GOBIERNO DE COLOMBIA

Ruta Grado Once

(11vo) de Secundaria

Sesión 4

Monitoreo de flujo del alcantarillado

LABORATORIO
de Innovación Educativa

OEI

Computadores para Educar

LABORATORIO
de Innovación Educativa



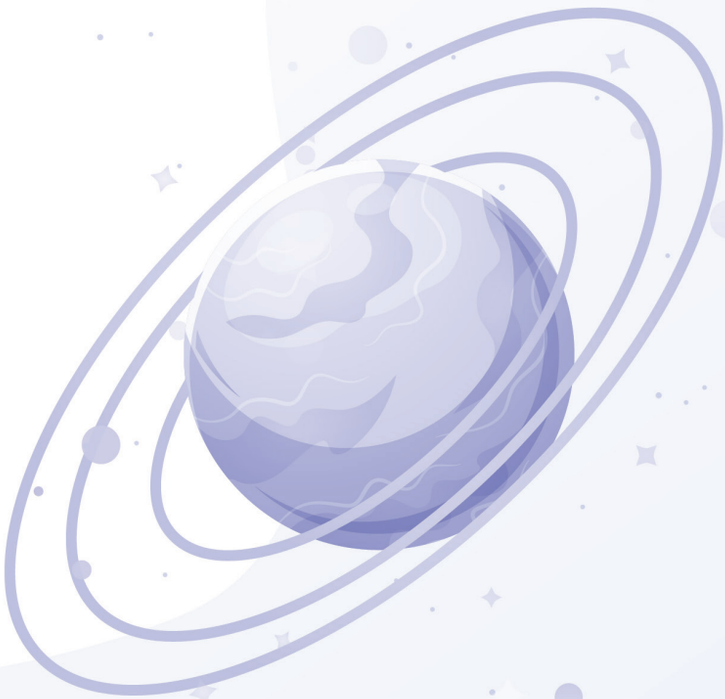


TABLA DE CONTENIDO

Introducción 2
1. Prepara la clase 2
1.1 Recursos de las Nuevas Soluciones Tecnológicas 2
1.2 Espacio de trabajo 3
1.3 Conocimientos previos 3
1.4 Recomendaciones de uso de las NST, materiales adicionales y organización de grupos de trabajo. 3
2. Identificación del Contexto y problema para desarrollar 4
2.1 Problemática 4
2.2. Conceptos requeridos 4
3. Metas de aprendizaje a desarrollar 7
3.1 Ciencias. 7
3.2 Tecnología. 7
3.3 Matemáticas 7
3.4 Ingeniería 8
3.5 Lenguaje 8
3.6 Matemáticas 8
3.7 Ciencias Sociales. 8
3.8 Ciencias Naturales 8
3.9 Tecnología 8
3.10. Competencia ciudadana. 9
4. Desarrollo práctico de la sesión 9
4.1 Objetivo. 9
4.2 Aplicación práctica 9
4.3 Gestor de Contenidos 9
4.4 Construcción 10
4.5 Programación. 14
4.6 Simulación 17
4.7 Monitor Interactivo. 18
5. Reflexiona, evalúa y concluye 18
5.1 Reflexión y evaluación 18
5.2 Conclusión 19
6. Bibliografía 20

Introducción

Bienvenidos a la Ruta de Aprendizaje de Grado Once (11vo) de Secundaria. En esta Ruta, encontrará seis (6) sesiones enmarcadas en didácticas que permiten desarrollar en los estudiantes habilidades de Programación intermedia-avanzada, Pensamiento Computacional y trabajo colaborativo para la resolución de problemáticas planteadas en situaciones cotidianas y científicas.

A través de la metodología de aprendizaje basada en problemas (ABP) mediante la gestión de proyectos tecnológicos y el uso de herramientas que hacen parte de las Nuevas Soluciones Tecnológicas (de ahora en adelante, NST) como: la impresora 3D, bloques de construcción de ingeniería, micro:bit y sus kits, Arduino y dispositivos electrónicos, monitor interactivo, gestor de contenidos y elementos adicionales didácticos; los docentes y estudiantes podrán desarrollar actividades relacionadas con STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

1. Prepara la clase

1.1 Recursos de las Nuevas Soluciones Tecnológicas

En esta sesión, se usarán los siguientes recursos de las NST:

- Gestor de Contenidos
- Monitor Interactivo
- Kit de Ingeniería STEM

Los materiales adicionales que se usarán para el desarrollo de la sesión son:

- 1 botella de plástico vacía de entre 500ml y 1l.
- 1 botella de plástico vacía o un balde, de mayor volumen que la botella anterior.
- Tijeras
- 1 Embudo (opcional)

1.2 Espacio de trabajo

Organizar el salón de clase para que se pueda desarrollar la dinámica en grupos de a cinco (5) estudiantes que permitirá realizar el trabajo colaborativo y la división de roles propuesto.

