

**MANUAL DE USO Y
ENSAMBLAJE**

**SISTEMA DE BAJO
COSTO PARA
ALERTA
TEMPRANA DE
DESLIZAMIENTOS**

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION CIENCIAS DE LA INGENIERIA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



MANUAL DE USO Y ENSAMBLAJE

**SISTEMA DE BAJO
COSTO PARA ALERTA
TEMPRANA DE
DESLIZAMIENTOS**

AUTORES

ING. MARIO CIFUENTES JACOBS

ERICK DAVID LOPEZ QUIJIVIX

CARLOS EDUARDO BATZ TZUL

Contenido

CONCEPTOS	1
SISTEMA DE BAJO COSTO PARA ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTOS	3
DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS	5
Arduino Mega 2560 Pro	5
Especificaciones Técnicas del Arduino Mega 2560 pro	6
Módulo Wi-fi ESP8266	6
Especificaciones Técnicas Modulo Wifi ESP8266	7
Módulo Acelerómetro MPU-6050	8
Especificaciones técnicas modulo acelerómetro MPU6050	9
Sensor de Lluvia FC-37	9
Especificaciones técnicas de sensor de lluvia FC-37	10
Sensor de humedad de suelo YL-69	10
Especificaciones técnicas del sensor de humedad del suelo YL-69	12
CONEXIÓN	12
Conexión Módulo Acelerómetro MPU-6050	13
Conexión Sensor de Lluvia FC-37	16
Conexión Sensor de Humedad YL-69	18
Conexión Modulo Wi-Fi ESP8266	20
Grafica de conexión del sistema de alerta temprana de deslizamientos	22
PROGRAMACIÓN	23
PRESUPUESTO	24
REFERENCIAS	25
ACERCA DE	25

CONCEPTOS

Deslizamiento

Un deslizamiento (*landslide* en inglés) se define como un “*movimiento perceptible ladera abajo de una masa relativamente seca de tierra, roca o de una mezcla de ambas a través de un mecanismo de deslizamiento o desprendimiento*” (Sharpe,1938). Pero han habido una serie de confusiones en el correcto empleo de la terminología usada en este tema, ya que la traducción del inglés al español no es la adecuada por ello han existido términos como: movimiento de remoción de tierra (*Mass movement*) el cual significa el movimiento originado bajo la influencia de la gravedad y sin empleo de transporte alguno, transporte de una masa (*Mass transport*) este término considera el material transportado por agentes como el agua, el aire y el hielo Peck(1894).

Arduino

Es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

El arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que pueden grabar instrucciones, las cuales las escriben en lenguaje de programación que se puede utilizar en Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.

Hardware libre

Son los dispositivos cuya especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que Arduino ofrece las bases para cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas

Software libre

Programas informáticos cuyo código es accesible por cualquiera para que quien quiera pueda utilizarlo y modificarlos. Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades.

Thingspeak

XXXXXXXXXXXX

SISTEMA DE BAJO COSTO PARA ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos de tierra es un movimiento por la gravedad del suelo o la pendiente de la roca que puede causar daños al área circundante. Se han reportado muchos daños y fallas estructurales causadas por deslizamientos de tierra a lo largo de los años, por lo que los esfuerzos para medir y monitorear el potencial de deslizamientos de tierra son esenciales para la seguridad humana y la infraestructura con el objetivo de proteger a los civiles.

El sistema de alerta temprana de deslizamientos consta de la medición correspondiente de una serie de sensores, los cuales son: el sensor de humedad del suelo (YL-69 Hygrometer Sensor) la cual gracias a la medición de resistividad por medio de dos sondas colocadas a una determinada profundidad dentro del suelo del área a medir podremos conocer datos de la cantidad de humedad presente, el sensor de lluvia (FC-37 Rain Sensor) como su nombre menciona podremos obtener datos de la presencia de lluvia la cual funciona por medio de la medición de resistencia presente en una placa la cual a su vez estará expuesta a la lluvia en tiempo real, el acelerómetro MPU6050 (accelerometer mpu 6050) con este dispositivo podremos detectar mediciones de vibraciones al momento de ser colocado en la superficie del suelo del área a medir esto es gracias a sus componentes internos los cuales por medio de muelles podremos conocer la existencia de una variante al momento en un determinado instante.

El uso de tres sensores proporciona una medición de variantes importantes para la activación de un deslizamiento como es la saturación del agua presente en el suelo, la humedad en este, entre otros factores. Con la ayuda del arduino Mega 2560 Pro podemos procesar e interpretar los datos obtenidos por los distintos sensores antes mencionados, los cuales utilizan códigos en lenguaje C++ y con la ayuda de Arduino IDE podemos realizar variantes en estos códigos de programación para ajustarse a las necesidades del usuario.

Para conocer los datos ya procesados por el Arduino mega 2560 se utilizará el modulo Wifi (ESP9266 WIFI Transceiver Module) el cual este a su vez mandara los datos a la Nube por medio del software Thingspeak el cual es a código abierto que permitirá comunicarse con dispositivos habilitados para internet. Facilitando el acceso a los datos y registro de datos al proporcionar una API tanto a los dispositivos como a los sitios web de redes sociales. El usuario obtendrá los datos a monitorearse en tiempo real, el cual tendrá como objetivo el control y registro de estos datos proporcionados. En el diagrama 1 se podrá observa un diagrama de bloques la cual podremos observar el funcionamiento interno del sistema de alerta temprana de deslizamientos.

