Portada:

Índice:

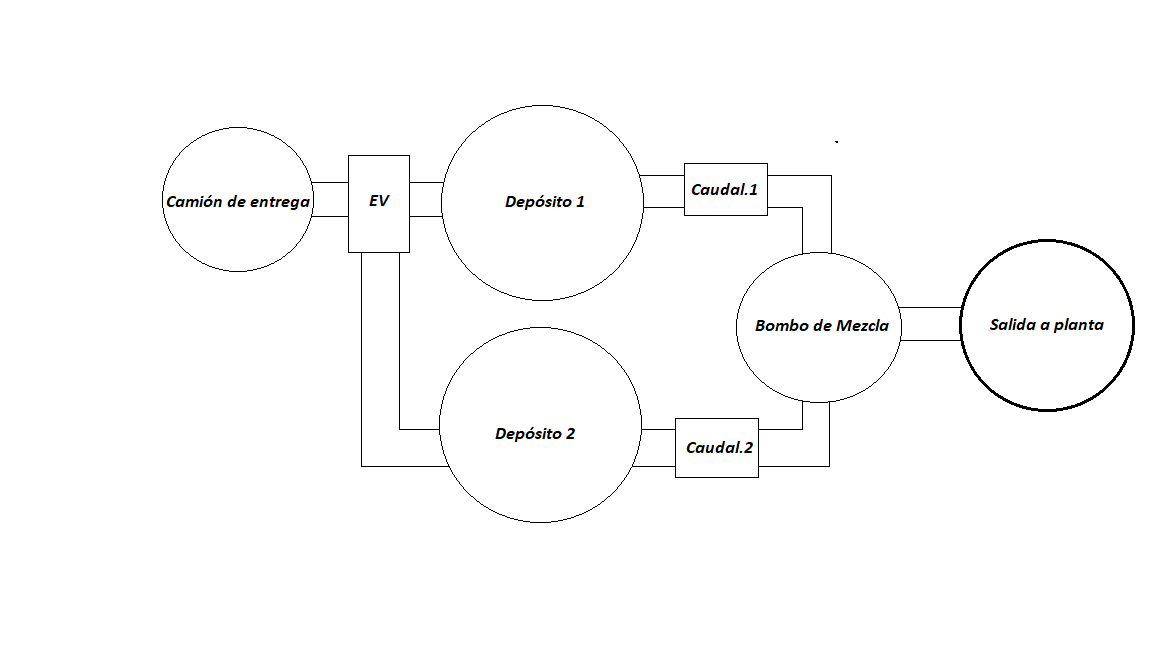
Introducción:

Para la materia de Ingeniería en Computación 1 se solicitó la realización de un proyecto que complemente lo visto en el cursado. Este deberá contar con un dispositivo digital que se conecte con componentes electrónico y se comuniquen entre sí mediante un programa desarrollado, en nuestro caso en Arduino, además requiere que reciba órdenes y valores mediante un dispositivo móvil que se conecte mediante Bluetooth o WiFi. La finalidad del trabajo es poder llevar a la práctica la teoría y todos los conocimientos recabados en las diferentes asignaturas que tuvimos, tales como Física, Química y Análisis Matemático.

Nuestro grupo optó por trabajar con fluidos implementando lo que se conoce como un sistema SCADA, un sistema de supervisión, control y adquisición de datos que ayuda a mejorar la toma de decisiones a distancia. Estos tipos de sistemas son muy importantes en la industria 4.0.

Para lograr este cometido nos pusimos en una situación hipotética donde nuestro grupo es una empresa que se encarga de implementa estos sistemas y nos llega un pedido de construir y automatizar una planta de producción de jugos.

En las características de la planta, la maqueta a confeccionar, tendremos dos depósitos de almacenamiento para diferentes tipos de líquidos, un bombo de mezcla donde convergerán los diferentes fluidos provenientes de los depósitos de almacenamiento y sus cantidades varían dependiendo del resultado deseado al combinarlos. A su vez añadiremos un bombo más a la entrada, que cumplirá la función de un camión, y uno a la salida, que cumplirá la función del depósito que luego ira a la línea de ensamblaje o al despacho de la fábrica.



A su vez contara con diferentes actuadores y sensores dentro de la planta que nos permitirá realizar acciones en base a los datos que se extraigan de la maqueta de prueba.

Utilizamos caudalímetros y sensores ultrasónicos para medir variables como el caudal de un fluido y la altura a la que está lleno cada deposito respectivamente. Por otro lado, implementamos bombas de agua, un motor de corriente continua, varios relés y electro válvulas para cumplir con la condición de actuadores.

Por último, para satisfacer el procesamiento de datos y la comunicación a distancia adquirimos un microcontrolador Arduino Mega 2560 y un módulo bluetooth que se combinará con el desarrollo de un código y una aplicación para móviles con el fin de aprovechar la máxima cantidad de opciones del sistema.

Diseño:

(Explicar que cosas se utilizaron, como se utilizaron, materiales y medidas, todo para dar una imagen visual de como es la maqueta de la planta y como sería de forma realista)

Conceptos:

Para empezar, nos gustaría explicar o detallar algunos conceptos y características de los componentes, dispositivos e incluso metodologías que se utilizaron.

Sistema SCADA:

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) es un sistema de control y supervisión utilizado en la industria para monitorear, recopilar y procesar datos en tiempo real, así como para controlar remotamente equipos y dispositivos de manera automática. Estos sistemas son fundamentales en entornos donde se requiere un alto grado de automatización y control eficiente de procesos. Permite a los operadores tener una visión completa y detallada de lo que sucede en la planta o sistema que están supervisando, además de la capacidad de intervenir cuando sea necesario para ajustar parámetros o responder a alarmas.