1.3 Conocimientos previos

- Qué es un caudal.
- Cómo se mide el caudal.
- Caudalímetro.

1.4 Recomendaciones de uso de las NST, materiales adicionales y o rganización de grupos de trabajo.

Para el desarrollo de esta sesión se recomienda verificar el correcto funcionamiento de las NST que se van a utilizar y también los materiales adicionales señalados.

Por otro lado, para fomentar el trabajo colaborativo, se recomienda asignar a los estudiantes los siguientes roles basados en Liderazgo, Ingeniería de alcantarillado y Programación.

La descripción de las labores de cada grupo son:

Líder (1): Es el encargado de guiar al equipo, verificar el correcto avance de cada uno de los roles de trabajo en sus respectivas funciones, asegurar que el trabajo realizado por el equipo esté enfocado en dar solución al problema propuesto y encontrar soluciones para posibles problemáticas que se puedan presentar en el desarrollo de la actividad.

Ingenieros de alcantarillado (2): Son los encargados de construir los prototipos sugeridos en la actividad y organizar los materiales físicos a utilizar en la práctica. En este caso, los materiales a usar son los bloques de construcción de ingeniería, cinta, botellas, y los elementos electrónicos mencionados. Adicionalmente, deberán probar el sistema haciendo pasar agua a diferentes velocidades a través del sensor de caudal.

Programadores (2): Son los encargados de realizar las actividades que implican el uso de pensamiento lógico y computacional que se plantean en la dinámica de la sesión. En este caso, deben realizar los códigos propuestos para la práctica, comprender su funcionamiento y asegurarse de que cada una de las tareas programadas se ejecute de forma correcta sin fallas, haciendo uso de pruebas de escritorio, previas a la implementación en el prototipo final, para verificar el funcionamiento del algoritmo.

2. Identificación del Contexto y problema para desarrollar

2.1 Problemática

En la casa de Irene fluctúa mucho el caudal del agua en las tuberías, lo que hace que las duchas del segundo piso fallen ocasionalmente cuando alguien se está bañando, quedándo sin agua durante un periodo de tiempo indeterminado.

Para reducir la incomodidad de este problema mientras su madre llama al sistema de alcantarillado para solicitar un arreglo de las tuberías, Irene decide construir un prototipo de un sistema de monitoreo de flujo de agua para activar una alarma cuando el flujo sea demasiado bajo y así evitar ducharse en ese periodo de tiempo.

Ayudemos a Irene a construir y probar su prototipo.

2.2. Conceptos requeridos

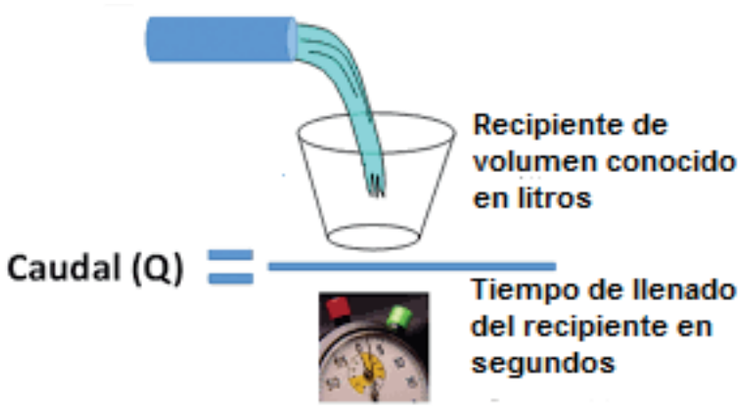
- **¿Qué es caudal y cómo se mide?**

El caudal es un término utilizado para definir el volumen de agua que atraviesa una superficie en un determinado tiempo, y se calcula utilizando la siguiente fórmula, donde Q es caudal, V es volumen y t es tiempo.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Para medir el caudal se puede utilizar alguno de los siguientes métodos:

- **Método volumétrico:** Este método se utiliza generalmente para medir el caudal de arroyos muy pequeños y consiste en calcular el tiempo que tarda en llenarse un recipiente con un volumen conocido, por ejemplo, calcular el tiempo que tarda en llenarse el tanque de almacenamiento de agua de la casa, conociendo su volumen. Este método se puede aplicar cuando la corriente de agua presenta una caída que llega hasta el recipiente de volumen conocido.