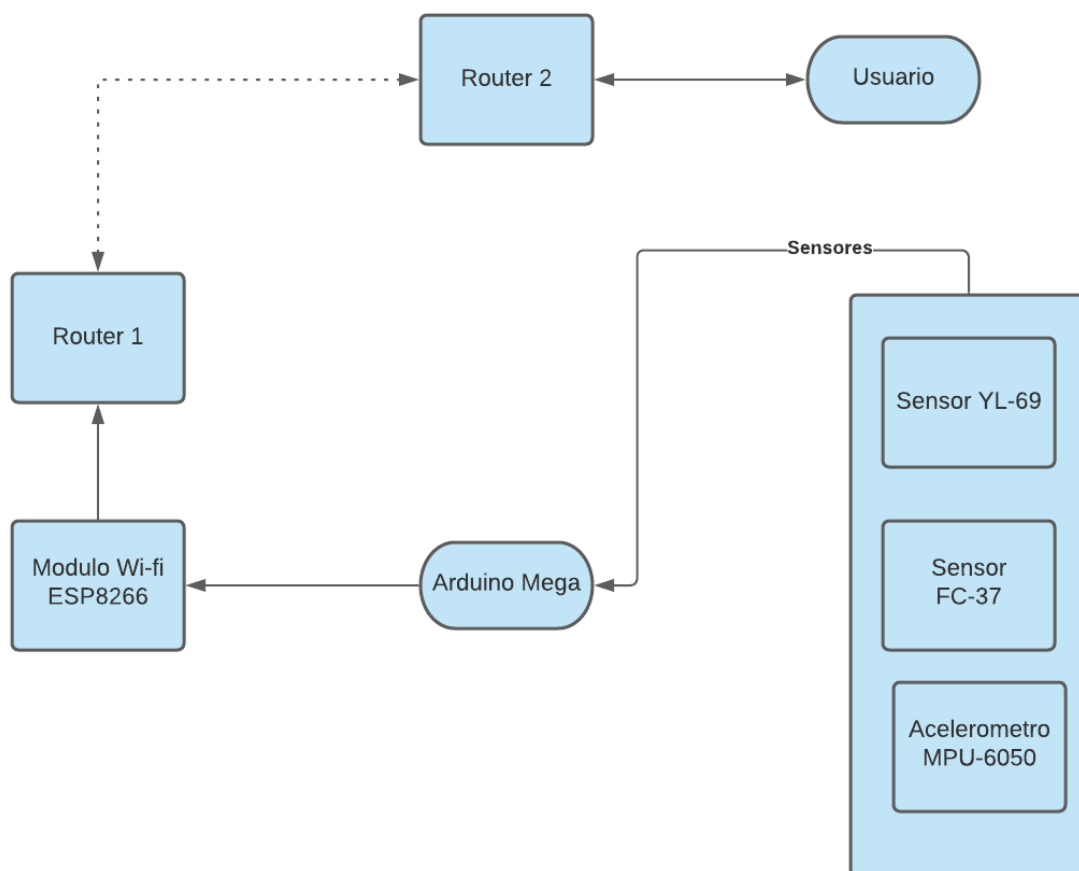


Diagrama 1: Sistema de bajo costo para alerta temprana de deslizamientos

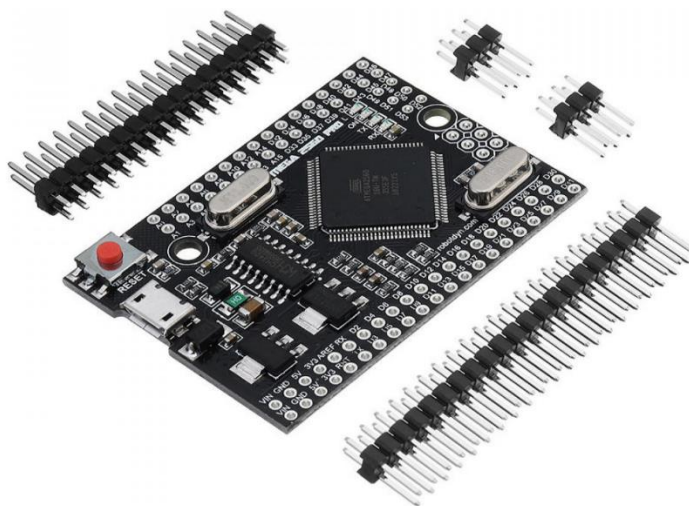
Fuente: Elaboración propia

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

El sistema de alerta temprana de deslizamientos consta de una unidad de campo dicha unidad constituye de distintos sensores además del Arduino mega pro y del módulo Wi-fi los cuales funcionan gracias al suministro de corriente directa proporcionada por un Power-Bank

Arduino Mega 2560 Pro

El Arduino Mega es el modelo más potente de Arduino, aunque es posible que tenga que sacrificar algo de espacio. De todos los modelos, es la cuenta con más RAM. Respecto a las propiedades eléctricas es muy similar a la placa Arduino uno. La placa Mega 2560 es una placa electrónica basada en el Atmega2560. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un conector ICSP, y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o a la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar. La placa Mega 2560 es compatible con la mayoría de los shield para Uno y las placas anteriores Duemilanove o Diecimila.



Arduino Mega 2560 Pro

El Mega 2560 es una actualización del Arduino Mega, al que sustituye.

Especificaciones Técnicas del Arduino Mega 2560 pro

Microcontrolador	ATmega2560
Tensión de trabajo	5V
Tensión de entrada limite	6-20V
Pines digitales I/O	54 (15 proporcionan salida PWM)
Pines de entradas analogicas	16
DC Corriente por Pin I/O	20mA
DC Corriente por Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256KB (8KB de uso para bootloader)
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad de reloj	16MHz
Largo	101.52mm
Ancho	53.3mm
Peso	32g

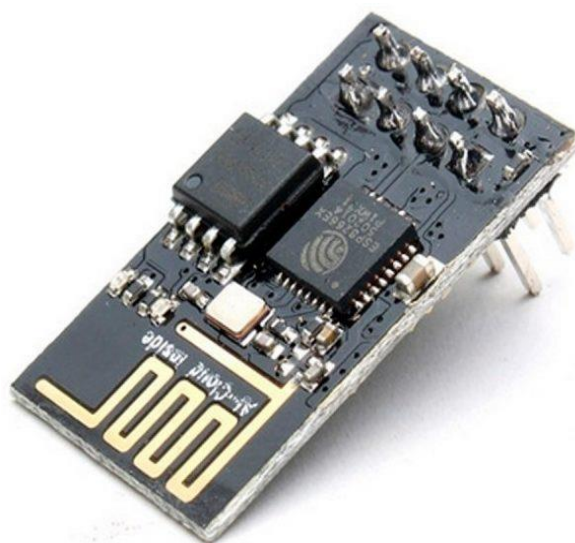
Advertencia

El 2560 mega tiene un polyfusible reajutable que protege a los puertos USB de su ordenador desde cortocircuitos y sobrecorriente. Aunque la mayoría de los ordenadores establecen su propia protección interna, el fusible proporciona una capa adicional de protección. Si circulan más de 500 mA por el puerto USB, el fusible interrumpirá automáticamente la conexión hasta que se repare el cortocircuito o se elimine la sobrecarga.

Módulo Wi-fi ESP8266

El módulo ESP8266 es una placa de desarrollo de bajo costo, para la creación rápida de prototipos. Alimentado por una fuente de 3.3V. Las aplicaciones se pueden desarrollar en esta placa a través de Arduino IDE o ESPlorer basado en Lua. Debido a los sectores a los que va enfocado, wereables, dispositivos del IoT y móviles.

El modulo WiFi es un transceptor WiFi basado en el ESP8266 que permite dotar de conectividad Wifi al proyecto de forma fácil y económica. Establecer conectividad con internet no es un problema con la ayuda del sistema SoC (System on chip) ESP8266, un chip altamente integrado diseñado para la necesidad de un mundo conectado. Integra un potente procesador con arquitectura de 32bits y conectividad WiFi. Ofrece una completa y autocontenida solución de conectividad WiFi, permitiéndole trabajar como host de aplicaciones o descargar la carga de comunicaciones de otro procesador.