Los sistemas SCADA se utilizan principalmente para mejorar la eficiencia, seguridad y control de procesos industriales y de infraestructuras críticas. Algunas de las principales finalidades son:

* **Monitoreo y Supervisión en Tiempo Real:** Proporciona una vista en tiempo real de los procesos industriales, permitiendo a los operadores detectar rápidamente cualquier anomalía o condición anormal en el sistema. Esta supervisión constante ayuda a mejorar la eficiencia operativa y a reducir el tiempo de respuesta ante problemas.
* **Control Remoto de Equipos:** Facilita el control de dispositivos distribuidos geográficamente, lo que es esencial en sectores como el de agua y saneamiento, distribución de energía, petróleo y gas. Por ejemplo, en nuestro caso, el sistema SCADA puede activar o desactivar bombas de agua en estaciones remotas desde una ubicación central, reduciendo la necesidad de enviar personal al sitio.
* **Optimización de Procesos:** La recopilación de datos y la capacidad de analizar el rendimiento a lo largo del tiempo permite optimizar los procesos y ajustar parámetros para reducir costos operativos y mejorar la eficiencia. Permite identificar cuellos de botella o áreas de mejora en el sistema, ayudando a maximizar el rendimiento de la planta o red.
* **Gestión de Alarmas y Seguridad:** SCADA permite configurar alarmas que se activan cuando una variable excede los límites predefinidos, alertando a los operadores sobre problemas potenciales. También puede ser configurado para realizar acciones automáticas cuando se detectan condiciones críticas, como la desactivación de las bombas de agua en caso de superar la capacidad de los bombos, lo que mejora la seguridad del sistema.
* **Reducción de Costos de Operación:** Al permitir el control remoto y reducir la necesidad de supervisión física constante, un sistema SCADA puede disminuir los costos de mantenimiento y operación. Además, su capacidad para optimizar procesos reduce el consumo de energía y recursos, lo cual es especialmente relevante en industrias con alto consumo energético.
* **Registro Histórico y Generación de Informes:** Los sistemas SCADA almacenan datos históricos que son útiles para la generación de informes de producción, mantenimiento, eficiencia, y otros indicadores clave de desempeño. Esto facilita el cumplimiento normativo y la auditoría, especialmente en sectores regulados como el agua, la energía y la industria farmacéutica.

Microcontrolador:

Un microcontrolador es un circuito integrado que actúa como una pequeña computadora programable. Está diseñado para ejecutar tareas específicas de manera eficiente y con bajo consumo de energía en sistemas embebidos y aplicaciones de automatización. Un microcontrolador normalmente contiene:

* **Unidad Central de Procesamiento (CPU):** Su función es interpretar y ejecuta las instrucciones del programa mediante la realización de las operaciones básicas aritméticas, lógicas y externas.
* **Memoria:** Incluye memoria de programa (ROM/Flash) y memoria de datos (RAM) para almacenar tanto el código como los datos temporales.
* **Periféricos de Entrada/Salida (I/O):** Permiten interactuar con otros componentes y dispositivos, como sensores y actuadores.
* **Temporizadores y Contadores:** Controlan el tiempo y eventos en el microcontrolador.
* **Convertidores A/D y D/A:** Permiten la conversión de señales analógicas a digitales y viceversa para trabajar con sensores y otros dispositivos.

Arduino MEGA 2560:

Luego de explicar que es un microcontrolador, será más sencillo entender que es una placa de Arduino Mega 2560 y porque fue este el modelo elegido para el desarrollo de este proyecto.

Este dispositivo es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ATmega2560, diseñada para aplicaciones más complejas que requieren más pines de entrada/salida (I/O), memoria y capacidad de procesamiento que otras placas de la familia Arduino, como el Arduino Uno que fue la principal sugerencia para trabajar al inicio de este curso. Sus principales características son:

* **Microcontrolador:** ATmega2560, con una arquitectura de 8 bits.
* **Voltaje de operación:** 5V, aunque algunos pines soportan 3.3V para compatibilidad con sensores.
* **Voltaje de entrada (recomendado):** 7-12V, a través de un conector de alimentación externa o mediante un puerto USB.
* **Memoria:**
  + **Memoria Flash:** 256 KB para almacenar el programa, de los cuales 8 KB son utilizados por el bootloader.
  + **SRAM:** 8 KB para el almacenamiento de variables temporales durante la ejecución del programa.
  + **EEPROM:** 4 KB, que permite guardar datos de manera persistente.
* **Pines de Entrada/Salida (I/O):**
  + **54 pines digitales:** De los cuales 15 pueden ser utilizados como salidas PWM (Modulación por Ancho de Pulso).
  + **16 pines analógicos:** Para lectura de señales analógicas mediante un convertidor A/D de 10 bits de resolución.
  + **4 puertos UART**: Permiten la comunicación serial (RX/TX) con otros dispositivos.
* **Frecuencia de reloj:** 16 MHz, lo que permite un buen equilibrio entre velocidad y consumo de energía.
* **Conectividad:** Incluye un puerto USB tipo B para programación y comunicación con una computadora.
* **Conector ICSP (In-Circuit Serial Programming):** Para la programación directa del microcontrolador y cargar el bootloader si es necesario.
* **Tamaño:** 101.52 mm x 53.3 mm.

Como se explica y da a entender mediante sus características, esta placa fue seleccionada por encima de las demás debido a su capacidad de procesamiento, el tamaño de su memoria ya que requeríamos de realizar un código de una dimensión mayor a lo habitual, y también por la cantidad de pines que nos permite trabajar con muchos sensores, actuadores y módulos de comunicación.

Módulo Bluetooth:

Para la comunicación inalámbrica con el dispositivo móvil hemos decidido utilizar un módulo bluetooth llamada Serial HC-05 que nos facilita la comunicación a distancia. Este componente se puede utilizar en modo maestro o esclavo. El HC-05 tiene 6 pines, status, RXD, TXD, GND, VCC y EN. Los pines RXD y TDX se conectan a los pines digitales para realizar la comunicación con el Arduino, el pin VCC a 5 voltios y el pin GND a la tierra. Es muy usado en el para dar conectividad inalámbrica a través de una interfaz serial TTL entre Microcontroladores y otros dispositivos como PC, laptops o celulares Smartphone.