- **Método Velocidad/Superficie:** Este método consta de medir la velocidad media de la corriente y el área de la sección transversal del canal. Una forma sencilla de calcular la velocidad consiste en medir el tiempo que tarda un objeto flotante en recorrer una distancia conocida, empujado únicamente por el fluido y sumergido en un 50% en el líquido.

Fuente: Valdivielso, A. (5 de octubre de 2022). ¿Qué es un caudal? iagua.es. *https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudal*

Fuente: Gonzáles, A., Ramírez, J. (2014). Manual piragüero, Medición del caudal. Piragua.corantioquia.gov.co. *https://piragua.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medición_de_Caudal.pdf*

- **¿Qué es un caudalímetro?**

  Un caudalímetro es un instrumento diseñado para medir el caudal o gasto volumétrico de un fluido, y suele colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido.

Existen diferentes tipos de caudalímetros dependiendo de su funcionamiento. Entre ellos se pueden encontrar los siguientes:

- **Caudalímetro de ultrasonido:** Muy utilizado para tuberías de diámetros grandes de hasta 8000mm. Se subdivide en:
  - De tiempo de tránsito: utiliza la variación de la velocidad absoluta de propagación del sonido en el agua.
  - De efecto doppler: aprovecha la variación que experimenta la frecuencia de un haz de sonido entre la emisión y recepción después de que dicho haz haya sido reflejado por un elemento con cierta velocidad relativa respecto a los puntos de emisión y recepción.

- **Caudalímetro electromagnético:** Su funcionamiento se basa en inducir una tensión entre los extremos de un conductor (electrodos) que atraviesa un campo magnético, donde el agua actúa como conductor entre ambos electrodos, y donde la tensión es proporcional a la velocidad, a la longitud del conductor y a la intensidad del campo magnético, por lo que el valor de la tensión es determinado por el caudal del fluido.

- **Caudalímetro de inserción:** Se conecta a la tubería para estimar la velocidad local del fluido y a partir de ella, calcular una aproximación del caudal circundante. Existen 3 tipos según su funcionamiento:
  - Sondas electromagnéticas: Utiliza una sonda electromagnética para obtener la velocidad local del fluido.
  - Sondas de turbina: determina la velocidad local del fluido a partir de la velocidad de rotación de una turbina. Es el sensor que se usará en esta sesión y se observa en la imagen que se muestra a continuación.
  - Sondas de presión diferencial: estima el caudal circulante en una sección de la conducción como diferencia entre la presión entre dos puntos.



Fuente: Zarza, L. (5 de octubre de 2022). ¿Qué es un caudalímetro y cuántos tipos hay? iagua.es. ***https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudalimetro-y-cuantos-tipos-hay***

Fuente: Emerson. (5 de octubre de 2022). ¿Qué tipo de caudalímetro necesita? emerson.com. ***https://www.emerson.com/es-es/automation/measurement-instrumentation/flow-measurement/types-of-flow-meters***

3. Metas de aprendizaje STEM

3.1 Ciencias

Analizar la importancia del caudal del agua en las tuberías del alcantarillado para su uso en actividades cotidianas.

3.2 Tecnología

Utilizar dispositivos tecnológicos para realizar mediciones sobre elementos y fenómenos naturales que afectan la calidad de vida en una comunidad, como el caudal de un fluido a través de un canal.

3.3 Matemáticas

Analizar, comprender y utilizar las relaciones matemáticas que permiten calcular el caudal de un fluido a partir de valores conocidos como el volumen, el tiempo, entre otros.

3.4 Ingeniería

Construir una estructura capaz de adaptar un sensor de caudal de agua a un prototipo de casa, con el fin de simular su uso en las tuberías de alcantarillado.

