



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EQUIPO DIDÁCTICO DIGITAL PARA LA SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE VELOCIDAD Y TURBULENCIA EN FLUIDOS INCOMPRESIBLES

*MGAA. Eliel Eduardo Montijo-Valenzuela^{1,2}, M.C. Francisco Alán Espinoza-Zallas²,
M.A. Eugenio Borboa-Acosta^{1,2}, Ing. Ofelia Monteverde-Gutiérrez¹, M.C. Rodolfo Ulises
Rivera-Landaverde¹, MAC. Efrén Sámano-Hermosillo²
elielmontijo@gmail.com*; alanez@outlook.com; eborboa6@hotmail.com;
ofemonteverde12@gmail.com; ulisesriv@yahoo.com.mx; eshermo5@hotmail.com

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo

²Universidad Estatal de Sonora

*Autor corresponsal

Resumen

La didáctica tiene una relevancia muy importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo dentro del aula y en campo. Dentro de las herramientas didácticas podemos encontrar un número extenso de posibilidades, desde metodologías para solución de problemas básicos, hasta la implementación de aulas virtuales remotas para la gestión del aprendizaje o el uso de laboratorios, por mencionar algunos. Otro tipo de herramientas didácticas de alto valor en el área de la enseñanza-aprendizaje, son los equipos didácticos, que ayudan al profesor y al alumno, a explicar y comprender fenómenos, que, de forma analítica o conceptual, no se describen por sí solos, por ejemplo, algunos efectos vinculados a la mecánica de fluidos, sobre todo los que se efectúan en sistemas cerrados. Esta investigación tiene por objetivo, diseñar y fabricar un equipo didáctico digital para la



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

simulación y análisis de flujos incompresibles; específicamente agua, basándonos en la hipótesis de que se pueden interpretar variables y factores de la mecánica de fluidos a valores cuantitativos y cualitativos, mediante el procesamiento de dispositivo Arduino Uno y el uso de sensores electrónicos. Para poder demostrar la hipótesis se realizó una metodología compuesta por cinco etapas. En la etapa uno, se realizó un marco teórico referente a las ecuaciones y variables de mecánica de fluidos para la solución de velocidad y turbulencia. En la etapa dos se seleccionaron los componentes hidráulicos, electrónicos y de sensado. En la etapa tres se realizó un diseño digital tridimensional del tablero. En la etapa cuatro se realizó la integración del sistema hidráulico. En la etapa cinco se integraron los sistemas de control. En la etapa seis se realizó la programación de los sensores y pantallas en software Arduino, y en la etapa siete se integró todo el equipo didáctico. Como resultado se obtuvo un equipo didáctico digital para la medición de velocidad y turbulencia, con un margen de error de entre 3 y 5% respecto a los cálculos teóricos.

Palabras clave: *equipo didáctico digital, simulación, análisis, velocidad, turbulencia.*

Introducción

Los procesos educativos en todos los niveles, deben de proporcionar a los jóvenes conocimientos y habilidades que puedan desarrollar su potencial y que puedan ser aplicados a nivel social o industrial, mediante la generación de ciencia o la creación o innovación de nuevas tecnologías. A nivel ingeniería, en el estado de Sonora, el sistema educativo está basado en competencias, entendiéndolo como la combinación de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes, y a la inclusión de la disposición para aprender además del saber cómo, posibilitándose que el educando pueda generar un capital cultural o desarrollo personal, un capital social que incluye la participación ciudadana, y un capital humano o capacidad para



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

ser productivo (Comisión Europea, 2004), sin embargo, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el alumno puede ser un receptor activo o pasivo del conocimiento, en donde el receptor pasivo se centra únicamente en la enseñanza del profesor (Martín, Tadeo, Álvarez y Peláez, 2001).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, la didáctica es relevante para la gestión del conocimiento, sobre todo dentro del aula. La didáctica es una disciplina teórica que se ocupa de estudiar la acción pedagógica, es decir, las prácticas de la enseñanza, y que tiene como misión describirlas, explicarlas, y fundamentar y enunciar normas para la mejor resolución de los problemas que estas prácticas plantean a los profesores (Camilloni, 2007). Las herramientas didácticas son muy diversas, e incluyen estrategias creativas en entornos virtuales para el aprendizaje (Delgado Fernández & Solano González, 2011), foros colaborativos o informativos en línea; wiki (Delgado Fernández & Solano González, 2011), talleres pedagógicos (Alfaro & Badilla, 2015) y laboratorios virtuales (Woodfield, Asplund & Haderlie, 2018), por mencionar algunas.

Aparte de las herramientas didácticas mencionadas anteriormente, en el área de ingeniería se utilizan equipos didácticos; elementos empleados por los docentes para facilitar y conducir el aprendizaje de los alumnos, también, estos ayudan a presentar y desarrollar contenidos de trabajo para la construcción del aprendizaje significativo (Guerrero, 2009). Estos equipos, ayudan al docente y al alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo para la comprensión de fenómenos complejos, por ejemplo, la distribución de la temperatura en un dispositivo electrónico, la velocidad del aire dentro de una tubería de secciones irregulares o la demostración de la ecuación de Bernoulli en un sistema de bombeo.

Esta investigación tiene por objetivo, diseñar y fabricar un equipo didáctico digital para la simulación y análisis de flujos incompresibles; específicamente agua, basándonos en la



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

hipótesis de que se pueden interpretar variables y factores de la mecánica de fluidos a valores cuantitativos y cualitativos, mediante el procesamiento de dispositivo Arduino Uno y el uso de sensores electrónicos.

1. Fundamento teórico

1.1. Fluido incompresible

Para poder comprender la definición de fluido incompresible, primeramente, tenemos que tener la conceptualización de fluido. Un fluido es una sustancia no rígida (gas o líquido) que no conserva su forma al aplicarle fuerzas deformadoras, en vez de ello, el fluido fluye (Cromer, 2006).

Los fluidos incompresibles, son todos aquellos que, al momento de aplicarles un esfuerzo, su densidad y volumen se mantiene constante (Kurt, 2004), en general todos los líquidos se pueden clasificar como fluidos incompresibles, a diferencia de los gases, que si cambian su densidad y volumen al aplicarles un esfuerzo.

