



Universidad Nacional de La Matanza

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Internet of Things

Sistemas embebidos y Android

“Vaso Inteligente”

Integrantes:

Apellido y nombre	DNI
Aranda, Luciana Florencia	35.974.947
Carnovale, Pablo	33.116.185
Pérez, Luis	
Pichetti, Gonzalo	38.347.235

Introducción

El presente informe tiene como objetivo detallar el funcionamiento del proyecto Vaso Inteligente desarrollado para la cátedra de la materia Sistemas Operativos Avanzados de la Universidad Nacional de La Matanza.

Objetivo

El proyecto tiene como objetivo predecir la cantidad de miligramos de alcohol por litro en sangre que una persona sumara a su cuerpo al ingerir una determinada bebida alcohólica contenida en un vaso.

Para ello se utilizan un sensor de alcohol que mide el gas etanol emitido por la bebida y un sensor de distancia para calcular el volumen lleno del vaso. Además, mediante un sensor de temperatura permite obtener la temperatura del líquido.

Instructivo de uso general:

La persona que desea utilizar el Vaso Inteligente, primero debe colocar en el recipiente la bebida alcohólica que va a ingerir y llenar el vaso hasta el nivel indicado. Una vez realizado este procedimiento, debe colocar la tapa girando el recipiente.

Al abrir la aplicación de Android, la persona selecciona de una lista proporcionada por la aplicación, el dispositivo bluetooth incorporado al vaso para realizar la comunicación con el mismo.

Una vez conectado al dispositivo, la Aplicación de Android que fue creada para este dispositivo específicamente le solicita el peso, la estatura y el género de la persona. Luego la persona pulsa calcular, y al cabo de unos segundos el dispositivo Android muestra en pantalla los resultados enviados por el vaso, estos resultados indican la cantidad de miligramos de alcohol por litro de sangre que la persona sumara a su cuerpo para la bebida con la graduación especificada al ingerirla, a la vez el display del dispositivo muestra los mismos resultados.

El sistema enciende a su vez un Led indicando el nivel de temperatura, a mayor intensidad del led, mayor el nivel de temperatura.

Descripción detallada del funcionamiento

Arduino

Inicialmente una persona ingresa un volumen de líquido con contenido alcohólico dentro del vaso inteligente y coloca la tapa. Esta tapa contiene 2 sensores, un sensor de alcohol/etanol (MQ3) y un sensor ultrasónico (HC-SR04).

Un transmisor/receptor bluetooth (HC-06) recibe el peso y el género de la persona.

Automáticamente el dispositivo a través del sensor del alcohol mide el porcentaje de etanol contenido en el aire emitido por la bebida y a través del sensor ultrasónico mide la distancia que hay desde el líquido a la tapa.

Obtenidos estos valores el sistema embebido calcula a partir de las fórmulas explicadas a continuación la cantidad de miligramos de alcohol en sangre que la persona sumara a su cuerpo:

Cálculo de volumen del líquido:

Se explica en un apartado posterior todo el procedimiento para llegar a esta ecuación.

$$\text{Volumen del líquido} = \text{Altura del líquido} * \text{Área del vaso}$$

Cálculo de cantidad de miligramos por litro de sangre:

Inicialmente se obtuvo la siguiente ecuación lineal para calcular el volumen de alcohol contenido en el líquido dentro del vaso. Esta ecuación se explica en un apartado posterior.

Valor del sensor: Obtenido del sensor directamente (Promedio de 10 mediciones)

Volumen de Alcohol (%): Este cálculo se explicará más adelante

Densidad de alcohol: 0.79 gr/ml

Gramos de alcohol en un volumen: $(\text{Volumen del líquido} * \text{Volumen de alcohol} * 0.79) / 100$ (gr)

Alcoholemia en Mujer: $(\text{Gramos de alcohol en un volumen} / \text{Peso de la Persona} * 0.7)$ (mg/L)
--

Alcoholemia en Hombre: $(\text{Gramos de alcohol en un volumen} / \text{Peso de la Persona} * 0.6)$ (mg/L)

Cálculo de la temperatura del líquido:

La temperatura del líquido es obtenida directamente del controlador del sensor sin generar cálculos intermedios.

Resultado

Una vez obtenidos estos valores, el sistema muestra en un display LCD el grado de alcoholemia calculado dependiendo del género elegido y el peso indicado.

Nivel de temperatura

Un led se enciende acorde a la temperatura del líquido, luego de ser obtenida a partir del sensor de temperatura.

Además, se muestran a continuación en el display LCD la temperatura del líquido calculado (en grados centígrados)