Las principales características que nos brinda este módulo son:

* **Protocolo:** Bluetooth especificación V2.0+EDR
* **Protocolo comunicación:** UART
* **Tensión de comunicación:** 3,3V
* **Tensión de Alimentación:** 5V
* **Frecuencia:** 2.4Ghz Banda ISM
* **Velocidad de transmisión en baudios ajustable:** 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
* **Configuración por Defecto:** 9600 baud rate, N, 8,1, contraseña 1234
* **Distancia Cobertura Bluetooth:** Aproximadamente 10 metros
* **Tamaño compacto:** 4.3cm x 1.6cm x 0.7cm

Comunicación UART:

Como se aclara en las características de HC-05, este componente utiliza un protocolo de comunicación UART. Un UART (Universal Asynchronous ReceiverTransmitter) es un tipo de circuito integrado que se usa para enviar y recibir datos a través de un puerto serie en un equipo o dispositivo periférico. Los UART son ampliamente utilizados y conocidos por su sencillez. Sin embargo, a diferencia de SPI e I2C, los UART no admiten múltiples dispositivos subordinados.

La comunicación UART no requiere una señal de reloj compartida. En su lugar, utiliza bits de inicio y parada para definir los límites de cada paquete de datos. Los datos se transmiten bit a bit. Un paquete típico incluye un bit de inicio que indica el comienzo de un paquete, los bits de datos que generalmente son entre 5 y 9 bits por paquete, un bit de paridad (opcional) para detección de errores y por último un bit de parada que pueden ser uno o dos bits que indican el final del paquete. La velocidad de transmisión, medida en baudios (bits por segundo), debe ser la misma para el transmisor y el receptor. Los UARTs suelen permitir comunicación Full Duplex, lo que significa que pueden enviar y recibir datos simultáneamente a través de dos líneas diferentes.

Módulo Relé de 4 Canales 5V:

Un módulo relé de 4 canales es un componente electrónico diseñado para controlar dispositivos de alta potencia mediante una señal de baja potencia, esto permite encender o apagar dispositivos más grandes desde un microcontrolador. En este caso, hablamos de un módulo con 4 relés que operan a 5V y pueden manejar cargas de hasta 10A cada uno.

Características Principales del Módulo Relé de 4 Canales 5V

* **Voltaje de Operación**: Funciona con una alimentación de **5V** en el lado de la bobina, lo que lo hace compatible con la mayoría de los microcontroladores.
* **Corriente Máxima por Canal**: Cada uno de los 4 relés puede manejar cargas de hasta **10A** a **250V AC** o **30V DC**. Esto significa que pueden controlar dispositivos de alta potencia.
* **Número de Canales**: Tiene **4 canales**, lo que permite controlar 4 dispositivos de manera independiente desde un solo módulo. Cada relé puede ser controlado individualmente por un microcontrolador, lo que ofrece flexibilidad en la gestión de los dispositivos conectados.
* **Interfaz de Control**:
  + Las entradas de control del módulo suelen estar etiquetadas como **IN1, IN2, IN3, IN4**, cada una de las cuales activa el relé correspondiente.
  + Las entradas de control son de bajo voltaje (5V), por lo que se pueden conectar directamente a las salidas digitales de un microcontrolador.
  + Algunas versiones tienen un **pin de señal de activación** con **lógica activa baja**, lo que significa que el relé se activa cuando la señal de control es baja (0V) y se desactiva cuando es alta (5V).
* **Aislamiento**: El módulo de relé incluye **optoacopladores**, que son dispositivos que utilizan luz para transferir la señal eléctrica entre dos circuitos aislados. Esto proporciona un aislamiento seguro entre el lado de control (microcontrolador) y el lado de alta potencia, protegiendo el microcontrolador de picos de voltaje o interferencias que puedan provenir de los dispositivos conectados.
* **Indicadores LED**: Cada canal tiene un LED indicador que se enciende cuando el relé está activado, lo que facilita la identificación del estado de cada relé.
* **Bornes de Conexión**: Cada relé cuenta con un bloque de terminales de 3 pines: **COM** (común), **NO** (normalmente abierto), y **NC** (normalmente cerrado).
  + **COM**: Es el punto común del relé.
  + **NO (Normally Open)**: El circuito está abierto cuando el relé está desactivado y se cierra cuando el relé se activa.
  + **NC (Normally Closed)**: El circuito está cerrado cuando el relé está desactivado y se abre cuando el relé se activa.

Mini Bomba de Agua Motor Sumergible DC 3-5V 70-120L/h:

Una mini bomba de agua sumergible DC 3-5V es un pequeño dispositivo diseñado para mover agua de un lugar a otro de manera eficiente. Funciona mediante un motor de corriente continua (DC) que impulsa un rotor o impulsor, el cual genera el flujo de agua.

La bomba se conecta a una fuente de alimentación de 3 a 5V DC lo que hace que el motor interno de la bomba comienza a girar, por lo que el impulsor (una pequeña hélice) dentro de la bomba también gire. El giro crea una presión diferencial que succiona agua a través de la entrada de la bomba y la expulsa por la salida. Esto permite que el agua se mueva a través de la bomba a una velocidad determinada.

Características Principales de la Mini Bomba de Agua Sumergible DC 3-5V 70-120L/h:

* **Voltaje de Operación:** Funciona con un rango de 3 a 5V DC. Esto la hace compatible con una amplia variedad de fuentes de energía de bajo voltaje.
* **Consumo de Corriente:** Normalmente consume entre 100 a 200 mA de corriente, lo que la hace eficiente en cuanto al consumo energético.
* **Caudal de Agua:** La bomba tiene un caudal de 70 a 120 litros por hora (L/h), lo que significa que puede mover esta cantidad de agua dependiendo del voltaje y la altura de elevación. A mayor voltaje, el caudal aumenta, mientras que a menor voltaje disminuye.
* **Altura Máxima de Elevación:** La bomba puede elevar el agua a una altura de entre 0.4 a 1.1 metros, dependiendo de la potencia aplicada. Esto es suficiente para pequeñas aplicaciones como fuentes, sistemas de enfriamiento, y riego de plantas.
* **Dimensiones:** Generalmente, estas bombas son compactas, con dimensiones aproximadas de 45 mm x 24 mm x 30 mm, lo que facilita su integración en espacios reducidos.
* **Peso:** Al ser una bomba pequeña, suele pesar alrededor de 30 a 50 gramos, lo que la hace fácil de transportar e instalar.
* **Material y Diseño:** Están construidas con materiales plásticos resistentes al agua (como ABS) para evitar la corrosión y asegurar la durabilidad cuando se sumergen. El diseño está pensado para permitir la circulación del agua de forma eficiente sin fugas.