1.2. Comportamiento de los fluidos

Los flujos turbulentos se caracterizan por movimientos desordenados de la composición del fluido. Estos tienen lugar con la presencia de remolinos o vértices, sin embargo, cuando estos están ausentes, el movimiento del flujo es del tipo laminar. La fuerza de turbulencia, están asociada con la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas del fluido. Cuando las fuerzas viscosas son suficientemente grandes con respecto a las inerciales, estas son capaces de amortiguar los pequeños remolinos y el fluido tiende a ser laminar. Si por el contrario las fuerzas viscosas son pequeñas con relación a las inerciales, este proceso de amortiguación no tiene lugar y se producen remolinos tanto a pequeña escala como a escalas



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

mayores (Poinsot y Veynante, 2005), tales características fueron analizadas por Reynolds en aplicaciones relacionadas al movimiento de fluidos incompresibles en tuberías, y actualmente sus cálculos están relacionados con la ecuación que lleva su nombre.

1.3. Ecuación de Reynolds

El comportamiento de un fluido depende de sus pérdidas de energía, dependiendo si es un flujo laminar o turbulento. Para poder predecir el comportamiento de estos fluidos, se utiliza el Número de Reynolds (Re), sin necesidad de observarlo en realidad, aunque, la observación directa puede ser casi imposible, si el flujo se conduce por tuberías o sistemas cerrados opacos. Para una tubería circular, se verifica de manera analítica y experimental, que el carácter de un flujo conducido por este medio, depende de la densidad del flujo (ρ), su viscosidad (μ), el diámetro de la sección transversal del tubo (D) y la velocidad promedio del tubo (v) (Mott, 2006). La ecuación para determinar el Número de Reynolds, viene dada por:

$$\text{Re} = \frac{Dv\rho}{\mu} \quad (\text{ecuación 1})$$

En tuberías, se ha hallado experimentalmente, que para $\text{Re} < 2000$, el flujo es laminar, $\text{Re} > 3000$ el flujo es turbulento, y $2000 < \text{Re} < 3000$, el flujo es inestable (Capote, Alvear, Abreu, Lázaro y Espina, 2008).

La viscosidad de un fluido es fundamental para el comportamiento del mismo en la escala de Reynolds, e indica el movimiento relativo entre las moléculas del fluido, debido a la fricción o el rozamiento entre las mismas, esto hace que los fluidos viscosos opongan una resistencia a deformarse por acción de los esfuerzos cortantes (Díaz, 2006). Otra variable fundamental en el cálculo es la densidad del flujo, definida como la relación existente entre la masa y el volumen del mismo (de Llano, 1994).



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

1.4. Ecuación de continuidad; medición de velocidad en fluidos

En mecánica de fluidos, la ecuación de continuidad expresa la conservación de la masa en un sistema cerrado. Bajo esta consideración, si tomamos la sección de área A_1 y A_2 de un conductor (tubería), se establece que el flujo másico que entra, debe de ser igual al flujo másico de salida (White, 2010). La ecuación de continuidad viene expresada por:

$$\rho_1 * v_1 * A_1 = \rho_2 * v_2 * A_2 \quad \text{(ecuación 2)}$$

La ecuación de continuidad se cumple, siempre y cuando la densidad de flujo sea constante, es decir, siempre que el flujo sea incompresible. Bajo esta premisa, la ecuación 2 se puede reducir a:

$$v_1 * A_1 = v_2 * A_2 \quad \text{(ecuación 3)}$$

1.5. Sistema de control: Arduino Uno

Arduino Uno es una placa de microcontrolador basada en ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio (Arduino, 2019). La descripción técnica se muestra en la tabla 1.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Tabla 1. Características técnicas de Arduino Uno. Fuente: (Arduino, 2019).

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Microcontrolador	ATmega328P
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Pines de E / S digitales	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de E / S digitales PWM	6/6
Pines de entrada analógica	6/6
Corriente CC por pin de E / S	20 mA
Corriente DC para Pin de 3.3V	50 mA
Memoria flash	32 KB (ATmega328P) de los cuales 0.5 KB utilizados por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad de reloj	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Longitud	68,6 mm
Anchura	53,4 mm
Peso	25 g



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

1.6. Sistema de sensado: sensor de caudal YF-S201

El YF-S201 es un sensor de flujo de construcción sólida por un cuerpo de plástico, un rotor de agua, y un sensor de efecto Hall. El diseño y el funcionamiento de este tipo de sensor es simple. Utiliza un sensor con aspas o álabes para medir la cantidad de líquido que se ha movido a través de él. El molino de viento tiene un pequeño imán atado y hay un sensor magnético de efecto Hall en el otro lado del tubo, que registra cada vuelta del molino de viento, esto genera impulsos de salida a una velocidad proporcional a la velocidad de flujo. La flecha indica la dirección del flujo. Es decir, que el sentido en que pasa el agua debe ser de izquierda a derecha (Hetpro, 2019). Las especificaciones técnicas del sensor se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Características técnicas del sensor YF-S201. Fuente: (Hetpro, 2019).

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Voltaje de operación	5-18 Vcd
Consumo de corriente	15 mA (5 V)
Capacidad de carga	10 mA (5 V)
Salida	Onda cuadrada pulsante
Rango de flujo	1 a 30 L/min
Pulsos por litro	7.5
Rosca externa	1/2 pulgada



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Presión máxima de trabajo	1.75 MPa (17 bar)
Temperatura de funcionamiento	-25 a 80 °C
Material	Plástico

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Para el diseño y la fabricación del equipo didáctico, se utilizaron los siguientes materiales:

Etapas de diseño:

- Computadora de escritorio
- Software Solidworks® 2018
- Software Arduino

Etapas de construcción:

- Base de madera
- Arduino Uno con procesador Atmega 328P-PU
- Bomba de agua comercial modelo BW4000-000A con control manual.
- 2 sensores de medición de flujo YF-S201
- 2 codos de ½ pulgada
- Coples plásticos
- Manguera de ¼ de pulgada



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

- 1 distribuidor de aluminio para generar turbulencia
- 2 pantallas LCD
- Caja para prototipos
- Resistencias variables
- 1 visualizador de acrílico para observar comportamiento de flujo
- Cable y pinzas de corte

2.2. Metodología

La metodología empleada consistió en una serie de etapas, descritas a continuación.

Etapa 1. Recopilación teórica de mecánica de fluidos. Debido a que el dispositivo tiene la función de medir velocidad y turbulencia de un flujo incompresible, es necesario conocer las leyes de la mecánica de fluidos y las ecuaciones del comportamiento de un flujo (agua), bajo ciertas condiciones de operación. Esta etapa fue documental y se obtuvo la ecuación de continuidad para medida de velocidad de flujo y Número de Reynolds para determinar el comportamiento del flujo.