Modulo Wifi Esp8266

Especificaciones Técnicas Modulo Wifi ESP8266

Tension de alimentación	3.3V
Tamaño de Memoria Flash	1MB
Dimensiones	25mm x 15mm x 1mm
Protocolos soportados	802.11 b/g/n
Soporte de Red	2.4 Ghz
Banda	2400 Mhz
Modos de funcionamiento	AP, STA, STA+AP
Procesador integrado	32 Bits
Consumo en modo de baja energia	10uA

Potencia de salida	0.15 W
--------------------	--------

Stack TCP/IP integrado

WiFi direct (P2p), Soft Access Point

PLL, reguladores y unidades de manejo de energía integrados.

Advertencia:

El módulo trabaja a 3.3V por lo que **NO** se debe alimentar con 5V. Se recomienda colocar un capacitor de 100uF en paralelo con la fuente de alimentación. Posee leds indicadores de alimentación y pin de comunicación.

Módulo Acelerómetro MPU-6050

EL módulo Acelerómetro MPU tiene un giroscopio de tres ejes con el que se medir velocidad angular y un acelerómetro también de 3 ejes con el que se puede medir los componentes X, Y y Z de la aceleración.

La dirección de los ejes está indicada en el módulo el cual hay que tener en cuenta para no equivocarnos en el signo de las aceleraciones.



Modulo acelerómetro MPU-6050

Este módulo es una unidad de medición inercial o IMU(Inertial Measurment Units) con seis grados de libertad (DoF). Esto es gracias a los sensores de tipo acelerómetro de tres ejes que implementa para trabajar. La comunicación del módulo es por I2C, esto le permite trabajar con la mayoría de microcontroladores. Los pines SCL y SDA tienen una resistencia pull-up en placa para una conexión directa al microcontrolador o Arduino.

Especificaciones técnicas modulo acelerómetro MPU6050

Sensor	MPU
Voltaje de operación	3V/3.3V-5V DC
Grados de libertad (DoF)	6
Rango Acelerómetro	2g/4g/8g/16g
Rango Giroscopio	250 Grad/seg, 500 Grad/seg, 1000 Grad/seg, 2000 Grad/seg
Sensibilidad Giroscopio	131 LSBs/dps
Interfaz	12C
Conversor AD	16 Bits (salida digital)
Dimensiones	2 cm X 1.6 cm x 0.3 cm

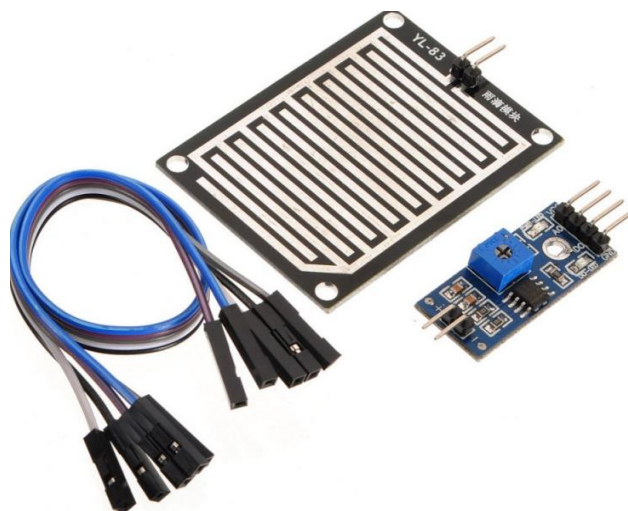
Sensor de lluvia FC-37

Sensor de alta sensibilidad constructivamente sensores sencillos. Se dispone de dos contactos, unidos a unas pistas conductoras entrelazadas entre si a una pequeña distancia, sin existir contacto entre ambas. Al depositarse agua sobre la superficie, se pone en contacto eléctrico ambos conductores, lo que puede ser detectado por un sensor. Realiza la medición con el comparador LM393, que permite obtener la lectura tanto como un valor analógico como de forma digital cuando se supera un cierto umbral, que se regula a través de un potenciómetro ubicado en la propia placa.

La salida digital se activa cuando el valor de humedad supera un cierto valor, que se puede ajustar mediante el potenciómetro. Por tanto, obtendremos una señal LOW en ausencia de lluvia y HIGH con presencia de lluvia. Los valores analógicos medidos varían desde 0 para una placa totalmente empapada, a 1023 para una placa totalmente seca.

Recomendaciones:

Al usar el sensor en ambientes expuestos al exterior, asegurarse de proteger los contactos y partes eléctricas del circuito, y exponiendo únicamente la placa FC-37. De lo contrario se puede provocar un cortocircuito y dañar alguno de los componentes eléctricos.



Sensor de lluvia FC-37

Especificaciones técnicas de sensor de lluvia FC-37

Modelo	YL-38
Chip comparador	LM393
Volteaje de operación	3.3V - 5V
Voltaje de salida	0V – 4.2V
Salida digital de comparador	TTL
Corriente de operación	15mA
Dimensiones PCB YL-38	32mm x 14mm
Dimensiones Celda FC-37	5mm x 4mm
Superficie Niquelada resistente a la oxidación	
Potenciómetro para ajustar el umbral de activación del pin digital	

Sensor de humedad de suelo YL-69

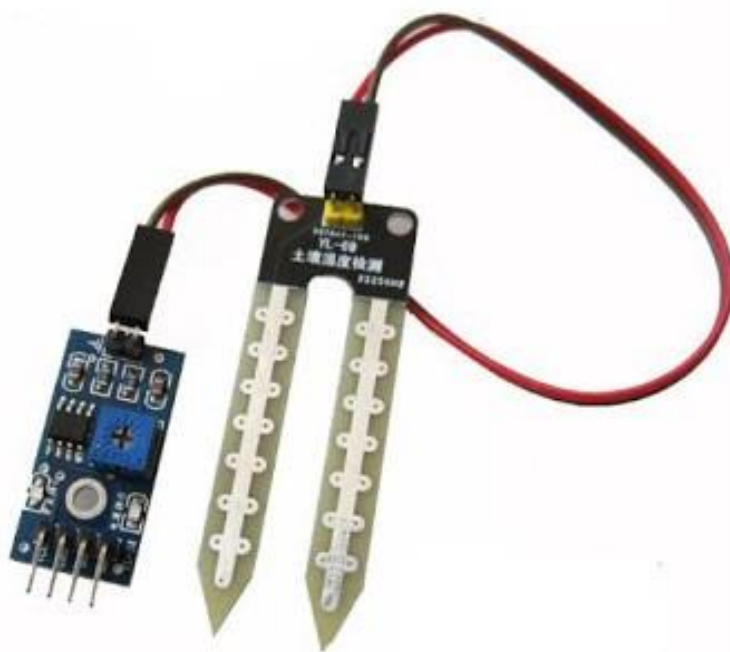
Este sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo YL-69 hace pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y esta depende mucho de la humedad. Por lo tanto, al aumentar la humedad la corriente crece y al bajar la corriente esta disminuye.