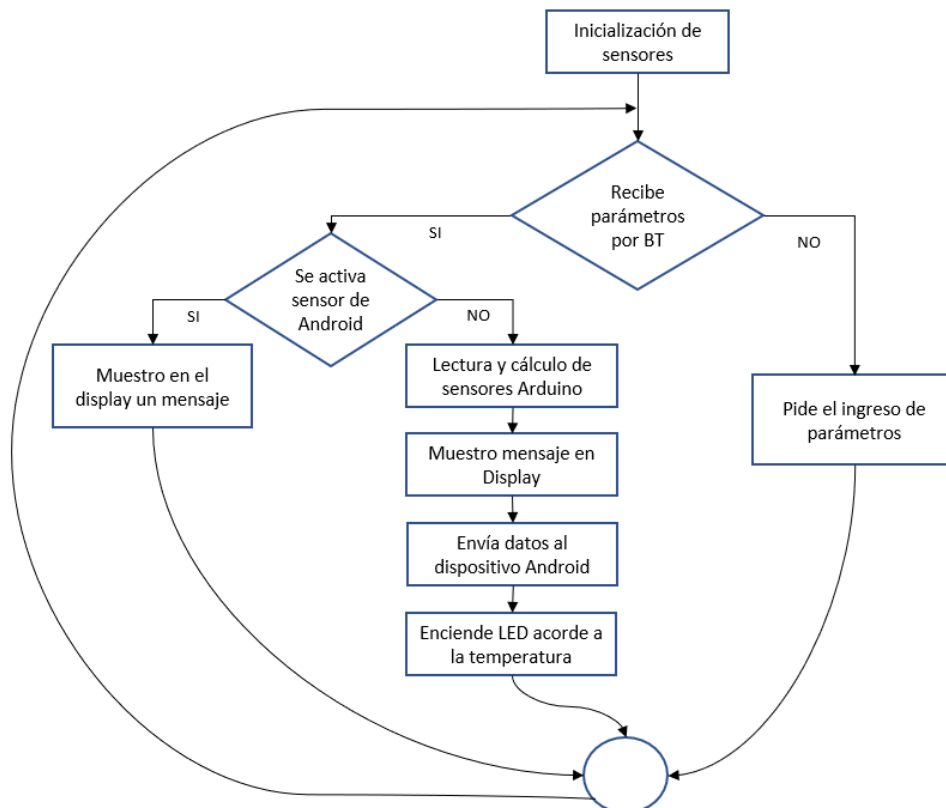
Luego se envía mediante el transmisor/receptor Bluetooth (HC-06) el resultado al dispositivo que envió el peso y el género.

Descripción del código sistema embebido

En este apartado, se explicará brevemente las funciones utilizadas en el código fuente del sistema embebido.

- **getStringDelimitar**: Esta función se encarga de dividir (parsear) los datos enviados desde el dispositivo Android.
- **volumenLiquido**: Esta función realiza el cálculo del volumen del líquido, en base a los datos obtenidos por el sensor ultrasónico.
- **volumenAlcohol**: Esta función realiza el cálculo del volumen de alcohol que posee el líquido contenido en el vaso, en base a un promedio de 10 mediciones obtenidas del sensor de gases y alcohol.
- **temperaturaLiquido**: Esta función devuelve el valor brindado por el sensor de temperatura.
- **setup**: Dentro de esta función se realiza la inicialización del módulo Bluetooth, display, sensor de temperatura y sensor de distancia. También se encuentra la configuración de los pines de entrada y salida.
- **loop**: Se encuentra la lógica principal del funcionamiento, donde utiliza todas las funciones antes mencionadas.

Diagrama de flujo del código:



Android

SplashActivity: Esta activity es la bienvenida al sistema.

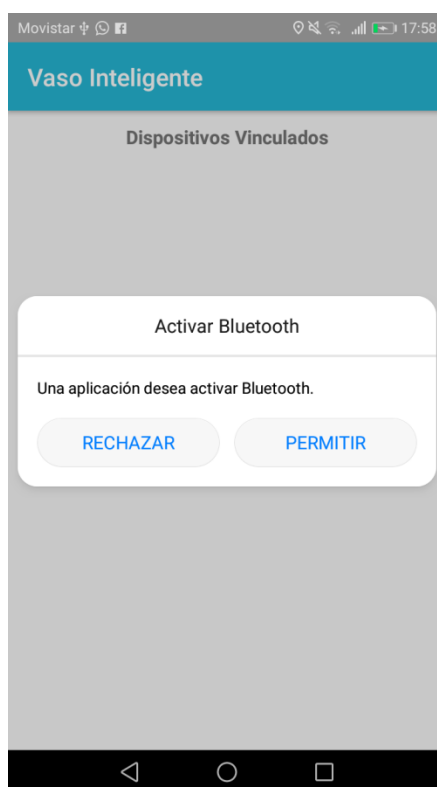
MainActivity: Esta activity realiza la conexión con el dispositivo bluetooth. Si el dispositivo esta deshabilitado solicita habilitación mediante un cuadro de dialogo. Una vez seleccionado el dispositivo, ésta envía a la siguiente activity la dirección MAC del dispositivo.

ParamActivity: Esta activity solicita al usuario el peso, estatura y género. A su vez abre un socket para enviarle al dispositivo bluetooth del sistema embebido los datos cargados por el usuario y mediante un manejador espera la respuesta del mismo. Una vez que el dispositivo responde, dispara una nueva activity que muestra los resultados.

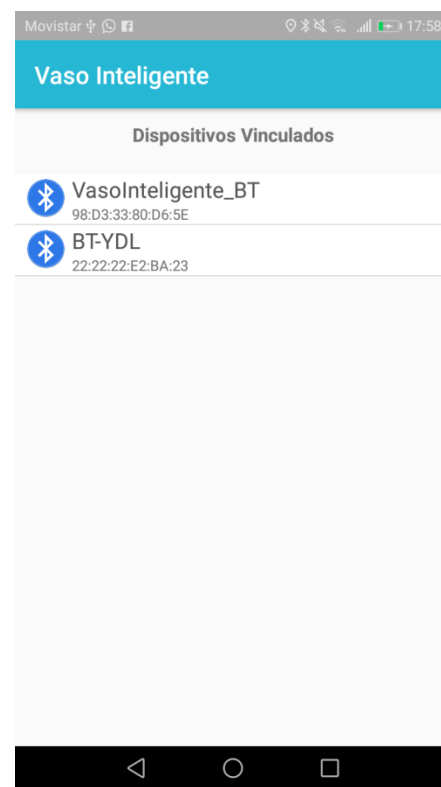
ResultActivity: Esta activity muestra los resultados generados por el sistema embebido. Al hacer click sobre el botón “Salir” vuelve a comenzar el proceso desde **SplashActivity**.