Etapa 2. Selección de componentes. Con base en la teoría recopilada en la etapa 1, se procedió a seleccionar los componentes electrónicos e hidráulicos necesarios para integrar el equipo didáctico. En una revisión del estado del arte en sistemas de sensado en fluidos, se encontró un sensor comercial accesible, con una precisión del 90%. Las ventajas de este sensor, es que es compatible con Arduino, es barato y fácil de utilizar, además que se pueden obtener tanto el Numero de Reynolds como la velocidad del flujo dentro del sistema, a partir de una programación adecuada en Arduino, utilizando las ecuaciones de la etapa 1.

Etapa 3. Diseño del tablero. Con los componentes seleccionados, se realizó un prediseño en Solidworks® 2018 para ubicar la parte hidráulica y electrónica de forma correcta.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Etapa 4. Integración del sistema hidráulico. Las mangueras, cople, tuberías de sección irregular, el distribuidor de aluminio para crear turbulencia y el visualizador de acrílico para observar el comportamiento del flujo, se integraron y se fusionaron al sistema de bombo. En esta etapa se verificó y calibró el funcionamiento del sistema hidráulico.

Etapa 5. Integración del sistema de control y sensado. En esta etapa se conectaron los sensores, las pantallas de visualización y la bomba hidráulica a Arduino Uno. Se realizó una configuración a la bomba para aumentar/disminuir la velocidad de flujo mediante un potenciómetro.

Etapa 6. Programación. En esta etapa, se realizó la programación en el software Arduino, para verificar que los datos mostrados en pantalla, detectados por los sensores fueran los correctos, en cuanto a Número de Reynolds y velocidad de flujo. La comprobación de los datos arrojados por el procesador de Arduino, visualizados en pantalla, se compararon con datos analíticos, realizando cálculos manuales en base a las consideraciones del sistema.

Etapa 7. Integración de equipo didáctico. Se conformó el equipo fusionando el sistema hidráulico y electrónico y se realizaron las pruebas finales para comprobar el funcionamiento del programa.

3. Resultados

Se obtuvo el diseño preliminar del sistema en software Solidworks® 2018, para poder integrar los componentes de una forma adecuada y funcional, el diseño se muestra en la figura 1. A nivel de programación se obtuvieron los códigos para detectar turbulencia (ver figura 2) y el código para detectar velocidad (ver figura 3). Para ambos casos, se realizó en los sensores de flujo, procesados por Arduino y visualizados en pantallas LCD.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)

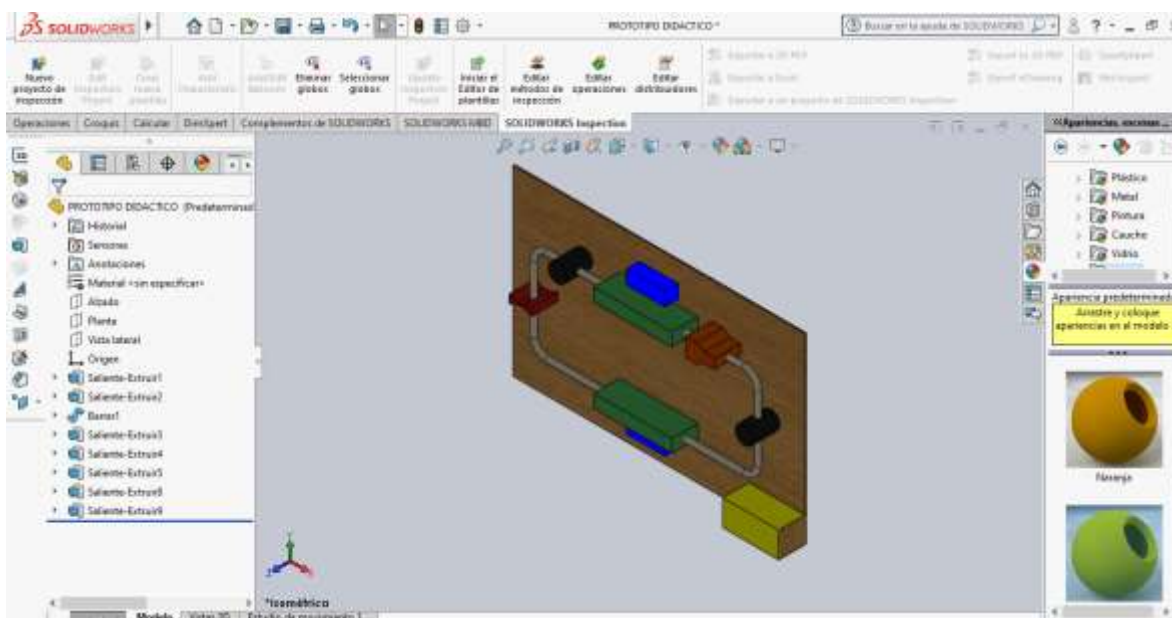


**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

La comprobación de los sensores se realizó mediante cálculos teóricos, en diferentes puntos, para determinar la velocidad de flujo (figura 4) y la turbulencia del sistema (figura 5). En el caso de la velocidad de flujo registrada por el sensor, comparada con el valor teórico, tuvo un error de 5%, para el caso de la turbulencia, los valores registrados entre el valor teórico y el arrojado por el sensor, fue de 3.3%. Los valores de discrepancia entre los valores teóricos y de sensado, se deben a la precisión del sensor y las pérdidas de energía por rozamiento del fluido con las tuberías.





"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Figura 1. Diseño preliminar del sistema en Solidworks® 2018.

```
//////////////////////////////////Librerias//////////////////////////////////
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>

//////////////////////////////////Variables LCD//////////////////////////////////
const int rs = 12, en = 11, d4 = 10, d5 = 8, d6 = 7, d7 = 6;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

//////////////////////////////////Variables Sensor 1//////////////////////////////////
const int sensor = 2; // Pin de dato del flujometro
int caudal; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
volatile int pulsos = 0; // Variable que almacena el número de pulsos
unsigned long tiempoAnterior = 0; // Variable para calcular el tiempo transcurrido
unsigned long pulsos_Acumulados = 0; // Variable que almacena el número de pulsos acumulados
float litros; // // Variable que almacena el número de litros acumulados
int velocidad; //Variable de velocidad de entrada
int caudalf;

////////////////////////////////// Rutina de de aumento de pulsos//////////////////////////////////
void flujo()
{
  pulsos++; // Incrementa en una unidad el número de pulsos
}

//////////////////////////////////Variables Sensor 2//////////////////////////////////
const int sensor_2 = 3; // Pin de dato del flujometro
int caudal 2; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Figura 2. Parte del código para determinar turbulencia

```

////////Codigo para calcular velocidad de una tuberia
////////Fecha X/11/17
////////Equipo:

////////////////////////////////////Librerias////////////////////////////////////
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>