El sensor YL-69 consiste en una sonda con dos terminales separados adecuadamente y un módulo YL-38 que contiene un comparador LM393. Este último representa 2 pines de conexión hacia el módulo YL-69, consta de 2 pines de alimentación VCC (3.3V a 5V) y GND; y dos pines para datos de salida D0 (Salida digital y A0(salida analógica)

D0 es una salida digital; este módulo permite ajustar cuando el nivel lógico en esta salida pasa de bajo a alto mediante el potenciómetro. El rango de valores obtenidos representa la escala de humedad: 0= seco, 50= húmedo, 100= saturado

Recomendación:

Para aplicar como sensor de humedad en suelo por largos periodos de tiempo, se recomienda alimentar el modulo electrónico automáticamente para encenderlo únicamente al momento de tomar las mediciones, apagándolo inmediatamente al terminar y así minimizar la corrosión electrolítica. También se puede intercambiar las conexiones del elemento sensor periódicamente para que los dos electrodos roten de polaridad



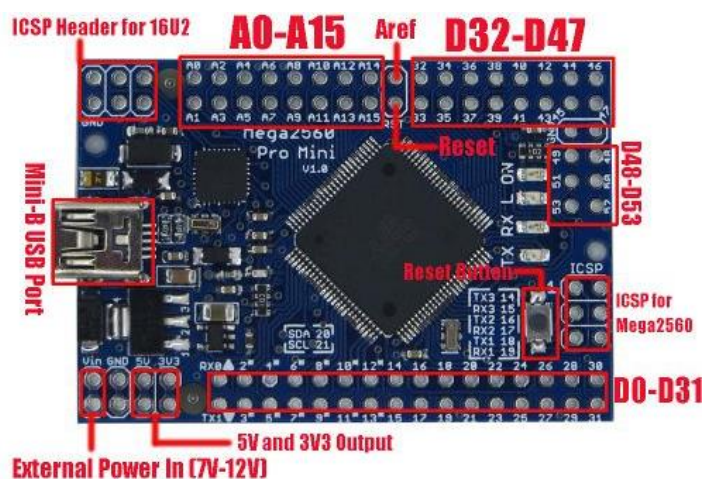
Sensor de humedad YL-69

Especificaciones técnicas del sensor de humedad del suelo YL-69

Voltaje de entrada	3.3V – 5 V
Voltaje de salida	0V - 4.2V
Corriente de suministro	35mA
Dimensiones YL-69	60 x 30 mm
Salida Analógica	A0
Salida Digital	D0
Peso	7g
Superficie de electrodo	Estaño

CONEXIÓN

Para el sistema de alerta temprana de deslizamientos se tiene contemplado el suministro de corriente eléctrica al Arduino mega 2560Pro gracias a una batería externa portátil (Power Bank) la cual es recargable este proporcionara una corriente de 5V y 1A. A continuación, se plantea la conexión de cada uno de los dispositivos descritos anteriormente de manera individual al Arduino Mega 2560Pro. El cual a su vez este suministrara de corriente a cada uno de los dispositivos como el poder interpretar los datos por medio del código creado para cada uno de los módulos.

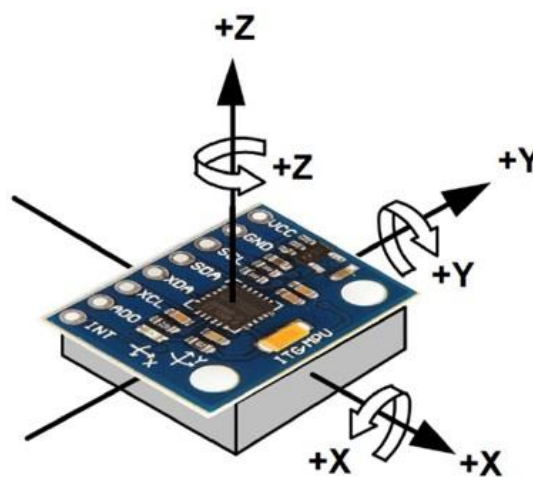


Arduino Mega 2560 Pro: División de pines

Conexión Módulo Acelerómetro MPU-6050

EL módulo Acelerómetro MPU tiene un giroscopio de tres ejes con el que podemos medir velocidad angular y un acelerómetro también de 3 ejes con el que medimos los componentes X, Y y Z de la aceleración.

La dirección de los ejes está indicado en el módulo el cual hay que tener en cuenta para no equivocarnos en el signo de las aceleraciones.



El acelerómetro tiene un total de 8 pines para su respectiva conexión la cual servirán como medio para suministro de corriente como transferencia de datos los cuales describiéremos en la siguiente figura.



- VCC: Corriente 5V
- GND: Ground
- SCL: Serial Clock
- SDA: Serial Data
- XDA: Auxiliary Serial Data
- XCL: Auxiliary Serial Clock
- ADO: 12C Protocol Port
- INT: Interrupt



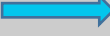

Descripción de los pines

- VCC: Pin para Suministro de Corriente de 5V
- GND: tierra de la fuente de alimentación
- SCL: reloj de serial maestro de 12C. Proporciona un pulso de reloj para la comunicación 12C
- SDA: Datos en serie de 12C, utilizada para transferir datos a través de la comunicación 12C
- XDA: Datos de la serie maestra de 12C. Diseñado para sensores externos, cuando se conectan otros módulos 12C
- XCL: Conexión auxiliar para conectar otros módulos 12C con MPU6050
- ADO: Es el Pin LSB de dirección de esclavo de 12C, cuando se usa más de un MPU6050 en un solo MCU
- INT: Pin de salida digital de interrupción, indica que los datos están disponibles para que MCU los lea