Electroválvula Doble:

Una electroválvula doble es un dispositivo electromecánico utilizado para controlar el flujo de líquidos en sistemas de tuberías mediante la acción de una señal eléctrica. El contenido entra por un único conducto, y la válvula decide a cuál de las dos salidas dirigir el flujo. Este tipo de válvula es útil cuando se quiere dividir el flujo o redirigirlo a dos lugares distintos de manera alternada o selectiva dependiendo de cuál de los solenoides esté activado, el fluido se redirige a una de las dos salidas. Si se activa el solenoide 1, el fluido fluye hacia la salida 1 y si se activa el solenoide 2, el fluido fluye hacia la salida 2. Es posible, en algunos diseños, que ambas salidas estén cerradas simultáneamente si ambos solenoides están desactivados.

Características Principales de la Electroválvula Doble:

* **Tensión de Alimentación:** Las electroválvulas suelen operar con voltajes de 12V, 24V, 110V, o 220V en corriente continua (DC) o corriente alterna (AC). La elección del voltaje depende del sistema en el que se va a integrar la válvula.
* **Tipo de Fluido Compatible:**
  + **Agua:** La mayoría de las electroválvulas dobles están diseñadas para controlar el flujo de agua.
  + **Gases:** Algunas electroválvulas están diseñadas para manejar gases como el aire comprimido, dependiendo de su construcción y materiales de sellado.
* **Materiales de Fabricación:**
  + **Cuerpo de la Válvula:** Puede estar fabricado en latón, acero inoxidable, o plástico de alta resistencia. El material se selecciona en función del tipo de fluido y la presión de trabajo.
  + **Juntas de Sellado:** Usualmente hechas de materiales como nitrilo, silicona, o EPDM, dependiendo del tipo de fluido que manejen y la temperatura de operación.
* **Tamaño de las Conexiones:** Las conexiones estándar pueden variar, siendo comunes las de 1/2 pulgada, 3/4 pulgada, y 1 pulgada en roscas BSP o NPT. El tamaño de las conexiones determina el caudal máximo que puede manejar la válvula.
* **Presión de Trabajo:** Las electroválvulas dobles están diseñadas para operar dentro de un rango de presiones, por ejemplo, de 0.1 a 10 bares, dependiendo del modelo. Esto es importante para garantizar un funcionamiento adecuado en sistemas de alta o baja presión.
* **Dos Vías de Control:** Cada una de las dos válvulas de la electroválvula doble puede ser controlada de forma independiente mediante una señal eléctrica, lo que permite:
  + Controlar dos líneas de entrada para mezclar líquidos.
  + Desviar el flujo de una sola entrada hacia dos salidas diferentes.
  + Controlar el paso de fluido en dos circuitos separados, lo que aumenta la versatilidad en la gestión del flujo.

Sensor de Caudal (Caudalímetro) 0.3-6L/min ¼:

Un sensor de caudal o caudalímetro es un dispositivo diseñado para medir la cantidad de líquido que fluye a través de una tubería en un periodo de tiempo específico. En este caso, el sensor tiene un rango de medición de 0.3 a 6 litros por minuto (L/min) y una conexión de 1/4 de pulgada, lo cual se refiere al diámetro del conector de la tubería.

Un caudalímetro de tipo hall-effect (efecto Hall), que es el más común para estos rangos de caudal, funciona mediante el líquido que fluye a través del cuerpo del sensor, lo cual hace girar un pequeño rotor o turbina interna. Esta turbina tiene aletas que giran proporcionalmente a la velocidad del flujo del líquido. Dentro del sensor, hay un imán incrustado en la turbina, y un sensor de efecto Hall que detecta cada vez que el imán pasa frente a él. Cada giro del imán genera un pulso eléctrico que es capturado por el sensor. Estos pulsos son enviados a un microcontrolador, que los cuenta y los convierte en una lectura de caudal. La frecuencia de los pulsos generados es directamente proporcional al caudal de líquido que pasa a través del sensor. Cuanto mayor es el flujo, más rápida es la rotación de la turbina y, por lo tanto, más alta es la frecuencia de los pulsos. Con una calibración previa, el microcontrolador puede convertir la cantidad de pulsos en una lectura de litros por minuto (L/min).

Características Principales del Sensor de Caudal (Caudalímetro) 0.3-6L/min ¼:

* **Rango de Medición:** Mide flujos de 0.3 a 6 litros por minuto (L/min). Esto lo hace adecuado para aplicaciones donde se manejan flujos de baja a moderada cantidad de agua.
* **Conexión de 1/4 de Pulgada:** La rosca de 1/4 de pulgada es estándar para tuberías pequeñas. Esto facilita la conexión del sensor a mangueras o tuberías de este diámetro.
* **Tensión de Operación:** Normalmente, este tipo de sensores opera a un voltaje de 5V DC, lo que los hace compatibles con microcontroladores y otros sistemas de control electrónico.
* **Salida de Señal:** Proporciona una salida de pulsos digitales que representan la velocidad de flujo del líquido. Cada pulso corresponde a una cierta cantidad de agua que pasa a través del sensor.
* **Precisión:** La precisión del sensor depende del modelo, pero generalmente puede tener un margen de error de entre 1% y 5% en la medición del flujo, lo que es adecuado para la mayoría de las aplicaciones no industriales de alta precisión.
* **Materiales y Construcción:** El cuerpo del sensor suele estar fabricado en plástico de alta resistencia o nylon para garantizar la durabilidad y resistencia a la corrosión. El diseño interno asegura que el flujo de agua no se vea significativamente afectado por la presencia del sensor, manteniendo una pérdida mínima de presión.