Metas establecidas por el Ministerio de Educación Colombiano

Adicionalmente, durante el desarrollo práctico de esta sesión, se busca que los estudiantes cumplan con las siguientes metas de aprendizaje establecidas por el Ministerio de Educación Colombiano:

3.5 Lenguaje

Relaciono el significado de los textos que leo con los contextos sociales, culturales y políticos en los cuales se han producido.

3.6 Matemáticas

Resuelvo y formulo problemas que involucren magnitudes cuyos valores medios se suelen definir indirectamente como razones entre valores de otras magnitudes, como la velocidad media, la aceleración media y la densidad media.

3.7 Ciencias Sociales

Promuevo debates para discutir los resultados de su investigación y relacionarlos con otros.

3.8 Ciencias Naturales

Explico aplicaciones tecnológicas del modelo de mecánica de fluidos.

3.9 Tecnología

Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos, sistemas o procesos como respuesta a una necesidad o problema, teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas.

3.10. Competencia ciudadana

Identifico dilemas de la vida en las que entran en conflicto el bien general y el bien particular; analizo opciones de solución, considerando sus aspectos positivos y negativos.

4. Desarrollo práctico de la sesión

4.1 Objetivo

Construir, programar y probar un sistema de medición de caudal de agua y generar una alerta cada vez que el caudal sea inferior a un umbral establecido. Interpretar los valores registrados por el sensor de caudal para determinar el flujo que existe en una tubería y determinar si es suficiente, o no, para una ducha.

4.2 Aplicación práctica

Resumen de la actividad

En esta actividad los estudiantes tendrán que construir un prototipo de la casa de Irene e instalar el sensor de caudal de agua en él, de tal manera que se use uno de sus extremos para poner agua, y el otro para recogerla en un recipiente plástico, con el fin de reutilizarla en la sesión. El paso del agua de un extremo al otro del sensor representará el caudal de la tubería de alcantarillado propuesto en el problema.

El docente debe proponer que se varíe la velocidad con que se suministra el agua en el sensor para ver cambios en el caudal registrado y así simular el problema de alcantarillado de Irene, verificando que la alerta se enciende cuando el flujo es muy bajo, y se apaga al ser medio-alto.

4.3 Gestor de Contenidos

- **¿Qué es el Gestor de Contenidos?**

  El Gestor de Contenidos es un repositorio de recursos educativos que genera una red inalámbrica con ayuda de un router al que se encuentra conectado para permitir la conexión de hasta 45 dispositivos externos como computadoras, celulares y tabletas, los

cuales pueden acceder al Gestor para explorar, visualizar y descargar sus contenidos y generar un correcto desarrollo de las sesiones. Este sistema trabaja completamente Offline (desconectado) y le entregará al docente todos los recursos que necesitará para las sesiones.

En el Gestor de Contenidos se aloja todo el material digital necesario para el correcto desarrollo de esta sesión. Encontraremos en él:

- Esta sesión en formato PDF.
- Videos relacionados con los conceptos requeridos para esta sesión. El docente los puede utilizar para exponer a los estudiantes de una manera visual conceptos que son necesarios para este tema. Los videos sugeridos son los siguientes:

  + Aprende a calcular el caudal
  + Uso y testeo de caudalímetro con Arduino
  + Diseño de redes de alcantarillado
  + La ruta para encontrar los videos en el Gestor de Contenidos es: ***Repositorio Recursos Rutas CPE. Fase II – Ruta 11–Sesión4- Videos didácticos***

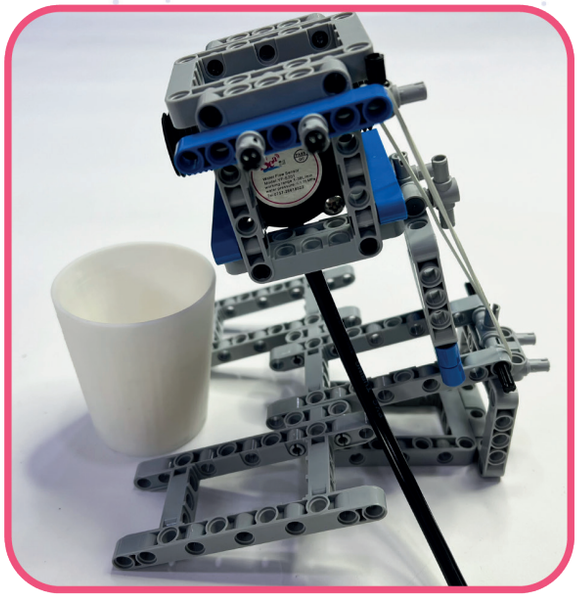
4.4 Construcción

Para el correcto desarrollo de esta actividad, es necesario que se realice la siguiente estructura con el fin de sostener el sensor de caudal de forma inclinada, ubicando en el extremo del sensor que queda en la parte inferior de la estructura un recipiente plástico que reciba el agua que se ingrese por el extremo superior. El objetivo de la estructura es sostener el sensor en diferentes inclinaciones para realizar pruebas con diferentes caudales de agua, generados por el efecto de la gravedad al atraer el agua de arriba abajo.