Splash Activity



MainActivity



MainActivity

Movistar 17:58

Vaso Inteligente

Ingrese su peso

Ingrese su estatura en centímetros

Genero

☐ Masculino

☒ Femenino

CALCULAR

ParamActivity

Movistar 17:59

ActivityDos

Resultado

Al beber el contenido que se encuentra depositado en el vaso, sumaras a tu graduacion alcoholica de:

 **3.95 mg**

El volumen y cantidad de la bebida en el vaso es de:

 **56.67 ° / 396.84 ml**

La temperatura del liquido es de:

 **12.00 °C**

SALIR

ResultActivityv

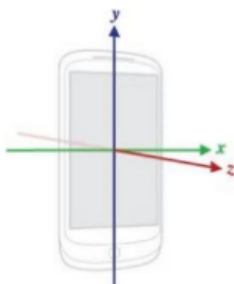
Sensores utilizadosAndroid

Para trabajar con los sensores, utilizamos el Sensor Framework. Éste nos brinda las siguientes clases:

- SensorManager
- Sensor
- SensorEvent
- SensorEventListener

Sensor Acelerómetro

La pantalla principal (paramActivity) se encuentra sujeta a los cambios que se detecten en el sensor, permitiendo que, al detectar cierto movimiento muestre en el display de Arduino un mensaje con la leyenda “Shake”.



Sensor Proximidad

La pantalla principal (paramActivity) se encuentra sujeta a los cambios que se detecten en el sensor, permitiendo que, al detectar cierta proximidad sobre el dispositivo móvil muestre en el display de Arduino un mensaje con la leyenda “Proximidad”.



Sensor Luz

La pantalla principal (paramActivity) se encuentra sujeta a los cambios que se detecten en el sensor, permitiendo que, al detectar cierta disminución de luz muestre en el display de Arduino un mensaje con la leyenda “Luminosidad”.

