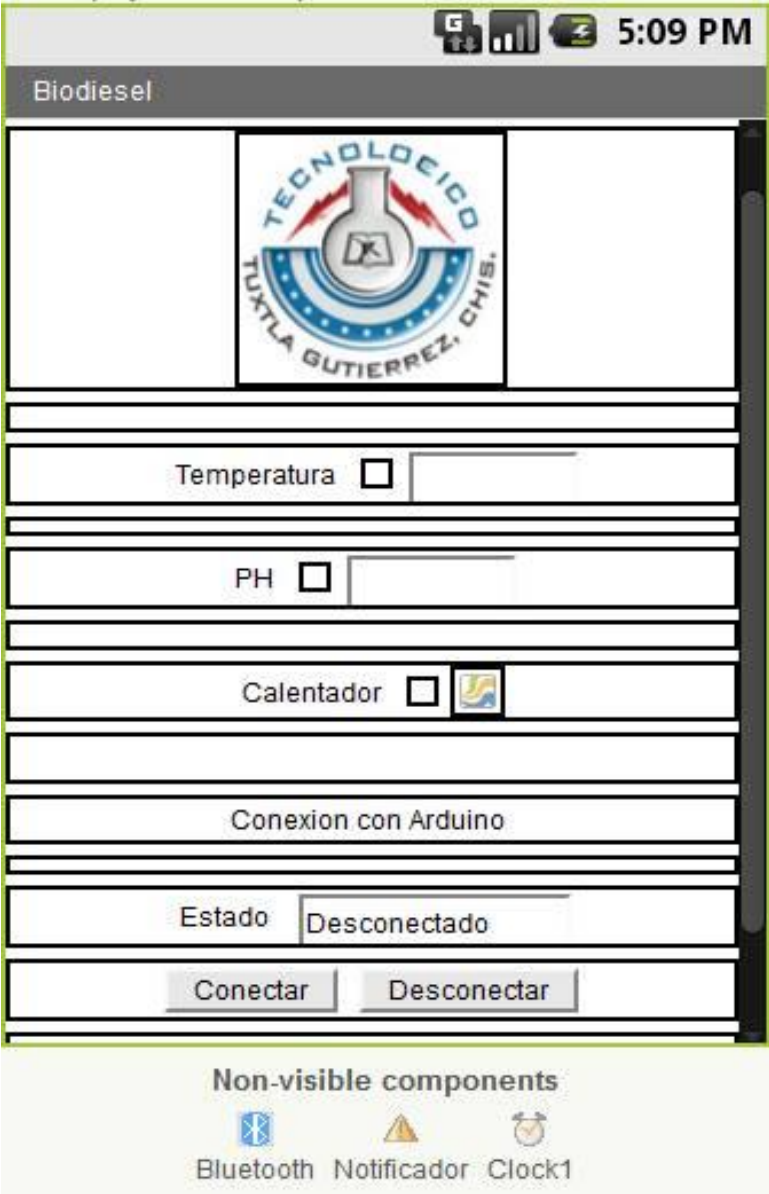


Figura 3.15 Diagrama del interfaz gráfica de la aplicación Android.

En la figura 3.16 nos muestra el interfaz gráfica usada para el monitoreo a distancia de los parámetros temperatura, pH y funcionamiento de la resistencia calefactora a través de internet por la tarjeta shield Ethernet.



Figura 3.16 Interfaz página de internet por tarjeta Shield Ethernet.

3.6 Obtención de la gráfica característica de la temperatura

En la figura 3.17 se muestra la gráfica obtenida del comportamiento de la temperatura durante una corrida de biodiesel en el reactor B300L.