////////////////////////////////////Variables LCD////////////////////////////////////
const int rs = 12, en = 11, d4 = 10, d5 = 8, d6 = 7, d7 = 6;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

////////////////////////////////////Variables Sensor 1////////////////////////////////////
const int sensor = 2; // Pin de dato del flujometro
int caudal; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
volatile int pulsos = 0; // Variable que almacena el número de pulsos
unsigned long tiempoAnterior = 0; // Variable para calcular el tiempo transcurrido
unsigned long pulsos_Acumulados = 0; // Variable que almacena el número de pulsos acumulados
float litros; // // Variable que almacena el número de litros acumulados
int velocidad; //Variable de velocidad de entrada
int caudalf;

```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Figura 3. Parte del código para determinar velocidad de flujo.

$\frac{1}{2}''$ $\rightarrow V_1 = 16 \frac{m}{s}$ $\frac{1}{4}''$ $\rightarrow V_2 =$
 $A_1 =$ $A_2 =$

$A_1 = \pi (r)^2 = 0.758 \text{ in}^2 \Rightarrow 0.00048 \text{ m}^2$
 $A_2 = \pi (r)^2 = 0.196 \text{ in}^2 \Rightarrow 0.00013 \text{ m}^2$

Ley de continuidad:
 $Q_1 = Q_2$
 $A_1 V_1 = A_2 V_2$
 $V_2 = \frac{A_1 V_1}{A_2} = \frac{(0.00048 \text{ m}^2)(16 \frac{m}{s})}{0.00013 \text{ m}^2} = 59 \frac{m}{s}$
Programa $56 \frac{m}{s}$ 5% Error



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Figura 4. Cálculo teórico de velocidad de salida en sensor de flujo 1.

Sección 1:

$$Re = \frac{DV\rho}{\mu} = \frac{(0.0127 \text{ m}) \left(16 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \left(993.73 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{0.000705 \frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}}} = 286419$$

$\mu = 36^\circ\text{C} = 0.000705 \frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}}$
 $\rho = 36^\circ\text{C} = 993.73 \text{ Kg/m}^3$

295997 Programa

3.3% error

Figura 5. Cálculo teórico de Numero de Reynolds en salida de sensor de flujo 1.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

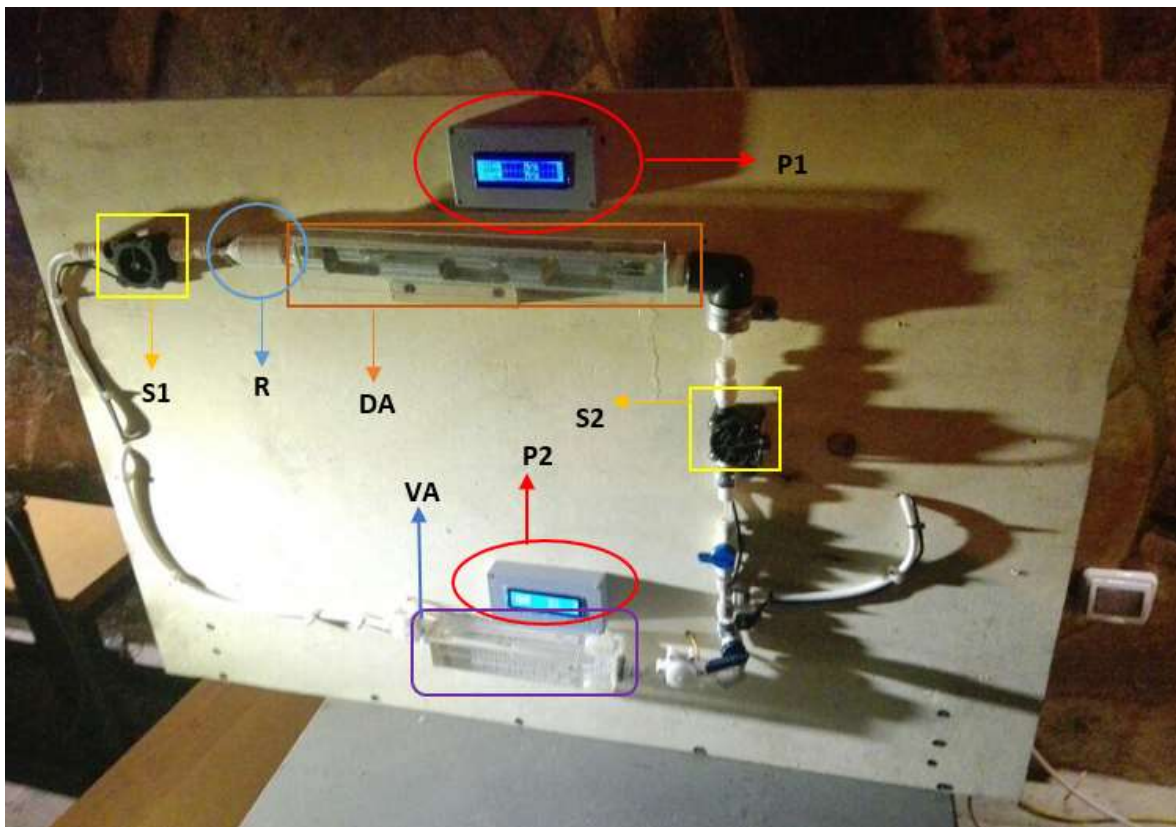


Figura 6. Integración del equipo didáctico digital para medición de velocidad y turbulencia.

Con la integración de todos los componentes y sistemas, se obtuvo el dispositivo final, mostrado en la figura 6. El equipo didáctico se integró de 2 pantallas LCD. La pantalla LCD superior (P1) refleja los valores de velocidad de flujo y turbulencia a la salida de un distribuidor de aluminio para generar turbulencia (DA) y una reducción de tubería (R) para generar un diferencial de presión y velocidad, estos valores fueron captados mediante el



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

sensor de flujo 1 (S1) e interpretados por Arduino Uno, mediante la programación previa con las ecuaciones de continuidad y la ecuación de Numero de Reynolds. La pantalla LCD inferior (P2) refleja los valores de velocidad de flujo y turbulencia a la salida del visualizador de acrílico para observar comportamiento de flujo (VA).