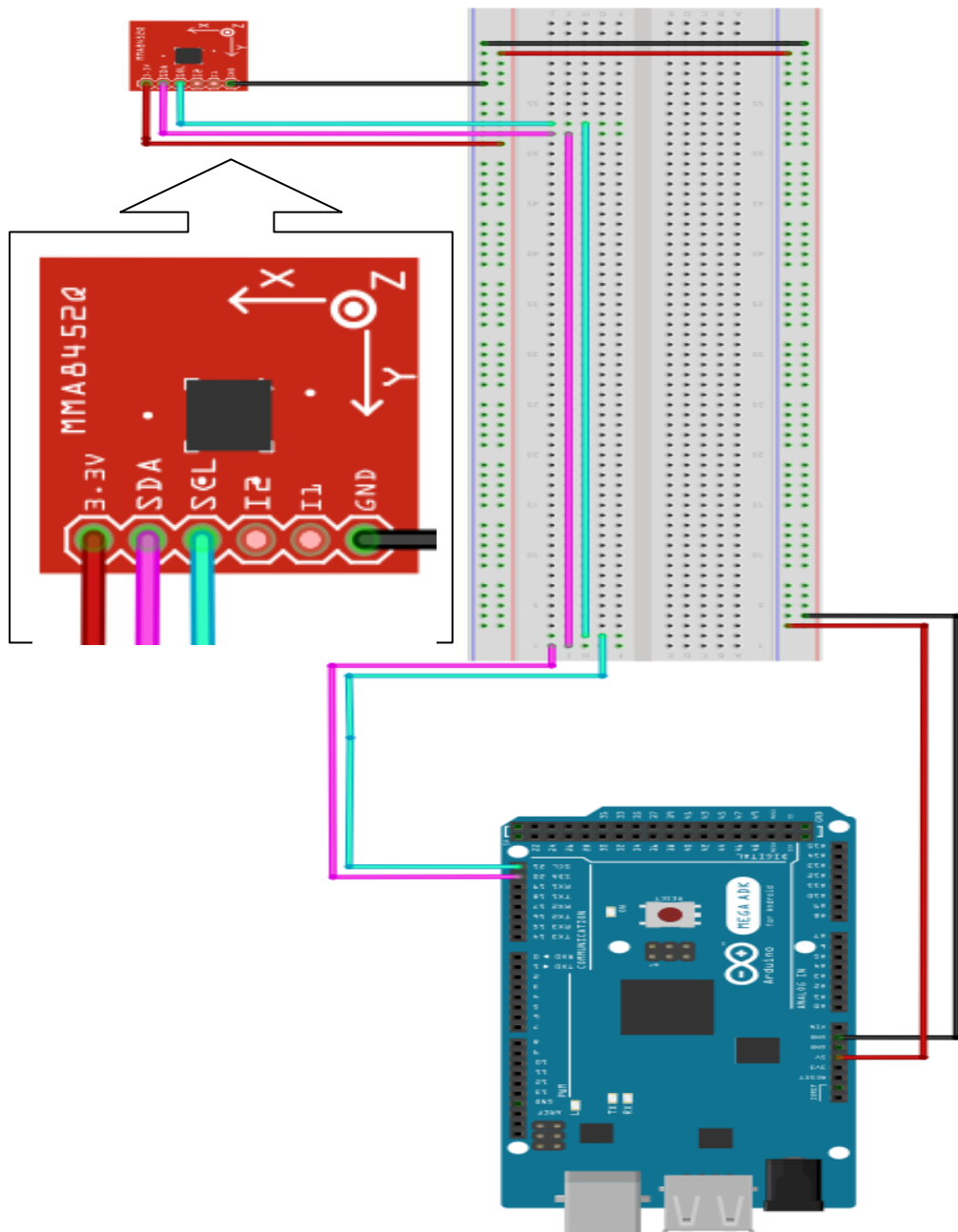
Para el uso del sistema de alerta temprana se deberá de conectar el módulo acelerómetro MPU6050 al Arduino mega 2560 pro de la siguiente manera:

- La corriente de 5V proporcionada por el Arduino Mega se deberá de conectar al pin VCC del MPU6050
- La tierra proporcionada por el Arduino Mega se deberá de conectar al Pin GND del MPU6050
- El pin D21 del Arduino Mega tendrá conexión directa con el Pin SCL del MPU6050
- El pin D20 del Arduino Mega tendrá conexión directa con el Pin SDA del MPU6050

La cual podremos resumir de la siguiente manera, los colores de las fechas en la siguiente tabla representan el color del cable de conexión en la figura de conexión.

Arduino Mega 2560 Pro	al	Acelerómetro MPU6050
Pin 5V		VCC
Pin GND		GND
Pin D21		SCL
Pin D20		SDA

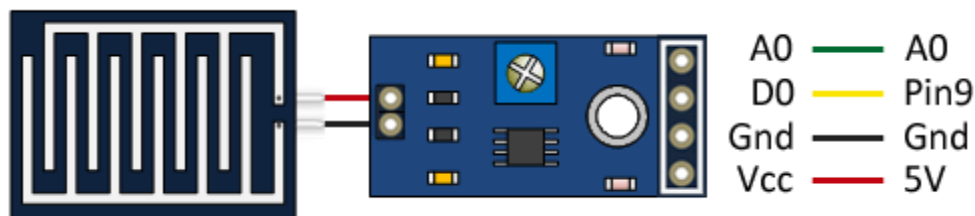
Para tener mayor referencia se puede apreciar la conexión del acelerómetro en la siguiente gráfica:



fritzing

Conexión Sensor de Lluvia FC-37

Este tipo de sensor detecta la presencia de lluvia por la variación de conductividad, el esquema eléctrico es sencillo. Se conecta el sensor a la placa de medición. El sensor no tiene polaridad, por lo que puede ser conectada en cualquier sentido al comparador LM393, como muestra la siguiente imagen.



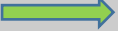


El la tarjeta LM393 la cual recibe la señal del sensor tiene cuatro pines

- A0: Pin de salida analógica
- D0: Pin de salida digital la cual varía entre Low / High
- GND: El pin de tierra proporcionado por la fuente de alimentación Arduino Mega
- VCC: Pin de corriente de 5V proporcionado por la fuente de alimentación Arduino Mega

En el caso de la conexión efectuada en el sistema de alerta temprana de deslizamientos se operó con solamente el Pin analógico la cual muestra valores desde 0 a 1023 la cual puede ser regulado gracias al potenciómetro incluido en la placa LM393.