Diagrama de Conexiones

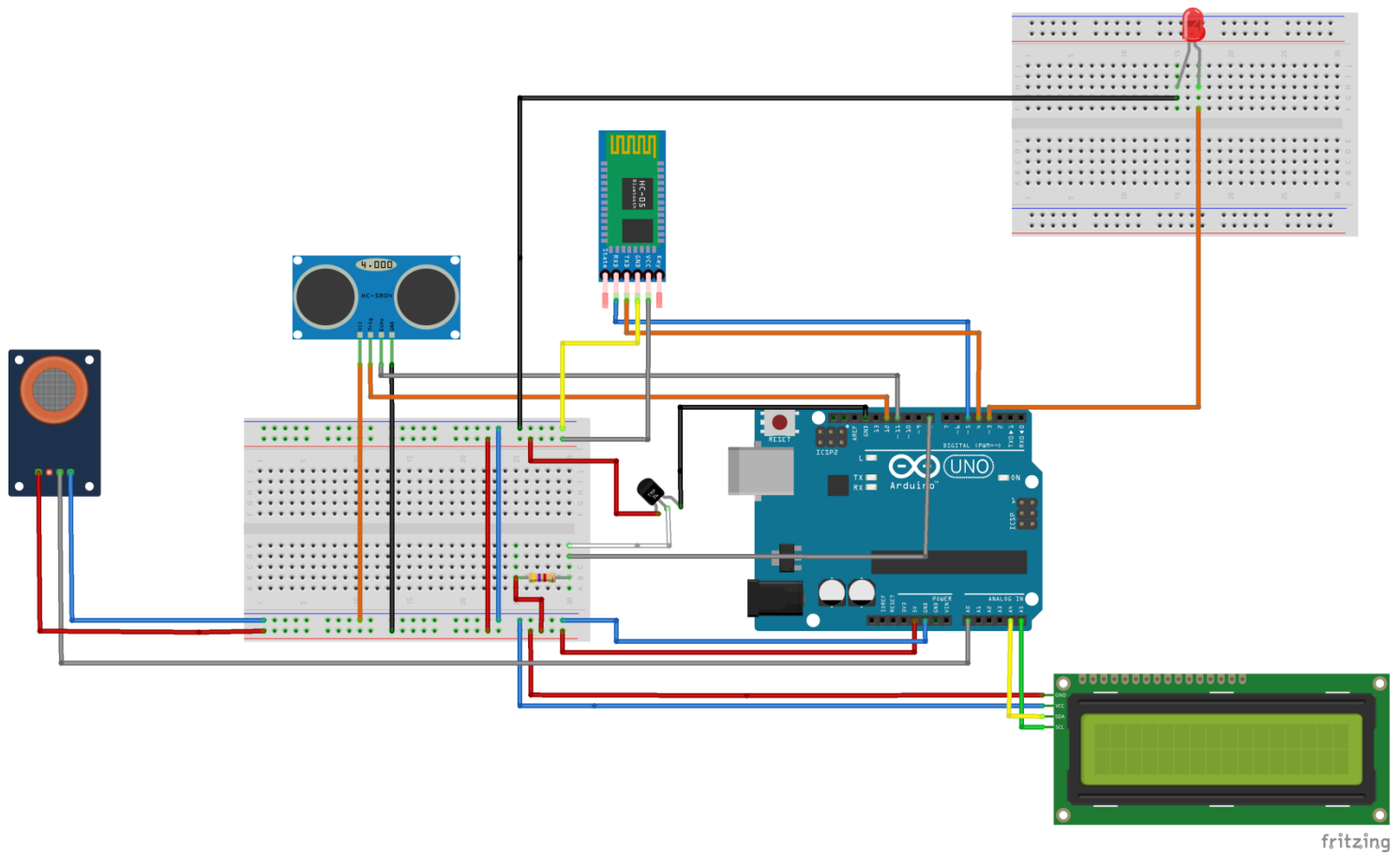


Diagrama de Componentes

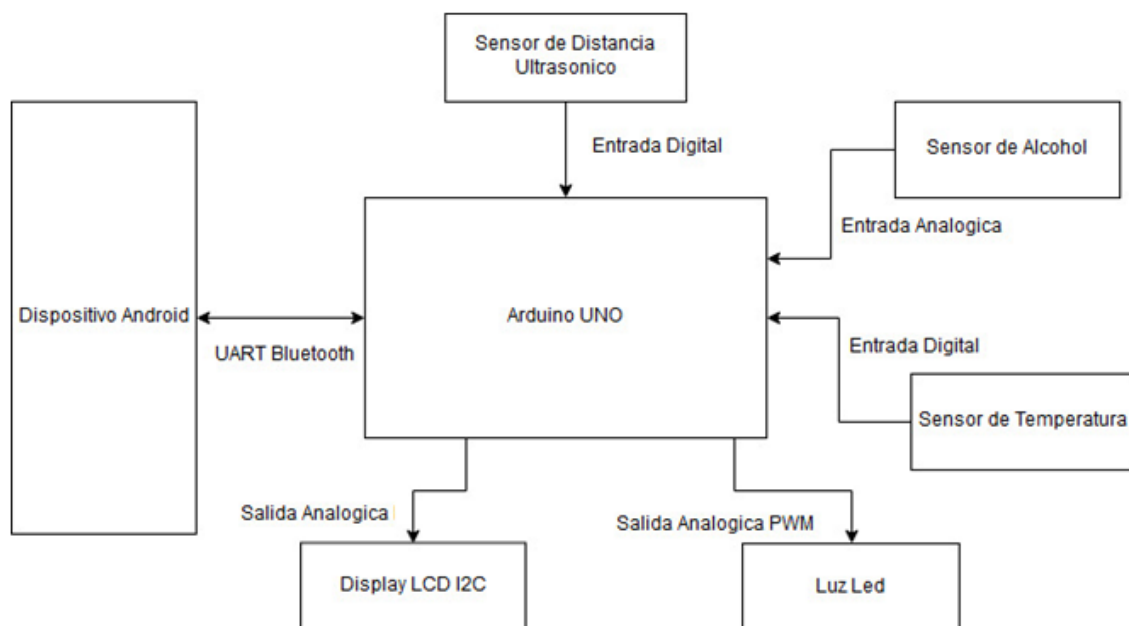


Diagrama en bloques Funcional

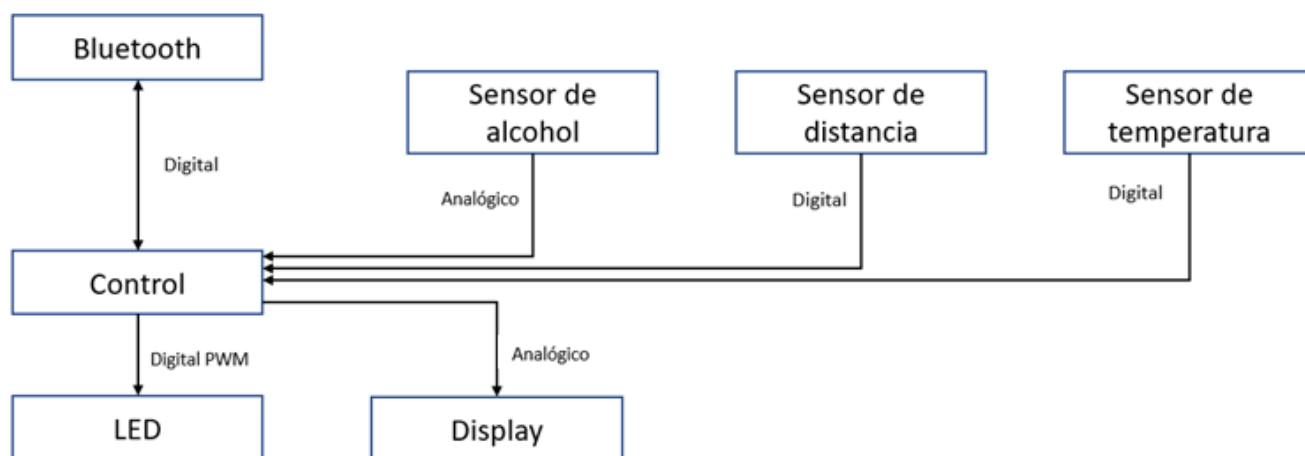


Diagrama en bloques Físico

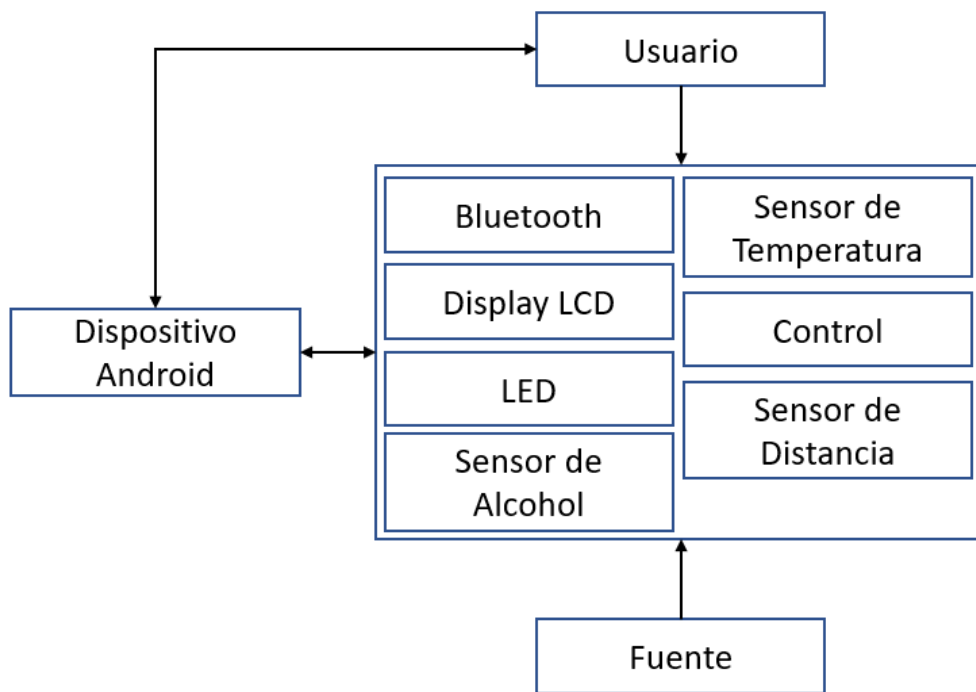
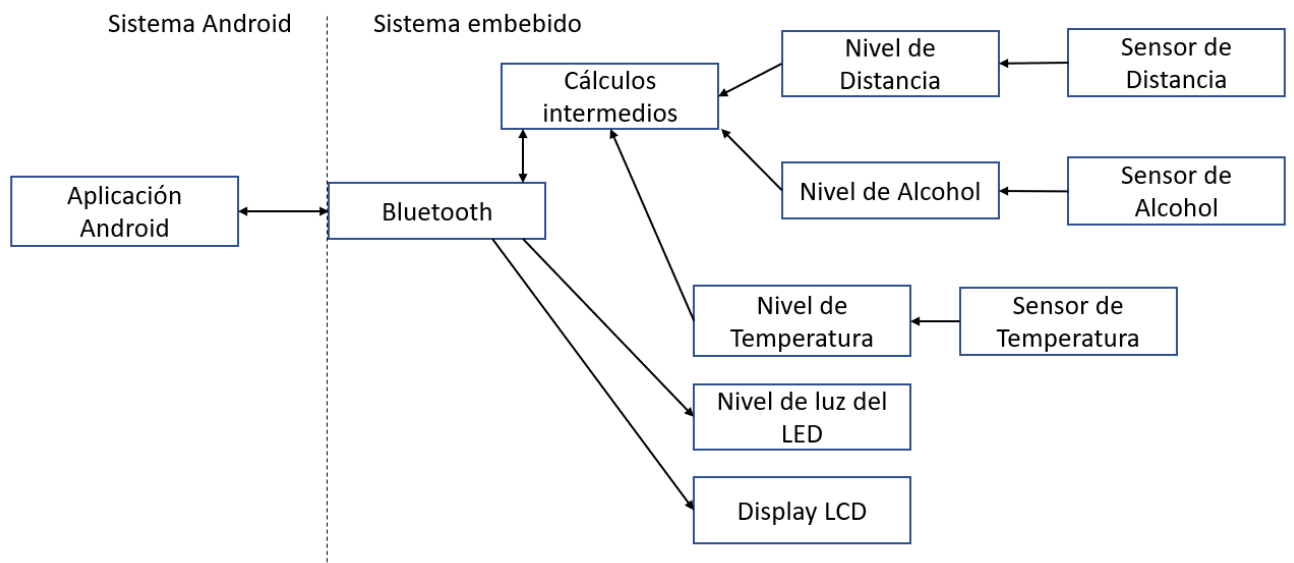


Diagrama en bloques Lógico



Detalle de los componentes utilizados

Sensor de Alcohol MQ-3:

Este sensor detecta la concentración de alcohol en aire. Simplemente se conecta a una entrada analógica de un microcontrolador como Arduino y podremos medir la concentración de alcohol.

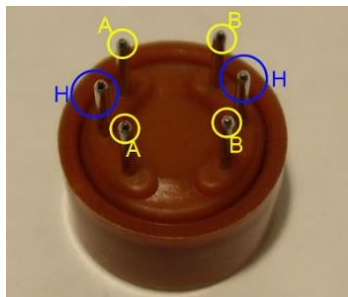
Características

- Alimentación: 5Vdc
- Integrado amplificador LM393 con ganancia variable mediante potenciómetro.
- 2 pines de salida (salida analógica y salida de nivel TTL).
- Salida de nivel TTL válida de bajo nivel, se puede conectar directamente al microcontrolador.
- Salida analógica de 0 ~ 5 V , el voltaje más alto equivale a una concentración más alta.
- Condiciones de trabajo: Temperatura ambiente: -10°C a 65°C Humedad: ≤95% RH
- Condiciones estándar de trabajo: Temperaturas 20°C ± 2°C Humedad 65%±5% RH
- Detecta concentraciones que van de los 0.05ml/L a los 10mg/L de alcohol.
- Para que funcione correctamente con el alcohol se recomienda una RL o resistencia de carga de 200 K Ohms (En el caso de no contar con el LM393)

Funcionamiento

Dentro del sensor, se encuentra un pequeño tubo. Este microtubo cerámico está compuesto por óxido de aluminio y una capa sensible de dióxido de estaño. Interiormente contiene una bobina que calienta este microtubo para su correcto funcionamiento ocasionando mayor sensibilidad para la detección de gases.