Sensor Ultrasónico HC-SR04:

El HC-SR04 es un sensor ultrasónico ampliamente utilizado para medir distancias de manera precisa y sin contacto. Funciona mediante la emisión y recepción de ondas ultrasónicas, lo que permite detectar la distancia a la que se encuentran objetos en su entorno.

El funcionamiento del HC-SR04 se basa en el principio del eco de las ondas ultrasónicas. El sensor cuenta con dos componentes principales: el transmisor (ultrasonic transmitter) y el receptor (ultrasonic receiver). Cuando el sensor es activado, el transmisor emite una onda ultrasónica de 40 kHz (fuera del rango audible para los humanos). Esta onda viaja a través del aire hasta que choca con un objeto y se refleja de vuelta hacia el sensor. El receptor del HC-SR04 capta la onda reflejada y mide el tiempo que tarda en regresar desde el objeto hasta el sensor. Con la *fórmula Distancia = (Tiempo x Velocidad del sonido) / 2*, se calcula la distancia al objeto. La velocidad del sonido en el aire es de aproximadamente 343 metros por segundo a 20°C. La división por 2 se debe a que el tiempo medido corresponde al recorrido de ida y vuelta de la onda. La distancia calculada se da en centímetros (cm) o milímetros (mm) según el procesamiento de la señal por el microcontrolador.

Características Principales del Sensor Ultrasónico HC-SR04:

* **Rango de Medición:** Mide distancias desde 2 cm hasta 400 cm (4 metros). Esto lo hace adecuado para detectar objetos en un rango relativamente amplio en aplicaciones de corto a medio alcance.
* **Precisión:** La precisión del HC-SR04 es de aproximadamente 3 mm, lo que permite obtener mediciones bastante exactas para la mayoría de las aplicaciones de detección de proximidad.
* **Ángulo de Detección:** Tiene un ángulo de detección de aproximadamente 15 grados, lo que significa que es más efectivo cuando se apunta directamente hacia el objeto a medir. Esto lo hace ideal para aplicaciones donde se requiere un haz de detección enfocado.
* **Tensión de Alimentación:** Funciona con una tensión de 5V DC, lo que lo hace compatible con microcontroladores y otros sistemas de control de 5V.
* **Interfaz de Conexión:** Tiene cuatro pines:
  + **VCC:** Conexión de 5V para alimentar el sensor.
  + **GND:** Conexión a tierra.
  + **Trigger (TRIG):** Pin de entrada que recibe la señal para iniciar la emisión del pulso ultrasónico.
  + **Echo (ECHO):** Pin de salida que emite una señal de alta (HIGH) durante el tiempo que la onda tarda en regresar. La duración de esta señal se utiliza para calcular la distancia.

Mini Motor DC:

Un mini motor DC (motor de corriente continua) es un motor eléctrico que convierte la energía eléctrica en energía mecánica en forma de rotación, utilizando una fuente de alimentación de corriente continua (DC). Son motores compactos y ligeros. Su tamaño reducido y facilidad de control los hacen ideales para proyectos que requieren un movimiento preciso y de bajo consumo.

Componentes Internos Básicos:

* **Rotor (Armature):** Es la parte móvil del motor que rota cuando se aplica corriente. Contiene bobinados de cobre.
* **Estator:** Parte fija que genera un campo magnético. En mini motores, el estator suele estar compuesto por imanes permanentes.
* **Colector (Commutator):** Conjunto de segmentos de cobre que ayuda a cambiar la dirección de la corriente en el rotor, permitiendo la rotación continua.
* **Escobillas (Brushes):** Son piezas de contacto que conectan la fuente de alimentación al rotor a través del colector, asegurando la transmisión de corriente.

Características Principales del Mini Motor DC:

* **Tamaño Compacto:** Su diseño pequeño y liviano los hace ideales para proyectos donde el espacio es limitado y se requiere un motor de bajo peso.
* **Voltaje de Operación:** Los mini motores DC suelen funcionar a voltajes bajos, típicamente entre 1.5V y 12V. Esto los hace compatibles con baterías y fuentes de alimentación de baja potencia como las que se utilizan en proyectos de electrónica. Un voltaje más alto generalmente proporciona una velocidad de rotación mayor, mientras que un voltaje más bajo reduce la velocidad.
* **Corriente de Operación:** El consumo de corriente varía según la carga y el tamaño del motor, pero en general, los mini motores tienen un consumo bajo (desde unos pocos miliamperios hasta 1A o 2A en condiciones de carga máxima).
* **Velocidad de Rotación:** Su velocidad de rotación se mide en revoluciones por minuto (RPM), y puede variar ampliamente dependiendo del modelo y el voltaje aplicado. Algunos mini motores pueden alcanzar entre 3000 RPM y 15000 RPM. La velocidad se puede controlar mediante la modificación del voltaje de entrada o utilizando un controlador de velocidad (controlador PWM).
* **Par Motor (Torque):** Aunque los mini motores DC son rápidos, su par motor (la fuerza de giro que pueden generar) es limitado debido a su tamaño compacto. En aplicaciones que requieren un par mayor, es común acoplar estos motores a cajas de engranajes para reducir la velocidad y aumentar el torque.
* **Durabilidad y Mantenimiento:** Las escobillas y el colector son piezas que están en constante contacto, lo que puede provocar un desgaste con el tiempo. Los mini motores DC requieren mantenimiento si se usan de forma prolongada. Existen versiones de mini motores sin escobillas (brushless) que son más duraderas, aunque son más complejas y requieren controladores especializados.

Fuente de Alimentación 3A Metal:

Una fuente de alimentación 3A metal es un dispositivo que convierte la corriente alterna (AC) de la red eléctrica en corriente continua (DC) con el voltaje adecuado. Esta fuente está diseñada para proveer una alimentación estable y segura a los dispositivos, asegurando su funcionamiento continuo y sin interrupciones.

La referencia a 3A indica que la fuente de alimentación puede proporcionar un máximo de 3 amperios de corriente y el diseño metálico de la carcasa ayuda a disipar el calor y proteger los componentes internos, ofreciendo mayor durabilidad y resistencia a condiciones adversas.