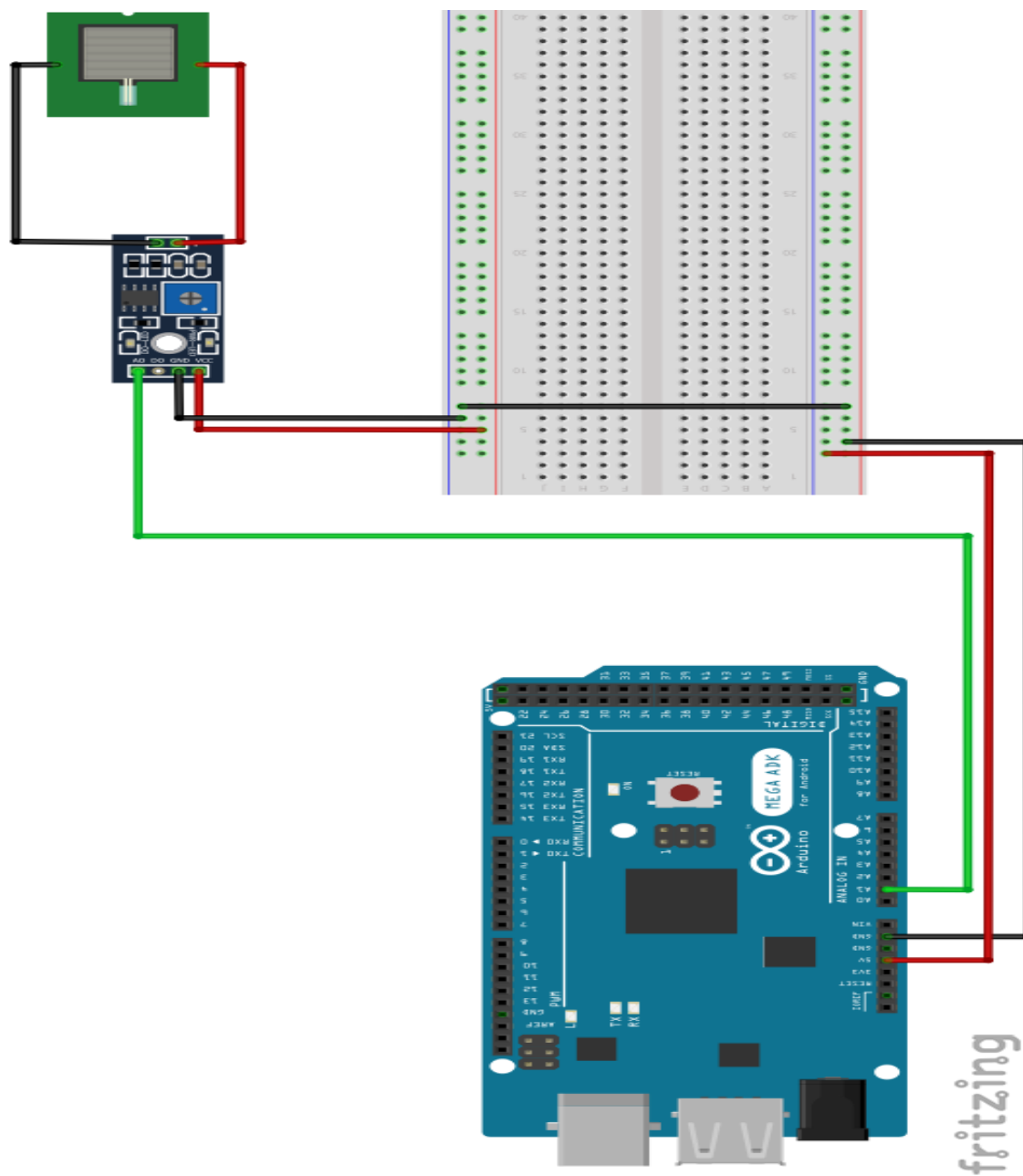
- El pin A1 del Arduino Mega será conectado directamente al pin A0 del sensor de lluvia
- El pin GND será la tierra del Arduino Mega la cual tendría conexión con el pin GND del sensor de lluvia
- El pin de 5V del Arduino Mega será conectado al Pin Vcc del sensor de lluvia

En resumen, la conexión del Sensor de lluvia al Arduino mega será de la siguiente manera, el color de la flechas representa el color de los cables utilizado en la gráfica de conexión

Arduino Mega 2560 Pro	al	Sensor de lluvia FC-37
A1		A0
GND		GND
5V		Vcc

La representación gráfica mostrada a continuación servirá de mayor ayuda del modo de conexión del sensor FC37 al Arduino Mega 2560 Pro

La siguiente grafica es la representación visual de la conexión del sensor de lluvia FC-37

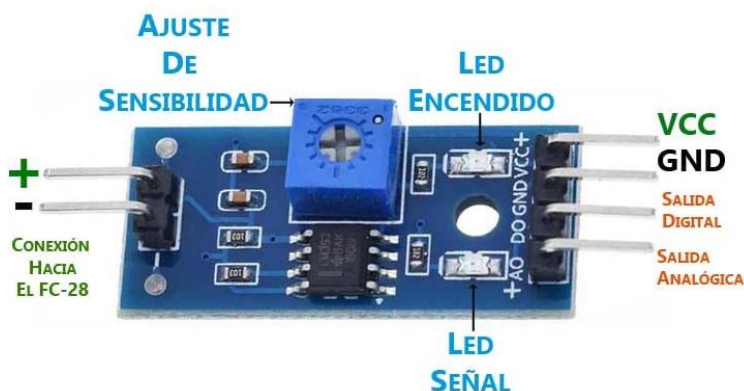


Conexión Sensor de Humedad YL-69

Este sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo YL-69 hace pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y ésta depende mucho de la humedad. Por lo tanto, al aumentar la humedad la corriente crece y al bajar la corriente disminuye.

El circuito comparador LM393 la cual recibe la señal del sensor tiene cuatro pines

- A0: Pin de salida analógica
- D0: Pin de salida digital la cual varía entre Low / High
- GND: El pin de tierra proporcionado por la fuente de alimentación Arduino Mega
- VCC: Pin de corriente de 5V proporcionado por la fuente de alimentación Arduino Mega

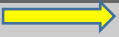
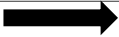
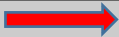