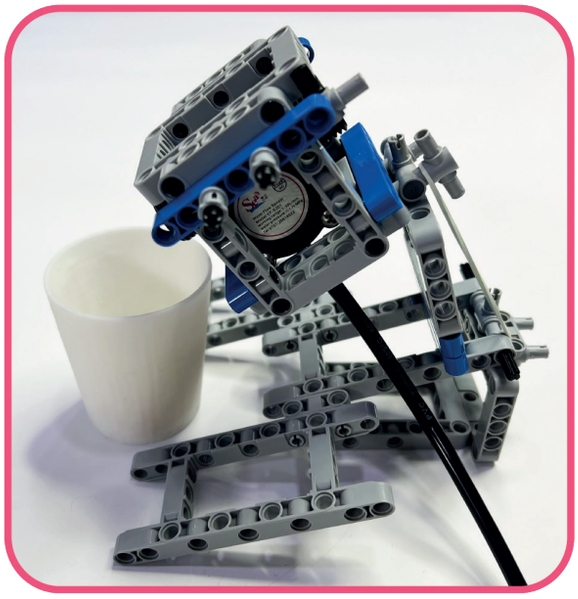
Es importante tener en cuenta que el recipiente plástico más pequeño va a contener el agua que se ingresará por la parte superior del sensor, mientras que el más grande estará a la salida del sensor recibiendo el agua.

Nota: Los estudiantes deben asegurarse de que el recipiente grande tenga una boca lo suficientemente amplia para que el agua que sale del sensor entre sin derramarse.

Posición 1: Menor inclinación



Posición 2: Mayor inclinación

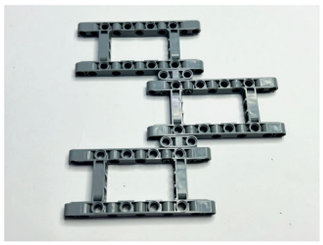


Los pasos para ensamblar este prototipo se muestran a continuación. Recuerde que estas imágenes y esta estructura son solo una guía para el correcto desarrollo de la práctica, los estudiantes tienen completa libertad para armar otra estructura o modificar la propuesta en este documento, siempre y cuando dé solución a la problemática indicada en esta sesión:

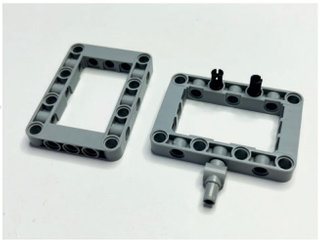
Nota: El sensor de caudal tiene una flecha marcada en un costado, asegúrese de que la flecha siempre señale hacia abajo, al suelo.