4. Conclusiones

El sistema educativo actual en México, requiere mucho más que los docentes dicten lecciones y que los alumnos utilicen estos recursos para un conocimiento estático, sino que deben de ir más allá para explotar al máximo la innovación y el ingenio de los estudiantes, tanto en temáticas propias de cada una de las materias de la malla curricular, como en el aprendizaje sinérgico con otras disciplinas o competencias genéricas y específicas.

En esta investigación se diseñó y fabricó un equipo didáctico digital para la enseñanza de nivel superior en mecánica de fluidos, específicamente para el área de fluidodinámica (determinación de velocidad de flujo y turbulencia).

Las conclusiones a las que se llegaron en consenso por parte de los autores se pueden citar las siguientes:

1. Los equipos didácticos empleados en el área de ingeniería, facilitan la enseñanza y son elementos auxiliares en el proceso de aprendizaje en los estudiantes, sobre todo en sistemas complejos que no pueden comprenderse fácilmente, o que por su naturaleza no pueden ser observados.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

2. La integración de equipos didácticos puede ser empleado para diferentes competencias específicas en el área de ingeniería. Para el caso de este equipo, se puede emplear para el aprendizaje de ingeniería mecánica, mecatrónica y electrónica, por ejemplo, para determinar el Numero de Reynolds en mecánica de fluidos, para realizar programación de sensores en mecatrónica y para implementación de sensores en electrónica.
3. Se pueden integrar componentes y sistemas comerciales de bajo costo y con alta precisión a equipos didácticos, utilizando tecnología existente en el mercado local, que incluye sistemas de sensado y control de uso didáctico, de manera que capten la atención del estudiante y le permita contribuir a su desarrollo del pensamiento lógico, al mismo tiempo de sentirse motivado en su aprendizaje.
4. Con el uso de equipo didáctico, las clases se vuelven más prácticas, con orientación a aplicar el conocimiento teórico a ejemplos reales, que pueden ser observables o medibles, volviendo más interesante las opciones de aprender de los estudiantes, por el hecho de realizar actividades más dinámicas.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

5. ANEXOS

La conexión del sensor de flujo YF-S201 con Arduino Uno y el diagrama representativo, se muestra en la figura 7. El diagrama de conexión de la pantalla con Arduino Uno, se muestra en la figura 8.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

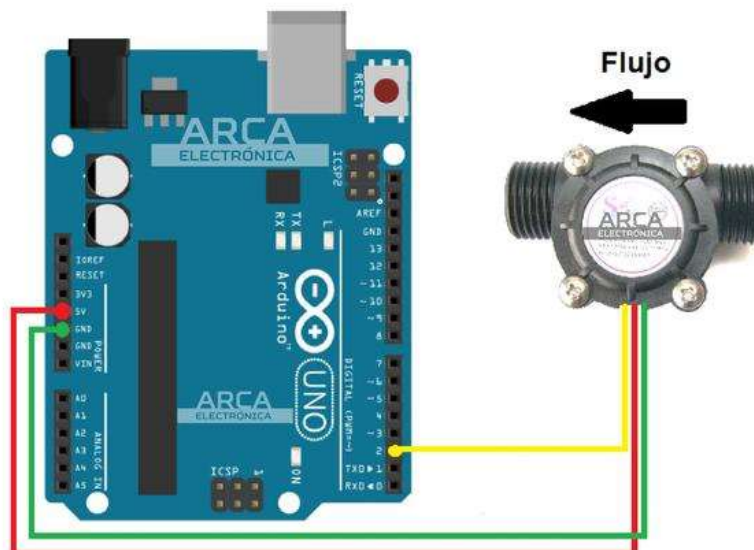
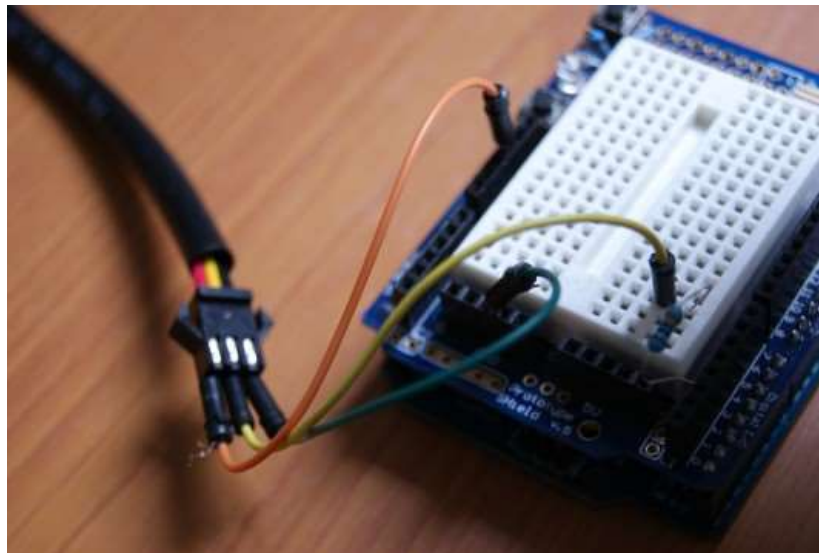


Figura 7. Conexión de sensor YF-S201 con Arduino Uno. Fuente: (Márquez, 2019).



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

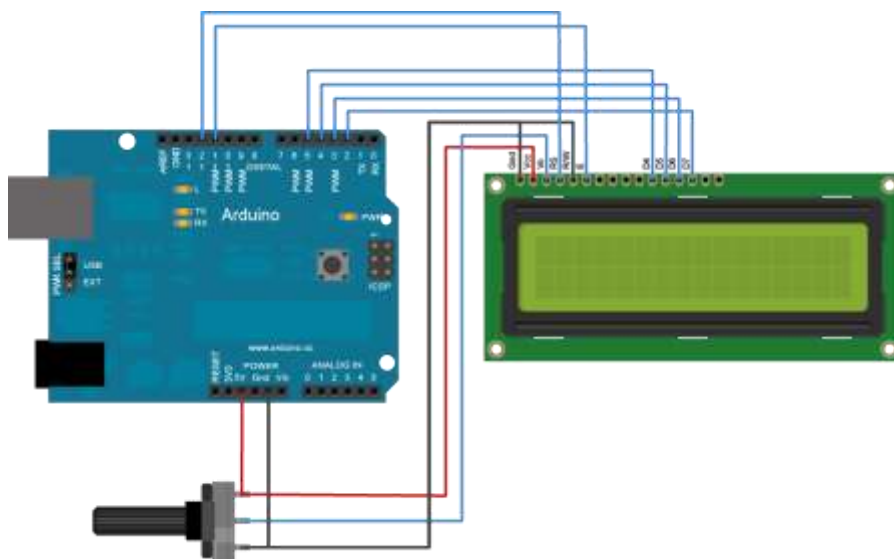


Figura 8. Conexión de pantalla LCD con Arduino Uno. Fuente: (Sanz, 2019).

Los códigos de programación en software Arduino, se muestran a continuación.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

CÓDIGO DE TURBULENCIA:

```

////////Codigo para calcular velocidad de una tuberia
////////Fecha X/11/17
////////Equipo:

////////////////////////////////////Librerias////////////////////////////////////
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>

////////////////////////////////////Variables LCD////////////////////////////////////
const int rs = 12, en = 11, d4 = 10, d5 = 8, d6 = 7, d7 = 6;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

////////////////////////////////////Variables Sensor 1////////////////////////////////////
const int sensor = 2; // Pin de dato del flujometro
int caudal; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
volatile int pulsos = 0; // Variable que almacena el número de pulsos
unsigned long tiempoAnterior = 0; // Variable para calcular el tiempo transcurrido
unsigned long pulsos_Acumulados = 0; // Variable que almacena el número de pulsos acumulados
float litros; // // Variable que almacena el número de litros acumulados
int velocidad; //Variable de velocidad de entrada
int caudalf;

```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

```

//////////////////////////////////// Rutina de de aumento de pulsos////////////////////////////////////
void flujo()
{
  pulsos++; // Incrementa en una unidad el número de pulsos
}

////////////////////////////////////Variables Sensor 2////////////////////////////////////
const int sensor_2 = 3; // Pin de dato del flujometro
int caudal_2; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
volatile int pulsos_2 = 0; // Variable que almacena el número de pulsos
unsigned long tiempoAnterior_2 = 0; // Variable para calcular el tiempo transcurrido
unsigned long pulsos_Acumulados_2 = 0; // Variable que almacena el número de pulsos acumulados
float litros_2; // // Variable que almacena el número de litros acumulados
int velocidad_2; //Variable de velocidad de entrada

//////////////////////////////////// Rutina de de aumento de pulsos////////////////////////////////////
void flujo_2()
{
  pulsos_2++; // Incrementa en una unidad el número de pulsos
}
////////////////////////////////////declaracion Sensor 1////////////////////////////////////
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  |
  pinMode(sensor, INPUT_PULLUP); // Pin digital como entrada
  interrupts(); // Habilito las interrupciones
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensor), flujo, RISING);
  tiempoAnterior = millis(); // Guardo el tiempo que tarda el ejecutarse el setup

////////////////////////////////////declaracion Sensor 2////////////////////////////////////
  pinMode(sensor_2, INPUT_PULLUP); // Pin digital como entrada
  interrupts(); // Habilito las interrupciones
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensor_2), flujo_2, RISING);
  tiempoAnterior_2 = millis(); // Guardo el tiempo que tarda el ejecutarse el setup
}

```




"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

```
void loop()
{
  //////////////////////////////////////Sensor 1////////////////////////////////////
  // Cada segundo calculamos e imprimimos el caudal y el número de litros consumidos
  if(millis() - tiempoAnterior > 1000)
  {
    // Realizo los cálculos
    tiempoAnterior = millis(); // Actualizo el nuevo tiempo
    pulsos_Acumulados += pulsos; // Número de pulsos acumulados
    caudal = (pulsos/ 7.5); // Q = frecuencia * 60/ 7.5 (L/Hora)
    litros = pulsos_Acumulados*1.0/450; // Cada 450 pulsos son un litro
    pulsos = 0; // Pongo nuevamente el número de pulsos a cero
    velocidad = caudal/0.1017; //// 1.3cm de diametro A=(pi*0.65cm^2)=1.32cm^2 = 0.000132m^2
  }

  //////////////////////////////////////Sensor 2////////////////////////////////////
  // Cada segundo calculamos e imprimimos el caudal y el número de litros consumidos
  if(millis() - tiempoAnterior_2 > 1000)
  {
    // Realizo los cálculos
    tiempoAnterior_2 = millis(); // Actualizo el nuevo tiempo
    pulsos_Acumulados_2 += pulsos_2; // Número de pulsos acumulados
    caudal_2 = (pulsos_2/ 7.5); // Q = frecuencia * 60/ 7.5 (L/Hora)
    litros_2 = pulsos_Acumulados_2 * 1.0/450; // Cada 450 pulsos son un litro
    pulsos_2 = 0; // Pongo nuevamente el número de pulsos a cero
    velocidad_2 = caudal_2 /0.1017; //// 0.5cm de diametro A=(pi*0.35cm^2)=0.1963cm^2 = 0.00001963m^2
  }
}
```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

```

////////////////////////////////////Sensor 1 LCD////////////////////////////////////
lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Vi=");
  lcd.print(velocidad);
  lcd.setCursor(9, 0);
  lcd.print("M/s");
////////////////////////////////////Sensor 2 LCD////////////////////////////////////
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Vc=");
  lcd.print(velocidad_2);
  lcd.setCursor(9, 1);
  lcd.print("M/s");

////////////////////////////////////Sensor 1 Serial////////////////////////////////////
Serial.print(" Caudal(E): ");
Serial.print(caudal);
Serial.print(" L/h");
Serial.print(" ");
Serial.print(" Velocidad(E): ");
Serial.print(velocidad);
  Serial.print(" M/s");
  Serial.print(" ");
Serial.print(" Litros(E): ");
  Serial.print(litros);
  Serial.println(" L");

////////////////////////////////////Sensor 2 Serial////////////////////////////////////

Serial.print(" Caudal(S): ");
Serial.print(caudal_2);
Serial.print(" L/h");
Serial.print(" ");
Serial.print(" Velocidad(S): ");
Serial.print(velocidad_2);
  Serial.print(" M/s");
  Serial.print(" ");
Serial.print(" Litros(S): ");
  Serial.print(litros_2);
  Serial.println(" L");
delay(4000);

```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

CÓDIGO DE VELOCIDAD DE FLUJO:

```
//////////////////////////////////Librerias//////////////////////////////////
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>

//////////////////////////////////Variables LCD//////////////////////////////////
const int rs = 12, en = 11, d4 = 10, d5 = 8, d6 = 7, d7 = 6;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

//////////////////////////////////Variables Sensor 1//////////////////////////////////
const int sensor = 2; // Pin de dato del flujometro
int caudal; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
volatile int pulsos = 0; // Variable que almacena el número de pulsos
unsigned long tiempoAnterior = 0; // Variable para calcular el tiempo transcurrido
unsigned long pulsos_Acumulados = 0; // Variable que almacena el número de pulsos acumulados
float litros; // // Variable que almacena el número de litros acumulados
int velocidad; //Variable de velocidad de entrada
int caudalf;

////////////////////////////////// Rutina de de aumento de pulsos//////////////////////////////////
void flujo()
{
  pulsos++; // Incrementa en una unidad el número de pulsos
}

//////////////////////////////////Variables Sensor 2//////////////////////////////////
const int sensor_2 = 3; // Pin de dato del flujometro
int caudal 2; // Variable que almacena el caudal (L/hora)
```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