Básicamente, tiene 6 pines, la tapa y el cuerpo. Aunque a pesar de que tiene 6 pines, se suelen utilizar sólo 4 de ellos. Dos de ellos son para el sistema de calefacción, lo que marco como H y los otros 2 son para la conexión de alimentación y de tierra, que están marcados como A y B.



Al entrar en contacto con el Etanol (aunque también detecta otros gases como el Benceno) el sensor varía la resistencia del circuito aumentando o disminuyendo y esto permite detectar la presencia del gas.



Sensor de Distancia HC-SR04:

Este sensor posee un emisor y un receptor de ultrasonidos que trabajan a una frecuencia de 40KHz (una frecuencia inaudible para las personas).

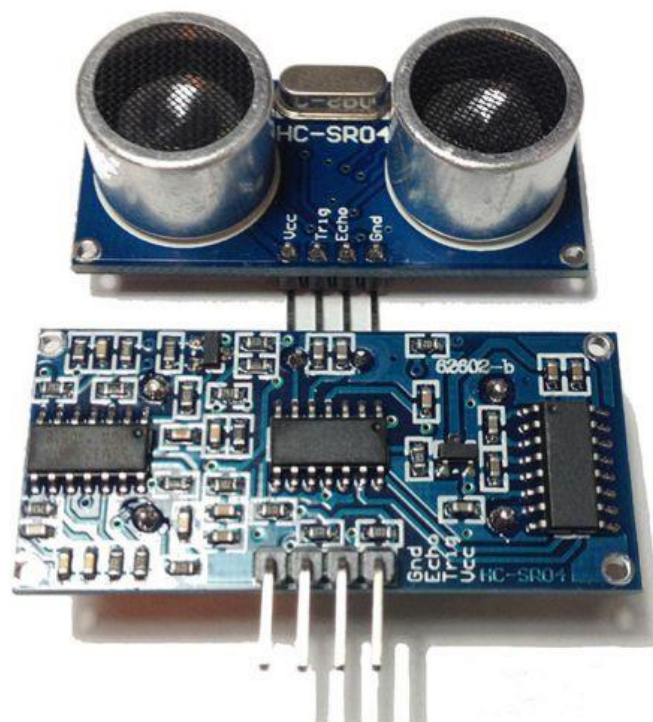
Características:

Características	
Alimentación	+5v DC
Frecuencia de trabajo	40 KHz
Consumo (suspendido)	< 2mA
Consumo (trabajando)	15mA
Ángulo efectivo	< 15°
Distancia	2cm a 400cm *
Resolución	0.3 cm

*A partir de 250cm la resolución no es buena

Forma de conexión

Este sensor consta de 4 pines, alimentación (Vcc), un disparador (Trig), el receptor (Echo) y masa (GND). Para el correcto funcionamiento del sensor es necesario el conectar estos 4 pines.

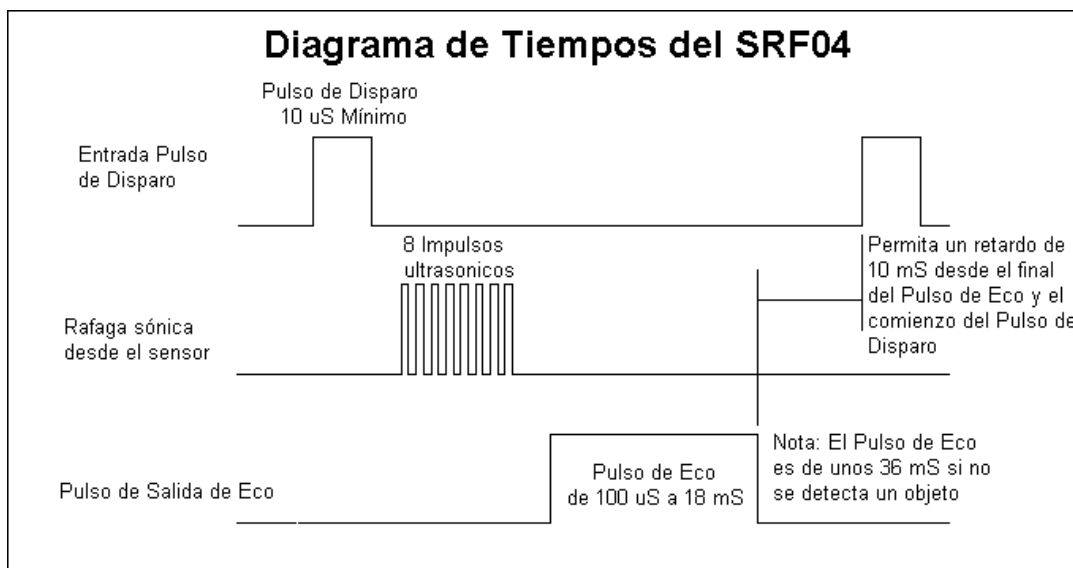


Funcionamiento:



El sensor SRF04 funciona emitiendo impulsos de ultrasonidos inaudibles para el oído humano. Los impulsos emitidos viajan a la velocidad del sonido hasta alcanzar un objeto, entonces el sonido es reflejado y captado de nuevo por el receptor de ultrasonidos.

Luego de emitir un pulso de inicio de 10 μ s, lo que hace el controlador incorporado es emitir una ráfaga de 8 impulsos y a continuación comienza a contar el tiempo que tarda en llegar el eco. Este tiempo se traduce en un pulso de eco de anchura proporcional a la distancia a la que se encuentra el objeto.