PASOS DE ENSAMBLE

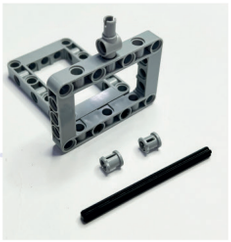
1



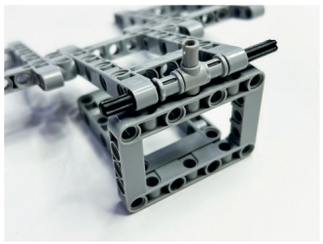
2



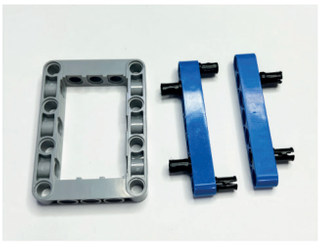
3



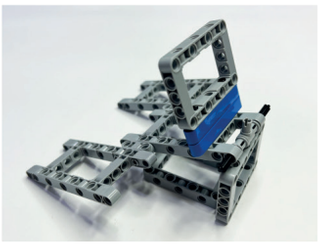
4



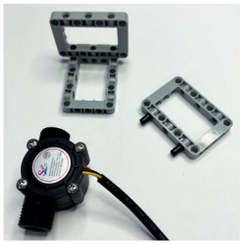
5



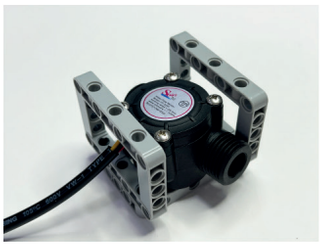
6



7



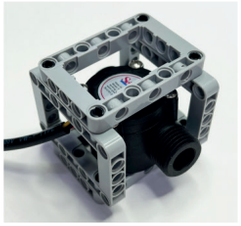
8



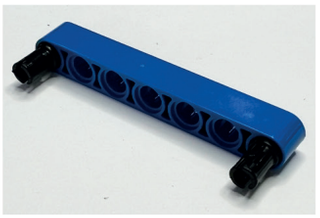
9



10



11



12

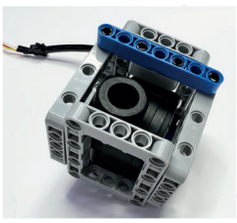


PASOS DE ENSAMBLE

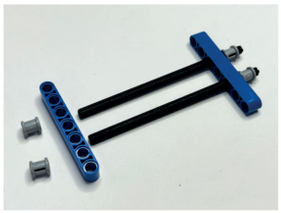
13



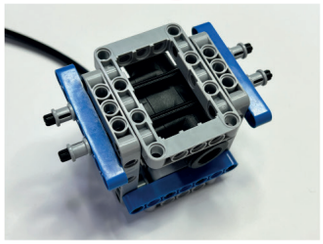
14



15



16



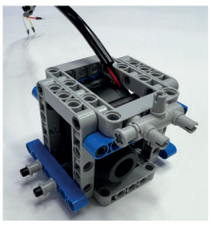
17



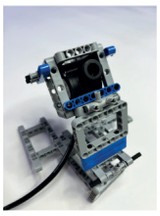
18



19



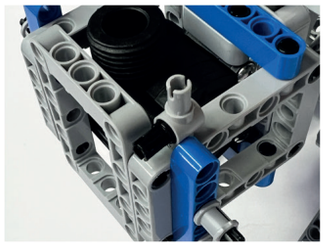
20



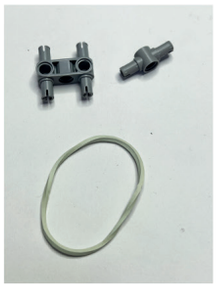
21



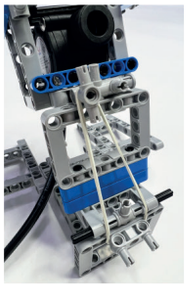
22



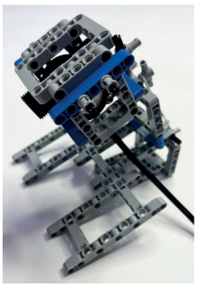
23



24



25



4.5 Programación

Arduino UNO

¿Qué es Arduino?

Arduino es una plataforma de programación basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla.

La placa electrónica Arduino es una placa de circuito impreso o PCB por sus siglas en ingles (Printed Circuit Board), que implementa un determinado diseño de circuitería interna y de esta forma el usuario final no se debe preocupar por las conexiones eléctricas que necesita el microcontrolador para funcionar, y puede empezar directamente a desarrollar las diferentes aplicaciones electrónicas que requiera.[1]

En esta sesión se usará el Arduino para realizar un algoritmo que cumpla con las siguientes tareas:

- Mostrar en el monitor serial, en tiempo real, la medición del sensor TDS en PPM (Partes Por Millón)

Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones antes de iniciar la programación:

- Si va a usar el monitor serial, recuerde que es indispensable tener conectado el Arduino al computador o al dispositivo donde tenga instalada la aplicación Arduino.