La fuente de alimentación se conecta a la corriente alterna (AC) de la red eléctrica, generalmente de 220V. Mediante un transformador interno, la fuente convierte el voltaje de entrada de la red a un voltaje más bajo adecuado, generalmente 12V DC. El voltaje reducido pasa por un circuito rectificador que convierte la corriente alterna en corriente continua (DC). Luego, se realiza un proceso de filtrado mediante capacitores para eliminar cualquier tipo de ripple o ruido en la señal de salida, proporcionando una corriente continua estable y adecuada para equipos electrónicos sensibles. La fuente incluye un regulador de voltaje para mantener una salida constante. Esta regulación asegura que, incluso si hay fluctuaciones en la entrada de corriente, la salida se mantenga constante, evitando daños en los equipos. La fuente de alimentación tiene una capacidad de 3 amperios. Esto significa que puede alimentar múltiples dispositivos simultáneamente, siempre y cuando la suma de los consumos de los dispositivos no exceda los 3A.

Desarrollo:

El funcionamiento de nuestro proyecto consiste que una vez que llega el camión cisterna a descargar la materia prima, el operario a través de la aplicación instalada en un dispositivo móvil y mediante la característica bluetooth podrá comunicarse con el sistema para decidir a qué deposito desea enviar la carga. Una vez seleccionado comenzara a funcionar una bomba que, en conjunto con una electroválvula, se encargara de que la materia prima llegue al destino seleccionado. En caso de que el depósito este lleno o se llene rápidamente aun habiendo materia prima dentro de camión, el proceso se detendrá y se le alertara al operario de la situación.

Por otro lado, gracias a los sensores ultrasónicos además de poder frenar el proceso cuando ocurre la situación mencionada anteriormente, también se puede avisar al operario cuando el nivel de cualquier depósito disminuye de un cierto valor. Permitiendo que se haga un pedido de más materia prima antes de que se termine la reserva y se frene la producción.

En cuanto a la parte de elaboración del producto, con la aplicación en conjunto con los sensores y actuadores tenemos diferentes opciones en cuanto a cómo configurar el proceso de elaboración.

El operario podrá elegir la cantidad de que quiere que venga desde cada deposito, esto es posible gracias a los caudalímetros que nos indican la cantidad de fluido que paso por los tubos de alimentación.

A su vez, mediante la medición obtenida con el sensor ultrasónico colocado en el mezclador, podremos indicarle al operario si vació o no el mezclador una vez terminado el proceso o si la cantidad introducida de líquido supera la capacidad de este.

También con un motor que cuenta con una paleta en la punta podremos realizar una acción de mezclado para revolver el fluido y que este se mezcle y quede homogéneo. El operario atreves de la aplicación podrá establecer cuanto debe durar este proceso o detenerlo por si hay alguna emergencia.

Finalmente, cuando el operario lo disponga, podrá a través de la app, activar el mecanismo de vaciado, que consistirá en que se ponga en marcha un motor que enviara la producción a otro deposito, a una planta de envasado o a otro camión cisterna que se encargara de transportarlo a otro destino.

Explicación del código implementado

A lo largo del escrito se mencionó la idea del proyecto, como se iba a desempeñar, los componentes utilizados y cual era su finalidad, pero para poder culminar con dicho trabajo se requiere de una programación para que el dispositivo digital, el Arduino Mega 2560, sea capaz de realizar las acciones, mediciones y recolección de datos de forma automática. Estos códigos estarán a su vez relacionados con la aplicación móvil diseñada para la comunicación de datos y ejecución de las actividades. Cabe aclarar que se hará mención de esta aplicación, pero será explicada, tanto el diseño como su programación, más detalladamente en la posterioridad del informe.

La programación se realiza en el entorno Arduino IDE que es una plataforma de desarrollo de código abierto utilizada para programar microcontroladores Arduino. Este entorno facilita la escritura, compilación y carga de código en la placa Arduino, permitiendo crear una gran variedad de proyectos electrónicos y de automatización. El siguiente programa ha sido desarrollado en el lenguaje de programación C/C++ propio del Arduino IDE y está diseñado para automatizar el control de niveles de líquido en depósitos, la activación de bombas y la mezcla de diferentes líquidos. Utiliza sensores de nivel (ultrasónicos) para medir los niveles de los depósitos y caudalímetros para medir la cantidad de líquido que pasa a través de las tuberías. La comunicación Bluetooth facilita la interacción con una aplicación móvil para supervisar y controlar el sistema.

Para empezar, se incluyen dos librerías, la primera llamada *TimerFive* se utiliza para configurar el Timer 5 del microcontrolador, permitiendo ejecutar funciones a intervalos de tiempo específicos, en nuestro caso es para poder leer datos provenientes de la comunicación Bluetooth de forma periódica. La segunda, *SoftwareSerial*, permite crear una comunicación serial en pines digitales diferentes del puerto serial por defecto, para mantener disponible la conexión serial principal para la comunicación con la PC. Esta librería nos permite definir la comunicación Bluetooth mediante los pines 11 y 12, que luego dentro de la función *SoftwareSerial BT()*, definimos al pin 11 para transmitir (Tx) y al pin 12 para recibir (Rx) datos del módulo Bluetooth.

A continuación, se realiza la declaración de múltiples variables, las cuales son de diferentes tipos y con finalidades distintas.

Se dispone de dos variables de tipo int para la función del caudal, cada variable corresponde a uno de los caudalímetros.

También contamos con dos variables booleanas para las bombas, al igual que para el caudal, cada variable pertenece a una bomba en específico.

Para el proceso de mezcla se definen variables de tipo *unsigned long* lo que significa que la variable puede representar un número entero sin signo de tamaño largo, lo cual ocupa 4 bytes de memoria, y es recomendado para cuando se trabaja con mediciones de tiempo que pueden superar los 32,767 milisegundos, 32 segundos aproximadamente. También esta presente una variable booleana.