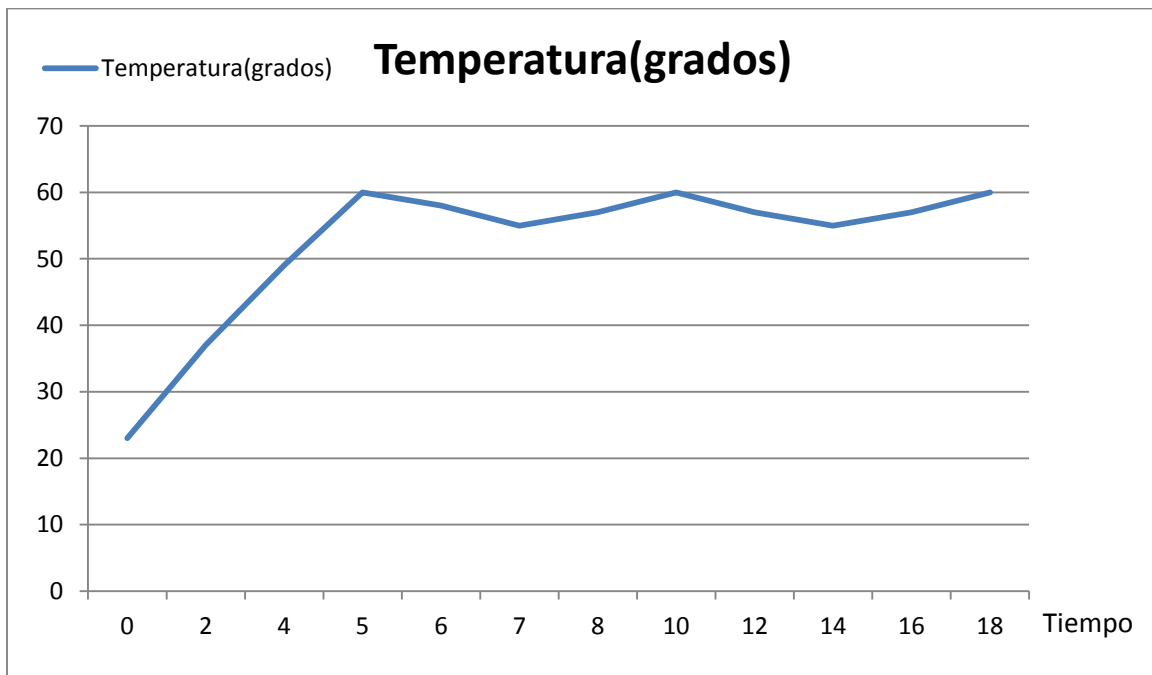


Figura 3.17 grafica obtenida de las lecturas

Observaciones y sugerencias

El laboratorio de ingeniería electrónica es uno de los laboratorios del instituto que cuenta con gran cantidad de herramientas que permiten apoyar el proceso de elaboración de proyectos electrónicos; me parece muy adecuado que los ingenieros de ésta área apoyen a los alumnos a resolver dudas y aprender de sus experiencias.

Esperamos que esta idea de predecir el estado de la temperatura en cualquier instante de tiempo apoyado con las ecuaciones aquí presentadas se pueda aplicar al reactor BIO-300L del POLO Tecnológico Nacional, ya que el comportamiento del reactor según el manual de instrucciones, es similar al reactor prototipo que se manejó durante este trabajo.

El biodiesel es uno de los tantos productos empleados como energías alternativas, sin embargo, su producción y lo fácil de que es adquirir la materia prima, lo hacen atractivo y teniendo un buen manejo de sus variables en su producción asegurará que muchas personas contribuyan al desarrollo de nuestro país en cuanto a energías alternativas se refiere.

Conclusiones

El desarrollo de este proyecto fue muy importante porque aplicamos los conocimientos adquiridos durante la carrera, algunas veces se piensa que hay materias que no son útiles o a veces como alumnos se piensa que aprender Electrónica es lo único que necesitamos, sin embargo, se percibe que se necesita saber y tener un amplio conocimiento en diferentes ramas de la electrónica.

Fue muy importante haber compartido conocimiento con otras áreas y darse cuenta de que formar un equipo multidisciplinario es de mucha importancia, ya que en este trabajo se tuvo que recurrir a dos carreras auxiliares, la Ing. Química y la Ing. Mecánica.

Al iniciar este trabajo no imaginamos que fuera un impulso para utilizar energías alternativas. Se tiene la idea de que hablar de energías renovables, era ya una necesidad, pero entran los aportes que la Ingeniería.

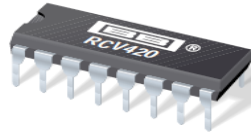
La electrónica puede hacer un control de generadores, en el diseño de estructuras de paneles solares o bien en la transformación de la energía mecánica en eléctrica. Pero no pensaba que apoyando a la Ing. Química en sus experimentos con aceites vegetales y sus componentes raros que utilizan, se podría ayudar a mejorar la calidad de un producto o bien mejorar el proceso de producción.

Aplicando un control, tal como se ve en los libros de teorías de control, al mundo real se puede ayudar al medio ambiente o a evitar que las personas se intoxiquen durante un experimento de laboratorio.

El desarrollo de una metodología para obtener biocombustible es muy importante, sobre todo en los impactos, me pude dar cuenta de que aplicando el sistema de monitoreo y control de las variables, se evita la evaporización de metanol y esto es un impacto tanto ambiental como económico; ¿cómo se observa esto? De la siguiente manera: si existe un mal control en la temperatura y ésta sobrepasa los 60 °C, el metanol alcanzará su estado de ebullición y comenzará a evaporarse, esto provoca dos cosas; la primera es que si se respira gran cantidad de vapor se puede uno intoxicar, y la segunda es, que al perderse materia prima se pierde producto final y no solo eso, podría darse el caso de que en lugar de producir biodiesel se produzca jabón.