Placa Regulador LM393

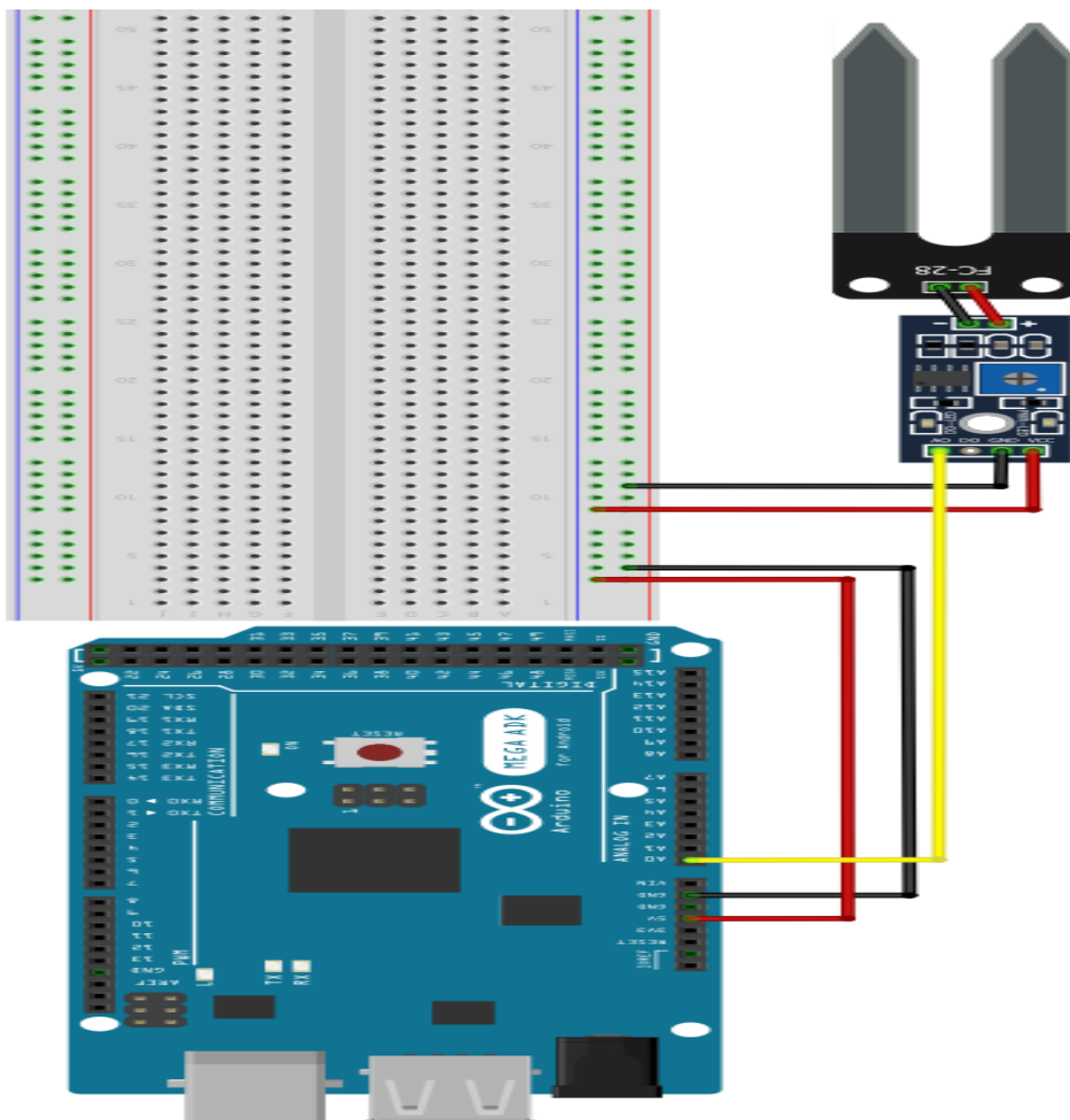
La conexión es similar al utilizado en el sensor de lluvia FC-37 pero con la variante de la conexión entre el pin analógico del sensor y el pin utilizado en el Arduino Mega. El sistema de sensibilidad del sensor similar al sensor de lluvia se puede regular con el potenciómetro ubicado en la placa LM393. La conexión utilizada en el proyecto sería la siguiente:

- El pin A0 del Arduino Mega será conectado directamente al pin A0 del sensor de humedad
- El pin GND será la tierra del Arduino Mega la cual tendría conexión con el pin GND del sensor de humedad
- El pin de 5V del Arduino Mega será conectado al Pin Vcc del sensor de humedad

En resumen, la conexión sería la siguiente, los colores representados en las flechas en la tabla siguiente representan los colores de los cables a conectarse demostrados en la gráfica de conexión.

Arduino Mega 2560 Pro	al	Sensor de humedad YL69
A0		A0
GND		GND
5V		Vcc

La siguiente grafica es la representación visual de la conexión del sensor de humedad YL-69



Conexión Modulo Wi-Fi ESP8266

El módulo Wi-fi es un microcontrolador capaz de conectar a internet por WiFi el sistema de alerta temprana de deslizamientos permitiendo al usuario obtener datos importantes del sistema en tiempo real esto gracias a comando AT y el uso de la plataforma Thingspeak. El modulo está constituido por 8 pines para su conexión los cuales son:



1. GND
2. GPIO2
3. GPIO0
4. RXD
5. TXD
6. CH_PD
7. Reset
8. Vcc




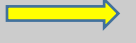
Descripción de pines

- GND – tierra.
- TX – Transmission serial (idle high).
- RX – Receptor serial (idle high).
- VCC – 3.3VDC., Corriente proporcionado por el Arduino Mega.
- CH_PD – El modo de arranque - debe ser 1 para habilitar WiFi.
- RESET (RST) – Tierra para restablecer, proporcionado por el Arduino Mega
- GPIO0 – Entrada de proposito general int/out.
- GPIO2 – Entrada de proposito general int/out.

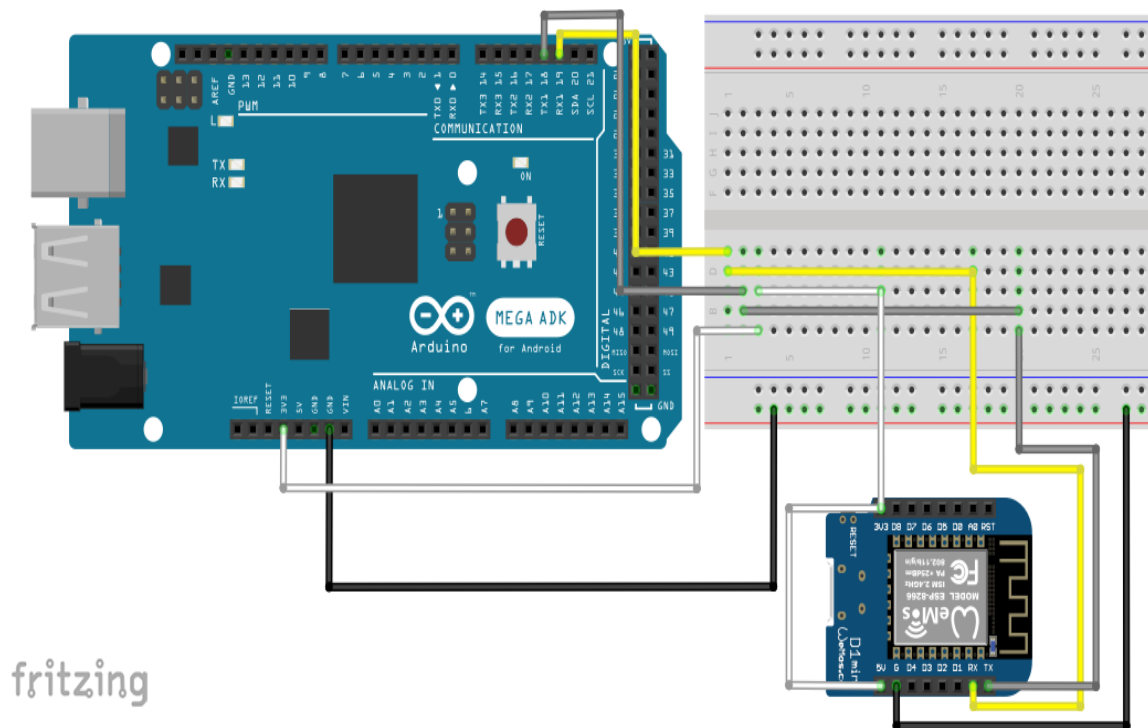
La conexión establecida para uso del sistema de alerta temprana de deslizamientos es de la siguiente manera