Luego en la función de control se encuentran variables de tipo int que nos permitirán iniciar el proceso, pausar el proceso, vaciar al finalizar la mezcla y la unificación de la variable continuar.

También se declaran variables para el tiempo de las tareas que miden la duración en horas, minutos, el total en milisegundos, el momento en que inicia la tarea, el tiempo transcurrido y el tiempo restante en horas, minutos y segundos que falta para finalizar. Estas variables son del tipo long.

Se definen variables con la intención de controlar la transmisión Bluetooth con la aplicación móvil, en esta instancia, tendremos la variable que nos brindará un dato, en este caso una letra, que determinará la acción a realizar, también la variable que dependiendo del valor que contenga almacenará dicho registro recibido en una variable tipo String.

Le siguen las variables pertenecientes a la recepción del Bluetooth, estas se inicializarán en 0 y almacenaran el número correspondiente para indicar la cantidad a reponer en los bombos y a cuál estará dirigido.

En la instancia para el estado de los motores se definen variables para controlar el parado de emergencia de la reposición, detectar si los niveles que se envían son para reposición y detecta si los niveles que se envían son para mezcla. Estas variables mayormente son de tipo byte, estas contienen un dato que ocupa 1 byte (8 bits) de memoria y está diseñado para almacenar números enteros sin signo.

Para el control del nivel de los tanques se asignaron pines para el sensor ultrasónico y para su funcionamiento óptimo, por eso se añadió una variable que permite el suavizado y entre 0 y 1, reduce la oscilación del sensor.

En la medición de las distancias se contemplan las variables de duración que almacena el tiempo que tarda la onda ultrasónica en viajar desde el sensor hasta el líquido en el bombo y regresar. La variable de distancia, que se repite por cada bombo, calcula y almacena la distancia resultante a partir del tiempo obtenido en la variable de duración. Las variables de tipo byte almacenan el porcentaje de nivel calculado para los diferentes depósitos y usan ese tipo de dato porque los porcentajes siempre estarán en el rango de 0 a 100, que cabe perfectamente en un solo byte. Además de las ya mencionadas variables, se presentan variables que representan las distancias filtradas, los porcentajes crudos se procesan para filtrar valores inestables y para suavizar posibles fluctuaciones antes de usarlos en el control del sistema.

Las variables pertenecientes a la sección de estadística son de utilidad para los filtros aplicados en las mediciones de los diferentes sensores utilizados en el proyecto. Definimos una constante con el valor 15. Esto significa que se realizarán 15 lecturas consecutivas para calcular el promedio y al usar #define, el valor 15 será reemplazado directamente en el código por el preprocesador antes de la compilación. Los sensores ultrasónicos pueden generar valores fluctuantes debido a interferencias o ruido por lo que promediar múltiples lecturas ayuda a suavizar estos valores, proporcionando mediciones más estables y confiables. Las variables de lectura declaran un arreglo de tipo float con 15 posiciones para almacenar las lecturas de los sensores. Cada posición del arreglo guarda un valor individual de las últimas 15 mediciones. Estos arreglos almacenan las últimas mediciones de cada sensor. Posteriormente, se calcula el promedio de los valores almacenados para obtener una medida más precisa.

Y para finalizar, las variables definidas que corresponden al control de los caudalímetros, las dos primeras son de tipo volatile double e indica que estas variables pueden ser modificadas en una interrupción, por lo que el compilador no optimiza su acceso y garantiza que siempre se lea el valor actualizado. Las variables almacenan el valor del flujo del líquido medido por el caudalímetro conectado a los dos canales. Las demás variables permiten almacenar la cantidad de líquido que se depositará y el nivel en el que se encuentran los bombos. También se controla la finalización o no del llenado en los depósitos.

Cabe aclarar que, tanto a estas variables como a otras, se les dará una explicación más detallada mediante vayan apareciendo a lo largo del programa.

En *void Setup()* se realiza la configuración inicial del programa, en esta instancia se preparan los pines, sensores e interrupciones que se necesitan para el funcionamiento del sistema.

Primero configuramos el puerto serie para mandar señales de control al monitor de la PC. Mediante la sentencia Serial.begin(9600) se inicia la comunicación con una velocidad de 9600 baudios para enviar y recibir datos. Y en cuanto a Serial.print("Listo"), envía un mensaje al monitor serial indicando que el sistema está listo.

Continuamos con la configuración de los pines de los sensores ultrasónicos. Se define como INPUT a los pines que reciben las señales de rebote (eco) y como OUTPUT a los que emiten el pulso ultrasónico (trig).

Definimos los pines como salidas para controlar las bombas (DC y AC), el motor de mezcla DC y las electroválvulas que regulan el flujo de líquido. Luego establecemos los estados iniciales de los dispositivos, mediante HIGH las bombas están apagadas y las válvulas cerradas.

Configuramos interrupciones externas en los pines 2 y 3 para detectar los pulsos generados por los caudalímetros. En la función se incluye pulse1 y pulse2 que manejan los eventos para actualizar los datos de flujo en las variables waterFlow1 y waterFlow2. Con RISING determinamos que disparará la interrupción cuando haya un flanco de subida en la señal, es decir, al inicio de un pulso.

Con la sentencia BT.begin(9600) iniciamos la comunicación Bluetooth con una velocidad de 9600 baudios. Esto nos permite enviar y recibir datos desde el dispositivo móvil donde se encuentra la aplicación.

Utilizamos un bucle for en el que su función es encargarse de poner todas las posiciones de las cadenas que se usaran para hacer los cálculos estadísticos. Esto asegura que los cálculos sean correctos desde el inicio.

Y por último configuramos el timer 5 para que cada 250 ms lea los datos que vienen del celular mediante la función lectura, la configuración se debe de escribir en micro segundos. La función attachInterrupt se encarga de recibir variables tipo texto desde el módulo, a su vez también transforma esos datos en variables numéricas aptas para su trabajo.

En el bucle principal, void loop(), se encuentra el código que permitirá la funcionalidad de programa y que se ejecuta de forma continua, en él están las funciones que realizan las acciones de, envió y recepción de datos, mediciones y cálculos mediante los sensores y dispositivos utilizados.