Referencias

- [1] Fangrui Ma.; Milford A.Hanna, Biodiesel production: A review. BIORESOURCE TECHNOLOGY, 1999.
- [2] D.Castillo., "Vialidad de los biocombustibles y bioetanol". 2009.
- [3] Petroleo, I.M.d., Potenciales y viabilidad del uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México. 2008.
- [4] Tesis. Simulación de una planta piloto para producción de biodiesel en el laboratorio de operaciones unitarias de la ESQUIE. Morayba Uribe Gomez. 2010.
- [5] Tesis. Modelación dinámica de residuos oleicos. Coronado, m. 2009.
- [6] Tesis. Diseño y simulación de un control de modelo predictivo tipo DMC (DynamicMatrix Control) en un proceso continuo de producción de biodiesel. LópezBeccerra, CanteroVergara. 2006.
- [7] Zhang, Y.e.a., Biodiesel production from waste cooking oil: 2. Economic assessment and sensitivity analysis.



Precision 4mA to 20mA CURRENT LOOP RECEIVER

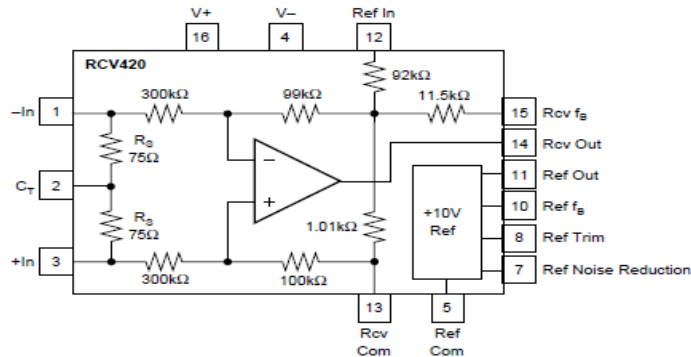
DESCRIPTION

The RCV420 is a precision current-loop receiver designed to convert a 4–20mA input signal into a 0–5V output signal. As a monolithic circuit, it offers high reliability at low cost. The circuit consists of a premium grade operational amplifier, an on-chip precision resistor network, and a precision 10V reference. The RCV420 features 0.1% overall conversion accuracy, 86dB CMR, and $\pm 40V$ common-mode input range.

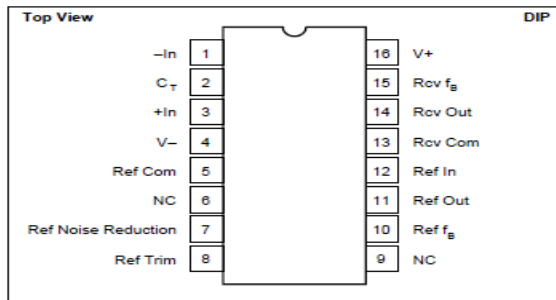
The circuit introduces only a 1.5V drop at full scale, which is useful in loops containing extra instrument burdens or in intrinsically safe applications where

transmitter compliance voltage is at a premium. The 10V reference provides a precise 10V output with a typical drift of 5ppm/ $^{\circ}C$.

The RCV420 is completely self-contained and offers a highly versatile function. No adjustments are needed for gain, offset, or CMR. This provides three important advantages over discrete, board-level designs: 1) lower initial design cost, 2) lower manufacturing cost, and 3) easy, cost-effective field repair of a precision circuit.



PIN CONFIGURATION



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS⁽¹⁾

Supply	$\pm 22V$
Input Current, Continuous	40mA
Input Current Momentary, 0.1s	250mA, 1% Duty Cycle
Common-Mode Input Voltage, Continuous	$\pm 40V$
Lead Temperature (soldering, 10s)	$+300^{\circ}C$
Output Short Circuit to Common (Rcv and Ref)	Continuous

NOTE: (1) Stresses above these ratings may cause permanent damage.

PACKAGE INFORMATION

PRODUCT	PACKAGE	PACKAGE DRAWING NUMBER ⁽¹⁾
RCV420KP	16-Pin Plastic DIP	180
RCV420JP	16-Pin Plastic DIP	180

NOTE: (1) For detailed drawing and dimension table, please see end of data sheet, or Appendix C of Burr-Brown IC Data Book.