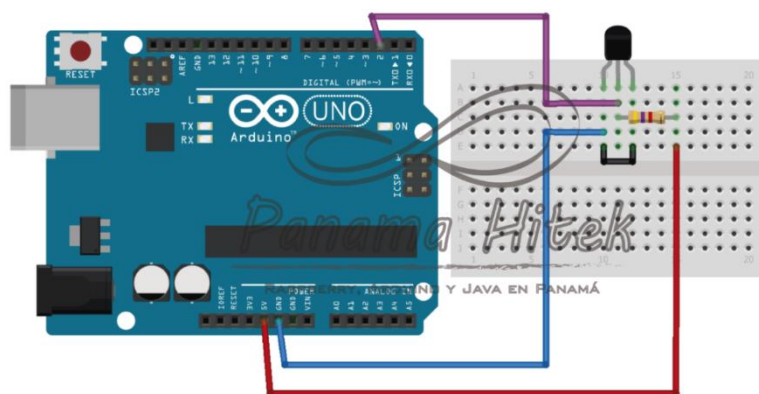
Luego mediante la ecuación $D = V * T$ sabiendo que el pulso viaja a la velocidad del sonido (340m/s) puede obtenerse la distancia del objeto al sensor.

Sensor de Temperatura DS18B20:

El sensor de temperatura DS18B20 es un dispositivo que se comunica de forma digital. Cuenta con tres terminales, los dos de alimentación y el pin “data”.

Utiliza la comunicación OneWire, que se trata de un protocolo especial que permite enviar y recibir datos utilizando un solo cable, a diferencia de la mayoría de los protocolos que requiere dos vías.

Forma de conexión:



Características:

- Es un termómetro digital de alta precisión, entre 9 y 12 bits de temperatura en grados Celsius (el usuario puede escoger la precisión deseada).
- Su temperatura operativa se encuentra entre -50 y 125 grados Celsius. La precisión, en el rango comprendido entre -10 y 85 grados es de ± 0.5 grados.
- Para temperaturas entre -10°C y 85°C podemos tener $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de error. Para el resto de las temperaturas entre -55°C y 125°C el error es de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Su precio es económico, su interfaz de funcionamiento es sencilla y su uso es muy provechoso para proyectos que requieran mediciones precisas y confiables.
- Para más información, consultar la hoja de datos(Datasheet) del dispositivo (está en inglés): <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- Se puede escoger entre el modelo sumergible y los modelos para uso en placas de circuitos.

Display LCD I2C:

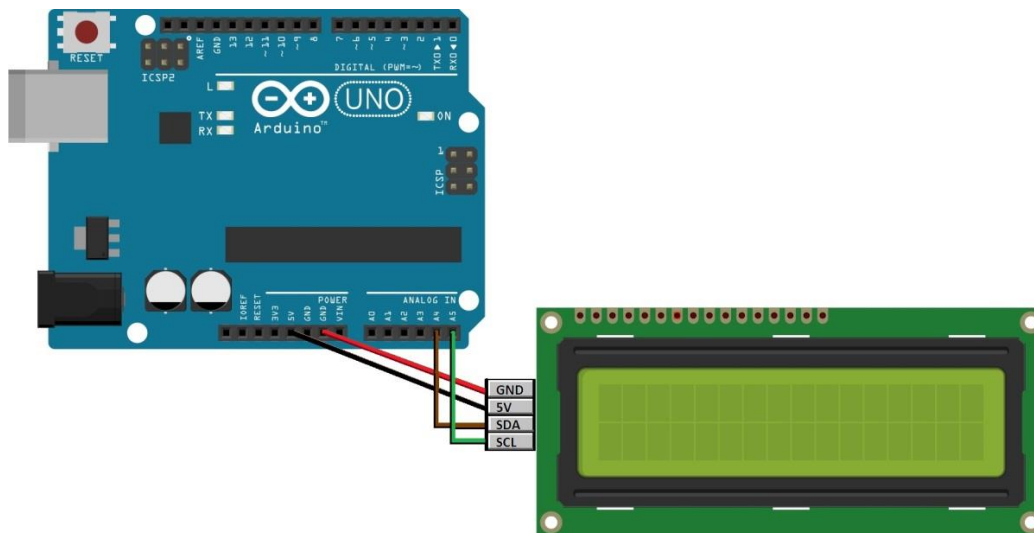
El módulo I2C LCD es un display de 2 líneas por 16 caracteres. Consta de 4 pines: alimentación (Vcc), masa (GND), transmisión de datos (SDA) y reloj asincrónico que indica cuando leer los datos (SCL).

Para el manejo del display, utiliza dos librerías: “LiquidCrystal_I2C” y “Wire”.

Características:

Especificaciones	
Rango de direcciones I2C	2 líneas de 16 caracteres
Tensión de funcionamiento	5 Vdc
Luz de caracteres	Blanco
Contraste	Ajustable por potenciómetro
Tamaño	80mm x 36mm x 20mm
Área visible	66mm x 16mm

Forma de conexión:



Módulo Bluetooth HC-06:

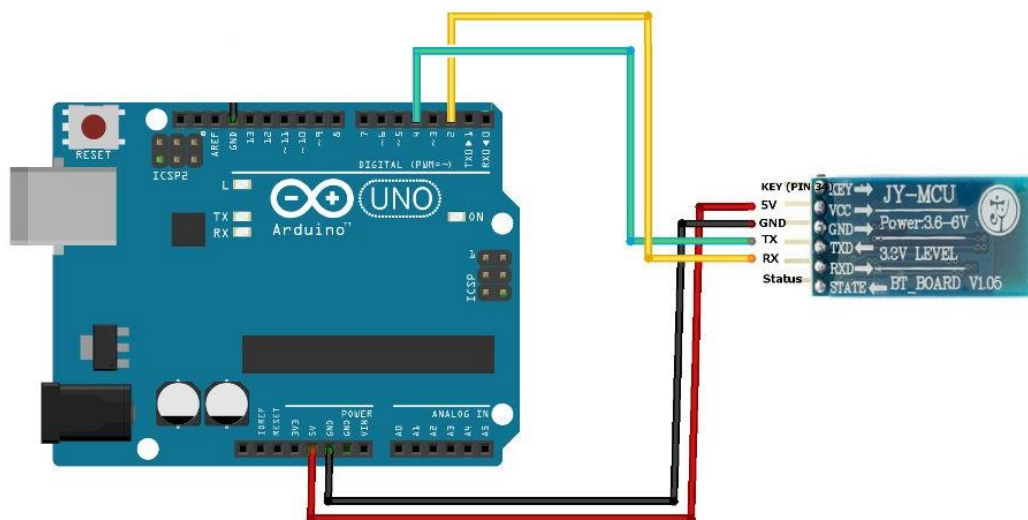
El módulo HC-06 es un dispositivo bluetooth que actúa únicamente como esclavo, y dispone de 4 pines: alimentación (VCC), masa (GND), transmisión de datos (TX) y recepción de datos (RX).

Este módulo posee un led que indica el estado en el que se encuentra. Si este led parpadea, significa que ningún dispositivo está vinculado a él. Cuando un dispositivo se conecta al módulo, la luz del led quedará fija y es la forma de saber si hay conexión o no.



Arduino posee un soporte incorporado para comunicación serial en los pines 0 y 1. Es por esto que utilizamos la librería “SoftwareSerial” que permite la comunicación serial (transmisión y recepción) en otros pines digitales del Arduino.

Forma de conexión:



Sensores, ecuaciones y funciones

Función para obtener el volumen de alcohol:

Para generar la función con la cual se obtiene el volumen de alcohol contenido en el recipiente se tomó el valor mínimo y máximo que el sensor de alcohol puede medir en un ambiente ideal a 21°C.

El sensor comienza a funcionar de forma estable con un tiempo de precalentamiento de 24 horas.

Estas pruebas se realizaron con el sensor recientemente prendido, debido a que la idea es hacer un dispositivo que funcione en el momento que se enciende. Para solucionar el inconveniente de la estabilidad, se calcula un promedio de 10 mediciones para obtener la ecuación que permite obtener el volumen de alcohol.

Las mediciones se realizaron en base a 3 bebidas alcohólicas con distinto porcentaje de volumen de alcohol en cada una de ellas, obteniéndose los valores de la siguiente tabla para obtener la mejor precisión, ya que el sensor dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad se comporta de manera distinta:

Topes	Valor del sensor	Volumen de Alcohol	Descripcion
Minimo	130	0	Vaso Vacio - Aire Puro
	290	5	Cerveza de graduacion 5%
	320	14	Vino de Graduacion 14 %
Maximo	430	100	Alcohol Puro

A partir de estas mediciones se tomó la decisión de definir como tope mínimo el valor de 130 en la lectura del sensor y como valor máximo 430.

Se obtuvo a partir de esta tabla, un gráfico de función por tramos o partes dividida en 3 rectas, donde puede verse en el eje **X** el valor medido, y en el **Y** el % de volumen alcohólico contenido en la bebida:



La función resultante para el cálculo del volumen de alcohol en el líquido es:

$$f(x) = \begin{cases} (x - 130) \frac{5}{160} & 0 \leq x \leq 290 \\ (x - 290) \frac{9}{30} + 5 & 290 < x \leq 320 \\ (x - 320) \frac{86}{110} + 14 & 320 < x \leq 430 \end{cases}$$

Ecuación para obtener el porcentaje de temperatura

El sensor de temperatura DS18B20 capta temperaturas en el rango de -55°C a 125°C, tomando como porcentaje 0% de temperatura a -55 y como 100% a 125 se obtiene la siguiente ecuación para calcular el porcentaje de temperatura:

$$\text{PorcentajeTemp} = (\text{Valor Sensor} + 55) * (0.5)$$

Ecuación para obtener el nivel PWM del Led:

A partir del porcentaje de temperatura se obtiene la salida PWM del dispositivo

Valor Mínimo:

Valor mínimo de la salida PWM = 0

Valor Máximo:

Valor máximo de la salida PWM = 255

$$\text{SalidaPWM} = \text{Redondear}((\text{PorcentajeTemp}) * (2.55))$$

Ecuación para obtener el volumen en mililitros del líquido en el vaso:

AlturaVaso: 13.5 cm (Valor constante)

Distancia del sensor al líquido: Obtenida a partir del sensor ultrasónico.

Altura del líquido: (Altura del Vaso - Distancia del sensor al líquido)

Diámetro del vaso (Cilíndrico): 7.5cm (Valor constante)

Área del vaso: $\pi * (\text{Radio del Vaso})^2$

$$\text{Volumen del líquido} = \text{Altura del líquido} * \text{Área del vaso}$$

Materiales utilizados

Hardware:

- Placa Arduino UNO
- 2 Protoboard
- Sensor de Gases y Alcohol MQ-3
- Sensor Ultrasónico HC-SR04
- Modulo Bluetooth HC-06
- Resistencia de 4.7 K Ohms
- Sensor de Temperatura DS18B20
- Display LCD I2C (16X2)
- Led

Software:

- Liberia LiquidCrystal_I2C.h (Display LCD I2C)
- LibreríaDallasTemperature.h (Sensor DS18B20)
- LibreríaSoftwareSerial.h (Modulo HC-06)
- Android Studio
- Arduino
- Fritzing

Materiales:

- Vaso
- Tapa a rosca
- Botella de Alcohol Etílico al 96%