Empezamos con una función que nos permitirá monitorear y controlar el proceso desde la PC. Recibiremos datos cada 2 segundos al monitor serial y se llama a la función monitoreo() que imprimirá los valores actuales de las variables liquido1 y liquido2, que representan la cantidad de líquido en los depósitos correspondientes, indicará la duración total del proceso configurada en horas, en minutos y en milisegundos, también se presenciará el tiempo restante y el estado de la variable empezar, que mostrará “1” si el proceso ha iniciado o “0” si está detenido. Se mostrarán los valores del tiempo que el proceso estuvo en pausa, el transcurrido desde el inicio y el faltante para finalizar. Al final se visualizará el estado en el que se encuentra la mezcla, si está en curso será “1” o si no “0”. Su finalidad será facilitar la identificación de problemas mostrando todos los valores clave en tiempo real.

En el control de los depósitos se hace un llamado a las funciones nivel() y filtrado(). Con la primera función nos encargamos de obtener la distancia del contenido con los sensores ultrasónicos. La función recopila datos de cada sensor secuencialmente y los almacena en sus variables específicas. Al inicio se emplea un bucle while con la condición de que tiene que ser menor que 3 para asegurarse de iterar esa cantidad de veces, una por cada sensor. Se establece que cada 5 microsegundos el sensor se activa enviando un pulso por el pin trig. Para medir el tiempo de rebote se emplea la función pulseIn que mide el tiempo, en microsegundos, durante el cual el pin eco permanece en alto. Este tiempo representa el viaje de ida y vuelta de la señal ultrasónica. Una vez obtenida la duración, se calcula la distancia mediante una operación de división con la constante 58.2, derivada de las especificaciones del sensor, basada en la velocidad del sonido en aire a 20 °C. Luego, dependiendo el índice en el que se encuentre el bucle, se almacena la distancia en una variable específica de cada sensor, y para esto se incrementa en 2 los valores de eco y trig para apuntar al siguiente par de pines asignados a los otros sensores, también se le suma 1 al índice para pasar a otra iteración. Por último, se restablecen los valores de los pines y vuelven a sus iniciales, los pines del primer sensor, y el índice se reinicia para prepararse para la siguiente ejecución de la función.

La función filtrado() se utiliza con el fin de reducir el error de las mediciones de los sensores, como usamos sensores ultrasónicos para medir el nivel de llenado de los bombos el ruido al usar ultrasonido puede generar errores en la medición, puede ser que una misma onda llegue dos veces y por eso esta función toma 10 mediciones de cada sensor y genera una salida promedio con el fin de suavizar los errores y el ruido.

Al inicio se restará la lectura más antigua de la suma total eliminando ese valor antes de agregar el nuevo. Después se almacenan las nuevas distancias en las variables y se actualiza la suma total añadiendo las nuevas lecturas (NUM\_READINGS).

Se incrementa el índice para apuntar al siguiente elemento en el arreglo y si el índice supera el tamaño del arreglo (NUM\_READINGS), se reinicia a 0, haciendo que el arreglo actúe como un buffer circular.

Se calcula el promedio dividiendo la suma total entre el número de lecturas (NUM\_READINGS). Este promedio representa una medida filtrada, eliminando el ruido y las mediciones espurias. Siguiente, con la función map se deben ajustar las características físicas del sistema, convirtiendo el rango de distancias medidas, de 27 cm a 6 cm, en un rango de 0% a 100%. 27 representa el nivel vacío, y 6 el nivel lleno de un recipiente. Utilizando constrain limitamos los valores calculados para asegurarse de que no sean menores a 0 ni mayores a 100. Esto evita errores en las mediciones que puedan dar porcentajes fuera del rango esperado.

Problemas en el desarrollo del código y la aplicación móvil para el proyecto:

* Como bien se sabe un requerimiento del proyecto era que este debía de contar con la implementación de un método de comunicación inalámbrica. Nuestro grupo opto por utilizar un módulo BlueTooth para cumplir con este requerimiento, pero a la hora de crear una aplicación con una interface sencilla para móviles que se comunique con dicho módulo nos topamos con un problema. Virtuino.IoT, la aplicación escogida para desarrollar dicha aplicación móvil constaba de una versión gratuita y esta nos limitaba la cantidad de información, botones y grafico que podíamos incorporar en la pantalla. No nos percatamos de ello hasta que ya habíamos escrito casi todo el programa que vincularía el Microcontrolador de Arduino, el módulo Bluetooth y la app de Android. En consecuencia, tuvimos que realizar una investigación si había alguna forma de repararlo si tener que invertir más recursos económicos en el proyecto. Al concluir habíamos encontrado una aplicación similar llamada MIT App Inventor donde no contábamos con las otras limitaciones y que además no era necesario reescribir demasiado el código con el que ya disponíamos. Por ende, determinamos migrar a dicha aplicación.

Problemas en la construcción y ensamblaje de la Planta de ensayo:

* Rugosidad de depósitos.
* Fuerza del motor de mezclado.
* Alimentación de las bombas.
* Alimentación de todo el circuito.
* Timers/clocks superpuestos.
* Envió de datos muy rápido por el módulo bluetooth impidiendo la lectura de datos.
* Disparo de los ultra sonidos.
* Sarro en los motores.

Mejoras:

* Detector de metales: incluir un detector de metales a la salida del mezclador en caso de que alguna parte del sistema se rompa y caiga dentro de la producción.
* Registro de producción: configuraciones predefinidas que agilicen el proceso a su vez de agregar un calendario/cronograma para saber que procesos se realizaron anterior mente.
* Control de temperatura: agregar sensores de temperatura para monitorizar este apartado y agregar algún actuador que nos permita enfriar o calentar los fruido según se considere necesario.

Conclusiones:

Bibliografía:

Anexos:

Añadir: explicación del código con el funcionamiento del proyecto, explicación del funcionamiento de la aplicación y como interactúa con el sistema. Agregar imágenes. Luego se refuerza con el funcionamiento de la aplicación y su estética.