- El Arduino solo se puede alimentar de 3 formas diferentes y recuerde que NO debe conectar más de una fuente de alimentación a la vez porque puede dañar la tarjeta:

[1] Extraido de: ***https://arduino.cl/que-es-arduino/***

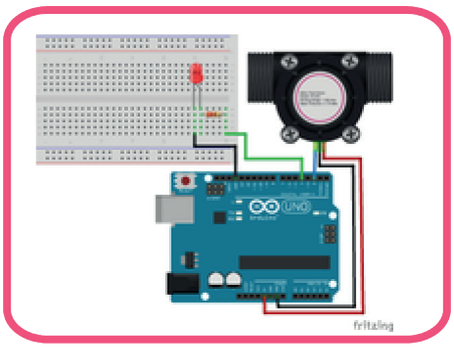
- Fuente de alimentación 1: Con el cable del computador.
- Fuente de alimentación 2: Con la batería de 9V.
- Fuente de alimentación 3: Con una batería externa de 6V conectada al pin Vin y GND.

- Para resolver cualquier duda o inquietud sobre la programación, el correcto uso de la tarjeta Arduino, o la conexión de los elementos electrónicos, puede remitirse al Manual del Kit de Ingeniería STEM en la sección de “Software” o “Hardware” según corresponda.
    - Dirección del Manual del Kit de Ingeniería STEM en el Gestor de Contenidos: ***Repositorio Técnico NST. Fase II – Manuales***

- Si presenta dificultades para programar el algoritmo propuesto, puede descargarlo del Gestor de Contenidos en la siguiente dirección. Recuerde que estos algoritmos debe abrirlos en la aplicación de Arduino tanto para verlos como para editarlos y descargarlos en la tarjeta:
    - ***Repositorio Recursos Rutas CPE. Fase II – Ruta 11–Sesión3-Arduino***

En la siguiente imagen se muestra un esquema de conexión de la tarjeta Arduino a los elementos electrónicos adicionales requeridos para esta aplicación. Conecte todo tal y como se muestra en la imagen para evitar posibles fallas:

- Cable amarillo del sensor de flujo en el pin digital 2.
- Cable negro o café del sensor de flujo en GND.
- Cable rojo del sensor de flujo en 5V.
- Resistencia de 220 ohmios en el pin digital 4.
- LED rojo conectado a la resistencia y con su pin negativo conectado en GND.



A continuación, se presentan los pasos necesarios para programar el algoritmo de esta sesión:

1. Abra la aplicación Arduino. Se creará automáticamente un nuevo proyecto. De clic en guardar y ponga el nombre “Water_Flow_Meter”.



2. Programe la definición de los pines a usar. Escríbalo antes de “void setup”.

```
int LED = 4;

volatile int  flow_frequency;  // Measures flow meter pulses
unsigned int  l_hour;          // Calculated litres/hour
unsigned char flowmeter = 2;  // Flow Meter Pin number
unsigned long currentTime;
unsigned long cloopTime;
```

3. Programe la siguiente interrupción “void flow” como se muestra a continuación.

```
void flow ()                    // Interruot function
{
   flow_frequency++;
}
```

4. Defina dentro de “void setup” cuales pines serán de entrada y salida, establezca la comunicación serial y defina variables.

```
void setup()
{
   pinMode(flowmeter, INPUT);
   Serial.begin(9600);
   attachInterrupt(0, flow, RISING);

   sei();
   currentTime = millis();
   cloopTime = currentTime;

   pinMode(flowmeter, OUTPUT);
}
```

5. Escribe en “void loop” el siguiente algoritmo para recibir la señal del sensor y convertirla en litros por hora. Adicionalmente, agregue un condicional para encender el LED cuando el flujo sea inferior a un umbral, y apagarlo cuando sea superior.

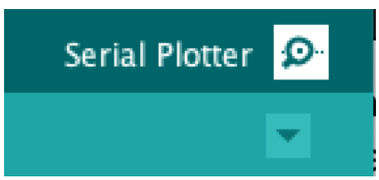
```
void loop ()
{
   currentTime = millis();
   // Every second, calculate and print litres/hour
   if(currentTime >= (cloopTime + 1000))
   {
      cloopTime = currentTime;              // Updates cloopTime
      // Pulse frequency (Hz) = 7.5Q, Q is flow rate in L/min. (Results in +/- 3% range)
      l_hour = (flow_frequency * 60 / 7.5); // (Pulse frequency x 60 min) / 7.5Q = flow rate in L/hour
      flow_frequency = 0;                   // Reset Counter
      Serial.print(l_hour, DEC);            // Print litres/hour
      Serial.println(" L/hour");
   }

   if (l_hour < 700){
    digitalWrite(LED, 1);
   }
   else{
    digitalWrite(LED, 0);
   }
}
```

6. En este punto el algoritmo queda terminado. Acceda al Gestor de Contenidos para descargar el programa y ábralo en la aplicación de Arduino para ver el resultado final.