- El pin de GND del Arduino Mega será conectado al Pin GND del módulo WiFi
- El pin de 3.3V del Arduino Mega será conectado en paralelo a los Pin Vcc y al Pin CH_PD del modulo WiFi
- El pin D18 del Arduino Mega tendrá conexión directa al Pin RXD del modulo WiFi
- El pin D19 del Arduino Mega tendrá conexión directa al Pin TXD del modulo WiFi

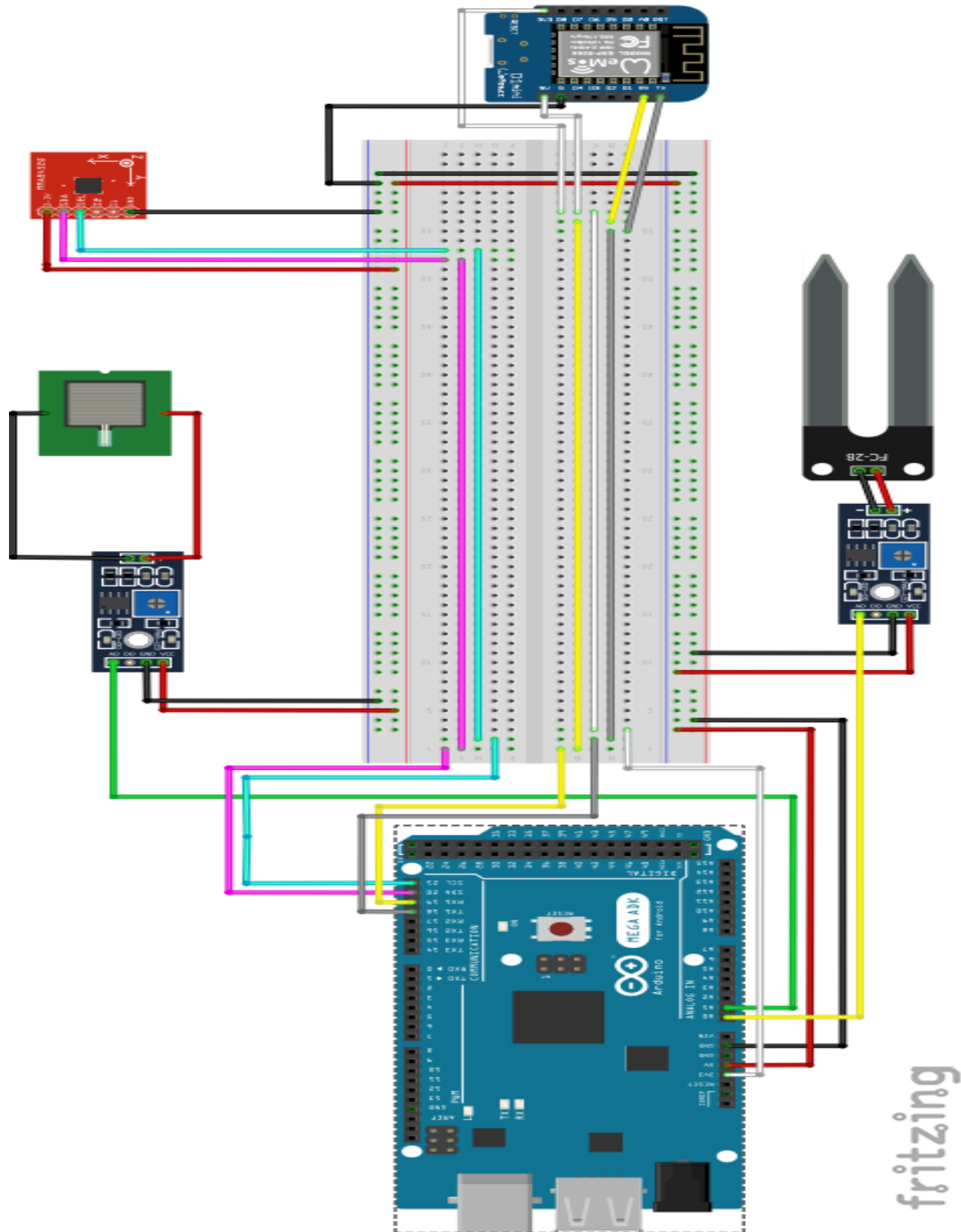
La siguiente tabla representa la conexión antes mencionada de forma más directa, los colores usados en las flechas representan los colores de los cables utilizados en la gráfica de la representación de la conexión del módulo WiFi

Arduino Mega 2560Pro	al	Modulo WiFi ESP8266
GND		GND
3.3V		Vcc CH_PD
D18		RXD
D19		TXD

La siguiente grafica es la representación visual de la conexión del Módulo WiFi ESP8266



En la siguiente grafica se podrá observar la conexión en simultaneo de cada uno de los componentes a utilizar



PROGRAMACIÓN

Aquí ya metes solo lo q es programación en si

Como usar Think Speak

Como cargar el código al Arduino

Calibración del acelerómetro

Como cargar el código al wifi

PRESUPUESTO

Para el sistema de bajo costo para alerta temprana de deslizamiento se ha hecho el análisis y la consideración de conseguir componentes de fácil acceso y que estos a su vez sean de bajo costo económico.



Descripción	Costo
Arduino Mega 2560 Pro	Q 189.00
Módulo Wi-Fi ESP9266	Q 40.00
Módulo Acelerómetro MPU 6050	Q 35.00
Sensor de Lluvia FC-37	Q 29.00
Sensor de Humedad YL-69	Q 23.00
Cable USB tipo C	Q 15.00
Caja de base impresión 3D	Q200.00
Power Bank	Q 70.00
Total	Q601.00

Presupuesto elaborado en tienda “La electrónica Guatemala” octubre de 2021.

Sujeto a variaciones

El costo de este dispositivo es relativamente bajo respecto a otros dispositivos encontrados en el mercado los cuales tienen el mismo objetivo de prevenir un deslizamiento.

REFERENCIAS

ACERCA DE