ORDERING INFORMATION

PRODUCT	PERFORMANCE GRADE	PACKAGE
RCV420KP	0 $^{\circ}C$ to +70 $^{\circ}C$	16-Pin Plastic DIP
RCV420JP	0 $^{\circ}C$ to +70 $^{\circ}C$	16-Pin Plastic DIP

WQ201 pH Sensor

Rugged Water pH Sensor



Features

- Submersible pH measurements
- Fully encapsulated electronics
- 4-20 mA output
- Marine grade cable with strain relief
- Stainless steel housing
- Replaceable pH element

Applications



Ideal for stream and lake monitoring, aquaculture studies, baseline analyses, mitigation monitoring, and other environmental applications.

Description

Global Water's WQ201 pH Sensor is a rugged and reliable water pH measuring device. The pH transmitter is mounted on 25 ft of marine grade cable, with lengths up to 500 ft available upon request. The sensor's output is 4-20 mA with a three-wire configuration. The WQ201's electronics are completely encapsulated in marine grade epoxy within a stainless steel housing. The unit also uses a removable shield and replaceable pH sensor element for easy maintenance.

Record and Control

As with all of Global Water's 4-20 mA output sensors, you can add recording and control capabilities to the WQ201 with the GL500 Datalogger and the PC320 Controller. The GL500 connects to the pH sensor's 4-20 mA output to record data, and the PC320 Controller connects to the sensor's output to control pumps or alarms.

Specifications

Output	4-20 mA
Range	0 to 14 pH
Accuracy	2% full scale
Maximum Pressure	40 psi
Operating Voltage	10 to 30 VDC
Current Draw	5.5 mA plus sensor output
Operating Temperature	23° to +131°F (-5° to +55°C)
Warm-up Time	3 seconds minimum
Size of Probe	Open Water: 1 1/4 in dia. x 10 in long (3.2cm dia. x 25.4cm long) Online: 2 in dia. x 12 in long (5cm dia. x 30.5cm long)
Weight	1 lb (454 g)

Ordering & Options

Order No.	Description
WQ201	pH Sensor for Open Water (includes 25 ft cable)
WQ201-O	Online pH Sensor (with 1 inch NPT thread and 25 ft cable)
00-449	pH Sensor Replacement
WQEXC	Extra Sensor Cable, per foot (up to 500 ft)

Please call us for calibration standards.



In the U.S. call toll free
at 1-800-876-1172
International: 1-979-690-5560
Fax: 1-979-690-0440
Email: globalw@globalw.com

Visit our online catalog at:
www.globalw.com
Our Address:
11390 Amalgam Way
Gold River, CA 95670

DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer

DESCRIPTION

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ and is accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

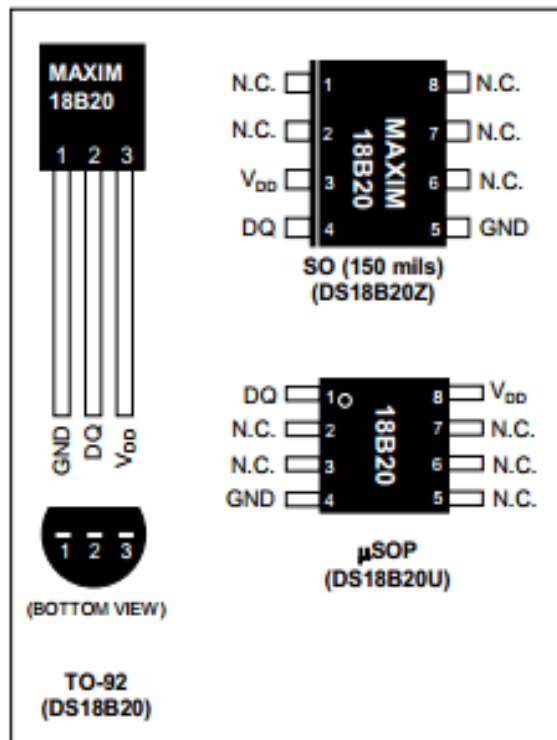
Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

FEATURES

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Each Device has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in an On-Board ROM
- Multidrop Capability Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications
- Requires No External Components
- Can Be Powered from Data Line; Power Supply Range is 3.0V to 5.5V
- Measures Temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ Accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- Thermometer Resolution is User Selectable from 9 to 12 Bits
- Converts Temperature to 12-Bit Digital Word in 750ms (Max)

- User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings
- Alarm Search Command Identifies and Addresses Devices Whose Temperature is Outside Programmed Limits (Temperature Alarm Condition)
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin μSOP , and 3-Pin TO-92 Packages
- Software Compatible with the DS1822
- Applications Include Thermostatic Controls, Industrial Systems, Consumer Products, Thermometers, or Any Thermally Sensitive System

PIN CONFIGURATIONS



1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