```
volatile int pulsos_2 = 0; // Variable que almacena el número de pulsos
unsigned long tiempoAnterior_2 = 0; // Variable para calcular el tiempo transcurrido
unsigned long pulsos_Acumulados_2 = 0; // Variable que almacena el número de pulsos acumulados
float litros_2; // // Variable que almacena el número de litros acumulados
int velocidad_2; //Variable de velocidad de entrada

//////////////////////////////////// Rutina de de aumento de pulsos////////////////////////////////////
void flujo_2()
{
  pulsos_2++; // Incrementa en una unidad el número de pulsos
}

////////////////////////////////////delaraacion Sensor 1////////////////////////////////////
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);

  pinMode(sensor, INPUT_PULLUP); // Pin digital como entrada
  interrupts(); // Habilito las interrupciones
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensor), flujo, RISING);
  tiempoAnterior = millis(); // Guardo el tiempo que tarda el ejecutarse el setup

////////////////////////////////////delaraacion Sensor 2////////////////////////////////////
  pinMode(sensor_2, INPUT_PULLUP); // Pin digital como entrada
  interrupts(); // Habilito las interrupciones
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensor_2), flujo_2, RISING);
  tiempoAnterior 2 = millis(); // Guardo el tiempo que tarda el ejecutarse el setup
```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

```

}
//////////////////////////////////////////////////Formulas//////////////////////////////////////
void loop()
{
//////////////////////////////////////////////////Sensor 1//////////////////////////////////////
// Cada segundo calculamos e imprimimos el caudal y el número de litros consumidos
if(millis() - tiempoAnterior > 1000)
{
// Realizo los cálculos
tiempoAnterior = millis(); // Actualizo el nuevo tiempo
pulsos_Acumulados += pulsos; // Número de pulsos acumulados
caudal = (pulsos/ 4.8); // Q = frecuencia * 60/ 7.5 (L/Hora)
litros = pulsos_Acumulados*1.0/288; // Cada 450 pulsos son un litro
pulsos = 0; // Pongo nuevamente el número de pulsos a cero
velocidad = caudal/0.5541; //// 1.3cm de diametro A=(pi*0.65cm^2)=1.32cm^2 = 0.000132m^2
}
//////////////////////////////////////////////////Sensor 2//////////////////////////////////////
// Cada segundo calculamos e imprimimos el caudal y el número de litros consumidos
if(millis() - tiempoAnterior_2 > 1000)
{
// Realizo los cálculos
tiempoAnterior_2 = millis(); // Actualizo el nuevo tiempo
pulsos_Acumulados_2 += pulsos_2; // Número de pulsos acumulados
caudal_2 = (pulsos_2/4.8); // Q = frecuencia * 60/ 7.5 (L/Hora)
litros_2 = pulsos_Acumulados_2 * 1.0/288; // Cada 450 pulsos son un litro
pulsos_2 = 0; // Pongo nuevamente el número de pulsos a cero
velocidad_2 = caudal_2 /0.1809; //// 0.5cm de diametro A=(pi*0.25cm^2)=0.1963cm^2 = 0.00001963m^2
}
}

```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

```
////////////////////////////////////Sensor 1 LCD////////////////////////////////////  
lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("Vi=");  
    lcd.print(velocidad);  
  lcd.setCursor(9, 0);  
    lcd.print("M/s");  
////////////////////////////////////Sensor 2 LCD////////////////////////////////////  
  lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print("Vo=");  
    lcd.print(velocidad_2);  
  lcd.setCursor(9, 1);  
    lcd.print("M/s");  
  
////////////////////////////////////Sensor 1 Serial////////////////////////////////////  
Serial.print(" Caudal(E): ");  
Serial.print(caudal);  
Serial.print(" L/h");  
Serial.print(" ");  
Serial.print(" Velocidad(E): ");  
Serial.print(velocidad);  
  Serial.print(" M/s");  
  Serial.print(" ");  
Serial.print(" Litros(E): ");  
Serial.print(litros);  
Serial.println(" L");
```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

```
//////////////////////////////////Sensor 2 Serial//////////////////////////////////  
|  
Serial.print(" Caudal(S): ");  
Serial.print(caudal_2);  
Serial.print(" L/h");  
Serial.print(" ");  
Serial.print(" Velocidad(S): ");  
Serial.print(velocidad_2);  
Serial.print(" M/s");  
Serial.print(" ");  
Serial.print(" Litros(S): ");  
Serial.print(litros_2);  
Serial.println(" L");  
delay(4000);  
  