4.6 Simulación

Esta actividad no se puede simular. El docente debe descargar el algoritmo directamente en la tarjeta Arduino y mantenerla conectada al computador para probar el programa. Asegúrese de programar la tarjeta con el algoritmo correspondiente.

Para abrir el monitor serial diríjase a la esquina superior derecha del Arduino, de clic en el símbolo que parece una lupa, inmediatamente se abrirá el monitor serial y después de unos segundos comenzará a aparecer información. Recuerde tener el Arduino conectado al computador, con el programa cargado, y estar trabajando sobre el algoritmo realizado en clase.



4.7 Monitor Interactivo

¿Qué es el Monitor Interactivo?

El Monitor Interactivo es una pantalla táctil que está conectada al Gestor de Contenidos y permite mostrarle a los estudiantes los archivos almacenados del Gestor, los cuales incluyen el PDF de la sesión, videos relacionados, imágenes y demás. Adicionalmente, su componente táctil le permite al docente invitar a los estudiantes a interactuar con los contenidos presentados en el monitor, editarlos, moverlos, rayarlos o dibujar nuevos elementos para expresar sus ideas, resolver un problema o mostrar algo relevante a la clase.

En esta sesión, se usará el monitor interactivo para:

- Mostrar los videos de apoyo del marco teórico sobre cómo calcular el caudal de agua y el uso del caudalímetro con el Arduino.
- Solicitarle a los estudiantes que calculen manualmente el caudal de agua de cada experimento, usando el método de medir el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido y aplicando la fórmula de caudal, para finalmente comparar los resultados calculados con los registrados por el sensor, anotando todo en la pantalla.

5. Reflexiona, evalúa y concluye

5.1 Reflexión y evaluación

Se sugiere que el docente realice las siguientes actividades de evaluación y conclusión con los estudiantes:

Realice las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la importancia de asegurar un correcto caudal de agua en las tuberías de alcantarillado?
- ¿En qué otras aplicaciones de la vida diaria es importante medir y monitorear el caudal de un fluido y por qué?

- ¿Qué otra posible solución podría darse al problema de Irene?
- ¿Qué mejoras se podrían realizar al prototipo hecho en clase para mejorar la calidad de vida de Irene con respecto a su sistema de alcantarillado?

Haciendo uso del monitor interactivo, solicite a los estudiantes que escriban y dibujen:

- Situaciones de la vida cotidiana donde el caudal de agua del sistema de alcantarillado es fundamental para realizar actividades diarias.
- Cómo podría Irene instalar el prototipo construido en sus tuberías para aplicarlo en la vida real.

5.2 Conclusión

En esta sesión, los estudiantes tuvieron la oportunidad de aplicar sus conocimientos sobre fluidos, matemáticas, aplicación de fórmulas y uso de los recursos hídricos en la vida diaria para construir un prototipo que permite monitorear el caudal de agua de las tuberías del alcantarillado y con ello impedir que se usen las duchas de una casa cuando el caudal no es suficiente. A partir de esta práctica, también lograron implementar la experimentación científica y las habilidades manuales de construcción de prototipos para solucionar un problema y verificar que su modelo realmente toma las medidas esperadas y activa las alarmas cuando son requeridas.

Finalmente, tuvieron la oportunidad de adquirir más información sobre los sistemas de alcantarillado y usarla en la creación de un proyecto que soluciona un problema, combinando sus habilidades de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, obteniendo como resultado un proyecto STEM funcional y aplicable en la vida real.

6. Bibliografía

- Valdivielso, A. (5 de octubre de 2022). ¿Qué es un caudal? iagua.es. ***https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudal***
- Gonzáles, A., Ramírez, J. (2014). Manual piragüero, Medición del caudal. Piragua.corantioquia.gov.co. .https://piragua.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medición_de_Caudal.pdf
- Zarza, L. (5 de octubre de 2022). ¿Qué es un caudalímetro y cuántos tipos hay? iagua.es..***https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudalimetro-y-cuantos-tipos-hay***
- Emerson. (5 de octubre de 2022). ¿Qué tipo de caudalímetro necesita? emerson.com. ***https://www.emerson.com/es-es/automation/measurement-instrumentation/flow-measurement/types-of-flow-meters***