}
```



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Referencias

Alfaro, A., y Badilla, M. (2015). El taller pedagógico, una herramienta didáctica para abordar temas alusivos a la Educación Ciudadana. *Revista Electrónica Perspectivas*, 1(10), 81-146.

Arduino. (2019). Arduino Uno Rev3. Recuperado el 3 junio 2019, en la página web <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Camilloni, A. (2007): *El saber didáctico*. Paidós. Buenos Aires.

Capote, JA., Alvear A., Abreu, OV., Lázaro, M. y Espina, P. (2008). Influencia del modelo de turbulencia y del refinamiento de la discretización espacial en la exactitud de las simulaciones computacionales de incendios. *Rev. Int. Mét. Num. Cál. Dis. Ing.* 24, 227-245.

Comisión Europea. Dirección general de Educación y Cultura. (2004). *Hacia un enfoque de la educación en competencias. Un marco de referencia europeo*. Recuperado el 02 de Febrero de 2019 de www.educastur.princast.es/info/calidad/.../comision_europea.pdf

Cromer, A. (2006). *Física en la ciencia y en la industria* (1st ed., p. 206). Barcelona: Reverté.

de Llano, C. (1994). *Física* (1st ed., p. 166). México: Editorial Progreso S.A. de C.V.

Delgado Fernández, M., y Solano González, A. (2011). Estrategias didácticas creativas en entornos virtuales para el aprendizaje. *Actualidades Investigativas En Educación*, 9(2). doi: 10.15517/aie.v9i2.9521.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Díaz, J. (2006). Mecánica de los fluidos e hidráulica, 1st ed. Cali, Colombia: Universidad del Valle, Programa Editorial.

Guerrero, A. (2009). LOS MATERIALES DIDÁCTICOS EN EL AULA. Temas Para La Educación, 5(1), 1. En: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6415.pdf>

Hetpro. (2019). Sensor de Flujo YF-S201 para agua con Arduino - HETPRO/TUTORIALES. Revisado el 3 julio 2019, en la página web <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-flujo/>

Kurt, C. (2004). Termodinámica (p. 84). México: Pearson.

Márquez, A. (2019). Sensor de Flujo YF-S201 para agua con Arduino. Revisado el 5 Julio 2019, en <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-flujo/>

Martín, J., Tadeo, F., Álvarez, T., y Peláez, J. (2001). Equipo Didáctico para Aprendizaje Colaborativo en Automatización e Informática Industrial. Formación Universitaria, 2(5), 31-40.

Mott, R. (2006). Mecánica de fluidos (6th ed., p. 230). México: Pearson Educación.

Poinsot, T. y Veynante D. (2005): "Theoretical and Numerical Combustion", Edwards, Philadelphia.

Sanz, J. (2019). Como conectar una pantalla LCD a Arduino UNO | JorgeSanz.es. Revisado el 5 junio 2019, en <http://jorgesanz.es/conectar-pantalla-lcd-a-arduino-uno/>

White, F. (2010). Mecánica de fluidos (1st ed.). Madrid: MacGraw-Hill.

Woodfield, B., Asplund, M., y Haderlie, S. (2018). Manual de laboratorios virtuales (1st ed.). Bogotá: Pearson Educación.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Directorio Institucional

Dr. Enrique Fernando Velázquez Contreras
Rector

Dra. Guadalupe García de León Peñuñuri
Secretario General Académico

Dra. Rosa Mará Montesinos Cisneros
Secretaria General Administrativa

Dra. Ramón Enrique Robles Zepeda
Director de Investigación y Posgrado

Dr. Rodolfo Basurto Álvarez
Director de Vinculación y Difusión

Dra. Adriana Leticia Navarro Verdugo
Vicerrectora de la Unidad Regional Sur

Dr. Ernesto Clark Valenzuela
Director de la División de Ciencias Económicas y Sociales

Dr. Francisco Espinoza Morales
Secretario de la División de Ciencias Económico y Sociales

Mtra. María Guadalupe Alvarado Ibarra
Jefe del Departamento de Ciencias Económico Administrativas

Dra. Lidia Amalia Zallas Esquer
Jefe de Departamento de Ciencias Sociales



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Directorio

Editor Responsable

Dr. Francisco Espinoza Morales

Directora

Dra. Leticia María González Velásquez

Subdirector

Dr. Javier Carreón Guillen

Editor Científico

Dr. Cruz García Lirios

Master Gráfico

M.T.I. Francisco Alan Espinoza Zallas



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Comité editorial

Dra. Angélica María Rascón Larios

Universidad de Sonora. México

Dra. María del Rosario Molina González

Universidad de Sonora

Dra. Francisca Elena Rochin Wong

Universidad de Sonora. México

Dra. Lidia Amalia Zallas Esquer

Universidad de Sonora. México

Dra. Beatriz Llamas Arechiga

Universidad de Sonora. México

Dr. Rogelio Barba Álvarez

Universidad de Guadalajara. México

Dra. Rosa María Rincón Ornelas

Universidad de Sonora. México

Dr. Juan Flores Preciado

Universidad de Colima. México

Dr. Amado Olivares Leal. Universidad de Sonora

Universidad de Sonora. México

Dr. Guillermo Velázquez Valadez.

Instituto Politécnico Nacional (IPN) México

Dr. Hugo Nefstalí Padilla Torres.

Universidad Estatal de Sonora. México



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**Año 12.
Núm. 31**

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera
ISSN: 2007-8870**

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Dr. Luis Ramón Moreno Moreno.

Universidad Autónoma de Baja California. México

Dr. Miguel Ángel Vázquez Ruiz.

Universidad de Sonora. México

Dra. Lorena Vélez García.

Universidad Autónoma de Baja California. México

Dra. Pabla Peralta Miranda.

Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia

Mtro. Roberto Espíritu Olmos

Universidad de Colima (FCA Tecomán) Colima

Dr. Héctor Priego Huertas.

Universidad de Colima (FCA Tecomán) Colima

Mtra. María Guadalupe Alvarado Ibarra.

Universidad de Sonora. México.

Revisores de Textos en Inglés

Mtra. Cecilia Guadalupe Martínez Solano

Dra. María del Socorro Vega Mosqueda



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Año 12.
Núm. 31

(Julio – Diciembre 2019)



**Revista de Investigación
Académica sin Frontera**
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Recibido el 5 de junio de 2019. Dictaminado mediante arbitraje favorablemente 29 de noviembre de 2019.

Comité científico

Dr. Rosendo Martínez Jiménez. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

Dr. Hugo Neftalí Padilla. Universidad Estatal de Sonora

Dra. María Teresa Gaxiola Sánchez. Universidad de Sonora.

Dr. José Cesar Kaplan. Universidad Estatal de Sonora.

Dr. Alfredo Islas Rodríguez. Universidad de Sonora

Frecuencia de publicación: semestral / 2 números por año.

Revista de Investigación Académica sin Frontera (RIASF) con (ISSN: 2007-8870) es un interlocutor internacional de acceso abierto revisado diario en línea en el ámbito del de las Ciencias Económicas Administrativas y Sociales. Su objetivo principal es dar a los trabajos de investigación de calidad. Cubre todas las sub-campos de los campos anteriormente mencionados. Proporciona la plataforma a académicos, estudiantes y profesionales. Sólo publica trabajos de investigación y artículos de revisión inicial. Documento presentado debe cumplir con algunos criterios como, debe ser original, inédita y no estén sometidos a ninguna otra revista.

RIASF es una revista arbitrada / Revisión por pares Internacional. Publicamos documentos sobre una variedad de temas, contextos y estrategias de análisis que examinan la relación entre la rápida evolución para la Sociedad y la tecnología del conocimiento.

REVISTA DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA SIN FRONTERA, Año 12, No. 31, julio – diciembre 2019, es una publicación semestral de investigación científica, editada por la Universidad de Sonora, a través de las División de Ciencias Económicas y Sociales, de la unidad regional Sur, Blvd. Lázaro Cárdenas No. 100, Col. Francisco Villa, Navojoa, Sonora, Sonora, México, C.P. 85880. Tel. (642) 425- 99-54.

<http://www.revistainvestigacionacademicasinfrontera.com/>, fespinoz@navojoa.uson.mx.

Editor responsable: Francisco Espinoza Morales. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: **04-2013-121811323700-203** e ISSN: **2007-8870**, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Inscrita en el Directorio de LATINDEX, con Núm. De folio 20014, folio único 14590. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad Informática de la Universidad de Sonora, fecha de la última modificación, 31 de diciembre 2019. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes en la presente publicación siempre y cuando se cuente con la autorización del editor y se cite plenamente la fuente.